



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale
Architettura Costruzione Città (LM-4)
A.A. 2020/2021
Sessione di Laurea Luglio 2021

Strumenti di Project Management per la gestione del rischio nella valutazione economica dei progetti

Relatore:

Prof.ssa Elena Fregonara

Correlatore:

Prof.ssa Diana Rolando

Candidata:

Roberta Cipriano
matricola 263099

Abstract

Il lavoro di tesi propone un'analisi delle relazioni che intercorrono tra gli approcci di Project Management e di Gestione del Rischio nel progetto di architettura, inserendo questi ultimi all'interno del processo di sviluppo immobiliare e riservando particolare attenzione agli strumenti operativi coinvolti all'interno delle singole fasi operative, nelle procedure di pianificazione generale, valutazione economica e analisi dell'incertezza.

La cornice entro cui si colloca l'indagine è rappresentata dal ciclo di vita del progetto, considerato - in questo contesto di ricerca - solamente dalla sua prima fase di concezione alla chiusura del cantiere: si analizzano le modalità in cui i tre ambiti sopracitati si intrecciano, strutturando un unico processo in grado di integrare, da un lato, tutti gli aspetti della programmazione per il corretto svolgimento dei lavori e, dall'altro, il controllo del rischio come fondamentale step operativo.

Vengono proposti tre percorsi logici - Project Construction Management, processo di sviluppo immobiliare e Risk Management - da accostare e inserire in una scala temporale unica: osservando l'articolazione del ciclo di vita così costruita dal punto di vista degli strumenti operativi, lo stretto legame di interdipendenza degli ambiti di riferimento emerge chiaramente, ed è quindi possibile ipotizzare l'impiego congiunto del corpus di tecniche e metodologie disponibili, utilizzando, cioè, quanto emerso dalle analisi condotte sui fattori di rischio per le operazioni di pianificazione e programmazione generale delle attività e a supporto della verifica economico-finanziaria del progetto.

A partire da queste considerazioni, un particolare affondo è dedicato alla fase di esecuzione dei lavori e all'Earned Value Method, il sistema più avanzato per il monitoraggio dell'avanzamento del progetto, esaminando il ruolo di

quest'ultimo come tecnica di gestione del rischio.

A tale proposito, viene presentata una raccolta bibliografica di applicazioni della Metodologia al progetto di costruzione: dall'analisi condotta sulla letteratura reperita, emerge come il Metodo del Valore Assorbito permetta, a fronte di scostamenti prestazionali significativi in fase di realizzazione, di effettuare la riprogrammazione delle attività considerando gli aspetti economico-finanziari del progetto e, di conseguenza, di gestire la componente rischiosa. Questo fondamentale passaggio è attuabile affiancando l'impiego della Metodologia all'analisi del Discounted Cash Flow, strumento classico della programmazione economico-finanziaria: il loro utilizzo congiunto, infatti, verifica gli impatti economici provocati dagli scostamenti di costo e di tempo rilevati allo stato dell'arte dei lavori, consentendo di includere nell'analisi le componenti di rischio ad essi associato, a livello operativo, attraverso la modifica degli andamenti delle distribuzioni dei flussi di cassa. Sfruttando, quindi, la capacità previsiva dell'Earned Value Method, è possibile includere quest'ultimo tra gli strumenti di Risk Management: le informazioni fornite sugli ambiti di criticità rappresentano, infatti, una solida base dati di riferimento a partire dalla quale correggere la programmazione economico-finanziaria del progetto, mitigando, così, il rischio agente su di esso.

INDICE

Introduzione	p. 1
---------------------	------



Capitolo 1

Elementi di Project Management e valutazione economica dei progetti

1.1	Project Management: inquadramento e premesse	p. 8
1.2	Aspetti metodologici di Project Construction Management e ciclo di vita	p. 12
1.2.1	Processi di Project Management: fasi operative e strumenti di programmazione	p. 17
1.2.1.1	Fase di Pianificazione	p. 19
1.2.1.2	Fase di Programmazione	p. 21
	Identificazione attività e responsabilità	p. 24
	Programmazione dei tempi	p. 28
	Programmazione dei costi	p. 34
1.2.1.3	Fase di Esecuzione	p. 39
1.2.1.4	Fase di Monitoraggio e Controllo	p. 42
	Bibliografia di riferimento	p. 45



Capitolo 2

Gestione del rischio nell'Estimo e Valutazione Economica dei progetti

2.1	Introduzione: concetto di rischio e processo di sviluppo immobiliare	p. 48
2.1.1	Analisi di Rischio nell'approccio finanziario	p. 54
	Analisi degli investimenti: DCF e indicatori di redditività	p. 57
	Risk situations e tipologie di rischio	p. 60
	Rendimento atteso e rischio associato	p. 63
2.2	Strumenti di valutazione del rischio	p. 68
2.2.1	Tasso di sconto aggiustato per il rischio	p. 72
2.2.2	Approccio alla Certezza Equivalente	p. 76
2.2.3	Analisi degli Scenari	p. 78
2.2.4	Analisi di Sensitività	p. 79
2.2.5	Alberi decisionali	p. 81
2.2.6	Teoria delle Opzioni Reali	p. 83
2.2.7	Probability Analysis	p. 85
	Bibliografia di riferimento	p. 88



Capitolo 3

Approccio di gestione e controllo del rischio: il Risk Management

3.1	Introduzione: concetto di rischio di progetto e considerazioni generali	p. 92
3.2	Processi di Risk Management: fasi operative e main deliverable	p. 96
	Pianificazione e Piano dei Rischi	p. 100
	Identificazione e Registro dei Rischi	p. 103
	Gestione e Risposta al Rischio	p. 108
	Monitoraggio e Controllo	p. 112
3.3	Quadro degli strumenti e sistematizzazione nel ciclo di vita	p. 114
	Bibliografia di riferimento	p. 135



Capitolo 4

Earned Value Method per il controllo del rischio in fase di esecuzione

4.1	Introduzione: fase di Esecuzione dei lavori	p. 140
4.1.1	Verifica dell'avanzamento fisico, temporale ed economico	p. 145
4.1.2	Project Management, Processo di sviluppo immobiliare e Risk Management	p. 150
4.2	Monitoraggio integrato di tempi e costi: Earned Value Method	p. 159
	Metriche di progetto e indici di performance	p. 163
	Analisi degli scostamenti	p. 166
	Riprogrammazione e verifica finanziaria	p. 171
4.2.1	Raccolta bibliografica	p. 178
	Schede di sintesi degli studi	p. 181
4.2.1.1	Considerazioni sulla letteratura raccolta	p. 221
4.3	Conclusioni	p. 227
	Bibliografia di riferimento	p. 231
	Bibliografia generale	p. 237
	Ringraziamenti	p. 246

Introduzione

L'obiettivo del presente lavoro di tesi consiste nell'indagare le relazioni che intercorrono tra gli approcci di Project Management e di Gestione del Rischio nel progetto di architettura, riservando particolare attenzione agli strumenti operativi coinvolti nei relativi processi. Il terzo fronte di indagine che si propone di affiancare ai due sopracitati è rappresentato dal processo di sviluppo immobiliare e dalla disciplina estimativa, alle cui specifiche tecniche di analisi è affidato, tradizionalmente, il trattamento del rischio, nodo di particolare criticità in qualunque progetto del settore delle costruzioni.

La cornice entro cui si colloca il lavoro è il ciclo di vita del progetto, considerato in questo contesto di ricerca dalla sua prima fase di concezione alla chiusura del cantiere: è possibile, a partire da questa premessa, analizzare le modalità in cui i tre ambiti sopracitati possono intrecciarsi, andando a strutturare un unico processo che integri, da un lato, tutti gli aspetti della programmazione per il corretto svolgimento dei lavori e, dall'altro, il controllo del rischio come fondamentale step operativo. Si propone, quindi, la sistematizzazione di un percorso logico che affianchi le fasi operative consolidate dalla letteratura di settore al corpus di strumenti operativi disponibili.

Dall'analisi della manualistica, emerge come il Project Construction Management e il processo di sviluppo immobiliare facciano riferimento a un corredo di tecniche e metodologie ben strutturato e consolidato, sulla base del quale, generalmente, ogni strumento trova collocazione all'interno di uno specifico stadio del ciclo di vita del progetto. Il Risk Management, al contrario, dispone di una vastissima gamma di strumenti di analisi mutuati da diverse discipline per meglio adattarsi alla variabile natura del rischio agente sui progetti esaminati e, per questa ragione, non dispone di una così chiara sistematizzazione: per sopperire a tale mancanza, si propone una delle numerose possibili letture dell'articolazione del suo ciclo di vita - da interfacciare, successivamente, con i due precedenti per effettuare, confrontandoli, alcune considerazioni. La disamina degli strumenti citati dalla letteratura ha permesso di rilevare un quadro più ristretto ma efficace di tecniche per il trattamento dell'incertezza, selezionando quelle che più si conformano al progetto di costruzione e assegnandole formalmente alle fasi operative del processo di Gestione del Rischio.

Vengono quindi proposti tre percorsi logici - Project Construction Management, processo di sviluppo immobiliare e Risk Management - che, se opportunamente accostati, possono essere inseriti in una scala temporale unica, che scandisce il progetto nelle sue due fasi principali - Preliminare ed Esecutiva. Anche i singoli strumenti selezionati

si intrecciano idealmente e comunicano tra di loro, facendo in modo che i risultati ottenuti dall'applicazione di ciascuno possano essere utilizzati per consolidare gli step successivi: in particolare, è possibile integrare quanto emerso dalle analisi condotte sui fattori di rischio nelle operazioni di pianificazione e programmazione generale e, soprattutto, nella verifica economico-finanziaria del progetto, mettendo a punto, così, un profilo economico più stabile e una successione di attività più rigorosa e "sicura".

Riferire tali considerazioni all'ottica del ciclo di vita consente di evidenziare un'altra importante interazione esistente tra le pratiche di Project Management, l'approccio di Risk Management e il processo di sviluppo immobiliare: l'approfondimento dal punto di vista degli strumenti mostra come la fase esecutiva - generalmente intesa come la più delicata dal punto di vista organizzativo ed economico - sia risolta mediante l'applicazione dell'Earned Value Method, il sistema più avanzato per il monitoraggio dell'avanzamento del progetto, e del Discounted Cash Flow, strumento classico della programmazione economico-finanziaria. Durante l'esecuzione, infatti, il loro utilizzo congiunto permette di verificare gli impatti sul fronte economico-finanziario derivati da eventuali scostamenti di costo e di tempo rilevati allo stato dell'arte e la correzione di questi ultimi, a livello operativo, attraverso la riprogrammazione a finire dei lavori e la modifica delle distribuzioni dei flussi di cassa.

Per queste ragioni, l'Earned Value Method può di fatto essere considerato come strumento di gestione del rischio: a sostegno di ciò, si propone una raccolta bibliografica di papers internazionali prodotti negli ultimi dieci anni, che ne presentino alcune applicazioni e indagano, appunto, il ruolo di quest'ultima come metodologia di gestione con particolare riguardo al rischio agente sul progetto architettonico.

L'oggetto di studio del **primo capitolo** è il **Project Management**, un approccio per la gestione e il controllo dei progetti di tipo sistemico, la cui applicazione è ormai piuttosto affermata nel contesto internazionale e a uno stadio di implementazione nella realtà italiana.

Il suo sviluppo è collocabile intorno agli anni Quaranta del Novecento, ma la sua strutturazione come viene intesa oggi risale a circa vent'anni dopo, quando, per assecondare i nuovi ritmi di produzione della società industriale, la necessità di adottare un'efficace strategia di gestione del cambiamento si fece più urgente. Il sistema venne quindi formalizzato definitivamente negli anni Sessanta e da quel momento in avanti cominciò a direzionarsi verso l'ambito edilizio - connotato, per sua natura, da un elevato

grado di multidisciplinarietà che richiede, per questo, un altissimo sforzo di gestione di attività e risorse - prima nel contesto estero e, solo di recente, in Italia.

La prima parte del capitolo ne illustra i concetti fondamentali, introducendo il Project Construction Management e il suo caratteristico ciclo di vita - applicato, appunto, ai progetti di costruzione - sulla base dell'ormai consolidata letteratura di settore. A partire dallo specifico significato del termine "progetto" - un'iniziativa limitata nel tempo volta al soddisfacimento di bisogni e obiettivi per l'ottenimento di specifici risultati in termini di costo, tempo e qualità - si presentano i processi e le metodologie di programmazione e gestione caratteristici dell'approccio, così come standardizzati da un testo di riferimento internazionale, il Project Management Body of Knowledge¹.

Il ciclo di vita, o project life cycle, è strutturato in quattro fasi consolidate - Pianificazione, Programmazione, Esecuzione e Monitoraggio e Controllo - e rappresenta di fatto una delle teorie fondanti del Project Construction Management: nella seconda parte del capitolo vengono illustrati più in dettaglio gli step operativi, dedicando un affondo alla fase di Programmazione, ai suoi tre momenti principali - identificazione delle attività, programmazione dei tempi e programmazione dei costi - e agli strumenti caratteristici a essi associati. Inoltre, particolare attenzione è riservata all'ambito della programmazione economica, per il quale l'approccio del Project Management attinge dalla disciplina dell'Estimo con l'obiettivo di eseguire una corretta quantificazione dell'effort economico necessario al conseguimento di tutti gli obiettivi prestabiliti: i principali strumenti citati sono quindi il Budget, da concordarsi nelle primissime fasi in riferimento ai risultati attesi, lo Studio di Fattibilità, che verifica la convenienza economico-finanziaria dell'intervento attraverso procedure di calcolo di tipo parametrico e, in ultimo, il Computo Metrico Estimativo.

Il **secondo capitolo** consiste in un affondo sulla **disciplina estimativa**, facendo riferimento, in particolare, al processo di sviluppo immobiliare e agli strumenti di analisi del rischio - presentati nei loro aspetti metodologici chiave secondo l'approccio finanziario classico.

Delineate alcune premesse sul concetto di rischio nel campo degli investimenti immobiliari e fissate alcune nozioni di base sull'analisi degli investimenti, viene presentato il processo di sviluppo immobiliare, che rappresenta il secondo ciclo di vita analizzato nel lavoro. Riprendendo il medesimo ragionamento effettuato in merito al Project Construction Management, si è scelto di collocare, accanto agli stati di Sviluppo,

¹ Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, pp. 5-6

Progettazione e Costruzione, alcuni peculiari strumenti della Valutazione economica dei progetti - come il Discounted Cash Flow, a cui è tipicamente affidata la disamina degli aspetti economico-finanziari.

La seconda parte del capitolo approfondisce, più nello specifico, il tema dell'Analisi di Rischio, fissando alcune premesse riguardo all'analisi degli investimenti - formalizzata attraverso l'Analisi dei Flussi di Cassa Attualizzati sopracitata - e alla convenienza economica: ulteriori considerazioni vengono inoltre effettuate in relazione alle differenti tipologie di rischio esistenti - economico, finanziario, di sistema e tecnico - e al concetto di propensione al rischio del soggetto promotore. A conclusione del capitolo, quindi, vengono presentati gli strumenti classici di Analisi di Rischio, esaminando, per ciascuno, obiettivi e percorso metodologico.

Il **terzo capitolo** tratta dell'approccio del **Risk Management**.

Introdotta il concetto di rischio di progetto, viene definito l'ultimo ciclo di vita analizzato, scandito, in letteratura, da quattro momenti principali - Pianificazione, Identificazione, Gestione e Monitoraggio - illustrati singolarmente, evidenziandone i passaggi operativi principali e gli specifici obiettivi, aggiungendo un particolare riferimento ai rispettivi main deliverable - documenti specificamente redatti in forma di registri di quanto appena elaborato e, per questa ragione, da utilizzare come base dati delle operazioni successive. Si tratta, più in dettaglio, del Piano dei Rischi, elaborato in coda alla fase di Pianificazione e contenente le informazioni preliminari riguardo ai rischi ipotizzati e al loro conseguente indice di priorità, e del Registro dei Rischi, riepilogo e archivio dei risultati delle analisi condotte durante il processo di Identificazione: data la natura iterativa del processo, per entrambi i documenti è prevista una periodica revisione e un aggiornamento dei dati più significativi, per continuare a monitorare correttamente gli avanzamenti del progetto.

Conclusa la descrizione di ogni fase operativa, si procede proponendo una lettura della sistematizzazione del ciclo di vita del Risk Management dal punto di vista degli strumenti, collocando ognuno di essi all'interno di uno dei quattro processi. A partire da quanto riportato nella letteratura di settore, viene selezionata una lista di tecniche categorizzate secondo due modalità distinte: in primo luogo, vengono individuate le discipline o gli approcci di riferimento delle stesse e, in un momento successivo, si costruiscono tre insiemi di strumenti classificati secondo il loro coinvolgimento all'interno delle operazioni di analisi, distinguendo quindi tecniche di tipo primario, secondario e di

supporto alla Gestione del Rischio. A questo punto, i singoli strumenti sono inseriti entro la cornice di una specifica fase operativa del ciclo di vita, identificando, in questo modo, il terzo percorso logico proposto.

Il **quarto capitolo** conclude il lavoro presentando un approfondimento sulla fase di esecuzione lavori del progetto.

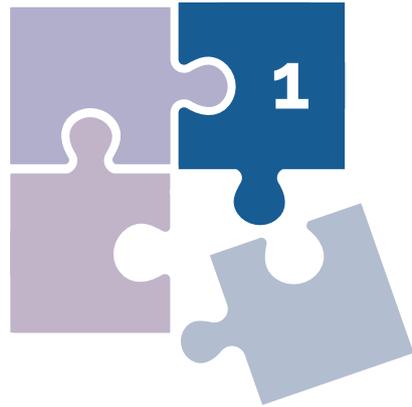
Accostando i tre cicli di vita prodotti in precedenza e riferiti al Project Construction Management, al Risk Management e al Processo di sviluppo immobiliare, si sottolinea il fatto che tali articolazioni non sono da considerarsi distinte, ma certamente intrecciate in un'unica scala temporale: le configurazioni proposte in riferimento a Project e Risk Management sono, infatti, profondamente connesse e a loro volta integrate nelle sequenze del Processo di sviluppo immobiliare, che funge, così, da framework entro il quale sono inserite le fasi operative necessarie al corretto completamento del progetto. In riferimento agli strumenti caratteristici coinvolti nei tre macro-processi, è possibile osservare come il momento destinato all'esecuzione progettuale assuma, per i primi due approcci citati, l'**Earned Value Method**, a cui viene affiancato, per la valutazione economica, il Discounted Cash Flow. A partire da questa lettura, l'ultimo capitolo propone una disamina degli aspetti chiave della metodologia del Valore Assorbito, allo scopo di indagare il suo ruolo di strumento di gestione riferito, oltre che agli aspetti strettamente tecnici del cantiere, all'ambito economico-finanziario e alla presenza del rischio.

L'esecuzione dei lavori, infatti, è generalmente riconosciuta come uno dei processi più impegnativi del ciclo di vita progettuale, sia per quanto riguarda la gestione delle risorse, sia sul fronte della programmazione economico-finanziaria: a tale proposito, l'applicazione dell'Earned Value Method verifica l'effettiva rispondenza della quantità di lavoro svolto agli obiettivi e ai requisiti fissati nelle fasi preliminari a livello tecnico ed economico, monitorando in maniera integrata gli avanzamenti su tempi e costi. L'operatività della metodologia, in particolare, si basa sull'integrazione di metriche di costo e di schedulazione del progetto in un unico sistema di misurazione al *time-now*, allo stato dell'arte dei lavori, che, rapportandole a una baseline di riferimento, è in grado di fornire stime sul costo complessivo e sui tempi al completamento: è possibile, in questo modo, osservare e valutare le prestazioni e i livelli di completamento delle singole attività in corso ad ogni data di rilevamento fissata, attraverso un efficace feedback sugli scostamenti da quanto programmato o fissato a budget, che supporta,

successivamente, la predisposizione delle attività di riprogrammazione a finire.

A conclusione del capitolo viene quindi proposta una raccolta bibliografica di papers internazionali prodotti nell'ultimo decennio che presentano alcune applicazioni dell'Earned Value Method ai progetti di costruzione. Emerge, dall'analisi della letteratura reperita, come la Metodologia ricopra certamente un ruolo chiave per il coerente sviluppo della fase esecutiva, poiché, accanto alla tradizionale attività di monitoraggio delle prestazioni di costo e tempo, permette l'analisi degli scostamenti e l'elaborazione delle opportune strategie di correzione da apportare alla programmazione, nel tentativo di recuperare il ritardo accumulato o l'eccedenza dal budget rilevata. La riprogrammazione a finire rappresenta quindi un delicatissimo passaggio per l'esecuzione dei lavori, da supportare attentamente tenendo in ferma considerazione i risultati ottenuti dall'impiego dell'Earned Value Method per il controllo delle performance, specialmente in riferimento agli aspetti economico-finanziari del progetto. In particolare, questo ultimo ma fondamentale passaggio di verifica finanziaria è generalmente attuato mediante l'Analisi dei Flussi di Cassa Attualizzati, i cui indicatori di redditività – Valore Attuale Netto e Tasso Interno di Rendimento – rappresentano sinteticamente l'effettiva convenienza economica del progetto. A fronte, dunque, di scostamenti troppo significativi tra flussi in entrata e in uscita, si rende necessario mettere in atto una riesamina della distribuzione delle voci di costo e di ricavo, andando ad agire tempestivamente per ridurre il divario: l'operazione di riprogrammazione finanziaria, infatti, si pone l'obiettivo di correggere eventuali scostamenti dei flussi, per rientrare a fine progetto nei limiti di convenienza economica fissati in fase preliminare.

Verificata la possibilità di integrare, all'interno del modello del Discounted Cash Flow, i risultati dell'Earned Value Method, sfruttando la capacità previsiva di quest'ultimo, è possibile affiancare la Metodologia, tradizionalmente destinata al solo controllo e monitoraggio delle performance, agli strumenti più classici del Risk Management: le informazioni reperite sugli scostamenti relativi a tempi e costi rappresentano, infatti, una solida base dati di riferimento a partire dai quali "correggere" la programmazione economico-finanziaria del progetto e mitigare il rischio agente su di esso.



**Elementi di Project
Management e valutazione
economica dei progetti**



1.1

Project Management: inquadramento e premesse

L'approccio del Project Management, con i suoi principi e le pratiche innovative che hanno modernizzato la cultura manageriale a partire dagli anni Quaranta, è oggi utilizzato come valido punto di riferimento metodologico per affrontare con efficacia la gestione dei progetti. Questi ultimi – corrispondenti al termine inglese *projects* - sono infatti più propriamente intesi come dei sistemi complessi di progettazione integrata aventi una forte connotazione di multidisciplinarietà, per cui si richiede un approccio di tipo sistemico che punti, essenzialmente, al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

Il Project Management si affermò, come anticipato, intorno alla metà del Novecento, in risposta a nuove esigenze conseguenti all'affermazione della società industriale: la necessità di assecondare i nuovi ritmi produttivi fece sì che la sua espansione si affermasse immediatamente, una volta accertati i vantaggi derivanti da una gestione che organizza il lavoro per progetti, coordinando, quindi, risorse, competenze e attività di varia natura per il raggiungimento di un obiettivo comune. In questo modo, il corpus teorico e pratico del Project Management si consolidò come pratica manageriale applicabile a qualsiasi campo, la cui diffusione è tutt'oggi in continua crescita.

Negli ultimi anni, in particolare, il settore delle costruzioni ha assistito a un vivace sviluppo delle pratiche del Project Management poiché il processo edilizio, caratterizzato da sistemi organizzativi piuttosto complessi - all'interno dei quali vengono sistematicamente impiegate ingenti quantità di risorse di differenti tipologie - richiede, per sua natura, l'attuazione di un'efficace strategia di coordinamento multidisciplinare durante le sue molteplici fasi di realizzazione: l'applicazione, quindi, di un coerente sistema di organizzazione e controllo di ogni aspetto del progetto permette di ottenere un miglioramento dei risultati, tradotto in termini pratici in un più corretto utilizzo delle risorse, oltre che al rispetto più preciso di scadenze e budget. Inoltre, la crescita del mercato delle costruzioni avvenuta sia nel nostro Paese sia in contesto estero, ha sviluppato una crescente domanda di prodotti di qualità sempre più alta, che devono però rientrare in tempistiche e limiti di spesa sempre più ristretti, per cui è stato necessario avvalersi di una serie di strumenti innovativi per l'efficace gestione del cambiamento in ogni sua forma, accanto al rinnovamento, almeno in parte, degli aspetti economici e organizzativi più tradizionali¹.

¹ Cfr. F.Cencioni, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018

L'approccio del Project Management, con le sue tecniche e metodologie, si presenta quindi come strumento fondamentale per interpretare queste nuove esigenze in un contesto, come quello edilizio, dinamico e in continuo cambiamento. Come tematica trasversale, coinvolge differenti indirizzi disciplinari come, ad esempio, l'Architettura e l'Ingegneria economica, da sempre in stretta relazione: occorre sottolineare, però, come, all'interno di questi ambiti, lo sviluppo delle pratiche di Gestione dei progetti e della cultura manageriale siano, in Italia, ancora piuttosto arretrati rispetto ai paesi anglosassoni. A livello normativo, il nostro ordinamento ha ricorso, nel tempo, all'assunzione di alcuni aspetti chiave all'interno della legislatura: si ricorda, ad esempio, la Legge Merloni, abrogata dal Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE (G.U. n. 100 del 2 maggio 2006), che ha introdotto, per la prima volta, elementi connessi alla cultura del Project Management, opportunamente reinterpretati per meglio adattarsi alla realtà del nostro Paese². Le innovazioni contenute nella legge sono state interpretate come guida alla progettazione agli stadi preliminare, definitivo ed esecutivo, che potesse garantire il completamento delle opere in conformità alla qualità globale richiesta per il soddisfacimento dei requisiti del quadro normativo di riferimento. A fronte di questo, recentemente, la cultura manageriale italiana ha iniziato a considerare la metodologia di gestione e coordinamento interdisciplinare del Project Management come strumento fondamentale per la buona riuscita delle opere, da completarsi in tempi prestabiliti ed entro i limiti dei costi preventivati.

Secondo la definizione fornita dal Project Management Institute all'interno del testo "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", il Project Management è:

"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, Monitoring 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;*

² Cfr. E.Fregonara, "Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano", in "AESTIMUM 59", dicembre 2011, pp. 141-169

- *balancing the competing project constraints including, but not limited, to scope, quality, schedule, budget, resources and risk.*"³

In altre parole, può essere definito come un sistema gestionale orientato ai risultati, o, più nello specifico:

*"una gestione sistematica di 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"*⁴.

Tra i principali vantaggi derivanti dalla sua implementazione si possono citare:

- pianificazione e controllo dell'avanzamento delle componenti di tempo e costo rispetto a quanto concordato a livello di schedulazione e budget;
- attuazione di strategie ad hoc per il raggiungimento degli obiettivi che riescano ad assicurare il successo del progetto;
- identificazione tempestiva di problematiche e fattori di rischio e conseguente elaborazione di strategie correttive.

Un'altra fondamentale definizione riportata nel PMBOK® Guide è quella di Project Manager, figura responsabile del progetto, ovvero:

*"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"*⁵.

Il suo ruolo di coordinatore di stakeholders e attività deve quindi necessariamente presupporre una competenza interdisciplinare, volta al controllo dei vincoli stabiliti e al compimento degli obiettivi finali del progetto secondo le tre variabili fondative dell'approccio del Project Management – costo, tempo e qualità.

3 Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, pp. 5-6

4 Cfr. R.D.Archibald, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004, p. 29

5 Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 16

La sempre crescente difficoltà di conseguimento dei risultati attesi ha sottolineato, recentemente, la necessità di impostare le pratiche di Project Management fin dalle primissime fasi di concezione del progetto: l'attuazione di una efficace strategia di gestione condiziona fortemente lo svolgimento dei processi, rendendo questi ultimi più rapidi ed efficaci, oltre a permettere la fondamentale analisi e successiva mitigazione dell'incertezza, intesa come compromissione dell'ottenimento di uno o più risultati. Occorre quindi sottolineare, a questo proposito, la stretta correlazione esistente tra le procedure di gestione globale e le strategie di controllo del rischio, secondo la quale l'implementazione di una direzione del progetto rigorosa permette di considerare il quadro in ogni suo aspetto, compresi, quindi, i fattori di rischio: accanto alle tradizionali metodologie di Project Management è sempre più attuale predisporre l'applicazione dell'approccio del Risk Management all'interno della sistematizzazione ormai consolidata del ciclo di vita del progetto, ragionando, cioè, in un'ottica di Life Cycle Thinking per una più corretta gestione delle procedure.



1.2

Aspetti metodologici di Project Construction Management e ciclo di vita

Il processo edilizio è tradizionalmente riconosciuto come una sequenza complessa ma coordinata di fasi operative e procedure ben stabilite che, coinvolgendo sia lo stadio di pianificazione generale sia l'attuazione pratica delle catene di attività, si concretizza nel soddisfacimento di specifici requisiti ed esigenze in termini di produzione edilizia⁶. Il suo livello di complessità è oggi certamente molto alto a causa dell'integrazione, all'interno della sua sfera di interesse, delle attività di manutenzione e gestione, tradizionalmente trascurate perché non propriamente di carattere tecnico-costruttivo: si è assistito, quindi, al coinvolgimento di nuove fasi operative e nuovi stakeholders con gerarchie di ruoli innovative, per cui lo sviluppo progettuale risulta ormai meno lineare e con un'estensione temporale fortemente variabile e, almeno inizialmente, indefinita.

Il processo edilizio si articola, quindi, in tre sotto-processi, quali:

- 1) processo di Concezione;
- 2) processo Costruttivo;
- 3) processo di Esercizio.

In particolare, la Concezione riguarda la pianificazione e la programmazione generale dell'intervento, che coinvolge, cioè, sia gli aspetti più tecnici sia quelli di natura economico-finanziaria; il sotto-processo di Costruzione avvia, poi, la formale esecuzione dei lavori e, una volta concluso il cantiere, l'Esercizio prevede la messa a punto delle attività di collaudo, gestione e manutenzione (Figura 1.1).

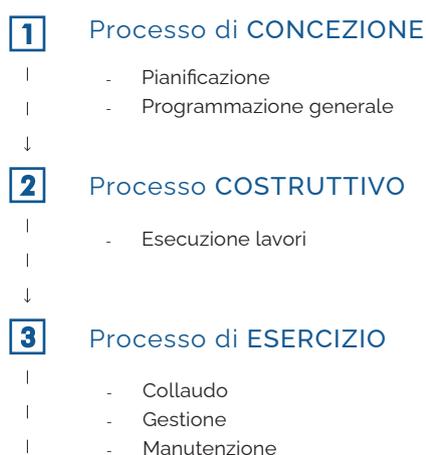


Figura 1.1. Schematizzazione del processo edilizio.

⁶ Cfr. Norma UNI 7867-1:1978 Edilizia. Terminologia per requisiti e prestazioni. Nozioni di requisito e di prestazione

Dato il suo elevato grado di complessità, il processo edilizio è quindi da intendersi come un prodotto unico, le cui caratteristiche peculiari sono ben definite:

- temporaneità;
- unicità;
- elaborazione progressiva;
- ammontare monetario.

Nello specifico, la *temporaneità* si riferisce al periodo di tempi limitato entro cui si estende l'esecuzione del progetto, e l'*unicità* interessa le specifiche caratteristiche del progetto, mai uguali ad altri prodotti e, perciò, non standardizzati o ripetibili in altri contesti. Con *elaborazione progressiva*, poi, si intende l'intero sviluppo progettuale, articolato secondo catene di attività differenti ma sempre strettamente interconnesse e, infine, il concetto dell'*ammontare monetario* richiama i costi coinvolti, che crescono o diminuiscono proporzionalmente alla complessità dell'opera e al livello di rischio.

Le modalità di implementazione della progettazione edilizia sono tradizionalmente normate da una serie di procedure di natura tecnica, organizzativa e amministrativa, che fissano le regole attraverso le quali il processo si sviluppa: l'iter classico prevede la concatenazione dei momenti di ideazione, progettazione, appalto e costruzione.

Al fine del raggiungimento degli obiettivi fissati, la gestione e il controllo dell'avanzamento del progetto deve necessariamente interfacciarsi con una vasta gamma di fattori legati alla complessità del ciclo di vita, alla pluralità delle fasi operative, ai costi di produzione e al contesto dinamico in cui il progetto, per sua natura, è collocato: questi aspetti sono inoltre strettamente connessi alla possibilità – da non sottovalutare in sede di analisi preliminari – che insorgano rischi di varia origine che si traducano, concretamente, in slittamenti delle lavorazioni o flussi economici in perdita.

Le sue peculiari caratteristiche rendono quindi il progetto:

*"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"*⁷.

⁷ Cfr. R.D.Archibald, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004, p. 65

Il Project Management Institute assegna una specifica definizione anche a questo concetto. I progetti sono considerati, infatti:

*"sforzi complessi non ripetitivi, comportanti compiti interrelati eseguiti da varie organizzazioni, con obiettivi, schedulazioni e budget ben definiti"*⁸.

Perciò, nell'ambito della Gestione dei Progetti, essi si configurano come iniziative volte al soddisfacimento di obiettivi, correlati, generalmente, ai tre parametri cardine già citati dell'approccio – costo, tempo e qualità (Figura 1.2). In particolare, il *costo* si riferisce al budget predisposto alla realizzazione di tutte le attività preventivate, il *tempo* si rifà, invece, alla collocazione temporale del progetto, alle sue date di inizio e fine, mentre la *qualità* riguarda le caratteristiche tecniche e funzionali del progetto.



Figura 1.2. Schematizzazione del "triplo vincolo" del progetto.

Il soddisfacimento degli obiettivi secondo questi tre profili è, come detto, l'obiettivo principale dell'attività di Project Management, dal momento di concezione dell'opera al suo formale compimento in cantiere: per fare questo, il processo di realizzazione del manufatto viene scandito in fasi operative che possono essere messe in relazione con il ciclo di vita del progetto. A questo proposito, il *Life Cycle Thinking* si definisce come:

*"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"*⁹.

Le fasi riconosciute dal Project Management sono:

- 1) Avvio e Pianificazione;
- 2) Programmazione;
- 3) Esecuzione;
- 4) Controllo.

⁸ Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p 3

⁹ Cfr. E.Fregonara, "Valutazione sostenibilità di progetto", Franco Angeli, Milano, 2015, p. 99

Più nello specifico, poi, nel settore delle costruzioni tali fasi vengono rimodulate e opportunamente distinte in uno specifico gruppo di attività: il Project Construction Management.

Con il termine Project Construction Management si intende:

"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"¹⁰.

Si tratta, quindi, di un approccio inteso per definire chiaramente i flussi di gestione dei vari processi di progettazione e costruzione, finalizzato alla creazione di un percorso rigoroso che guidi l'opera dalla sua concezione fino alla realizzazione, assicurando il rispetto dei tempi, dei costi e del livello di qualità globale concordati con la committenza. Il processo di attuazione inteso dal Project Construction Management ripartisce quindi il ciclo di vita in quattro fasi operative principali:

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

Con l'avanzamento dello sviluppo progettuale e, di conseguenza, delle fasi sopracitate, si assiste alla variazione di due aspetti fondamentali: il tasso di utilizzo delle risorse – che risulta minimo nelle fasi iniziali e cresce rapidamente, producendo un picco durante la fase di esecuzione lavori - e il grado di incertezza. Quest'ultimo, contrariamente a quanto accade riguardo alle risorse, è da considerarsi massimo all'inizio del processo - quando, cioè, non si dispone di una quantità sufficiente di informazioni per produrre previsioni realistiche riguardo ai rischi potenziali - e diminuisce nel tempo, al completamento di ogni step operativo. A questo proposito, occorre prevedere l'integrazione di adeguati strumenti di controllo specifico del rischio che affianchino le normali pratiche di gestione, per evitare di sottostimare l'impatto di tali eventi sugli obiettivi da conseguire: l'approccio del Risk Management risulta quindi fondamentale per una corretta previsione del "risultato" del progetto - in termini, nuovamente, di tempo, costo e qualità - poiché, in mancanza di tale delicato passaggio, il controllo delle operazioni di verifica finanziaria e

¹⁰ Cfr. P.D.Patrone, V.Piras, "Construction Management. La gestione del Progetto a vita intera: estimo, contabilità, organizzazione, controllo tempi/costi", Alinea editrice, Firenze, 1997, p.16

dello stato di implementazione dei lavori diventa più complesso e di lenta esecuzione, esponendo il progetto a ulteriori rischi non ancora adeguatamente identificati.

Spesso accade, infatti, che un consistente numero di progetti si interrompa bruscamente a metà esecuzione: la principale causa dell'esito negativo risiede, tipicamente, nella scorretta organizzazione dei processi già dalle primissime fasi progettuali e dallo sviluppo di strategie di gestione del rischio applicate in modo indipendente dalla programmazione generale: poiché, di norma, il recupero degli slittamenti su tempi e costi diventa più oneroso con l'avanzamento del progetto, risulta chiaro come la necessità di implementare specifiche strategie che integrino il controllo di tempi, costi, risorse e rischi diventi di primaria importanza per il corretto svolgimento progettuale.

A fronte di ciò, è quindi necessario affrontare il progetto in un'ottica *Life Cycle Thinking*, che consenta un adeguato controllo dei processi di ideazione, pianificazione e successiva esecuzione, allo scopo di migliorare il grado di efficacia delle strategie selezionate volte all'ottenimento di risultati più "sicuri" e in linea con gli obiettivi prefissati.

Esiste un ulteriore vantaggio derivante dalla congiunzione tra il Project Management e il ciclo di vita del progetto. È possibile, in questo modo, intendere l'approccio anche come strumento per la gestione e l'organizzazione dei processi di sviluppo immobiliare, sfruttando i contributi forniti dalle discipline economiche: da un lato, l'ingegneria economico-gestionale, attraverso il Total Cost Management¹¹, concorre all'articolazione sinergica tra fase strategica, progettazione, definizione operativa, esecuzione, controllo integrato e gestione dei contratti e, dall'altro, l'Estimo impiega i suoi strumenti caratteristici di stima dei costi e di controllo economico-finanziario per la valutazione della sostenibilità economica dell'investimento.

11 Cfr. E.Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015



1.2.1

Processi di Project Construction Management: fasi operative e strumenti di programmazione

Il Project Construction Management colloca al centro della sua sfera di interesse il progetto di costruzione - inteso come operazione immobiliare, dalla costruzione, al retrofit, o alla riqualifica¹² - e declina il suo ciclo di vita in quattro momenti principali - Pianificazione, Programmazione, Esecuzione e Monitoraggio e Controllo.

L'avvio formale del progetto avviene in concomitanza con una definizione puntuale delle disposizioni della committenza, riguardanti, cioè, specifici bisogni o particolari esigenze di mercato: i vincoli devono quindi essere chiaramente esplicitati, tradotti successivamente in obiettivi progettuali e utilizzati per la verifica della conformità dell'opera rispetto a quanto programmato.

Una volta fissati gli obiettivi, è consentito l'avvio del processo decisionale, da considerarsi concluso solo una volta stabilita l'effettiva realizzabilità, intesa in termini di convenienza economico-finanziaria: in questo passaggio, occorre elaborare stime di tipo parametrico che permettano di pervenire a una prima quantificazione dei costi legati alle singole fasi, per poi procedere con la valutazione delle diverse soluzioni progettuali proposte. Conclusa, quindi, la fase di *design*, nella quale gli obiettivi fungono da veri e proprie prescrizioni riguardo alle caratteristiche dell'opera, l'avvio formale del processo di progettazione si articola attraverso i tre step della pianificazione - preliminare, esecutivo e definitivo - a cui vengono aggiunti piano di sicurezza e coordinamento e gli altri documenti per l'approvazione dell'esecuzione lavori.

Con l'avvio definitivo del cantiere, attuare una pianificazione accurata e un controllo integrato garantisce che le catene di attività vengano realizzate per soddisfare puntualmente le esigenze del progetto, consentendo, inoltre, l'identificazione tempestiva di eventuali problematiche che potrebbero compromettere il regolare completamento del progetto e la conseguente attuazione di tutte le iniziative ritenute opportune per prevenire o risolvere tali eventi. I metodi di pianificazione e di controllo hanno quindi funzione essenzialmente predittiva e necessitano, perciò, di un continuo monitoraggio e aggiornamento, allo scopo di attuare una valutazione obiettiva dell'andamento globale dei lavori: a questo proposito, occorre seguire una successione coerente di passaggi operativi che permettano di individuare le situazioni considerate come di potenziale rischio con un anticipo sufficiente, consentendo, così, l'elaborazione di opportune strategie correttive per mitigarne gli effetti. Ogni attività a programma deve quindi essere periodicamente monitorata ed eventualmente riadattata alle mutevoli

¹² Cfr. R.D.Archibald, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004

condizioni a contorno, in una prospettiva a lungo termine - che guardi, cioè al ciclo di vita - finalizzata al miglioramento della performance di progetto globale.

In riferimento all'articolazione del ciclo di vita edilizio definito dal Project Construction Management, è possibile, quindi, comprendere perché il progetto sia più propriamente definito come un processo volto al raggiungimento di obiettivi: il suo significato non è quindi legato alla sola fase di *design*, ma ingloba una più ampia successione di fasi e passaggi operativi, dalla concezione dell'idea alla realizzazione in concreto del manufatto .

L'approccio del Project Construction Management, si ricorda, ripartisce il ciclo di vita del progetto in quattro fasi operative (Figura 1.3) - Pianificazione, Programmazione, Esecuzione lavori, Monitoraggio e Controllo - i cui *main deliverable*, il Project Charter e il Project Management Plan, contengono, a un livello di approfondimento crescente in accordo con lo sviluppo dei processi di gestione, le principali indicazioni su obiettivi concordati e modalità di esecuzione del progetto, nonché la programmazione delle attività e dei relativi tempi e costi previsti.

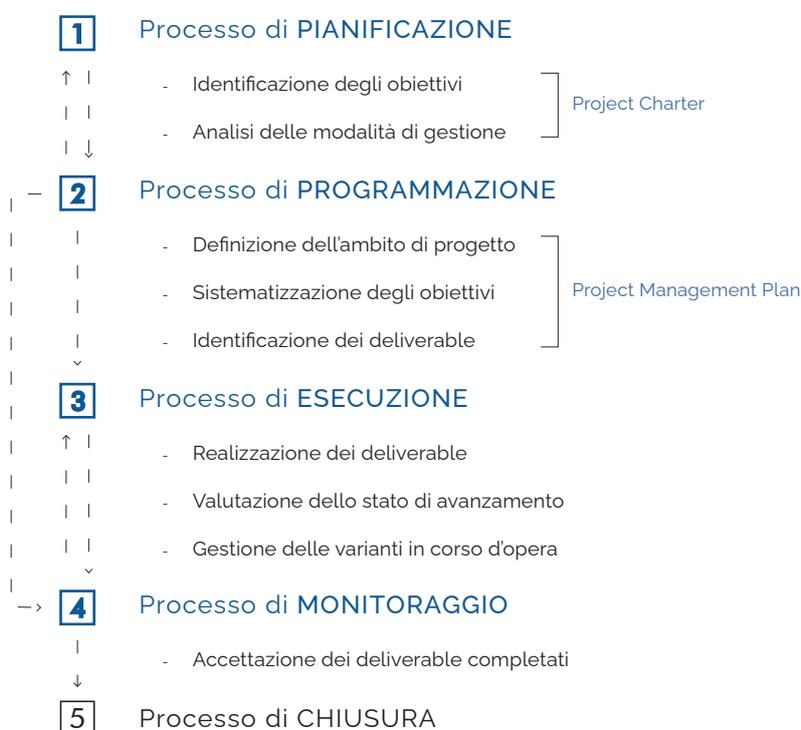


Figura 1.3. Processi di Project Construction Management.

13 Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008



1.2.1.1

Fase di Pianificazione

La Fase 1 – **Pianificazione/Obiettivi** – riguarda la concettualizzazione dell'opera, operazione che deve condurre, cioè, all'identificazione delle esigenze da soddisfare per produrre un'analisi di fattibilità a fronte degli obiettivi specifici e ambito del progetto concordati. Procedendo con l'indicazione dei requisiti necessari in termini di costo, tempo e standard di qualità, è possibile fissare i criteri di valutazione secondo cui misurare l'effettiva rispondenza della quantità di lavoro svolto in fase esecutiva, nel rispetto, quindi, dei tempi preventivati, dei costi stimati e dei livelli di qualità richiesti.

In questa fase, le analisi di mercato e la quantificazione dei costi dell'opera ricoprono un ruolo fondamentale di guida al processo, poiché sulla base di queste vengono ipotizzate le soluzioni alternative, di cui, successivamente, occorre produrre un'analisi di convenienza economica - tradotta nello Studio di Fattibilità tecnico-economica. Perciò è ancora possibile, durante questo primo step, una ridefinizione della lista di obiettivi precedentemente stilata, in accordo con l'acquisizione dei dati delle analisi in corso.

Dal punto di vista operativo, è necessario adottare strumenti a supporto dell'attività di definizione degli obiettivi che guidino il *decision-making* iniziale in un processo evolutivo che identifichi chiaramente le esigenze, i conseguenti obiettivi e priorità e le risorse necessarie, prima di procedere con le operazioni di progettazione al dettaglio. Inoltre, l'attività di definizione delle caratteristiche del progetto è supportata da ragionamenti di natura economica, attraverso l'impiego di specifici strumenti quali, ad esempio, il già citato Studio di Fattibilità, necessario per la verifica della convenienza dell'investimento sotto il profilo tecnico-economico, attuata attraverso procedure di calcolo parametrico delle voci di costi diretti e totali. In particolare, l'SdF rappresenta lo strumento chiave di questa fase, poiché supporta il team e la committenza nella messa a punto della programmazione economica e temporale preliminare, fissando quindi un primo e generale inquadramento dell'opera prima dell'inizio delle operazioni di progettazione. Insieme alle analisi di mercato, inoltre, è possibile quantificare il valore dell'opera da realizzare, valutandone le implicazioni progettuali e realizzative, insieme all'analisi della funzionalità dell'immobile nel tempo, la quantificazione delle risorse e alla valutazione delle soluzioni tecnologiche alternative: la valutazione delle differenti soluzioni elaborate è quindi effettuata sulla base delle stime appena compiute e riguardo all'effettiva rispondenza del progetto alle esigenze di natura economica concordati con la committenza. Ipotizzando l'individuazione di eventuali criticità durante questi passaggi, è possibile agire in anticipo rispetto al momento della progettazione,

ottimizzando la realizzabilità dell'opera. La fattibilità economico-finanziaria, in questo caso, ha il compito di valutare la convenienza a investire sul manufatto da realizzare in accordo con le ipotesi tecnico-operative ideate in fase di concezione: si tratta, quindi, di un'operazione di verifica in continuo aggiornamento che non si conclude alla prima fase di pianificazione, ma, al contrario, deve necessariamente seguire lo sviluppo dell'intero ciclo di vita del progetto, continuando a esaminare, attraverso l'Analisi dei Flussi di Cassa, le voci relative a costi, ricavi e fattori di rischio lungo ogni fase progettuale ed elaborando eventuali scenari alternativi di investimento, nuove soluzioni e tecniche costruttive o di redistribuzione delle spese¹⁴ (Figura 1.4).

Conclusa la prima verifica degli aspetti economici, la stesura del progetto preliminare, la redazione della *Work Breakdown Structure* e la quantificazione approssimativa delle risorse necessarie, è possibile procedere con l'approfondimento del livello di dettaglio delle informazioni raccolte: il principale output di questa fase è il Project Charter, un documento che sancisce formalmente l'inizio del progetto e include la prima proposta progettuale, i requisiti fissati e la definizione di ruoli e responsabilità degli stakeholders coinvolti¹⁵.

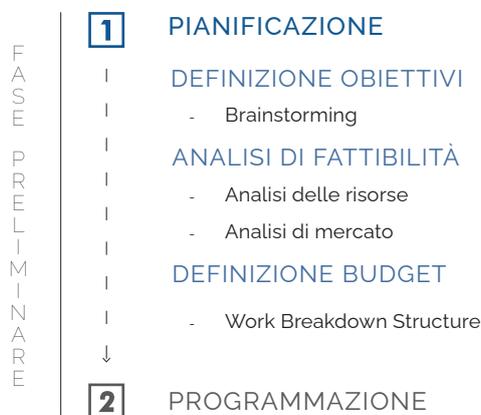


Figura 1.4. Fase di Pianificazione, indicazione delle sotto-fasi e strumenti operativi caratterizzanti.

14 Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

15 Cfr. R.D.Archibald, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004



1.2.1.2

Fase di Programmazione

La predisposizione della documentazione precedentemente citata consente l'avvio della Fase 2 – **Programmazione** – e la redazione del progetto architettonico, strutturale e della sicurezza: consiste, quindi, in un affinamento delle attività svolte in precedenza, con l'obiettivo di programmare, appunto, i dettagli necessari alla corretta esecuzione del progetto e al raggiungimento gli obiettivi di tempo, costo e qualità prefissati.

Una volta definiti chiaramente i confini entro cui realizzare l'opera e con quali modalità verificarne l'ambito lungo il ciclo di vita, le principali attività coinvolte prevedono l'elaborazione di modelli di sviluppo temporale a cui affidare la gestione del programma e la verifica successiva dello sviluppo concreto degli obiettivi. Per identificare, tra quelle individuate, la strategia più conveniente per raggiungere gli standard predefiniti, è necessario stabilire un elenco dettagliato di macro e sotto-attività, con relativa stima del tempo di esecuzione, verificando, al contempo, che l'ipotesi riguardo alle risorse necessarie sia il più realistica possibile. Per quanto riguarda la valutazione dei costi, invece, occorre procedere con la redazione del Computo Metrico Estimativo, da eseguire di pari passo con l'elaborazione dei primi disegni tecnici, in modo da assicurare una corrispondenza precisa tra gli elementi contenuti negli elaborati progettuali e le voci di costo stimate.

I momenti principali della fase di Programmazione sono, quindi¹⁶:

- 1) definizione del piano delle attività;
- 2) programmazione dei tempi;
- 3) programmazione economica.

Occorre precisare, inoltre, che a supporto dei primi due passaggi operativi vengono accostati alcuni tra gli strumenti più consolidati del corpus del Project Management: *Work Breakdown Structure* e *Organizational Breakdown Structure* per l'identificazione delle attività; *Diagrammi di Gantt*, *Diagramma di PERT* e *Critical Path Analysis* per la schedulazione. Per quanto riguarda, invece, la terza sotto-fase di programmazione economica, i metodi di più largo utilizzo sono derivanti della disciplina dell'Estimo e Valutazione Economica, quali definizione del *Budget*, *Analisi di Fattibilità* e *Computo Metrico Estimativo*.

La macro-attività di programmazione si concretizza quindi come un processo di natura iterativa che si estende lungo tutta la durata del processo, fino alla sua gestione, e che procede per continue modifiche che tengano conto delle variazioni avvenute durante

¹⁶ Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015

lo sviluppo dei processi: il nodo centrale di questa fase è comunque rappresentato dal momento di progettazione vera e propria – riferibile al termine inglese *design* – ai tre stadi del preliminare, definitivo ed esecutivo - che comprende, inoltre, la valutazione economica in relazione ai tempi di esecuzione previsti.

In particolare, il *progetto preliminare* – o di fattibilità tecnica ed economica – intende individuare, tra una gamma di differenti soluzioni, quella più conveniente sotto il profilo dei costi-benefici, in relazione alle esigenze specificate e alle prestazioni concordate : definisce quindi le caratteristiche funzionali e qualitative dell'opera, specificandone il quadro delle esigenze da soddisfare, nonché delle specifiche prestazioni da fornire per assicurare la fattibilità tecnico-economica.

Il *progetto definitivo* individua, al grado di approfondimento superiore, la lista delle lavorazioni nel rispetto di vincoli ed esigenze imposte, e contiene la quantificazione dell'ammontare delle spese prospettate e relativo cronoprogramma dettagliato. Consiste, quindi, nella realizzazione dei disegni progettuali alle opportune scale di rappresentazione che descrivano al meglio le principali caratteristiche delle opere e dei materiali scelti: l'accento, in questa fase, è posto sulle problematiche di natura tecnico-amministrativa e guarda, tipicamente, agli standard funzionali e tecnologici del manufatto, alla normativa urbanistica di riferimento e ai regolamenti edilizi. La redazione del *progetto esecutivo*, infine, stabilisce in dettaglio i lavori da realizzare, il relativo cronoprogramma e il piano dei costi, identificandoli a un livello di approfondimento tale individuare chiaramente ogni caratteristica dei singoli elementi (Figura 1.5).

Contiene quindi la versione ultima di tutti gli elaborati necessari all'avvio della gara di appalto per l'assegnazione dei lavori e la successiva realizzazione dell'opera, senza più bisogno di aggiungere integrazioni progettuali.

L'output di questa fase è il Project Management Plan, un documento – a integrazione del Project Charter - a cui si affida l'implementazione delle successive fasi di Esecuzione e Controllo, poiché, al suo interno, sono chiaramente esplicitati gli obiettivi, le attività e relativa schedulazione, il profilo dei costi e le risorse necessarie e tutte le informazioni sulle modalità di esecuzione e successiva gestione dello sviluppo dei lavori.

17 Cfr. Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 23 comma 5

18 Cfr. Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 23 comma 7

19 Cfr. Codice dei Contratti Pubblici, D.lg. 50/2016, Art 23 comma 8



Figura 1.5. Fase di Programmazione, indicazione delle sotto-fasi e strumenti operativi caratterizzanti.



Identificazione di attività e responsabilità

La fase di Programmazione del Project Construction Management è orientata all'individuazione del flusso di attività necessarie alla realizzazione dell'opera, stabilendone, cioè, i tempi di esecuzione e le risorse necessarie, nonché i relativi costi: la programmazione delle attività, in particolare, rappresenta uno degli aspetti fondamentali di questo passaggio, poiché costituisce la base di partenza per lo sviluppo della sequenza delle lavorazioni e per le successive attività di controllo degli avanzamenti, in fase esecutiva. Per portare a termine questa operazione, ci si avvale di numerose tecniche e modelli distinguibili in tre macro-gruppi, relativi, nello specifico, alla programmazione e assegnazione delle risorse, alla schedulazione, o alla previsione degli impatti economici e finanziari sul progetto: riguardo a questi ultimi, occorre specificare che si tratta di procedure di stima parametrica e analitica mutuati dalla disciplina dell'Estimo per la valutazione economica dei progetti.

Una volta conclusa la definizione degli obiettivi iniziali e verificata la fattibilità dell'intervento, è possibile procedere con l'identificazione delle singole attività da svolgere: ci si avvale, quindi, dell'ausilio di uno specifico strumento di destrutturazione analitica, la **Work Breakdown Structure**, un organigramma attraverso il quale è possibile scomporre gerarchicamente le attività, creando, cioè, dei percorsi logici di interdipendenza che sanciscano un preciso ordine tra le lavorazioni.

Operativamente, il frazionamento del progetto avviene attraverso livelli sequenziali differenziati, partendo dall'obiettivo generale e scendendo man mano al grado di dettaglio più basso, corrispondente alla singola attività elementare o compito funzionale – definito *task*. Il lavoro complessivo relativo ad un elemento della WBS è quindi dato dalla somma di attività elementari contenute nei *work element* sottostanti, assegnabili a un pacchetto di lavoro, o *work package*. Occorre inoltre specificare che la scomposizione gerarchica dello schema va orientata ai *deliverable*, in modo che, con l'avanzamento del progetto, si migliorino gli approcci di verifica dell'avvenuta soddisfazione dei requisiti di partenza. In particolare, i *deliverable* sono riferiti a:

*"prodotti fisici, documentali o servizi da rilasciare per rispondere a specifici obiettivi"*²⁴.

Ogni livello individuato è quindi connesso con il precedente e con il successivo, producendo, graficamente, un particolare tipo di rappresentazione noto con il nome

²⁴ Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p.84

di "struttura ad albero rovesciato" (Figura 1.6). Questo procedimento assicura quindi la riduzione dell'entità, della complessità e del costo specifico di ciascun elemento, raggiungendo il livello di identificazione del singolo oggetto da consegnare, allo scopo impostare una corretta pianificazione – e successiva valutazione- sulla base dei compiti identificati e gestibili individualmente.

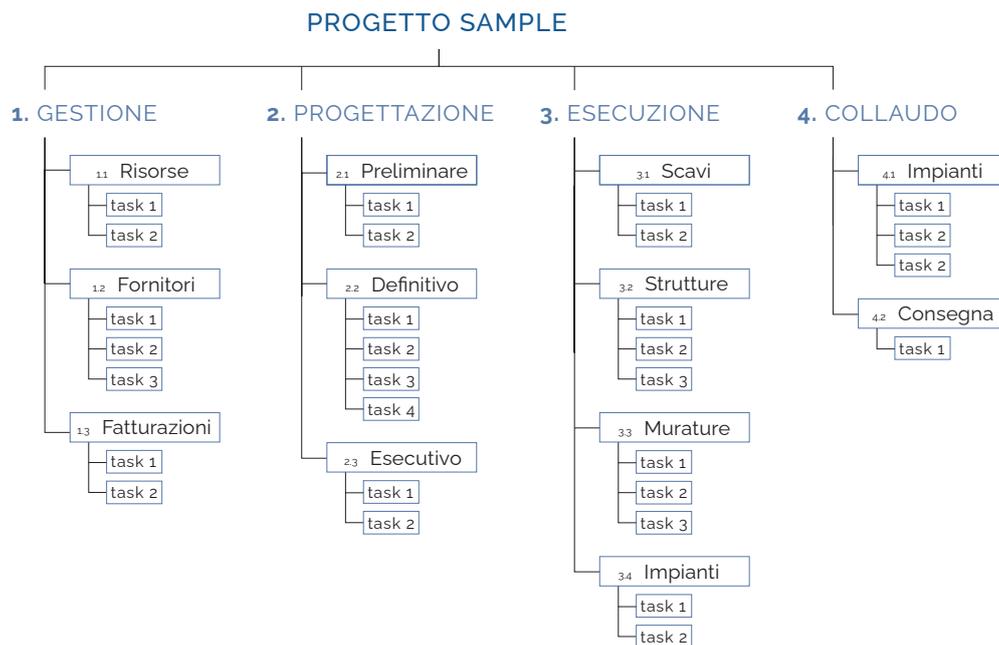


Figura 1.6. Esempio schematico di Work Breakdown Structure.

Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 129

In concomitanza con la strutturazione delle catene di attività, occorre procedere con la definizione della struttura organizzativa dei lavori, attraverso la predisposizione della **Organizational Breakdown Structure**, un secondo organigramma in grado di attribuire la responsabilità di ogni passaggio operativo a partire dall'albero gerarchico della WBS appena creato (Figura 1.7). Allo stesso modo, infatti, la OBS può essere definita come una tecnica di decomposizione gerarchica delle funzioni esecutive, che fraziona quindi, invece che i singoli task, i livelli di responsabilità del progetto e i compiti attribuiti a ciascuna risorsa. In questo caso, l'articolazione dello schema fa riferimento ai responsabili di ogni singolo pacchetto di lavoro – *work package* – composto da più attività elementari: più nello specifico, un *work package* è definito come un'unità

elementare di gestione del progetto, e si ottiene, appunto, dall'intersezione tra le attività individuate nella WBS e la responsabilità assegnate dalla OBS²⁵.

Le logiche di scomposizione secondo cui agire nell'applicazione delle due tecniche possono basarsi su diversi elementi, ma occorre tenere comunque presente che ogni gruppo di attività deve essere opportunamente codificato e descritto da un sufficiente numero di sotto-livelli via via ridotti di complessità, per poi giungere alle unità elementari: ogni elemento di un livello rappresenterà, infine, l'aggregazione logica di costi, tempi e risorse degli elementi dei livelli sottostanti da cui esso dipende.

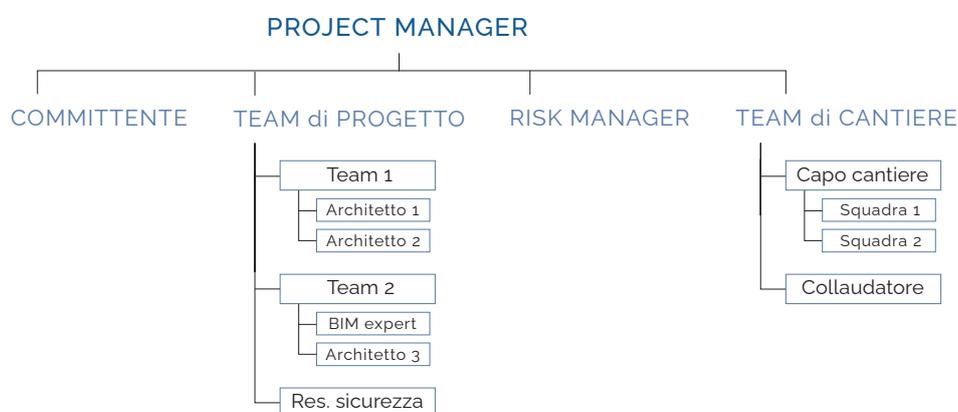


Figura 17. Esempio schematico di Organizational Breakdown Structure.
Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 261

La composizione dell'organizzazione di progetto può essere inoltre esplicitata graficamente, attraverso la realizzazione di una matrice bidimensionale costruita sull'intersezione tra le attività dei *work package* della *Work Breakdown Structure* e le unità organizzative della *Organizational Breakdown Structure*: la compilazione della **Responsability Assignment Matrix** permette quindi di assegnare le responsabilità competenti alle singole attività a un grado di dettaglio ancora maggiore, legando, cioè, l'organizzazione totale del progetto ai singoli pacchetti di lavoro - e garantendo, in questo modo, che ciascun elemento sia assegnato a un preciso responsabile (Figura 1.8).

Il suo scopo è infatti quello di gestire l'attribuzione delle responsabilità dei singoli compiti individuati, in relazione alle unità organizzative definite dalla OBS, seguendo una logica che articola il procedimento per tipologie di responsabilità e grado di

²⁵ Cfr. G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012

coinvolgimento dei soggetti: a questo proposito, lo schema impostato per l'assegnazione delle responsabilità del soggetto segue l'acronimo RACI – *Responsible, Accountable, Consulted e Informed*²⁶.

Come ultimo passaggio, completato anche il processo di definizione delle responsabilità, le catene di attività e le loro reciproche relazioni devono essere collegate in successione logica, assegnando vincoli di precedenze e vincoli temporali, basati cioè sulla stima del tempo necessario alla realizzazione dei singoli *task*.

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

RESPONSIBLE = assegna ed esegue il task

ACCOUNTABLE = responsabile dell risultato del task

CONSULTED = aiuta e collabora all'esecuzione del task

INFORMED = deve essere informato al momento dell'esecuzione

Figura 1.8. Esempio semplificato di Responsibility Assignmetn Matrix.

Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 262

Il corredo di approcci appena presentati sarà utilizzato come base dati di supporto all'avvio dei successivi due momenti della fase di Programmazione - la programmazione dei tempi e la programmazione economica.

²⁶ Cfr. F.Cencioni, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018



Programmazione dei tempi

Il secondo dei tre passaggi fondamentali della Fase 2 - Programmazione - di Project Construction Management è la schedulazione dei tempi, che, attraverso l'utilizzo di specifici strumenti di programmazione, deve garantire al processo il più alto grado di flessibilità raggiungibile, nonché la possibilità di ridefinire e "aggiustare" i programmi ogni qual volta questi subiscano delle variazioni dettate dalle condizioni a contorno. Il fattore tempo è infatti considerato come il riferimento rispetto al quale, in fase esecutiva, verificare l'avanzamento delle attività e rilevare eventuali ritardi o difformità rispetto al programma originale, per riuscire a intervenire tempestivamente a correggere le situazioni di scostamenti.

La programmazione temporale rappresenta quindi il nodo centrale dell'attività di Project Management, utilizzata per individuare chiaramente i passaggi principali del progetto e le tappe intermedie - tenendo sempre conto degli obiettivi finali e procedendo per livelli di approfondimento successivi - sia in termini di avanzamento della produzione sia per quanto riguarda l'impegno economico-finanziario necessario - poiché, si ricorda, le variabili cardine di tempo e costo sono di reciproca influenza e dipendenza.

Occorre quindi impostare le operazioni secondo una serie di passaggi consolidati²⁷:

- 1) definizione delle attività;
- 2) individuazione delle relazioni tra attività;
- 3) assegnazione delle risorse necessarie;
- 4) stima della durata di ogni singola attività;
- 5) indicazione delle date di inizio e fine;
- 6) valutazione della durata totale del progetto;
- 7) identificazione dei punti di controllo intermedi del progetto.

Il controllo della schedulazione permette di correlare tutti gli elementi del progetto in un'unica e coerente scala temporale: basandosi direttamente sulle informazioni fornite dalla WBS, include tutte le risorse stimate e le *milestones* concordate - o punti di controllo, eventi salienti di durata nulla, generalmente collocato in corrispondenza di un momento intermedio o finale, durante il quale eseguire le operazioni di controllo del progetto e di verifica del lavoro svolto - per stabilire una prima programmazione generale e fissare, successivamente, dei momenti di revisione al procedere dei lavori. Attribuiti quindi i vincoli e le interdipendenze temporali ai flussi di attività, è generalmente consigliato ripercorrere la catena a ritroso, per assicurare che a ogni lavorazione venga

²⁷ Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

assegnato l'input necessario da quella precedente: le relazioni stabilite tra le attività, in particolare, devono essere definite attraverso legami di dipendenza di tipo logico-operativo, stabilite sulla base dello specifico processo produttivo coinvolto, così che ad ogni attività si attribuisca il proprio predecessore - facendo sì che questo rappresenti un vincolo per l'esecuzione dell'attività successiva.

L'elaborazione del piano segue quindi una logica di tipo iterativo, procedendo alternando approcci *bottom-up* e *top-down* per evitare di tralasciare alcuni aspetti significativi e agevolare la valutazione dell'avanzamento. A sostegno di una lettura più immediata dei risultati ottenuti, inoltre, i dati di output sintetizzati mediante gli strumenti di pianificazione sono poi trascrivibili in forma grafica, come diagrammi a barre o diagrammi reticolari, entrambi riferiti a una scala temporale di base per la calendarizzazione degli eventi.

Il primo tra i modelli di schedulazione più utilizzati è il **Diagramma di Gantt**, uno strumento di programmazione che organizza le attività pianificate e ne graficizza le scadenze temporali, stabilendo, così, data di inizio e di completamento del progetto.

In accordo con gli strumenti di identificazione delle attività precedentemente presentati, anch'esso è concepito per raggruppamento di macro-attività: in forma grafica, poi, è rappresentato attraverso la creazione di un istogramma che ne rende più scorrevole la lettura, permettendo di seguire precisamente la sequenza delle attività sia in fase di programmazione sia nei successivi momenti di controllo dello stato di avanzamento, una volta avviati i lavori.

L'asse delle ordinate del diagramma riporta la successione delle attività attraverso la collocazione di barre più o meno estese, rappresentative della durata delle attività schedulate - ricavate dalla WBS e legate in successione attraverso i vincoli di interdipendenza stabiliti precedentemente - e le ascisse indicano la scala temporale di riferimento: la rappresentazione del progetto, in questo modo, diventa immediatamente più chiara lettura (Figura 1.9).

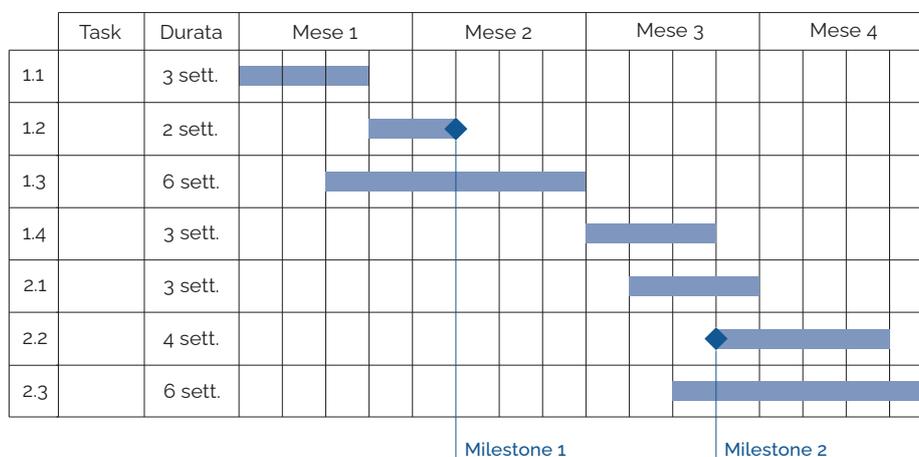


Figura 1.9. Esempio semplificato di Diagramma di Gantt.
 Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 183

Per identificare i percorsi critici, il Project Management si avvale dell'utilizzo di metodi di programmazione reticolare come il **Diagramma di PERT** (Program Evaluation and Review Technique), che permette la rappresentazione della successione temporale e la reciproca dipendenza delle attività che concorrono alla realizzazione del progetto. Grazie alla sua modalità di concatenazione delle attività, consente inoltre di individuare tempestivamente i percorsi critici, quelle sequenze di lavorazioni, cioè, che non devono tassativamente subire ritardi o slittamenti temporali per poter continuare a garantire il rispetto delle scadenze sui tempi di esecuzione concordati.

Operativamente, la costruzione del diagramma consiste nell'individuazione di tutte le attività - a partire dalla WBS o dal diagramma di Gantt precedentemente compilato - considerate ad un livello di dettaglio tale da permettere di distinguerle singolarmente: la sua rappresentazione grafica, poi, produce un grafo orientato in cui ogni attività identificata è collocata su un nodo, mentre le frecce orientate identificano il tipo di legame di interdipendenza tra i task (Figura 1.10). È possibile, quindi, impostare le interrelazioni tra le attività attraverso relazioni di quattro tipologie, indicative dell'ordine logico in cui le attività interdipendenti devono essere eseguite²⁸:

- 1) legame *finish to start*, o fine-inizio;
- 2) legame *start to start*, o inizio-inizio;
- 3) legame *finish to finish*, o fine-fine;
- 4) legame *start to finish*, o inizio-fine.

²⁸ Cfr. G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012

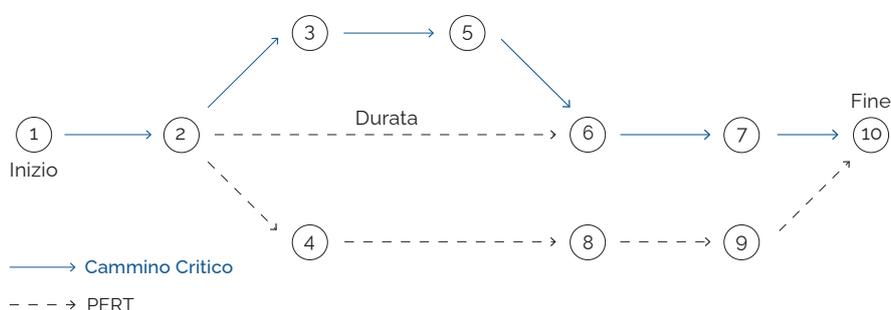


Figura 1.10. Esempio semplificato di Diagramma di PERT e Cammino Critico.
 Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 178

IL PERT è quindi utilizzato come strumento a supporto del controllo delle attività in fase esecutiva: data la sua capacità di stimare la durata delle operazioni con metodi probabilistici, è infatti possibile esplicitare le differenze tra i tempi impiegati e quelli previsti a programma, evidenziando, così, ritardi o risparmi di tempo in termini di *time float* negativi o positivi.

La stima delle durate delle attività avviene attraverso l'impiego di metodi probabilistici che ne esplicitano i tempi previsti per lo svolgimento in una ipotesi ottimistica, pessimistica e più probabile. Le singole lavorazioni, a questo punto, vengono ordinate in un apposito schema grafico che permette di verificarne le informazioni fondamentali, quali:

- data di inizio al più presto, in un'ipotesi ottimistica, corrispondente alla data di fine al più presto dell'attività precedente;
- data di fine al più presto, che si ottiene aggiungendo alla data di inizio al più presto la durata dell'attività, procedendo dall'evento iniziale a quello finale;
- data di inizio al più tardi, in un'ipotesi pessimistica, che si ottiene procedendo a ritroso dalla fine del progetto sottraendo la durata dell'ultima attività;
- data di fine al più tardi, corrispondente alla data di inizio al più tardi dell'attività successiva.

Come ulteriore passaggio operativo, la quantificazione del margine di slittamento – il *time float* già citato – permette di fissare il tempo massimo entro cui l'attività può ritardare rispetto alla sua data di fine al più presto, senza che questo vada a incidere troppo pesantemente sulla calendarizzazione generale del progetto - rientrando, così, nelle scadenze.

La **Critical Path Analysis** rappresenta un approfondimento della tecnica reticolare PERT, poiché consente l'individuazione puntuale dei percorsi critici e la lista di attività in essi coinvolte: sulla base del reticolo precedentemente costruito, è infatti possibile identificare quella catena di attività con possibilità di slittamento nullo, che non possono, cioè, subire uno slittamento temporale, poiché questo andrebbe ad influenzare il termine finale del progetto. Il percorso critico è quindi definibile come la sequenza di attività incidente sulla durata complessiva del progetto: il ritardo di una sola di queste, infatti, si ripercuote automaticamente sulle successive, facendo slittare la programmazione globale (Figura 1.11). Per questo motivo, è fondamentale riconoscere le attività critiche il più precocemente possibile, così da poterne monitorare gli eventuali cambiamenti con maggiore attenzione in fase di esecuzione²⁹.

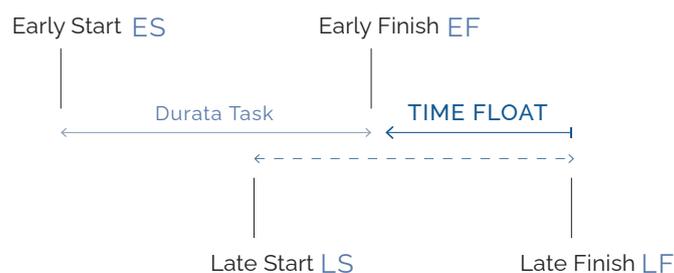


Figura 1.11. Esempio di Critical Path Analysis e Time Float.
Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 177

In sintesi, l'applicazione congiunta della tecnica Pert e dell'Analisi del Cammino Critico offre una serie di vantaggi:

- integrazione efficace dei compiti;
- riduzione della durata totale del progetto;
- sovrapposizione di *task* più logica ed efficace;
- identificazione tempestiva della catena che condiziona il completamento dei lavori.

In conclusione, la schedulazione dei tempi rappresenta il nodo centrale dell'attività di Project Construction Management: consente di effettuare considerazioni puntuali – e di apportare eventuali modifiche ai programmi – sulla base dei risultati finali attesi, stimola

²⁹ Cfr. M.M.Bragadin, "La programmazione dei lavori con i metodi reticolari. Metodi e strumenti di Project Time Management per la costruzione", Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, seconda edizione, 2011

la creazione di legami di interdipendenze tra le attività di esecuzione, e permette di gestire efficacemente le risorse. Infine, la programmazione rappresenta il punto di riferimento sulla base del quale andare a verificare l'avanzamento di tutte le lavorazioni da realizzare e, in caso di difformità rilevate rispetto alle attese, di intervenire prima che i parametri sfuggano al controllo e il progetto, potenzialmente, fallisca³⁰.

³⁰ Cfr. R.D.Archibald, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004



Programmazione dei costi

È necessario che alla programmazione temporale del progetto venga integrata un'accurata programmazione economico-finanziaria, valutando tempestivamente, in corrispondenza di ogni eventuale variazione del programma, le conseguenze sui flussi di cassa totali del progetto. Il coerente utilizzo degli strumenti di programmazione economica, infatti, in accordo con le tecniche di schedulazione, garantisce la sostenibilità del progetto e incrementa l'efficienza del sistema di controllo dei costi, permettendo, così, di conoscere in dettaglio e in anticipo il profilo dei costi di intervento e di ridurre il grado di incertezza gravante sul progetto.

La valutazione economica segue in dettaglio i diversi livelli della progettazione, aggiornandosi periodicamente rispetto agli elaborati grafici e tecnici: partendo dal progetto preliminare, quindi, in cui i costi vengono quantificati attraverso metodologie di stima parametrica, si passa al livello del progetto definitivo e, infine, all'esecutivo, all'interno del quale sono contenute ipotesi più dettagliate, elaborate attraverso l'impiego di strumenti analitici che sottopongono i singoli ambiti del progetto a specifiche indagini.

Per portare a termine questo passaggio di fondamentale rilevanza, il Project Management si avvale di alcuni strumenti mutuati dalla disciplina dell'Estimo per la valutazione degli aspetti economici del progetto: la programmazione avviene quindi attraverso la valutazione del budget, lo Studio di Fattibilità e la redazione del Computo Metrico Estimativo.

La pianificazione del **budget** preventivo avviene, inizialmente, attraverso la destrutturazione delle voci di costo, da effettuarsi a partire dal loro specifico impiego per ogni attività contenuta nella WBS precedentemente compilata: per compiere questa operazione, è possibile introdurre l'utilizzo della Cost Breakdown Structure, un organigramma costruito, appunto, sull'intersezione tra i *work element* della WBS e i costi a questi associati, che consente di risalire all'aggregazione dello sforzo economico per gruppi di lavorazioni, così da ottenere, in ultimo, la somma dei costi totali dell'opera³¹.

Il budget rappresenta quindi un elemento cardine della programmazione, nonché un utile supporto alla definizione degli obiettivi di natura finanziaria: la sua quantificazione, come accennato, deve seguire i livelli di approfondimento della progettazione: i valori di budget preliminare, definito ed esecutivo si configurano come il punto di partenza

³¹ Cfr. R.D.Archibald, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004

per la successiva fase di Controllo dell'esecuzione, e, in particolare, per l'Analisi degli Scostamenti, realizzata, di fatto, attraverso un confronto tra i budget preventivati e i valori a consuntivo.

Per definire, infine, l'impatto economico del progetto, il budget deve essere incluso nella Discounted Cash Flow Analysis - strumento cardine della valutazione economico-finanziaria - allo scopo di fornire indicazioni puntuali riguardo alla effettiva convenienza economica del progetto, mostrandone il quadro finanziario completo³².

Lo **Studio di Fattibilità** rappresenta il momento chiave del processo di *decision-making* iniziale, durante il quale occorre confrontare diverse ipotesi di scenario di investimento per elaborare la soluzione strategica più "conveniente". Le indagini iniziate in fase di Pianificazione vengono quindi approfondite - grazie all'aumento della quantità di informazioni elaborate e quindi rese disponibili - attraverso l'utilizzo di stime di tipo parametrico, i cui risultati, una volta confrontati opportunamente con i vincoli e gli obiettivi prestabiliti, costituiscono anche un'ottima base dati per verificare la fattibilità dello scenario analizzato. Alla luce dei dati raccolti e della loro successiva elaborazione, è possibile stabilire con certezza se il progetto sia conforme o meno agli obiettivi di redditività prefissati: si tratta, perciò, di riconoscere le aree di maggiore criticità con sufficiente anticipo, in modo da valutare soluzioni alternative che ne risolvano le problematiche e ne ottimizzino, più in generale, la realizzabilità. In fase di concezione e definizione degli obiettivi, le informazioni riguardo agli aspetti economico-finanziari del progetto sono chiaramente piuttosto ridotte, non disponendo di dati sufficienti per elaborare previsioni accurate, per cui la quantificazione dei costi rappresenta certamente un processo piuttosto complesso, ma di fondamentale rilevanza. Per questo motivo, occorre predisporre la stima dei costi impiegando modelli di valutazione di tipo parametrico, basati, cioè, sull'esperienza di progetti pregressi, analoghi, e con caratteristiche esecutive simili, considerando comunque un discreto margine di aleatorietà. Le voci di costo considerate nel procedimento di stima sono:

- costi diretti di costruzione;
- costi indiretti di progettazione, direzione lavori e collaudo;
- costi di commercializzazione;
- oneri di urbanizzazione;
- oneri finanziari calcolati sull'importo del finanziamento;
- eventuali costi di gestione e manutenzione.

³² Cfr. E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015

La fattibilità economico-finanziaria di un progetto considera quindi gli aspetti di maggior impatto su costi, ricavi e flussi finanziari: la valutazione attuata riguarda, perciò, la convenienza - in termini economici - dell'intervento, comprendendo l'intero ciclo di vita: tale operazione viene quindi condotta attraverso il confronto della remunerabilità dell'investimento con il grado di rischio dell'intervento, e con i profitti che da questo derivano. Si dimostra quindi fondamentale, in questa fase, il supporto di un adeguato approccio di Risk Management che approfondisca esaustivamente le analisi in corso: i rischi più frequenti, infatti, in questa fase, sono legati alla già citata difficoltà di valutazione delle voci di ricavo dirette, data la loro stretta correlazione con i possibili scenari di contesto e investimento e del mercato di riferimento all'interno di cui si opera. È consigliabile, perciò, procedere con la formulazione di un numero coerente di scenari di valutazione di cui considerare ipotesi ottimistiche e pessimistiche: una volta raggiunto il pareggio economico - anche nell'ipotesi peggiore - è chiaro che il progetto può considerarsi come "fattibile", e può quindi procedere.

In conclusione, i due momenti principali della realizzazione dello Studio di Fattibilità riguardano la quantificazione dei costi totali, in primis, e la stima dei presunti ricavi relativi alle alternative proposte: il valore della loro differenza, per poter ritenere l'investimento come finanziariamente fattibile, deve risultare positivo e superiore a un investimento alternativo senza rischio imprenditoriale³³. Considerano, poi, che l'arco temporale in cui un progetto architettonico viene generalmente realizzato è pluriennale, le voci di costo e ricavo devono essere ricondotte allo stesso orizzonte temporale, attualizzandoli: lo scopo finale è quello di ottenere un criterio omogeneo a cui riferire le ipotesi di investimento concordato, analizzandole, in un secondo momento, anche dal punto di vista finanziario, attraverso la verifica del Tasso Interno di Rendimento e del Valore Attuale Netto³⁴.

Verificata la fattibilità economico-finanziaria dello scenario di progetto scelto, al livello della progettazione esecutiva le voci di costo vengono stimare analiticamente, avvalendosi del Computo Metrico Estimativo, un elaborato che permette di quantificare le lavorazioni rappresentati all'interno degli elaborati grafici di progetto attraverso la moltiplicazione del valore risultante dall'analisi dei prezzi effettuata per ogni voce per la quantità computata.

³³ Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, 2008

³⁴ Cfr. R.Roscelli, "Manuale di Estimo. Valutazioni economiche ed esercizio della professione", UTET, Torino, 2014

Il Computo Metrico e l'Analisi dei Prezzi – le due componenti fondamentali del Computo Metrico Estimativo – sono quindi due procedure di tipo analitico per la cui redazione occorre, inizialmente, disporre di una WBS correttamente compilata, con la precisa descrizione dei dati relative alle risorse necessarie.

Il **Computo Metrico** è considerabile come la traduzione quantitativa del progetto: la sua compilazione avviene, cioè, a partire dagli elaborati tecnici progettuali, di cui vengono identificate le attività elementari e misurate le quantità, per poi procedere con l'attribuzione di una specifica unità di misura a ognuna di esse.

Dal punto di vista operativo, occorre seguire una serie di passaggi consolidati:

- 1) determinazione della quantità di tutte le opere con riferimento alla WBS;
- 2) suddivisione delle attività in categorie;
- 3) selezione del metodo di misurazione adottato per ogni lavorazione;
- 4) definizione dell'unità di misura e indicazione del codice di riferimento di ogni voce.

Le descrizioni della voce da computare, qualora questa non sia presente nel prezziario di riferimento, sono contenute nell'**Analisi dei Prezzi** e devono essere il più dettagliate possibile, per chiarirne inequivocabilmente la natura e le sotto-attività comprese nella dicitura: a computo concluso, infatti, la somma delle voci di costo totali dovrà includere precisamente ogni lavorazione, materiale e mezzo d'opera impiegato nell'esecuzione del cantiere. L'Analisi dei Prezzi contiene quindi la specifica di tutte le operazioni elementari comprese nel prezzo finale, tenuto conto delle oscillazioni del mercato di riferimento e previsto, di conseguenza, un leggero margine di eccesso. L'Analisi delle voci del computo generalmente articolata in:

- manodopera;
- materiali utilizzati per unità di misura;
- semilavorati;
- lavori e opere compiute;
- noli e trasporti.

In conclusione, il Computo Metrico Estimativo è lo strumento che consente la valutazione economica "quantitativa" del progetto, poiché permette la stima, in termini economici, di ogni parte di esso a partire dalla descrizione delle singole attività programmate, delle quantità previste e del relativo prezzo unitario elaborato.

Accanto agli obiettivi strettamente economici appena presentati, occorre controllare gli aspetti finanziari, legati, cioè, all'impegno monetario generato dai flussi di cassa in entrata e in uscita nel ciclo di vita del progetto. L'Analisi dei Flussi di Cassa Attualizzati o **Discounted Cash Flow Analysis** rappresenta la principale metodologia di stima per la

valutazione economico-finanziaria di un progetto: l'obiettivo è infatti quello di comparare costi e ricavi previsti in differenti periodi di tempo entro uno stesso orizzonte temporale, impiegano, come già accennato, due principali indicatori di redditività – Valore Attuale Netto e Tasso Interno di Rendimento, che verranno illustrati e approfonditi nella loro formulazione analitica all'interno del capitolo successivo. Il *cash flow*, l'output principale dell'analisi, è determinato dalla differenza tra entrate – dati di pagamento dell'azienda o ricavi di vendita dell'immobile - e uscite monetarie – pagamenti sostenuti verso terzi - sulla base di cui è possibile verificare l'eventuale necessità di correggerne gli andamenti qualora di presenti una situazione di disallineamento negativo tra ricavi e costi³⁵.

35 Cfr. E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015



1.2.1.3

Fase di Esecuzione

Conclusa la gara e assegnato l'appalto, la Fase 3 – **Esecuzione** – consiste nella realizzazione concreta di quanto programmato nel Project Management Plan e nel controllo dell'avanzamento delle attività rispetto alle variabili di costo e tempo, verificando, così, l'effettiva rispondenza di quanto eseguito rispetto a quanto progettato nella fase precedenti.

Avvalendosi di una *baseline* di riferimento costituita dalle catene di attività programmate, è possibile monitorare il grado di sviluppo dell'opera per rilevare eventuali difformità rispetto ai piani: in caso questa eventualità si verifichi, occorre prevedere un momento di ripianificazione che corregga gli scostamenti riscontrati ed eviti la comparsa di nuovi rischi che comprometterebbero il raggiungimento degli obiettivi finali.

In questa fase i *deliverable*, considerati come gli output dell'esecuzione, devono essere completati in relazione a tempi e costi concordati in fase di programmazione.

Altre componenti di fondamentale rilevanza sono le varianti in corso d'opera, modifiche ai progetti approvati in precedenza che apportano alcuni aggiustamenti ai programmi, andando ad agire, conseguentemente, sulle voci di costo e sul calendario. Le varianti, o variazioni, sono parte integrante del ciclo di vita del progetto e, come richieste nate per rispondere a esigenze di adeguamento ai piani su differenti fronti, necessitano di approvazione formale, previa discussione da parte del team e del committente. La comparsa di una variante può infatti provocare un aumento dei tempi di esecuzione e, conseguentemente, anche dei costi totali, poiché le due variabili risultano strettamente collegate: per questa ragione è fondamentale prevedere una strategia specifica per l'approvazione delle varianti, che ne verifichi, cioè, i potenziali effetti sul progetto prima che queste vengano formalmente accettate e inserite all'interno dei lavori a programma, poiché, in mancanza di una adeguata valutazione preliminare, le variazioni rappresentano un vero e proprio elemento di incertezza di cui è impossibile prevedere l'impatto su costi e tempi. Un ulteriore rischio è rappresentato, infatti, dalla possibilità che tali variazioni vengano effettuate direttamente in cantiere, senza disporre di un riscontro formale sugli elaborati tecnici, lasciando il progetto, di fatto, a dover affrontare a posteriori ingenti ritardi nelle consegne e costi aggiuntivi non rientranti nel budget di commessa²⁰.

²⁰ Cfr. A.Czemplik, "Application of Earned Value Method for evaluation the time/cost consequences of Variation Orders in a construction project", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering 245, 2017

A supporto dell'attività di verifica dell'avanzamento, occorre predisporre di strumenti specifici per il monitoraggio delle prestazioni progettuali. A questo proposito, il metodo del Valore Guadagnato, o Earned Value Method:

*"rappresenta uno dei sistemi più avanzati per il controllo integrato dei tempi e dei costi, ossia delle due variabili che comportano sicuramente gli scostamenti più significativi tra risultati effettivi e risultati attesi"*²¹.

L'applicazione della procedura dell'Earned Value permette la valutazione dello stato di avanzamento del progetto mediante, appunto, un approccio integrato, che analizza la relazione tra tempo e costo per stimare, in ultimo, il "valore assorbito" dalle attività nel tempo. La performance del progetto è quindi valutata in base a tre parametri – o metriche di progetto – che, tradotte in forma grafica, disegnano tre curve a S: il *Budgeted Cost of Work Schedule (Planned Value)* rappresenta il budget preventivato per il completamento delle attività calendarizzate, il *Budgeted Cost of Work Performed (Earned Value)* fa riferimento al costo preventivato realmente sostenuto per concludere le attività al momento della verifica e, in ultimo, l'*Actual Cost of Work Performed (Actual Cost)* quantifica i costi sostenuti al momento della misurazione. Sulla base delle informazioni raccolte, quindi, è possibile, in fase di Monitoraggio e Controllo, eseguire l'Analisi degli Scostamenti che, analizzando quanto registrato dall'applicazione dell'Earned Value, permette di individuare puntualmente eventuali incongruenze per elaborare le opportune modifiche ai piani o, in alternativa, predisporre la messa in pratica di azioni correttive che garantiscano un risparmio di risorse, nuovamente, in termini di tempo e costo.

Durante la fase esecutiva è quindi necessaria una intensa attività di coordinamento delle interfacce tecniche e organizzative del progetto, allo scopo di valutare l'approvazione di eventuali variazioni, verificarne l'impatto sugli obiettivi fissati dal punto di vista della fattibilità economico-finanziaria, e di monitorare lo stato di implementazione generale (Figura 1.12).

²¹ Cfr. G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012, p. 172



Figura 1.12. Fase di Esecuzione, indicazione delle sotto-fasi e strumenti operativi caratterizzanti.



1.2.1.4

Fase di monitoraggio e Controllo

L'ultima fase di **Monitoraggio e Controllo** ha lo scopo di verificare l'effettiva congruenza tra ciò che è stato definito in fase di Programmazione e la realizzazione in corso, in termini di costi, tempi e standard di qualità: per le ragioni sopracitate, è quindi fondamentale tracciare l'andamento dei tre parametri e le loro interrelazioni a intervalli regolari, avvalendosi di appositi strumenti di analisi.

Operativamente, le attività pianificate nel Project Management Plan devono essere misurate rispetto al livello di prestazione attesa del progetto, introducendo una serie di strategie e manovre a carattere gestionale che misurino il grado di sviluppo di ogni task in relazione ai relativi dati a consuntivo. Questa pratica permette di osservare gli andamenti delle variabili definite come critiche e la loro congruenza rispetto a quanto pianificato a programma, anche in caso di eventuali variazioni in corso d'opera.

Il Project Management Institute definisce, infatti, all'interno del PMBOK®, la fase 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"²²,

Si tratta, quindi, di un insieme di processi trasversali per il tracciamento e la regolamentazione dei progressi volti al raggiungimento degli obiettivi concordati: occorre specificare, inoltre, che le attività di monitoraggio sono considerate, per natura, come cicliche, poiché permettono il continuo confronto delle attività in corso con quanto descritto all'interno della baseline di partenza, valutandole in termini di tempo, costo e qualità ed elaborando eventuali misure correttive adeguate alla correzione degli scostamenti rilevati. Nell'eventualità che queste operazioni non si rivelino sufficienti, è necessario ricorrere alla riprogrammazione, andando ad agire, quindi, sull'intera mole di lavori ancora da eseguire, risistemandone alcune porzioni per evitare ulteriori ritardi o eccedenze più pesanti sul budget totale. Intraprendere delle azioni di controllo permette, infatti, di anticipare eventuali effetti negativi sull'andamento del progetto, pianificando, cioè, strategie correttive ancora prima che questi si verifichino e che compromettano il regolare svolgimento del progetto: questa operazione necessita anche di un ragionamento riguardo alle fonti di rischio già identificate e quelle appena rilevate, per gestirle e trattarle in modo tempestivo.

L'attività di monitoraggio avviene attraverso un preciso sistema di reporting, costituito

²² Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 86

da rapporti periodici e aggiornamenti dello stato dell'arte dei lavori, associati alle analisi riguardo ai risvolti sul piano finanziario e alle previsioni al completamento del progetto, fornendo una *overview* obiettiva delle informazioni salienti riguardo al raggiungimento degli obiettivi prefissati.

In particolare, attraverso l'Analisi degli Scostamenti è possibile analizzare i costi sostenuti – a consuntivo, quindi – e confrontarli con quanto preventivato in fase di programmazione, avvalendosi dei risultati ottenuti dall'applicazione Earned Value Method. Utilizzando i valori delle metriche di progetto già presentate, gli indici di performance della metodologia forniscono ulteriori informazioni sull'effettivo stato del progetto al *time-now*, suggerendo, di fatto, quale ambito si trovi eventualmente in condizione di difformità rispetto a quanto atteso: in particolare, il *Cost Performance Index* e lo *Schedule Performance Index* - calcolati rispettivamente come il rapporto tra Earned Value e Planned Value ed Earned Value e Actual Cost - sono rappresentativi dello stato di efficienza del progetto sul fronte, rispettivamente, di costi e tempi. Il controllo degli scostamenti consente quindi di individuare eventuali problematiche nel momento in cui queste si manifestano, permettendo la messa a punto di un piano di azioni correttive che ne modifichino gli impatti sugli obiettivi finali di progetto e sulle attività non ancora completate²³.

È fondamentale, quindi, intendere la fase di Monitoraggio e Controllo non come consuntivazione e raccolta dei dati, ma, essenzialmente, come attività in grado di anticipare eventi negativi sulle prestazioni progettuali, in modo da poter elaborare e introdurre misure correttive conseguenti, ridefinendo, cioè, il carico di lavoro e il tasso di utilizzo delle risorse per un regolare completamento dei lavori o, eventualmente, ridistribuendo i flussi di cassa corrispondenti alle aree di maggior criticità, per rientrare nei limiti di accettabilità fissati in sede di fattibilità economico-finanziaria (Figura 1.13)



Figura 1.13. Fase di Controllo e indicazione degli strumenti operativi caratterizzanti.

²³ Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

L'approccio del Project Construction Management dispone di una vasta gamma di strumenti a supporto dell'esecuzione di ogni fase operativa del ciclo di vita.

Se ne riporta, di seguito, la sistematizzazione:



Figura 1.14. Fasi operative di Project Construction Management e strumenti operativi caratterizzanti.



Bibliografia di riferimento

D.ALLODI, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

R.D.ARCHIBALD, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004

C.BESNER, J.B.HOBBS, "The use, usefulness and support for project management tools and techniques", Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, 2002

M.A.BRAGADIN, "La programmazione dei lavori con i metodi reticolari. Metodi e strumenti di Project Time Management per la costruzione", Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, seconda edizione, 2011

M.CANTAMESSA, E.COBO, C.RAFELE, "Il project management. Un approccio sistemico alla gestione dei progetti", ISEDI, Torino, 2007

G.CAPALDO, A.VOLPE, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012

F.CENCIONI, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018

A.CZEMPLIK, "Application of Earned Value Method for evaluation the time/cost consequences of Variation Orders in a construction project", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering 245, 2017

G.DI CASTRI, "Project management per l'edilizia. Ingegneria economica: applicazioni e sviluppo", Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2009

E.FREGONARA, "Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano", in "AESTIMUM 59", dicembre 2011, pp.141-169

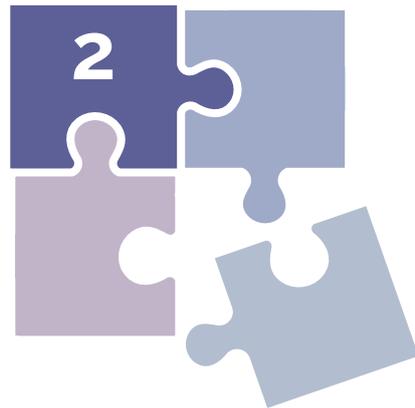
E.FREGONARA, "Valutazione sostenibilità di progetto", Franco Angeli, Milano, 2015

D.GRIGORIADIS, "Project management e progettazione architettonica. Gestione e controllo del progetto dalla ideazione alla costruzione", DEI, Roma, 2009

D.MILOŠEVIĆ, B.IEWWONGCHAROEN, "Project management tools and techniques: the contingency use and their impacts on project success", PMI Research Conference: Innovations, 2004

P.D.PATRONE, V.PIRAS, "Construction Management. La gestione del Progetto a vita intera: stima, contabilità, organizzazione, controllo tempi/costi", Alinea editrice, Firenze, 1997

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015



**Gestione del rischio
nell'Estimo e Valutazione
Economica dei progetti**



2.1

Introduzione: concetto di rischio negli investimenti immobiliari e processo di sviluppo immobiliare

La presenza di fattori di rischio e incertezza influenza fortemente gli investimenti immobiliari, un aspetto per il quale è richiesta tipicamente una coerente strategia di controllo: il trattamento del rischio è certamente un tema di grande sviluppo e passaggio di fondamentale rilevanza all'interno del processo di analisi degli investimenti, cui spetta il compito di supportare lo sviluppo di considerazioni di natura economica lungo tutto l'iter progettuale.

In questa sede, la valutazione analitica del rischio avviene attraverso l'applicazione degli strumenti classici della disciplina estimativa: a questo proposito, il Discounted Cash Flow, come tecnica caratteristica dell'analisi finanziaria in grado di considerare il progetto di investimento nella sua intera articolazione temporale, è il principale modello di calcolo utilizzato per monitorare l'entità delle componenti incerte e il loro impatto sul più ampio quadro finanziario del progetto.

In riferimento ai concetti di rischio e incertezza, in particolare, occorre tenere presente la sostanziale differenza delle due nozioni:

"si parla, infatti, di rischio quando la probabilità che l'evento si verifichi è, in qualche modo, identificabile, mentre si definisce incertezza la non prevedibilità degli eventi futuri, quando cioè non si dispone di informazione sufficiente a formulare una previsione"¹.

La caratteristica fondamentale che lega i due concetti risiede quindi nella necessità di prevederne una precisa strategia di controllo, sia dal punto di vista puramente matematico, per poterne quantificare numericamente gli effetti ed inserire quanto ottenuto nel modello di calcolo prescelto, ma anche in relazione alle componenti endogene ed esogene che influiscono sull'intero sistema: a questo proposito, durante le operazioni di valutazione, si rende certamente necessario predisporre, preliminarmente, un'attenta osservazione del mercato di riferimento e di un'ampia base dati di riferimento, da cui iniziare per trasformare le considerazioni iniziali in valutazione qualitative e quantitative.

Una sostanziosa percentuale degli investimenti ad oggi promossi e finanziati si colloca nell'ambito edilizio. In generale, un investimento è definito tale poiché comporta un sacrificio di "qualcosa" nel presente, con la prospettiva di ottenere dei benefici nel

¹ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004, p. 177

futuro: più nello specifico, quindi, l'investimento nel settore immobiliare può essere a sua volta inteso come un processo – o *development* - volto alla trasformazione dell'ambiente costruito, al fine di soddisfare specifiche esigenze e bisogni dell'utenza². Per fare in modo che il suddetto processo si sviluppi in maniera coerente, occorre che i bisogni vengano mediati con i vincoli normativi e, in particolar modo, con il segmento di mercato in cui l'investimento si colloca. Inoltre, gli investimenti immobiliari riguardano specificatamente beni reali e tangibili, ove ogni proprietà è unica: per questo motivo, le analisi devono necessariamente essere eseguite sulla base delle loro caratteristiche peculiari, poiché solo in questo modo - definendo, cioè, singolarmente e con estrema precisione le componenti di input e output dei modelli scelti - è possibile giungere a una previsione attendibile riguardo alla natura e ai conseguenti impatti sugli obiettivi dei fattori di rischio e incertezza.

Il valore finale di un investimento è infatti influenzato in diversa misura da numerosi elementi che occorre, perciò, considerare in sede di verifiche preliminari, allo scopo di analizzare le caratteristiche proprie della proposta elaborata: tra questi, la posizione fissata – o *fixed location* – e la permanenza sul suolo determinano la ridotta commerciabilità dell'immobile - data l'impossibilità di trasportare quest'ultimo da un mercato all'altro - e la possibilità di considerare l'investimento come di lungo periodo. Inoltre, anche la segmentazione del mercato di riferimento influenza fortemente le decisioni di investimento, poiché i singoli sotto-mercati reagiscono sensibilmente alle variazioni locali che li interessano. In ultimo, il fattore di rischio associato all'intervento incide sulla realizzabilità dell'opera e, conseguentemente, sulla sua redditività³ (Figura 2.1).



Figura 2.1. Le caratteristiche dell'investimento immobiliare.

È possibile categorizzare gli investimenti di settore in base al loro scopo finale, per cui ogni valutazione economica deve essere specificatamente adattata alla tipologia prescelta.

² Cfr. B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013

³ Cfr. B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013

Gli interventi di sviluppo immobiliare si classificano in:

- commerciali;
- quasi commerciali;
- non commerciali.

Gli *interventi commerciali* sono generalmente legati a processi di sviluppo immobiliare privato, volti quindi all'ottenimento del massimo profitto in termini monetari, ossia alla produzione di beni in grado di soddisfare a pieno le esigenze della committenza e, soprattutto, che possano portare a un riscontro vantaggioso nel settore di mercato corrispondente. Gli interventi di edilizia pubblica *quasi commerciali*, invece, non hanno alcuno scopo di profitto, mentre quelli *non commerciali* sono completamente privi di redditività e fanno quindi riferimento al soddisfacimento delle esigenze della collettività. Le ultime due tipologie, inoltre, hanno come scopo comune quello di perseguire la massimizzazione dei benefici⁴ (Figura 2.2).



Figura 2.2. Le tipologie di investimento immobiliare.

Pur perseguendo obiettivi differenti, le analisi delle componenti di rischio e incertezza devono essere eseguite indipendentemente dal tipo di investimento proposto, risultando determinanti sia in ambito privato - dove la relazione tra rischio e rendimento atteso influenza la scelta di intervento - sia in ambito pubblico - dove, a causa della limitata quantità di capitale investito, la valutazione del rischio specifico associato all'investimento assume un ruolo fondamentale per le singole scelte di pianificazione strategica.

Tipicamente, la ragione principale che giustifica un soggetto all'investimento è la ragionevole certezza di preservare i capitali investiti: seguendo la ciclicità del mercato, infatti, gli investimenti sugli immobili tendono a una crescita del proprio valore nel lungo periodo, garantendo, in questo modo, il valore reale dei capitali iniziali. La seconda

⁴ Cfr. G.Gazzana, I.Girotto, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso

ragione, strettamente associata alla prima, è poi l'aspettativa di ottenere un rendimento o profitto, tradotto quindi in termini di flusso di reddito o, alternativamente, come *capital gain*⁵.

La scelta di investimento su un progetto edilizio, quindi, deve rappresentare la conclusione di un delicato processo di *decision-making* costituito da una serie piuttosto rigida di passaggi logici coordinati, che guidino il promotore nell'analisi sistematica delle proposte alternative, al fine di stabilirne la fattibilità economica e operare una scelta consapevole (Figura 2.3). A tal proposito, occorre specificare che un investimento è definito fattibile nel caso in cui consenta una ragionevole probabilità di soddisfacimento degli obiettivi prefissati, posti in termini di veri e propri vincoli o soglie di accettabilità. Le valutazioni della convenienza economica devono quindi essere sempre riferite alle caratteristiche del promotore – in termini economici e, soprattutto, di attitudine al rischio – svolgendosi di fatto come un confronto tra differenti proposte.



Figura 2.3. Modello di decision-making dell'investimento immobiliare.
Rielaborazione dell'autrice da: B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013, p.115

L'investimento immobiliare, come processo e *development*, si configura attraverso una serie di passaggi sequenziali e uno specifico iter decisionale.

⁵ Cfr. B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013

Le quattro fasi del processo immobiliare sono:

- 1) Sviluppo;
- 2) Progettazione;
- 3) Costruzione
- 4) Gestione e Commercializzazione.

Tipicamente, durante la fase di **Sviluppo** iniziale è fondamentale prevedere un momento di confronto tra alternative opportunamente identificate per operare una prima scelta, di cui in fase **Progettuale** – articolata in due differenti stadi – occorre verificare la fattibilità, per procedere con la negoziazione e, infine, con l'ottenimento del finanziamento per la realizzazione del progetto. È importante precisare, a questo proposito, che tutte le considerazioni di natura economica devono seguire con estrema precisione il livello di aggiornamento sempre crescente degli elaborati tecnici: con l'avanzamento, infatti, del progetto dallo stadio del preliminare al definitivo e, infine, all'esecutivo, la quantità - e la qualità - di informazioni reperibili aumenta proporzionalmente e, di conseguenza, ogni analisi e momento di verifica ha la possibilità di revisionarsi e aggiornarsi in modo coerente con quanto appena sviluppato. Con l'ingresso in fase esecutiva, durante le operazioni di **Costruzione** è importante prevedere l'implementazione di alcune specifiche strategie di Management e verifica finanziaria, che controllino, cioè, lo svolgimento del processo dal punto di vista gestionale ed economico: fondamentale, infine, è l'integrazione continuativa di queste anche in fase di **Gestione e Commercializzazione**, per assicurare, così, una corretta direzione finale.

Si riporta, di seguito, la sistematizzazione del processo di sviluppo immobiliare e dei relativi strumenti operativi caratterizzanti:

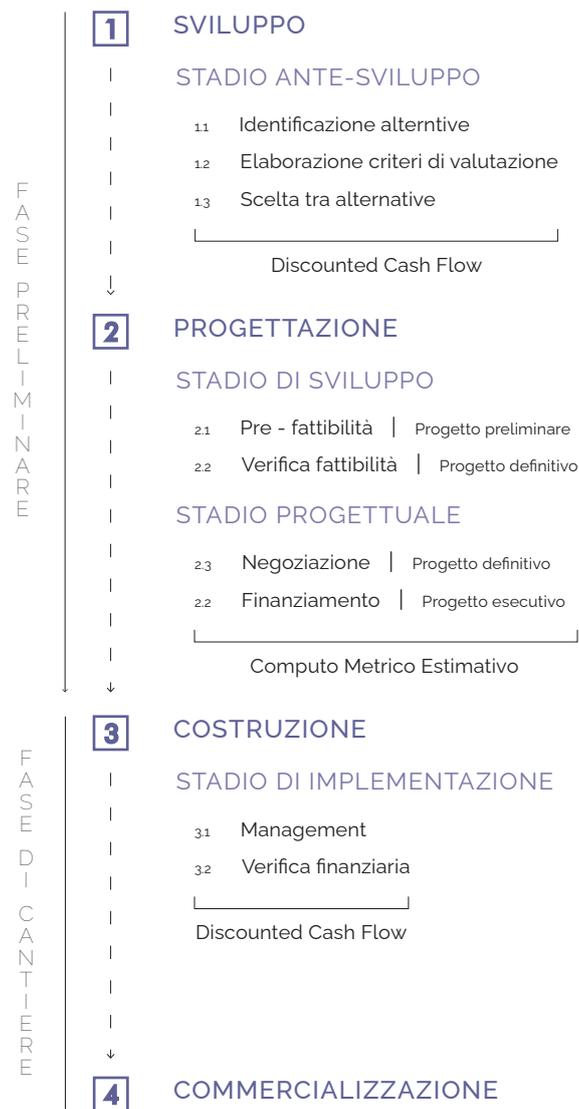


Figura 2.4. Fasi operative del processo di sviluppo immobiliare e strumenti operativi caratterizzanti.



2.1.1

Analisi di Rischio nell'approccio finanziario

Le modalità di esecuzione del processo di sviluppo immobiliare presentano differenze dettate dalla natura del soggetto promotore – sia questo pubblico o privato – e dalle caratteristiche peculiari di ogni categoria di immobile, poiché i singoli obiettivi e le esigenze da soddisfare sono differenti. Tuttavia, qualunque sia la condizione considerata, occorre predisporre degli step intermedi che considerino a livello analitico – e non solo qualitativamente – tutte le componenti di rischio e incertezza individuate, per poterne stabilire l'entità e controllarne, successivamente, gli effetti sugli obiettivi economici. La determinazione di tali componenti si realizza formalmente mediante le **Analisi di Rischio**, che ricoprono un ruolo di primaria importanza fin dal concepimento dell'idea iniziale: la scelta, infatti, tra le diverse alternative progettuali elaborate deve necessariamente essere effettuata in base alla rischiosità - maggiore o minore - rilevata che determina il risultato dell'investimento: risulta quindi fondamentale implementare le suddette analisi nel più generale iter progettuale, accompagnando, in questo modo, i processi di *decision-making* lungo ogni fase.

Per tenere conto della significativa presenza dei fattori di rischio e dei relativi effetti diretti sugli obiettivi progettuali, è necessario includere la componente di incertezza negli strumenti di valutazione analitica selezionati - come il già citato **Discounted Cash Flow** – mettendo a punto, così, un processo iterativo e proattivo: l'impiego della Discounted Cash Flow Analysis permette infatti di gestire tutti gli aspetti economico-finanziari del progetto - dal momento del concepimento iniziale al completamento - e risulta particolarmente utile in fase esecutiva, dedicata al controllo della programmazione finanziaria – o, alla riprogrammazione, ove necessaria.

La scelta di investimento si configura come la conseguenza di un processo valutativo riguardante la convenienza economica: si definisce, inoltre, "specificatamente valida" poiché è sempre riferita al soggetto promotore e, per questo, comporta necessariamente una selezione tra alternative, che possono configurarsi come ulteriori opportunità. Il valore di investimento, quindi, rappresenta, essenzialmente, la misura dell'importanza del flusso di benefici che l'opera sarà in grado di produrre in futuro: di fatto, corrisponde al prezzo più alto che l'investitore è disposto a offrire come risultato di un'analisi volta alla quantificazione dell'aspettativa di profitto⁶.

In sede di valutazione della convenienza economica dell'investimento, quindi,

⁶ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

occorre confrontare preventivamente i rendimenti ottenibili dalle singole alternative considerando, inoltre, la presenza di alcuni elementi fondamentali, come le componenti di fiscalità, indebitamento e mercato: questi aspetti, fortemente influenzati dai fattori di rischio, devono essere chiaramente identificati per poter essere accuratamente quantificati e, sulla base di quanto ottenuto, selezionare infine l'alternativa più coerente con gli obiettivi del promotore.

Dal punto di vista dell'investitore, esistono, due filoni di regole e criteri decisionali a supporto della verifica della fattibilità degli investimenti in campo immobiliare:

- criteri di *Investment Value*;
- criteri di *Market Value*.

I Criteri di *Investment Value* sono fondati sul valore massimo che si è disposti a pagare per il totale, mentre i Criteri di *Market Value* si basano sui rendimenti di mercato attesi, rapportati al tempo: questi ultimi, a loro volta, possono essere distinti tra metodologie tradizionali e tecniche avanzate (Figura 2.5).

I criteri tradizionali sono atemporal⁷ - non considerano, cioè, il valore assunto dal denaro nel tempo - e si fondano sul concetto di costo-opportunità, secondo il quale al momento attuale il denaro può valere abbastanza per diversi investimenti, senza però garantire certezze future. Occorre inoltre precisare che, attraverso l'impiego di tali criteri di valutazione, i fattori di rischio legati al tempo - come l'inflazione - non vengono esaminati. Tra i criteri di *Market Value* tradizionali impiegati nei processi di valutazione degli investimenti si distinguono:

- 1) Regole del pollice
 - a. Payback period method
 - b. Overall capitalization rate
 - c. Average rate of return;
- 2) Ratio Analysis
 - a. Leverage and operating ratios
 - b. Profitability ratios;

All'interno del primo gruppo, il *Payback period* method determina il numero di annualità necessarie a rientrare totalmente nell'investimento effettuato, l'*Overall capitalization rate* elabora il più corretto saggio di sconto da utilizzare per attualizzare i rendimenti futuri prodotti dal bene e, infine, l'*Average rate of return* rappresenta la quantità di profitto che

7 Cfr. G.Gazzana, I.Girotto, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso

il promotore può aspettarsi dall'investimento, in base, cioè, al rapporto tra rendimento medio annuo e costi iniziali sostenuti.

Per quanto concerne le Ratio Analysis, i *Leverage and operating ratios* diversificano il capitale d'investimento, valutando quali parti siano a prestito – definendone la leva – e quali siano invece di capitale proprio: secondo questi criteri, infatti, risulta più conveniente un investimento con leva più alta possibile, in relazione ai prestiti concessi dagli standard delle banche, poiché permettono un investimento maggiore e maggiori profitti, anche a fronte di un capitale non elevato – in questo modo, i redditi riescono comunque a coprire gli interessi da pagare sul capitale a prestito e a generare, di conseguenza, dei profitti. Con la *Profitability ratios*, poi, vengono analizzati i rapporti di redditività delle unità di misura finanziaria che valutano, cioè, i profitti dell'investimento rispetto alle spese sostenute per la sua realizzazione, basandosi fondamentalmente su dati storici: se gli indici calcolati risultano superiori rispetto a investimenti passati, il caso attuale è considerabile come redditizio.

Le tecniche di Market Value avanzate più efficaci e attualmente di più largo utilizzo sono il *Discounted Cash Flow* – DCF – e l'*Equity Valuation Model* che, contrariamente a quanto illustrato per le metodologie sopra presentate, considerano le componenti tempo-denaro e i relativi fattori di rischio⁸.

CRITERI DI VALUTAZIONE ECONOMICA

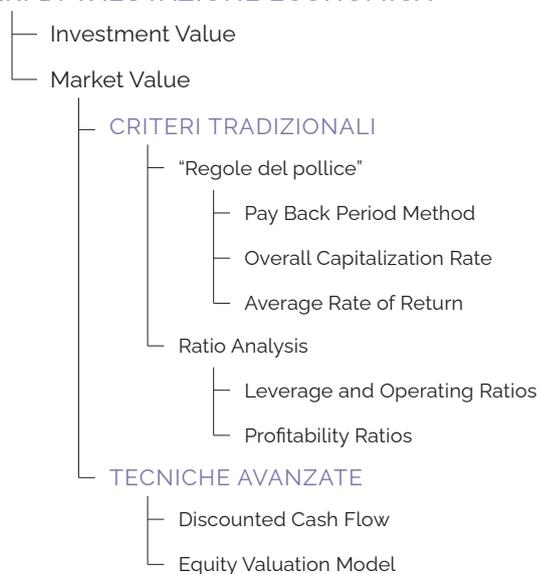


Figura 2.5. Schematizzazione dei criteri di valutazione economica.

⁸ Cfr. E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015



Analisi degli investimenti: DCF e indicatori di redditività

La verifica economica della fattibilità di un investimento è un processo in continuo aggiornamento perché, nel tempo, il grado di definizione del progetto aumenta e con esso anche la quantità – e qualità – di informazioni reperibili. Operativamente, la misura dell'efficienza economica dell'investimento è valutata attraverso il confronto tra i costi sostenuti e i ricavi generati dall'attività in progetto, utilizzando la moneta come parametro di misura e considerando, cioè, il rapporto o la differenza tra i valori finali dei beni realizzati e dei fattori di produzione impiegati.

Il principale problema connesso a questo tipo di analisi risiede nella determinazione in termini monetari delle voci di ricavo, poiché, a causa della loro localizzazione temporale generalmente piuttosto lontana dalla data di valutazione, la previsione si dimostra più complessa e, perciò, fortemente incerta.

La verifica della fattibilità economica, quindi, comporta, da un lato, la stima dei ricavi ottenibili dall'attività di gestione o vendita connesse al bene stesso e, dall'altro, la quantificazione dei singoli costi associati all'aspetto della produzione: ponendo a confronto entrate e uscite, è possibile generare il flusso di cassa riferito all'attività.

Durante la sua esecuzione, l'analisi dell'investimento prevede la raccolta di informazioni di mercato utili per la costruzione del flusso di cassa: andando ad analizzare preliminarmente l'immobile e alcune proprietà comparabili ad esso per caratteristiche peculiari e momento di realizzazione – e ricordando, inoltre, di non tralasciare le componenti di variabilità e la relativa influenza sulla redditività totale dell'investimento – l'operazione di individuazione delle principali voci da inserire nel modello di calcolo dovrebbe risultare agevolata.

In sede di analisi di un investimento, una proposta è definita accettabile solo quando il suo rendimento è superiore al costo marginale dei capitali impiegati inizialmente: per questo motivo, il modello di calcolo prescelto deve necessariamente tenere conto del fattore tempo e dei suoi conseguenti effetti sui capitali. L'analisi di redditività si formalizza quindi nella previsione dei flussi di cassa scontati: il calcolo delle misure di redditività – o indici di redditività – permette di giungere a una decisione di investimento traducendo numericamente la relazione tra le quantità di denaro investite e i rendimenti attesi scontati al tempo attuale⁹.

⁹ Cfr. B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013

La **Discounted Cash Flow Analysis** è lo strumento principale per operare questo tipo di analisi di carattere previsionale, poiché, accanto all'attività di organizzazione dei flussi di cassa in entrata e in uscita, permette di considerare le componenti di rischio agenti sul progetto. In particolare, i suoi principali indicatori di redditività – Valore Attuale Netto e Tasso Interno di Rendimento – risultano estremamente efficaci nel supportare le decisioni relative all'effettiva convenienza dell'investimento: l'attuale livello di approfondimento tecnologico delle analisi, connesso alle moderne opportunità di calcolo, permette, inoltre, la valutazione di più scenari alternativi e delle modalità in cui questi si evolvono nel corso del tempo.

L'analisi dei flussi di cassa, nella sua forma più classica, consiste quindi, in una valutazione monetaria che considera esclusivamente gli effetti economici dell'investimento, tenendo cioè presente che l'obiettivo del soggetto promotore è la massimizzazione del profitto: l'effettiva quantificazione della redditività, quindi, è basata essenzialmente sulla determinazione del valore attuale, ovvero sulla somma finanziaria dei flussi – generati dalla differenza tra voci di ricavo e voci di costo – determinati dall'investimento, scontati al tempo iniziale.

L'eventuale incremento di "ricchezza" - valutato sempre all'attualità - che l'operatore può realizzare grazie all'investimento è definito *Valore Attuale Netto* o *Net Present Value*: il VAN è infatti uno dei due principali indicatori di redditività del Discounted Cash Flow e rappresenta la sommatoria attualizzata dei flussi di cassa calcolati.

Analiticamente, è espresso come:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t}$$

dove:

n = numero di periodi, orizzonte temporale dell'investimento;

FC_t = flussi di cassa attesi;

r = tasso di attualizzazione o tasso di rendimento minimo accettabile.

Terminata la preparazione del modello di calcolo, inserite cioè tutte le voci di costo e ricavo al lordo o al netto di oneri finanziari e tasse, in sede di valutazione finale, un valore attuale superiore alla somma iniziale segnala che il rendimento atteso dell'investimento risulta anche superiore al tasso utilizzato per le operazioni di sconto. Perciò, un VAN positivo indica che l'investimento renderà in misura maggiore rispetto al tasso minimo considerato accettabile, mentre un valore sotto lo zero significa che le condizioni

economiche del progetto non soddisfano le aspettative di guadagno¹⁰.

Il secondo indicatore di redditività associato al Discounted Cash Flow, il *Tasso Interno di Rendimento* o *Internal Rate of Return* – TIR – è definito come quel tasso di sconto che annulla il VAN, rendendo, così, equivalenti i flussi positivi - in entrata - e negativi - in uscita - del modello di calcolo: nello specifico, il TIR viene ricavato analiticamente azzerando il VAN e risolvendo la sua equazione rispetto al saggio di sconto. La sua espressione matematica è quindi:

$$VAN(r) = \sum_{t=0}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} = 0$$

Il TIR, in sintesi, rappresenta la misura del rendimento del capitale investito: la scelta dell'investitore, a questo punto, deve avvenire a seguito del confronto diretto tra il valore appena ottenuto e il tasso che definisce il minimo rendimento atteso in relazione alla specifica operazione, denominato Tasso Minimo Accettabile di Redditività – o TMAR.

Occorre, infine, definire in quale modalità inserire la considerazione del rischio all'interno del modello di calcolo. In sede di verifica finanziaria, i fattori di rischio e incertezza sono correttamente gestiti grazie all'impiego di strumenti e tecniche supportati da approcci di tipo deterministico o probabilistico, che determinano, in modalità differenti, l'impatto esercitato delle componenti di variabilità sugli output forniti dal modello prescelto.

Per misurare, quindi, la rischiosità degli investimenti immobiliari, in letteratura si ritrovano diverse metodologie - tradizionali o moderne. Le variabili che influiscono sul progetto – i dati di input quindi – sono tradizionalmente considerati di tipo deterministico e vengono definiti, perciò, da un set di dati univoci che però, presi singolarmente, non sono in grado di rappresentare esaustivamente l'altissimo grado di variabilità delle condizioni del mercato immobiliare. Per questo motivo, recentemente, si è resa necessaria l'implementazione di alcuni concetti di statistica e di calcolo delle probabilità per fare in modo che gli elementi precedentemente trattati come valore unico vengano ora considerati come variabili casuali aventi diversi gradi di aleatorietà: questo tipo di approccio – probabilistico - è quindi la strategia che meglio si presta a individuare e prevedere il comportamento delle componenti di rischio di un investimento.

¹⁰ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004



Risk situations e tipologie di rischio

I tipi di situazioni rischiose rilevabili in sede di valutazione della fattibilità degli investimenti immobiliari sono tre, la cui sostanziale differenza risiede, sinteticamente, nel grado di approfondimento degli esiti delle analisi:

- 1) risk situation;
- 2) imprecision situation;
- 3) uncertainty situation.

In presenza di una *risk situations* i risultati potenziali delle differenti alternative di probabilità sono ragionevolmente conosciuti, nelle *imprecision situations* essi sono invece descrivibili e stimati attraverso probabilità soggettive; infine, nel caso in cui i risultati non siano traducibili con strumenti di tipo formale in distribuzioni oggettivamente conosciute, si tratta di *uncertainty situations*¹¹.

L'identificazione della tipologia di situazione è il primo passaggio fondamentale da operare per sviluppare la più corretta e coerente metodologia di *risk assessment*. L'Analisi di Rischio risulta essere, dunque, un passaggio fondamentale: poiché il processo di stima dei flussi di cassa - che include la quantificazione di redditi, costi finanziari, deprezzamenti e prezzi di vendita futuri - è un procedimento di carattere puramente previsionale, l'Analisi permette di ottimizzare il livello di informazioni disponibili lungo l'intero sviluppo del progetto di investimento, partecipando attivamente alla valutazione delle alternative a partire dalla stima delle modalità in cui le condizioni economiche, per natura, si modificano nel tempo.

Per questo tipo di indagine, le componenti da considerare dipendono da diversi elementi, ed è infatti generalmente affermata la distinzione di quattro principali tipologie di fattori di rischio, a cui vengono associate alcune peculiari sotto-categorie¹²:

- 1) rischio economico o *business risk*
 - a. rischio commerciale;
 - b. rischio produttivo;
 - c. rischio di gestione;
 - d. rischio di destinazione;
 - e. rischio assicurabile;

11 Cfr. R.Curto, E.Fregonara, "Il controllo del rischio e dell'incertezza negli investimenti immobiliari: la Probability Analysis", in "Genio rurale", 1997

12 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

- 2) rischio finanziario o *financial risk*
 - a. rischio sistematico o generale;
 - b. rischio specifico;
- 3) rischio di sistema
 - a. rischio ambientale;
 - b. rischio normativo;
- 4) rischio tecnico o tecnologico.



Figura 2.6. Tipologie di rischio e incertezza.

Il **rischio economico** o **business risk** riguarda i caratteri generale di ogni tipo di investimento e, per questa ragione, si articola in diversi sotto-gruppi: il *rischio commerciale* si rifà alle condizioni macro-economiche del mercato, come le variazioni di domanda e offerta dei prezzi attuali; il *rischio produttivo* è legato principalmente alle caratteristiche del cantiere e definisce, cioè, le componenti rischiose legate a costi e tempi di realizzazione; il *rischio di gestione* riguarda la capacità dell'investimento di

raggiungere e mantenere un equilibrio economico stabile tra i flussi in entrata – redditi – e quelli in uscita – spese operative – durante il periodo di valutazione; il *rischio di destinazione* dipende essenzialmente dalla fungibilità della struttura a progetto e dalla eventuale possibilità di svilupparne una funzione alternativa che si dimostri coerente con l'andamento dei comparti di mercato; infine, il *rischio assicurabile* riguarda la possibilità che l'immobile subisca dei danni potenziali a causa di eventi esogeni di rilevante gravità. In riferimento, quindi, a questi aspetti, le cause di variabilità dei diversi flussi di reddito e del valore di mercato futuro sono numerosissime e, come detto, legate per lo più all'evoluzione dei mercati oltre che, in alcuni casi, all'incompleto sfruttamento della risorsa immobiliare¹³. Il **rischio finanziario** o **financial risk** è distinto in due sottocategorie: il *rischio generale* è legato alle condizioni dei mercati finanziari e alle componenti nominali e inflattive dei tassi di interesse, mentre il *rischio specifico* riguarda il rapporto tra capitale proprio – *equity* - e capitale a prestito sul totale dell'investimento, determinato, cioè, dalla struttura finanziaria del progetto. Il **rischio di sistema** si manifesta a livello del mercato locale e considera il *rischio ambientale*, legato, appunto, alla tutela del territorio in cui viene inserito l'investimento, e il *rischio normativo*, dovuto alle possibili variazioni delle normative fiscali o dei piani urbanistici. In ultimo, il **rischio tecnologico** – o tecnico - è strettamente dipendente dalle metodologie e dai processi di realizzazione del progetto.

13 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004



Rendimento atteso e rischio associato

Una volta completata la classificazione dei principali fattori di rischio, occorre tradurre la loro scomposizione analitica in una indicazione numerica precisa.

Fra gli approcci utilizzabili a tale scopo si possono citare:

- Build Up Approach;
- Capital Asset Pricing Model.

L'utilizzo del Build Up Approach, in particolare, è volto alla quantificazione di ciascuna categoria di rischio precedentemente identificata¹⁴:

$$PR = PR_{\text{inflattivo}} + PR_{\text{business}} + PR_{\text{finanziario}} + PR_{\text{sistema}}$$

La problematica dell'approccio risiede, però, nelle difficoltà legate alla definizione di ciascun fattore, da quantificare in funzione delle numerosissime variabili in gioco e da confrontare successivamente con il TIR del dato investimento: quest'ultimo, infatti, dovrebbe risultare maggiore del tasso di sconto globale ottenuto sommando tutte le quote di rischio individuate e il tasso di rendimento privo di rischio, per potersi dire in una situazione di accettabilità del progetto. A questo proposito, occorre precisare che esplicitare le singole componenti di rischio e assegnare una quantificazione ai fattori di incertezza ad esse associati è comunque un'operazione fortemente consigliata, poiché permette di ridurre notevolmente la difficoltà del processo di identificazione delle singole variabili agenti negativamente sui flussi di cassa, che influenzano, cioè, il VAN e il rendimento finale.

Il rapporto tra rischio quantificato e rendimento atteso è ciò che più influenza la scelta di investimento: più alto è il rischio e maggiore sarà il rendimento atteso, e, per questo, occorre che il promotore, in sede di decisione definitiva, verifichi il livello di rischio che egli considera accettabile – e che, cioè, è disposto a correre – per ottenere il rendimento sperato. La Teoria dei Mercati Finanziari, infatti, permette di definire quale sia l'effettiva relazione intercorsa tra i due aspetti, per ricavare, di conseguenza, il prezzo per il rischio – o premio per il rischio.

Per gestire correttamente un patrimonio o effettuare una valutazione efficace di un progetto, rischiare deve necessariamente comportare la reale possibilità di aumentare i ricavi: in caso contrario, infatti, nessun operatore immobiliare dimostrerebbe reale interesse nel proporre investimenti caratterizzati da rendimenti non certi. Pertanto, il passaggio di maggiore rilevanza in sede di valutazione è sicuramente la determinazione

¹⁴ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

delle due suddette misure fondamentali – rendimento e rischio associato – al fine di definire con chiarezza il prezzo del rischio. Il rischio di un attivo finanziario è definito, nello specifico, come l'incertezza che esiste circa il valore di questo attivo a una data futura e si riferisce, perciò, alla probabilità che un evento non previsto si verifichi e comporti, di conseguenza, una variazione della situazione attesa: a fonte di ciò, quindi, più il rendimento futuro risulta diverso da quello previsto inizialmente e più l'investimento è considerato rischioso.

Tipicamente, il rendimento atteso viene calcolato in base alla media dei risultati osservati nel passato a seguito di specifiche analisi di mercato. Il rischio, invece, è misurato sulla varianza dei rendimenti, una misura statistica di dispersione dei risultati intorno al valore medio atteso: ricorrendo all'utilizzo di alcune specifiche distribuzioni matematiche, è infatti possibile giungere alla stima della probabilità associata al verificarsi dell'evento incerto. Graficamente, quest'ultima risulta compresa in un range di valori all'interno dell'area sottesa alla curva descritta dalla distribuzione in esame: maggiore è l'area verso le estremità del grafico e maggiore è la possibilità che i valori associati si realizzino in concreto e, inoltre, maggiore è anche lo spread, misurato a sua volta attraverso il calcolo della deviazione standard (Figura 2.7). In sintesi, più lo scarto quadratico dei risultati risulta alto e maggiore sarà la rischiosità dell'intervento, traducibile nella possibilità, cioè, che il risultato atteso non venga raggiunto: a fronte di ciò, il rischio specifico risulta quindi associabile alla dispersione del suo rendimento rispetto ai suoi valori anticipati.

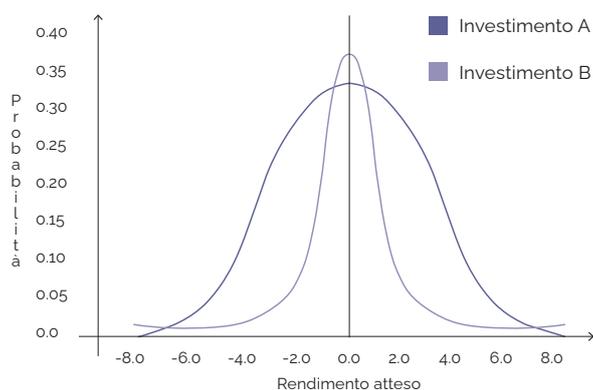


Figura 2.7 Distribuzione normale simmetrica: rendimento atteso e probabilità.
Rielaborazione dell'autrice da: G.Gazzana, I.Girotto, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso, p. 33

Questo tipo di verifica preliminare – detta *downside risk*¹⁵ – ricopre un ruolo fondamentale all'interno del processo decisionale iniziale, e, in particolare, nel caso siano state elaborate più alternative di destinazione del capitale: analizzando, perciò, il rischio dell'investimento in relazione all'avversione al rischio del promotore, è possibile fissare un set di regole decisionali che si dimostrino coerenti con gli obiettivi economici concordati. I requisiti selezionati sono dunque di natura puramente soggettiva, poiché considerano strettamente i singoli obiettivi del promotore – anch'essi, chiaramente, soggettivi.

Un aspetto standardizzato, invece, è la propensione al rischio, secondo cui il profilo soggettivo di rischio del promotore pone in relazione il rendimento atteso con il grado di rischio, individuando, in questo modo, la "soglia di accettabilità" dell'investimento: tradotto, dunque, graficamente, un grado di rischio troppo elevato, infatti, si colloca fuori dalla curva di indifferenza tracciata, nella zona, cioè, di non-investimento, mentre, in alternativa, se il rapporto rischio-rendimento è localizzato al di sotto della curva di indifferenza, l'investimento si può considerare vantaggioso¹⁶ (Figura 2.8).

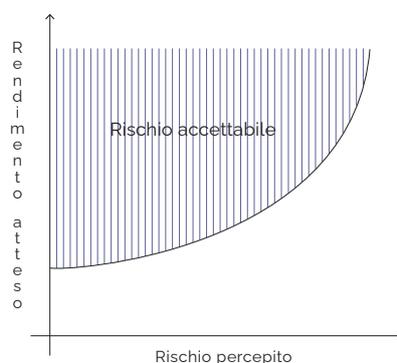


Figura 2.8. Profilo soggettivo di rischio.

Rielaborazione dell'autrice da: M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004, p.178

L'attitudine al rischio risulta quindi fondamentale nella scelta di investimento e rappresenta la forte correlazione tra l'aspettativa di guadagno del promotore e il grado di rischio percepito: tipicamente, osservando la curva di indifferenza, si tende, infatti, a massimizzare il profitto per un dato rischio percepito e si preferisce, invece, minimizzare

15 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

16 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

i rischi associati ai profitti fissati. Successivamente, man mano che il livello di rischio aumenta, l'investitore è disposto all'accettazione di una parte di rischio addizionale solo nel caso in cui questa sia accompagnata da un ritorno di capitale atteso più che proporzionale, vantaggioso quindi. Raggiunto, infine, il limite di rischiosità, l'investitore non sarà più incline all'investimento, data la possibile ma incerta entità del compenso associato. A livello quantitativo, ovviamente, i valori soglia e il gradiente con cui sale la curva sarà differente, dipendendo dalla propensione singola del promotore e dalla sua peculiare attitudine al rischio.

A fronte di ciò, occorre sottolineare come, in ogni progetto di investimento immobiliare, il concetto di rischio vada sempre e comunque associato al comportamento del soggetto investitore: trattandosi, poi, di investimenti caratterizzati, per definizione, da impegni di capitali elevati e da una articolazione che avviene nel lungo periodo, il rischio cresce in modo proporzionale all'impiego di questi due fattori - capitale e tempo. Indipendentemente dalla propensione al rischio, però, l'investitore punta comunque a limitare al massimo l'incertezza relativa all'attività e, se possibile, deve tentare di trasformare l'incertezza residua in rischio effettivo, quantificandone, cioè, l'entità e un grado di probabilità associato.

Secondo l'approccio finanziario statunitense, infine, la relazione tra rischio e rendimento - fondata, essenzialmente, sul legame tra rendimento atteso dello specifico investimento, un investimento generico considerato come privo di rischio e la possibilità di non ricevere il flusso calcolato alla data preventivata - determina, in concreto, il saggio di sconto da applicare nei modelli di valutazione dei progetti. Il *risk free rate*, fa riferimento al tasso di sconto di un investimento in condizione di certezza, e si assume, per convenzione, pari al rendimento offerto dai Titoli di Stato con scadenza omogenea rispetto all'orizzonte temporale di investimento, mentre il *risk premium* è considerato come un vero e proprio "premio" in grado di compensare l'assunzione del rischio:

$$r = \text{risk free rate} + \text{risk premium}$$

Infine, inserendo il saggio calcolato nel modello del Discounted Cash Flow, il valore attualizzato del flusso di cassa generato diventa funzione del tasso di rendimento di un investimento generico privo di rischio - di rendimento considerabile come certo, cioè - a cui si somma un premio legato alla specifica possibilità che l'ammontare finale sia differente, in valore monetario, a quello previsto.

Queste considerazioni si rifanno strettamente a due concetti fondamentali della teoria finanziaria: valore finanziario del tempo e costo-opportunità.

Il tempo possiede infatti un suo valore legato alle componenti inflattive, di rischio e di preferenza per la liquidità immediatamente disponibile agli individui, anche nel caso che queste siano nulle o di entità ridotta. Poiché, poi, in sede di processo decisionale, gli investimenti devono essere considerati per valutare, in ultimo, la scelta "migliore", si determina, così, il suo costo-opportunità, il prezzo, cioè, del miglior investimento alternativo a cui si è disposti a rinunciare a favore di quello oggetto di analisi. Questo corrisponde, sostanzialmente, al tasso di rendimento a pari livello di rischiosità, per cui, quanto più alto è il rischio associato all'investimento e tanto più elevato sarà il premio richiesto e maggiore, a sua volta, il tasso di sconto opportunità.

A fronte di ciò, infine, occorre ricordare nuovamente che il compromesso accettabile tra rischio e rendimento varia da un singolo promotore all'altro ed è esplicitato dalla funzione di indifferenza, poiché, all'aumentare dei rischi percepiti, cresce anche, proporzionalmente, il premio richiesto per la loro sopportazione¹⁷.

17 Cfr. B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013



2.2

Strumenti di valutazione del rischio

All'interno del mercato finanziario, connotato da forte variabilità e sempre crescente competitività, il tema del rischio nella valutazione degli investimenti immobiliari – all'interno del mercato finanziario, – costituisce, ad oggi, una delle principali criticità che investitori e analisti sono chiamati ad affrontare.

La verifica della fattibilità economico-finanziaria deve necessariamente svilupparsi lungo tutto il ciclo di vita del progetto, avvalendosi, di fase in fase, di strumenti specifici in grado di incorporare all'interno dei modelli di calcolo la considerazione del rischio, per aumentare l'attendibilità e la precisione dei risultati finali. In generale, i metodi di analisi delle componenti rischiose hanno un duplice obiettivo: da un lato, puntano alla misurazione della rischiosità propria di un progetto e, dall'altro, supportano la scelta tra più alternative progettuali o di investimento.

La misura del rischio connesso a un investimento è data dalla dispersione dei risultati attesi e perciò, è possibile affermare che:

“un investimento risulta tanto più rischioso quando più i possibili risultati che da esso conseguono sono dispersi attorno al valore atteso”¹⁸.

Il rischio, come elemento di notevole influenza sugli obiettivi economici del progetto necessita di specifiche analisi per la misurazione della “pericolosità” dell'intervento e, in secondo luogo, per supportare adeguatamente la selezione tra più alternative.

L'elemento rischio è infatti una caratteristica comune a tutti i tipi di investimento: come anticipato, le numerose variabili – di natura stocastica - che lo influenzano sono di difficile individuazione, per cui risulta piuttosto complesso inserirle all'interno dei modelli di calcolo e delle tecniche di analisi consolidate: per questa ragione, è preferibile trattare le variabili da introdurre nel quadro crono-finanziario del progetto secondo un approccio di tipo probabilistico, intendendole, cioè, come dati aleatori. Le metodologie impiegate per ottenere una misura del rischio si fondano su due fondamentali aspetti: da un lato, la previsione affronta il rischio a livello strategico, riducendo la sua quota ed esplicitandone le componenti specifiche e, dall'altro, la valutazione è finalizzata alla verifica della fattibilità economica dei piani.

¹⁸ Cfr. B.Manganelli, “La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio”, Franco Angeli, Milano, 2013, p. 175

Operativamente, il trattamento del rischio, in un approccio di *risk assessment*, avviene in due fasi distinte:

- 1) *risk identification*;
- 2) *risk quantification*.

La *risk identification* mira a stabilire la natura, il tipo e la fonte di origine del rischio, mentre la *risk quantification* determina, successivamente, la probabilità di accadimento ad esso associata. In un passo successivo, è necessario selezionare le strategie di *risk acceptance and aversion* più adatte - che considerano, contemporaneamente, il livello di rischio accettabile e le attività di *risk control* che riducono o prevengono gli effetti negativi sugli obiettivi - o, in alternativa, di *risk management*.

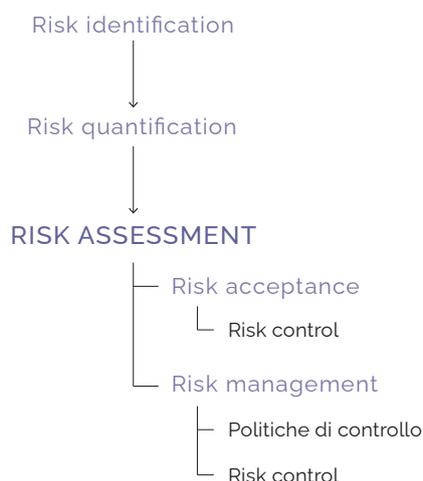


Figura 2.9. Strategie di risk assessment.

La letteratura dispone, oggi, di diverse metodologie e strumenti di analisi, che, seguendo approcci più tradizionali o moderni, sono spesso supportate dall'utilizzo di software specifici per la gestione di grandi quantità di dati da trasformare in modelli realistici, per poi, successivamente, prendere in esame il maggior numero di fattori di rischio possibile - e le loro reciproche correlazioni.

Tra gli approcci tradizionali, si ricordano¹⁹ (Figura 2.10):

- Tasso di sconto aggiustato per il rischio;
- Approccio alla Certezza Equivalente;
- Analisi degli Scenari o Senario Analysis;

19 Cfr. G.Gazzana, I.Girotto, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso

Gli approcci avanzati, invece, sono:

- Alberi Decisionali o Decision Trees;
- Analisi di Sensitività o Sensitivity Analysis;
- Teoria delle Opzioni Reali;
- Probability Analysis.

Gli strumenti di uso più comune sono il Tasso di sconto aggiustato per il rischio, la Probability Analysis e la Teoria delle Opzioni Reali, poiché, come approcci elaborati su base probabilistica, consentono di internalizzare nel modello di calcolo – tipicamente si tratta del Discounted Cash Flow - le componenti di aleatorietà che caratterizzano le situazioni di mercato, trattandole come variabili stocastiche. Il loro largo impiego è dovuto a un recente e fondamentale cambiamento di prospettiva, ossia del passaggio, a livello operativo, da un approccio di tipo deterministico – più tradizionale – a una considerazione dell'elemento rischio di tipo probabilistico, che permette di definire, in questo modo, un range di possibili risultati a partire da altrettanti range di variabili casuali²⁰.

Gli approcci di Analisi di Rischio, a questo proposito, possono essere ulteriormente classificati in base alla tipologia dei valori di output che sono in grado di fornire, e perciò si distinguono tre tipologie principali²¹:

- 1) metodi deterministici;
- 2) metodi probabilistici;
- 3) metodi possibilistici.

I *modelli deterministici* elaborano un unico valore di output, mentre quelli *probabilistici* estraggono un insieme di risultati possibili, e, infine i metodi di tipo *possibilistico* valutano la possibilità di verificarsi di determinate condizioni, incorporandone le incertezze.

Recentemente, è emerso un aspetto piuttosto rilevante riguardo alle suddette tecniche di analisi: indipendentemente dalla natura probabilistica o deterministica dei dati di input, l'applicazione congiunta di più modelli fornisce, tipicamente, risultati più coerenti ed attendibili, dimostrandosi una strategia piuttosto efficace per approfondire la valutazione della rischiosità di un qualsiasi intervento programmato²².

20 Cfr. E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015

21 Cfr. G.Gazzana, I.Girotto, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso

22 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

ANALISI DI RISCHIO

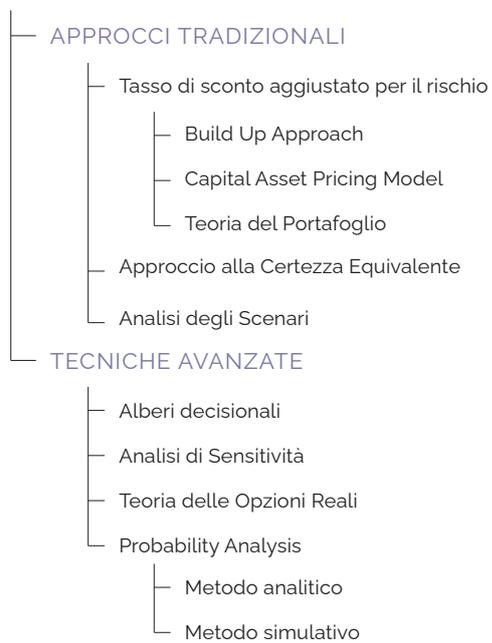


Figura 2.10. Strumenti di analisi di rischio.



2.2.1

Tasso di sconto aggiustato per il rischio

La definizione del tasso di sconto Risk Adjusted rientra nell'insieme dei metodi utilizzabili per associare le componenti rischiose ai modelli di calcolo del quadro crono-finanziario di progetto. In generale, gli investimenti considerati come più rischiosi hanno tassi di rendimento più elevati, poiché il tasso di sconto definisce matematicamente il miglior rendimento alternativo a pari condizioni di rischiosità.

La strategia di risposta più comune a una condizione di incertezza consiste nell'impiego di tempi di recupero più brevi - corrispondenti, cioè, al periodo necessario perché le nuove entrate pareggino l'esborso di capitale iniziale - senza, quindi, quantificare direttamente il rischio effettivo, ma ricorrendo all'aggiustamento del tasso di sconto del modello per tentare di riportare, così, il suddetto tempo di recupero all'interno del limite ritenuto come accettabile²³.

La criticità associata all'individuazione del tasso di sconto più corretto è strettamente connessa all'impossibilità, da parte dell'investitore, di formulare un quadro sufficientemente preciso riguardo all'andamento nel tempo del grado di rischiosità del progetto: la difficoltà operativa risiede, in particolare, nella quantificazione effettiva del tasso aggiustato, poiché questo agisce genericamente sui flussi di cassa, "spalmandosi" in modo omogeneo su ogni componente dell'investimento e impedendo l'identificazione delle singole voci più sensibili all'incertezza. In questo modo, inoltre, i rischi più distanti nel tempo - futuri - vengono scontati più pesantemente rispetto a quelli collocati nel breve periodo, nonostante il fatto che, in effetti, i fattori di rischio più vicini all'attualità si rivelino tipicamente più importanti. In riferimento, ad esempio, a una reale situazione di cantiere, la probabilità che si renda necessaria una modifica improvvisa dei costi di costruzione è certamente più alta rispetto a quella strettamente legata a significativi errori di stima dei ricavi o dei costi di gestione, ben più lontani dall'attualità dell'esecuzione: sebbene i risvolti gestionali diventino più prevedibili in relazione all'avanzamento dei lavori, il premio per il rischio fissato con cui scontarli rimane, certamente, invariato, facendo così crescere proporzionalmente il tasso di sconto ad esso associato. Per queste ragioni, il metodo del Tasso di sconto Risk Adjusted è ritenuto, dalla letteratura, più corretto se associato a investimenti aventi un grado di rischio crescente nel tempo, mentre per il trattamento di progetti il cui rischio risulta indipendente dal fattore tempo, l'impiego

²³ Si presenta una sintesi di quanto riportato in B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013. Per i dovuti approfondimenti e i testi fondativi, si vedano i riferimenti bibliografici citati nel testo.

della metodologia è sconsigliato, poiché presenta alcune limitazioni applicative. Attraverso l'impiego del Build Up Approach è possibile quantificare le quote di rischio agenti sul progetto in termini di "premio": il tasso di sconto globale da associare al modello di valutazione economico-finanziaria prescelto sarà determinato, quindi, dalla somma della componente di rendimento priva di rischio e dalle voci di rischiosità precedentemente identificate - e riferite, in particolare, al rischio di business, al rischio finanziario e al rischio di sistema (Figura 2.11).

Tasso di rendimento privo di rischio	3%
Tasso di inflazione atteso	4%
Premio di rischio di business	4%
Premio di rischio finanziario	1%
Premio di rischio di sistema	2%
TASSO DI SCONTO GLOBALE	14%

Figura 2.11. Esempio di utilizzo del Build Up Approach per il calcolo del tasso di sconto.

È necessario, poi, ricorrere all'utilizzo del Capital Asset Pricing Model e ad alcuni concetti derivanti dalla Teoria del Portafoglio. Tipicamente, la rischiosità di un portafoglio di investimenti è considerata minore di quella associata a un singolo intervento, per cui è necessario identificare individualmente gli impatti delle diverse tipologie di investimento per poter stabilire con ragionevole certezza quali di queste influiscano maggiormente sul livello di rischio totale. Il Capital Asset Pricing Model fa riferimento alla "diversificazione", che, per definizione, riduce la variabilità e il rischio specifico, senza, però, agire sulla quota di rischio sistematico²⁴.

L'espressione analitica del tasso di sconto è quindi esprimibile come:

$$r = r_{\text{free}} + r_{\text{inflazione}} + r_{\text{premium}}$$

o, alternativamente, come:

$$r = r_{\text{free}} + r_{\text{inflazione}} + E(r_j)$$

Il termine $E(r_j)$ è indicativo del tasso di rendimento atteso di un investimento (j) - o, più semplicemente, del premio per il rischio - ed è riscrivibile esplicitandone le due componenti principali, associate al tasso privo di rischio - rappresentante la produttività

²⁴ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

economica del sistema - e al premio di rischio, che identifica la differenza rispetto al tasso di mercato derivata, appunto, dall'inserimento dell'investimento in un portafoglio generico. Applicando questa ulteriore precisazione, il termine diventa:

$$E(r_j) = r_o + (r_p - r_o)\beta$$

dove:

$E(r_j)$ = tasso di rendimento atteso;

r_o = tasso di rendimento privo di rischio;

r_p = tasso di rendimento atteso del portafoglio;

β = coefficiente di rischio sistematico per l'investimento.

Il coefficiente β rappresenta, sinteticamente, la sensibilità del rendimento di un titolo azionario alle oscillazioni del mercato, o, alternativamente, la misura dell'impatto di un rischio sistematico sui rendimenti del titolo²⁵. Il ricorso al suo utilizzo all'interno della formula dimostra, quindi, che la rischiosità di un portafoglio è inferiore a quella associata a un singolo intervento isolato, come postulato dalla Teoria del Portafoglio (Figura 2.12).

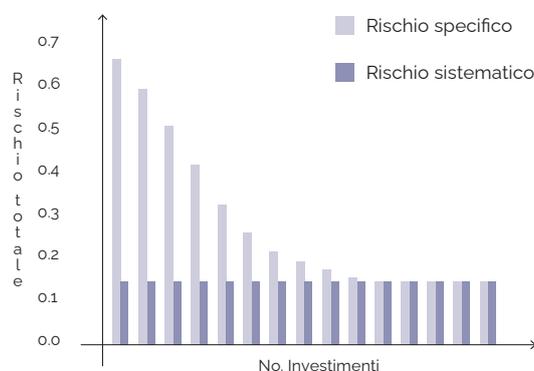


Figura 2.12. Rischio specifico e rischio sistematico in un portafoglio di investimenti.
Rielaborazione dell'autrice da: E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015, p.54

È possibile quindi ricavare la formula finale per il calcolo del tasso di attualizzazione da applicare ai modelli di valutazione finanziaria del progetto:

$$r = r_f + (r_m - r_f)\beta$$

²⁵ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

dove:

r = saggio di sconto;

r_f = componente di rendimento di un investimento risk free

r_m = rendimento medi nel comparto edilizio specifico;

β = rischio sistematico;

per cui:

$(r_m - r_f)$ = premio per il rischio specifico;

$(r_m - r_f)\beta$ = premio per il rischio totale.

In conclusione, il Tasso di sconto aggiustato per il rischio è forse l'approccio tradizionale più ampiamente trattato, sebbene la procedura di calcolo del saggio di sconto globale presenti alcune limitazioni di applicazione causate, in primo luogo, dalla difficoltosa quantificazione delle singole componenti e dall'impossibilità di differenziare le voci del flusso di cassa del modello di valutazione analitica in base al livello di rischiosità ad essi associato²⁶.

²⁶ Cfr. E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015



2.2.2

Approccio alla Certezza Equivalente

La Certezza Equivalente si configura come approccio alternativo all'utilizzo dei tassi di sconto aggiustati dal premio di rischio: attraverso la sua applicazione, infatti, è possibile identificare il coefficiente di "equivalenza di certezza" per ciascuno dei flussi di cassa stimati nei differenti intervalli periodali in cui il progetto è scandito, assumendo, come ipotesi di partenza, che i flussi collocati nell'immediato futuro siano più facili da stimare e, di conseguenza, più "certi" di quelli collocati in un tempo più lontano.

L'equivalente certo è definito come l'ammontare - da incassare ad una data certa - in grado di rendere indifferente la scelta tra quella stessa cifra e il risultato atteso di un investimento considerato come rischioso: rispetto al modello precedentemente presentato, l'aggiustamento per il rischio viene eseguito sulle proiezioni operative, invece che sul saggio di sconto, "scontando", così, i flussi di cassa al *risk-free rate*. Il superamento del Tasso di sconto Risk Adjusted si concretizza quindi nella possibilità di valutare separatamente le condizioni di rischio delle differenti voci incidenti sul flusso di cassa globale considerando la non-omogeneità dell'andamento del livello di rischio lungo l'intero asse temporale considerato²⁷.

Il coefficiente di equivalenza deve assumere valori compresi tra 0 e 1, riferiti, rispettivamente, a una condizione di stima incerta e a una certa. Dal punto di vista analitico, è dato, infatti, dal rapporto tra il minimo flusso considerato come sicuro e il flusso di cassa atteso ma rischioso, per cui il suo valore si allontanerà dalla soglia di 1 al crescere del flusso incerto, incidendo sensibilmente sul valore più piccolo ma certo. In riferimento a una ipotetica situazione di avversione al rischio, due proventi - di cui uno incerto e uno certo - sono considerati equivalenti in termini di utilità esclusivamente nel caso in cui il secondo sia maggiore del primo, seguendo la formulazione:

$$Q = \alpha * F$$

dove:

Q = rendimento certo;

F = rendimento aleatorio;

per cui $0 \leq \alpha \leq 1$

Perciò, il coefficiente α consente all'investitore di esprimere il premio richiesto

²⁷ Si presenta una sintesi di quanto riportato in B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013. Per i dovuti approfondimenti e i testi fondativi, si vedano i riferimenti bibliografici citati nel testo.

coerentemente con il proprio grado di avversione al rischio. È possibile, a questo punto, sostituire - all'interno della formula del VAN dell'investimento analizzato - i flussi di cassa aleatori con il valore dei rispettivi equivalenti certi:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}$$

La procedura più largamente impiegata per calcolare l'Equivalente Certo Q si basa sull'esplicitazione della funzione di utilità del decisore - desunta una volta stabilite le condizioni economiche in cui egli intende operare - e comparando, infine, i flussi di cassa previsti con alcune ipotesi di investimento alternative considerate a basso rischio. Quando, infine, l'investitore è in grado di verificare quale sia l'opportunità di guadagno limitato ma certo capace di soddisfarlo al pari dell'investimento rischioso, è possibile eseguire una sorta di approssimazione della curva di indifferenza del profilo soggettivo di rischio identificando alcuni fattori di trasformazione rappresentativi della reale attitudine al rischio del promotore²⁸.

²⁸ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004



2.2.3

Analisi degli Scenari

L'Analisi degli Scenari punta all'individuazione delle fonti di rischio più severe agenti sul progetto valutato, impostando diverse ipotesi di investimento di cui indagare singolarmente le possibilità di ricavo o perdita: successivamente, andando a esaminare l'andamento finanziario del progetto in relazione ai set di variabili associate ad ogni scenario, è possibile definire con sufficiente chiarezza in quale misura queste incidano sull'investimento selezionato.

L'applicazione della metodologia prevede quindi la selezione di alcuni fattori considerati rilevanti per ogni ipotesi alternativa formulata, sulla base dei quali simulare l'andamento del flusso di cassa dell'investimento: ricorrendo alla tecnica del partizionamento del Valore Attuale, l'osservazione del "comportamento" del *cash flow* consente di determinare il grado di influenza delle singole variabili e, di conseguenza, il livello di rischio complessivo incidente. In questo modo, la scomposizione del flusso di cassa associato all'investimento nelle sue componenti fondamentali, espresse come percentuali del valore attuale, stabilisce quali di queste si siano dimostrate più impattanti – o più "sensibili" – e debbano quindi diventare oggetto di ulteriori analisi e verifiche più approfondite²⁹.

In conclusione, l'impiego dell'Analisi degli Scenari, congiuntamente al Discounted Cash Flow e, tipicamente, all'Analisi di Sensibilità, delinea con estrema chiarezza il quadro delle variazioni degli indicatori di redditività in relazione ai singoli scenari ipotizzati e, di conseguenza, dei set di variabili prescelte. La principale criticità della metodologia è rappresentata, sostanzialmente, dal delicato processo di definizione delle alternative di investimento e, in secondo luogo, dalla determinazione delle interrelazioni esistenti tra le variabili selezionate. Occorre però sottolineare che è possibile superare, almeno parzialmente, tale limitazione qualora si intenda trattare il processo di analisi in chiave probabilistica, assegnando, cioè, dei range di probabilità a ciascuna variabile - e non un valore univoco.

²⁹ Si presenta una sintesi di quanto riportato in B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013. Per i dovuti approfondimenti e i testi fondativi, si vedano i riferimenti bibliografici citati nel testo.



2.2.4

Analisi di Sensitività

L'Analisi di Sensitività identifica le variabili chiave a cui l'investimento risulta più "sensibile", per cui i flussi di cassa associati, cioè, tendono a presentare variazioni più o meno ampie, in positivo o in negativo. Si tratta, sinteticamente, di una ripetizione di scelte multiple effettuata sulla base del medesimo modello matematico in grado di variare sistematicamente i propri dati in entrata, attribuiti alle diverse componenti del flusso di cassa precedentemente definite tramite la tecnica del partizionamento: il risultato ottenuto rappresenta quindi la misura della propagazione dell'incertezza - causata dalla natura incerta dei dati di input - sui valori di output³⁰.

Se correttamente associata al Discounted Cash Flow e all'Analisi degli Scenari, la Sensitivity Analysis fornisce l'indicazione numerica dell'influenza associata alle singole variabili del modello sugli indici economici tradizionali.

Dal punto di vista operativo, occorre ricalcolare più volte il flusso di cassa - e relativi valori di VAN e TIR - ad ogni modifica del set di dati selezionati - di cui, tipicamente, è consigliabile formulare tre ipotesi, di tipo ottimistico, pessimistico e più probabile - ottenendo, così, le relative funzioni di sensitività. In presenza di andamenti disomogenei degli indicatori di redditività corrispondenti a minime modificazioni di una o più voci del flusso, è possibile affermare che l'investimento analizzato si dimostra "sensibile" allo scenario ipotizzato e ottenere, inoltre, la funzione di sensitività associata, attraverso l'interpolazione delle coordinate delle variazioni relative agli input in funzione del VAN o del TIR.

Graficamente, il grado di sensitività delle voci del flusso di cassa selezionate è leggibile su uno *spider graph* definito dalle rette ad esse associate, per cui maggiore è il relativo coefficiente angolare e maggiore è la sensibilità dell'investimento alla specifica variazione considerata (Figura 2.13).

³⁰ Si presenta una sintesi di quanto riportato in M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004. Per i dovuti approfondimenti e i testi fondativi, si vedano i riferimenti bibliografici citati nel testo.

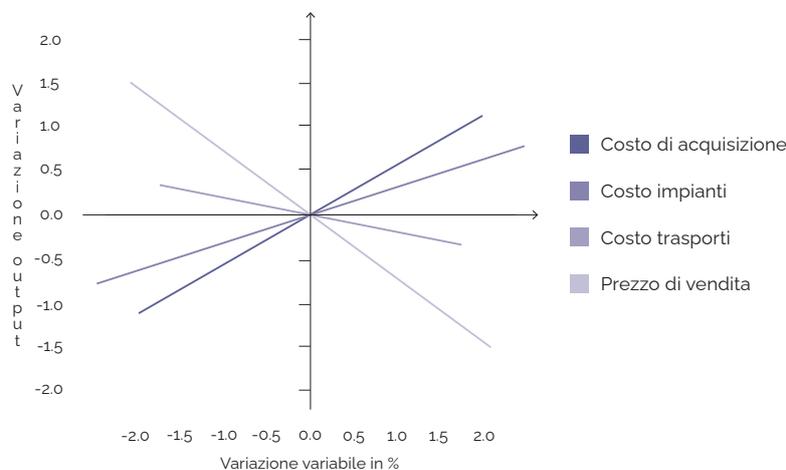


Figura 2.13. Esempio di spider-graph delle curve di sensitività.
Rielaborazione dell'autrice da: E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015, p.215

Una volta individuati, così, gli elementi più critici, è consigliabile sottoporre questi ultimi a ulteriori step di analisi, poiché, in caso di minima variazione, gli esiti dell'investimento potrebbero peggiorare gravemente, spostando il flusso di cassa del quadro economico-finanziario al di sotto della soglia minima di redditività considerata come accettabile dal promotore. È quindi necessario prevedere l'impostazione di verifiche più approfondite che indaghino la natura delle variabili critiche per controllarne gli effetti, ove possibile. Tipicamente, le variabili di maggiore influenza sugli investimenti immobiliari sono:

- costo della proprietà;
- costo di costruzione;
- tempo necessario al conseguimento dei permessi;
- tasso di interesse,

Dunque, applicando l'Analisi di Sensitività come step operativo accostato all'Analisi degli Scenari e rapportando quanto emerso al Discounted Cash Flow, è possibile verificare la fattibilità progettuale di un investimento e definire con chiarezza i set di variabili rischiose. Ciononostante, non è possibile affermare che, considerata singolarmente, essa contribuisca alla definizione di un quadro di rischio complessivo sufficientemente dettagliato e preciso: per questa ragione, si sceglie, tipicamente, l'impiego di analisi più robuste, come la Probability Analysis, considerando la Sensitività come tecnica "preparatoria" e di supporto a procedure di valutazione più avanzate³¹.

31 Cfr. E. Fregonara, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, Milano, 2015



2.2.5

Alberi decisionali

La tecnica degli Alberi Decisionali – o Analisi reticolare – è una metodologia di analisi di tipo quantitativo volta alla costruzione di mappe decisionali per la soluzione di fenomeni complessi - progetti, cioè, la cui implementazione risulta incerta sotto il profilo dell'andamento dei flussi di cassa finanziari, frammentata nel tempo e fortemente condizionata dall'influenza di variabili esterne di carattere congiunturale.

Dal punto di vista operativo, il larghissimo impiego della tecnica è dovuto alla possibilità, fornita al decisore, di valutare sinteticamente l'impatto delle componenti di incertezza sulle ipotetiche decisioni future, analizzando queste ultime in base alle variazioni del rendimento atteso dell'investimento considerato.

L'investimento immobiliare, come fenomeno complesso, richiede l'attuazione di un processo decisionale articolato, definito da una successione di fasi critiche interrelate in sequenza che ne condizionano in modo rilevante gli esiti finali: i legami di reciproca dipendenza tra azioni di una catena di scelte, infatti, influenzano fortemente le ipotesi di sviluppo della fase successiva, per cui, allo scopo di individuare la sequenza ottimale delle decisioni operative da analizzare, occorre procedere a ritroso, partendo, cioè, dai "risultati" attesi³². Inoltre, è possibile specificare le diverse opzioni di scelta disponibili e i conseguenti risultati in termini di *pay-off*, così da trattare l'elemento rischio associando un preciso attributo probabilistico alle singole voci aleatorie di costo o ricavo relative alle alternative progettuali esaminate³³.

La trasposizione grafica delle suddette operazioni consiste nella costruzione di un diagramma ad albero che renda di immediata leggibilità l'identificazione delle opzioni di decisione possibili, individuando una serie di percorsi alternativi di cui valutare i risultati per operare la scelta finale di investimento. All'estremità di ogni ramo, infatti, è riportato l'effetto netto della differenza tra ricavi ottenuti e costi previsti, in modo che, sommando tutti i flussi associati al ramo decisionale, si determini il valore monetario atteso complessivo.

Durante le operazioni di definizione della struttura del diagramma, occorre effettuare

³² Si presenta una sintesi di quanto riportato in B.Manganelli, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013. Per i dovuti approfondimenti e i testi fondativi, si vedano i riferimenti bibliografici citati nel testo.

³³ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

le analisi a un livello di dettaglio tale da permettere l'identificazione coerente delle sole alternative di scelta più rilevanti e di maggiore influenza, senza aggiungere ramificazioni eccessive allo schema. Una volta individuato il set di decisioni riferite all'investimento, è necessario disporre nel diagramma i suoi elementi grafici caratteristici, quali:

- *decision point* o nodi azione;
- *chance event point* o nodi evento;
- archi orientati;
- *pay-off* o risultati monetari;
- probabilità.

Dai *nodi azione* si delineano le opzioni di scelta alternative, i *nodi evento* riportano invece i passaggi chiave o gli eventi critici che influiscono sui flussi di cassa. Gli *archi orientati* legano poi le coppie di nodi secondo specifiche sequenze logico-temporali. I *risultati monetari*, posti in estremità all'albero, sono indicati come conseguenza di uno specifico percorso di azioni, e, in ultimo, la *probabilità*, di tipo soggettivo, esprime sinteticamente il grado di fiducia associato al verificarsi dei diversi risultati finali calcolati (Figura 2.14).

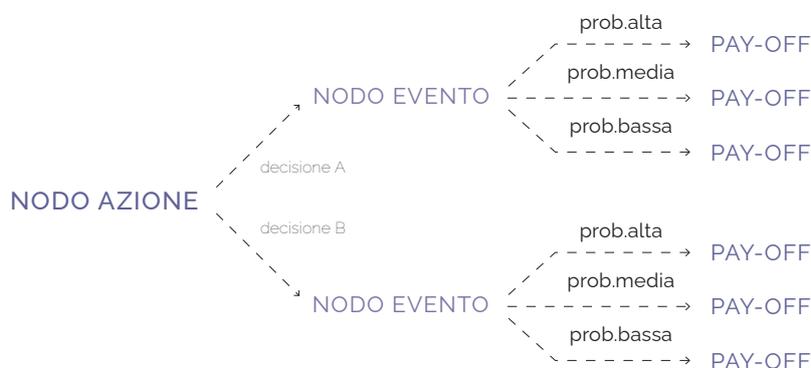


Figura 2.14. Esempio schematico di modello di albero decisionale.

La valutazione di quale sia il percorso economicamente più conveniente avviene attraverso l'impiego di alcuni criteri di scelta standardizzati: utilizzando la regola del *minimax* la scelta di azione è volta alla minimizzazione del peggior risultato, mentre, secondo la regola del *maximax*, l'obiettivo è la massimizzazione del ricavo migliore. In alternativa, utilizzando la regola del *VAN atteso* si punta alla massimizzazione dei pay-off o, ancora, adottando la regola del *minimo rimpianto*, l'aspettativa è la minimizzazione delle perdite attese³⁴.

34 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004



2.2.6

Teoria delle Opzioni Reali

La Teoria delle Opzioni Reali – o Options Pricing Theory – permette di operare una sorta di sistematizzazione sintetica dei temi legati al rischio, riunendo e incorporando tutte le metodologie di analisi precedentemente presentate³⁵.

Dal punto di vista teorico, si fonda sul concetto di reversibilità del capitale della teoria degli investimenti, secondo cui questi, apparentemente caratterizzati da un elevato grado di irreversibilità, vengono controbilanciati dalla capacità dei progetti di prestarsi a diversi usi alternativi, definendo, così, una serie di *call options*.

Tipicamente, l'investimento segue, lungo il suo sviluppo, una logica piuttosto passiva: tuttavia, il mercato immobiliare è fortemente connotato dal cambiamento, dall'incertezza e dalla interazione competitiva di più soggetti, per cui, in molti casi, risulta estremamente utile prendere in considerazione alcuni "cambi di rotta" operativi, conferendo al progetto

un alto grado di flessibilità strategica che ne ottimizzi l'ottenimento dei risultati economici auspicati. La Teoria delle Opzioni Reali formalizza il problema delle scelte in campo economico-finanziario, configurandosi come ulteriore strumento di guida al processo di *decision-making* attraverso la formulazione di più ipotesi di azione - differire, espandere, contrarre o abbandonare il progetto. Calcolato, quindi il valore reale d'opzione dell'ipotesi selezionata, esso rappresenta il costo-opportunità della singola decisione di investimento intrapresa e legata alle differenti strategie di adattamento del mercato³⁶.

L'applicazione della Real Option Theory permette di rappresentare la realtà strategica di un'impresa, poiché permette di verificare l'interdipendenza delle scelte multiple, tenendo in considerazione, come assunto di partenza, il concetto di reversibilità degli investimenti. Le specifiche regole decisionali applicate, infatti, si basano sul principio della flessibilità manageriale e introducono, accanto al valore tradizionale del VAN statico o passivo del Discounted Cash Flow e del Valore di Opzione, l'indice di VAN strategico, ottenuto dalla somma dei suddetti elementi.

Analiticamente, la formula finale si esplicita come:

$$VAN_{\text{strategico}} = VAN_{\text{statico}} + VO$$

³⁵ Si presenta una sintesi di quanto riportato in M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004. Per i dovuti approfondimenti e i testi fondativi, si vedano i riferimenti bibliografici citati nel testo.

³⁶ Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

La valutazione del VAN strategico, viene tipicamente eseguita attraverso la Contingent Claim Analysis, che prevede, all'interno di un contesto privo di rischio, l'applicazione di alcune nozioni di pseudo-probabilità, assimilabili al concetto di equivalente di certezza: una volta accertata, quindi, la neutralità nei confronti del rischio e definite le distribuzioni empiriche, la disamina delle singole opzioni può essere svolta impiegando diverse tipologie di analisi numeriche, con metodi binomiali, trinomiali o, in alternativa, con la Simulazione Monte Carlo³⁷.

In molti casi, all'interno di uno stesso progetto, l'elaborazione e successiva valutazione di più opzioni - *differire, espandere, contrarre o abbandonare* - risulta, dunque, fortemente consigliabile e piuttosto vantaggiosa: il peso della singola opzione, infatti, contribuisce sensibilmente all'aumento del valore totale dell'investimento, producendo, così, nuove opportunità alternative.

In conclusione, la Teoria delle Opzioni Reali, come modello multi-periodale, semplifica il delicato processo di scomposizione dell'incertezza relativa all'investimento nelle sue diverse componenti, attribuendo un diverso grado di aleatorietà alle variabili di stato e superando, sostanzialmente, le problematiche applicative connesse al Build Up Approach: anziché modellare, quindi, il tasso di sconto rispetto alle componenti di rischio di business, finanziario e di sistema e assumendo la neutralità nei confronti del rischio, è possibile tradurre l'incertezza in pseudo-probabilità asimmetrica³⁸.

37 Cfr. G.Gazzana, I.Girotto, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso

38 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004



2.2.7

Probability Analysis

La Probability Analysis permette l'impostazione di analisi di rischio attraverso l'impiego di strumenti di natura statistico-probabilistica e il ricorso ad approcci di tipo simulativo o analitico, da selezionare tenendo in ferma considerazione un assunto di partenza: gli investimenti immobiliari non sono influenzati da eventi unici ma, bensì, da catene di fenomeni simultanei di diversa natura. Per questa ragione, potrebbe rendersi necessario avvalersi dell'uso di più metodologie alternative per il corretto trattamento dell'incertezza: i metodi basati sull'utilizzo di strumenti probabilistici risolvono infatti il problema della stima delle componenti esogene di rischio .

L'*approccio analitico*, in particolare, permette di assegnare un grado di probabilità a ciascun input del modello, deducendolo direttamente dalle precedenti analisi di mercato eseguite: analizzata sperimentalmente ciascuna variabile in entrata e individuate le relative distribuzioni matematiche, è quindi possibile tradurre gli input di maggior criticità in componenti aleatorie o stocastiche, non esprimibili, perciò, attraverso un unico valore numerico.

Per assegnare le distribuzioni empiriche in forma discreta o continua, è necessario ricorrere a parametri statistici: in particolare, i valori osservati all'interno di una distribuzione discreta sono rappresentati da numeri interi, mentre in una distribuzione di tipo continuo essi sono compresi in intervalli di numeri reali. In presenza di variabili discrete, inoltre, la funzione di probabilità è desunta attraverso l'estrapolazione di una funzione teorica in grado di rappresentare i dati appena raccolti sperimentalmente. Le relative funzioni di densità - per variabili continue - e distribuzioni di densità - per variabili discrete - sono desunte attraverso funzioni teoriche rappresentative dei dati raccolti sperimentalmente - ossia delle caratteristiche proprie del fenomeno osservato - e possono essere a loro volta rappresentate da una funzione di ripartizione - o funzione cumulata.

Completato il processo di assegnazione delle distribuzioni empiriche e teoriche, è possibile procedere integrando i risultati ottenuti dall'analisi nel modello di calcolo del quadro economico-finanziario del progetto, inserendo, come dati di input, i valori attesi calcolati attraverso la media ponderata del range di possibili valori assumibili dalle singole variabili stocastiche identificate - pesandone, cioè, il valore assunto con il

39 Si presenta una sintesi di quanto riportato in R.Curto, E.Fregonara, "Il controllo del rischio e dell'incertezza negli investimenti immobiliari: la Probability Analysis", in "Genio rurale", 1997. Per i dovuti approfondimenti e i testi fondativi, si vedano i riferimenti bibliografici citati nel testo.

rispettivo grado di probabilità assegnato. In questo modo, anche gli indici di redditività VAN e TIR sono espressi in termini di valore atteso.

In alternativa, è possibile considerare le variabili di ingresso al modello possono essere considerate come input aleatori sotto forma di distribuzioni di probabilità, così che anche VAN e TIR assumano la forma di funzioni di probabilità continue o discrete.

Una terza possibilità di soluzione del Discounted Cash Flow è offerta dal ricorso *al metodo della simulazione*. Le tecniche simulative introducono una componente casuale all'interno del modello, offrendo, così, una visione più realistica del livello di incertezza incidente: questa tipologia di approccio permette, perciò, di valutare gli effetti congiunti delle variabili considerate in strutture ad alto grado di complessità, basandosi sul ricalcolo delle funzioni di probabilità degli input - desunte attraverso il ricorso a tecniche di generazioni di numeri casuali, come il Metodo Monte Carlo.

Rispetto a quanto presentato riguardo all'approccio analitico, l'articolazione dei passaggi operativi subisce alcune modifiche: una volta assegnate le opportune funzioni di distribuzione alle variabili di ingresso, è necessario predisporre le attività di campionamento - o *sampling* - e di iterazione, allo scopo di calcolare gli indici statistici dei risultati ottenuti e confrontare questi ultimi con i *target values* fissati come valori obiettivo.

Il momento chiave del processo di simulazione è quindi rappresentato dai due passaggi sopracitati. Attraverso il *sampling* è possibile mettere in relazione insiemi di valori casualmente estratti dalle funzioni di probabilità e ricalcolare, per un numero congruo di volte, i risultati del Discounted Cash Flow a partire da opportune combinazioni di valori campionati. In particolare, le sequenze di numeri casuali vengono generate mediante metodi aritmetici - come il metodo della trasformazione inversa - e il ricorso al calcolo delle probabilità, nonché ai principi della probabilità condizionata⁴⁰.

Infine, a conclusione della fase di campionamento, l'ingente quantità di dati ottenuti e da elaborare con le successive iterazioni viene archiviata e resa automaticamente disponibile per ulteriori approfondimenti: a questo proposito, è possibile prevedere degli step intermedi aggiuntivi di valutazione del rischio, impiegando ad esempio l'Analisi degli Scenari e l'Analisi di Sensitività, opportunamente articolate in chiave probabilistica, allo scopo di identificare i set di variabili che più incidono sui valori finali di VAN e TIR.

⁴⁰ Cfr. R.Curto, E.Fregonara, "Il controllo del rischio e dell'incertezza negli investimenti immobiliari: la Probability Analysis", in "Genio rurale", 1997

Implementando la Sensitività in chiave stocastica, il processo di quantificazione del "peso" di ciascuna variabile considerata risulta più completo, perché permette di ordinare i gradi di influenza definiti, anche in presenza di componenti correlate: inoltre, per inserire queste ultime tra gli input dell'analisi, è consigliabile procedere facendo regredire i valori di ingresso del Discounted Cash Flow rispetto ai valori di output, applicando, quindi, l'analisi di regressione. Alternativamente, è possibile calcolare il grado di corrispondenza delle variabili attraverso il computo dei coefficienti di correlazione tra i valori di output e ciascun insieme di valori di input campionati. Inoltre, producendo la Scenario Analysis in chiave probabilistica è possibile identificare quali combinazioni delle distribuzioni di ingresso apportino un maggiore contributo – in positivo o in negativo – al raggiungimento di valori soglia prefissati – o *target values* – da utilizzare come veri e propri limiti di accettabilità di VAN e TIR⁴¹.

In conclusione, la Probability Analysis è l'approccio su base probabilistica che meglio rappresenta l'importante avanzamento nelle pratiche per l'analisi delle componenti di rischio legate al progetto di investimento: infatti, rispetto ai modelli precedentemente presentati e generalmente trattati attraverso l'implementazione di procedure di tipo deterministico, è in grado di internalizzare nella modellizzazione del sistema economico di riferimento le componenti di aleatorietà proprie dei mercati immobiliari, trattandole quindi come variabili stocastiche e producendo, in questo modo, risultati sensibilmente più attendibili.

41 Cfr. M.Bravi, E.Fregonara, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004



Bibliografia di riferimento

M.AMRAN, N.KULATALIKA, "Real Options. Strategie d'investimento in un mondo dominato dall'incertezza", EtaLibri, Milano, 2000

F.BLACK, M.SCHOLES, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", in "Journal of Political Economy", Maggio-Giugno, 1973, pp. 637-659

M.BRAVI, E.FREGONARA, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

C.CACCIAMANI, "Il rischio immobiliare", Egea, Milano, 2003

R.CURTO, E.FREGONARA, "Il controllo del rischio e dell'incertezza negli investimenti immobiliari: la Probability Analysis", in "Genio rurale", 1997

M.DAMATO, "Investimenti immobiliari e moderna teoria del portafoglio", in Ce.S.E.T. "Il governo del territorio, complessità e cambiamento", Firenze, 1999, pp. 257-274

A.DE LUCA, "Le applicazioni dei metodi statistici alle analisi di mercato", Franco Angeli, Milano, 1995

C.FERRERO, "La valutazione immobiliare: principi e metodi applicativi", Egea, Milano, 1996

E.FREGONARA, "Valutazione sostenibilità progetto", Franco Angeli, 2015

E.FREGONARA, "Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano", in "AESTIMUM 59", dicembre 2011, pp.141-169

E.FREGONARA, "Risk, uncertainty and investment projects in the real estate sector: analysis and simulation", Regional Science Association - 37th European Congress, Roma - Agosto 1997

G.GAZZANA, I.GIROTTO, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso

D.HERTZ, "Risk Analysis in Capital Investment", in "Harvard Business review", Gennaio-Febbraio, 1964, pp. 95-106

D.HERTZ, H.THOMAS, "Risk Analysis and its Applications", John Wiley, New York, 1983

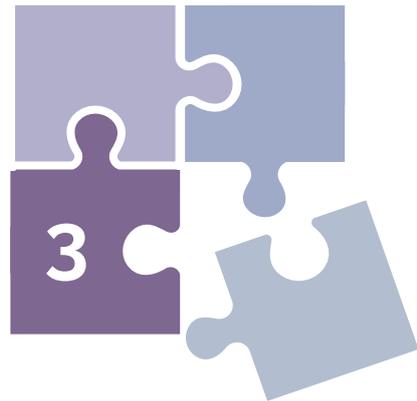
J.MAGEE, "How to Use Decision Trees in Capital Investment", in "Harvard Business Review", Settembre-Ottobre, 1964, pp. 79-96

B.MANGANELLI, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, 2013;

S.MECCA, M.MECCA, "Il rischio nel progetto di costruzione", ETS Pisa, 2002;

F.PRIZZON, "Gli investimenti immobiliari: analisi di mercato e valutazione economico-finanziaria degli interventi", Celid, Torino, 2001;

R.Y.RUBINSTEIN, "Simulation and the Monte Carlo Method", John Wiley, New York, 1981



**Approccio di gestione e
controllo del rischio:
il Risk Management**



3.1

Introduzione: concetto di rischio di progetto e considerazioni generali

Secondo la definizione fornita dal Project Management Institute, l'approccio del Project Risk Management è una pratica chiave di gestione del progetto, responsabile dell'applicazione di specifici processi riguardanti la pianificazione, l'identificazione, la gestione e il monitoraggio del rischio di progetto volti all'aumento delle probabilità di accadimento e dell'impatto di eventi considerati positivi, e alla minimizzazione, al contrario, degli effetti di quelli negativi. Attualmente, risulta ormai evidente come la gestione del rischio non sia più da considerarsi come attività opzionale: è infatti essenziale, ai fini della buona riuscita del progetto, l'integrazione di una serie di step operativi consolidati all'interno della più ampia cornice di sviluppo progettuale, che, a partire dalle primissime procedure di pianificazione, identifichino opportunamente ogni fattore considerabile come "rischioso", assegnandogli una specifica priorità e quantificazione numerica – in termini di impatto e probabilità di accadimento – per garantire, di conseguenza, la coerente messa in atto di una lista di azioni e strategie gestionali volte al controllo dell'incertezza rilevata.

La gestione del rischio si configura come un delicato e fondamentale processo composto da "catene di attività" da svolgersi iterativamente per l'intera durata temporale del progetto considerato, contribuendo, così, al corretto raggiungimento degli obiettivi prestabiliti.

Tradizionalmente, il rischio di progetto è considerato:

"un evento o condizione incerta che, qualora si verifichi, porterebbe con sé una serie di effetti positivi o negativi sugli obiettivi"¹.

In riferimento alla definizione riportata, l'accezione così ampia del concetto richiede alcune distinzioni riguardo ai suoi aspetti chiave.

Una prima doverosa precisazione riguarda l'uso dei termini "incertezza" ed "effetto sugli obiettivi", caratteristiche riferite, più propriamente, alle due dimensioni chiave del rischio - probabilità e impatto – e di cui è sempre opportuno operare analisi congiunte all'interno del percorso di valutazione e gestione, per poter considerare quest'ultimo come esaustivamente completato.

Il rischio comprende tutti gli eventi incerti, indipendentemente dalla natura positiva o negativa degli effetti che questi potrebbero produrre sugli obiettivi del progetto: la

¹ Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009, p.9

definizione, in particolare, si riferisce ai concetti di opportunità e minaccia che, come per probabilità e impatto, necessitano di una considerazione simultanea in sede di valutazione, ai fini di un coerente processo di Risk Management che possa tradursi, in ultimo, in una sinergia di analisi e nell'elaborazione di un coordinato piano di risposta. Inoltre, è opportuno distinguere chiaramente il rischio dalle sue caratteristiche correlate e spesso confuse – causa ed effetto. In particolare, le cause sono considerate circostanze esistenti che potrebbero verosimilmente dar luogo a un rischio, mentre gli effetti riguardano, più propriamente, eventi o condizioni future che influenzerebbero direttamente uno o più obiettivi di progetto, qualora si verifici il rischio ad esso associato, creando una sorta di catena causa-rischio-effetto.

Infine, la considerazione del rischio, in sede di analisi, deve avvenire su due livelli distinti:

- 1) individuale;
- 2) complessivo.

I rischi individuali sono eventi specifici che potrebbero influenzare il corretto sviluppo di una o più attività. Il rischio complessivo, invece, influisce, più in generale, sul grado di incertezza del progetto nel suo complesso. Una corretta comprensione dei rischi individuali influisce positivamente sulla determinazione dell'*effort* totale e delle risorse necessari ad aumentare le probabilità di successo delle operazioni di Risk Management, mentre la quantificazione del rischio complessivo è ottenuta dalla somma dei singoli rischi individuali e rappresenta sinteticamente il grado di esposizione degli stakeholders alle implicazioni derivanti dalle possibili variazioni negative dei risultati.

Per questo motivo, una coerente e congiunta strategia di gestione di rischio individuale e complessivo determina una maggior sicurezza all'interno dei processi di *decision-making*, nella gestione del programma preliminare e nel delicato momento di definizione del budget: è necessario, quindi, fissare una lista di obiettivi realistici, elaborati a partire da considerazioni attuali riguardo a costo e durata del progetto, sulla base dei quali stabilire i livelli di riserva per gli imprevisti, e concludendo, poi, con la verifica del grado di rischio complessivo, man mano che l'implementazione progettuale avanza.

I concetti appena presentati e le distinzioni sottolineate sono riassunti in Figura 3.1: il rischio, come evento incerto e perciò configurabile come minaccia o opportunità, possiede sempre una causa "scatenante" che, con un certo grado di probabilità, produce un effetto di un certo impatto a livello individuale - come manifestazione circoscritta – o complessivo, sugli obiettivi del progetto.

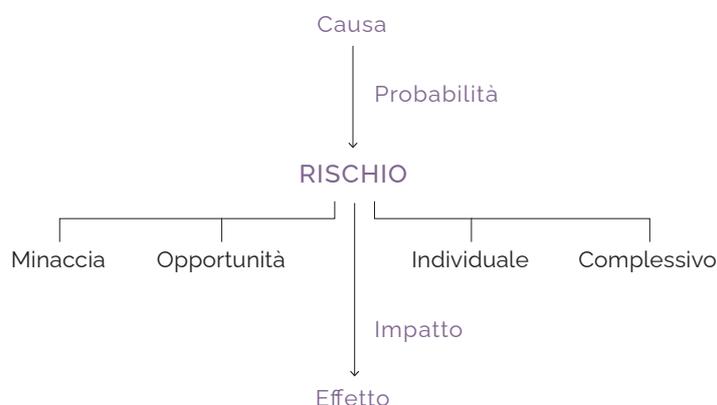


Figura 3.1. Le caratteristiche chiave del rischio.

Come suggerito dalla definizione del Project Management Institute², la gestione del rischio è un'attività da applicarsi lungo l'intero ciclo di vita del progetto che, se svolta correttamente ed entro le giuste tempistiche, ne aumenta significativamente il valore via via che questo progredisce e le informazioni disponibili sui suoi aspetti salienti diventano di più veloce reperibilità.

Nelle fasi preliminari del progetto, infatti, il livello di esposizione al rischio è considerato come massimo, mentre la quantità di informazioni di cui si è in possesso è, chiaramente, minima: tale situazione – considerata un vero e proprio paradosso dalla letteratura³ – permette, in realtà, di operare alcune efficaci considerazioni riguardo alle soluzioni alternative con cui affrontare strategicamente il progetto. In relazione alle differenti condizioni di rischio future ipotizzate, infatti, più le analisi di settore vengono approfondite già dalle fasi iniziali e più realistiche saranno le previsioni sui risultati attesi, producendo, così, in anticipo, un gamma di possibili scenari di risposta e gestione dell'incertezza.

Grazie alla loro natura estremamente scalabile, i processi di Risk Management possono essere implementati a diversi livelli e in relazione alla complessità degli obiettivi fissati: per queste ragioni, sono da considerarsi non come attività facoltativa, bensì come strumento essenziale per una gestione di successo del progetto, da includersi in ogni piano e documento di regolamentazione operativa. L'obiettivo principale è infatti la pianificazione e il controllo dell'incertezza nella sua intera articolazione temporale, dalla fase di ideazione al completamento formale dell'esecuzione: ogni passaggio operativo

2 Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

3 Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

deve necessariamente interfacciarsi con un differente e piuttosto elevato grado di rischio, per cui il trattamento della componente aleatoria ricopre certamente un ruolo di fondamentale importanza per la corretta riuscita degli intenti. Il periodico riesame e aggiornamento del grado di rischio rilevato rispetto al livello di sviluppo dei piani assicura, quindi, una buona flessibilità progettuale, che permette di effettuare eventuali modifiche, in accordo con le nuove categorie di rischio emerse, e sviluppare, di conseguenza, piani di risposta appropriati che ne verifichino le caratteristiche principali e la relativa influenza sui singoli obiettivi. Queste operazioni consentono, inoltre, un più immediato controllo degli avanzamenti, producendo previsioni sempre più precise sulla base di ciò che già si conosce e di quanto si sta attualmente gestendo.

L'approccio del Risk Management affronta il problema dell'incertezza identificando puntualmente i problemi al maggior grado di dettaglio e approfondimento raggiungibile, apportando le eventuali "correzioni" ai programmi e guidando, in questo modo, lo sviluppo delle sequenze di attività lungo le fasi del ciclo di vita del progetto. L'integrazione delle pratiche di Risk Management alle tradizionali attività gestionali inserisce, quindi, la prospettiva del rischio tra le numerosissime variabili da analizzare e controllare, consentendo l'elaborazione di previsioni più realistiche in relazione a date di completamento lavori e costo totale dell'opera, - due variabili cardine per le strategie di Project Management e in strettissima correlazione con le procedure di verifica finanziaria dell'investimento.



3.2

Processi di Risk Management: fasi operative e main deliverable

Il progetto è definito come un impegno unico e temporaneo, basato su ipotesi e vincoli di varia natura, e, per questo, assume, intrinsecamente, un livello di incertezza⁴.

Il Risk Management, come approccio di gestione dell'incertezza, si traduce concretamente nel tentativo di controllare l'elemento rischio attraverso l'impiego di alcune tecniche strutturate: si dispone, infatti, di un ampio corpus di strumenti e approcci mutuati da differenti discipline che permettono di comprendere e valutare l'impatto del rischio sul potenziale successo del progetto.

Affinché l'implementazione dell'approccio risulti pienamente efficace - e assicuri, cioè, il corretto raggiungimento degli obiettivi prefissati - è fondamentale che i processi operativi di gestione del rischio non vengano eseguiti come attività aggiuntive e opzionali, ma che vengano incluse tra le consuete procedure che regolamentano lo sviluppo progettuale, dalla sua ideazione preliminare all'esecuzione in cantiere.

In particolare, i risultati delle analisi condotte necessitano di una completa considerazione lungo l'intero ciclo di attività previste a programma, poiché le componenti di rischio possono impattare più o meno significativamente la corretta attuazione di alcuni momenti chiave dello sviluppo progettuale, quali:

- stima dei costi e della schedulazione;
- allocazione delle risorse;
- valutazione dell'impatto di eventuali modifiche in corso d'opera;
- pianificazione della strategia di avanzamento.

Di conseguenza, nessuno dei passaggi sopracitati può considerarsi esaustivamente eseguito senza disporre, anticipatamente, di una chiara visione del grado di rischio coinvolto (Figura 3.2): è possibile affermare, a questo proposito, che l'efficacia dei processi risulti di fatto esponenzialmente aumentata solo nel caso in cui si scelga di utilizzare in maniera strategica le informazioni pervenute a seguito delle valutazioni dell'elemento incerto - integrando, cioè, le attività di competenza del Risk Management alle procedure standard di programmazione - e di sfruttarne concretamente i risultati per aumentare l'efficacia globale dei processi di gestione impostati dal Project Construction Management.

⁴ Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quarta edizione, 2008



Figura 3.2. I passaggi di sviluppo progettuale impattati dal rischio.

Le fasi operative di Risk Management definite dal Project Management Institute seguono un approccio ben strutturato, volto alla completa comprensione, analisi e successiva mitigazione del rischio.

È essenziale, in primo luogo, definire con chiarezza e senza possibili ambiguità gli obiettivi generali in modo che, al contempo, si possano accostare ad alcune considerazioni preliminari sui diversi possibili livelli di rischio a cui il progetto sarà esposto: come ulteriore prerequisito fondamentale, inoltre, occorre fissare le soglie di rischio definibili come "accettabili" rispetto alle quali valutare successivamente i singoli rischi individuati in sede di analisi.

In particolare, tra gli elementi che occorre definire preliminarmente rientrano:

- obiettivi rispetto ai quali identificare i rischi;
- modalità di esecuzione degli strumenti di Risk Management;
- soglie di rischio, limiti di tolleranza e parametri di valutazione.

La fase di avvio, volta quindi a garantire una comprensione di insieme delle variabili in gioco e del possibile grado di influenza del rischio su queste ultime, apre formalmente il processo di Risk Management, coerentemente con l'impostazione consolidata delle attività di Project Management - si ricorda che i due approcci devono essere coerentemente inseriti in un iter unico, dallo sviluppo congiunto.

Conclusa questa prima fase, i risultati ottenuti devono essere documentati e comunicati tempestivamente a tutti gli stakeholders coinvolti nel progetto, per garantire comprensione e accettazione comune su ambito e obiettivi stabiliti. Una volta ottenuto l'accordo riguardo ai punti chiave, è possibile procedere con l'identificazione dei singoli rischi: a questo proposito, è disponibile un'ampia gamma di tecniche - da selezionare valutandone punti di forza, di debolezza e l'effettiva rispondenza alle esigenze specifiche del progetto - il cui impiego è volto alla produzione dei documenti tecnici che riconoscono formalmente i rischi attualmente conoscibili e ammettono la possibilità di revisioni e aggiornamento, qualora si attestino la presenza di ulteriori componenti incerte. A causa della natura emergente del rischio, infatti, il processo di gestione è necessariamente da considerarsi iterativo.

A identificazione avvenuta, è necessario valutare il grado di "importanza" dei singoli rischi, assegnando a ciascuno una specifica priorità, in modo da poter quantificare numericamente il livello di rischio complessivo e determinare, di conseguenza, le opportune strategie di risposta. Il processo di analisi prevede l'integrazione di tecniche di tipo qualitativo e quantitativo che, pur richiedendo, per natura, dati di input differenti, considerano una serie di caratteristiche comuni utili ai fini della valutazione, quali:

- probabilità di accadimento;
- gestibilità del rischio e relative tempistiche;
- impatto sugli obiettivi;
- relazioni con altri rischi;
- effetti combinati, di correlazione e interdipendenza.

A questo punto, è necessario sviluppare un piano di azioni correttive attraverso un processo in continuo aggiornamento che permetta di gestire il livello complessivo di esposizione al rischio appena quantificato: esistono, a questo proposito, alcune tipologie di strategie standard da selezionare in relazione alle caratteristiche degli specifici rischi valutati e ad ambito e obiettivi progettuali. Infine, occorre monitorare lo sviluppo delle azioni adottate attraverso momenti di revisione e aggiornamento periodico delle analisi, allo scopo di verificare l'efficacia delle strategie attuate, rivalutare lo stato dei rischi attualmente conoscibili e agevolare l'eventuale identificazione di rischi secondari sorti in corso d'opera - e, perciò, non ancora tracciati.

I passaggi precedentemente presentati formalizzano il processo consolidato di Project Risk Management, articolato in quattro fasi operative principali⁵:

- 1) Pianificazione;
- 2) Identificazione;
- 3) Gestione;
- 4) Monitoraggio e Controllo.

In generale, la fase di **Pianificazione** definisce con chiarezza le variabili caratteristiche del progetto e, a partire da esse, identifica gli obiettivi dei processi di Risk Management, integrandoli nel più ampio piano del Project Construction Management.

Successivamente, la fase di **Identificazione** - a sua volta strutturata in 5 sotto-fasi, di Identificazione di base, Identificazione di dettaglio, Controllo incrociato esterno, Controllo incrociato interno e Finalizzazione⁶ - intende descrivere puntualmente tutti

5 Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

6 Cfr. C.Piney, "Risk identification: combining the tools to deliver the goods", Project Management Institute, PMI Global Congress, The Hague, 2003

i rischi riconosciuti, analizzandone le caratteristiche chiave attraverso l'impiego di procedure di analisi di tipo qualitativo e quantitativo.

Procedendo con la fase di **Gestione**, è possibile determinare i set di risposte più appropriate e le singole strategie da attuare in relazione ai rischi individuati. L'ultima fase - **Monitoraggio** - implementa e aggiorna, sostanzialmente, le precedenti, prevedendo una revisione periodica dei documenti redatti e correggendone eventualmente i risultati, sulla base delle nuove informazioni acquisite (Figura 3.3).

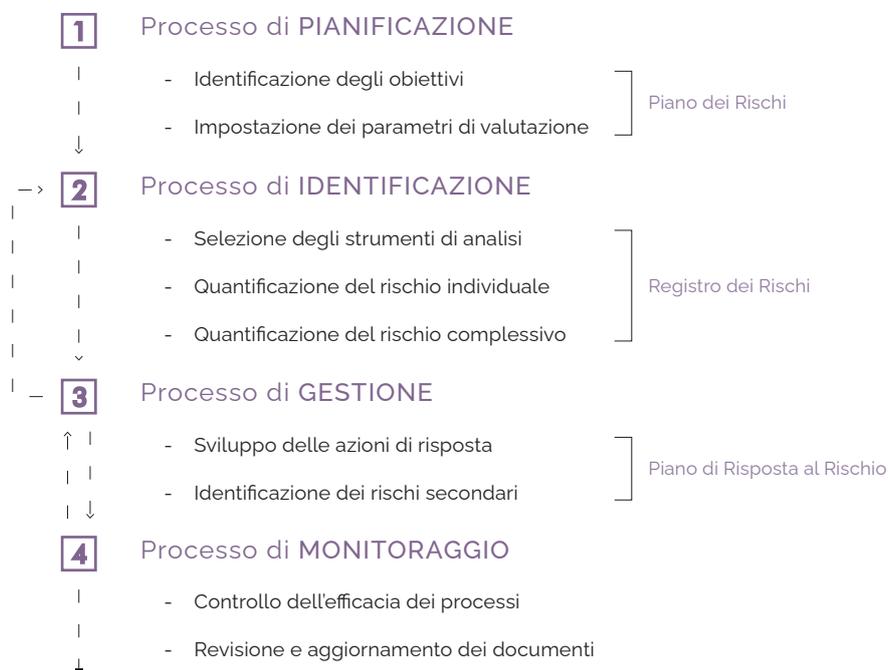


Figura 3.3. Impostazione del processo e fasi di Project Risk Management.



Pianificazione e Piano dei Rischi

Il momento riservato alla **Pianificazione** ha lo scopo di definire obiettivi e ambito dei processi di Risk Management in fase di avvio: è quindi necessario, come primo passaggio operativo, ipotizzare una stima del livello di esposizione al rischio del progetto, per costruire ad hoc un set di procedure solido ed efficiente, elaborato a partire dalle tecniche che si intende impiegare, dalla tipologia di organizzazione prescelta e dall'impostazione dei cicli di revisione e aggiornamento.

È quindi necessario che le catene di attività di Project Construction Management pianificate vengano incluse nelle strategie di gestione prescelte lungo ogni fase operativa strutturata, contribuendo, in questo modo, a integrare definitivamente le pratiche di Risk Management con i protocolli di esecuzione tradizionali.

Di conseguenza, occorre inserire fin da subito gli obiettivi di costo, tempo e qualità definiti – e considerati al livello di dettaglio più appropriato – in un modello di valutazione che permetta di registrare e conservare tutte le informazioni utili per il tracciamento dei progressi delle fasi successive⁷. Per queste ragioni, è consigliabile che l'avvio formale della Pianificazione del Risk Management coincida con le primissime operazioni di concezione generale del progetto, in modo che i due percorsi possano progredire parallelamente: da questo momento in avanti, infatti, è necessario che i due cicli di vita strutturati non si sviluppino come procedure indipendenti, ma che, al contrario, si intreccino in modo iterativo, così che la singola attività di un processo disponga di una propria corrispondente all'interno dell'altro.

Una Pianificazione efficace necessita di una solida base dati di partenza rispetto alla quale riferire le considerazioni preliminari sul rischio: occorre quindi fissare – con l'accordo di tutti gli *stakeholders* coinvolti - le soglie di "tolleranza" del rischio a partire dagli obiettivi di schedulazione, budget e qualità dell'opera da realizzare, definendo, così, la complessità e il grado di approfondimento dei procedimenti richiesti per identificare tempestivamente le problematiche insorte e selezionare gli approcci di gestione ritenuti più idonei⁸.

È necessario quindi tradurre i livelli di tolleranza concordati in apposite scale di valutazione che, a partire dalla quantificazione di probabilità di accadimento e impatto associati ad ogni rischio, permettano di procedere con le operazioni di analisi puntuali, di

7 Cfr. P.Burek, "Collaborative Tools and Techniques to build the Project Risk Plan", Project Management Institute, PMI Global Congress, Atlanta, 2007

8 Cfr. D.Hillson, "Managing Risk in Projects", Routledge, Abingdon, 2016

competenza della successiva fase di Identificazione. L'ultimo fondamentale passaggio di Pianificazione richiede, infatti, la definizione di un elenco accurato delle potenziali fonti di rischio ipotizzate a cui il progetto potrebbe verosimilmente essere esposto, gerarchizzandole all'interno di alcune liste e metodologie di rappresentazione grafica che permettano di strutturare le procedure di valutazione seguenti. Tutte le informazioni sino a questo punto raccolte devono quindi essere inserite nel Piano dei Rischi, *main deliverable* redatto come documento di riepilogo della Pianificazione, sulla base del quale riferire il confronto dei progressi lungo tutto lo svolgimento delle operazioni di Risk Management.

Il **Piano dei Rischi** deve contenere ogni descrizione dei processi programmati e relativa modalità di implementazione: la sua elaborazione consente infatti uno svolgimento più efficace dei singoli step operativi, coordinati da un preciso piano di assegnazione di responsabilità, selezione di tecniche e modelli di calcolo, impostazione del calendario e stanziamento del budget per le diverse sequenze di attività strutturate, allo scopo ultimo di massimizzare i benefici di natura tecnica ed economica delle operazioni.

In accordo con gli obiettivi di gestione generale concordati, occorre che il Piano riporti la definizione di un preciso cronoprogramma delle procedure di analisi e successiva verifica, controllo e monitoraggio, calendarizzando, sostanzialmente, le attività di competenza del Risk Management all'interno del più ampio processo di sviluppo progettuale: a questo proposito, occorre quindi predisporre una sezione apposita del documento, che riporti con estrema precisione l'elenco delle metodologie selezionate come più idonee a garantire un sufficiente grado di attendibilità dei risultati. In particolare, le specifiche riguardo ai singoli strumenti operativi devono includere i parametri di valutazione concordati e le base dati precedentemente elaborate, nonché le liste di controllo dei potenziali rischi identificati e gerarchizzati per impatto, probabilità di accadimento e caratteristiche peculiari.

Un'ulteriore informazione fondamentale riguarda i criteri di misurazione dell'efficienza delle strategie da applicare, da convertire opportunamente in forma di parametri numerici o in criteri di valutazione qualitativa, quali, ad esempio, l'accettazione da parte degli stakeholders, l'allineamento con i vincoli del progetto, l'equilibrio tra costi sostenuti e benefici ottenuti, e, in ultimo, la completezza rispetto alle esigenze del Risk Management⁹.

9 Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

Dipendentemente dalle dimensioni e dal grado di complessità del progetto in esame, esiste una serie di elementi ricorrenti da inserire nel Piano dei Rischi, per poter considerare quest'ultimo come esaustivamente redatto, quali:

- 1) introduzione e descrizione del progetto;
- 2) obiettivi e analisi degli stakeholder coinvolti;
- 3) ambito e obiettivi di Project Risk Management;
- 4) definizione dei ruoli, calendario e budget per le attività di gestione del rischio;
- 5) limiti di tolleranza e categorie di rischio;
- 6) quantificazione preliminare degli impatti;
- 7) strutturazione del database dei rischi individuati;
- 8) metodologie di analisi prescelte;
- 9) piano delle comunicazioni.



Identificazione e Registro dei Rischi

Conclusa la fase di Pianificazione, è possibile procedere con l'**Identificazione** formale dei rischi precedentemente ipotizzati, da sottoporre a una valutazione qualitativa e quantitativa, per poi elaborare un piano di risposta che, sulla base di quanto emerso, ne permetta la corretta gestione.

Durante i primi momenti di pianificazione, infatti, non è certamente possibile definire puntualmente ogni fattore di rischio e relative caratteristiche salienti, poiché il livello di approfondimento delle informazioni disponibili risulta ancora piuttosto basso: con l'avanzamento dello sviluppo progettuale, invece, la qualità dei dati reperibili aumenta sensibilmente e, di conseguenza, permette di condurre analisi più dettagliate che producano stime sempre più attendibili, secondo un processo iterativo da ripetere periodicamente allo scopo di rintracciare eventuali nuovi rischi – o rischi secondari – emersi nel tempo. Per massimizzare l'efficacia di questa fase operativa, occorre che il team di analisti si concentri esclusivamente sull'identificazione di quei rischi che siano risultati inequivocabilmente allineati con gli obiettivi della specifica fase del ciclo di vita in via di sviluppo, per poter utilizzare i *deliverable* già creati per il progetto e sfruttare le informazioni in essi contenute in termini di vincoli, ipotesi e fattori critici da controllare. A questo proposito, la letteratura¹⁰ suggerisce una serie di strategie che, se opportunamente affiancate, permettono di ottimizzare le prestazioni del processo, aumentando, di conseguenza, la probabilità di identificare correttamente un numero di rischi sufficiente per uno sviluppo progettuale più fluido, quali:

- identificazione precoce dei rischi;
- identificazione esplicita delle opportunità;
- applicazione iterativa e combinata delle procedure;
- adattamento al livello di dettaglio comune;
- conservazione dell'oggettività delle indagini.

A partire, quindi, dalla lista di rischi preliminarmente schedati contenuta nel Piano dei Rischi, è possibile procedere categorizzando gli elementi in base alle aree di maggior impatto per individuare, ove presenti, le fonti comuni di incertezza e supportare, in questo modo, l'elaborazione delle ipotesi riguardo agli approcci di gestione più idonei. Gli strumenti operativi a supporto di questi passaggi sono molteplici: ogni categoria di tecniche, in particolare, presenta peculiari punti di forza e differenti dati di input

¹⁰ Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

necessari alla creazione del modello di calcolo e, per questo motivo, è certamente poco realistico presumere che la selezione di una sola metodologia possa “risolvere” il problema dell’analisi di ogni rischio identificato. Di conseguenza, è opportuno predisporre una combinazione di tecniche che permettano di massimizzare, quanto più possibile, la precisione dei risultati delle operazioni di valutazione: affiancando e comparando quanto emerso da più analisi e considerando, cioè, la situazione da più prospettive, è possibile, da un lato, ridurre sensibilmente la probabilità di tralasciare alcuni rischi ad alta priorità e, dall’altro, migliorare la qualità e l’efficienza globale delle operazioni di Risk Management.

La valutazione del rischio può avvenire attraverso l’impiego di strumenti di tipo qualitativo o quantitativo: in particolare, la prima categoria è considerata preferibile per ottenere una prima stima e classificazione degli impatti dei rischi individuali sugli obiettivi progettuali, mentre la seconda viene tipicamente orientata alla conduzione di uno studio del livello di rischio globale agente sul progetto.

L’**analisi qualitativa** del rischio permette di considerare le sue probabilità di accadimento e le relative conseguenze, allo scopo di elaborare una programmazione opportunamente strutturata delle strategie di risposta. A livello operativo, occorre compiere una classificazione del rischio in base alle sue fonti: qualora fosse possibile riscontrare cause comuni o “principali”, è necessario procedere con l’individuazione tempestiva delle aree di maggior esposizione al rischio – tipicamente si tratta di budget e data di completamento lavori – e, successivamente, con la selezione di un’unica risposta opportunamente direzionata verso gli specifici ambiti interessati.

La precedente fase operativa di Pianificazione ha prodotto, come principale output, il Piano dei Rischi, contenente, in particolare, le liste di controllo che, a partire dalle caratteristiche dei rischi ipotizzati, ha permesso di stilare una prima gerarchizzazione, assegnando dei gradi di priorità – o di “urgenza” – alle singole componenti individuate. A questo punto del processo, e con l’aumento della quantità di dati disponibili, è possibile formulare ulteriori considerazioni che identifichino con chiarezza e in modo definitivo, all’interno dell’elenco precedentemente redatto, le “peggiori minacce” e le “migliori opportunità”. Ai fini di una gerarchizzazione più completa, occorre quindi considerare - accanto alle due dimensioni chiave del rischio, probabilità e impatto – altre caratteristiche fondamentali: gestibilità, prossimità e urgenza.

L’analisi qualitativa non punta, quindi, alla quantificazione numerica del grado di rischio agente sugli obiettivi di progetto, ma fornisce, attraverso la considerazione

delle possibili interrelazioni tra i rischi, una visione più chiara riguardo alle condizioni di attivazione delle azioni di risposta – da elaborare successivamente – e ammette, inoltre, la possibilità di impostare un controllo simultaneo di più categorie di rischio, avendo verificato la presenza di eventuali fonti comuni. A questo proposito, occorre riservare particolare attenzione alle “famiglie” di rischi individuati che potrebbero verosimilmente presentarsi in modo simultaneo: l'integrazione dei risultati qualitativi con la struttura di ripartizione dei lavori – la Work Breakdown Structure redatta in fase di Programmazione del Project Management – evidenzia immediatamente quali aree del progetto si dimostrino più sensibili al livello di esposizione al rischio, permettendo, così, la comprensione di un quadro certamente più realistico riguardo alle modalità di mitigazione del rischio da implementare durante la successiva fase di Gestione.

L'**analisi quantitativa** del rischio rappresenta uno step di ulteriore approfondimento, poiché fornisce una stima numerica dell'effetto combinato dei rischi individuali sugli obiettivi finali, che verrà utilizzata, in seguito, per assegnare opportunamente le riserve per gli imprevisti – in termini di tempi e costi – e valutare le probabilità di successo del progetto. Il fulcro dell'analisi, in questo caso, è rappresentato dal rischio complessivo, misurato attraverso l'applicazione di metodologie in grado di analizzare le interazioni tra i rischi individuali e di “sommare” tra loro, per ottenere una valutazione sufficientemente accurata del grado di esposizione al rischio del progetto.

Per applicare coerentemente questa tipologia di indagine, la letteratura di settore¹¹ suggerisce l'implementazione di alcuni passaggi consolidati:

- 1) rappresentazione completa e accurata degli obiettivi di progetto;
- 2) identificazione dei rischi puntuali agenti sui singoli elementi;
- 3) selezione dei metodi di analisi più coerenti;
- 4) adattamento dei risultati al livello di dettaglio più idoneo.

In riferimento agli strumenti operativi, occorre quindi predisporre una rosa di metodologie e modelli – già preventivamente ipotizzata all'interno del Piano dei Rischi – che, incorporando il maggior numero di rischi possibili e seguendo un approccio di tipo probabilistico o simulativo, ne possano quantificare al maggior grado di dettaglio possibile l'impatto sugli obiettivi di progetto. A questo proposito, occorre specificare che la sostanziale differenza con la precedente analisi qualitativa risiede nella modalità di reperibilità dei dati di input: in caso di metodologie quantitative, infatti, questi non sono direttamente desunti – in modalità deterministica – dai modelli di gestione tradizionali, come schedulazione e budget, ma vengono invece tipicamente rappresentati attraverso

¹¹ Cfr. Project Management Institute, “Practice Standard for Project Risk Management”, Newtown Square, Project Management Institute, 2009

l'impiego di distribuzioni di probabilità o valore atteso – i due concetti matematici che meglio fanno riferimento alla variabilità del rischio (Figura 3.4).

Il corretto svolgimento delle operazioni di analisi e dei successivi step di revisione e aggiornamento dei risultati ottenuti permette di elaborare eventuali modifiche da apportare ai piani di gestione del progetto, qualora si attesti un grado di rischio complessivo al di sopra dei limiti di tolleranza concordati, valutato, cioè, come eccedenza sui costi totali e ritardo sui tempi: i cambiamenti suggeriti, quindi, si configurano come "aggiustamenti" ai programmi relativi a uno specifico ambito, per cui, una volta approvate e documentate le eventuali variazioni, occorrerà ripetere il processo di analisi, così da verificarne l'effettiva convenienza.

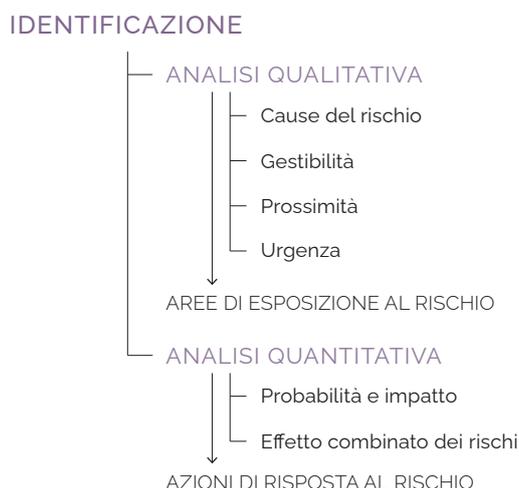


Figura 3.4. Identificazione del rischio: analisi qualitativa e quantitativa.

A conclusione della fase di Identificazione, il pacchetto di informazioni reperite deve essere tempestivamente archiviato all'interno del **Registro dei Rischi**, il quale, accanto al Piano dei Rischi precedentemente redatto, fungerà da documento di riepilogo e di supporto allo svolgimento dei passaggi operativi successivi, allo scopo di migliorare l'efficienza globale dei piani di gestione¹².

Come *main deliverable* di questa fase, il Registro dei Rischi rappresenta una solida base metodologica di riferimento, in grado di fornire descrizioni strutturate dei fattori di rischio, dei suoi stakeholders "responsabili" e delle relative condizioni di attivazione delle azioni di risposta: prevedendo, anche in questo caso, un ciclo di aggiornamenti periodici

¹² Cfr. D.Hillson, "Managing Risk in Projects", Routledge, Abingdon, 2016

in base a quanto emerso nelle successive fasi di Gestione e Monitoraggio, permette, inoltre, l'acquisizione di nuove informazioni di qualità che agevolino l'esecuzione di nuove azioni correttive e analisi più approfondite, ove necessario¹³.

Pertanto, le principali informazioni da inserire in sede di redazione del Registro riguardano, tipicamente:

- identificazione e descrizione del rischio individuale;
- categorizzazione dei rischi;
- indicazioni delle sequenze di attività "sensibili" al rischio;
- cause comuni, probabilità di accadimento e impatto relativo;
- risultati qualitativi o quantitativi delle analisi.
- ipotesi di risposta al rischio;
- responsabile del rischio.

¹³ Cfr. P.Burek, "Collaborative Tools and Techniques to build the Project Risk Plan", Project Management Institute, PMI Global Congress, Atlanta, 2007



Gestione e Risposta al Rischio

Una volta avviata formalmente l'esecuzione del progetto, la fase di **Gestione** ha lo scopo di selezionare set di azioni di risposta ai rischi efficaci ed appropriati, da elaborare sulla base di quanto indicato dai risultati delle precedenti operazioni di analisi e valutazione - contenuti, insieme a obiettivi e vincoli, nel Piano e nel Registro dei Rischi.

Il processo è volto quindi all'elaborazione di un insieme di azioni correttive in grado di aumentare le probabilità di successo del progetto: a questo proposito, occorre selezionare dettagliatamente le opzioni di gestione che possano concretamente ridurre le minacce gravanti sul progetto, definendo, quindi, le opportune strategie di controllo del rischio a disposizione - la cui efficacia sarà misurata in relazione all'effettiva diminuzione del livello di esposizione al rischio del progetto.

Concluso il momento dedicato all'identificazione dei rischi, lo sviluppo dei protocolli di gestione consente di affrontare puntualmente ogni fattore individuato nel Registro per poi mitigare la minaccia che questo rappresenta sugli obiettivi del progetto o, in alternativa, per sfruttare l'opportunità da esso offerta¹⁴. Con l'avanzamento delle fasi operative e il conseguente aumento della quantità di informazioni disponibili, la necessità di una definizione tempestiva delle azioni di risposta si fa più urgente, a causa della mutevole natura delle componenti di rischio coinvolte: è possibile, infatti, che, con il tempo, queste subiscano delle modifiche, per cui è indispensabile intervenire in anticipo in caso di situazioni considerate particolarmente critiche.

Occorre sottolineare, tuttavia, come alcune azioni correttive, per quanto efficaci, non siano comunque in grado di eliminare completamente il rischio ad esse associato, mentre altre, al contrario, possano provocare la comparsa di nuove minacce sugli obiettivi: questi "effetti collaterali" non previsti rappresentano di fatto delle ulteriori condizioni di incertezza - denominate più propriamente rischi secondari - da affrontare procedendo, quindi, a ritroso con il processo di Identificazione.

Non è mai possibile eliminare completamente i fattori di rischio agenti sugli obiettivi di progetto, ma è certamente possibile implementare un processo di gestione in modalità proattiva che punti alla mitigazione di ogni minaccia individuata¹⁵.

A questo proposito, esistono quattro fondamentali modalità di risposta al rischio

¹⁴ Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

¹⁵ Cfr. P.Burek, "Collaborative Tools and Techniques to build the Project Risk Plan", Project Management Institute, PMI Global Congress, Atlanta, 2007

individuale (Figura 3.5):

- 1) evitare una minaccia o sfruttare un'opportunità;
- 2) trasferire una minaccia o condividere un'opportunità;
- 3) mitigare una minaccia o migliorare un'opportunità;
- 4) accettare una minaccia o un'opportunità.

La prima strategia prevede l'adozione di un set di azioni che, affrontando direttamente la minaccia o l'opportunità, garantiscano la quasi totale eliminazione del rischio e dei suoi effetti sul progetto, o, in alternativa, la produzione concreta di un vantaggio sugli obiettivi. La seconda modalità, al contrario, dispone il trasferimento dei fattori incerti a una parte terza, a cui spetterà formalmente il compito di gestione. Il terzo approccio è considerato come il più ampiamente applicabile, poiché identifica puntualmente le azioni in grado di ridurre sensibilmente probabilità di accadimento e conseguente impatto di una minaccia o di aumentare le opportunità. L'ultima strategia, infine, deve essere applicata solo nel caso in cui si sia verificata l'effettiva impossibilità di attuare le tre precedenti: l'accettazione, infatti, non implica la programmazione di alcuna azione concreta, a meno che il rischio si verifichi effettivamente.



Figura 3.5. Le strategie di risposta al rischio individuale.

Per quanto riguarda il trattamento del rischio complessivo, infine, le quattro strategie di cui sopra possono essere a loro volta declinate come segue (Figura 3.6):

- 1) annullamento del progetto, se il livello di rischio è considerato inaccettabile;
- 2) selezione di una struttura di gestione in cui cliente e azienda condividano il rischio;
- 3) ri-pianificazione del progetto o modifica di alcuni ambiti;
- 4) accettazione del rischio.

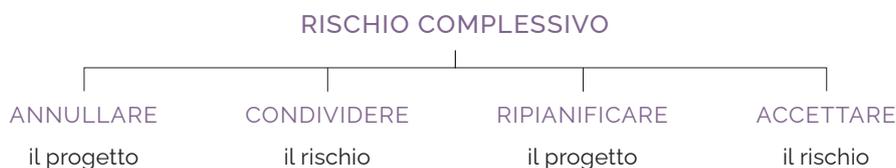


Figura 3.5. Le strategie di risposta al rischio complessivo.

Per elaborare correttamente i set di azioni più idonee, è fondamentale riconsiderare le caratteristiche dei rischi precedentemente impiegate nel processo di assegnazione delle priorità – probabilità di accadimento, impatto, gestibilità, prossimità e urgenza. Attuando questo controllo incrociato, il livello di risposta potrà corrispondere precisamente al livello di “importanza” attribuito al rischio: per ottenere l’approvazione a procedere, quindi, ogni singola azione correttiva dovrà essere corredata da una serie di specifiche - riguardo, ad esempio, alle condizioni di attivazione – e inserita formalmente nei documenti di gestione, per valutarne, successivamente, l’efficacia e formularne, eventualmente, di nuove.

È indispensabile, a questo punto, integrare le risposte selezionate alle catene di attività programmate per l’esecuzione, così da garantirne lo svolgimento come parte dell’ordinario sviluppo progettuale. L’adattamento delle azioni correttive al modello di gestione del progetto permette, da un lato, l’aggiornamento delle stime di risorse, costi e tempi ad esse associati e, dall’altro, la revisione della programmazione delle attività e delle implicazioni di natura economica: per queste ragioni, le procedure di gestione del rischio devono necessariamente essere intese come veri e propri task del progetto e, per questo, è consigliabile inserirle - ove ritenuto più opportuno - all’interno delle sequenze di azioni già pianificate, combinando provvedimenti che mitighino le minacce e altri che favoriscano la creazione di nuove opportunità in un unico piano integrato di esecuzione¹⁶.

A seguito dell’implementazione delle strategie di gestione concordate, tradotte operativamente in azioni concrete da aggiungere alle sequenze preesistenti, occorre trasferire le informazioni reperite alla successiva fase di Monitoraggio, seguendo un approccio iterativo da ripetersi fino a quando ogni rischio individuale potrà considerarsi accettabile – e, di conseguenza, il livello di rischio complessivo rientrerà nei limiti di tolleranza concordati in fase preliminare. I progressi compiuti devono quindi essere

¹⁶ Cfr. P.Rossi, “How to link the qualitative and the quantitative risk assessment”, Project Management Institute, PMI Global Congress, Budapest, 2007

inseriti aggiornando il Registro dei Rischi con l'aggiunta di una apposita sezione, il Piano di **Risposta al Rischio**, le cui informazioni più rilevanti riguardano:

- lista dei rischi trattati;
- strategie di controllo concordate;
- budget e schedulazione delle risposte;
- livello di rischio residuo atteso;
- piani di emergenza.



Monitoraggio e Controllo

Con l'avvio dell'ultima fase di **Monitoraggio**, è chiaro che la reale efficacia del Risk Management dipende strettamente, a questo punto, dalla modalità con cui vengono portati a termine i programmi precedentemente concordati: seguendo l'avanzamento delle ultime tappe dell'esecuzione, occorre quindi predisporre dei momenti di revisione e di controllo delle performance progettuali, aggiornando la documentazione tecnica e dei Piani di gestione del rischio per stabilire in quale misura le attività si stiano effettivamente rivelando funzionali.

Pertanto, le principali operazioni di Monitoraggio sono volte al trattamento dei rischi già identificati, al controllo di quelli residui e all'individuazione di eventuali nuovi fattori di incertezza non ancora analizzati, al fine di ottenere, alla chiusura del progetto, l'effettiva riduzione dell'esposizione al rischio. Una volta completata l'elaborazione delle strategie di risposta al rischio più adeguate, è possibile procedere implementando concretamente quanto inserito nel Piano di Risposta al Rischio, garantendo, così, la corretta esecuzione delle azioni concordate all'interno del quadro esecutivo del progetto in corso: le informazioni acquisite con l'avanzamento del cantiere devono quindi essere sfruttate come meccanismi di misurazione dell'efficienza dei provvedimenti implementati, al fine di evidenziarne eventuali carenze ed elaborarne di aggiuntive, ove necessario.

Spesso accade, a seguito della messa in pratica di alcune azioni correttive o, in alternativa, di modifiche in corso d'opera, che emergano nuovi rischi non ancora individuati che necessitano di un tempestivo controllo, per non compromettere definitivamente i risultati del progetto: per questa ragione, è necessario prevedere un secondo momento di valutazione e analisi del rischio – concretizzato nella ripetizione delle operazioni di competenza della fase di Identificazione – e una revisione della programmazione, "aggiustando" quest'ultima rispetto alle nuove informazioni emerse e alle possibili implicazioni prodotte dai nuovi rischi sul processo di gestione globale del progetto. Un'altra operazione fondamentale, in fase di Monitoraggio, è il controllo dell'avanzamento dei lavori poiché, nel caso si attestino scostamenti troppo elevati rispetto a quanto calendarizzato e fissato a budget, lo status "critico" della situazione rilevata potrebbe rappresentare un rischio per il corretto conseguimento degli obiettivi finali. Per questo, in accordo con le tecniche di Project Management e di riprogrammazione economico-finanziaria, occorre prevedere la verifica approfondita delle strategie di correzione degli scostamenti ritenute più appropriate.

Con la chiusura del progetto, infine, occorre condurre un'ultima indagine sulla qualità dei processi eseguiti, considerando tutte le possibili migliorie attuabili in modo che i programmi futuri possano beneficiare delle *lesson-learned* e, sulla base di queste, assicurare risultati sempre più attendibili. Anche in questo caso, i risultati emersi sulle prestazioni di quanto implementato devono essere registrati nei documenti di regolamentazione del Risk Management. Tipicamente, gli aspetti di cui è bene tenere traccia sono:

- livelli di risorse adeguati;
- tempistiche per lo svolgimento delle analisi;
- impiego di specifiche categorie di strumenti ed esiti prodotti;
- livello di dettaglio più coerente.

Occorre, in ultimo, riportare nei documenti la corretta procedura di chiusura di ogni fonte di rischio, specificando dettagliatamente, cioè, quali eventi non si siano verificati, quali abbiano richiesto l'attuazione di un piano di emergenza e quali si siano presentati con gli impatti previsti sugli obiettivi progettuali: procedendo in questo modo, infatti, è possibile rendere il Registro dei Rischi una sorta di raccolta di linee guida per implementare le strategie aziendali future¹⁷.

Le ultime informazioni da archiviare sui provvedimenti riguardano, quindi:

- frequenza di riscontro del rischio;
- impatto del rischio ed efficacia del suo rilevamento;
- efficacia delle azioni correttive e di mitigazione.

¹⁷ Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009



3.3

Quadro degli strumenti e sistematizzazione nel ciclo di vita

Nel contesto odierno, la variabilità dei dati sulle prestazioni di costo, tempo e qualità del progetto ricopre un ruolo di cruciale importanza nei processi di gestione, trasformando, così, il tema del rischio in una delle questioni centrali da affrontare accanto ai processi di management tradizionali. In aggiunta a ciò, il crescente livello di complessità della progettazione e l'aumento della portata degli interventi – insieme, di conseguenza, alla quantità di risorse richieste e al numero di stakeholders coinvolti – rendono certamente sempre più urgente la valutazione e il successivo controllo dell'incertezza. Il Risk Management dispone di un'ampia gamma di strumenti e tecniche di pianificazione, gestione e controllo della componente rischiosa mutuati da differenti discipline, che accompagnano le previsioni lungo le differenti fasi operative, al fine di ottenere risultati quanto più possibile corretti: occorre, a questo proposito, disporre quindi di una sistematizzazione chiara ed efficace dei processi coinvolti a supporto delle attività di gestione.

Le operazioni di identificazione, valutazione delle fonti di rischio e successivo controllo devono necessariamente partire da una base di conoscenze eterogenee e dal carattere multidisciplinare, per cui la letteratura dispone di differenti metodologie e strumenti operativi. Definire una chiara gerarchia di tecniche è certamente il primo passaggio da applicare per riconoscere chiaramente l'ambito in cui si opera e consentire un utilizzo più appropriato delle strategie di gestione disponibili. Inoltre, un'accurata selezione degli strumenti impiegati per ogni step del processo permette il massimo sfruttamento delle effettive potenzialità delle analisi e, di conseguenza, l'accrescimento della conoscenza necessaria a una direzione sempre più efficace delle informazioni reperite.

Si propone una prima sistematizzazione degli strumenti di più comune utilizzo segnalati dalla letteratura¹⁹, classificandoli, in questo primo momento, secondo il proprio ambito o disciplina di riferimento (Figura 3.7).

18 Cfr. P.Burek, "Collaborative Tools and Techniques to build the Project Risk Plan", Project Management Institute, PMI Global Congress, Atlanta, 2007

19 Cfr. S.Grimaldi, C.Rafaele, A.C.Cagliano, "A framework to select techniques supporting Project Risk Management", in N.Banaitiene, "Risk Management: current issues and challenges", pp. 67-96, InTech, 2012

Si distinguono, quindi:

- strumenti di Estimo per le valutazioni economiche;
- strumenti di Project Management;
- strumenti a supporto dei processi di *decision-making*;
- tecniche di indagine iterativa;
- tecniche manageriali;
- strumenti di pianificazione strategica.

1. Analisi di Sensitività	Estimo e Valutazioni Economiche
2. Analisi degli Scenari	
3. Probability Analysis	
4. Risk Breakdown Structure	Project Management
5. Earned Value Method	
6. Matrici probabilità-impatto	
7. Risk Breakdown Matrix	
8. Alberi decisionali	Supporto al processo decisionale
9. Brainstorming	
10. Check-list	
11. Diagrammi di influenza	
12. Analisi di Pareto	
13. Metodo Delphi	Tecniche di indagine iterativa
14. Diagrammi causa-effetto	Tecniche manageriali
15. Analisi SWOT	Pianificazione strategica

Figura 3.7. Sistematizzazione degli strumenti per il Risk Management in base all'ambito di riferimento.

Si riporta, di seguito, una sintesi degli aspetti chiave di ogni strumento segnalato.

1. **L'Analisi di Sensitività** è uno strumento di analisi di tipo quantitativo, impiegato per determinare in quale misura il rischio incida sugli obiettivi economici del progetto. Come strumento di valutazione dell'incertezza²⁰, permette di quantificarne la propagazione all'interno delle voci di output del modello di calcolo selezionato, determinando, a partire dall'elaborazione di ipotesi di scenario alternative, l'impatto dei singoli fattori di rischio. Dal punto di vista operativo, consente quindi di verificare come gli indicatori di redditività del Discounted Cash Flow – Valore Attuale Netto e Tasso Interno di Rendimento – si modifichino al variare dei dati di ingresso, definendo puntualmente il grado di influenza dei rischi selezionati per l'analisi: una volta individuato il set di input più critici, ai quali, cioè, il progetto si dimostra più "sensibile", occorre predisporre le opportune strategie di mitigazione e controllo, per far sì che la buona riuscita del progetto non venga compromessa. Più in dettaglio, è necessario, quindi, selezionare le voci di ingresso rappresentative dei fattori di rischio individuati, assegnare loro degli specifici valori – o delle distribuzioni di probabilità, nel caso in cui si scegliesse di condurre un'analisi di tipo probabilistico – e poi, facendone variare solo uno di essi e ripetendo più volte il processo, osservare come il valore delle voci di VAN e TIR si modifichi per ogni ipotesi alternativa. Concluse queste operazioni, è possibile tradurre i risultati dell'analisi in forma grafica, costruendo uno *spider-graph* che consente di riconoscere immediatamente il grado di "sensibilità" del progetto alle variabili di input selezionate, suggerendo, di conseguenza, una sorta di ordine di priorità per le successive operazioni di controllo²¹.
2. Tipicamente utilizzata in associazione all'Analisi di Sensitività, **l'Analisi degli Scenari** è uno strumento di tipo quantitativo che permette di identificare, a partire dalla formulazione di ipotesi di scenario di rischio alternativi, quali di questi producano un effetto più impattante sugli obiettivi economici del progetto²². Dal punto di vista operativo, occorre quindi analizzare singolarmente tutti i possibili esiti alternativi dello scenario considerato, in termini di impatto sugli indicatori di redditività, per poter tenere conto della variabilità del rischio associata ad ogni scenario e predisporre, eventualmente, ulteriori step di approfondimento²³.

20 Cfr. E.E.Leamer, "Sensitivity Analyses Would Help" in "The American Economic Review", volume 75, n. 3, 1985, pp. 308-313

21 Cfr. D.G.Cacuci, "Sensitivity and Uncertainty Analysis: Theory - Volume 1", Chapman & Hall, 2003

22 Cfr. H.Kahn, I.Mann, "Techniques of Systems Analysis", RAND Corporation, 1957

23 Cfr. G.Wright, P.Goodwin, "Decision analysis under low levels of predictability: enhancing the scenario method". in "International Journal of Forecasting", n. 25, 2009, pp. 813-825

3. La **Probability Analysis**, come strumento di tipo probabilistico-simulativo, rappresenta un superamento delle tecniche di analisi precedentemente presentate, poiché, attribuendo una distribuzione di probabilità specifica ad ogni fattore di rischio agente sul progetto, permette una considerazione più profonda e completa degli effetti combinati dei rischi sui risultati forniti dal modello di valutazione economico-finanziaria del progetto. Un fondamentale passaggio operativo è rappresentato, infatti, dalla procedura di campionamento, o *sampling*, tipicamente affidato alla Simulazione Monte Carlo: a partire dalla stima del range di tutti i possibili valori assumibili dagli input associati ai rischi, è possibile procedere assegnando loro una specifica distribuzione di probabilità²⁴. Selezionando, poi, un solo valore per ciascuna variabile e avviando la simulazione del modello di calcolo, i risultati dell'analisi sono ottenuti considerando la combinazione simultanea di ogni rischio inserito, sotto forma di distribuzione di probabilità dei dati di output – tipicamente, anche in questo caso, si tratta degli indicatori di redditività del Discounted Cash Flow²⁵.

4. La **Risk Breakdown Structure** è un *framework* gerarchico di competenza dell'approccio del Project Management definito come un metodo di raggruppamento delle fonti dei rischi, che organizza e determina l'esposizione totale al rischio del progetto, utilizzato per strutturare il processo di gestione dell'incertezza e organizzare la grande quantità di dati resi disponibili a seguito delle operazioni di analisi, favorendone la comprensione e l'interpretazione²⁶ (Figura 3.8). Seguendo il medesimo concetto elaborato per la Work Breakdown Structure, la Risk Breakdown Structure scompone il rischio in livelli di dettaglio crescenti, offrendosi, così, a supporto delle attività di reporting e di successiva gestione e risposta.

24 Cfr. R.Y.Rubinstein, "Simulation and the Monte Carlo Method", John Wiley & Sons, New York, 1981

25 Cfr. R.Curto, E.Fregonara, "Il controllo del rischio e dell'incertezza negli investimenti immobiliari: la Probability Analysis", in "Genio rurale", 1997

26 Cfr. D.Hillson, "The Risk Breakdown Structure (RBS) as an Aid to Effective Risk Management", PMI European Conference, Cannes, 2002



Figura 3.8. Esempio semplificato di Risk Breakdown Structure.
 Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009, p. 83

5. **L'Earned Value Method** è una tecnica di valutazione integrata di Project Management che monitora i progressi del progetto in termini di tempo e costo e ne analizza lo stato prestazionale²⁷. La definizione delle metriche di progetto e degli indici di performance permette di verificare l'efficacia dei processi implementati e delle attività programmate, supportando la previsione dei dati di costo finali e le date al completamento, nonché l'eventuale riprogrammazione finanziaria. Dal punto di vista operativo, il calcolo delle sue metriche caratteristiche - Budgeted Cost of Work Scheduled, Budgeted Cost of Work Performed e Actual Cost of Work Performed - avviene confrontando l'osservazione dei progressi del cantiere con la baseline di riferimento: analizzando, successivamente, i valori assunti dagli indici di performance - Cost Performance Index e Schedule Performance Index - è quindi possibile evidenziare eventuali problematiche insorte - tradotte, cioè, in possibili ritardi nei tempi o in eccedenze dal budget concordato. L'Earned Value Method si configura quindi come efficace metodologia di gestione e pianificazione del progetto, in grado di misurare oggettivamente lo status dei progressi per prevederne realisticamente gli andamenti futuri e controllare, perciò, anche l'elemento rischio: il feedback fornito, infatti, consente di individuare tempestivamente l'ambito critico rispetto al apportare le modifiche necessarie a riportare gli scostamenti rilevati all'interno delle soglie di accettabilità delle performance, mitigando, così, le

²⁷ Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Earned Value Management", Newtown Square, Project Management Institute, seconda edizione, 2011

minacce insorte e i relativi potenziali impatti sugli obiettivi – tradotti concretamente nella compromissione della buona riuscita del progetto²⁸.

6. La **matrice probabilità-impatto** è uno strumento di Project Management specificamente redatto per mappare il rischio in base alla sua probabilità di accadimento e al conseguente possibile effetto sugli obiettivi di progetto²⁹. Una volta identificati puntualmente i fattori di rischio coinvolti ed esaminati nelle loro caratteristiche peculiari, la matrice permette di assegnare loro un grado di priorità per le successive analisi quantitative, fornendo, così, una visione complessiva del livello di rischio da affrontare. Dal punto di vista operativo occorre quindi registrare le previsioni di probabilità e impatto di ogni variabile incerta considerata, per poi mapparle singolarmente attraverso la compilazione della matrice, distinguendo, quindi, il rischio in livelli:

- a. Rischi critici, ad altra priorità;
- b. Rischi principali e moderati, con un livello di allerta medio;
- c. Rischi minori, a bassa priorità.

Dal punto di vista grafico, a partire dalla classificazione di cui sopra, la matrice identifica tre aree di rischio differenti a suggerimento di quale ordine prioritario debbano essere implementate le strategie di gestione e risposta (Figura 3.9):

- a. Livello di rischio alto e critico;
- b. Livello di rischio medio;
- c. Livello di rischio basso e accettabile.

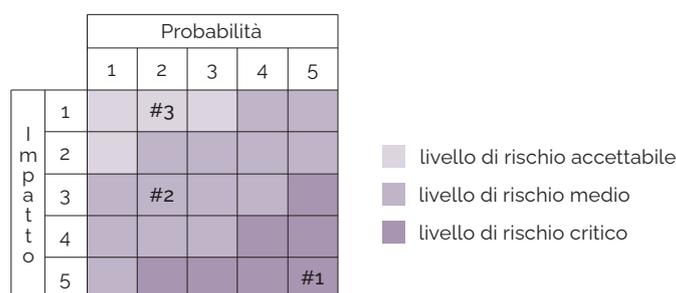


Figura 3.8. Esempio semplificato di Risk Breakdown Structure.
 Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009, p. 83

²⁸ Cfr. Q.W. Fleming, J.M.Koppelman, "The earned value concept: back to the basics" in "PM Network", volume 8, n. 1., 1994, pp. 27-29

²⁹ Cfr. D.Hillson, "Effective opportunity management for projects: Exploiting positive risk", Marcel Dekker, New York, 2003

7. La **Risk Breakdown Matrix** è uno *framework* di Project Management costruito a partire dall'interconnessione tra la Work Breakdown Structure e la Risk Breakdown Structure, che permette, così facendo, di associare i fattori di rischio alle sequenze di attività programmate: la WBS, infatti, struttura gerarchicamente i task necessari al raggiungimento degli obiettivi, mentre la RBS classifica i rischi utilizzando il medesimo sistema, generando, così, una matrice volta alla valutazione del singolo fattore di rischio al livello di dettaglio corrispondente all'attività ad esso associata³⁰. Ogni cella della Risk Breakdown Matrix deve infatti contenere il "valore" assegnato ad ogni rischio, calcolato sulla base dei suoi dati di probabilità e impatto, rispettivamente associati alla RBS e alla WBS: la compilazione della matrice consente quindi di identificare quali aree di attività si dimostrino più soggette all'incertezza - più critiche quindi - e per le quali sia necessario un controllo prioritario in fase di Gestione (Figura 3.10).

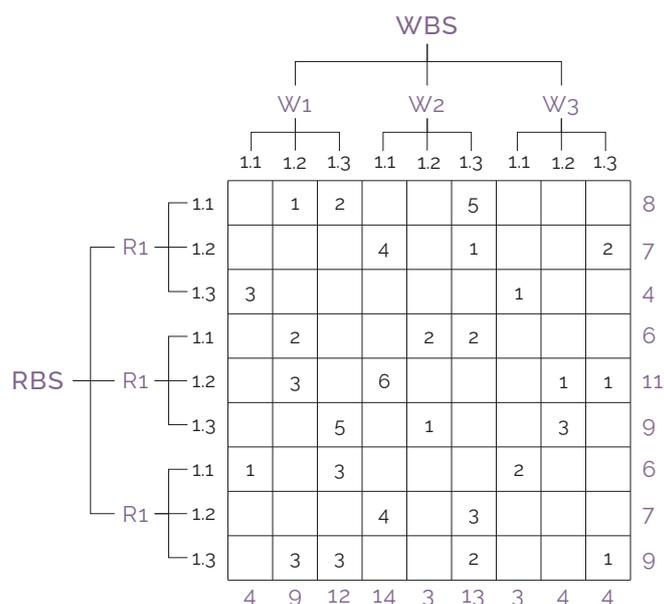


Figura 3.10. Esempio semplificato di Risk Breakdown Matrix.
Rielaborazione dell'autrice da: D.Hillson, S.Grimaldi, C.Rafele "Managing Project Risks Using a Cross Risk Breakdown Matrix", in "Risk Management Journal", n. 8, 2006, p. 64

8. La tecnica degli **Alberi decisionali** rientra tra gli strumenti di supporto al processo di *decision-making* per la soluzione di problemi complessi. La creazione di un albero decisionale permette, infatti, fissata una situazione di partenza, di descrivere i

³⁰ Cfr. D.Hillson, S.Grimaldi, C.Rafele "Managing Project Risks Using a Cross Risk Breakdown Matrix", in "Risk Management Journal", n. 8, 2006, pp. 61-76

percorsi di scelta disponibili, tradotti in ipotesi di scenario alternative: quantificando, quindi, ogni opzione di decisione in termini di *pay-off* e di probabilità associata al dato avvenimento, è possibile analizzare puntualmente le alternative, al fine di elaborare una scelta del percorso ritenuto più adeguato³¹. Dal punto di vista operativo, il modello viene costruito a partire dall'assunzione di partenza e dall'assegnazione di una specifica probabilità ad ogni scenario ipotizzato, per concludere, infine, con la valutazione del valore monetario atteso di ciascuna opzione, sulla base del quale fondare la decisione finale. Dal punto di vista grafico, inoltre, l'albero decisionale si configura come un grafo di decisione, costituito da alcuni elementi caratteristici, quali:

- *Decision point* o nodi azione;
- *Chance event point* o nodi evento;
- Archi orientati;
- *Pay-off* o risultati monetari;
- Probabilità.

Una volta predisposta correttamente la struttura del grafo, ogni ramo identifica uno specifico percorso di scelte. La tecnica è utilizzata per valutare l'effetto del rischio sugli esiti del progetto o dell'effettiva convenienza, in termini economici, dell'implementazione di un set di misure correttive volte al suo controllo. Gli alberi decisionali si dimostrano quindi estremamente utili per comprendere e interpretare le opzioni disponibili di fronte a scenari futuri incerti e guidare, di conseguenza, i processi decisionali.

9. Il **Brainstorming** è una tecnica di gruppo a supporto del processo di *decision-making* che incoraggia il pensiero critico dei partecipanti alla sessione per analizzare una situazione problematica di partenza³²: il suo impiego migliora infatti sensibilmente la capacità di problem-solving del team e la qualità di interpretazione del problema presentato, aumentando, di conseguenza, le possibilità di individuare più rapidamente e in modo più efficace le soluzioni più idonee. Nell'ambito del Risk Management, in particolare, risulta piuttosto utile per identificare, in prima bozza, i fattori di rischio agenti sul progetto da esaminare, successivamente, in modo più approfondito. Dal punto di vista operativo, l'organizzazione di una seduta di Brainstorming risulta piuttosto semplice: inizialmente, le idee e i suggerimenti

31 Cfr. D.T.Hulett, "Decision tree analysis for the risk averse organization", Project Management Institute, PMI Global Congress, Madrid, 2006

32 Cfr. C.S.Dionisio, "A Project Manager's Book of tools and techniques. A Companion to the PMBOK Guide", John Wiley & Sons, sesta edizione, 2018

elaborati dai componenti del team vanno raccolti e valutati singolarmente, per poi essere registrate in un'unica discussione finale, volta a identificare le alternative praticabili ritenute più pertinenti. Le soluzioni vengono quindi elaborate una sull'altra, producendo, così, risultati migliori – tradotti, ad esempio, nella completa soluzione del problema o, alternativamente, in un set di possibilità decisionali da trasformare in un vero e proprio programma.

10. La **Check-list** – o lista di controllo – è uno strumento a supporto del processo decisionale che permette di redigere un promemoria dettagliato in grado di strutturare le informazioni disponibili sul rischio, partendo, tipicamente, da un database di esperienze pregresse: il suo utilizzo viene infatti consigliato come punto di partenza per l'elaborazione di analisi più approfondite, poiché garantisce coerenza e completezza nel processo di ordinamento dei dati disponibili. L'elenco dei rischi stilato, tipicamente ordinato per indice di priorità o per ambiti progettuali interessati, deve quindi necessariamente contenere, al maggior livello di dettaglio raggiungibile, le cause ipotizzate e la previsione degli impatti sugli obiettivi economici, così da permettere, successivamente, lo sviluppo ordinato e coerente delle operazioni di analisi e valutazione dell'incertezza³³.

11. I **Diagrammi di influenza** si configurano come un efficace metodo di rappresentazione schematica degli scenari di rischio possibili, che focalizza la propria attenzione, in particolare, sulle interazioni e le reciproche influenze dei fattori di rischio agenti sugli obiettivi³⁴. La costruzione del grafico permette quindi di mettere in risalto le relazioni intercorse tra le variabili incerte e il loro relativo grado di influenza sul progetto: una volta identificato l'obiettivo da raggiungere, occorre definire le catene di decisioni necessarie al conseguimento di quest'ultimo, determinando, in seguito, le variabili che potrebbero verosimilmente influenzarne i risultati, mantenendo un livello di dettaglio costante per ogni nuova informazione inserita.

A questo punto, occorre fissare gli elementi caratteristici del grafico (Figura 3.11):

- Nodi ovali, che indicano un'area di incertezza;
- Nodi rettangolari, relativi a una decisione;
- Nodi ottagonali, riferiti al risultato ipotizzato;
- Frecce, rappresentative dell'influenza di ogni variabile sulle altre.

33 Cfr. C.S.Dionisio, "A Project Manager's Book of tools and techniques. A Companion to the PMBOK Guide", John Wiley & Sons, sesta edizione, 2018

34 Cfr. D.Hillson, "Project Risks - identifying causes, risks and effects" in "PM Network", volume 14, n. 9., 2000, pp. 48-51

Il diagramma così costruito può quindi essere eventualmente impiegato come alternativa alla tecnica degli alberi decisionali, come strumento di supporto ai processi di *decision-making*, poiché consente di modellare efficacemente la situazione problematica ed esaminarne le opzioni di scelta considerando le loro reciproche influenze.

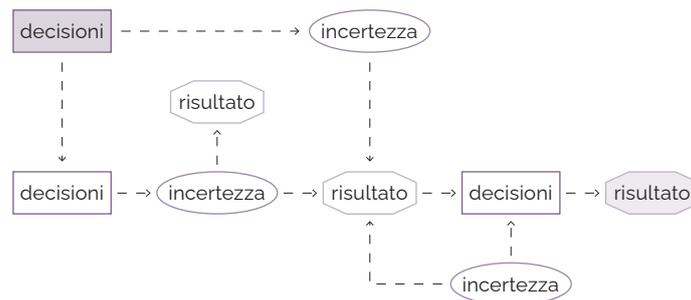


Figura 3.11. Esempio semplificato di diagramma di influenza.
 Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009, p. 77

12. **L'Analisi di Pareto** è uno strumento di supporto al processo decisionale volto alla sistematizzazione, in ordine prioritario, dei rischi individuati: l'obiettivo, infatti, è l'individuazione, entro un set di variabili incerte selezionate, dei fattori di rischio che influiscono in misura maggiore sugli obiettivi del progetto, in modo da predisporre l'analisi e il successivo controllo³⁵. Dal punto di vista operativo, è possibile ipotizzare il numero di volte in cui il rischio potrebbe verosimilmente verificarsi – a partire dalle considerazioni riguardo alla sua probabilità di accadimento – e, a partire dall'osservazione dei risultati, graficizzarne la distribuzione della "frequenza" ad esso associata, costruendo un istogramma a barre. Il grafico permette quindi di esaminare in ordine decrescente i set di rischi, considerandoli per priorità e segnalando chiaramente quali di questi potrebbero presentarsi con la probabilità più alta e incidendo più sensibilmente sugli obiettivi di progetto: ogni barra del grafico sarà quindi assegnata ad ogni fattore di rischio considerato, supportando, così, l'organizzazione del successivo step di analisi e i processi di *decision-making* coinvolti.

13. Il **Metodo Delphi** è uno strumento di indagine iterativa che sfrutta il parere del team

33 Cfr. L.Meyer, "Business process optimization: combining project management and six sigma best practices to better understand and optimize critical business processes", Project Management Institute, PMI Global Congress, Seattle, 2006

di progetto per aumentare l'efficacia del processo decisionale. Dal punto di vista operativo, l'applicazione del metodo si articola attraverso più fasi, che valutano i suggerimenti elaborati con l'obiettivo di farli convergere in un'unica direzione condivisa: attraverso la somministrazione di un primo questionario in forma anonima, le idee elaborate vengono raccolte, esaminate e nuovamente sottoposte al gruppo, che viene chiamato a fornire nuove soluzioni coerenti con quanto appena presentato, identificando punti di vista convergenti. Il processo termina formalmente una volta raggiunto il "quorum" o un'unica risposta condivisa dall'intero team convocato, determinata come una sorta di media tra i feedback forniti dai singoli membri, dopo aver opportunamente filtrato i contenuti più pertinenti e rilevanti. L'applicazione del Metodo Delphi è quindi volta all'aumento dell'efficacia del *problem-solving* degli stakeholders e, in particolare, allo sviluppo di soluzioni di gestione del rischio condivise³⁶.

14. Il **Diagramma causa-effetto** – o diagramma a lisca di pesce – è un metodo di rappresentazione grafica che evidenzia le gerarchie tra cause contribuenti a uno stesso risultato, fornendo, così, una efficace *overview* sull'impatto del rischio su uno o più obiettivi di progetto³⁷. Il diagramma mostra quanti quali variabili possano provocare un rischio e permette di identificare le aree alle quali riservare maggiore attenzione nei successivi momenti di gestione: una volta definito, quindi, il percorso per risalire alle cause di un rischio, è possibile individuarne chiaramente la radice e agire di conseguenza, per mitigarne gli effetti. Procedendo a ritroso, è possibile costruire la struttura del grafico al livello di dettaglio considerato più adeguato, attraverso una serie di elementi caratteristici (Figura 3.12):

- testa della lisca, rappresentativa della situazione problematica;
- spina dorsale, ove riportare tutte le potenziali cause individuate;
- osso singolo, indicativo di un livello di dettaglio aggiuntivo.

Dal punto di vista grafico, è quindi possibile scomporre gerarchicamente le potenziali cause del rischio a un livello di approfondimento crescente, consentendo, così, un'immediata lettura e interpretazione della condizione di rischio da affrontare in fase di gestione.

³⁶ Cfr. C.S.Dionisio, "A Project Manager's Book of tools and techniques. A Companion to the PMBOK Guide", John Wiley & Sons, sesta edizione, 2018

³⁷ Cfr. D.Hillson, "Project Risks - identifying causes, risks and effects", in "PM Network", volume 14, n. 9, 2000, pp. 48-51

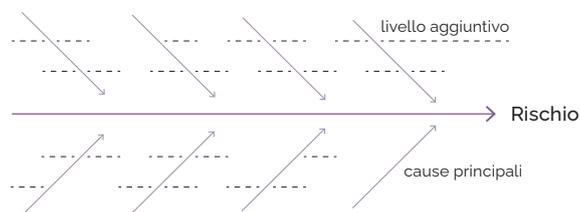


Figura 3.12. Esempio semplificato di diagramma causa-effetto.
Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009, p. 81

15. Infine, l'**Analisi SWOT** è una tecnica qualitativa a supporto della pianificazione strategica che analizza punti di forza, di debolezza, opportunità e minacce della cornice progettuale, per identificare tempestivamente le aree più sensibili al rischio. La sua applicazione risulta piuttosto utile se correttamente inserita nei processi decisionali, prima di procedere con lo sviluppo delle soluzioni gestionali o delle operazioni di analisi, poiché permette di considerare e interpretare l'influenza del rischio sul contesto del progetto: l'obiettivo deve essere quindi lo sfruttamento dei punti di forza e delle opportunità – che dovrebbero verosimilmente mitigare l'incertezza – e la soluzione dei punti di debolezza e delle minacce, poiché potrebbero certamente compromettere gli sviluppi del progetto³⁸. Dal punto di vista operativo, una volta identificate correttamente le quattro categorie di cui sopra, occorre inserire le informazioni reperite in una matrice 2x2 che facilita notevolmente la comprensione della situazione (figura 3.13).

Strenghts	Weaknesses
Strenght 1	Weakness 1
Strenght 2	Weakness 2
Strenght 3	
Opportunities	Threats
→ Opportunity 1	Threat 1 ←
Opportunity 2	Threat 2 ←
→ Opportunity 3	Threat 3

Figura 3.11. Esempio semplificato di diagramma di influenza.
Rielaborazione dell'autrice da: Project Management Institute, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009, p. 77

³⁸ Cfr. C.S.Dionisio, "A Project Manager's Book of tools and techniques. A Companion to the PMBOKGuide", John Wiley & Sons, sesta edizione, 2018

L'articolazione presentata in tabella (Figura 3.7) illustra come l'Estimo e il Project Management siano i due ambiti da cui è mutuato il maggior numero di strumenti e tecniche impiegati nelle operazioni di Risk Management, a sottolineare la stretta connessione dei tre approcci dal punto di vista teorico ma soprattutto a livello operativo. In relazione alle categorie sopra descritte, è possibile identificare quali siano le "famiglie" di strumenti il cui utilizzo sarà certamente imprescindibile ai fini delle analisi di rischio, quali fungeranno, invece, da robusto appoggio alle previsioni e alle attività di reporting e quali, in ultimo, potranno essere liberamente selezionati e implementati in accordo con le mutevoli esigenze del progetto. È plausibile, quindi, presumere che gli strumenti a supporto dei processi di *decision-making* – insieme alle tecniche di indagine iterativa e di pianificazione strategica – possano rendersi necessari per lo sviluppo dei passaggi operativi nei quali la selezione della migliore strategia da attuare rappresenta un momento particolarmente delicato. Le tecniche collocate all'interno del gruppo degli strumenti riferiti alla disciplina dell'Estimo, data la loro capacità di fornire un'ottima base dati di tipo quantitativo estremamente utili ai fini delle analisi, potranno infatti essere più frequentemente impiegate all'interno delle procedure di valutazione vere e proprie, allo scopo di produrre output numerici per la quantificazione degli impatti dei rischi selezionati e supportare le successive operazioni di controllo in fase esecutiva.

Occorre però sottolineare che, dipendentemente dal caso studio in esame e dalle condizioni progettuali in cui si opera, ogni strumento non è strettamente legato ad un singolo passaggio operativo o fase del processo, ma può essere più volte impiegato in differenti momenti, adattando quindi la sistematizzazione degli strumenti alle mutevoli condizioni a contorno, allo scopo di fornire risultati più attendibili e pertinenti possibile. Sulla base di quanto appena ipotizzato, sono molteplici gli aspetti da considerare per fissare una proposta di ordinamento logico delle tecniche all'interno delle fasi operative del ciclo di vita del progetto. Occorre, infatti, considerare gli strumenti selezionati – e appena categorizzati in "famiglie" – attraverso alcuni aspetti chiave, come il patrimonio formativo necessario, il grado di conoscenza del rischio fornito dal suo impiego, gli obiettivi specifici e le modalità di esecuzione dell'analisi.

Pertanto, è possibile proporre un'ulteriore classificazione, che gerarchizza gli strumenti rispetto al loro impiego nelle operazioni di Risk Management (Figura 3.14). Questa nuova proposta di sistematizzazione suddivide quindi gli strumenti in:

- strumenti primari;
- strumenti secondari;
- strumenti di supporto.

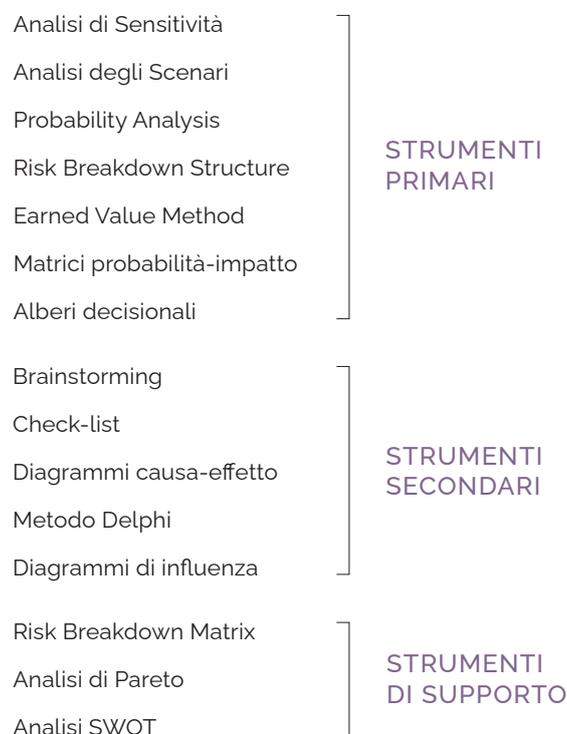


Figura 3.14. Strumenti per il Risk Management e coinvolgimento nelle operazioni di analisi.

A questo punto, tenendo presenti le prime due classificazioni proposte, è possibile formulare nuove ipotesi riguardo, nello specifico, alla possibilità di affiancare formalmente gli strumenti selezionati ai singoli step dello sviluppo progettuale.

Il ciclo di vita del Project Risk Management è suddiviso in quattro fasi operative, in una visione strutturata del progetto che fornisce tutti i dati necessari alla comprensione delle principali fonti di rischio e dei relativi impatti ipotizzati sugli obiettivi: man mano che il ciclo si evolve, si rendono disponibili nuove informazioni sugli aspetti salienti e sulle caratteristiche proprie del progetto. Perciò, per sfruttare al meglio le opportunità di riduzione dell'incertezza fin dalle primissime fasi operative del ciclo, sarà necessario, a causa della natura estremamente mutevole del rischio, riadattare periodicamente il processo di Risk Management rispetto a quanto emerso dagli sviluppi delle indagini, selezionando opportunamente, passo dopo passo, il set di pratiche ritenute più appropriate per lo specifico stadio di implementazione in cui si opera³⁹.

Si riporta, di seguito, una tabella riassuntiva che identifica le possibili collocazioni degli

39 Cfr. P.Rossi, "How to link the qualitative and the quantitative risk assessment", Project Management Institute, PMI Global Congress, Budapest, 2007

strumenti sopra elencati all'interno del ciclo di vita, mettendoli quindi in relazione con le fasi operative del Risk Management, a indicare quanto il processo di selezione delle pratiche più adeguate sia estremamente adattabile alle condizioni al contorno, alle caratteristiche peculiari del progetto, e, di conseguenza, anche del rischio agente su di esso:

	P	I	G	M
1. Analisi di Sensitività	●	●	●	●
2. Analisi degli Scenari	●	●	●	●
3. Probability Analysis		●		●
4. Risk Breakdown Structure	●	●		
5. Earned Value Method	●		●	●
6. Matrici probabilità-impatto	●		●	
7. Risk Breakdown Matrix		●	●	
8. Alberi decisionali	●	●		●
9. Brainstorming	●		●	
10. Check-list	●		●	
11. Diagrammi di influenza	●	●		●
12. Analisi di Pareto	●	●		
13. Metodo Delphi	●	●	●	
14. Diagrammi causa-effetto	●	●	●	
15. Analisi SWOT	●		●	

Figura 3.15. Tabella riassuntiva delle possibili collocazioni degli strumenti per il Risk Management all'interno delle fasi del ciclo di vita.

In fase di *Pianificazione*, gli stakeholders coinvolti nei processi di decision-making definiscono gli obiettivi e le opportune strategie per raggiungerli: nonostante l'ampio margine di movimento entro cui elaborare le prime considerazioni, l'esiguo numero di specifiche tecniche sul progetto rende difficoltosa un'indagine completa del rischio, per cui è necessario costruire un quadro sistematico entro cui anticipare, per quanto possibile, le successive indagini. A questo proposito, è consigliabile prevedere l'impiego di alcune tecniche di gruppo, per poi procedere, in un secondo momento, con la

definizione degli scenari di rischio più plausibili e con una prima ipotesi di identificazione degli effetti correlati sul progetto, sfruttando l'applicazione di metodologie di analisi qualitativa e quantitativa: a questo punto del processo, quindi, il volume e la tipologia di dati reperiti consentono, negli step successivi, l'identificazione puntuale dei rischi appena individuati.

Proseguendo con la fase di *Identificazione*, infatti, il notevole aumento della base dati disponibile consente un'indagine del rischio più completa. In primo luogo, analizzando la cornice progettuale entro cui si opera, è opportuno individuare correttamente le minacce da evitare e le opportunità da sfruttare, per direzionare nel modo più coerente le analisi, che vengono quindi eseguite sfruttando l'impiego di tecniche di tipo quantitativo che, se adeguatamente integrate tra loro, assicurano risultati attendibili e di buona qualità.

In fase esecutiva, la *Gestione* permette di verificare la presenza di eventuali fattori di incertezza non ancora analizzati e di procedere con la ripetizione del processo di Identificazione precedente, quantificando quindi impatto e probabilità di tali rischi, denominati secondari. Una volta completata questa operazione, occorre identificare puntualmente le più corrette strategie di risposta da implementare per mitigare le minacce individuate, la cui efficacia sarà misurata nell'ultima fase del processo.

Infine, la supervisione periodica delle performance delle attività di Risk Management è affidata alla fase di *Monitoraggio*, cui spetta il compito di accertare la natura di eventuali scostamenti – in termini di budget e schedulazione – da quanto programmato, trattando questi ultimi come nuove fonti di rischio da controllare e correggere: ai fini di ciò, il processo, avvicinandosi ormai alla sua conclusione, si avvale di alcune tecniche in grado di analizzare le eccedenze dal budget o i ritardi sul calendario e le cause di tali condizioni, e di elaborare soluzioni alternative per una corretta chiusura del progetto.

Si riporta, di seguito, una proposta di sistematizzazione del ciclo di vita del Risk Management, che, considerando quanto emerso dalle precedenti classificazioni degli strumenti selezionati, ne ipotizza la collocazione all'interno delle singole fasi operative del processo:

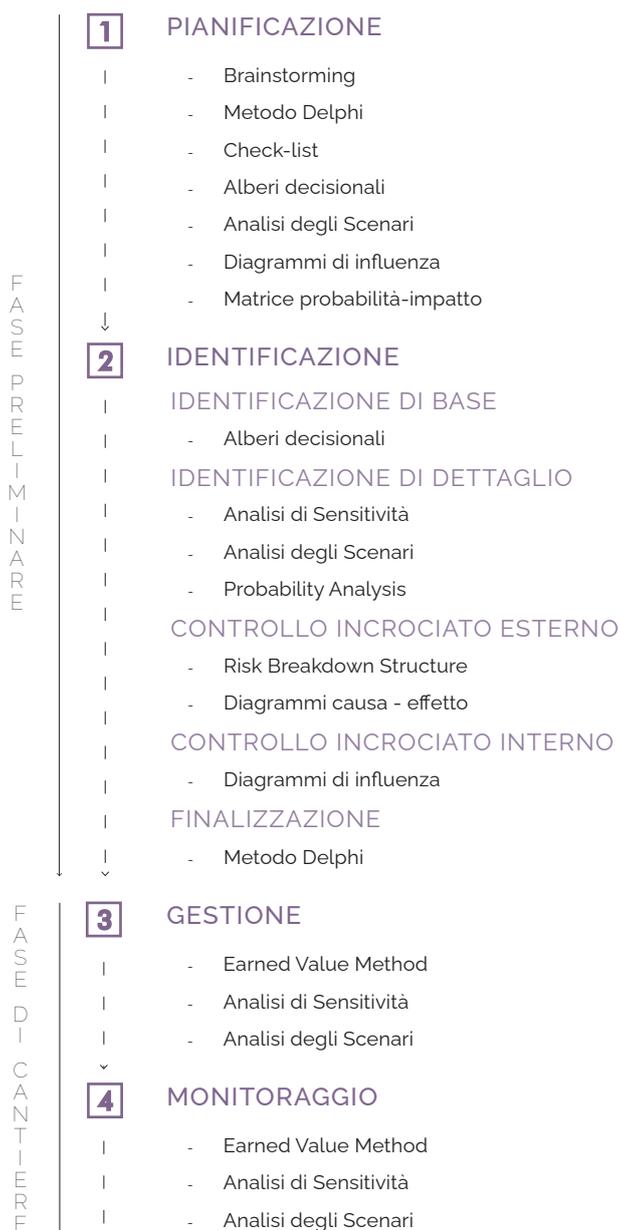


Figura 3.16. Proposta di sistematizzazione degli strumenti per il Risk Management all'interno del ciclo di vita del progetto.

Occorre specificare nuovamente che quest'ultima sistematizzazione proposta rappresenta solo una delle possibili letture del ciclo di vita del Risk Management: ogni sistematizzazione è infatti declinabile in più configurazioni differenti, per meglio adattarsi alla situazione in esame, alle condizioni progettuali in cui si opera e al livello e alla tipologia di informazioni disponibili nel tempo.

In fase di **Pianificazione**, gli strumenti selezionati garantiscono l'elaborazione delle prime considerazioni di tipo strategico, che inquadrino con chiarezza, cioè, il rischio agente sugli obiettivi e anticipino i successivi momenti di analisi più rigorosa.

In particolare, l'organizzazione di una sessione di *Braistorming* consente di analizzare il contesto del progetto ed elaborare alcune importanti riflessioni sul rischio, la sua natura e le sue possibili cause: a supporto di questa operazione, occorre affiancare l'applicazione del *Metodo Delphi*, per aumentare l'efficacia delle capacità di problem-solving del team e migliorare, così, la comprensione dei problemi. Con la successiva compilazione di una *Check-list*, è possibile organizzare le informazioni reperite e stilare una prima proposta di classificazione dei fattori di rischio individuati, da approfondire ulteriormente e utilizzare come base dati di partenza per le successive operazioni di analisi. La creazione di un *Albero decisionale*, a questo punto del processo, agevola notevolmente il decision-making iniziale, direzionando le scelte strategiche di gestione verso i risultati più convenienti, in accordo, quindi, con gli obiettivi generali del progetto e del Risk Management. Un altro strumento particolarmente utile alla valutazione puntuale delle alternative disponibili è l'*Analisi degli Scenari*, poiché fornisce ulteriori conferme sul percorso di decisioni scelte, o, in alternativa, ne suggerisce di differenti. Un'efficace rappresentazione schematica delle informazioni acquisite riguardo allo scenario selezionato è ottenuta dalla compilazione di un *Diagramma di influenza*: in questo modo, è possibile gestire gli elenchi di rischi stilati e ipotizzarne un grado di priorità, sulla base delle considerazioni appena effettuate riguardo all'influenza sugli obiettivi e alla probabilità di accadimento. L'ulteriore mappatura del rischio avviene costruendo una *Matrice probabilità-impatto* che, segnalando chiaramente le aree di rischio più critiche, fissa puntualmente l'ordine di priorità secondo cui trattare il rischio in fase di Identificazione (Figura 3.17).



Figura 3.17. Focus sulla fase di Pianificazione.

La fase di **Identificazione** è principalmente focalizzata sulle operazioni di analisi, volte quindi a ottenere una quantificazione in termini numerici dei rischi precedentemente individuati. Accanto alle procedure di valutazione, la comunicazione tempestiva e il reporting delle informazioni reperite rappresentano due aspetti chiave di fondamentale rilevanza, poiché permettono lo sviluppo fluido del processo in maniera proattiva, senza, cioè, limitare le fasi operative a semplici step indipendenti gli uni dagli altri. L'impiego degli strumenti estimativi consente una quantificazione dei fattori di rischio individuati, in termini di probabilità di accadimento e impatto effettivo sugli obiettivi economici del progetto: con l'*Analisi di Sensitività* - affiancata a un'*Analisi degli Scenari* - e la *Probability Analysis* è possibile determinare quanto il fattore di rischio esaminato possa effettivamente considerarsi critico e, perciò, da controllare con un altro grado di priorità rispetto agli altri. La creazione di un nuovo Albero decisionale permette, inoltre, di verificare la convenienza delle scelte strategiche adottate precedentemente e, eventualmente, di modificarle rispetto ai recenti sviluppi progettuali. Le informazioni ottenute, a questo punto, possono essere strutturate all'interno di una *Risk Breakdown Structure*, per supportare l'attività di reporting e garantire piena comprensione e interpretazione della situazione da affrontare nella successiva fase di Gestione. Un'ulteriore utile rappresentazione schematica delle caratteristiche del rischio è fornita dalla costruzione di un *Diagramma causa-effetto* e di un *Diagramma di influenza*, che riassumono e mappano le informazioni ricevute dalle analisi, fornendo un'efficace overview dell'impatto dell'incertezza su uno o più obiettivi del progetto. In ultimo, l'applicazione del *Metodo Delphi* può fornire ulteriori utili suggerimenti su come procedere con l'attuazione delle strategie di risposta al rischio, direzionando correttamente o modificando quanto proposto in fase di Pianificazione (Figura 3.18).

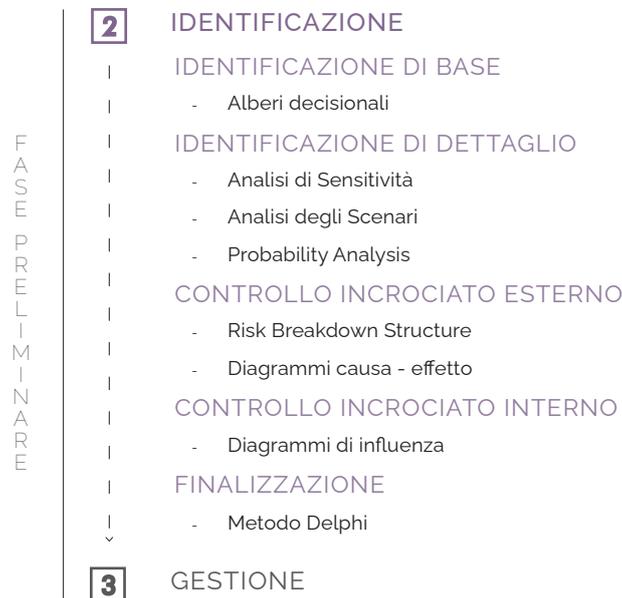


Figura 3.18. Focus sulla fase di Identificazione.

Le operazioni di **Gestione e Monitoraggio** garantiscono il controllo delle prestazioni dei processi di Risk Management, valutando quindi l'efficacia delle risposte al rischio implementate e, più in generale, lo stato di avanzamento del progetto.

L'applicazione dell'*Earned Value Method* si dimostra estremamente utile per la misurazione delle prestazioni progettuali e la ripianificazione delle attività, poiché utilizza quanto emerso in un'ottica strettamente previsionale, a supporto cioè, di eventuali procedure di riprogrammazione dei tempi o degli aspetti economico-finanziari del progetto. A supporto del processo, l'affiancamento dell'*Analisi degli Scenari* e dell'*Analisi di Sensitività* permette una migliore comprensione delle alternative di gestione disponibili e delle ripercussioni, in termini economici e di schedulazione, delle eventuali modifiche da apportare ai programmi (Figura 3.19).



Figura 3.19. Focus sulle fasi di Gestione e Monitoraggio.

In conclusione, sono numerosi i vantaggi derivanti dalla sistematizzazione del ciclo di vita delle attività del Risk Management. L'estrema adattabilità del processo è infatti in grado di riflettere le esigenze dei differenti settori e delle variazioni di scala dei progetti, poiché permette, grazie allo sviluppo di un approccio proattivo con cui trattare il rischio, un miglior controllo sulle risorse, un costante supporto strutturato alle strategie di monitoraggio e uno sfruttamento più efficiente dei mezzi di identificazione e valutazione dell'impatto dell'incertezza.

A fronte di queste considerazioni, emerge come il Risk Management si configuri come approccio a integrazione dei tradizionali processi di gestione del progetto.

Utilizzando una serie di strumenti estimativi mutuati da differenti ambiti disciplinari, è possibile intenderlo come nodo di connessione tra l'approccio del Project Management - incaricato della gestione globale delle pratiche progettuali - e l'Analisi del Rischio dei processi di valutazione economica degli investimenti - cui spettano, invece, le operazioni di verifica finanziaria. Il quadro derivato dall'interconnessione di questi tre ambiti risulta certamente più completo ed esaustivamente approfondito in ogni aspetto gestionale, poiché assicura, così, un valore aggiunto al progetto e all'implementazione delle singole fasi operative, ora strettamente connesse tra loro e sviluppate sulla base delle stesse informazioni⁴⁰.

40 Cfr. S.Grimaldi, C.Rafaele, A.C.Cagliano, "A framework to select techniques supporting Project Risk Management", in N.Banaitiene, "Risk Management: current issues and challenges", pp. 67-96, InTech, 2012



Bibliografia di riferimento

D.ALLODI, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

R.AMATO, R.CHIAPPI, "Tecniche di Project Management. Pianificazione e controllo dei progetti", Franco Angeli, Milano, 2000

R.D.ARCHIBALD, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004

H.AZIZ, S.MUNIR, M.SUFIAN, "Conflict Handling In Project Management: a Risk Assessment Analysis", 12th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics, 2018

P.BUREK, "Collaborative Tools and Techniques to build the Project Risk Plan", Project Management Institute, PMI Global Congress, Atlanta, 2007

D.G.CACUCI, "Sensitivity and Uncertainty Analysis: Theory - Volume 1", Chapman & Hall, 2003

A.CERUTTI, G.PAGANIN, "Risk Management per l'edilizia: tecniche e strategie per la gestione del rischio", Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2012

C.B.CHAPMAN, S.C.WARD, "Project risk management – Processes, techniques and insights", John Wiley & Sons, Chichester, 2003

R.CURTO, E.FREGONARA, "Il controllo del rischio e dell'incertezza negli investimenti immobiliari: la Probability Analysis", in "Genio rurale", 1997

L.DI GIORGIO, "Project Risk Management", Lulu.com, seconda edizione, 2016

C.S.DIONISIO, "A Project Manager's Book of tools and techniques - A Companion to the PMBOK Guide", John Wiley & Sons, sesta edizione, 2018

Q.W. FLEMING, J.M.KOPPELMAN, "The earned value concept: back to the basics" in "PM Network", volume 8, n. 1, 1994, pp. 27-29

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

-
- E.FREGONARA, "Valutazione sostenibilità di progetto", Franco Angeli, Milano, 2015
- D.GRIGORIADIS, "Project management e progettazione architettonica. Gestione e controllo del progetto dalla ideazione alla costruzione", DEI, Roma, 2009
- S.GRIMALDI, C.RAFAELE, A.C.CAGLIANO, "A framework to select techniques supporting Project Risk Management", in N.Banaitiene, "Risk Management: current issues and challenges", pp. 67-96, InTech, 2012
- D.HILLSON, "Project Risks - identifying causes, risks and effects" in "PM Network", volume 14, n. 9, 2000, pp. 48-51
- D. HILLSON, "The Risk Breakdown Structure (RBS) as an Aid to Effective Risk Management", PMI European Conference, Cannes, 2002
- D.HILLSON, "Effective opportunity management for projects: Exploiting positive risk", Marcel Dekker, New York, 2003
- D.HILLSON, S.GRIMALDI, C.RAFELE "Managing Project Risks Using a Cross Risk Breakdown Matrix" in "Risk Management Journal", volume 8, n. 1, 2006, pp. 61-76
- D.HILLSON, "Managing Risk in Projects", Routledge, Abingdon, 2016
- D.T.HULETT, "Decision tree analysis for the risk averse organization", Project Management Institute, PMI Global Congress, Madrid, 2006
- H.KAHN, I.MANN, "Techniques of Systems Analysis", RAND Corporation, 1957
- E.E.LEAMER, "Sensitivity Analyses Would Help" in "The American Economic Review", volume 75, n. 3, 1985, pp. 308-313
- S.MECCA, M.MASERA, "Il rischio nel progetto di costruzione", ETS, Pisa, 2002
- L.MEYER, "Business process optimization: combining project management and six sigma best practices to better understand and optimize critical business processes", Project Management Institute, PMI Global Congress, Seattle, 2006
- N.LAVANYA, T.MALARVIZHI, "Risk analysis and management: a vital key to effective project management", Project Management Institute, PMI Global Congress, Sidney, 2008

C.PINEY, "Risk identification: combining the tools to deliver the goods", Project Management Institute, PMI Global Congress, The Hague, 2003

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quarta edizione, 2008

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "Practice Standard for Earned Value Management", Newtown Square, Project Management Institute, seconda edizione 2011

T.RAZ, D.HILLSON, "A comparative review of risk management standards", in "Risk Management: An International Journal", volume 7, n. 4, 2005, pp.53-66

G.RIGAMONTI, "La gestione dei processi di intervento edilizio. Tecniche e strumenti di Project e Construction Management", Utet, Torino, 2001

P.ROSSI, "How to link the qualitative and the quantitative risk assessment", Project Management Institute, PMI Global Congress, Budapest, 2007

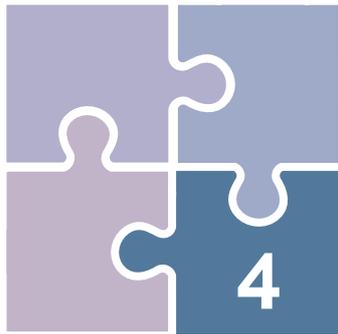
R.Y.RUBINSTEIN, "Simulation and the Monte Carlo Method", John Wiley & Sons, New York, 1981

H.SANCHEZ, B.ROBERT, M.BOURGAULT, R.PELLERIN, "Risk management applied to projects, programs, and portfolios", in "International Journal of Managing Project in Business", volume 2, n. 1, 2008, pp. 14-35

P.A.THOMPSON, J.G.PERRY, "Engineering Construction Risks. A guide to Project Risk Analysis and Assessment implication for project clients and Project Managers", Thomas Telford, 1992

G.WRIGHT, P.GOODWIN, "Decision analysis under low levels of predictability: enhancing the scenario method", in "International Journal of Forecasting", n. 25, 2009, pp. 813-825

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



Earned Value Method per il controllo del rischio in Esecuzione



4.1

Introduzione: fase di Esecuzione dei lavori

Il momento che sancisce definitivamente il passaggio dalla programmazione all'esecuzione formale dei lavori è rappresentato dalla stipula del contratto d'appalto tra la committenza dell'opera e l'impresa esecutrice, che contiene una serie di informazioni per il corretto completamento dell'opera, quali:

- 1) obiettivi del progetto;
- 2) programmazione dei tempi;
- 3) programmazione dei costi;
- 4) approvvigionamento delle risorse.

Con l'avvio della fase esecutiva del progetto, occorre mettere in pratica tutto ciò che è stato precedentemente inserito nei piani di regolamentazione e negli elaborati tecnici, a partire, cioè, dalle indicazioni sui programmi redatti e sulle procedure di effettiva realizzazione dell'opera. Perciò, il primo fondamentale passaggio operativo è rappresentato dalla costruzione della baseline di riferimento del progetto, cui spetterà il compito, man mano che i lavori progrediscono, di misurarne l'andamento delle prestazioni, per poi confrontare quest'ultimo rispetto a quanto è stato programmato. La baseline del progetto è definibile come:

"la struttura che comprende tutti gli elementi che permettono di definire cosa occorre realizzare nel progetto e quindi quali strumenti utilizzare"¹.

In particolare, i principali strumenti operativi a cui fare riferimento per le operazioni di verifica dell'avanzamento dei lavori sono:

- Work Breakdown Structure;
- lista dei *task* e dei *deliverable*;
- Diagramma di Gantt o PERT;
- cammino critico.

Sfruttando le informazioni acquisite, è infatti possibile monitorare lo sviluppo del progetto e, confrontando quanto rilevato direttamente in cantiere con quanto inserito nei piani di programmazione, individuare tempestivamente eventuali difformità della realizzazione rispetto alla pianificazione delle attività o al tasso d'impiego delle risorse. Una corretta strategia di verifica degli andamenti in opera consente di riscontrare con sufficiente anticipo scostamenti nelle prestazioni attese del progetto e di procedere, conseguentemente, con la predisposizione delle attività di riprogrammazione, volte

¹ Cfr. G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012, p. 52

a correggerne gli andamenti e a evitare, per quanto possibile, ulteriori minacce al raggiungimento degli obiettivi finali. È quindi fondamentale che il successo del progetto venga assunto come assoluta priorità e, per questo, è necessario prestare la massima attenzione, in sede di realizzazione di ogni attività a programma, alla verifica dell'effettiva rispondenza dei lavori in corso ai requisiti economici, temporali e di qualità previsti. I dati utili alle operazioni di monitoraggio devono essere registrati a cadenza regolare, consentendo, in questo modo, un preciso controllo sull'avanzamento, operato a partire dal confronto diretto di quanto elaborato – rilevato, quindi a consuntivo - con quanto, invece, stabilito – e, cioè, preventivato - nelle precedenti fasi del ciclo di vita del progetto.

Il progetto di architettura è, per sua natura, tipicamente contraddistinto da durata irregolare e inquantificabile con certezza a priori, indeterminatezza tecnica, unicità e intrasportabilità del bene, caratteristiche che, accanto alle difficoltà organizzative dovute alla presenza dei numerosissimi fattori coinvolti nei processi, fanno sì che il ciclo produttivo e di gestione sia contraddistinto da un elevato grado di incertezza - tradotto, concretamente, in un considerevole livello di rischio agente sugli obiettivi. La comparsa improvvisa di problematiche relative a ritardi nell'esecuzione e a eccedenze dal budget pianificato, produce, infatti, una situazione di costante imprevedibilità nello svolgimento di quanto programmato e, in particolare, sotto il profilo economico-finanziario del progetto. La valutazione dello stato di avanzamento del progetto deve, perciò, avvenire controllando i tre parametri chiave del "triplo vincolo" - tempo, costo e qualità. Un'ulteriore componente di fondamentale rilevanza per le attività di controllo dell'esecuzione è rappresentata dall'eventualità che si apportino alcune modifiche ai piani di realizzazione: le varianti in corso d'opera - o variazioni - sono comuni a tutti i progetti di costruzione e consistono in *"modificazioni introdotte in corso d'opera al progetto contrattuale che possono riguardare sia aspetti esecutivi che qualitativi o quantitativi delle lavorazioni"*². Capita spesso, infatti, che, durante l'esecuzione, si renda necessaria una correzione al progetto originario per aggiungere, ad esempio, migliorie o rispondere a nuove necessità della committenza.

Tipicamente, le cause più frequenti di variazioni ai programmi sono³:

- 1) modifiche fisiologiche;

2 Cfr. R.Roscelli, "Manuale di Estimo. Valutazioni economiche ed esercizio della professione", UTET, Novara, 2014, p. 444

3 Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

- a. aumento o diminuzione di quantità;
 - b. nuovi prezzi;
 - c. lavori extra;
- 2) variabili dovute al programma;
- a. gestione degli elaborati tecnici;
 - b. gestione degli approvvigionamenti;
 - c. gestione dei permessi;
- 3) variabili previste nel contratto;
- a. revisione dei programmi;
 - b. penali;
- 4) contenziosi tra committente e appaltatore.

I cosiddetti Variation Orders rientrano quindi tra le fondamentali variabili a cui prestare particolare attenzione in fase di esecuzione, poiché, nel caso in cui non vengano coerentemente individuati e gestiti, possono, di fatto, rappresentare una grave minaccia per il progetto. Il rischio derivato dall'implementazione delle variazioni nei programmi di sviluppo progettuale, in particolare, riguarda il loro impatto sulla fattibilità tecnica ed economica del progetto: una qualsiasi variante, infatti, potrebbe verosimilmente provocare un aumento eccessivo dei costi e dei tempi previsti, per cui, allo scopo di scongiurare tale eventualità, è consigliabile predisporre una preliminare valutazione della sua effettiva "convenienza", verificando, quindi, che gli obiettivi finali non subiscano modificazioni gravi a scapito della qualità finale dell'opera realizzata. Completato questo delicato passaggio, la variazione può essere formalmente accettata, inserita tra le sequenze di attività a programma e trattata, quindi, attraverso l'applicazione delle tecniche di gestione del progetto fissate in precedenza.

La fase di esecuzione prevede, quindi, da un lato, lo sviluppo concreto del progetto e, dall'altro, il controllo del suo stato di avanzamento nel tempo. Per queste ragioni, rappresenta il momento a cui corrisponde il maggior impegno di risorse, per cui, allo scopo di rispettare gli standard stabiliti e, in particolar modo, il budget prefissato, è richiesta un'accurata supervisione degli aspetti economico-finanziari del progetto, che analizzino i flussi di cassa in entrata e in uscita e ne prevedano gli andamenti fino alla sua completa chiusura. A questo proposito, gli strumenti peculiari e le metodologie consolidate di Project Management, abbinati alle strategie di gestione del Risk Management, si dimostrano particolarmente vantaggiosi nel controllare questi aspetti: inoltre, gli strumenti estimativi quantificano formalmente il rischio, aumentando l'efficacia

dei processi di gestione appena messi in atto, e guidano le verifiche economico-finanziarie lungo tutto lo sviluppo progettuale.

In accompagnamento, quindi, alla coerente esecuzione dei processi, l'approccio di gestione dei progetti comprende l'implementazione di due fondamentali fasi operative che, a seguito della Programmazione, misurano periodicamente il progresso del cantiere secondo specifici parametri di tempo, costo e qualità: le fasi di Monitoraggio e Controllo sono volte, quindi, al rilevamento di eventuali discordanze tra quanto pianificato in precedenza e quanto si sta effettivamente eseguendo, per procedere, poi, a supportare l'elaborazione e selezione delle opportune azioni di natura correttiva, da inserire nei piani per rettificarne gli esiti.

L'applicazione dei processi, in questa fase, non è da considerarsi come evento circoscritto, avente precisa data di inizio e completamento, ma, anzi, è bene intenderlo come di natura strettamente iterativa, che necessita di ripetizioni sistematiche, facendo in modo che i risultati emersi al termine di ogni ciclo di controllo costituiscano la base dati di partenza per le operazioni successive, creando, così, forti legami di interdipendenza tra le attività di gestione.

La verifica dell'avanzamento del cantiere viene eseguita a partire dal programma sviluppato a preventivo: partendo dalla raccolta delle informazioni necessarie a quantificare il vero stato di realizzazione di ciascuna attività inserita nei documenti di pianificazione, è possibile comparare quanto emerso con quanto fissato nei piani, per verificarne la rispondenza di costi e tempi previsti e tasso di risorse impiegate. A questo punto, la stima della restante porzione di progetto da completare fornisce un'efficace overview sullo stato di avanzamento del progetto e, sulla base di quanto emerso, permette, eventualmente, la rielaborazione dei programmi a fronte di criticità emerse, apportando le modifiche organizzative necessarie a riportare lo stato di avanzamento del progetto entro i tempi previsti e al costo preventivato.

Infine, per la corretta gestione del rischio, è necessario che, accanto alle tradizionali procedure di gestione complessiva del progetto, vengano concretamente implementate le opportune azioni correttive volte al contenimento delle minacce sugli obiettivi e al monitoraggio della loro efficacia.

Conclusa la fase di Identificazione e analizzati puntualmente gli aspetti chiave dei rischi individuati, occorre quindi selezionare le strategie più idonee alla mitigazione di questi ultimi, in modo da evitare un impatto troppo significativo sulla buona riuscita del progetto. Le operazioni di gestione dei rischi, inoltre, non sono esclusivamente legate alla loro

analisi in senso stretto, ma richiedono un continuo aggiornamento, assumendo, di fatto, il ruolo di fondamentale supporto alla pianificazione e configurandosi, in qualche modo, come modalità di intendere l'intero progetto o come guida alle scelte più coerenti con quanto fissato negli obiettivi⁴ (Figura 4.1).

ESECUZIONE LAVORI

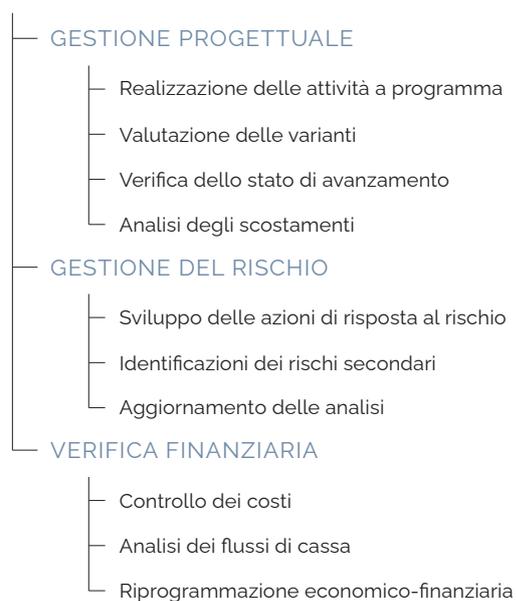


Figura 4.1. La fase di esecuzione lavori e principali attività.

4 Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008



4.1.1

Verifica dell'avanzamento fisico, temporale ed economico

Il sistema tradizionalmente utilizzato per verificare lo stato di avanzamento in fase esecutiva identifica le eventuali deviazioni delle prestazioni del progetto rispetto a quanto è stato pianificato, in relazione, cioè, alle sue variabili critiche - tempo, costo e qualità.

La fase di esecuzione dei lavori, riconosciuta come uno dei processi più impegnativi del ciclo di vita del progetto, necessita, per questo, di un'attuazione rigorosa della verifica dello status della produzione: dal punto di vista operativo, ogni attività pianificata deve essere precisamente misurata e, successivamente, sulla base di quanto emerso, occorre attuare una serie di strategie e azioni a carattere gestionale per correggere le eventuali discordanze rilevate. La misurazione, quindi, permette di tenere sotto controllo il programma e la sua evoluzione, sia a livello generale sia rispetto al singolo task, rilevandone periodicamente i dati a consuntivo, in termini di tempi e costi⁵.

Queste operazioni sono implementate all'interno del processo di Monitoraggio e Controllo, attraverso il quale le prestazioni del progetto vengono osservate per monitorare l'andamento delle sue variabili più critiche e la congruenza con quanto pianificato, identificando eventuali differenze da quanto concordato e inserito nei documenti tecnici dell'esecuzione.

Il Monitoraggio e Controllo è definito come:

*"the process of tracking, reviewing and regulating the progress to meet the performance objectives"*⁶.

Si tratta, quindi, di un insieme di processi trasversali che revisionano e regolamentano lo sviluppo progettuale per il corretto conseguimento di tutti gli obiettivi: le due attività vanno quindi intese come cicliche e contemporanee, poiché si avvalgono dell'uso di tecniche di misurazione che permettono di controllare tempestivamente i cambiamenti avvenuti sul progetto confrontando le attività in corso con quanto descritto all'interno della baseline di riferimento, di attuare le dovute azioni di prevenzione, correzione o mitigazione delle minacce insorte e, in ultimo, di guidare il processo di riprogrammazione delle attività, volto a evitare che il raggiungimento degli obiettivi finali venga compromesso (Figura 4.2).

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

6 Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 452

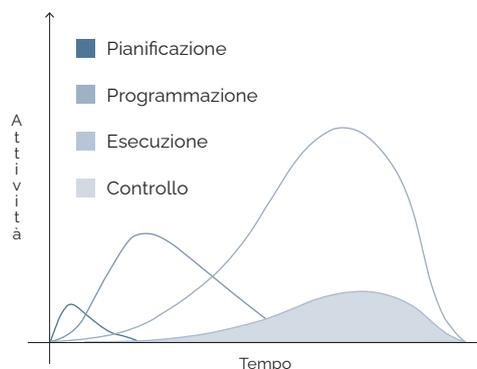


Figura 4.2. Andamento dei livelli di attività lungo le fasi del ciclo di vita del progetto.
Rielaborazione dell'autrice da: D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008, p. 216

In ogni progetto, i programmi sono tipicamente organizzati per garantire la corretta esecuzione dei lavori entro standard di qualità prefissati, in tempi prestabiliti ed entro un preciso budget concordato: tuttavia, a causa delle caratteristiche proprie delle opere edilizie, esiste un certo grado di incertezza agente sulle lavorazioni, che deve quindi essere tempestivamente identificato e gestito. Nel caso in cui si attestino differenze troppo significative tra quanto riportato nei piani esecutivi e le effettive prestazioni del progetto in cantiere, si rende necessario ricorrere all'adozione di specifiche azioni di controllo che mitigino la criticità della situazione, poiché questa rappresenta ora un rischio sugli obiettivi. Inoltre, durante il processo di verifica di eventuali divergenze dal programma, è fondamentale prestare particolare attenzione alle attività definite come "critiche" e identificate dalla Critical Path Analysis, collocate, cioè, sul percorso del cammino critico: il loro controllo è infatti da svolgersi come prioritario, perché lo scostamento di un solo task potrebbe ripercuotersi gravemente sull'esecuzione degli altri, compromettendo i risultati dell'intero progetto.

Intraprendere un'azione correttiva al momento giusto permette di anticipare eventuali ulteriori effetti negativi sull'andamento del progetto, controllandone, così, il livello di rischio: allo stesso modo, il monitoraggio continuo dell'andamento del progetto permette di intraprendere non solo azioni strettamente correttive ma anche preventive, che riducano, cioè, la possibilità che insorgano potenziali conseguenze negative e, perciò, nuovi rischi. L'efficacia delle azioni selezionate deve quindi essere periodicamente accertata per formulare, eventualmente, nuove soluzioni strategiche: a tal proposito, occorre predisporre di un solido sistema di reporting, che fornisca regolari rapporti sull'aggiornamento delle attività, così da individuare le problematiche insorte

ed elaborare le previsioni a finire.

Occorre specificare, quindi, che le attività Monitoraggio e Controllo non sono da intendersi come semplice esercizi di consuntivazione: la loro corretta applicazione congiunta permette infatti di anticipare eventuali peggioramenti sulle prestazioni dei lavori e introdurre le dovute misure di correzione, per poi formulare, coerentemente, le stime a finire volte a ridefinire il carico di lavoro mancante, ricorrendo, ove necessario, anche alla redistribuzione dei flussi di cassa economici corrispondenti alle aree di maggior criticità. Lo scopo finale è quello di evitare aumenti di costo, dilatazioni eccessive delle tempistiche e riduzioni degli standard di qualità prefissati.

Le operazioni di verifica dell'avanzamento della produzione analizzano quindi, separatamente, l'avanzamento relativo alle lavorazioni già effettuate - e ai tempi necessari per realizzarli - e l'avanzamento economico, corrispondente al controllo della contabilità dei lavori, cioè alla valorizzazione economica delle attività rilevate⁷.

L'**avanzamento fisico** è definito come il rapporto tra la quantità di lavoro eseguito e il lavoro totale programmato, valutato alla data del controllo. Le misurazioni vengono effettuate a partire dalla quantità fisica e dalle ore equivalenti di lavoro, definendo, così, le metriche di progetto, indicatori specifici rivolti al controllo e alla previsione degli andamenti delle variabili più critiche che permettono di quantificare obiettivamente lo status prestazionale dei lavori attraverso l'interpretazione del valore calcolato.

Per quanto concerne l'**andamento temporale** del cantiere, occorre specificare che l'attività di rilevamento dei dati non deve aspettare il completamento dei task da analizzare poiché, nel caso in cui il problema venga individuato solo alla fine dell'esecuzione, il tempo per porvi rimedio sarà ovviamente esaurito, portando, così facendo, a un continuo accumulo di criticità che diventeranno verosimilmente ingestibili, tanto da compromettere la riuscita del progetto. Perciò, per misurare l'avanzamento temporale delle lavorazioni a programma, è opportuno che la misurazione venga effettuata a partire dalla data di effettivo inizio del task, della durata rimanente per il suo completamento o, in alternativa, dalla percentuale di completamento della stessa. A questo punto, è necessario quantificare lo stato di realizzazione delle attività e procedere con il confronto con la baseline di riferimento convalidata al termine della Programmazione, allo scopo di rilevare alcuni aspetti rilevanti:

1) ritardi sulle attività critiche, che possono portare a situazioni di iper-criticità e

⁷ Cfr. F.Cencioni, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018

rappresentano una severa minaccia sugli obiettivi;

- 2) ritardi sulle milestones fissate, che possono compromettere il soddisfacimento dei requisiti prefissati;
- 3) anticipi sulle lavorazioni, che permettono la redistribuzione di alcune risorse o eventuali modifiche alle sequenze delle attività.

Analizzati i dati ottenuti sullo stato di avanzamento temporale, è possibile individuare le eventuali variazioni verificatesi rispetto ai piani – più propriamente dette slittamenti. Infine, il **controllo economico** rappresenta il terzo e fondamentale passaggio della valutazione dell'avanzamento del progetto, e consiste nella rilevazione contabile del costo effettivo di ciascuna attività in corso, per determinarne, così, il costo effettivamente impiegato fino al momento del controllo – definito Actual Cost. In alternativa, è possibile verificare i costi del progetto raccogliendo i dati sulla produzione in cantiere e confrontando quanto riscontrato con il costo a preventivo, pianificato per l'esecuzione delle attività – o Planned Value.

Per ottenere una overview più realistica sull'effettivo status del progetto, è fondamentale collegare la produttività rilevata alla misurazione dell'andamento dei costi prodotta, valutando, cioè, il lavoro effettivamente svolto rispetto al fattore tempo - "tempificando", così, i costi delle singole attività.

È possibile riportare l'evoluzione del budget nel tempo all'interno di un grafico cartesiano che descrive una curva a S, rappresentativa del valore previsto – il Planned Value sopracitato (Figura 4.3). Questa operazione è tipicamente affidata già alle fasi preliminari del progetto, coincidenti con il momento della predisposizione del piano economico-finanziario: con l'avvio dell'esecuzione è quindi necessario monitorare lo stato di entrata e uscita dei flussi di cassa finanziari, un'operazione che permette di assicurare, con dovuto anticipo, il rientro delle fonti di finanziamento del progetto.

Per concludere, infine, la valutazione dell'avanzamento economico del progetto, occorre selezionare le due principali metodologie disponibili:

- 1) stima dei lavori eseguiti al momento del rilevamento valorizzati rispetto al budget;
- 2) valutazione del costo a consuntivo, da confrontare con le stime dei lavori eseguiti previsti nel budget.

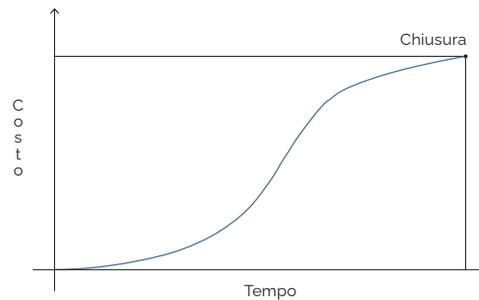


Figura 4.3: La curva cumulata dei costi, o baseline del progetto.
Rielaborazione dell'autrice da: M. Cantamessa, E.Cobos, C.Rafele, "Il project management. Un approccio sistemico alla gestione dei progetti", ISEDI, Torino, 2007, p. 249

Tipicamente, le operazioni sopra descritte sono implementate attraverso l'impiego dell'Earned Value Method, poiché, come strumento di monitoraggio integrato di costi e tempi, permette, oltre al controllo della performance, la previsione degli andamenti futuri di tempi e costi, per definire l'andamento del progetto e implementare eventuali correzioni alla pianificazione delle attività o sul piano economico-finanziario.



4.1.2

Project Management, Processo di sviluppo immobiliare e Risk Management

Oggi, il requisito fondamentale di ogni "buon progetto" è la predisposizione di un coerente sistema di pianificazione e successivo controllo su base integrata, che includa, cioè, ogni unità organizzativa interessata e, in particolar modo, si riferisca all'intero ciclo di vita dell'opera⁸.

Occorre ricordare, a questo proposito, che il ciclo di vita del progetto è definito come:

*"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 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"*⁹.

Nei precedenti capitoli sono stati definiti, separatamente, i cicli di vita definiti dall'ambito del Project Management, del processo di sviluppo immobiliare e del Risk Management, che, però, occorre precisare, non sono da considerarsi come articolazioni distinte, ma risultano, bensì, strettamente intrecciate e integrate tra loro: a partire, infatti, dalla definizione di ciclo di vita riportata, è possibile affermare che le configurazioni proposte in riferimento a Project e Risk Management sono, in effetti, profondamente connesse e a loro volta integrate nelle sequenze del processo di sviluppo immobiliare, che funge, così, da framework entro cui inserire le fasi operative necessarie al corretto completamento del progetto.

In particolare, i singoli step definiti dai tre ambiti organizzano certamente una sequenza temporale, ma, in realtà, si configurano come sovrapposti, creando numerosi intrecci operativi: ogni catena di attività, infatti, comunica con la precedente e la successiva, integrando i risultati delle procedure completate tra i differenti ambiti. Ragionando in quest'ottica, le operazioni di Risk Management costituiscono un fondamentale supporto alle attività di gestione generale del progetto, che risponde direttamente al controllo esercitato dagli strumenti estimativi per la valutazione della sua fattibilità economico-

⁸ Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

⁹ Cfr. Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015, p. 38

finanziaria: risulta impossibile, infatti, immaginare di poter gestire correttamente un progetto senza aver accuratamente analizzato i rischi coinvolti e le minacce che questi rappresentato sugli obiettivi finali, o senza averne valutato, in partenza, la convenienza in termini economici.

I legami di interdipendenza esistenti tra i tre ambiti sono esplicitati anche dall'organizzazione, all'interno del ciclo di vita del progetto, degli strumenti caratteristici, poiché il loro impiego è declinato rispetto alle condizioni di applicazione e alla necessità di utilizzare proattivamente i risultati ottenuti dai processi precedenti o di simultaneo sviluppo. Per queste ragioni, occorre che le tecniche di pianificazione, programmazione e monitoraggio consolidate del Project Management vengano opportunamente affiancate, in una coerente successione logico-operativa, agli strumenti di analisi qualitativa e quantitativa per il Risk Management e supportate dai modelli di verifica economico-finanziaria della disciplina estimativa.

Si riporta, di seguito, l'articolazione del ciclo di vita del progetto definita dall'ambito del Project Management:

- 1) Pianificazione;
- 2) Programmazione;
- 3) Esecuzione;
- 4) Controllo.

Il Risk Management organizza il suo ciclo di vita attraverso la successione di quattro fasi operative consolidate:

- 1) Pianificazione;
- 2) Identificazione;
- 3) Gestione;
- 4) Monitoraggio.

In ultimo, il processo immobiliare si articola in quattro stadi:

- 1) Stadio di Sviluppo;
- 2) Stadio di Progettazione;
- 3) Stadio di Costruzione;
- 4) Stadio di Commercializzazione.

Affiancando graficamente l'articolazione dei tre cicli di vita menzionati (Figura 4.4), si propongono quindi una serie di confronti.

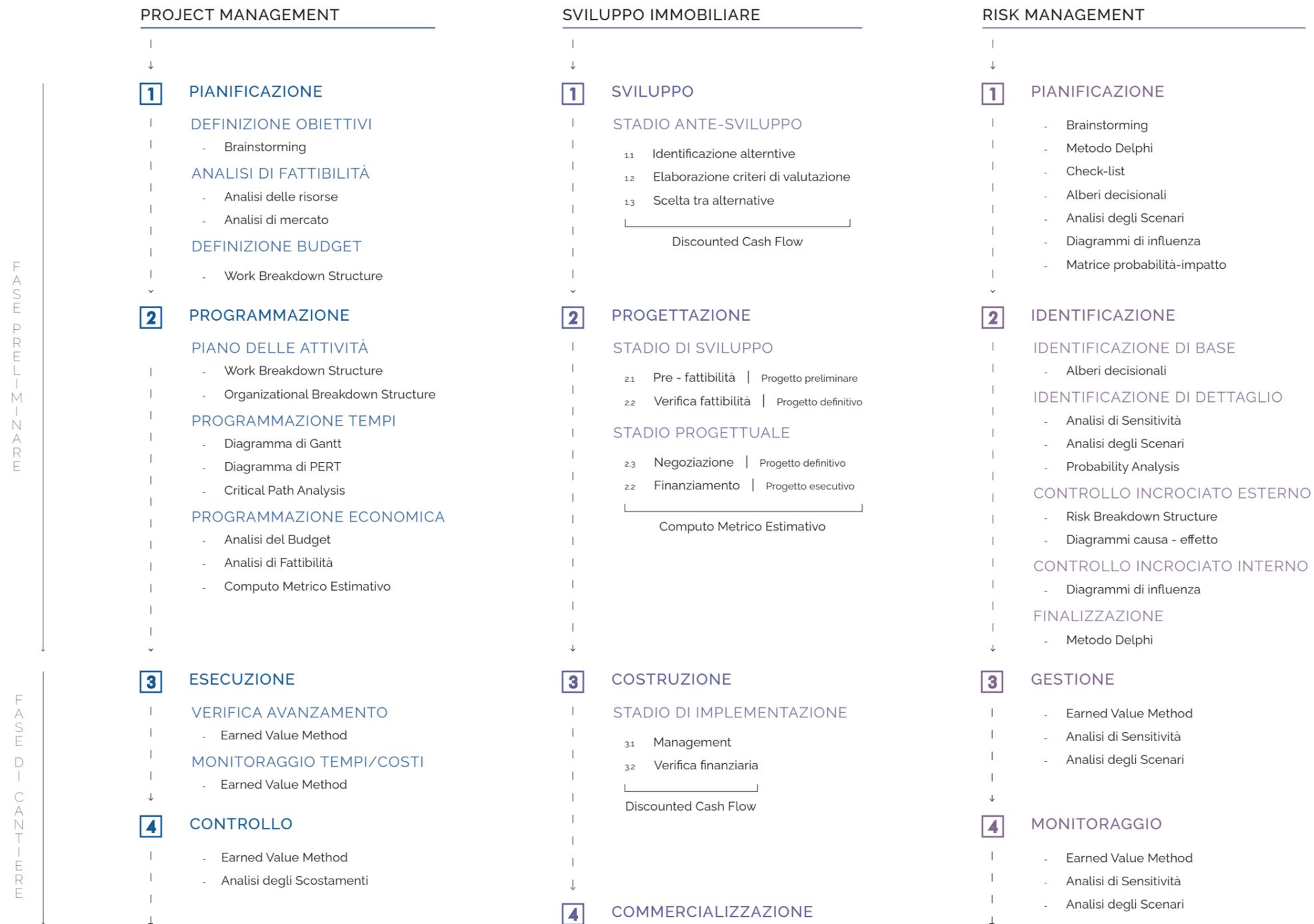


Figura 4.4. Comparazione dei tre cicli di vita definiti da Project Construction Management, Processo di Sviluppo Immobiliare e Project Risk Management. Rielaborazione dell'autrice da: E.Fregonara, "Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano", in "AESTIMUM 59", dicembre 2011, p. 166

In fase preliminare, il momento dedicato alla *Pianificazione* del Project Construction Management viene fatto corrispondere all'omonimo procedimento del Risk Management e allo stadio di *Sviluppo* del processo immobiliare. Dopo un'attenta definizione degli obiettivi del progetto, è possibile verificare la fattibilità economica delle prime proposte progettuali elaborate e considerare, tra i molteplici aspetti da definire, il livello di rischio a cui il progetto è attualmente e sarà verosimilmente esposto nel futuro.

In successione, la *Programmazione* è affiancata alla fase di *Identificazione* dei rischi e, sul fronte del processo immobiliare, allo stadio di *Progettazione*. Definite in forma preliminare le caratteristiche del progetto, è necessario fissare gli obiettivi concordati procedendo con la stesura del progetto al livello del preliminare, definitivo ed esecutivo, organizzando all'interno del cronoprogramma dei lavori la disposizione delle attività e delle risorse di costo necessarie, rapportando ogni considerazione a quanto emerso dalle operazioni di analisi dei rischi precedentemente ipotizzati. A questo punto del progetto, in corrispondenza della conclusione della fase preliminare, si dispone formalmente di tutti i documenti tecnici per la successiva realizzazione dell'opera.

Con l'avvio del cantiere, e dello stadio della *Costruzione* del processo immobiliare, la fase di *Esecuzione* del Project Management, corrisponde alla fase di *Gestione* del rischio. Con la progressione dei lavori, occorre verificarne la rispondenza ai piani elaborati, procedendo, eventualmente, con l'elaborazione e successiva selezione delle azioni correttive più opportune da inserire nelle sequenze di attività rimanenti, in caso si siano riscontrate difformità troppo significative sulle prestazioni attese di costo e tempo. Accanto a queste operazioni, è necessario monitorare il livello di rischio agente sugli obiettivi - implementando specifiche strategie di gestione ogni qual volta un rischio si verifica e, di conseguenza, compromette il conseguimento degli obiettivi del progetto - e l'andamento dei flussi di cassa in entrata e uscita - modificandone la distribuzione, ove necessario.

Mentre lo stadio di *Costruzione* del processo immobiliare prosegue, il passaggio alla fase di *Monitoraggio* del Project Construction Management corrisponde al *Controllo* del Risk Management. In quest'ultimo fondamentale momento, le attività di verifica della produzione consentono di apportare eventuali nuove correzioni alla pianificazione generale, considerando, inoltre, le informazioni reperite sullo status del rischio, sulle relative strategie di gestione implementate, e, infine, sull'andamento dei flussi economici. Ultimata la costruzione dell'opera, è possibile procedere alla chiusura del progetto e alla sua successiva ed eventuale *Commercializzazione*.

Analizzando l'accostamento proposto dal punto di vista degli strumenti (Figura 4.5), occorre concentrare l'attenzione sulla fase esecutiva del progetto, in cui Project Management e Risk Management si avvalgono dell'impiego dell'*Earned Value Method*, una tecnica di valutazione integrata delle prestazioni progettuali, mentre lo stadio di Costruzione dello sviluppo immobiliare modella l'analisi del *Discounted Cash Flow* per il controllo degli aspetti economico-finanziari.

Nei successivi paragrafi si indagherà, quindi, il ruolo dell'**Earned Value Method** all'interno della fase esecutiva del progetto, ipotizzandolo, quindi, come punto di connessione tra i tre ambiti considerati – Project Management, Risk Management e disciplina estimativa. Lo scopo è dimostrare come la metodologia del Valore Assorbito rappresenti di fatto non solo un valido strumento di monitoraggio delle prestazioni di costo e tempo del progetto, ma un fondamentale supporto alle operazioni di gestione e previsione dell'impatto del rischio sugli obiettivi e, di conseguenza, sulla pianificazione economico-finanziaria del progetto.

L'operatività della metodologia, infatti, si basa sull'integrazione di metriche di costo e di schedulazione in un unico sistema di misurazione che, rapportando quanto rilevato alla baseline di riferimento del progetto, fornisce stime sul costo complessivo e sulla data di completamento dei lavori: è possibile, in questo modo, valutare i livelli di completamento delle singole attività in corso ad ogni data di controllo, ottenendo un feedback estremamente efficace e obiettivo sugli scostamenti da quanto programmato o fissato a budget, per consentire, successivamente, lo sviluppo delle attività di riprogrammazione a finire di tempi e costi totali. In particolare, sul fronte dei costi, la riprogrammazione a finire deve necessariamente interfacciarsi con le operazioni di verifica finanziaria del progetto, attuato attraverso il supporto fornito dall'applicazione dell'Analisi dei Flussi di Cassa Attualizzati, i cui indicatori di redditività – Valore Attuale Netto e Tasso Interno di Rendimento – rappresentano sinteticamente l'effettiva convenienza economica delle manovre di correzione predisposte, poiché, a fronte di scostamenti significativi tra flussi di entrata e uscita, consente di mettere in atto una riesamina della distribuzione delle voci di costo e di ricavo, andando ad agire tempestivamente per ridurre il divario e mitigare – o eliminare del tutto – la presenza del rischio rilevato.



Figura 4.5. Comparazione dei tre cicli di vita definiti da Project Construction Management, Processo di Sviluppo Immobiliare e Project Risk Management. Focus sulla fase esecutiva.



4.2

Monitoraggio integrato di tempi e costi: Earned Value Method

La rilevazione dei progressi fisici, temporali ed economici del progetto avveniva, tradizionalmente, attraverso il confronto con tempi e costi pianificati, separatamente. È stato però dimostrato che il tentativo di controllare questi parametri in modo distinto, nonostante la loro stretta connessione, si traduce, tipicamente, in una inefficace valutazione dell'avanzamento del progetto, poiché distorce lo stato reale delle prestazioni. Tempo e costo, infatti, sono considerate variabili del progetto strettamente indipendenti, da considerare, quindi, congiuntamente, perché lo scostamento di una delle due comporta, necessariamente, l'alterazione dell'altra, producendo, in questo modo, una catena di significative variazioni tra risultati effettivamente ottenuti in cantiere e quanto, invece, atteso.

L'attuale metodo di controllo più avanzato, che permette di superare questa limitazione controllando gli avanzamenti fisici in sinergia con quelli dei costi, è l'Earned Value Method. La procedura del Valore Guadagnato o Assorbito ricopre il ruolo di supporto operativo alla verifica dell'avanzamento della produzione, poiché permette un monitoraggio efficace di costi e tempi effettivi in esecuzione, e l'attuazione dell'analisi degli scostamenti fra quanto preventivato e quanto, invece, sostenuto a consuntivo: per queste ragioni, rappresenta una tecnica chiave per il controllo del progetto e relativa valutazione dello stato di avanzamento, consentendo, così, la quantificazione dei costi integrandola al tempo, in un unico passaggio operativo e in un'unica visione di insieme.

L'applicazione della metodologia prevede un approccio estremamente obiettivo nell'indagine delle metriche di costo, schedulazione e ambito del progetto, che produce un unico sistema di misurazione dello stato attuale dei lavori rispetto alla *baseline* di riferimento tracciata, permettendo, inoltre, la stima del costo finale del progetto e la data al completamento. Si tratta, in realtà, di un concetto piuttosto semplice, ma che si è dimostrato di grandissima efficacia, sia per la gestione di opere di considerevoli dimensioni - che coinvolgono quindi una moltitudine di attività interdipendenti, con altissimi valori di budget - sia per progetti di estensione più ridotta.

Le origini della metodologia risalgono agli anni Sessanta del Novecento: il Dipartimento della Difesa Americano, in quegli anni, impiegò il metodo dell'Earned Value come strumento di gestione finanziaria per la misurazione dello stato dei progetti intrapresi. Circa un ventennio dopo, la metodologia si affermò come strumento di gestione del progetto, applicabile quindi ai più differenti ambiti, fino a che, nel 2000, venne

formalmente introdotto all'interno del manuale del Project Management Institute, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge".

L'operatività dell'Earned Value Method si basa, essenzialmente, sul confronto tra i dati economici a consuntivo e quelli a preventivo, pianificati all'interno della baseline di riferimento, introducendo, però, la dimensione temporale¹⁰: la sola verifica dei costi, infatti, potrebbe risultare fuorviante, senza una corretta considerazione della quantità di lavoro svolto, rapportato al tempo. Il principale vantaggio della metodologia è rappresentato, quindi, dalla possibilità, rispetto ai tradizionali metodi contabili, di fornire un'accurata analisi del progetto al *time-now*, con l'obiettivo di segnalare eventuali scostamenti rispetto alla pianificazione di base, consentendo, di conseguenza, l'attuazione della riprogrammazione a finire dei costi e dei tempi.

Dal punto di vista operativo, la base dati di partenza per la corretta applicazione della metodologia deve includere:

- descrizione dei *deliverable* e *baseline* di costi e tempi;
- definizione del cash flow lungo la durata del progetto, contenente l'indicazione dei flussi di cassa in uscita e quelli in entrata;
- indicazione delle regole di misurazione dello stato di avanzamento.

Sulla base delle informazioni desunte dalle operazioni di monitoraggio, è possibile, a questo punto, procedere con l'Analisi degli scostamenti: agli strumenti a supporto del controllo è richiesto il compito di individuare eventuali incongruenze – scostamenti, appunto – e di guidare il processo di selezione delle opportune azioni correttive che possano controbilanciare la situazione di svantaggio rilevata cui si trova attualmente il progetto. Risulta quindi assolutamente necessario che il controllo venga eseguito dopo ogni singola attività del progetto, lungo tutte le fasi del cantiere, per continuare a garantire la possibilità di rivedere i piani in tempi brevi e con il maggior risparmio di risorse possibile. L'analisi degli scostamenti è anch'essa affidata all'Earned Value Method, il quale, se opportunamente accostato all'analisi del Discounted Cash Flow, permette di incorporare i dati emersi nelle operazioni di monitoraggio degli aspetti economico-finanziari del progetto (Figura 4.6).

¹⁰ Cfr. F.Cencioni, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018

CONTROLLO INTEGRATO

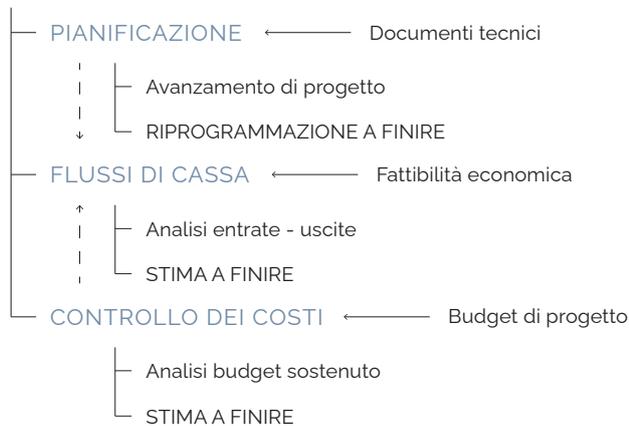


Figura 4.6. Controllo integrato del progetto.

Tipicamente, è consigliato corredare i risultati forniti dall'applicazione della metodologia del Valore Assorbito da una rappresentazione grafica della curva a S, che permette una lettura immediata delle conseguenze registrate sul budget esecutivo dell'esecuzione in cantiere. La peculiare forma della curva è dovuta al fatto che l'andamento dei costi, nel tempo, si registra come, inizialmente, relativamente basso e tende poi a crescere nelle successive fasi di costruzione, corrispondenti, cioè, agli esborsi maggiori, per poi contrarsi nuovamente e scendere verso l'asse delle ascisse, mentre il progetto si avvia alla sua conclusione. Per la costruzione della curva è quindi necessario disporre di alcune informazioni preliminari:

- costi preventivati, desunti dalla compilazione del diagramma di Gantt;
- budget fissato per l'esecuzione;
- costi sostenuti a consuntivo alla data dell'analisi.

Reperate queste fondamentali informazioni, si dispongono, sull'asse orizzontale, la variabile tempo e, sull'asse verticale, la variabile costo, giungendo, quindi, alla raffigurazione dell'assorbimento economico cumulato corrispondente all'aumentare del tempo trascorso¹¹ - o curva del Planned Value.

Successivamente, con l'avvio dei lavori e il calcolo delle metriche standard, è possibile costruire una seconda curva a S sulla base del rilevamento periodico dei dati del cantiere, considerando quindi i lavori svolti fino alla data dell'analisi e calcolando, di conseguenza, i costi a preventivo assorbiti dal progetto e i lavori effettivamente realizzati - o Earned

¹¹ Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008, p. 183

Value. La terza curva è desunta, infine, dall'analisi dei costi sostenuti a consuntivo per i lavori realizzati al *time-now* e rappresenta quindi l'assorbimento a consuntivo nel tempo – o Actual Cost (Figura 4.7).

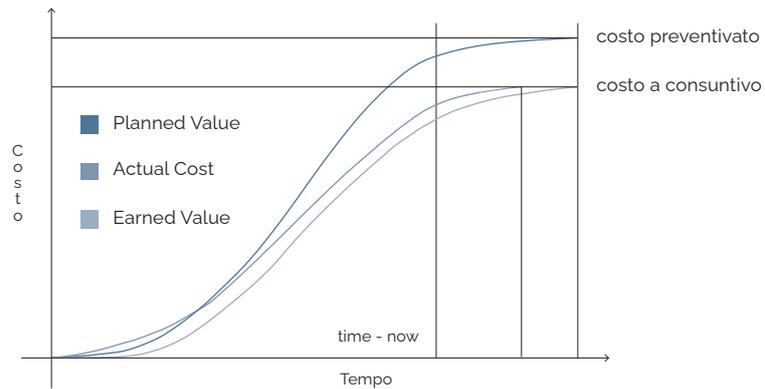


Figura 4.7. Curve a S dell'Earned Value Method.
Rielaborazione dell'autrice da: G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012, p.175



Metriche di progetto

La metodologia dell'Earned Value traduce quanto monitorato durante l'esecuzione per ogni *work package*, in tre dimensioni chiave - le metriche di progetto, rappresentate dalle caratteristiche curve a S.

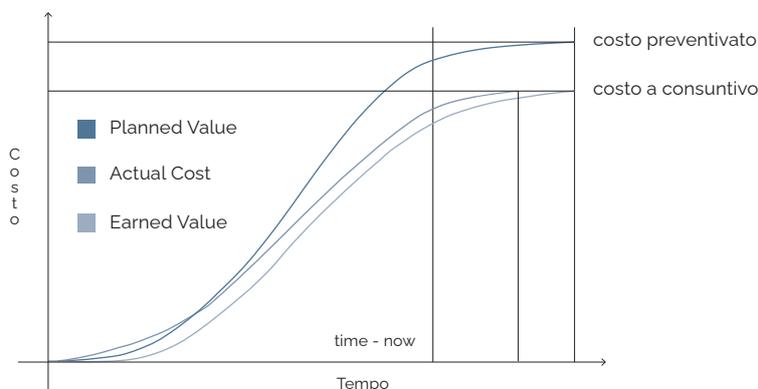
Il **Planned Value** - o **Budgeted Cost of Work Scheduled** - costituisce il budget stanziato per il completamento di ogni attività o, in altri termini, il valore a costo di budget per il lavoro pianificato: la metrica è valorizzata fin dalla fase di pianificazione del progetto, a partire da quanto inserito nella Work Breakdown Structure, individuando le risorse e i dati di schedulazione di ogni task a programma. La sua curva a S rappresenta, quindi, i costi a preventivo, la baseline dei costi.

La misura dell'**Actual Cost** - o **Actual Cost of Work Performed** - esprime, invece, il valore a costo di consuntivo del lavoro effettivamente svolto o, più semplicemente, la quantificazione dei costi sostenuti al momento della verifica, calcolata attraverso la rilevazione dell'*effort* economico sostenuto per le attività al *time-now*. La curva a S permette, quindi, di visualizzare l'assorbimento dei costi a consuntivo in funzione del tempo.

Infine, l'**Earned Value** - o **Budgeted Cost of Work Performed** - rappresenta il costo preventivato effettivamente sostenuto per l'esecuzione delle attività, o, in alternativa, il valore a costo di budget delle attività svolte fino al *time-now*: in forma grafica, la curva a S consente di visualizzare l'assorbimento dei costi del progetto rispetto ai lavori realizzati alla data di verifica.

Il calcolo delle metriche standard permette quindi di rilevare gli scostamenti - in termini di costo e tempo - a ciascun livello di aggregazione del progetto, sia questo riferito al singolo *task*, a raggruppamenti di attività della Work Breakdown Structure, o dell'intera mole di lavori programmati.

Riportati i valori delle metriche all'interno del piano cartesiano, la prima curva, il Planned Value, restituisce graficamente la quantificazione del budget totale previsto per le attività, descrivendo quindi l'andamento dei costi sostenuti dall'inizio del progetto. Il valore riportato sulla seconda curva è l'Earned Value, che quantifica le attività svolte nel tempo e il loro effettivo avanzamento, in termini di costo. Infine, la curva dell'Actual Cost è costruita sulla base dei costi sostenuti per le attività eseguite al *time-now* (Figura 4.8).



Sigla	Termine	Descrizione
PV (BCWS)	Planned Value Budget Cost of Work Scheduled	Rappresenta la baseline dell'analisi, il valore a costo di budget del lavoro pianificato al time-now
AC (ACWP)	Actual Cost Actual Cost of Work Performed	Rappresenta il valore a costo di consuntivo, i costi sostenuti per il lavoro eseguito al time-now
EV (BCWP)	Earned Value Budget Cost of Work Performed	Rappresenta il valore a costo di budget per il lavoro svolto, i costi effettivamente sostenuti al time now

Figura 4.8. Curve a S e schematizzazione delle metriche standard dell'Earned Value Method. Rielaborazione dell'autrice da: G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012, p.174

Dall'osservazione del grafico, è possibile affermare che, in ogni momento dell'esecuzione, a un certo valore di Planned Value previsto, corrisponderà un valore di Actual Cost, rappresentativo dell'andamento dei costi realmente sostenuti: la "differenza" tra le due curve rappresenterà, di fatto, lo status dei costi del progetto. Rapportando, in seguito, la varianza rilevata al confronto effettuato tra la quantità di lavoro pianificato e quanto si è effettivamente svolto, è possibile pervenire alla quantificazione dell'Earned Value, rappresentativo, cioè, della prestazione del progetto¹².

Il controllo effettuato attraverso l'impiego del metodo del Valore Assorbito si basa sull'acquisizione integrata dei dati di produttività, dei relativi tempi di esecuzione e dei costi a consuntivo: a partire, poi, dalla costruzione delle tre curve caratteristiche, è possibile osservare lo status delle performance avvalendosi di ulteriori indicatori che forniscono, così, un quadro più ampio e completo sulla situazione del cantiere e consentono, in seguito, l'elaborazione delle stime a finire delle attività, evidenziando, al contempo, eventuali ambiti critici e suggerendo le opportune correzioni da apportare

¹² Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Earned Value Management", Newtown Square, Project Management Institute, seconda edizione, 2011

alla programmazione.

Le operazioni di controllo del progetto procederanno, quindi, con la verifica indici – o indicatori - di performance, per effettuare l'Analisi degli scostamenti e, successivamente calcolare le stime a finire a supporto dei processi di riprogrammazione:

- 1) Schedule Variance;
- 2) Schedule Performance Index;
- 3) Cost Variance;
- 4) Cost Performance Index



Analisi degli scostamenti

La verifica dell'esecuzione del progetto analizza la congruenza tra quanto realizzato e quanto definito in fase di Programmazione, allo scopo di evidenziare gli scostamenti delle prestazioni e impostare, di conseguenza, le opportune azioni correttive in risposta alle criticità emerse: a questo proposito, è necessario selezionare tecniche di monitoraggio in grado di individuare immediatamente tali deviazioni in relazione alle tre variabili critiche del progetto – costo, tempo e qualità. L'attività di controllo, inoltre, deve essere puntualmente riferita al livello di disaggregazione delle attività del progetto - stabilito durante la Pianificazione, mediante la redazione della Work Breakdown Structure - e al grado massimo di dettaglio raggiungibile, per ottenere risultati quanto più realistici possibile - successivamente e in funzione delle differenti esigenze di gestione del progetto, i dati riferiti al singolo *work package* potranno essere riaggregati.

La verifica dello status prestazionale deve necessariamente essere effettuata lungo tutto lo sviluppo esecutivo del progetto, perché la correzione tempestiva di eventuali anomalie riscontrate permette di recuperare per tempo, ove possibile, quanto perso sulle attività successive, riorganizzando, se necessario, l'intero programma: se queste operazioni venissero effettuate a fine progetto, infatti, risulterebbe ormai impossibile agire sulle situazioni problematiche, poiché qualunque azione correttiva si dimostrerebbe inutile. Perciò, è consigliabile seguire alcuni step operativi consolidati per controllare efficacemente costi e tempi di progetto. Essi sono:

- 1) acquisizione dei dati di produzione;
- 2) analisi degli scostamenti tra consuntivo e preventivo;
- 3) elaborazione delle previsioni a finire;

La valutazione degli scostamenti di costo e tempo riguarda le ipotesi fissate a programma, e consente di ottenere una percezione immediata di eventuali criticità emerse nel momento esatto in cui queste si manifestano, così da permettere l'elaborazione e successiva messa in pratica dei set di azioni correttive reputate più idonee alla mitigazione della minaccia da affrontare.

Per operare un'accurata Analisi degli scostamenti occorre disporre di una serie di dati preliminari, quali:

- suddivisione delle attività della Work Breakdown Structure;
- programmazione dei tempi;
- programmazione dei costi;

- rilevamento dei dati a consuntivo.

A questo proposito, è fondamentale avvalersi di un efficace sistema di reporting che faciliti la trasmissione dei dati reperiti tra uno step operativo e l'altro e il monitoraggio delle informazioni più rappresentative sull'avanzamento del progetto, in rapporto agli obiettivi prefissati: i dati di riepilogo, una volta catalogati, devono essere puntualmente analizzati per verificare eventuali scostamenti negativi, prestando particolare attenzione alle attività collocate sul cammino critico, poiché lo slittamento di una di queste si ripercuote severamente sulle altre, causando quindi forti ritardi ed eccedenze dal budget.

L'elaborazione delle opportune azioni correttive, a questo punto, deve necessariamente relazionarsi alla riprogrammazione dei lavori: valutate le diverse ipotesi di redistribuzione della successione delle attività, è necessario identificare il "percorso" che modifichi il meno possibile i tempi di consegna e il budget totale. Nel caso in cui non sia possibile ridefinire parzialmente l'organizzazione gestionale, si rende necessario rinegoziare del tutto i tempi e il costo totale con la committenza. L'elaborazione delle stime al completamento del progetto è quindi finalizzata al raggiungimento degli obiettivi nel rispetto degli standard di qualità, nei tempi e con i costi preventivati, per cui le attività di monitoraggio delle prestazioni devono essere formalmente inserite all'interno di un processo iterativo da ripetersi ad ogni ciclo di controllo. Esse sono:

- 1) rilevamento dei dati a consuntivo;
- 2) confronto tra dati preventivati e consuntivo;
- 3) riconoscimento di eventuali criticità;
- 4) valutazione ipotesi di gestione alternative;
- 5) individuazione della strategia più opportuna per il raggiungimento degli obiettivi;
- 6) riprogrammazione operativa delle attività rimanenti.

L'Analisi degli scostamenti analizza i costi consuntivi sostenuti per la realizzazione delle attività al *time-now* e li confronta con le rispettive voci di costo preventivato a programma. Imputati, quindi, i costi sostenuti a ciascuna attività ed effettuata la comparazione rispetto al budget di riferimento, è possibile ottenere l'individuazione degli scostamenti "globali" del progetto, effettuando un'aggregazione dei task appena analizzati, per poi procedere con l'individuazione delle cause e le relative responsabilità delle incongruenze emerse, definendo, di conseguenza, i provvedimenti necessari a correggerle.

13 Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

L'Earned Value Method permette di effettuare l'Analisi degli scostamenti analizzando, al contempo, costi e tempi sulla base del concetto del "valore assorbito cumulato totale"¹³. L'Analisi degli scostamenti, come parte integrante del processo di controllo del progetto, si dimostra indispensabile operazione, volta all'elaborazione di correzioni tempestive ai programmi che possano eliminare eventuali disfunzionalità gestionali e a stabilire, sulla base di essi, gli opportuni provvedimenti da intraprendere per portare al corretto completamento la rimanente porzione di progetto da realizzare.

Lo scostamento, in termini generali, è definito come:

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

I risultati ottenuti, se positivi, indicano una situazione di anticipo del progetto rispetto al programma e di rientro nel budget concordato, mentre uno scostamento negativo è indicativo, tipicamente, di un'eccedenza dal budget e di un ritardo su quanto pianificato¹⁴. In particolare, in caso di scostamenti negativi, occorre certamente prevedere un'attenta analisi della voce che "sfora" dal budget stabilito, per individuare correttamente e nel minor tempo possibile la causa del problema, procedendo secondo i seguenti step operativi:

- 1) identificazione degli scostamenti "critici";
- 2) valutazione delle motivazioni tecniche o economiche;
- 3) proposta di soluzioni alternative.

L'Earned Value Method permette quindi di misurare le performance progettuali ed effettuare l'Analisi degli scostamenti in modalità integrata, partendo dalla definizione delle metriche di progetto standard e individuando, così, eventuali incongruenze rispetto al planning, dimostrando, quindi, uno strumento estremamente vantaggioso. A seguito del calcolo delle tre metriche della metodologia – costo sostenuto, costo preventivato e valore guadagnato per ogni attività – l'analisi prevede il calcolo degli indici di performance, che forniscono rapide indicazioni sull'andamento dei trend progettuali. A questo proposito:

- Schedule Variance e Schedule Performance Index sono riferiti agli scostamenti dell'avanzamento fisico e temporale del progetto;
- Cost Variance e Cost Performance Index sono riferiti, invece, agli scostamenti rilevati sull'avanzamento sul fronte economico del progetto.

¹⁴ Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008, p. 221

La **Schedule Variance** – o **Scostamento di schedulazione** – rappresenta la differenza, in termini di tempo, del costo sostenuto per le attività realizzate – Earned Value – e del costo pianificato alla data del controllo – Planned Value.

Analiticamente, è calcolata come segue:

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

dove

SV > 0, il progetto risulta in anticipo rispetto alla schedulazione;

SV < 0, il progetto risulta in ritardo rispetto alla schedulazione.

Lo **Schedule Performance Index** – o **Indice di efficienza dei tempi** – rappresenta il rapporto tra quanto effettivamente realizzato – Earned Value – e le attività programmate – Planned Value – a parità di costi dedotti dal budget di riferimento.

Analiticamente, è calcolato come segue:

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

dove

SPI > 1, il progetto risulta in anticipo, poiché il numero di attività completate al time-now risulta maggiore di quelle pianificate a programma;

SPI < 1, il progetto risulta in ritardo, poiché il numero di attività completate al time-now risulta minore di quelle pianificate.

La **Cost Variance** – o **Scostamento di costo** – rappresenta la differenza, in termini di costo, tra la mole di attività effettivamente realizzate a budget – Earned Value – e il costo per le attività svolte a consuntivo – Actual Cost.

Analiticamente, è calcolata come segue:

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

dove

CV > 0, il progetto si considera sotto budget, poiché il costo previsto per effettuare le lavorazioni risulta maggiore di quanto si è effettivamente speso;

CV < 0, il progetto si considera fuori budget, in una situazione di inefficienza.

In ultimo, il **Cost Performance Index** – o **Indice di efficienza dei costi** – rappresenta il rapporto tra il costo per le attività svolte al valore del costo di budget e il costo per le attività svolte a consuntivo.

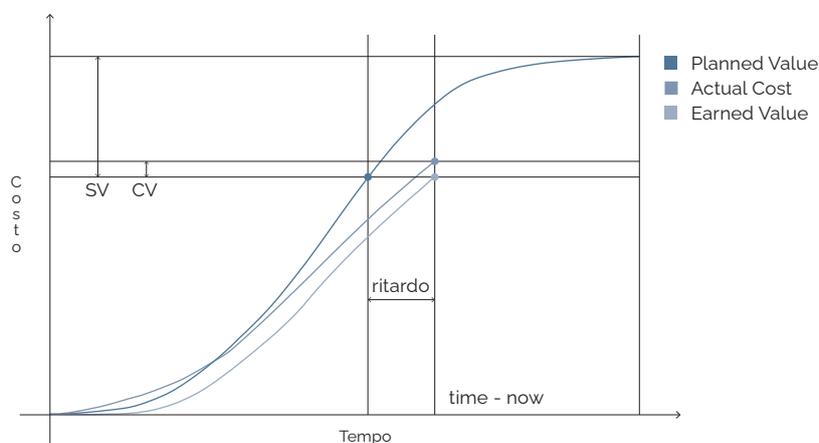
Analiticamente, è calcolato come segue:

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

dove

CPI > 1, il progetto si considera in una situazione di rientro nel budget, poiché i costi sostenuti risultano minori di quelli preventivati;

CPI < 1, il progetto si considera in una situazione di eccedenza dal budget, poiché i costi sostenuti risultano maggiori di quelli preventivati¹⁵ (Figura 4.9).



Sigla	Termine	Descrizione
SV	Schedule Variance (Scostamento di schedulazione)	Rappresenta la differenza di costo tra la quantità di lavoro realizzato al time-now e quanto pianificato
CV	Cost Variance (Scostamento di costo)	Rappresenta la differenza tra la quantità di lavoro realizzato e il costo realmente sostenuto
SPI	Schedule Performance Index (Indice di efficienza dei tempi)	È espresso come il rapporto tra Earned Value e Planned Value al time-now
CPI	Cost Performance Index (Indice di efficienza dei costi)	È espresso come il rapporto tra Earned Value e Actual Cost al time-now

Figura 4.9. Curve a S e schematizzazione degli indicatori di prestazione dell'Earned Value Method. Rielaborazione dell'autrice da: G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012, p.177

15 Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Earned Value Management", Newtown Square, Project Management Institute, seconda edizione, 2011



Riprogrammazione e verifica finanziaria

Dopo aver applicato l'Earned Value Method per le operazioni di controllo e monitoraggio delle prestazioni, occorre, per riportare correttamente il reale stato di avanzamento del progetto, predisporre l'ultimo passaggio a chiusura della fase di Monitoraggio dell'esecuzione: la riprogrammazione a finire della parte rimanente del progetto verifica lo stato di fatto dei lavori, sulla base dei risultati dell'Analisi degli Scostamenti precedentemente effettuata, e ne riprogramma le attività mancanti, nel tentativo di non modificare gli obiettivi finali del progetto e assicurarne, così, il completo raggiungimento. Attraverso le operazioni di riprogrammazione, accanto alla selezione e alla messa in pratica delle azioni correttive ritenute più idonee, è necessario procedere con la ridefinizione dell'organizzazione delle attività rimanenti, a partire dagli scostamenti precedentemente rilevati, agendo, così, sulle prestazioni future previste. Una volta individuato un significativo ritardo sui tempi o un'eccedenza dal budget totale, è certamente necessario, come primo e fondamentale passaggio, indagare a fondo la causa di tale problema, per identificare, conseguentemente, la soluzione più coerente con gli obiettivi progettuali: le azioni correttive, se opportunamente analizzate e implementate, consentono di recuperare il tempo perso e di rientrare nel budget finale, evitando quindi di incappare in ulteriori costi e ritardi imprevisti.

Le principali strategie per una corretta riprogrammazione a finire sono¹⁶:

- 1) modifica della distribuzione delle attività e dei carichi di lavoro del personale;
- 2) aggiunta di risorse come aiuto temporaneo alla situazione critica;
- 3) rinegoziazione degli obiettivi del progetto;
- 4) spostamento della data di completamento del progetto .

La riprogrammazione a finire è definita come l'insieme di valutazioni da effettuare per "comprimere" il più possibile le attività rimanenti del progetto, in modo da guadagnare produttività e recuperare, per quanto possibile, i ritardi o le eccedenze evidenziate e confermare, quindi, data di completamento e budget concordati. Queste operazioni devono essere condotte considerando con particolare cautela i rapporti logici tra attività, nonché i vincoli di dipendenza e l'ordine di precedenza, da rispettare per ridefinire coerentemente il piano della programmazione. A questo proposito, le principali verifiche da effettuare riguardano:

- attività che non risultano più strettamente necessarie al progetto;

¹⁶ Cfr. D.Allodi, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

- attività mancanti nella programmazione di base;
- attività da eseguire in contemporanea;
- vincoli di dipendenza ipotizzati;
- durata delle attività sul percorso critico.

Per recuperare gli scostamenti rilevati riorganizzando la porzione rimanente del progetto, occorre considerare l'influenza del triplo vincolo sulle attività, i cui parametri – tempo, costo e qualità – sono strettamente interdipendenti e, per questa ragione, mutano vicendevolmente. La combinazione delle tre variabili determina quindi l'insieme delle risorse necessarie al coerente sviluppo del progetto: quando uno solo dei tre parametri risulta differente a quanto pianificato, occorre ipotizzare diverse soluzioni di gestione, verificando, cioè, come al variare di uno dei parametri si modifichino gli altri due. Queste operazioni devono tenere conto dell'obiettivo ultimo di questa fase, ossia il mantenimento degli impegni finali del progetto concordati con la committenza. La riprogrammazione a finire considera quindi i vincoli del progetto, si sviluppa dall'analisi dello status dell'avanzamento dei lavori e identifica le linee strategiche alternative che individuano l'ipotesi migliore, a garanzia del mantenimento degli impegni finali del progetto concordati con la committenza.

Il controllo effettuato attraverso l'applicazione dell'Earned Value Method ha fornito i dati sulla produttività in relazione a costi consuntivi e tempi di esecuzione. Costruite, quindi, le tre curve a S associate alle metriche standard e calcolati gli indici di performance, è possibile procedere con la valutazione delle previsioni a finire, attraverso il calcolo altri due fondamentali indicatori:

- Forecast Time to Complete,
- Forecast Cost to Complete.

Il **Forecast Time to Complete** – o **Tempo previsto al completamento** – considera le performance già prodotte dal progetto nelle attività sostenute e le applica a quelle rimanenti.

Analiticamente, è calcolato come segue:

$$\text{Forecast Time to Complete} = \frac{1}{\text{Schedule Variance}}$$

Il **Forecast Cost to Complete** – o **Costo previsto al completamento** – segue il medesimo concetto, applicandolo però sul fronte dei costi.

Analiticamente, è quindi calcolato come segue:

$$\text{Forecast Cost to Complete} = \frac{1}{\text{Cost Performance Index}}$$

In questo modo, è possibile considerare i trend di efficienza già valutati sul consuntivo nelle attività eseguite. A questo punto, il **Total Cost** – o **Costo totale** – per il progetto risulterà:

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

Per approfondire ulteriormente l'analisi ed evidenziare gli ambiti di progetto di maggiore criticità, è possibile introdurre ulteriori indicatori per la ripianificazione. Essi sono:

- Budget at Completion;
- Estimation to Complete;
- Estimation at Completion.

Il **Budget at Completion** – o **Budget al completamento** – rappresenta il costo complessivo pianificato per completare le attività di progetto.

Analiticamente, è calcolato come segue:

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

L'**Estimation to Complete** – o **Stima a finire** – rappresenta la stima a finire del lavoro pianificato e può essere, perciò, utilizzato come nuova previsione del lavoro rimanente. Analiticamente, è calcolato come segue:

$$\text{Estimation to Complete} = \text{Budget at Completion} - \text{Budgeted Cost of Work Performed}$$

Considerando, poi, che, per le attività rimanenti, il costo corrisponde a quanto previsto dal budget, la formula è riscrivibile come:

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

O, in alternativa:

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

L'**Estimation at Completion** – o **Stima al completamento** – rappresenta la somma tra i costi consuntivi e la stima a finire.

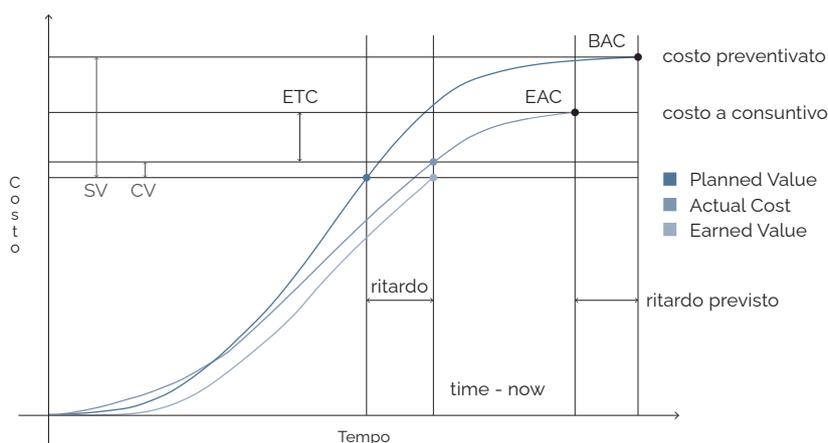
Analiticamente, è quindi calcolato come segue:

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

Un ultimo fondamentale indice per l'analisi delle previsioni a finire è rappresentato dal **To-Complete Performance Index**, che fornisce un'indicazione di previsione sul livello di performance da raggiungere per riportare il progetto all'interno del budget concordato, focalizzandosi quindi sui risultati futuri (Figura 4.10).

Analiticamente è calcolato come segue:

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



Sigla	Termine	Descrizione
BAC	Budget At Completion (Budget al completamento)	Rappresenta l'ammontare complessivo del valore pianificato per completare le attività
ETC	Estimation to Complete (Stima a finire)	Rappresenta la stima a finire del lavoro pianificato
EAC	Estimation at Completion (Stima al completamento)	Rappresenta la somma dei consuntivi al time-now e la stima a finire dei costi

Figura 4.10. Curve a S e schematizzazione delle stime a finire dell'Earned Value Method. Rielaborazione dell'autrice da: G.Capaldo, A.Volpe, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, 2012, p.182

A questo punto dell'esecuzione, se l'andamento della schedulazione dei costi del progetto non è stata adeguatamente documentata, effettuare efficacemente l'attività di Cost Control risulta particolarmente complesso. Tipicamente, la verifica economica viene esercitata al livello del singolo *task*, controllando eventuali scostamenti tra spese effettive e budget iniziale, per poter intraprendere tempestivamente le dovute misure correttive che assicurino il rientro del costo finale nel budget concordato.

Il controllo dei costi prevede l'implementazione di una serie di passaggi consolidati:

- 1) definizione del budget per ogni *task*;
- 2) misurazione delle spese sul budget totale;
- 3) identificazione e valutazione degli scostamenti;
- 4) attivazione delle misure di controllo.

La misurazione delle spese deve avvenire attraverso l'utilizzo di rendiconti regolari che evidenzino costi diretti e indiretti di tutte le risorse impiegate nel cantiere, per ogni compito di esecuzione: una volta acquisiti i dati, occorre registrarli tempestivamente per agevolarne il successivo controllo: in questo modo, viene fornito un efficace ed esaustivo quadro degli scostamenti rilevati, con la possibilità di aggiornare costantemente i piani rispetto all'effettivo stato di avanzamento del programma. A questo punto, è opportuno stabilire con chiarezza le procedure che analizzino gli scostamenti rilevati e verifichino le stime al completamento, attraverso il calcolo degli indici sopra presentati.

Tipicamente, le cause principali di problemi nei costi sono rappresentate da:

- stime e preventivi non realistici;
- decisioni manageriali non coerenti con gli obiettivi;
- modifiche ai piani - o *Variation Orders*;
- rischi non correttamente individuati;
- procedure inadeguate di definizione del budget e rendiconto.

Anche in questo caso, si rende necessario effettuare il controllo su base integrata, attraverso l'applicazione dell'Earned Value Method, per misurare i progressi compiuti e rapportarli al piano di budget generale. Attraverso le tecniche di monitoraggio, la gestione del progetto avviene secondo un continuo e sistematico confronto tra i consuntivi economici e il budget di progetto prefissato, integrato alla pianificazione temporale delle attività (Figura 4.11).

Le cause più comuni di problemi legati al controllo dei costi sono riconducibili a scelte di gestione del progetto, quali:

- valutazione del budget non realistica;
-

- esecuzione sbagliata delle sequenze di attività;
- WBS inadeguata;
- mancata indicazione delle misure di reporting;
- confronto non coerente tra costi a preventivo e a consuntivo;
- ritardi nella programmazione dei tempi;
- problemi tecnici imprevisti.

Durante le diverse fasi del progetto, e specialmente durante la sua esecuzione in cantiere, sono quindi frequenti le problematiche che possono verosimilmente impattare sui costi, aumentandoli nel corso del progetto: perciò, per individuare la causa degli eventuali scostamenti rilevati in sede di analisi, occorre procedere valutando il progetto dal generale al particolare, aumentando il grado di dettaglio fino a considerare la singola attività inserita nella Work Breakdown Structure¹⁷.

EARNED VALUE METHOD



Figura 4.11. Metriche standard, indicatori di prestazione e stime a finire dell'Earned Value Method.

¹⁷ Cfr. Project Management Institute, "Practice Standard for Earned Value Management", Newtown Square, Project Management Institute, seconda edizione, 2011;

Nell'ottica del controllo economico, la programmazione dei costi contribuisce allo svolgimento di queste operazioni attraverso il controllo dei flussi di cassa, con la compilazione, cioè, del piano economico-finanziario del progetto che, da un lato, è inteso come strumento di valutazione economica per la comparazione tra costi e ricavi attesi, e, dall'altro, come elemento di valutazione finanziaria, con riguardo alla capacità del progetto di servire il suo debito: per la buona riuscita del progetto, occorre, infatti, che gli incassi vengano gestiti parallelamente alle uscite necessarie all'esecuzione del cantiere, poiché, in caso di sbilanciamento di tale equilibrio, questo deve essere compensato attraverso il prestito del sistema bancario¹⁸. L'analisi e la riprogrammazione degli aspetti finanziari del progetto permettono di ottimizzare il più possibile l'andamento degli incassi e degli esborsi nel tempo, garantendo quindi continuità nei flussi di cassa previsti: questo passaggio risulta di fondamentale rilevanza, poiché permette, già in fase di pianificazione, di ottenere un quadro completo e realistico di come potrebbe verosimilmente evolversi il progetto dal punto di vista finanziario, e, perciò, in fase esecutiva, di intervenire preventivamente per ripristinare le condizioni di equilibrio, modificando la distribuzione dei costi e la previsione dei ricavi. Un ulteriore aspetto da considerare con particolare cautela, in questo contesto, è la presenza del rischio, dovuta all'imprevedibilità della durata del ciclo di vita del progetto e degli andamenti economico-finanziari dello stesso, per cui si richiede un iter di specifiche verifiche e analisi, che ne quantifichino il più precisamente possibile, l'impatto sugli obiettivi¹⁹.

18 Cfr. F.Cencioni, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018

19 Cfr. E.Fregonara, "Valutazione sostenibilità di progetto", Franco Angeli, Milano, 2015



4.2.1

Raccolta bibliografica

La metodologia dell'Earned Value precedentemente presentata nei suoi aspetti chiave rappresenta lo strumento fondamentale per il monitoraggio e il controllo delle prestazioni del progetto in fase esecutiva: il suo ruolo come strumento di gestione dei momenti finali dello sviluppo progettuale è fondamentale, e tutt'oggi oggetto di studi volti a comprendere a pieno le potenzialità derivate dalla sua applicazione ed evoluzione – con riferimento, in alcuni casi, alla possibilità di integrare la componente di incertezza associata al rischio all'interno dell'analisi.

Si propone una raccolta della bibliografia sul tema: sono state raccolte venti pubblicazioni scientifiche internazionali che hanno proposto l'applicazione dell'Earned Value Method a una selezione di casi studio, impiegando la metodologia come tecnica di controllo di costo e schedulazione, nonché per produrre stime obiettive sulle prestazioni future: il numero non così elevato di applicazioni in materia testimonia come l'argomento si configuri come elemento di novità nel panorama della ricerca sui progetti appartenenti al comparto edilizio. Gli articoli selezionati, riferiti all'arco temporale degli ultimi dieci anni, dal 2012 al 2021, sono stati inseriti cronologicamente in una tabella riassuntiva e, successivamente, si è proceduto alla loro catalogazione, allo scopo di riassumerne i contenuti principali e i risultati emersi. A conclusione della raccolta, è proposta un'analisi dei contenuti più rilevanti emersi.

La ricerca dei casi studio è avvenuta tramite consultazione di articoli tratte da riviste scientifiche e da conference papers internazionali sul tema. In particolare, sono state utilizzate le banche dati di Scopus, Google Scholar, Web of Science e Taylor&Francis Online, inserendo le seguenti principali parole chiave:

- Earned Value Method;
- Earned Value Analysis;
- Risk Management;
- Risk assessment;
- Performance monitoring;
- Performance forecasting;

In questa prima sezione viene presentata una tabella sintetica di catalogazione delle pubblicazioni che ne fornisce le principali informazioni. Per ciascun articolo, vengono specificati numero, titolo, autori, sede editoriale, anno di pubblicazione, parole chiave di ricerca e l'oggetto di studio esaminato.

	TITOLO	AUTORE/I	SEDE EDITORIALE	ANNO	KEYWORDS	OGGETTO DI STUDIO
1	<i>The Cost monitoring of construction projects through Earned Value Analysis</i>	M. Waris, M. F. Khamidi, A. Idrus	Journal of Construction Engineering and Project Management, volume 2, n. 4, 2012, pp. 42-45	2012	Cost monitoring, Earned Value Analysis, Construction cost management	Progetto infrastrutturale
2	<i>Application of Earned Value and Earned Schedule to construction project</i>	V. Rajesh, M. Sumedh	International Journal of Scientific Engineering and Research, volume 1, n. 1, settembre 2013, pp. 97-101	2013	Earned Value Management, Earned Schedule, Project Monitoring, Forecasting project outcomes	Passerella pedonale
3	<i>Range of application and limitations of the Earned Value Method in construction project estimation</i>	T. Baumann, A. Dziadosz, O. Kaplinski, M. Rejment	Technical Transactions, Civil Engineering, n. 2-B, 2014, pp. 66-72	2014	Time-cost analysis, Risk assessment, Earned Value Method	Impianto sotterraneo
4	<i>Application of Earned Value Analysis in analysing project performance</i>	S. Salikuma, M. A. Johny	International Journal of Engineering Research & Technology, volume 5, n. 9, settembre 2016, pp.459-464	2016	EVA , Schedule overruns, Cost overruns	Rete stradale
5	<i>Example application of Cost and Schedule equilibrium control model in communication base station construction project based on Earned Value Method</i>	G. Dang	Advances in Economics, Business and Management Research, volume 48, 2017, pp. 61-65	2017	Cost and Schedule Equilibrium Control, Earned Value Method	Centro di comunicazione
6	<i>A case study on time and cost driven factors of commercial complex by using Earned Value Analysis tool</i>	S. M. K. Reddy, S. Asadi, S. B. Prakash	International Journal of Civil Engineering and Technology, volume 8, n. 1, gennaio 2017, pp. 357-362	2017	Cost Overrun, Time Overrun, Earned Value Analysis, Construction	Complesso commerciale
7	<i>Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management</i>	S. Babar, M. J. Thaheem, B. Ayub	Journal of Construction Engineering and Management, volume 143, n. 3, marzo 2017	2017	Earned value management; Project risk; Risk performance index; Project monitoring and control	Edificio amministrativo, scolastico e impianto petrolifero
8	<i>Five Project-Duration control methods in Time Units: Case Study of a linearly distributed Planned Value</i>	W. F. Borges, M. Pueri do Carmo	Journal of Construction Engineering and Management, volume 143, n. 6, gennaio 2017	2017	Project management, Time variance, Schedule variance, Cost variance, Construction project, Cost and schedule	Ponte in cemento armato
9	<i>Analysis of Project Cost Management Indicators at residential buildings – Case Study: Building construction project in Rusun Penggilingan Jakarta</i>	M. Ronald, H. Lumbantoruan	IOP Conference, Series: Materials Science and Engineering, n. 508, 2019	2019	/	Complesso residenziale
10	<i>Estimation of Cash Flow from Value of Work Done for construction projects in India</i>	G. Dhamodaran, K. R. Divakar Roy	International Journal of Engineering and Advanced Technology, volume 8, n. 2, gennaio 2019, pp. 433-437	2019	Value of Work Done, Earned Value Method	Progetto sample
11	<i>Evaluation of cost and time control in Lhokseumawe City improvement project using Earned Value Method (Case Study Street Alue Raya-Line Pipa)</i>	B. Amin, C. Anwar, T. Miswardi	IOP Conference, Series: Materials Science and Engineering, n. 536, 2019	2019	/	Arteria autostradale
12	<i>Project Schedule monitoring by Earned Duration Management (EDM)</i>	C. B. Kapuganti, P. Y. Kumar, M. Surya Teja, A. Akhil, R. Barbhuiya	International Journal of Recent Technology and Engineering, volume 7, n. 6, marzo 2019, pp. 518-522	2019	Earned Duration Management, Project Monitoring and Controlling Methods, Schedule Performance	Ponte ferroviario
13	<i>Control of construction projects using the Earned Value Method - Case Study</i>	K. Araszkiwicz, M. Bochenek	Open Engineering, volume 9, n. 1, 2019, pp. 186-195	2019	Earned Value Method, Cost Control, Schedule Control	Edificio residenziale e rete stradale
14	<i>Analysis of construction project using Earned Value - A Case Study</i>	S. Patil, R. Kavuru, R. Begum	Journal Of Critical Reviews, volume 7, n. 4, 2020, pp. 1263-1272	2020	Project Management, Project scheduling, Earned Value Management, Schedule Variance, Cost Variance	Edificio residenziale
15	<i>The S-Curve as a tool for Planning and Controlling of construction process: Case Study</i>	J. Konior, M. Szóstak	Applied Sciences, volume 10, n. 2071, marzo 2020	2020	Construction Project Management, Cost, Time	Struttura alberghiera
16	<i>Applying Earned Value to construction projects</i>	S. K.AL-Fadhli, S. H. AL-Bazaz	IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 737, 2020	2020	/	Edificio amministrativo
17	<i>Application of Earned Value Method and Earned Schedule Method for a residential apartment</i>	S. Vaibhava, B. Prakash Rao, D. V. Shetty, C. Prakash	Journal of Physics: Conference Series, n. 1706, 2020	2020	/	Progetto sample
18	<i>Performance measurement of schedule and cost analysis by using Earned Value Management for a residential building</i>	M. D. Sruthi, A. Aravindan	Materials Today: Proceedings, n. 33, 2020, pp. 524-532	2020	Earned Value Management, Earned Value Analysis, Schedule and Cost Analysis, Tracking of Earned value	Complesso residenziale
19	<i>Effective performance evaluation to estimate Cost and Time using Earned Value</i>	F. Susilowati, W. M. Kurniaji	IOP Conference, Series: Materials Science and Engineering, n. 771, 2020	2020	/	Progetto sample
20	<i>Project control and forecast assessment of building projects in Pakistan using EarnedValue Management</i>	H. Zahoor, R. M. Khan, A. Nawaz, M. Ayaz, A. Maqsoom	Engineering Construction & Architectural Management, volume 28, n. 3, marzo 2021	2021	Earned Value Management, CPRM, Forecasting Schedule and Cost, Performance measurement	Edificio amministrativo, scolastico e accademico



Schede di sintesi degli studi

Per ciascuno dei venti articoli analizzati all'interno di questa sezione di revisione della letteratura, viene presentata una scheda di sintesi dei contenuti principali, volta a segnalare, in particolar modo:

- 1) metodologie di indagine sviluppate;
- 2) ambiti di applicazione;
- 3) risultati ottenuti dallo studio.

Inoltre, ogni scheda riporta le seguenti informazioni bibliografiche:

- 1) titolo completo della pubblicazione;
- 2) autore/i della pubblicazione;
- 3) sede editoriale;
- 4) anno di pubblicazione;
- 5) abstract originale.

"The Cost Monitoring of Construction Projects through Earned Value Analysis"

M. Waris, M. F. Khamidi, A. Idrus

Journal of Construction Engineering and Project Management, volume 2, n. 4, 2012, pp. 42-45
2012

Abstract originale: "In construction industry, the term 'procurement' is considered as a project based job where clients and contractors are always keen to observe performance indicators. These indicators represent financial and non-financial efficiency of project activities. Among these, the monitoring of financial indicators such as cost monitoring is an ongoing process and its importance cannot be undermined during the project life cycle. It can be monitored by using traditional approach of direct reporting of actual cost against budget. However, the comparison of budget versus actual spending does not indicate the worth of the work which is completed at any given time. This approach does not represent the true cost performance of the project. Because of these limitations, this paper discusses the applications of Earned Value Analysis for cost monitoring of construction projects in Malaysia. Besides traditional approach, EVA is a three-dimensional approach that compares three cost indicators - i.e. the budgeted value of work scheduled with the earned value of physical work completed and the actual cost of work completed. Therefore, cost monitoring by EVA is an objective measure of actual work performed. This paper uses a case study, an example application of EVA as a cost monitoring tool. This case study reaffirms the benefits of using EVA for project cash flow analysis and forecasting"²⁰.

Lo studio presenta l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio, allo scopo di dimostrare il ruolo chiave della metodologia all'interno del delicato processo di monitoraggio delle prestazioni esecutive del progetto in termini di tempi e costi.

Il caso studio prescelto è un progetto infrastrutturale che riguarda i lavori di potenziamento di un'arteria autostradale, finanziato dal governo malesiano nel 2008 e la cui conclusione era prevista entro marzo 2011.

Ai fini dell'analisi, i dati del cantiere per il calcolo degli indicatori di prestazione e delle metriche standard dell'Earned Value Method sono stati rilevati su base trimestrale: durante i primi sei mesi di rendicontazione, il valore dell'Earned Value risultava maggiore del Planned Value, suggerendo quindi un andamento piuttosto soddisfacente delle lavorazioni, tradotto in un anticipo sul programma concordato. Anche per quanto concerne il fronte dei costi, il valore dell'Actual Cost risultava positivo, a conferma

²⁰ Cfr. M.Waris, M.F.Khamidi, A.Idrus, "The Cost Monitoring of Construction Projects through Earned Value Analysis", in "Journal of Construction Engineering and Project Management", volume 2, n. 4, 2012, p. 42

della situazione di vantaggio in cui procedevano i lavori, poiché, sulla base di quanto emerso dalle rendicontazioni, il progetto si configurava al di sotto del budget stanziato di circa il 9% alla fine del sesto mese di monitoraggio. Coerentemente a quanto emerso dal calcolo delle metriche tradizionali, anche il valore del Cost Performance Index si è attestato sopra il valore limite di 1. Per ottenere una più completa previsione dei costi, infine, il ricorso all'Earned Value Method ha permesso di analizzare le prestazioni economiche al completamento, attraverso il calcolo dell'Estimate to Complete e dell'Estimate at Completion.

Il monitoraggio effettuato attraverso la metodologia del Valore Assorbito si è dimostrata approccio efficace per la gestione degli aspetti economici del cantiere, effettuata a partire dal calcolo degli indici di prestazione e dalla disamina in dettaglio delle previsioni degli andamenti futuri del flusso di cassa associato al budget del progetto, rilevando tempestivamente eventuali sforamenti che avrebbero impattato troppo duramente il corretto completamento dei lavori a programma. L'applicazione dell'Earned Value Method ha permesso di rilevare tempestivamente eventuali "segnali di allarme" in caso di criticità, guidando, successivamente, il team nella selezione delle strategie di correzione più idonee allo stato emergenziale in cui il progetto si trovava, per garantire, in ultimo, il conseguimento degli obiettivi prefissati.

"Application of Earned Value and Earned Schedule to Construction Project"

V. Rajesh, M. Sumedh

International Journal of Scientific Engineering and Research,

volume 1, n. 1, settembre 2013, pp. 97-101

2013

Abstract originale: "Earned Value Management (EVM) is a powerful methodology used in the monitoring and controlling of the project. By applying this methodology on the project, it gives executives, project managers and other stakeholder's ability to visualize project status throughout lifecycle of the project and helps to manage project more effectively. Earned Schedule (ES) is an extension to the theory and practice of Earned Value Management. The earned schedule allows earned value management metrics to be transformed to time or duration metrics to enhance the evaluation of the project schedule performance and to forecast the duration needed to complete the project. The earned schedule enhances the project manager's understanding of project schedule forecasts and becomes useful for making better decisions about project schedule. This paper discusses the project manager's considerations and applicability of earned value management and earned schedule. It gives alerts to the project manager that where is he in the project, whether his project is behind schedule, ahead schedule or on schedule"²¹.

L'articolo propone un'applicazione dell'Earned Schedule – un'estensione dell'Earned Value Method tradizionale – al progetto di costruzione di una passerella pedonale sospesa di 416 metri di lunghezza.

L'impiego dell'Earned Schedule ha permesso di trasformare le metriche e gli indici dell'Earned Value Method in unità di tempo e ha fornito la stima e la previsione al completamento in termini di durata, migliorando, così, la valutazione delle prestazioni della schedulazione del progetto. Inoltre, la comprensione dei tempi stimati per il completamento dei lavori ha sensibilmente migliorato i processi di gestione delle criticità emerse in corso d'opera e consentito, di conseguenza, un più efficace sviluppo dei processi decisionali volti alla riorganizzazione delle attività rimanenti. Una volta registrati i dati di produzione del cantiere alle differenti date di controllo, gli indicatori calcolati, come metriche basate sul fattore tempo, hanno dimostrato ottima adattabilità e capacità previsiva piuttosto attendibile: ampliando i confini applicativi dell'Earned Value Method, è stato possibile aumentare la qualità delle stime su costi finali e tempi di realizzazione. In particolare, le metriche calcolate attraverso l'applicazione dell'Earned

²¹ Cfr. V.Rajesh, M.Sumedh, "Application of Earned Value and Earned Schedule to Construction Project", in "International Journal of Scientific Engineering and Research", volume 1, n. 1, settembre 2013, p. 97

Schedule sono state:

- Actual Time = durata dall'inizio del progetto al *time-now*;
- Schedule at Completion = durata di completamento pianificata del progetto;
- Earned Schedule = durata dall'inizio del progetto alla data in cui il Planned Value avrebbe dovuto risultare uguale al valore attuale dell'Earned Value tradizionale.
- Time Variance, che misura le prestazioni della pianificazione in unità di tempo anziché in unità di costo;
- Time Performance Index, i cui valori suggeriscono una situazione di anticipo o ritardo sulla schedulazione pianificata;
- Forecasting of Time at Completion = stima del tempo al completamento mantenendo la stessa velocità di lavoro per il resto del progetto.
- Time Variance at Completion, che fornisce un'indicazione sulla quantità di tempo per il completamento anticipato o ritardato del progetto.

Secondo i programmi redatti, la costruzione del caso studio esaminato - un progetto di uno skywalk - doveva concludersi entro sei mesi: i controlli effettuati al terzo mese di lavori, però, indicavano una situazione di svantaggio, tradotta in costi aggiuntivi e in un tempo supplementare di circa un mese. Le criticità emerse sono state infatti confermate, accanto al calcolo dei tradizionali Cost Variance e Schedule Variance dell'Earned Value Method, dal valore del Time Variance at Completion, che segnalava -0,98 mesi di scostamento. A fronte di quanto emerso dalle analisi, le problematiche individuate hanno richiesto l'implementazione di alcune azioni correttive ai programmi, nel tentativo di recuperare il tempo perso e rientrare, per quanto possibile, nel budget finale, senza ulteriori eccedenze.

L'Earned Value Method si è quindi confermato solida metodologia di controllo delle prestazioni esecutive: la sua valida estensione, il metodo dell'Earned Schedule, ha fornito, attraverso l'impiego di peculiari metriche riferite al fattore tempo, un fondamentale supporto all'individuazione degli ambiti critici delle lavorazioni e alle successive attività di selezione dei più adeguati provvedimenti da intraprendere. L'Earned Schedule ha inoltre permesso una migliore valutazione del quadro prestazionale, conferendo completezza aggiuntiva alle analisi e irrobustendo le considerazioni sui tempi di completamento e sui set di azioni di mitigazione del rischio necessarie a correggere i parametri problematici.

**"Range of application and limitations of the Earned Value Method
in construction project estimation"**

T. Baumann, A. Dziadosz, O. Kaplinski, M. Rejment

Technical Transactions, Civil Engineering, n. 2-B, 2014, pp. 66-72

2014

Abstract originale: "The considerable degree of complexity found in construction work, as well as project susceptibility to unpredictable conditions determines the need of ongoing progress monitoring and continuous time-cost analysis during the execution of work. Financial and material analysis, using the Earned Value method applied to the construction of an Underground Gas Storage Facility, including project risks which occurred during the project, helped to identify the advantages and limitations in application of this method of monitoring work progress"²².

Il presente studio applica la metodologia dell'Earned Value a un caso studio, nel tentativo di effettuare una valutazione completa dei molteplici fattori di rischio che, in fase esecutiva, interferiscono con il regolare svolgimento dei lavori: si è quindi proceduto con il rilevamento dei dati in cantiere, per misurare, di conseguenza, lo stato di avanzamento dei lavori, analizzare eventuali incongruenze riscontrate – tradotte in minacce sugli obiettivi – e, infine, prevedere costi e tempistiche finali.

Il progetto esaminato riguardava la costruzione di un impianto di stoccaggio sotterraneo che, a causa del suo elevato grado di complessità, ha certamente subito l'impatto più o meno significativo dell'incertezza. I principali fattori di rischio riscontrati in esecuzione sono stati:

- 1) ritardi nella progettazione, tradotti, in esecuzione, in un ritardo sull'inizio dei lavori per problemi organizzativi;
- 2) problematiche di spazio in cantiere e conseguente limitata capacità di stoccaggio dei materiali, causa, quindi, di disagi nell'organizzazione delle strutture del sito.
- 3) ritardi nelle consegne e successiva installazione delle apparecchiature tecnologiche;
- 4) ingente coinvolgimento di risorse umane, con conseguenti problemi di coordinamento delle squadre e ritardi "a catena" sulla produzione.

Per effettuare l'analisi dell'Earned Value Method, è stato necessario, una volta definita la baseline dei costi e di schedulazione del progetto, calcolare le metriche standard e gli indici di prestazione a partire dai dati rilevati direttamente in cantiere, su base mensile,

²² Cfr. T.Baumann, A.Dziadosz, O.Kaplinski, M.Rejment, "Range of application and limitations of the earned value method in construction project estimation", in "Technical Transactions, Civil Engineering", n. 2-B, 2014, p. 66

tenendo conto, inoltre, dei vari fattori casuali rappresentativi del grado di rischio agente sugli obiettivi.

I lavori sono iniziati in ritardo rispetto a quanto programmato, a luglio 2009 e, nonostante ciò, nel mese di agosto i lavori di fondazione erano stati completamente ultimati, producendo un modesto recupero nelle prestazioni della schedulazione: la situazione di leggero anticipo sui tempi è stata confermata dal valore dello Schedule Performance Index, attestato intorno a 1,03.

Le numerosissime modifiche ai progetti richieste in corso d'opera, già dai primissimi mesi di cantiere, hanno chiaramente complicato la situazione, causando nuovi cali di prestazione: dopo ottobre 2009, infatti, un ulteriore ritardo nella posa di alcune pavimentazioni ha fatto slittare la data di completamento dei lavori, inizialmente fissata per novembre 2009. Nel gennaio 2010 si è verificata un'interruzione del cantiere a causa di problematiche contrattuali tra appaltatori, bloccando, quindi, completamente i lavori fino alla data della firma del nuovo accordo: i lavori, ripresi ad aprile 2010, ha subito un'ultima accelerazione finale, concludendosi, però, certamente in ritardo su quanto programmato, a giugno 2010.

Nonostante la conclusione negativa del progetto, l'Earned Value Method ha rappresentato un fondamentale supporto per il riconoscimento delle minacce gravanti sulla produzione: in particolare, è stato fatto riferimento all'andamento della curva del Budgeted Cost of Work Performed e ai valori dello Schedule Performance Index, che indicavano, chiaramente, performance piuttosto scarse e disomogenee nel tempo e un ritmo di cantiere altalenante.

"Application of Earned Value Analysis in Analysing Project Performance"

S. Salikuma, M. A. Johny

International Journal of Engineering Research & Technology,

volume 5, n. 9, settembre 2016, pp.459-464

2016

Abstract originale: "Efficient Management of projects in construction industries are becoming a challenge with the passing time. It has become a concern for the project managers to make sure that the project is on schedule and within budget. EVA evaluates the project performance by integrating both cost and time aspects thereby measuring the overall progress. This paper discusses how EVA is introduced to a real time project on Road Works. It helps to identify the schedule and/or cost overruns beforehand and thereby giving an opportunity to managers in identifying and controlling problems. This study addresses both the costs and the benefits of earned value. The earned value concepts and the related criteria are considered"²³.

L'obiettivo del presente studio è verificare l'efficacia dell'applicazione dell'Earned Value Method come strumento di controllo delle prestazioni progettuali in fase esecutiva. Il caso studio analizzato consisteva nel progetto di ampliamento di una rete stradale a Mumbai, i cui dati sono stati analizzati attraverso l'utilizzo di Microsoft Project per la rendicontazione delle prestazioni progettuali e il calcolo degli indici caratteristici della metodologia dell'Earned Value, allo scopo di ottenere un feedback obiettivo sullo status dei lavori ed elaborare, di conseguenza, opportune soluzioni strategiche di correzione agli scostamenti.

Definita la baseline di riferimento del progetto, le metriche standard e gli indicatori di performance sono state utilizzate per verificare ritardi o anticipi sulle lavorazioni. In particolare, il valore della Cost Variance attestato al 29% indicava un rientro nel budget totale predisposto, e i conseguenti anticipi sulla schedulazione sono stati confermati dalla Schedule Variance del 4%. Anche i valori degli indici di prestazione, Cost e Schedule Performance Index superavano il valore soglia di 1, a ulteriore conferma della situazione vantaggiosa dei lavori. Ultimati questi passaggi, si è proceduto con la stima della data di completamento del progetto, fissata al 14esimo mese dal *time-now* e, in effetti, rispettata. L'impiego dell'Earned Value Method si è dimostrato piuttosto efficace per verificare tempestivamente eventuali parametri critici emersi in modo integrato, e agire di conseguenza sulla pianificazione di tempi e costi rimanenti, apportando modifiche flessibili in qualsiasi momento dell'implementazione del progetto.

²³ Cfr. S.Salikuma, M.A.Johny, "Application of Earned Value Analysis in Analysing Project Performance", in "International Journal of Engineering Research & Technology", volume 5, n. 9, settembre 2016, p. 459

**"Example Application of Cost and Schedule Equilibrium Control Model in
Communication Base Station Construction Project Based on Earned Value Method"**

G. Dang

Advances in Economics, Business and Management Research, volume 48, 2017, pp. 61-65

2017

Abstract originale: "How to improve the efficiency and quality of network mobile construction has become the focus of operators' mobile communication construction project management. The completion time of the construction of the base station will be subject to a number of uncertain factors. The project management theory and mobile communication base station network construction grafting is conducive to the construction of all aspects of the project and all resources are effectively integrated and use. Based on the complexity and system of the construction of the mobile base station, through the use of project planning management theory and practical experience, this paper can obtain the project's periodic bidding through the earnest value method, and can make the project plan unreasonable and unfavorable implementation. In order to make timely adjustments, so that the base station construction projects can be completed on time and quality"²⁴.

L'oggetto del presente studio è un centro di comunicazioni mobili cinese, di cui vengono presentati i risultati ottenuti dall'applicazione dell'Earned Value Method per il controllo delle performance.

Il budget totale del progetto è stato suddiviso per i quattro gruppi di sotto-attività principali, quali demand, project, construction e test: allo status date, fissato al 5 settembre 2016, le attività del primo scomparto risultavano interamente completate, quelle relative al secondo si trovavano a circa metà del processo, quelle del terzo erano appena state iniziate, mentre l'ultimo gruppo attendeva l'avvio. I dati raccolti sui costi effettivi sostenuti e quelli programmati sono stati inseriti in alcune tabelle sintetiche per l'analisi dello stato di avanzamento del progetto: a questo scopo, sono stati valutati gli indici caratteristici dell'Earned Value Method, Cost Varianza, Schedule Variance, Cost Performance Index e Schedule Performance Index, calcolati a partire dal valore del Budgeted Cost of Work Performed rapportato al Budgeted Cost of Work Scheduled.

In base, quindi, alla percentuale di completamento di ogni gruppo di attività, sono stati rilevati i dati di costo per il calcolo degli indici sopra citati. Il valore dello Schedule Performance Index è risultato inferiore a 1, segnalando un leggero ritardo sul progresso dei lavori. Al contrario, invece, il Cost Performance Index ha superato il valore limite di

²⁴ Cfr. G.Dang, "Example Application of Cost and Schedule Equilibrium Control Model in Communication Base Station Construction Project Based on Earned Value Method" in "Advances in Economics, Business and Management Research", volume 48, 2017, p. 61

1, prospettando la buona riuscita dei lavori sul versante dei costi, situazione confermata anche dal fatto che il costo atteso per il completamento dei lavori valutato a preventivo risulti maggiore del costo effettivo calcolato allo status date.

Considerati, quindi, i lunghi tempi previsti per la chiusura definitiva del cantiere, ancora in corso al momento dello studio, la scomposizione delle lavorazioni in sottogruppi si è rivelata una efficace strategia di controllo che ha permesso una più agevole applicazione dei principi dell'Earned Value Method per il monitoraggio degli avanzamenti. Sulla base della complessità del progetto, inoltre, la metodologia si è dimostrata strumento utile per la pianificazione preventiva e la valutazione dei costi al completamento di ogni scomparto: di conseguenza, l'attuazione delle pratiche di Project Planning Management hanno riflettuto in modo sensibilmente più accurato il progresso del progetto sul fronte dei costi, permettendo l'attuazione tempestiva di correzioni ai piani allo scopo di ultimare i lavori nei tempi previsti e nel rispetto del budget fissato.

**"A case study on time and cost driven factors of commercial complex
by using Earned Value Analysis tool"**

S. M. K. Reddy Raya, S. S. Asadi, S. S. B. Prakash

International Journal of Civil Engineering and Technology,

volume 8, n. 1, gennaio 2017, pp. 357-362

2017

Abstract originale: " - Objectives: Now a day's several business complexes are being created. People with busy time schedule show a ton of interest in visiting these malls, so that lots of your time is optimally utilized and each item is formed offered within the business complicated. - Methods: There exist many reasons that are accountable for this cost and time overruns. This paper stands to define the primary causes of cost and time driven factors in building (construction) sector & potency function manner, forward future add addressing these overruns. - Findings: Building (construction) manufacturing is very vibrant region and shows the significant part within the growth of a Nation, later in Republic of India, construction engineering started a zoom then its freedom. However, construction industry in Republic of India is facing prolonged issues as well as poor depiction of your price (cost)& time, over heads of construction, poor efficiency and over reliant on manpower. Of these trials, is taken into account as an important issue"²⁵.

L'obiettivo dell'articolo è la presentazione dei risultati del monitoraggio del processo di costruzione di un complesso commerciale indiano, effettuato attraverso l'applicazione dei principi teorici e pratici dell'Earned Value Method.

A partire dalla documentazione di progetto e da quanto rilevato in cantiere, sono state calcolate le tre metriche classiche della metodologia - Budgeted Cost of Work Schedule, Actual Cost of Work Performed e Budgeted Cost of Work Performed - per determinare i valori di Cost e Schedule Variance, allo scopo di verificare eventuali scostamenti dal budget o dalla programmazione dei tempi: il Cost Performance Index e lo Schedule Performance Index hanno fornito preziose indicazioni, infine, sullo status del progetto e sul livello di efficienza delle strategie di controllo attuate.

Suddiviso l'importo totale dei lavori in sotto-attività e rilevata la percentuale di completamento di ogni slot, è stata creata la baseline di partenza per il tracciamento dei dati: analizzando, quindi, gli indici sopra citati, è stato verificato l'eventuale ritardo del progetto sul fronte di tempi o costi. I valori assunti da Schedule Variance e Cost Variance hanno segnalato un superamento dei costi e un ritardo rispetto alla pianificazione,

²⁵ Cfr. S.M.K.Reddy Raya, S.S.Asadi, S.S.B.Prakash, "A case study on time and cost driven factors of commercial complex by using Earned Value Analysis tool", "International Journal of Civil Engineering and Technology", volume 8, n. 1, gennaio 2017, p. 357

confermati anche dall'andamento degli indici di performance, Schedule Performance Index e Cost Performance Index, entrambi al di sotto del valore limite di 1.

Il progetto, avviato ufficialmente nel settembre 2013, doveva essere completato nell'aprile 2016: a fronte degli ingenti ritardi rilevati e di quanto emerso dall'analisi dei dati sullo status generale del cantiere, si è supposto che i lavori possano protrarsi fino ad aprile 2018, registrando, quindi, un buffer temporale di oltre due anni. Per contrastare tale situazione, si è suggerita la messa a punto di una robusta attività di ripianificazione che punti a ridurre al minimo costi extra, ritardi e la possibilità di spreco di risorse, controllando, quanto più possibile, lo scostamento degli indici dai valori limite.

"Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management"

S. Babar, M. J. Thaheem, B. Ayub

Journal of Construction Engineering and Management, volume 143, n. 3, marzo 2017

2017

Abstract originale: *"Earned value management (EVM) is an industry standard for monitoring the performance of ongoing projects. The performance baseline is set up in the planning phase to measure any time and cost deviations during project execution. Based on the current progress, an estimate at completion (EAC) is forecasted. Traditionally, EVM only focuses on the project schedule (SPI) and cost (CPI) and does not address other important aspects of health and safety, stakeholder satisfaction, and quality. Despite its superior formulation, EVM forecasts are still influenced by project risks and uncertainties, leading to inconsistency between EAC results obtained through standard formulae. In order to estimate better EAC, a framework is developed that incorporates various key performance indicators into the risk performance index (RPI). Using SPI, CPI, and RPI, an integrated model is developed and a number of case studies are run to validate it. The findings indicate a better EAC when compared to traditional methods. Introducing performance indicators to measure key aspects of the project will provide the stakeholders a better monitoring and decision-making tool"*²⁶.

Il presente articolo propone un'applicazione dell'Earned Value Method al controllo prestazionale di tre progetti di costruzione, incorporando, nell'analisi, la comprensione del rischio attraverso lo sviluppo di un nuovo indicatore – Risk Performance Index – da aggiungere agli indici tradizionali – Cost e Schedule Performance Index – nella relazione empirica dell'Estimate At Completion, allo scopo di ottenere una previsione più accurata. A partire dall'analisi della letteratura di settore, la proposta di integrazione tra Earned Value Method e Project Risk Management è avvenuta attraverso l'utilizzo dei Key Performance Indicators, la cui nuova formulazione per l'Estimate At Completion risultava:

$$EAC=AC+ \frac{BAC-BCWP}{w_1CPI+w_2SPI+w_3RPI}$$

dove

w1, w2 e w3 = ponderazioni assegnate a ciascun indicatore

I tre casi studio esaminati hanno permesso di verificare l'efficienza del modello proposto, applicandolo a una situazione reale. Il primo progetto riguardava la costruzione di un

26 Cfr. S.Babar, M.J.Thatheem, B.Ayub, "Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 143, n. 3, marzo 2017, p. 1

edificio amministrativo dalla durata stimata di 10 mesi, completato nei tempi e costi previsti. Il secondo progetto, un edificio scolastico, è stato completato con un mese di ritardo, subendo, di conseguenza, anche delle perdite in termini di profitto. Il terzo progetto, infine, riguardava la costruzione di un impianto petrolifero, della durata prevista di 27 mesi che ha però subito quasi sei mesi di ritardo nel suo completamento e, perciò, si è concluso molto al di sopra del budget pianificato.

Dall'analisi dei dati, emerge come l'equazione stabilita per la previsione dell'Estimate At Completion fornisca risultati migliori rispetto all'utilizzo della sua tradizionale formula analitica, che non considera, cioè, il "peso" del rischio" sul calcolo. Le ponderazioni assegnate agli indici di performance, in particolare, sono state selezionate in base allo scenario di progetto analizzato, suggerendo, inoltre, la possibilità di associarla a un'Analisi di Sensibilità per assegnare correttamente l'importanza relativi dei KPI. Il modello proposto si è dimostrato quindi di buona praticità per la previsione dei risultati a finire, guidando, inoltre, i processi di decision-making volti alla selezione delle correzioni da apportare agli andamenti rilevati.

**"Five Project-Duration Control Methods in Time Units:
Case Study of a Linearly Distributed Planned Value"**

W. F. Borges, M. Pueri do Carmo

Journal of Construction Engineering and Management, volume 143, n. 6, gennaio 2017
2017

Abstract originale: "Changes in projects often affect planned performance. Earned Value Management is a performance measurement methodology to control costs and scheduling by evaluating project progress using monetary values. Complementary methods to control project duration in time units were developed. This study contributes to project management by showing how to control costs, schedules, and time variances, given changes in quantity, resource costs, and productivity to identify the responsibilities of a contractor and owner for variations in time and cost. This study addresses the main methods for controlling project time variance in time units, as obtained through an extended literature review, and utilizes these methods by applying data from a real-life project. The findings indicated that in the case of a linear distribution of planned values, four of the five methods yielded identical values for the time variance to date and one of the methods depends more on the number of parallel activities in progress or completed"²⁷.

Il presente studio propone la comparazione dei risultati della Schedule Variance dell'Earned Value Method con gli indici caratteristici di cinque sue estensioni - Earned Time Method, Planned Value Method, Earned Schedule Method, Earned Duration Method, Earned Duration Management Method. La Schedule Variance, o Time Variance, riferita al fattore tempo ma misurata tradizionalmente in unità monetarie, risulta di difficile comprensione, per cui le metodologie alternative analizzate hanno proposto l'elaborazione di risultati più precisi e, chiaramente, riferiti all'unità di tempo, per una migliore misurazione di ritardi o anticipi nella durata dei lavori.

Dal punto di vista operativo, i cinque metodi sono stati applicati per misurare la performance in termini di tempo di un progetto di costruzione di un ponte di cemento armato: per un'esecuzione più rapida delle analisi, il rilevamento dei dati in cantiere - fissato al terzo mese dei lavori per poi proseguire fino al loro completamento - è stato riferito a tre macro-gruppi di attività, opere in calcestruzzo, strutture in acciaio e casseforme, poiché queste rappresentavano l'83% dei lavori totali. Dall'osservazione dei dati, è emerso come il progetto abbia subito un aumento dei costi e un conseguente

²⁷ Cfr. W.F.Borges, M.Pueri do Carmo, "Five Project-Duration Control Methods in Time Units: Case Study of a Linearly Distributed Planned Value", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 143, n. 6, gennaio 2017, p. 1

ritardo sul completamento dei lavori di circa 21 giorni, passando, così, da una durata stimata complessiva di 210 giorni a 231, che è stata correttamente rispettata. Il calcolo delle metriche, comparato con il valore della Schedule Variance Tradizionale, ha prodotto risultati più corretti: in particolare, i valori riferiti all'Earned Schedule Method, Planned Value Method, Earned Duration Method e Earned Time Method risultavano pressoché uguali dal primo al sesto mese di costruzione del ponte.

Tutti i metodi impiegati si sono quindi dimostrati piuttosto utili per il controllo delle variazioni dei tempi, e come valida alternativa al tradizionale Earned Value Method, nel caso in cui il controllo della durata risulti prioritario rispetto ai costi: l'affinità tra i fattori coinvolti nei calcoli e la somiglianza tra formulazioni analitiche hanno prodotto, in conclusione, risultati di ottima qualità.

**"Analysis of Project Cost Management Indicators at Residential Buildings –
Case Study: Building Construction Project in Rusun Penggilingan Jakarta"**

M. Ronald, H. Lumbantoruan

IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 508, 2019

2019

Abstract originale: *"Indonesia's economic growth is growing along with the growth of the construction industry against increasing construction projects. The performance of a construction project requires serious management to achieve maximum results. Delays occur, quality is not in accordance with contract specifications, and costs that sometimes occur overbudget. Some studies show that the dominant factors causing overbudget in construction projects consist of: cost estimation factors, performance management factors, resource mobilization factors, control factors of timing performance, incomplete project information data, increasing material prices, and financial policies from government. In overcoming these dominant factors, project cost management is needed. Construction projects can be managed with project cost management. Project cost management includes the stages of planning, scheduling and controlling which are important steps to be taken to achieve the objective of project performance. Project cost management involves cost budgeting and cost control. Cost budgeting aims to generate a cost baseline to ensure project performance and project needs. A cost baseline is a time step from the budget used by the project manager to ensure and monitor costs. Cost control is used to monitor costs based on the cost baseline. Project control systems can be seen through project performance. Project performance can be done by comparing cost performance over time. Costs from the time period can be analyzed by variance analysis. Variance analysis involves actual project performance with planned performance. Value technique is used to analyze trend whether a performance is improving or deteriorating by comparing planned performance with actual performance. EVA (earned value analysis) is one of method using for project control. EVA method can be used to measure project performance which applied as a tool to integrate between cost and time aspect"*²⁸.

L'oggetto di studio è un complesso residenziale di complessità abbastanza elevata, commissionata dal governo regionale di Jakarta e di cui si prospettava il completamento entro la fine del 2017: si è scelto di utilizzare l'Earned Value Method come metodologia di controllo dei processi coinvolti nella stima del budget e nel controllo della

²⁸ Cfr. M.Ronald, H.Lumbantoruan, "Analysis of Project Cost Management Indicators at Residential Buildings – Case Study: Building Construction Project in Rusun Penggilingan Jakarta", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 508, 2019, p. 1

schedulazione, allo scopo di evitare costi eccessivi e irregolarità nella pianificazione. La valutazione allo status date è stata fissata per la sessantesima settimana di cantiere e il controllo eseguito calcolando le metriche tradizionali della metodologia, quali Budgeted Cost of Work Scheduled, Budgeted Cost of Work Performed e Actual Cost of Work Performed, per andare a definire i valori del Budget at Completion e gli indici di performance.

I risultati dell'analisi segnalano un superamento nei costi ma un anticipo rispetto a quanto pianificato, confermato dal valore negativo del Cost Performance Index e dal superamento della soglia di 1 da parte dello Schedule Performance Index.

Per ottenere, poi, un quadro più completo sull'effettivo livello di sviluppo del progetto e individuare gli ambiti su cui agire per apportare eventuali correzioni, si sono calcolati le stime al completamento dei costi: il risultato dell'Estimate at Completion è superiore al Budget at Completion, indicativo del fatto che i costi stimati per la chiusura dei lavori eccedono rispetto a quanto preventivato in fase preliminare. La metodologia dell'Earned Value è stata implementata per controllare le prestazioni del progetto on-going ed evidenziare le voci non conformi alla pianificazione di partenza del progetto: a fronte di quanto emerso dall'analisi dei risultati ottenuti, quindi, si è proceduto con il ricalcolo del budget totale e la riprogrammazione di alcune attività, allo scopo di modificare l'andamento degli indici calcolati e far rientrare questi ultimi nei limiti di accettabilità prefissati.

"Estimation of Cash Flow from Value of Work Done for Construction Projects in India"

G. Dhamodaran, K.R. Divakar Roy

International Journal of Engineering and Advanced Technology,

volume 8, n. 2, gennaio 2019, pp. 433-437

2019

Abstract originale: "- Background/Objectives: To estimate the Cash Flow from Value of Work Done (VoWD) for a Construction project in Indian environment; - Methods: Deducting mobilisation advance and retention amounts from total Value of Work done completion; - Results/Findings: Can be implemented at construction industry especially for the process plant construction projects; - Conclusion/Application: 'Cash flow estimation every month in part of construction progress calculation' can be implemented in construction industries which helps Client organization to arrange required fund in advance"²⁹.

L'obiettivo dell'articolo è dimostrare come l'applicazione dell'Earned Value Method e dei suoi principi fondativi possa rivelarsi utile per prevedere gli andamenti dei flussi di cassa, da controllare per stimare accuratamente i costi totali: una loro gestione inadeguata, infatti, si basa essenzialmente sulla verifica e continuo aggiornamento della base dati per ottenere previsioni sempre più corrette. Con l'avanzamento del progetto, infatti, le decisioni in ambito finanziario devono essere previste e controllate per garantire il completamento del progetto nei limiti previsti: l'articolo si propone quindi di stimare il cash flow totale di un progetto sample a partire dal calcolo del Value of Work Done, utilizzato come ulteriore metrica di riferimento accanto a quelle tradizionali: l'effort per ogni attività è stato computato come ore di lavoro complessive per pesare, poi, ciascuna attività sul totale, ottenere la ponderazione dei costi e stimare, in ultimo, i flussi di cassa a supporto delle decisioni finanziarie.

Fissato uno scenario di progetto e raccolti i dati sample, si è ipotizzato l'andamento del cash flow in base agli avanzamenti rilevati, per confrontare in un unico grafico la curva ad S con quella elaborata in fase di pianificazione. L'applicazione di tale metodo è declinabile a numerosi altri progetti di costruzione, data la capacità di analizzare in modo piuttosto accurato il legame tra attività, effort e andamento dei costi annessi: in caso, inoltre, di Variation Ordes – o varianti in corso d'opera – gli autori evidenziano come la loro influenza sui costi – e, di conseguenza, sui tempi – possa in effetti essere tempestivamente prevista e controllata attraverso l'implementazione dell'Earned Value Method, prima di discuterne l'eventuale approvazione.

²⁹ Cfr. G.Dhamodaran, K.R.Divakar Roy, "Estimation of Cash Flow from Value of Work Done for Construction Projects in India", in "International Journal of Engineering and Advanced Technology", volume 8, n. 2, gennaio 2019, p. 433

"Evaluation of cost and time control in Lhokseumawe City improvement project using Earned Value Method (Case Study Street Alue Raya-Line Pipa)"

B. Amin, C. Anwar, T. Miswardi

IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 536, 2019

2019

Abstract originale: "The purpose of this study is to evaluate the amount of cost and use of time that has been used in the Improvement Project Street Alue Raya-Line Pipa Lhokseumawe City. The method that used in this study is the concept of yield value (earned value analysis) review trends in schedule variants and cost variants for a period during the project"³⁰.

L'oggetto di studio dell'articolo è il progetto di ampliamento di un'arteria autostradale indiana di 1057 metri di lunghezza, per il cui controllo delle prestazioni è stato applicato l'Earned Value Method: la metodologia, in particolare, è stata impiegata per verificare l'effettiva corrispondenza dei lavori con quanto riportato in dettaglio a programma, in termini di costi e tempo e, inoltre, per elaborare le stime al completamento.

A partire dalla creazione delle baseline di riferimento per le analisi, le metriche e gli indicatori di prestazione della metodologia sono stati calcolati in base ai rilevamenti in cantiere effettuati a partire dalla quarta settimana: sono quindi stati verificati Budgeted Cost of Work Scheduled, Budgeted Cost of Work Performed, Actual Cost of Work Performed, Cost Variance e Schedule Variance., mentre, per le previsioni a finire, è stato selezionato l'Estimate at Completion.

Analizzando i risultati, è emerso come il valore della Cost Variance si sia attestato come positivo, indicando quindi una situazione di rientro nel budget concordato, confermato dal Cost Performance Index, che superava il limite soglia di 1.

Per quanto riguarda la schedulazione, l'indicatore dello Schedule Performance index risultava molto superiore a 1, a dimostrazione del fatto che il lavoro si stesse effettivamente svolgendo con estrema rapidità e, perciò, in anticipo sul programma e a un costo inferiore di quello concordato. Nel tempo, la crescita del valore di Schedule e Cost Performance Index ha stabilizzato di fatto la situazione di vantaggio, continuando a presentare valori superiori a 1, garantendo, quindi, un ottimo livello di efficienza dei lavori, su entrambi i fronti.

30 Cfr. B.Amin, C.Anwar, T.Miswardi, "Evaluation of cost and time control in Lhokseumawe City improvement project using earned value method (Case Study Street Alue Raya-Line Pipa)", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 536, 2019, p. 1

"Project Schedule Monitoring by Earned Duration Management (EDM)"

C. B. Kapuganti, P. Y. Kumar, M. S. Teja, A. Akhil, R. Barbhuiya

International Journal of Recent Technology and Engineering,

volume 7, n. 6, marzo 2019, pp. 518-522

2019

Abstract originale: "In earlier days, project managers face many difficulties to maintain the project in a right track. In the 20th century, Gantt chart was developed and since then the management of the projects based on the baseline schedules has come into existence. To monitor the cost and schedule Earned Value Management (EVM) was introduced. The main objective of the EVM when it was introduced is only to monitor the cost aspect. But later on, by specific derivatives schedule monitoring is also introduced. For monitoring a project schedule, EVM uses cost in place of time. There are certain misleading's observed while using cost to control the schedule. So, to overcome this issue, researchers developed a new method, Earned Duration Management (EDM). In this paper, a railway bridge construction project is considered as a case study and EDM methodology is applied to find out the variation of various EDM indices"³¹.

Il presente studio propone un'applicazione dell'Earned Duration Management - un'estensione del tradizionale Earned Value - per il monitoraggio delle prestazioni del progetto di costruzione di un ponte ferroviario.

Il controllo dello stato di avanzamento dei lavori, in particolar modo in relazione al fattore tempo, risulta più accurato se gestito attraverso l'adozione dell'Earned Duration Management, poiché, in questo modo, la previsione delle data di completamento lavori è più facilmente rappresentata, così come gli altri parametri del progetto, espressi in unità di tempo.

Le metriche di misurazione e analisi della schedulazione considerate sono state:

- Total Planned Duration = durata di tutte le attività pianificate;
- Total Actual Duration = durata effettiva di tutte le attività eseguite al *time-now*;
- Total Duration, calcolato sulla base della quantità di lavoro completato.

Inoltre, sono stati selezionati i seguenti indici prestazionali: Duration Variance e Total Duration Variance, Project Progress Index, Duration Performance Index e Earned Duration Index.

Le date di inizio e completamento lavori del caso studio analizzato erano fissate, rispettivamente, per ottobre 2012 e settembre 2013.

³¹ Cfr. C.B.Kapuganti, P.Y.Kumar, M.S.Teja, A.Akhil, R.Barbhuiya, "Project Schedule Monitoring by Earned Duration Management (EDM)", in "International Journal of Recent Technology and Engineering", volume 7, n. 6, marzo 2019, p. 518

In base a quanto emerso dall'analisi, per la quale sono stati raccolti dati su base mensile dal secondo mese di cantiere, le fluttuazioni delle durate calcolate hanno indicato che i lavori, almeno inizialmente, stavano procedendo secondo il programma concordato. Dopo solo un mese di cantiere, il Duration Performance Index – il cui valore si è attestato, a fine progetto, intorno a 0,65 – ha mostrato un repentino calo delle prestazioni, che si è protratto fino al quinto mese di lavoro, peggiorando sensibilmente l'andamento del progetto. La situazione di svantaggio è stata parzialmente recuperata nei mesi successivi, continuando però a presentare valori di Duration Performance Index oscillanti, tra 0 e 1, a indicazione di una prestazione complessiva piuttosto instabile: a conferma di ciò, anche i valori dell'Earned Duration Index e Project Progress Index hanno mostrato andamenti molto disomogenei.

Allo stesso modo, la Duration Variance, associata a ogni task a programma, e la Total Duration Variance hanno mostrato un continuo decremento dal secondo al sesto mese, assumendo valori negativi, indicativi dell'ingente ritardo che si stava accumulando sulle lavorazioni.

Infine, nonostante l'esito del progetto, conclusosi in ritardo, l'Earned Duration Management si è dimostrato un efficace strumento di controllo, in grado di fornire indicatori dalla rapida lettura e interpretazione, per un migliore monitoraggio dell'andamento del cantiere.

"Control of construction projects using the Earned Value Method - case study"

K. Araszkiwicz, M. Bochenek

Open Engineering, volume 9, n. 1, 2019, pp. 186–195

2019

Abstract originale: *"Planning, controlling, monitoring progress are key management functions for effective implementation of construction projects. Commonly used instruments enabling performance of these functions include schedules and budgets, often in the form of a cost estimate. They are created at the initial planning stage to monitor and control cost and time deviations. Moreover, popular monitoring techniques are, for example, observation of milestones and comparative analysis of actual versus planned costs. This article presents a work progress control tool - the Earned Value Method (EVM) - which, despite its benefits, remains relatively unused in construction projects. The impact of the planning phase on the results obtained during the monitoring and control phase when utilizing EVM is discussed. This case study provides practical examples of using EVM in the implementation of construction projects and with the use of computer software. The novelty of the article results from the introduction of additional sensitivity analysis illustrating the impact of factors, such as an increase in costs or a change in delivery dates to the course of deviation curves. Use of sensitivity analysis in relation to the results of the CPI and SPI calculations affords combining control of costs and time with risk monitoring in the project. The findings reveal significant benefits in using EVM to implement construction projects but also highlight some important limitations"*³².

L'articolo propone un'applicazione dei principi fondativi dell'Earned Value Method a due casi studio distinti per tipologia edilizia ed estensione temporale dei lavori.

Il primo caso esaminato è un edificio residenziale plurifamiliare polacco, avviato nel novembre 2010 e di cui si era prevista la conclusione entro agosto 2012: il cronoprogramma del cantiere è stato diviso in due a causa di un'interruzione del contratto di appalto nell'ottobre 2011 per cui, alla firma del nuovo accordo, le lavorazioni ancora non completate sono state automaticamente affidate alla nuova gestione. I report di aggiornamento dei programmi sono stati redatti su base mensile attraverso l'applicazione dell'Earned Value Method, al fine di monitorarne accuratamente i progressi.

Gli indici calcolati nei primi mesi di cantiere hanno rilevato un leggero ritardo: in questa fase, infatti, la curva del Planned Value correva parallelamente all'Earned Value, per poi tracciare una differenza sempre più significativa, attestando il rischio che si

³² Cfr. K.Araszkiwicz, M.Bochenek, "Control of construction projects using the Earned Value Method - case study", in "Open Engineering", volume 9, n. 1, 2019, p. 186

verifichino buffer sempre crescenti. Gli indici di performance - Cost Performance Index e Schedule Performance Index – attestavano, a marzo 2011 e con una percentuale di completamento lavori del 71%, una situazione soddisfacente sul fronte dei costi, poiché il valore dell'indicatore associato è rimasto stabile, al di sopra di 1.

Una volta subentrato il secondo contratto di appalto, il Cost Performance Index ha continuato a mostrarsi stabile, mentre lo Schedule Performance Index ha variato totalmente il proprio andamento, presentando diverse cadute, causate dalle scarse prestazioni del progetto sul fronte dei costi: in corrispondenza dei ultimi mesi di esecuzione, invece, la curva tendeva a ricrescere, attestando un migliore avanzamento dei lavori grazie all'attuazione di alcuni aggiustamenti alle strategie gestionali del cantiere. A lavori conclusi, infine, i valori dei due indici hanno superato il valore limite di 1: con entrambi gli indici positivi, infatti, il progetto è stato effettivamente completato entro la scadenza, ad agosto 2012.

Il secondo caso studio esaminato riguarda i lavori di adeguamento dell'accesso stradale a un capannone industriale situato nelle vicinanze del complesso, risalente, però, al 2006: il cantiere sarebbe dovuto durare quattro mesi circa, da giugno a settembre, ma è stato avviato solo ad agosto 2006 e poi bloccato per tre mesi, da dicembre 2006 a febbraio 2007 a causa di alcune controversie tra appaltatori, per poi riprendere ufficialmente a marzo.

I report di aggiornamento per il controllo della schedulazione, in questo caso, sono stati redatti su base settimanale, poiché, dato il ridotto lasso temporale previsto per i lavori, qualunque strategia correttiva di sarebbe dimostrata tardiva.

Le metriche tradizionali dell'Earned Value Method esaminate nei primi mesi hanno risentito pesantemente del ritardo nell'avvio del cantiere, riflettendo tale scostamento anche sul fronte dei costi a causa di una sottostima della durata dell'investimento – concluso più di un anno dopo il suo inizio. Le curve dello Schedule Performance Index e del Cost Performance Index hanno evidenziato chiaramente questi problemi: il progetto, come anticipato, è stato infatti ultimato nell'aprile 2007 e, di conseguenza, pesantemente fuori budget.

Per questo secondo caso studio, poi, è stata condotta un'Analisi di Sensibilità considerando alcuni scenari sample e correlando indici di performance e metriche di progetto, variandoli reciprocamente e studiandone gli effetti sugli andamenti: sono stati ottenuti, in questo modo, dei nuovi valori di SPI e CPI, con rispettivi diagrammi di interdipendenza che hanno permesso di segnalare correttamente le aree più critiche entro le quali agire per correggere i trend negativi. Nonostante l'esito del progetto,

l'analisi tempestiva degli indicatori dell'Earned Value Method ha comunque permesso di riconsiderare alcuni aspetti della pianificazione sulla base di quanto emerso dal calcolo periodico degli indici e dal loro reciproco confronto.

A fronte, quindi, di quanto emerso dallo studio, è stato possibile affermare che una strategia di precoce diagnosi degli errori, nonché l'elaborazione di una risposta immediata volta alla prevenzione di guasti e rischi, necessita di un efficiente sistema di gestione dei flussi di cassa a cui affiancarsi, incorporando, cioè, le previsioni degli indici di performance con i dati finanziari raccolti per la corretta gestione del profilo dei costi. Una interessante innovazione introdotta dall'articolo è l'utilizzo dell'Analisi di Sensibilità come integrazione dell'Earned Value Method che permette, quindi, di relazionare gli indici di performance consentendone il controllo combinato e il monitoraggio simultaneo del rischio gravante su costi e tempi: in questo modo, è stata infatti agevolata l'identificazione tempestiva di eventi che potrebbero compromettere gravemente gli esiti finali, producendo, cioè, deviazioni troppo importanti dal budget o rispetto al programma. La trasposizione della metodologia dell'Earned Value accanto all'analisi di rischio si dimostra, in conclusione, una interessante direzione di ricerca.

"Analysis of Construction Project Using Earned Value - A Case Study"

S. Patil, R. Kavuru, M. R. Begum

Journal Of Critical Reviews, volume 7, n. 4, 2020, pp. 1263-1272

2020

Abstract originale: *"Construction activity has been in existence since the cave man started building his dwelling. In India construction sector is second largest, but many construction projects go through from price overrun and plan delay. Analysis of project performance using earned value method which has been followed for software program in challenge management. The dissertation goal is to discover the idea of earned value, its technique and metrics in overall performance measurement and forecasting project progress. The effectiveness of making use of earned value project management in real project, Construction of residential apartment that's taken as a part of Case Study. MS Project is used for Project Planning, Scheduling and Earned Value Calculation. The present study offers with the planning, scheduling and Project overall performance dimension the use of Earned Value Parameters such as Variances, Performance Indices, and Forecasting project progress. The result obtained from this calculation the paper concludes the importance of project performance measuring with the aid of Earned Value evaluation in improving project performance of a construction projects"*³³.

L'articolo presenta un'applicazione del metodo dell'Earned Value a un caso studio - un progetto residenziale indiano di appartamento di lusso - utilizzando il software MicrosoftProject.

Una volta creata la Work Breakdown Structure di partenza e assegnate durata e risorse e alle singole attività, è stato possibile creare la baseline di riferimento per il monitoraggio del programma, allo scopo di prevedere e affrontare correttamente eventuali ritardi sulla pianificazione o eccedenze nei costi totali. L'attività di monitoraggio è stata eseguita attraverso la redazione di report con cadenza settimanale, aggiornando quindi i dati del software rispetto allo stato dell'arte del cantiere, al fine di calcolare indici di prestazione e metriche di progetto per una valutazione complessiva.

L'avvio formale dei lavori era stato fissato per il 16 giugno 2017: la durata del progetto, in base a quanto emerso dalla pianificazione, non avrebbe dovuto superare i 408 giorni. Nel marzo 2018, quasi un anno dopo, quindi, gli indici dell'Earned Value Method hanno segnalato che solo il 50% del progetto era stato correttamente completato, confermati dai valori assunti dalla Schedule Variance e dalla Cost Variance, che ha indicato, inoltre,

33 Cfr. S.Patil, R.Kavuru, M.R.Begum, "Analysis of Construction Project Using Earned Value - A Case Study", in "Journal Of Critical Reviews", volume 7, n. 4, 2020, p. 1263

un'eccedenza rispetto al budget.

L'esito negativo del progetto ha evidenziato come sia consigliabile che l'implementazione di tecniche e strumenti specifici per la previsione e la misurazione delle prestazioni complessive del cantiere venga, in ogni caso, incorporata all'interno delle analisi di rischio, in modo da analizzare congiuntamente i buffer di tempo e costo e le loro conseguenti implicazioni sui profili economico-finanziari.

"The S-Curve as a Tool for Planning and Controlling of Construction Process: Case Study"

J. Konior and M. Szóstak

Applied Sciences, volume 10, n. 2071, marzo 2020

2020

Abstract originale: "One of the key tasks of an investor and a contractor at the stage of planning and implementing construction works is to measure the progress of execution with regard to the planned deadlines and costs. During the execution of construction works, the actual progress of the works may differ significantly from the initial plan, and it is unlikely that the construction project will be implemented entirely according to the planned work and expenditure schedule. In order to monitor the process of deviations of the deadline and the budget of the investment task, several rudimentary methods of planning—as well as the cyclical control of the progress of construction projects—are used. An effective tool for measuring the utilization of the financial outlays of a construction project is the presentation of the planned financial flows on a timeline using a cumulative cost chart, the representation of which is the S-curve. The purpose of this paper is to analyze the course of a sample construction project comparing the planned costs of the scheduled works with the actual costs of the performed works, as well as identifying the reasons leading to the failure to meet the planned deadlines and budget of the project implementation. As part of the research conducted at a construction site of a hotel facility, the authors of this paper analyzed each of the 20-month effects of financial expenditures on construction works that were developed and processed by the Bank Investment Supervision (BIS) over a period of three years (between 2017 and 2019). Based on these results, charts and tables of the scheduled and actual cumulative costs of the completed construction project were prepared, the careful analysis of which enables interesting conclusions to be drawn"³⁴.

Lo studio propone un ampliamento dell'uso della curva ad S, integrando quest'ultima all'Earned Value Method per controllare le componenti dell'investimento confrontandole con tempi e costi di implementazione: è stato possibile, in questo modo, calcolare i buffer di costo e schedulazione a partire dai valori assunti dagli indici di prestazione, ottenendo previsioni più robuste sull'andamento della curva dei costi rispetto al cronoprogramma fissato. Lo scopo dell'articolo è quindi quello di analizzare le prestazioni di un caso studio specifico confrontando costi pianificati e costi effettivi, identificando, in un secondo momento, le cause di eventuali scostamenti e le conseguenti ripercussioni sulla curva ad S del flusso di cassa.

³⁴ Cfr. J.Konior, M.Szóstak, "The S-Curve as a Tool for Planning and Controlling of Construction Process: Case Study", in "Applied Sciences", volume 10, n. 2071, marzo 2020, p. 1

Dato l'alto grado di complessità caratterizzante i progetti di costruzione, infatti, è fondamentale prevedere l'implementazione di strategie che riducano quanto più possibile l'incidenza del rischio sui risultati attesi: in particolare, in fase esecutiva, il rischio di eccedenze nel budget o di mancato rispetto delle scadenze è un fenomeno piuttosto comune, il cui controllo assume un'importanza fondamentale per il corretto sviluppo del cantiere. Per questi motivi, una adeguata gestione dell'investimento – tradotta nell'attività di pianificazione dei costi – necessita l'affiancamento di un efficace strumento di controllo dell'avanzamento dei lavori, allo scopo di verificare le effettive corrispondenze tra costi preventivati e costi sostenuti. A questo proposito, l'applicazione dell'Earned Value Method come strumento di gestione del processo si rivela di particolare convenienza, se sviluppato accanto a un'adeguata programmazione dei tempi e dei costi: nodo cruciale, a questo punto, è il monitoraggio degli esborsi finanziari pianificati sulla sequenza temporale prefissata, tradotto, in termini pratici, nella creazione della curva ad S del cash flow del progetto, in grado di misurare gli avanzamenti dei lavori dal punto di vista economico-finanziario.

Il caso studio analizzato è una struttura alberghiera polacca di circa 8200 metri quadrati, costruita tra il settembre 2016 e giugno 2019. Il progetto è stato completato in ritardo di circa un anno rispetto alle previsioni iniziali e con pesanti eccedenze nel budget: i risultati del Cost Performance Index e dello Schedule Performance Index lo hanno confermato, così come le altre metriche tradizionali del metodo dell'Earned Value.

A fronte di quanto emerso dall'analisi dei risultati ottenuti, si sono riscontrate le due principali cause degli esiti negativi del progetto. Da un lato, il budget è stato sottostimato, dall'altro, invece, le varianti in corso d'opera hanno comportato eccedenze troppo elevate nei costi, impedendo, di conseguenza, il rispetto delle scadenze fissate: la mancanza di un'adeguata pianificazione dei costi e di una strategia di valutazione preliminare delle modifiche ha prodotto, quindi, pesanti effetti negativi sulla curva dei costi. L'applicazione, poi, dell'Earned Value Method in ottica deterministica non ha permesso di incorporare nelle previsioni tutti i fattori di incertezza agenti sulle prestazioni del progetto: per superare tale limite, si è proposta l'implementazione e l'elaborazione di modelli ad hoc che trattino la metodologia in maniera stocastica, aderendo, quindi, maggiormente allo stato dell'arte dei lavori. È necessario, quindi, intraprendere nuovi percorsi di ricerca, che sviluppino metodi più accurati di pianificazione dei flussi di cassa a partire dalla misurazione delle performance progettuali che consentano, in ultimo, di intraprendere eventuali provvedimenti che ne correggano le deviazioni, incorporando, nell'analisi, le maggiori componenti di rischio.

"Applying Earned Value to Construction Projects"

S. K. I. Al-Fadhli, S. H. Al-Bazaz

IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 737, 2020

2020

Abstract originale: "Construction projects are increasingly expanding and being more complex over the time, which needs special requirements at every stage of the life cycle of projects. Each project has specific characteristics and requirements that distinguish from others. The responsibilities and tasks of the parties which, involved in the project (the employer, the designer and the contractor) at each stage vary according to the projects and the implementation methods. The follow up and control of costs during implementation is one of the duties of the engineering department to know the real costs resulting from the implementation of the work. Therefore, the process of controlling costs is a continuous and substantial process, and it indicates the efficiency and success of management. EVM "earned value management is one of the tools which is used to track the progress of work performance in projects. It can indicate the deviations and variances in cost and time schedule of the projects in this research EVM was applied on a project of an administrative building. The application, which was on a specific status date, showed that this method is applicable to track the progress of the project performance, and gave a logical result that used to understand the tendency of work performance, also to predict the future performance"³⁵.

Il presente studio applica i principi dell'Earned Value Method al progetto di costruzione di un edificio amministrativo avviato nel novembre 2018, di cui si è stimata la conclusione per gennaio 2020: l'analisi dell'avanzamento dei lavori è stata eseguita su base mensile, utilizzando il software MicrosoftProject.

Dal rilevamento delle principali metriche e dal calcolo degli indici di prestazione, è stato possibile verificare lo stato dell'arte dell'implementazione: la Cost Variance ha attestato il rientro delle lavorazioni nel budget prefissato, assumendo, cioè, un valore maggiore di 1. Allo stesso modo, la Schedule Variance maggiore di 1 ha segnalato che anche sul fronte della pianificazione, il progetto si può considerare ben avviato. In fase finale, però, gli indici di performance – Schedule Performance Index e Cost Performance Index – scendono al di sotto di 1, indicando un peggioramento delle prestazioni globali.

Nonostante gli esiti negativi del progetto, il metodo dell'Earned Value è un efficace strumento di controllo dei costi da applicarsi in ogni momento dell'esecuzione del progetto, poiché permette di registrare periodicamente deviazioni e buffer di

35 Cfr. S.K.I.Al-Fadhli, S.H.Al-Bazaz, "Applying Earned Value to Construction Projects", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 737, 2020, p. 1

schedulazione e budget, e di comprendere tempestivamente il percorso compiuto dai lavori in tempo reale, al fine di elaborare risposte alternative alle problematiche insorte e correggere gli andamenti futuri.

"Application of Earned Value Method and Earned Schedule Method for a residential apartment"

S. Vaibhava, B. P. Rao, V. Shetty, C. Prakash

Journal of Physics: Conference Series, n. 1706, 2020

2020

Abstract originale: "Earned Schedule Management (ESM) gives an estimate of schedule and milestone achievement dates. Earned Value Management (EVM) assists to follow the project performance by giving the schedule variance, cost variance and their performance index. EVM & ESM helps the project manager to foresee cost and schedule for the real project. The objective of this study is to apply EVM & ESM to the real time residential apartment project, which is upcoming in Bengaluru, Karnataka, India and then to compare the results of two deterministic forecasting methods EVM and ESM. The EVM and ESM parameters are generated by using the data procured from the planning department. It shows much fluctuation in the project performance but the last months (M10) results reveal that the project is behind schedule, unfavorable budget and needs more amelioration. The project has an unfavorable Cost Variance of -0.91 (budget in crores of INR, 1 crore = 10 millions) and schedule variance of -6.71 months. It is also observed from the results and actual project situations that Earned Value and Earned Schedule methods in conjunction gives more accurate interpretation than using each of them detachedly"³⁶.

Il presente studio propone un confronto tra i risultati dell'analisi dell'Earned Value Method e dell'Earned Schedule Method applicati a un progetto di costruzione in India, allo scopo di prevederne l'avanzamento, in termini di budget e – in particolar modo – di schedulazione, e controllare i problemi legati alle potenziali aree di rischio della pianificazione.

L'Earned Schedule Method si configura come una procedura di gestione del progetto in grado di fornire indicazioni sulla durata "guadagnata" rispetto a quanto pianificato, producendo, di fatto, indicatori basati sul fattore tempo per contribuire alla corretta gestione della pianificazione e alla previsione dei risultati sul calendario. Confrontando i risultati di quest'ultima metodologia con le metriche del più tradizionale Earned Value, l'articolo punta alla creazione di una più solida consapevolezza riguardo alle aree a cui destinare le eventuali correzioni da sviluppare.

Il caso studio esaminato è un complesso residenziale indiano, la cui data di inizio lavori

³⁶ Cfr. S.Vaibhava, B.Prakash Rao, V.Shetty, C.Prakash, "Application of earned value method and earned schedule method for a residential apartment", in "Journal of Physics: Conference Series", n. 1706, 2020, p. 1

è fissata per aprile 2018, e di cui si prevede il completamento entro gennaio 2020: le misurazioni delle prestazioni sono state registrate a cadenza mensile, nel periodo tra giugno 2018 e marzo 2019, utilizzando il software Oracle Primavera.

Dall'analisi dei risultati derivati dall'applicazione dell'Earned Value Method è emerso come in alcune specifiche fasi della costruzione il Valore Realizzato sia risultato inferiore a quello Pianificato, indicando, quindi, un leggero ritardo nell'implementazione dei lavori accompagnato, inoltre, da un superamento del budget. Sul fronte dei costi, infatti, la Cost Variance ha assunto un valore negativo nei primi tre mesi e verso la fine del periodo di misurazione, seguita dal Cost Performance Index, mentre per quanto riguarda la schedulazione, la Schedule Variance ha presentato un andamento negativo per tutta l'esecuzione del progetto, confermando la deviazione dal calendario. A conferma della situazione, infine, in corrispondenza dell'ultimo mese di misurazione lo Schedule Performance Index ha segnalato che il progetto è proceduto del solo 61% rispetto a quanto era stato pianificato.

In un secondo momento, si è proceduto con l'applicazione dell'Earned Schedule Method e alla discussione dei risultati ottenuti. Il valore della Schedule Variance in funzione del tempo - $SV(t)$ - si attesta anch'esso negativo e con un valore di 6,71, indicativo, cioè, di un ritardo di quasi sette mesi su quanto pianificato: la condizione sfavorevole delle prestazioni è stata confermata dallo Schedule Performance Index, minore di 1, e dall'Independent Estimation at Completion - $IEAC(t)$ - che ha segnalato un'eccedenza complessiva di 52 mesi per il totale completamento delle attività. Dal confronto dei risultati si è osservato come le prestazioni della schedulazione misurate dall'Earned Schedule Method - con un $SPI(t)$ di 0,329 - segnalino una condizione ancora peggiore di quanto emerso dall'analisi dello Schedule Performance Index dell'Earned Value, tenendo anche conto del fatto che la divergenza dei due valori è attestata fin dall'inizio del periodo di misurazione. Per quanto riguarda, invece, la Schedule Variance, i due indici si sono mostrati piuttosto simili per i primi mesi, tendendo, però, ad allontanarsi verso gli ultimi mesi di monitoraggio.

A fronte di quanto emerso dallo studio, quindi, l'affiancamento dell'Earned Schedule Method al più tradizionale Earned Value si è dimostrata piuttosto conveniente per analizzare più precisamente le variazioni sul programma, accostando le due applicazioni in modo congiunto e integrato allo scopo di ottenere risultati sempre più attendibili.

**"Performance measurement of schedule and cost analysis
by using Earned Value Management for a residential building"**

M. D. Sruthi, A. Aravindan

Materials Today: Proceedings, n. 33, 2020, pp. 524–532

2020

Abstract originale: "In the construction industry, conflicts intensify. First of all these confrontations are very important for improving the implementations of the project in terms of cost and schedule for overcoming these confrontations. For this, one of the tools is to obtain a methodology for analyzing and measuring the effectiveness of construction projects. Earned Value Management (EVM) is best ways to track the progress in the construction project. It considers time and cost factors to evaluate the effectiveness and estimate completion time and costs. The main aim of the paper is analyzing the cost and schedule for a residential building by using earned value management. For this project, a case study is taken to know the performance and progress of the project in construction concerning the time, cost, and resources of the project. By using this technique, it can be able to find and control the delays and serious issues regarding time and cost. Comparing to manual calculation, Primavera is an effective way to calculate Earned Value Analysis for the projects. It certifies whether our project is on schedule and on time, on budget"³⁷.

Il presente studio intende analizzare le performance del progetto di costruzione di un complesso residenziale – la cui durata stimata è di 900 giorni - attraverso l'applicazione dell'Earned Value Method. Le metriche tradizionali Planned Value, Earned Value e Actual Cost hanno permesso il calcolo degli indici di prestazione e la creazione delle caratteristiche curve ad S, allo scopo di evidenziare la necessità di eventuali misure correttive in caso di scostamenti troppo importanti rilevati tra quanto effettivamente accaduto e quanto programmato in sede progettuale. Le analisi effettuate hanno considerato solo uno dei sei blocchi di cui è costituito il complesso e i dati sono stati registrati ed elaborati attraverso il software Oracle Primavera.

Completata la creazione della Work Breakdown Structure e creata la baseline di riferimento, è stato possibile fissare il costo totale dei lavori, suddiviso in sottogruppi di attività simili: si è poi proceduto con il calcolo degli indici di performance, che hanno segnalato un anticipo dei lavori rispetto alla calendarizzazione di partenza e una leggera eccedenza dal budget, verso la fine del periodo di monitoraggio.

³⁷ Cfr. M.D.Sruthi, A.Aravindan, "Performance measurement of schedule and cost analysis by using earned value management for a residential building", in "Materials Today: Proceedings", n. 33, 2020, p. 524

Il progetto, ancora in corso al momento della stesura dello studio, risulta ancora in anticipo e lo scostamento del profilo economico è stato corretto, riportando gli indici entro i valori limite: in particolare, lo Schedule Performance Index si attesta intorno a 1,02 e il Cost Performance Index conferma la condizione soddisfacente dell'implementazione dei lavori. Anche le stime a completamento prevedono un andamento stabile, senza ulteriori situazioni di rischio, prospettando, di fatto, un completo rientro nelle scadenze prefissate. In futuro, quindi, continuando a monitorare le prestazioni globali attraverso l'applicazione dell'Earned Value Method in ottica previsionale, sarà comunque possibile evidenziare eventuali ritardi ed eccedenze, controllandone gli esiti.

"Effective Performance Evaluation to Estimate Cost and Time Using Earned Value"

F. Susilowati, W. M. Kurniaji

IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 771, 2020

2020

Abstract originale: *"The data from Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, show that the development sector in the Yogyakarta region is changing rapidly, especially with the construction of new airports in the region. That demands the effectiveness and efficiency of cost and time in every construction. It requires supervision, evaluation, and performance control in the construction process. In this effort, this research discusses more detail about the calculation of construction project performance using the earned value method. This research conducted on an integrated development project consisting of malls, hotels, and apartments in Sleman, Yogyakarta. The research data collection was carried out by direct observation and analysis of supporting project data. The data obtained were processed and analyzed using the accepted value method. The results of this study indicate that at the end of the review, the Schedule Performance Index (SPI) obtained a value of 0.58. Project progress in the field shows that the project has a 41.48% delay. It can see from the initially planned project of 99.06%, but at the time of review, the realization was only 57.22%. In terms of costs, the Cost Performance Index (CPI) is 1.25. It shows that the costs incurred during the review are still less than the existing budget plan. At the end of the review period, the estimated final project costs are obtained, both direct and indirect costs. With the tendency of project performance at the time of review, the value is still less than the project budget, while the estimated time of project completion will be longer or late at around 56.52% of the planned schedule"³⁸.*

L'obiettivo dello studio è l'analisi delle prestazioni di un progetto di costruzione indonesiano, attraverso un'osservazione sul campo della durata di undici mesi.

Dall'analisi dei dati, le percentuali di completamento delle attività sono risultate inferiori a quanto pianificato, condizione confermata anche dai valori negativi degli indici di prestazione. La durata del progetto è stata stimata su 13 mesi, ma le condizioni all'ultimo mese di implementazione non sono sembrate soddisfacenti: nonostante un valore negativo di Schedule Variance a segnalare che il ritardo iniziale si è protratto per tutto il periodo di monitoraggio, la Cost Variance assume invece un valore maggiore di 1, attestando il rientro nel budget dei costi sostenuti fino a quel momento. Allo scadere dell'ultimo mese di osservazione delle prestazioni, si è scelto, a fronte di quanto emerso dalle indagini, di apportare alcune modifiche puntuali ai piani e ai progetti:

³⁸ Cfr. F.Susilowati, W.M.Kurniaji, "Effective Performance Evaluation to Estimate Cost and Time Using Earned Value", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 771, 2020, p. 1

ultimata la revisione e nonostante i provvedimenti intrapresi, lo sviluppo dei lavori è continuato a essere in ritardo, mentre i costi hanno continuato a rimanere al di sotto del budget concordato. Si è resa necessaria, quindi, l'adozione di nuove misure correttive che invertano la tendenza dello Schedule Performance Index, puntando, però, a non intaccare l'andamento del Cost Performance Index, mantenendo, cioè, una condizione soddisfacente sotto il profilo dei costi.

**"Project control and forecast assessment of building projects in Pakistan
using Earned Value Management"**

H. Zahoor, R. M. Khan, A. Nawaz, M. Ayaz, A. Maqsoom

Engineering Construction & Architectural Management, volume 28, n. 3, marzo 2021

2021

Abstract originale: *"- Purpose: Earned Value Management (EVM) is widely used as a project performance measurement and forecasting technique. Nonetheless, it has not been fully explored in Pakistani construction industry; where conventional progress reporting methodology (CPRM) is being followed having certain confines. It reports only the financial progress of a project, expresses feeble association between the duration and cost of activities, and forecasts flawed schedule and completion cost. This research implements EVM on under-construction building projects in Pakistan and compares its upshots with the projects' actual records and with the outcomes of CPRM. - Design/methodology/approach: To assess the implementation of EVM on building projects, a set of specific criteria was established. Work Breakdown Structure, Organization Breakdown Structure and Control Points were established. The study has compared the EVM metrics with CPRM outcomes on three under-study building projects and has deliberated on their mutual differences as well as their relationship with actual cost and schedule performance. Monthly figures of actual spending and completed activities were periodically recorded and compared with planned values for status indication. The graphs were generated to observe the correlation between the results of EVM and CPRM. The data was then extrapolated to forecast the schedule and cost values at completion. - Findings: The study discovered that trends of EVM in quantifying the project's cost and schedule performance were strongly correlated and were closer to the actual progress. It has also verified the EVM's soundness in forecasting the cost and schedule, required for project's completion. Contrarily, CPRM metrics could not precisely visualize the current and future, cost and schedule performance"*³⁹.

Lo scopo dell'articolo è presentare una comparazione dei risultati emersi dalla misurazione delle prestazioni di tre progetti di costruzione effettuata, da un lato, attraverso tradizionale Conventional Progress Reporting Methodology (CPRM) dell'industria pakistana e, dall'altro, impiegando il metodo dell'Earned Value. In particolare, la CPRM è una metodologia di rendicontazione standardizzata, generalmente compilata su base mensile, ma con diverse carenze applicative, poiché non permette il rilevamento di

39 Cfr. H. Zahoor, R.M.Khan, A.Nawaz, M.Ayaz, A.Maqsoom, "Project control and forecast assessment of building projects in Pakistan using earned value management", in "Engineering Construction & Architectural Management", volume 28, n. 3, marzo 2021, p. 1

scostamenti di costo e tempo in maniera tempestiva, e, di conseguenza, impedisce l'elaborazione di correzioni tempestive ai programmi. Per questa ragione, l'Earned Value Method è stata selezionata come metodologia di supporto al monitoraggio dei progetti, per dimostrarne l'efficacia.

Per tutti e tre i progetti analizzati, la baseline di riferimento è stata tracciata a partire dalla redazione della Work Breakdown Structure e dai dati a consuntivo rilevati in cantiere su base mensile: in sede di controllo, in seguito, gli indicatori caratteristici e le metriche standard del CPRM e dell'Earned Value Method sono stati analizzati in modo congiunto. Il primo caso studio comprendeva la costruzione di un edificio per l'amministrazione, la cui data di avvio dei lavori era stata fissata per aprile 2018, con una stima a finire prevista per giugno 2019. Il secondo progetto consisteva nella ristrutturazione di un complesso scolastico e nell'aggiunta di due blocchi di due piani, programmati per un periodo di costruzione di 12 mesi, da ottobre 2018 a novembre 2019. Infine, l'ultimo progetto prevedeva la costruzione di un altro edificio scolastico, la cui conclusione era prevista per novembre 2019.

L'analisi delle prestazioni è stata effettuata selezionando le metriche standard dell'Earned Value Method convertite nell'unità di tempo e modificando opportunamente i parametri del CPRM, per renderli compatibili e abbinabili.

Per quanto riguarda la schedulazione, dall'osservazione dei dati è emerso che la Schedule Variance dell'Earned Value Method risultata negativa per i primi due progetti, a indicazione del fatto che i lavori stavano procedendo in ritardo rispetto ai tempi previsti; mentre per il terzo progetto, i valori si attestavano appena sotto lo zero, suggerendo una situazione migliorabile.

Lo Schedule Performance Index calcolato tradizionalmente risultava, infatti, inferiore al valore soglia di 1 per tutti i tre progetti, confermando i ritardi nella schedulazione. I tre progetti si sono effettivamente conclusi in ritardo, confermando, così, le previsioni effettuate sulla base delle osservazioni precedenti.

Anche sul fronte dei costi, il Cost Variance dell'Earned Value Method ha indicato un'eccedenza dal budget dei primi due progetti e un rientro, invece, nei costi stabiliti per il terzo. A conferma di ciò, il Cost Performance Index tradizionale ha presentato valori lineari, al di sotto di 1 per i primi due progetti - che si sono effettivamente superando il budget - e al di sopra, invece, del valore soglia per il terzo progetto - che ha rispettato gli impegni contrattuali sul fronte dei costi.

In generale, i dati raccolti e analizzati attraverso il CPRM si sono dimostrati piuttosto dispersi e inadatti a rappresentare correttamente l'andamento delle lavorazioni in corso:

al contrario, l'Earned Value Method ha permesso un controllo coerente delle prestazioni di costo e di tempo, configurandosi come metodologia assolutamente valida, sebbene non siano state previste azioni correttive da implementare nello sviluppo dei progetti, per riportare i valori degli indici entro i limiti di accettabilità. Anche per quanto riguarda le previsioni di costi e data di completamento, l'applicazione dell'Earned Value ha fornito indicazioni obiettive dello status futuro del progetto, a differenza del CPRM, che è stato invece ritenuto meno affidabile nelle stime, risultate piuttosto incoerenti e di complessa interpretazione.

È emerso, quindi, dal confronto tra risultati ottenuti, come l'Earned Value possa essere considerato come migliore metodologia di controllo e valutazione delle prestazioni del progetto, nonché affidabile tecnica di previsione di costi e tempi.



4.2.1.1

Considerazioni sulla letteratura raccolta

La disamina degli studi proposti permette alcune considerazioni, sulla base dei contenuti principali delle stesse, e limitatamente alla bibliografia esemplificativa raccolta.

Le considerazioni apportate sono peraltro confermate da una serie di altri contributi rintracciati in letteratura di tipo non applicativo, ma teorico.

Occorre osservare, innanzitutto, come la mancata implementazione dell'attività di riprogrammazione abbia rappresentato, nella maggior parte nei casi, la principale causa del fallimento dei progetti, poiché, senza aver proceduto con la correzione delle situazioni di criticità segnalate dagli indici dell'Earned Value Method, gli scostamenti di costo e schedulazione si sono accumulati nel tempo, impedendo, di fatto, il recupero di ritardi o eccedenze. È possibile affermare che la riprogrammazione, per questa ragione, rappresenti forse il momento chiave della fase esecutiva, poiché, attraverso la messa in pratica delle opportune azioni correttive, supporta la soluzione delle problematiche insorte, ove possibile, riportando i disallineamenti rilevati sulle prestazioni entro i parametri di accettabilità: non disporre di un solido sistema di ripianificazione delle attività mancanti o del piano dei rientri finanziari, infatti, provoca esiti estremamente negativi sul progetto, che, già in condizione di svantaggio, non viene, così, completato nei tempi ed entro il budget stabilito. L'**articolo 19** della raccolta proposta, a questo proposito, conferma tali affermazioni: gli scostamenti economici inizialmente rilevati sul progetto in esame, dopo aver implementato le dovute procedure di correzione delle discordanze emerse, sono stati riportati con successo ai livelli di prestazioni richiesti, assicurando, infine, il completo raggiungimento di tutti gli obiettivi prefissati.

La seconda fondamentale causa di fallimento dei progetti – inteso come mancato rispetto di *deadline* concordate e budget fissati – può essere ricondotta alla non considerazione dell'impatto del rischio sulle attività a progetto, che, si ricorda, costituisce un elemento di assoluta rilevanza in fase esecutiva. Nonostante qualche eccezione, quasi nessuno studio ha predisposto, accanto alle tradizionali procedure di monitoraggio, controllo delle prestazioni e stima finire, una strategia di gestione del rischio, che ne permettesse, da un lato, l'inclusione all'interno delle analisi effettuate e, dall'altro, la quantificazione: le prestazioni dei lavori, nella maggior parte dei casi, hanno infatti subito un drastico peggioramento, senza aver potuto intervenire attivamente per prevenire tale situazione di criticità e, di conseguenza, mitigare l'impatto del rischio

verificatosi sugli obiettivi, i quali, chiaramente, non sono stati raggiunti come da accordi. Sono state individuate, però, alcune eccezioni.

L'**articolo 3** pone le basi per una strategia di incorporazione del rischio all'interno delle analisi effettuate attraverso l'impiego dell'Earned Value Method: nonostante i risultati estremamente negativi prodotti dal progetto, viene effettuata, a monte, una disamina delle principali fonti di rischio di maggior impatto sull'esecuzione dei lavori, tentando, in sede di valutazione, di inserirli come fattori casuali all'interno delle operazioni di monitoraggio delle prestazioni. I rischi segnalati corrispondono alle più frequenti cause di criticità nei progetti del settore delle costruzioni – ritardi nella progettazione, nell'inizio dei lavori e nelle consegne, problematiche ambientali e legate all'organizzazione del cantiere.

Inoltre, gli **articoli 10 e 15** segnalano un ulteriore importante fattore di rischio, di larghissima diffusione e di enorme impatto, tipicamente, sulla buona riuscita dei progetti: le varianti in corso d'opera rappresentano un elemento di grande incertezza nel momento in cui non si dispone, prima della loro effettiva implementazione all'interno delle sequenze di attività programmate, di adeguate strategie di verifica del loro impatto sulle prestazioni progettuali⁴⁰. Si suggerisce, a questo proposito, l'utilizzo dell'Earned Value Method come strumento di gestione di tali variabili, inserendole in una sorta di Analisi di Scenario che ne ipotizzi l'accettazione e, di conseguenza, ne valuti correttamente la convenienza per la fattibilità tecnica ed economica del progetto.

L'**articolo 7** approfondisce il tentativo di introduzione del rischio all'interno delle analisi compiute attraverso l'Earned Value Method, elaborando un nuovo indicatore di prestazione – Risk Performance Index – da inserire nella formula empirica dell'Estimate At Completion e ponderare, insieme ai tradizionali Cost e Schedule Performance Index: quest'ultima innovativa operazione, in particolare, è stata effettuata sulla base di un'Analisi di Scenario che ha selezionato gli indici di ponderazione da assegnare alle tre variabili. Il modello ipotizzato ha, così, prodotto risultati più attendibili, in grado di considerare il "peso" del rischio sulla formulazione delle stime a finire, migliorando la qualità e l'accuratezza delle previsioni. Inoltre, lo studio suggerisce la possibilità di prevedere l'affiancamento di tali procedure a un'Analisi di Sensitività, volta a migliorare la precisione dell'assegnazione degli indici di ponderazioni da includere nella formula. Nonostante il progetto si sia concluso fuori dal budget e oltre le tempistiche concordate, e senza aver effettuato una riprogrammazione delle attività, il modello proposto si è

40 Cfr. H. Zahoor, R.M.Khan, A.Nawaz, M.Ayaz, A.Maqsoom, "Project control and forecast assessment of building projects in Pakistan using earned value management", in "Engineering Construction & Architectural Management", volume 28, n. 3, marzo 2021, p. 1

rivelato effettivamente efficace per la segnalazione delle criticità dell'esecuzione, ponendo, così, le basi per una nuova direzione di ricerca, volta alla completa integrazione del rischio all'interno delle analisi più tradizionali condotte dall'Earned Value Method, attraverso l'elaborazione di nuovi indici e metriche di misurazione delle prestazioni.

L'**articolo 13** rappresenta forse il contributo più significativo tra quelli selezionati. Lo studio propone l'applicazione dell'Earned Value Method per il controllo di un progetto che aveva registrato prestazioni piuttosto scarse sia sul fronte dei tempi sia dei costi totali: per analizzare più in dettaglio le criticità, è stata condotta un'Analisi di Sensitività volta a correlare, ipotizzando differenti scenari futuri, metriche standard, indici di prestazioni e stime a finire, osservandone gli andamenti e producendo i diagrammi di interdipendenza tra le variabili considerate. Sulla base di quanto emerso da questo tipo di indagine, è stato possibile individuare con estrema chiarezza e rapidità gli ambiti problematici del progetto e le macro-aree verso cui indirizzare le successive attività di riprogrammazione: nonostante l'esito negativo del progetto, infatti, l'analisi tempestiva delle reciproche influenze tra indicatori dell'Earned Value Method ha comunque consentito di riconsiderare e correggere alcuni aspetti della programmazione, poiché la strategia di precoce diagnosi degli "errori" ipotizzata ha previsto con sufficiente anticipo l'impatto di eventi che avrebbero verosimilmente peggiorato le deviazioni di costo e tempo già presenti.

Si può affermare, a fronte di ciò, che una nuova direzione di ricerca è certamente rappresentata dalla volontà di trasporre le metodologie dell'Earned Value accanto all'analisi di rischio tradizionale, che supporti l'iter di monitoraggio, controllo, stima a finire e riprogrammazione allo scopo di conferire maggiore robustezza alle previsioni, producendo, così, risultati sempre più attendibili e comprensivi dell'incertezza causata dai numerosissimi fattori di rischio agenti sul progetto⁴¹ – come suggerito nella sezione dedicata alle conclusioni dell'**articolo 14**.

Infine, per superare le limitazioni derivate dall'impiego dell'Earned Value Method in ottica deterministica, l'**articolo 15** suggerisce la possibilità di incorporare a pieno l'incertezza nelle analisi, intendendole in maniera stocastica e avvalendosi del supporto di strumenti estimativi la componente aleatoria.

41 Cfr. A.Tereso, P.Ribeiro, M.Cardoso, "An Automated Framework for the Integration between EVM and Risk Management", in "Journal of Information Systems Engineering & Management", volume 3, n. 1, gennaio 2018, pp. 1-13

Si propone, in conclusione, a integrazione della catalogazione inizialmente presentata, una tabella riassuntiva degli esiti degli studi considerati che identifica i seguenti aspetti:

- 1) esiti del progetto, su costi e tempi;
- 2) predisposizione di attività di riprogrammazione;
- 3) implementazione di analisi di rischio;
- 4) impiego di strumenti di analisi di rischio;
- 5) tipologie di fattori di rischio verificati in esecuzione.

	TITOLO	OGGETTO DI STUDIO	ESITO DELLE ANALISI		RIPROGRAMMAZIONE	ANALISI DI RISCHIO	STRUMENTI IMPIEGATI	TIPOLOGIE DI RISCHIO
			COSTI	TEMPI				
1	<i>The Cost monitoring of construction projects through Earned Value Analysis</i>	Progetto infrastrutturale	Non specificato	Non specificato	Non specificato	Non effettuata	/	Non specificato
2	<i>Application of Earned Value and Earned Schedule to construction project</i>	Passerella pedonale	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
3	<i>Range of application and limitations of the Earned Value Method in construction project estimation</i>	Impianto sotterraneo	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Rischio amministrativo
4	<i>Application of Earned Value Analysis in analysing project performance</i>	Rete stradale	Budget rispettato	Deadline confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
5	<i>Example application of Cost and Schedule equilibrium control model in communication base atation construction project Based on Earned Value Method</i>	Centro di comunicazione	Budget rispettato	Deadline non confermate	/	Non effettuata	/	Non specificato
6	<i>A case study on time and cost driven factors of commercial complex by using Earned Value Analysis tool</i>	Complesso commerciale	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
7	<i>Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management</i>	Edificio amministrativo	Budget rispettato	Deadline confermate	Non effettuata	Effettuata	RPI e Analisi degli Scenari	Non specificato
		Edificio scolastico	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Effettuata	RPI e Analisi degli Scenari	Non specificato
		Impianto petrolifero	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Effettuata	RPI e Analisi degli Scenari	Non specificato
8	<i>Five Project-Duration control methods in Time Units: Case Study of a linearly distributed Planned Value</i>	Ponte in cemento armato	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
9	<i>Analysis of Project Cost Management Indicators at residential buildings - Case Study: Building construction project in Rusun Penggilingan Jakarta</i>	Complesso residenziale	Budget non rispettato	Deadline confermate	Effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
10	<i>Estimation of Cash Flow from Value of Work Done for construction projects in India</i>	Progetto sample	Non specificato	Non specificato	Non specificato	Non effettuata	/	Varianti in corso d'opera
11	<i>Evaluation of cost and time control in Lhokseumawe City improvement project using Earned Value Method (Case Study Street Alue Raya-Line Pipa)</i>	Arteria autostradale	Budget rispettato	Deadline confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
12	<i>Project Schedule monitoring by Earned Duration Management (EDM)</i>	Ponte ferroviario	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
13	<i>Control of construction projects using the Earned Value Method - Case Study</i>	Edificio residenziale	Budget rispettato	Deadline confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Rischio amministrativo
		Rete stradale	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Effettuata	Effettuata	Analisi di Sensitività	Rischio amministrativo
14	<i>Analysis of construction project using Earned Value - A Case Study</i>	Edificio residenziale	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
15	<i>The S-Curve as a tool for Planning and Controlling of construction process: Case Study</i>	Struttura alberghiera	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Effettuata	Non effettuata	/	Sottostima del budget e varianti in corso d'opera
16	<i>Applying Earned Value to construction projects</i>	Edificio amministrativo	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
17	<i>Application of Earned Value Method and Earned Schedule Method for a residential apartment</i>	Progetto sample	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
18	<i>Performance measurement of schedule and cost analysis by using Earned Value Management for a residential building</i>	Complesso residenziale	Budget rispettato	Deadline confermate	Effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
19	<i>Effective performance evaluation to estimate Cost and Time using Earned Value</i>	Progetto sample	Budget rispettato	Deadline non confermate	Effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
20	<i>Project control and forecast assessment of building projects in Pakistan using Earned Value Management</i>	Edificio amministrativo	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
		Edificio scolastico	Budget non rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato
		Edificio accademico	Budget rispettato	Deadline non confermate	Non effettuata	Non effettuata	/	Non specificato



4.3 Conclusioni

La fase esecutiva è generalmente riconosciuta come uno dei processi più impegnativi del ciclo di vita del progetto, poiché coincide con il momento in cui l'impegno economico richiesto è massimo, e, di conseguenza, è soggetto a una moltitudine di rischi che potrebbero gravemente compromettere la buona riuscita degli obiettivi: l'attività di controllo e monitoraggio effettuata attraverso l'impiego dell'Earned Value Method deve, perciò, assicurare l'effettiva rispondenza delle lavorazioni alla programmazione concordata in fase preliminare, sia sul fronte tecnico sia su quello economico. La misurazione delle prestazioni permette quindi di gestire, da un lato, il corretto sviluppo del cantiere, e, dall'altro, la presenza del rischio agente non solo sulle lavorazioni, ma anche, e soprattutto, sul profilo economico del progetto.

Il ruolo chiave ricoperto dall'Earned Value Method all'interno del processo di esecuzione del progetto emerge chiaramente dall'analisi della **raccolta bibliografica** proposta: nella letteratura reperita, seppure limitata, la metodologia si dimostra fondamentale come tradizionale procedura di controllo prestazionale ed efficace strumento previsivo, inserendosi di fatto tra gli strumenti di gestione dell'incertezza. I risultati degli studi precedentemente presentati hanno evidenziato come l'Earned Value Method abbia ricoperto un ruolo chiave per la buona riuscita del progetto solo nel caso in cui, dopo le procedure di misurazione e controllo standard delle prestazioni, le azioni correttive in risposta ai rischi emersi sulla produzione siano effettivamente state implementate e gestite come attività supplementari a correzione degli scostamenti rilevati: la sua operatività, occorre specificare, non deve quindi limitarsi al controllo e alla rendicontazione periodica dei dati, ma deve necessariamente configurarsi, all'interno del processo di gestione generale e, più specificamente, del rischio, come strumento di pianificazione delle strategie più idonee al completamento del progetto nel rispetto degli standard di qualità, tempo e costo concordati con la committenza.

Per una corretta gestione del rischio, occorre sfruttare la **capacità previsiva** della metodologia del Valore Assorbito, che analizza lo stato di fatto producendo, conseguentemente, efficaci stime sulle prestazioni future che permettono di elaborare soluzioni gestionali volte al controllo degli esiti progettuali. Il rischio, in questo modo, rientra tra le variabili "controllabili" dall'Earned Value Method, poiché le sue previsioni sono in grado di far emergere immediatamente eventuali criticità, anticipando la stima dell'impatto prodotto dall'incertezza sugli obiettivi: implementando, in seguito, le

opportune azioni correttive, il rischio risulta mitigabile o del tutto eliminabile, evitando, in questo modo, la comparsa di ulteriori problematiche.

In particolare, l'ottica previsiva dell'EVM risulta particolarmente affidabile per la gestione del rischio associato ai Variation Orders e ai flussi di cassa economico-finanziari del progetto.

Nei progetti di costruzione, le Varianti in corso d'opera – o **Variation Orders** - sono modifiche contrattuali ai progetti e rappresentano, per questa ragione, la primaria causa di ritardi o superamento del budget previsto: il fenomeno del rischio ad esse associato, perciò, necessita di un controllo piuttosto puntuale e tempestivo, poiché i problemi legati all'accettazione o al rifiuto di una singola variazione incidono pesantemente sul calendario e sul budget del progetto, facendo slittare notevolmente alcune fondamentali lavorazioni e provocando, di conseguenza, un sensibile aumento nei costi. Un'altra fondamentale peculiarità da considerare, in sede di valutazione di una Variante, è sicuramente il suo impatto sugli obiettivi generali dei lavori: è necessario, a questo proposito, predisporre di adeguate metodologie in grado di prevederne gli effetti sulle variabili più critiche del progetto, "simulandone" l'accettazione e integrandola nel piano delle attività. In particolare, la stima del costo finale del progetto e della sua data di completamento permettono di verificare i cambiamenti derivati dall'eventuale accettazione del Variation Order, rendendo, così, meno rischioso e certamente più fluido il processo di *decision-making* ad esso associato. Per queste ragioni, l'impiego dell'Earned Value Method risulta particolarmente efficace per la previsione delle stime a finire del progetto, offrendo, al contempo, una simulazione di agevole lettura e un rapido feedback sulla situazione prospettata, in caso di accettazione o rigetto della Variante esaminata. La stima dei costi così ottenuta sarà comprensiva dell'eventuale aumento del budget associato al Variation Order e leggibile sulla curva del Budgeted Cost of Work Scheduled, in modo che gli indici di prestazione possano essere successivamente calcolati in base al valore del nuovo Planned Value ottenuto: a questo punto, le misure ottenute per l'Estimate at Completion e del Budget At Completion rappresenteranno l'impatto della variazione considerata.

L'applicazione dell'Earned Value Method a supporto dei processi di *decision-making* per l'approvazione delle Varianti in corso d'opera risulta quindi estremamente vantaggioso come strumento di gestione del rischio ad esse associato, poiché sfrutta la capacità previsiva della metodologia per analizzare puntualmente ogni fattore impattante sugli obiettivi di progetto.

Il secondo aspetto in riferimento al quale l'Earned Value Method si dimostra un efficace strumento di gestione del rischio è l'analisi dei **flussi di cassa economico-finanziari** del progetto. In sede di Controllo, una volta ottenuta l'identificazione degli scostamenti di costo e di tempo sul programma dei lavori, l'applicazione dell'Earned Value Method guida la riprogrammazione delle attività, nel tentativo di riportare i parametri critici entro le soglie di fattibilità. Sul fronte dei costi, in particolare, l'analisi degli scostamenti e il monitoraggio degli andamenti futuri individuano gli ambiti problematici, mettendo, così, in atto la riesamina della distribuzione delle voci di costo e di ricavo e agendo quindi tempestivamente per ridurre il rischio associato all'eventuale disallineamento rilevato: la riprogrammazione finanziaria, a questo punto, viene avviata allo scopo di correggere l'andamento dei flussi in entrata e in uscita e rientrare, alla fine del progetto, nei limiti di convenienza economica fissati in fase preliminare. Le variazioni sui costi rilevate, infatti, provocano variazioni anche a livello finanziario, da modellizzare e conseguentemente controllare attraverso l'Analisi dei Flussi di Cassa Attualizzati, che integra, così, il rischio di mercato - impattante, in particolare, sui rendimenti e parzialmente internalizzato nelle previsioni - e il rischio di costo - più propriamente connesso all'ambito dell'esecuzione del progetto e rappresentato dalla caratteristica curva a S. Una volta identificate le cause degli scostamenti tra i flussi di cassa, è necessario procedere con l'attuazione delle azioni correttive e la verifica dell'effettiva convenienza di questi ultimi sul profilo finanziario del progetto, prestando particolare attenzione alle componenti di rischio agenti sugli obiettivi. La riprogrammazione a finire è quindi da sviluppare rispetto agli obiettivi di programmazione economica, nel tentativo di mantenere costi previsti e tempi necessari al completamento del progetto entro i range di fattibilità finanziaria espressi sinteticamente dai valori del Valore Attuale Netto e del Tasso Interno di Rendimento. Verificata, così, la possibilità di integrare, all'interno del modello del Discounted Cash Flow, i risultati delle previsioni ottenute attraverso l'impiego dell'Earned Value Method, le due metodologie, opportunamente affiancate, risultano un efficace soluzione per la gestione del rischio, in grado di "correggere" la programmazione economico-finanziaria del progetto rimodulando la distribuzione dei costi nel tempo.

L'applicazione dell'Earned Value Method, come valido strumento di gestione del rischio, risulta, in alcuni casi, di ancora maggiore efficacia se opportunamente affiancata ad altre metodologie di **analisi tradizionali**. Tra questi, l'Analisi di Sensibilità permette di analizzare scenari di progetto futuri ipotizzati correlando indici di performance, metriche standard, e variabili critiche del progetto, per studiarne i legami di interdipendenza e segnalare

tempestivamente gli ambiti impattati dal maggior rischio. In abbinamento alla Sensitività, l'Analisi degli Scenari supporta la formulazione delle ipotesi di riprogrammazione da analizzare – o di accettazione o rigetto di una Variante in corso d'opera – considerando differenti sequenze di attività, distribuzioni dei flussi di cassa o, in ultimo, la comparsa di nuovi rischi non ancora esaustivamente gestiti. Un ultimo strumento integrabile all'applicazione dell'Earned Value Method è la Simulazione Monte Carlo, che permette di trattare l'analisi in maniera probabilistica, assumendo, cioè, le attività, i costi ad esse associate e, più in generale, le variabili critiche come distribuzioni di probabilità, al fine di ottenere una simulazione più verosimile di ogni possibile andamento del progetto.

A fronte di ciò, infine, gli **attuali fronti di ricerca** sono aperti verso due principali direzioni, nel tentativo di superare le seppur minime limitazioni applicative derivate dall'impiego dell'Earned Value Method in ottica deterministica.

Da un lato, la letteratura recente ha prodotto nuovi indici e metriche di misurazione delle prestazioni volte all'integrazione del controllo del rischio e degli standard di qualità nelle procedure di analisi: le estensioni della metodologia tradizionale elaborate, come l'Earned Schedule, si riferiscono a uno specifico ambito e ne correggono l'operatività, per produrre risultati sempre più completi, e i nuovi indicatori elaborati, come il Risk Performance Index, inseriscono di fatto il rischio tra i parametri "controllabili" del progetto, accanto ai tradizionali costo e tempo.

Dall'altro lato, invece, il trattamento dell'analisi dell'Earned Value Method con approccio stocastico - attraverso, quindi, l'accostamento di specifici strumenti estimativi del rischio - permette di incorporare l'incertezza nelle misurazioni, ottenendo, così, risultati più verosimili espressi come distribuzioni di probabilità.

In conclusione, l'**Earned Value Method**, come efficace strumento gestione del progetto e del rischio, può essere inteso come il *punto di connessione logico-operativa* tra l'ambito del Project Management e del Risk Management, all'interno della cornice tracciata dal Processo di sviluppo immobiliare. Il ruolo ricoperto dalla metodologia, infatti, è triplice: in primo luogo, si configura come fondamentale strumento di monitoraggio integrato delle prestazioni del progetto; in secondo luogo, permette l'integrazione del rischio nelle previsioni future; infine, se opportunamente accostato all'analisi dei flussi di cassa economico-finanziari, supporta e guida efficacemente i processi di riprogrammazione a finire delle attività.



Bibliografia di riferimento

F.ACEBES, J.PAJARES, J.M.GALAN, A.LOPEZ-PAREDES, "Beyond Earned Value Management: a Graphical Framework for Integrated Cost, Schedule and Risk Management", in "Procedia – Social and Behavioral Sciences", n. 74, 2013, pp. 181-189

S.K.I.AL-FADHLI, S.H.AL-BAZAZ, "Applying Earned Value to Construction Projects", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 737, 2020

D.ALLODI, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008

A.ALMEIDA, R.ABRANTES, M.ROMAO, I.PROENCA, "The Impact of Uncertainty in the Measurement of Progress in Earned Value Analysis", in "Procedia Computer Science", n. 181, 2021, pp. 457-467

R.AMATO, R.CHIAPPI, "Tecniche di Project Management. Pianificazione e controllo dei progetti", Franco Angeli, Milano, 2000

B.AMIN, C.ANWAR, T.MISWARDI, "Evaluation of cost and time control in Lhokseumawe City improvement project using earned value method (Case Study Street Alue Raya-Line Pipa)", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 536, 2019

K.ARASZKIEWICZ, M.BOCHENEK, "Control of construction projects using the Earned Value Method - case study", in "Open Engineering", volume 9, n. 1, 2019, pp. 186-195

R.D.ARCHIBALD, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004

H.AZIZ, S.MUNIR, M.SUFIAN, "Conflict Handling In Project Management: a Risk Assessment Analysis", 12th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics, 2018

S.BABAR, M.J.THAHEEM, B.AYUB, "Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 143, n. 3, 2016

S.BABAR, M.M.J.THAHEEM, B.AYUB, "Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 143, n. 3, marzo 2017

J.BATSELIER, M.VANHOUCHE, "Evaluation of deterministic state-of-the-art forecasting approaches for project duration based on earned value management", in "International Journal of Project Management", volume 33, n. 7, 2015, pp. 1-9

T.BAUMANN, A.DZIADOSZ, O.KAPLINSKI, M.REJMENT, "Range of application and limitations of the earned value method in construction project estimation", in "Technical Transactions, Civil Engineering", n. 2-B, 2014, pp. 66-72

W.F.BORGES, M.POUERI DO CARMO, "Five Project-Duration Control Methods in Time Units: Case Study of a Linearly Distributed Planned Value", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 143, n. 6, gennaio 2017

M.CANTAMESSA, E.COBOSS, C.RAFELE, "Il project management. Un approccio sistemico alla gestione dei progetti", ISEDI, Torino, 2007

G.CAPALDO, A.VOLPE, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012

F.CENCIONI, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018

A.CZEMPLIK, "Practical application of Earned Value Method to evaluation of progress status of medium size construction projects", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, volume 251, n. 7, 2017

A.CZEMPLIK, "Application of Earned Value Method for evaluation the time/cost consequences of Variation Orders in a construction project", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, volume 251, n. 7, 2017

A.CZEMPLIK, "Application of Earned Value Method to progress control of construction projects", in "Procedia Engineering", n. 91, 2014, pp. 424-428

G.DANG, "Example Application of Cost and Schedule Equilibrium Control Model in Communication Base Station Construction Project Based on Earned Value Method" in "Advances in Economics, Business and Management Research", volume 48, 2017, pp. 61-65

G.DHAMODARAN, K.R.DIVAKAR ROY, "Estimation of Cash Flow from Value of Work Done for construction projects in India", in "International Journal of Engineering and Advanced Technology", volume 8, n. 2, gennaio 2019, pp. 433-437

-
- E.FREGONARA, "Valutazione sostenibilità di progetto", Franco Angeli, Milano, 2015
- E.FREGONARA, "Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano", in "AESTIMUM 59", dicembre 2011, pp.141-169
- D.HILLSON, "Earned value management and risk management: a practical synergy", Project Management Institute, PMI Global Congress, Anaheim, 2004
- D.HILLSON, "Managing Risk in Projects", Routledge, Abingdon, 2016
- C.B.KAPUGANTI, P.Y.KUMAR, M.S.TEJA, A.AKHIL, R.BARBHUIYA, "Project Schedule Monitoring by Earned Duration Management (EDM)", in "International Journal of Recent Technology and Engineering", volume 7, n. 6, marzo 2019, pp. 518-522
- T.KHESAL, A.SAGHAEI, M.KHALILZADEH, "Integrated cost, quality, risk and schedule control through earned value management", in "Journal of Engineering Design and Technology", volume 17, n. 1, marzo 2018, pp. 183-203
- A.KHODABANDEHLOU, A.PARVISHI, R.TAGHIFAM, M.LOTFI, A.TALEEI, "Integrating Earned Value Management with Risk Management to Control the Time-Cost of the Project", in "The IIOAB Journal", volume 7, suppl. 4, ottobre 2016, pp. 114-119
- J.KONIOR, M.SZÓSTAK, "The S-Curve as a Tool for Planning and Controlling of Construction Process: Case Study", in "Applied Sciences", volume 10, n. 2071, marzo 2020
- S.LAVANYA, T.MALARVIZHI, "Risk analysis and management: a vital key to effective project management", Project Management Institute, PMI Global Congress, Sidney, 2008
- A.MIGUEL, W.MADRIA, R.POLANCOS, "Project Management model: Integrating Earned Schedule, Quality and Risk in Earned Value Management", 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications, 2019
- C.MURIANA, G.VIZZINI, "Project risk management: A deterministic quantitative technique for assessment and mitigation", in "International Journal of Project Management", volume 35, n. 3, 2017, pp. 320-340
- N.MORADI, S.M.MOUSAVI, B.VAHDANI, "An Earned Value Model with risk analysis for project management under uncertain conditions", in "Journal of Intelligent & Fuzzy Systems", n. 32, 2017, pp. 97-113

M.PAPANIKOLAOU, Y.XENIDIS, "Risk-Informed Performance Assessment of Construction Projects", in "Sustainability", n. 12, 2020, pp. 1-21

S.PATIL, R.KAVURU, M.R.BEGUM, "Analysis of Construction Project Using Earned Value - A Case Study", in "Journal Of Critical Reviews", volume 7, n. 4, 2020, pp. 1263-1272

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "Practice Standard for Earned Value Management", Newtown Square, Project Management Institute, seconda edizione, 2011

V. RAJESH, M. SUMEDH, "Application of Earned Value and Earned Schedule to Construction Project", in "International Journal of Scientific Engineering and Research", volume 1, n. 1, settembre 2013, pp. 97-101

S.M.K.REDDY RAYA, S.S.ASADI, S.S.B.PRAKASH, "A case study on time and cost driven factors of commercial complex by using Earned Value Analysis tool", "International Journal of Civil Engineering and Technology", volume 8, n. 1, gennaio 2017, pp. 357-362

M.A.ROGHABADI, O.MOSELHI, "Forecasting project duration using risk-based earned duration management", in "The international journal of construction management", novembre 2020

M.RONALD, H.LUMBANTORUAN, "Analysis of Project Cost Management Indicators at Residential Buildings – Case Study: Building Construction Project in Rusun Penggilingan Jakarta", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 508, 2019

R.ROSCELLI, "Manuale di Estimo. Valutazioni economiche ed esercizio della professione", UTET, Novara, 2014

S.SALIKUMA, M.A.JOHNY, "Application of Earned Value Analysis in Analysing Project Performance", in "International Journal of Engineering Research & Technology", volume 5, n. 9, settembre 2016, pp. 459-464

M.D.SRUTHI, A.ARAVINDAN, "Performance measurement of schedule and cost analysis by using earned value management for a residential building", in "Materials Today: Proceedings", n. 33, 2020, pp. 524-532

I.SUDARSONO, R.G.YAHYA, B.KANIA, M.S.MAHESTA, J.F.RUSDI, A.SUDIANTO, "Earned Value Method and Project Crashing in Construction Project", in "Journal of Science and Technology", n. 1, 2019, pp. 34-40

F.SUSILOWATI, W.M.KURNIAJI, "Effective Performance Evaluation to Estimate Cost and Time Using Earned Value", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 771, 2020

A.TERESO, P.RIBEIRO, M.CARDOSO, "An Automated Framework for the Integration between EVM and Risk Management", in "Journal of Information Systems Engineering & Management", volume 3, n. 1, gennaio 2018, pp. 1-13

S.VAIBHAVA, B.PRAKASH RAO, V.SHETTY, C.PRAKASH, "Application of earned value method and earned schedule method for a residential apartment", in "Journal of Physics: Conference Series", n. 1706, 2020

R.VOTTO, L.L.HO, F.BERSSANETI, "Applying and Assessing Performance of Earned Duration Management Control Charts for EPC Project Duration Monitoring", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 146, n. 3, marzo 2020

M.WARIS, M.F.KHAMIDI, A.IDRUS, "The Cost Monitoring of Construction Projects through Earned Value Analysis", in "Journal of Construction Engineering and Project Management", volume 2, n. 4, 2012, pp. 42-45

H.ZAHOOR, R.M.KHAN, A.NAWAZ, M.AYAZ, A.MAQSOOM, "Project control and forecast assessment of building projects in Pakistan using earned value management", in "Engineering Construction & Architectural Management", volume 28, n. 3, marzo 2021

Bibliografia generale

- F.ACEBES, J.PAJARES, J.M.GALAN, A.LOPEZ-PAREDES, "Beyond Earned Value Management: a Graphical Framework for Integrated Cost, Schedule and Risk Management", in "Procedia – Social and Behavioral Sciences", n. 74, 2013, pp. 181-189
- S.K.I.AL-FADHLI, S.H.AL-BAZAZ, "Applying Earned Value to Construction Projects", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 737, 2020
- D.ALLODI, "Project management per l'architettura. Definizione degli obiettivi, programmazione, esecuzione, controllo, attori e dinamiche", Franco Angeli, Milano, 2008
- A.ALMEIDA, R.ABRANTES, M.ROMAO, I.PROENCA, "The Impact of Uncertainty in the Measurement of Progress in Earned Value Analysis", in "Procedia Computer Science", n. 181, 2021, pp. 457-467
- R.AMATO, R.CHIAPPI, "Tecniche di Project Management. Pianificazione e controllo dei progetti", Franco Angeli, Milano, 2000
- B.AMIN, C.ANWAR, T.MISWARDI, "Evaluation of cost and time control in Lhokseumawe City improvement project using earned value method (Case Study Street Alue Raya-Line Pipa)", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 536, 2019
- M.AMRAN, N.KULATALIKA, "Real Options. Strategie d'investimento in un mondo dominato dall'incertezza", EtaLibri, Milano, 2000
- K.ARASZKIEWICZ, M.BOCHENEK, "Control of construction projects using the Earned Value Method - case study", in "Open Engineering", volume 9, n. 1, 2019, pp. 186-195
- R.D.ARCHIBALD, "Project Management. La gestione di progetti e programmi complessi", Franco Angeli, Milano, 2004
- H.AZIZ, S.MUNIR, M.SUFIAN, "Conflict Handling In Project Management: a Risk Assessment Analysis", 12th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics, 2018
- S.BABAR, M.J.THAHEEM, B.AYUB, "Estimated Cost at Completion: Integrating Risk into Earned Value Management", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 143, n. 3, 2016

J.BATSELIER, M.VANHOUCHE, "Evaluation of deterministic state-of-the-art forecasting approaches for project duration based on earned value management", in "International Journal of Project Management", volume 33, n. 7, 2015, pp. 1-9

T.BAUMANN, A.DZIADOSZ, O.KAPLINSKI, M.REJMENT, "Range of application and limitations of the earned value method in construction project estimation", in "Technical Transactions, Civil Engineering", n. 2-B, 2014, pp. 66-72

C.BESNER, J.B.HOBBS, "The use, usefulness and support for project management tools and techniques", Project Management Institute Annual Seminars & Symposium, 2002

F.BLACK, M.SCHOLES, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", in "Journal of Political Economy", Maggio-Giugno, 1973, pp. 637-659

W.F.BORGES, M.POUERI DO CARMO, "Five Project-Duration Control Methods in Time Units: Case Study of a Linearly Distributed Planned Value", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 143, n. 6, gennaio 2017

M.A. BRAGADIN, "La programmazione dei lavori con i metodi reticolari. Metodi e strumenti di Project Time Management per la costruzione", Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, seconda edizione, 2011

M.BRAVI, E.FREGONARA, "Promozione e sviluppo immobiliare: analisi dei processi e tecniche di valutazione", Celid, Torino, 2004

P.BUREK, "Collaborative Tools and Techniques to build the Project Risk Plan", Project Management Institute, PMI Global Congress, Atlanta, 2007

C.CACCIAMANI, "Il rischio immobiliare", Egea, Milano, 2003

D.G.CACUCI, "Sensitivity and Uncertainty Analysis: Theory - Volume 1", Chapman & Hall, 2003

M.CANTAMESSA, E.COBO, C.RAFELE, "Il project management. Un approccio sistemico alla gestione dei progetti", ISEDI, Torino, 2007

G.CAPALDO, A.VOLPE, "Project Management. Principi, metodi e applicazioni per il settore delle opere civili", McGraw-Hill, Milano, 2012

F.CENCIONI, "Strumenti di supporto alla gestione dei progetti: l'applicazione dell'Earned Value Method a un caso studio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2017-2018, rel. E.Fregonara, M.Crotti, S.Pisu, 2018

A.CERUTTI, G.PAGANIN, "Risk Management per l'edilizia: tecniche e strategie per la gestione del rischio", Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2012

C.B.CHAPMAN, S.C.WARD, "Project risk management – Processes, techniques and insights", John Wiley & Sons, Chichester, 2003

A.CZEMPLIK, "Practical application of Earned Value Method to evaluation of progress status of medium size construction projects", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, volume 251, n. 7, 2017

A.CZEMPLIK, "Application of Earned Value Method for evaluation the time/cost consequences of Variation Orders in a construction project", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, volume 251, n. 7, 2017

A.CZEMPLIK, "Application of Earned Value Method to progress control of construction projects", in "Procedia Engineering", n. 91, 2014, pp. 424-428

R.CURTO, E.FREGONARA, "Il controllo del rischio e dell'incertezza negli investimenti immobiliari: la Probability Analysis", in "Genio rurale", 1997

M.D'AMATO, "Investimenti immobiliari e moderna teoria del portafoglio", in Ce.S.E.T. "Il governo del territorio, complessità e cambiamento", Firenze, 1999, pp. 257-27

A.DE LUCA, "Le applicazioni dei metodi statistici alle analisi di mercato", Franco Angeli, Milano, 1995

G.DI CASTRI, "Project management per l'edilizia. Ingegneria economica: applicazioni e sviluppo", Dario Flaccovio Editore, Palermo, 2009

L.DI GIORGIO, "Project Risk Management", Lulu.com, seconda edizione, 2016

G.DANG, "Example Application of Cost and Schedule Equilibrium Control Model in Communication Base Station Construction Project Based on Earned Value Method" in "Advances in Economics, Business and Management Research", volume 48, 2017, pp. 61-65

C.S.DIONISIO, "A Project Manager's Book of tools and techniques - A Companion to the PMBOK Guide", John Wiley & Sons, sesta edizione, 2018

G.DHAMODARAN, K.R.DIVAKAR ROY, "Estimation of Cash Flow from Value of Work Done for construction projects in India", in "International Journal of Engineering and Advanced Technology", volume 8, n. 2, gennaio 2019, pp. 433-437

Q.W. FLEMING, J.M.KOPPELMAN, "The earned value concept: back to the basics" in "PM Network", volume 8, n. 1, 1994, pp. 27-29

C.FERRERO, "La valutazione immobiliare: principi e metodi applicativi", Egea, Milano, 1996

E.FREGONARA, "Risk, uncertainty and investment projects in the real estate sector: analysis and simulation", Regional Science Association - 37th European Congress, Roma - Agosto 1997

E.FREGONARA, "Estimo e Project Management: l'orientamento disciplinare italiano", in "AESTIMUM 59", dicembre 2011, pp.141-169

E.FREGONARA, "Valutazione sostenibilità di progetto", Franco Angeli, Milano, 2015

G.GAZZANA, I.GIROTTO, "Valutazione della sostenibilità economica dei progetti nel ciclo di vita: focus sull'analisi del rischio", tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino, a.a. 2016-2017, rel. E.Fregonara, D.G.Ferrando, V.R.M.Lo Verso

D.GRIGORIADIS, "Project management e progettazione architettonica. Gestione e controllo del progetto dalla ideazione alla costruzione", DEI, Roma, 2009

S.GRIMALDI, C.RAFAELE, A.C.CAGLIANO, "A framework to select techniques supporting Project Risk Management", in N.Banaitiene, "Risk Management: current issues and challenges", pp. 67-96, InTech, 2012

D.HERTZ, "Risk Analysis in Capital Investment", in "Harvard Business review", gennaio-febbraio, 1964, pp. 95-106

D.HERTZ, H.THOMAS, "Risk Analysis and its Applications", John Wiley, New York, 1983

D.HILLSON, "Project Risks - identifying causes, risks and effects" in "PM Network", volume 14, n. 9, 2000, pp. 48-51

D. HILLSON, "The Risk Breakdown Structure (RBS) as an Aid to Effective Risk Management", PMI European Conference, Cannes, 2002

D.HILLSON, "Effective opportunity management for projects: Exploiting positive risk", Marcel Dekker, New York, 2003

D.HILLSON, "Earned value management and risk management: a practical synergy", Project Management Institute, PMI Global Congress, Anaheim, 2004

-
- D.HILLSON, "Managing Risk in Projects", Routledge, Abingdon, 2016
- D.HILLSON, S.GRIMALDI, C.RAFELE "Managing Project Risks Using a Cross Risk Breakdown Matrix" in "Risk Management Journal", volume 8, n. 1, 2006, pp. 61-76
- D.T.HULETT, "Decision tree analysis for the risk averse organization", Project Management Institute, PMI Global Congress, Madrid, 2006
- C.B.KAPUGANTI, P.Y.KUMAR, M.S.TEJA, A.AKHIL, R.BARBHUIYA, "Project Schedule Monitoring by Earned Duration Management (EDM)", in "International Journal of Recent Technology and Engineering", volume 7, n. 6, marzo 2019, pp. 518-522
- H.KAHN, I.MANN, "Techniques of Systems Analysis", RAND Corporation, 1957
- T.KHESAL, A.SAGHAEI, M.KHALILZADEH, "Integrated cost, quality, risk and schedule control through earned value management", in "Journal of Engineering Design and Technology", volume 17, n. 1, marzo 2018, pp. 183-203
- A.KHODABANDEHLOU, A.PARVISHI, R.TAGHIFAM, M.LOTFI, A.TALEEI, "Integrating Earned Value Management with Risk Management to Control the Time-Cost of the Project", in "The IIOAB Journal", volume 7, suppl. 4, ottobre 2016, pp. 114-119
- J.KONIOR, M.SZÓSTAK, "The S-Curve as a Tool for Planning and Controlling of Construction Process: Case Study", in "Applied Sciences", volume 10, n. 2071, marzo 2020
- S.LAVANYA, T.MALARVIZHI, "Risk analysis and management: a vital key to effective project management", Project Management Institute, PMI Global Congress, Sidney, 2008
- E.E.LEAMER, "Sensitivity Analyses Would Help" in "The American Economic Review", volume 75, n. 3, 1985, pp. 308-313
- J.MAGEE, "How to Use Decision Trees in Capital Investment", in "Harvard Business Review", settembre-ottobre, 1964, pp. 79-96
- B.MANGANELLI, "La valutazione degli investimenti immobiliari. L'analisi del mercato, le tecniche di valutazione, il controllo del rischio", Franco Angeli, Milano, 2013;
- S.MECCA, M.MASERA, "Il rischio nel progetto di costruzione", ETS, Pisa, 2002

L.MEYER, "Business process optimization: combining project management and six sigma best practices to better understand and optimize critical business processes", Project Management Institute, PMI Global Congress, Seattle, 2006

A.MIGUEL, W.MADRIA, R.POLANCOS, "Project Management model: Integrating Earned Schedule, Quality and Risk in Earned Value Management", 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications, 2019

D.MILOŠEVIĆ, B.IEWWONGCHAROEN, "Project management tools and techniques: the contingency use and their impacts on project success", PMI Research Conference: Innovations, 2004

N.MORADI, S.M.MOUSAVI, B.VAHDANI, "An Earned Value Model with risk analysis for project management under uncertain conditions", in "Journal of Intelligent & Fuzzy Systems", n. 32, 2017, pp. 97-113

C.MURIANA, G.VIZZINI, "Project risk management: A deterministic quantitative technique for assessment and mitigation", in "International Journal of Project Management", volume 35, n. 3, 2017, pp. 320-340

M.PAPANIKOLAOU, Y.XENIDIS, "Risk-Informed Performance Assessment of Construction Projects", in "Sustainability", n. 12, 2020, pp. 1-21

S.PATIL, R.KAVURU, M.R.BEGUM, "Analysis of Construction Project Using Earned Value - A Case Study", in "Journal Of Critical Reviews", volume 7, n. 4, 2020, pp. 1263-1272

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

C.PINEY, "Risk identification: combining the tools to deliver the goods", Project Management Institute, PMI Global Congress, The Hague, 2003

F.PRIZZON, "Gli investimenti immobiliari: analisi di mercato e valutazione economico-finanziaria degli interventi", Celid, Torino, 2001;

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "Practice Standard for Project Risk Management", Newtown Square, Project Management Institute, 2009

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Newtown Square, Project Management Institute, quinta edizione, 2015

PROJECTMANAGEMENTINSTITUTE, "Practice Standard for Earned Value Management", Newtown Square, Project Management Institute, seconda edizione, 2011

V. RAJESH, M. SUMEDH, "Application of Earned Value and Earned Schedule to Construction Project", in "International Journal of Scientific Engineering and Research", volume 1, n. 1, settembre 2013, pp. 97-101

T.RAZ, D.HILLSON, "A comparative review of risk management standards", in "Risk Management: An International Journal", volume 7, n. 4, 2005, pp.53-66

S.M.K.REDDY RAYA, S.S.ASADI, S.S.B.PRAKASH, "A case study on time and cost driven factors of commercial complex by using Earned Value Analysis tool", "International Journal of Civil Engineering and Technology", volume 8, n. 1, gennaio 2017, pp. 357-362

G.RIGAMONTI, "La gestione dei processi di intervento edilizio. Tecniche e strumenti di Project e Construction Management", Utet, Torino, 2001

M.A.ROGHABADI, O.MOSELHI, "Forecasting project duration using risk-based earned duration management", in "The international Journal of Construction Management", novembre 2020

M. RONALD, H. LUMBANTORUAN, "Analysis of Project Cost Management Indicators at Residential Buildings – Case Study: Building Construction Project in Rusun Penggilingan Jakarta", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 508, 2019

R.ROSCELLI, "Manuale di Estimo. Valutazioni economiche ed esercizio della professione", UTET, Novara, 2014

P.ROSSI, "How to link the qualitative and the quantitative risk assessment", Project Management Institute, PMI Global Congress, Budapest, 2007

R.Y.RUBINSTEIN, "Simulation and the Monte Carlo Method", John Wiley & Sons, New York, 1981

S.SALIKUMA, M.A.JOHN, "Application of Earned Value Analysis in Analysing Project Performance", in "International Journal of Engineering Research & Technology", volume 5, n. 9, settembre 2016, pp. 459-464

H.SANCHEZ, B.ROBERT, M.BOURGAULT, R.PELLERIN, "Risk management applied to projects, programs, and portfolios", in "International Journal of Managing Project in Business", volume 2, n. 1, 2008, pp. 14-35

M.D.SRUTHI, A.ARAVINDAN, "Performance measurement of schedule and cost analysis by using earned value management for a residential building", in "Materials Today: Proceedings", n. 33, 2020, pp. 524-532

I.SUDARSONO, R.G.YAHYA, B.KANIA, M.S.MAHESTA, J.F.RUSDI, A.SUDIANTO, "Earned Value Method and Project Crashing in Construction Project", in "Journal of Science and Technology", n. 1, 2019, pp. 34-40

F.SUSILOWATI, W.M.KURNIAJI, "Effective Performance Evaluation to Estimate Cost and Time Using Earned Value", IOP Conference - Series: Materials Science and Engineering, n. 771, 2020

A.TERESO, P.RIBEIRO, M.CARDOSO, "An Automated Framework for the Integration between EVM and Risk Management", in "Journal of Information Systems Engineering & Management", volume 3, n. 1, gennaio 2018, pp. 1-13

P.A.THOMPSON, J.G.PERRY, "Engineering Construction Risks. A guide to Project Risk Analysis and Assessment implication for project clients and Project Managers", Thomas Telford, 1992

S.VAIBHAVA, B.PRAKASH RAO, V.SHETTY, C.PRAKASH, "Application of Earned Value Method and Earned Schedule Method for a residential apartment", in "Journal of Physics: Conference Series", n. 1706, 2020

R.VOTTO, L.L.HO, F.BERSSANETI, "Applying and Assessing Performance of Earned Duration Management Control Charts for EPC Project Duration Monitoring", in "Journal of Construction Engineering and Management", volume 146, n. 3, marzo 2020

M.WARIS, M.F.KHAMIDI, A.IDRUS, "The Cost Monitoring of Construction Projects through Earned Value Analysis", in "Journal of Construction Engineering and Project Management", volume 2, n. 4, 2012, pp. 42-45

G.WRIGHT, P.GOODWIN, "Decision analysis under low levels of predictability: enhancing the scenario method", in "International Journal of Forecasting", n. 25, 2009, pp. 813-825

H.ZAHOOR, R.M.KHAN, A.NAWAZ, M.AYAZ, A.MAQSOOM, "Project control and forecast assessment of building projects in Pakistan using Earned Value Management", in "Engineering Construction & Architectural Management", volume 28, n. 3, marzo 2021

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

Ringraziamenti

Arrivato il momento di scrivere queste ultime righe, ero convinta che la parte difficile fosse ormai passata, ma solo ora, davanti al foglio ancora bianco, mi rendo conto che ripensare a questi sei anni e a tutte le persone che dovrei ringraziare è il momento meno banale di tutti.

Mai avrei pensato che la prima persona a cui dire grazie sarei stata io stessa, per aver portato a termine un percorso complicato, fatto di molti alti e altrettanti bassi, ma certamente bellissimo. Tralasciando le grandi nozioni di Scienze delle Costruzioni e Teoria del Restauro, quello che mi hanno insegnato questi anni è inquantificabile: ho varcato la soglia delle Aule R piena di dubbi, attendendo con grande paura il momento in cui avrei capito di aver fatto la scelta sbagliata, e, invece, sei anni dopo, consegno una tesi di laurea da donna adulta, consapevole, finalmente, che questo è esattamente ciò che dovevo e voglio fare. Sono certa che il numero di volte in cui ho pronunciato la frase *"Non spenderei tutto questo tempo e tutte queste energie per fare nient'altro al mondo"* sia di molto superiore al centinaio e forse, adesso, ripetendolo ancora nella mia testa, non mi è mai suonata così vera. Quindi grazie a me, per non aver mollato nonostante il miliardo di occasioni in cui l'ho pensato e per aver scelto di ascoltare, invece, quella flebile voce che mi diceva di andare avanti, perché era tutto giusto così. Esattamente così.

Desidero ringraziare la Professoressa Fregonara e la Professoressa Rolando per la grande disponibilità dimostrata durante questo ultimo anno e mezzo di lavoro e per tutto il fondamentale supporto fornito.

Grazie alla mia famiglia, per aver accompagnato ogni momento e per aver creduto nelle mie capacità ancora prima che iniziassi questo percorso.

Grazie a **Mamma** e **Papà**, per tutti gli sforzi fatti per permettermi di studiare.

Grazie a **Marco**, **Mauro** e **Nonna**, per gli occhi pieni di amore con cui mi avete guardata ogni giorno: sono la persona più fortunata del mondo.

Grazie a **Rebecca**, per essere l'Amica di una vita, che mai avrei pensato di meritare.

Grazie a Stefano e Riccardo, per non avermi mai mollato.

Grazie a Edoardo, Enrico, Abel, Federico, Pino, Marilù, Giulia... a chi c'è sempre stato e a chi è qui da poco ma ha fatto la differenza.

Grazie ad Alessandra ed Elena, compagne di avventure e – molte - disavventure che sarò felice di portare con me, ovunque ci conducano le nostre strade.

Grazie ad Andrea, per essere un uomo così speciale e per il modo con cui non hai smesso, nemmeno per un secondo, di tenermi la mano.

Il privilegio di camminare al tuo fianco è il più bel regalo che la vita potesse farmi.

L'ultima persona da ringraziare non potevi che essere Tu, la ragione più grande per cui è iniziato tutto questo.

Grazie per avermi educato ad amare la bellezza, e per avermi trasmesso quella stessa passione che ti bruciava negli occhi. Ti sento ogni giorno, come fossi ancora qua, e conservo gelosamente nel cuore ogni tuo gesto, ogni tratto sul foglio: che *in Paradiso ci sono i quadri mai dipinti e le poesie mai scritte* me l'hai insegnato tu.