



Il Project Management nelle costruzioni in edilizia ed infrastrutture

***Pianificazione e controllo dei tempi
- Metodi e strumenti -***

Ing. Rocco Lovecchio

*Membro Commissione Project Management in ambito
civile ed ambientale
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma*

Cerveteri, 20 maggio 2023

Fornire ai soggetti interessati incaricati della realizzazione di importanti opere delle indicazioni, contributi operativi, aspetti metodologici e strumenti per la

Gestione dei Progetti



- *Ha lavorato in azienda leader italiana nella realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica occupandosi negli anni di progettazione, procurement, costruzione, in sede e nei cantieri.*

- ▲ *Il Project Management nei Progetti EPC – Modello di controllo*
- ▲ ***Focus sul Project Master Schedule** (Planning – Progress – Deviations – Recovery actions)*
- ▲ *Earned Value (overview)*
- ▲ *Risk Analysis (overview)*

Direzione Operativa di Ingegneria e Costruzioni,

- *E' stato Project Manager Control e Risk Manager per impianti termici e nucleari in Italia ed all'Estero (Alto Lazio Nuclear Plant (VT), Torre Valdaliga Nord (RM) , Assemini (CA), Fiumesanto (SS), Larino (CB), Mochovce Nuclear Plant (Bratislava, Slovacchia),...);*
- *Ha svolto attività di Project Manager Control di infrastrutture civili (Auditorium per la musica di Roma, Centri commerciali...) per committenti pubblici e privati*
- *Attualmente effettua consulenze, seminari, workshops, corsi di formazione sul Project Control.*

presentazione

Ambiti operativi - EPC Projects

Progetto non ripetibile

Obiettivi, requisiti, vincoli, interessi ed aspettative sono specifici di ogni Progetto, che quindi è unico, originale, stimolante e sfidante.



Ing Rocco Lovecchio

Infrastrutture Civili ed Industriali di una certa rilevanza

*Tali tipologie di opere richiedono lo sviluppo di numerose attività fortemente **interconnesse**. Con **fattori di complessità** dovuti alle dimensioni, alle aree di rischio, alle richieste di controllo del Cliente e delle Autorità, di tutti i stakeholder coinvolti in tempi medio lunghi.*



E' indispensabile che le organizzazioni adottino processi e metodologie del Management al fine di condurre il Progetto e conseguire gli obiettivi.



Il Project Management per un controllo efficace

“è un insieme di”:

- **Metodi e Processi**
- **Tecniche Gestionali**
- **Strumenti Software.**

che ha come riferimento guide (PMBOK® Guide - PMI), normative e standard internazionali (UNI, ISO)

“che si avvale” di un modello organizzativo,

Team di Progetto e Project Managers

“con competenze tecniche e capacità”:

comunicazione
gestione delle relazioni
negoiazione tra diversi interessi
leadership e team building
motivazione delle risorse
problem solving.

al fine di :

- **Conseguire gli impegni contrattuali** assunti nei confronti del Cliente (requisiti, tempi, costi, qualità, sicurezza ed ambiente);
- **Governare la complessità, gli effetti dell'incertezza e dei rischi** insite nei progetti;
- **Migliorare la gestione operativa:**
 - Prevedere in tempo e prevenire **scostamenti** rispetto ai piani;
 - Valutare i conseguenti **impatti e le criticità** a breve e lungo termine;
 - Intervenire tempestivamente con opportune **azioni** di recupero.

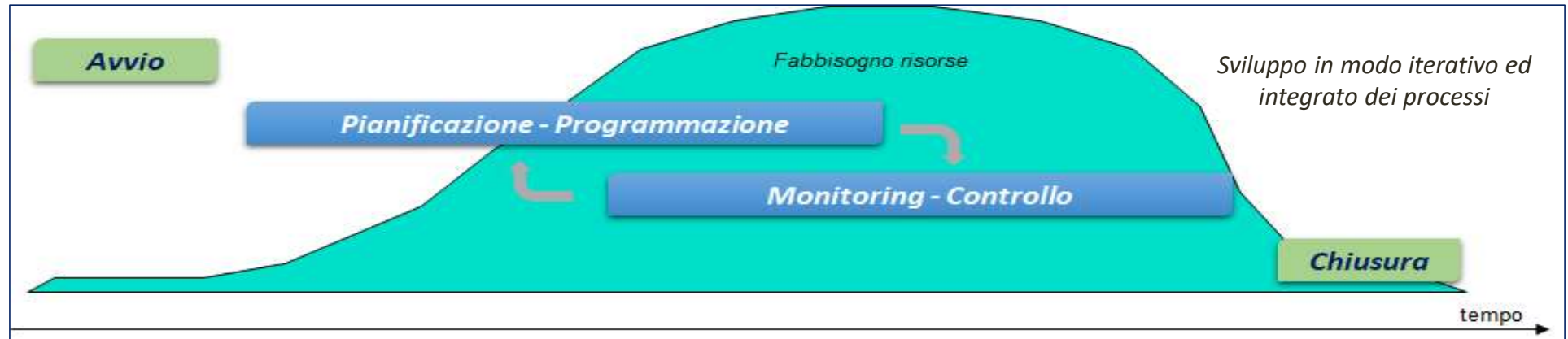
Schema Generale di Realizzazione del Progetto



- Progettazione base
- Analisi tecnica / economica / finanziaria
- Impatti ambientali e paesaggistici futuri ed in corso d'opera
- Attività propedeutiche alla progettazione ed alla realizzazione
- Normative, specifiche prestazionali, parametri di qualità
- Analisi rischiosità progetto
- **Budget autorizzato, cronoprogramma sintetico**

- Progettazione funzionale ed esecutiva
- Piano della Quality, Health, Safety and Environment
- Attività di Procurement, bandi di gara per l'approvvig.to di beni e servizi
- Esame e gestione delle modifiche
- **Programmazione e Controllo Tempi**
- **Controllo dei costi e del valore prodotto**
- **Gestione dei rischi e azioni di mitigazione**
- **Stime al completamento**

Modello di controllo – Processi gestionali

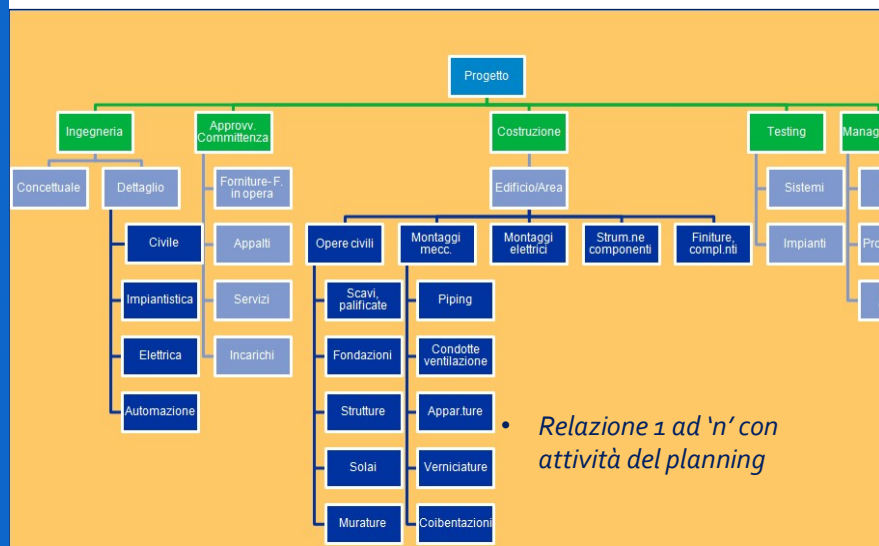


Principali funzioni

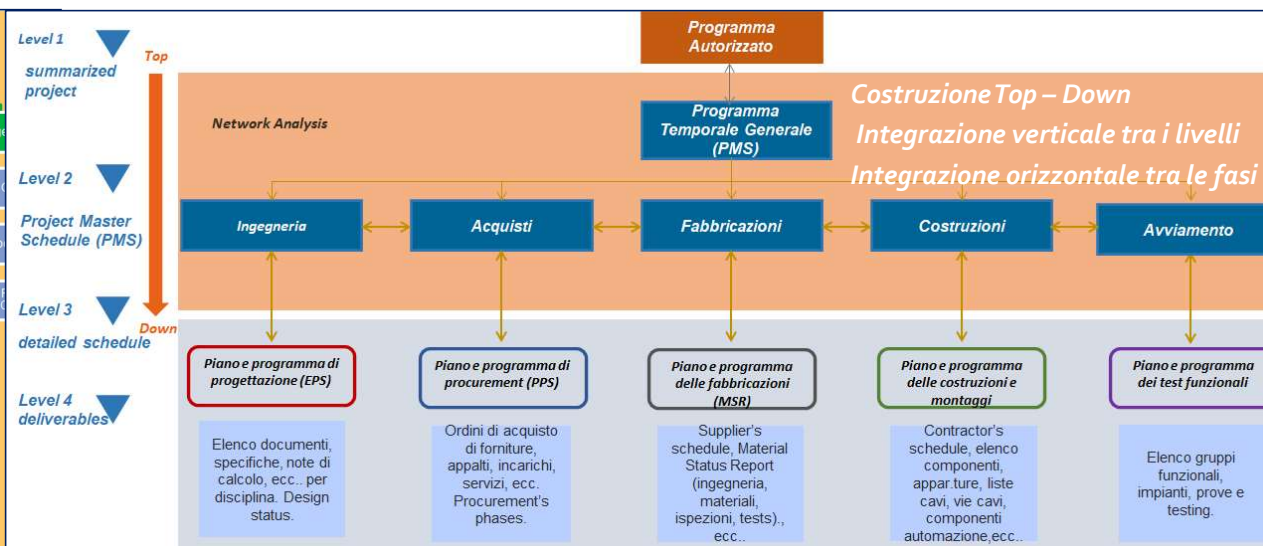
- Scopo del lavoro – Definizione Obiettivi temporali ed economici.
- Riferimenti contrattuali (requisiti, clausole, penali, deliverables, performances); criticità, limitazioni.
- Struttura gestionali WBS, OBS, LBS, RBS,...
- Preventivazione dei Costi e dei Ricavi; valutazione dei Rischi;
- Piano delle Risorse, Piano di Committenza;
- Programmazione delle attività in coerenza con le fasi del processo produttivo.;
- Costruzione Baseline Operativa integrata tempi-costi, con adeguato livello di granularità ;
- Schedulazione delle attività;
- Curve a "S" di riferimento, in %, in ore, in costi.
- Misurazione avanzamento del progetto;
- Controllo delle prestazioni, analisi produttività;
- Stima Tempi e Costi al completamento;
- Mantenimento dell'integrità della "baseline" e gestione delle eventuali modifiche;
- Analisi criticità ed azioni di recupero;
- Tracciabilità ed impatto delle modifiche;
- Valutazione Rischi (identificazione rischiosità e mitigazione);
- Gestione delle contingencies a protezione;
- Reporting.
- Gestione claims, garanzie, sblocco fidejussioni, consegne, assistenza post, archiviazione della documentazione finale.
- Lesson learned

Struttura del lavoro (WBS) - Project Master Schedule (MPS)

Work Breakdown Structure



Planning su livelli multipli



WBS

- Suddivisione gerarchica del lavoro oggetto dello scopo del progetto; orientata al processo produttivo o al prodotto o combinata.
- I pacchetti facilitano il successivo sviluppo del planning ed i processi di stima delle risorse, dei costi delle attività temporali a loro associate
- Contengono informazioni relative alle responsabilità.
- Opportune codifiche dei WP inserite nel planning consentono di selezionare ed aggregare le attività ed i dati relativi secondo logiche diverse (prodotto, layout, lavorazioni, organizzazione,...).

Planning

- Definisce il piano di esecuzione del progetto.
- Rappresenta il riferimento temporale e gestionale per tutti i processi interni ed esterni (progettazione, acquisti, costruzioni, gestione dei contratti, aspetti finanziari, ecc..)
- Evidenzia la logica, le sequenze e le interfacce di esecuzione tra attività.
- Consente di eseguire le analisi (what-if) sulle possibili alternative operative fino al completamento.
- Permette di produrre curve temporali ad "S" sulle risorse, sui costi, (in ore, in %).
- Ottimizzare l'utilizzo delle risorse e dei mezzi, delle aree per la prefabbricazione, per la sistemazione del cantiere,...

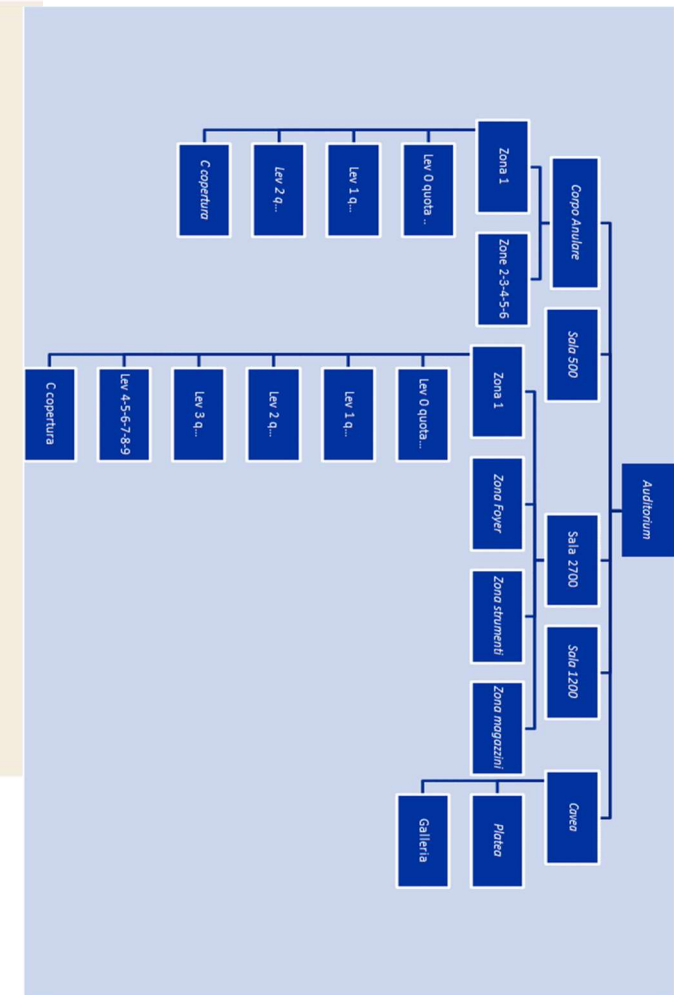
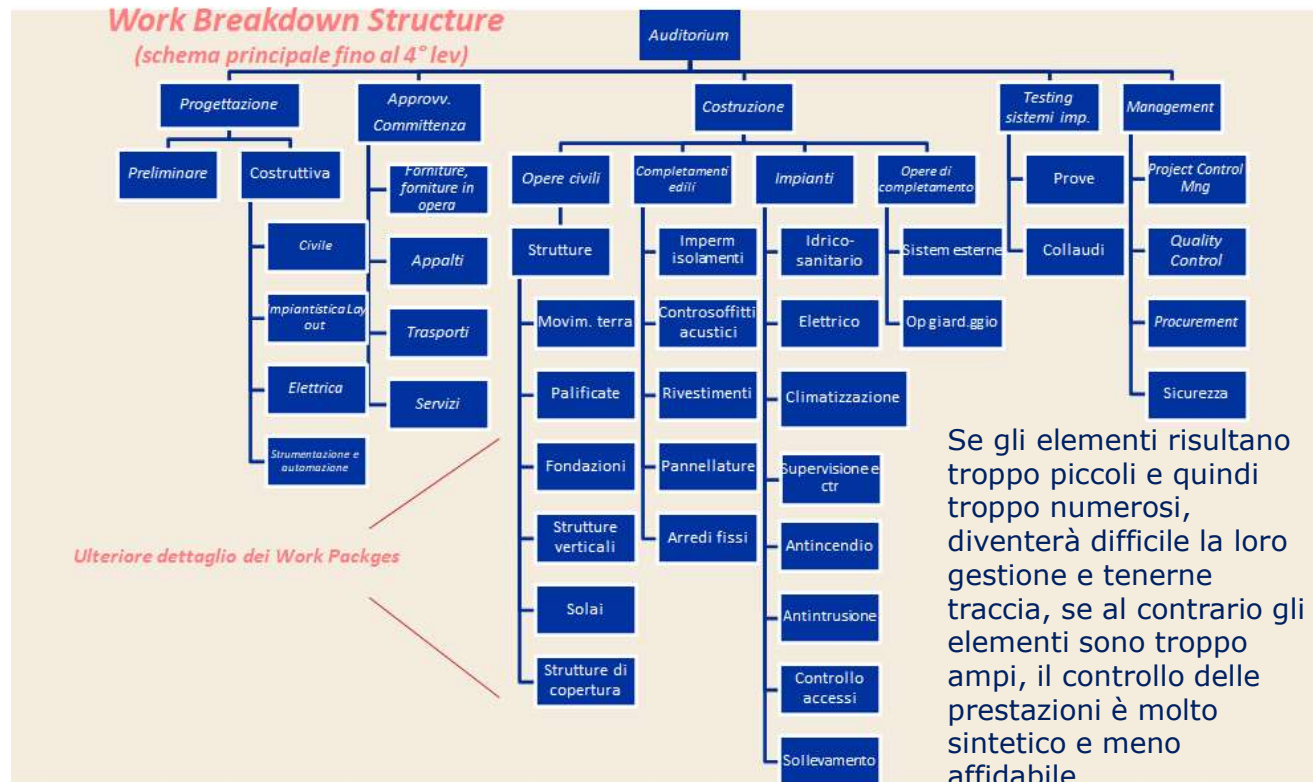
Scheduling

Scheduling

- Calcola la durata totale del progetto, le date di inizio e fine di ogni attività.
- Restituisce le attività che non ammettono slittamenti (critical path).
- Permette di sviluppare specifiche curve, rappresentazioni temporali.



Struttura del lavoro (WBS) - Project Master Schedule (MPS)



Chi fa che cosa :

Matrice Work Breakdown Structure - Organization Breakdown Structure

Dove :

Matrice Work Breakdown Structure – Layout Breakdown Structure

Problematiche Limitazioni

Contemporaneità dei lavori su più zone/aree in sito e particolari lavorazioni in cantieri fuori sito.

ID	Description
- G	Sala Auditorium
+ G.M	Approvvigionamenti
+ G.PS	Strutture
+ G.PC	Completamenti
+ G.PI	Impianti

ID	Description
+ IC	impianto idrico-sanitario
+ ID	impianto elettrico e telef
- IE	impianto di climatizzazione
+ IE.1	Livello 1
+ IE.2	Livello 2
+ IE.3	Livello 3
+ IE.4	Livello 4
+ IE.5	Livello 5
+ IE.6	Livello 6
+ IE.Z	-
+ IF	impianti di sollevamento
+ SD	palificate
+ SE	fondazioni
- SF	strutture verticali
- SF.1	Livello 1
L2A1036000	STRUTTURE VERTICALI
L2A2065000	STRUTTURE VERTICALI
L2A3065000	STRUTTURE VERTICALI



Limitazioni relative al tempo. L'aspettativa pubblica, gli interessi collettivi per la realizzazione portano a tempi definiti da raggiungere (ultimazione lavori è correlata a volte a finanziamenti della UE). Data di fine imposta deve poter essere fattibile, congruente con la complessità e rischiosità dell'opera.

Limitazioni relative al costo. Sono determinate dal budget stanziato per realizzare lo scopo del progetto, risorse umane, materiali, strumenti, ecc.

Limitazioni relative allo scopo. Consiste in ciò che deve essere fatto in termini di funzionalità, di contesto paesaggistico, di decreti ambientali, di leggi locali.

Limitazioni relative al rischio. Individuazione dei fattori di rischio in fase di studio di fattibilità, in fase realizzativa e in fase di esercizio e strategia di come affrontarli.

Il grado di dettaglio della programmazione cresce progressivamente in relazione al momento del ciclo di vita del progetto, alle informazioni disponibili ed alla sempre maggior conoscenza delle problematiche operative.

Sviluppo del Planning e Scheduling

Pianificare le attività e i deliverables, le sequenze, le risorse

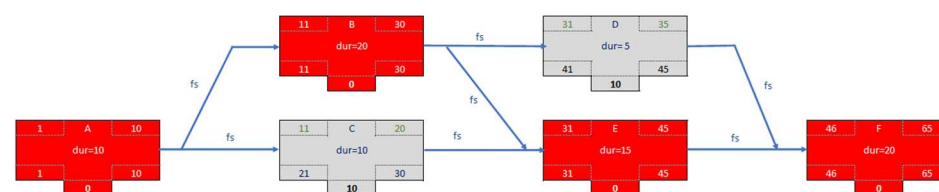
- Il programma deve essere sviluppato **utilizzando tecniche e tools di programmazione (scheduling) più idonee**. Metodo CPM, critical path method (senza e con conflitti di risorse), e rappresentazioni con diagrammi di Gantt (bar-chart) o tecniche reticolari freccia-nodo.
- **Definire le sequenze operative** : tutte le attività legate con la "logica", devono avere un predecessore (tranne la prima) ed un successore (tranne l'ultima) e devono essere specificate le rispettive relazioni tra di esse con "legami", la "logica" del planning, tipo (FS, SS, FF,...).
- **Valutare le durate** : la durata delle singole attività è valutata in funzione delle quantità, produttività e risorse assegnate; per alcune attività le durate possono derivare da dati storici su analoghe lavorazioni, da esperienze, da richieste a potenziali fornitori.
- Il processo di **calcolo dei tempi, ovvero lo scheduling**, è conseguenza della lunghezza delle durate, dei legami logici, dei vincoli temporali, del calendario lavorativo.
- La prima **analisi dello scheduling** può produrre una durata del progetto maggiore di quella obiettivo. Per ridurre la durata complessiva si analizza il critical path, si rivedono le logiche, le durate, le risorse e i mezzi.

Per la valutazione della lunghezza delle singole attività occorre:

- avere una stima affidabile delle quantità di prodotto da realizzare, (Q);
- avere dei parametri di produttività unitari (mc/h, kg/h, ml/h), (P);
- individuare le risorse da assegnare alle attività, valutandone la disponibilità (R);
- tempo lavorabile (ore/giorno/mese) per risorsa (T).

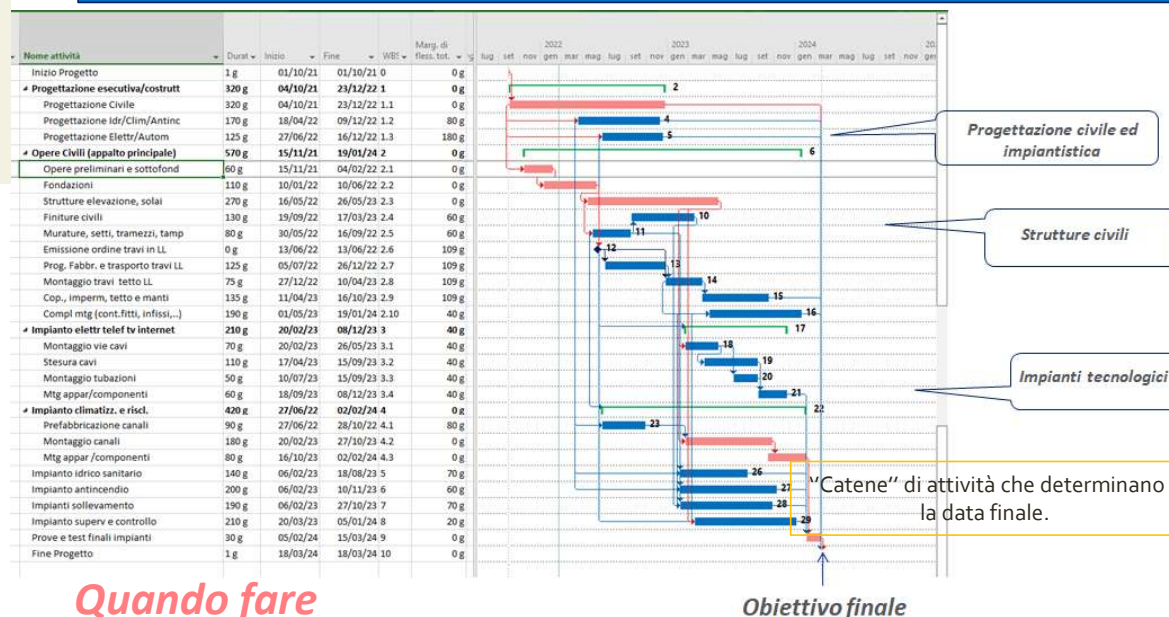
$$\frac{Q}{P} \times \frac{1}{R} \times \frac{1}{T} = DUR$$

Il primo termine (Q/P) determina le ore totali previste. La lunghezza della Durata è dipendente dal n. di Risorse allocate che lavorano con la produttività prevista e le ore di lavorazione per risorsa.



Come fare

Target Plan - Piano di esecuzione del progetto.



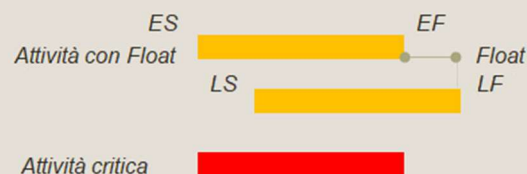
Quando fare

Sviluppo del Planning e Scheduling

- Il "percorso critico" è **una successione di attività** dove non sono ammessi ritardi pena lo slittamento della data finale del progetto.
- E' la catena più lunga di tutto il progetto e ne determina il tempo minimo di completamento;
- Le attività che ne fanno parte si dicono "**critiche**", sono a **marginale temporale zero (TF= 0)**..

Progettazione esecutiva/costrutt	320 g	04/10/21	23/12/22	2
Progettazione Civile	320 g	04/10/21	23/12/22	
Opere Civili (appalto principale)	570 g	15/11/21	19/01/24	6
Opere preliminari e sottofond	60 g	15/11/21	04/02/22	
Fondazioni	110 g	10/01/22	10/06/22	
Strutture elevazione, solai	270 g	16/05/22	26/05/23	
Impianto climatizz. e risc.	420 g	27/06/22	02/02/24	22
Montaggio canali	180 g	20/02/23	27/10/23	
Mtg appar /componenti	80 g	16/10/23	02/02/24	
Prove e test finali impianti	30 g	05/02/24	15/03/24	
Fine Progetto	1 g	18/03/24	18/03/24	

L'attività può iniziare alla data Early Start (ES) ma entro la data Late Start (LS) o finire entro la data Late Finish LF).



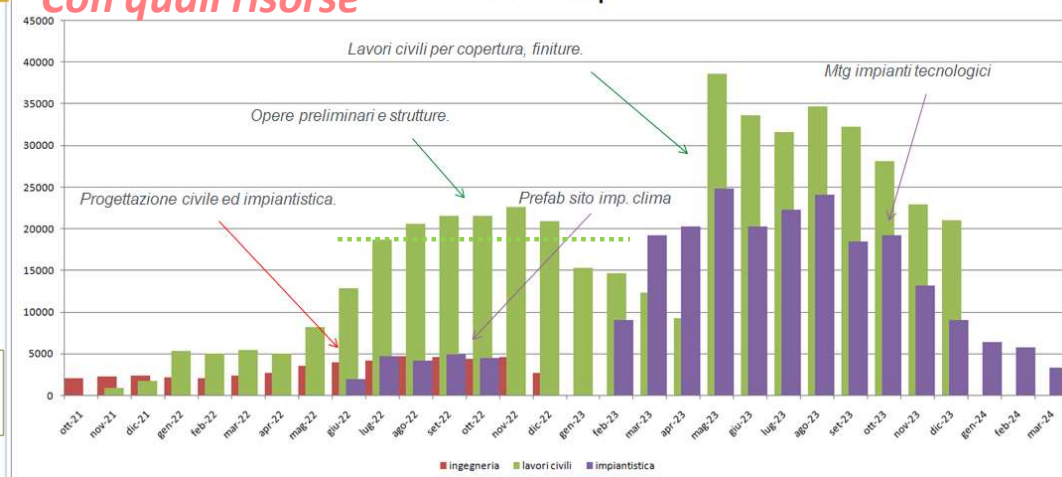
Target plan – Assegnazione delle Risorse - Curve di previsioni temporali

Da confrontare con la disponibilità delle risorse per disciplina (livellamento).

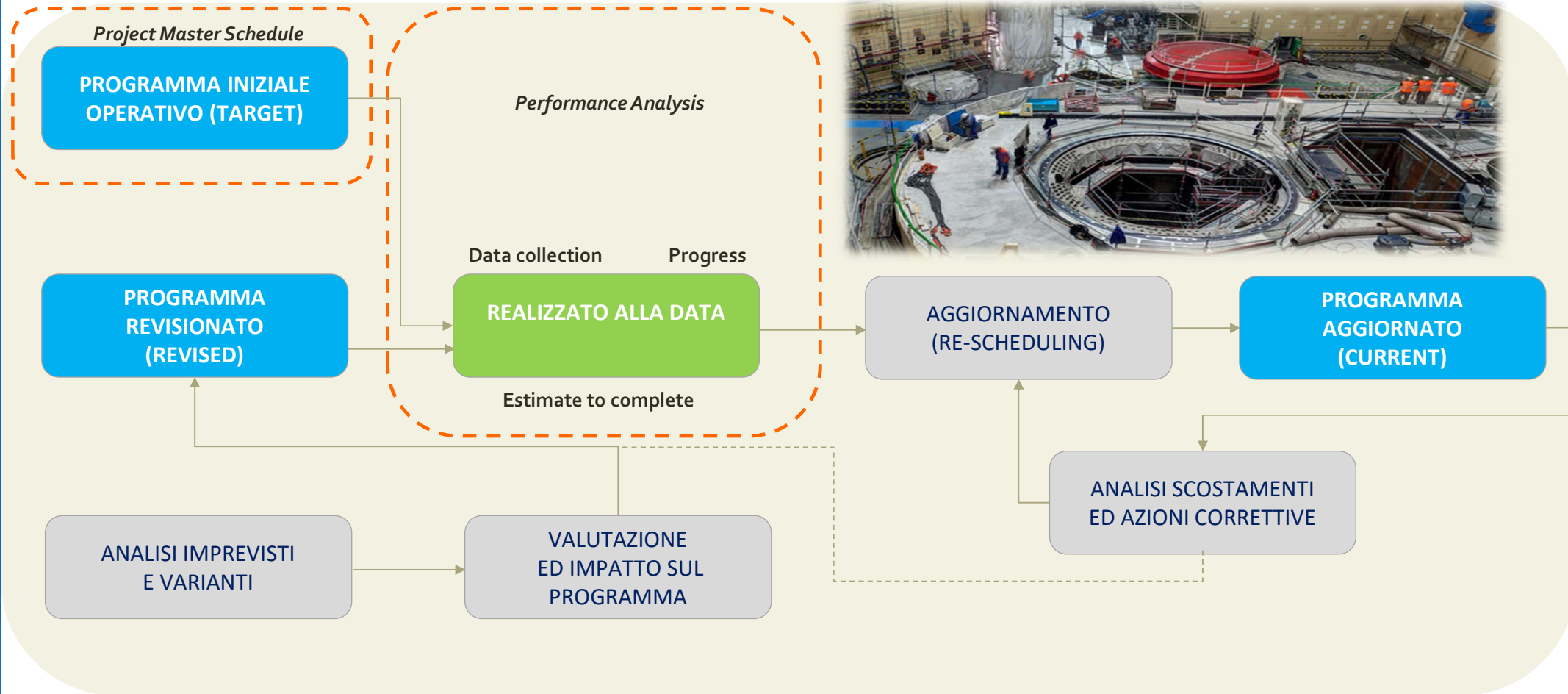


Con quali risorse

Ore uomo mensili previste

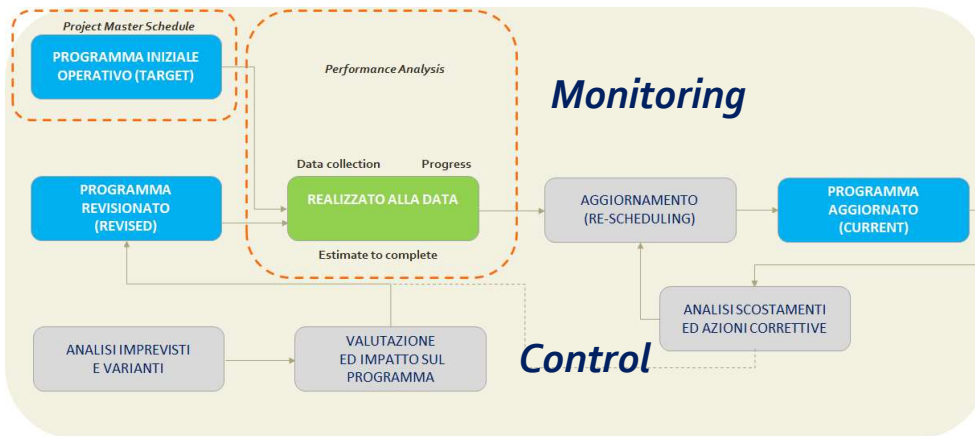


Processo di Programmazione



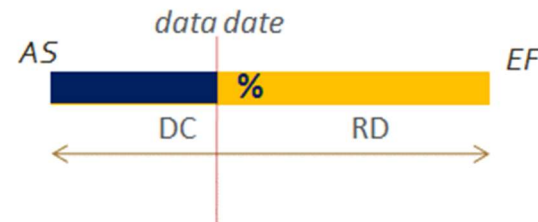
Monitoring e Controllo

Progress, aggiornamento schedule ed analisi degli scostamenti



Elementi chiave per l'aggiornamento delle attività in corso.

- Actual Start
- % progress
- Remain duration or Early Finish



Il progress è la base per il calcolo dell'Earned Value (EV), cioè del valore in termini di budget del lavoro eseguito.

$$EV = \text{Valorizzazione alla data} = \sum_{k=1}^n \% \text{ progress act } k * \text{ore (costo) previsto act } k$$

da mettere in relazione, con apposite curve ad S, con il costo previsto (PV) ed il costo speso (AC) per valutare quanto si è realizzato rispetto alle previsioni con quanto speso, nonché determinare il costo e la data finale sulla base di indici di prestazione.

La fase di **monitoraggio** riguarda la raccolta dei dati temporali, il calcolo del progress, l'aggiornamento e lo scheduling del planning.

Il **progress fisico** si deve basare su oggetti fisici reali e misurabili (ore di lavoro, quantità, numero, ecc...), calcolando il rapporto % su grandezze omogenee tra realizzato e previsto; Il **progress** può derivare anche da eventi specifici realizzati associando una % predefinita, nonché da attività che non producono prodotto e calcolato sul tempo trascorso.

La fase di **controllo** riguarda invece l'analisi dei risultati e le conseguenti azioni necessarie per riportare il progetto entro gli obiettivi stabiliti.

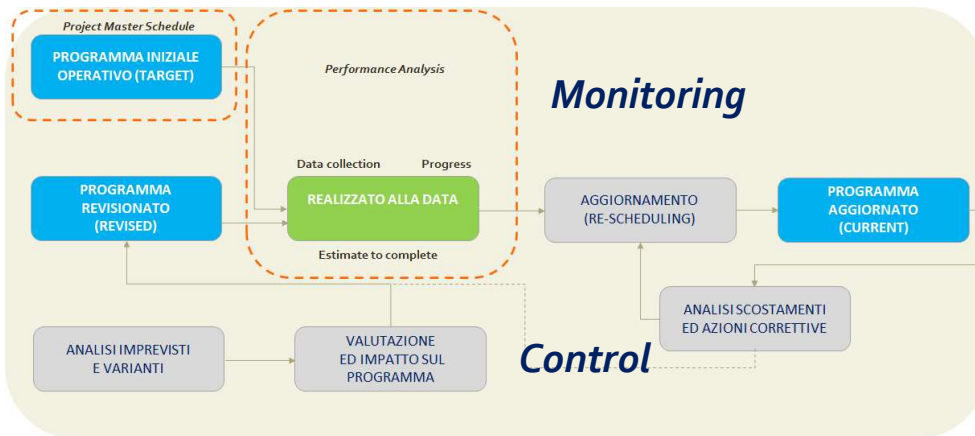
Raccolta dati : definire tipologia e forms, la numerosità con giusto equilibrio, **solo quelli necessari per un controllo efficace**; valutare la frequenza di aggiornamento, dipendente dal tipo di progetto, dalla durata, fase, risorse coinvolte.

Adozione di **metriche** condivise per l'aggiornamento **del progress**.

Fase Progetto	Metodo di pianificazione e misurazione
Ingegneria	sulla base dei documenti emessi valorizzati a ore uomo earned standard
Acquisti	on-off metodo basato su milestones intermedie raggiunte durante il ciclo del procurement
Fabbricazione	basato su milestones intermedie raggiunte durante il processo di manufactory & assembly fino alla consegna
Costruzione	sulla base di quantità realizzate
Avviamento	on-off metodo basato su milestones intermedie raggiunte dei test

Monitoring e Controllo

Progress, aggiornamento schedule ed analisi degli scostamenti



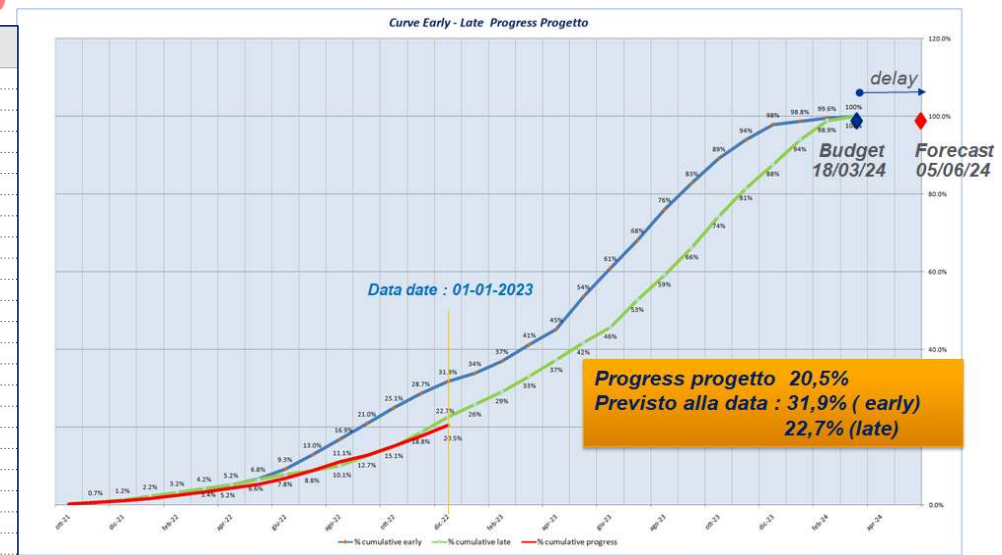
Analisi degli scostamenti

- Individuare le cause degli scostamenti
 - Errate valutazioni in fase di pianificazione
 - Inefficienze operative
 - Basse performances, progress inferiore alle attese
 - Imprevisti (materiali difettosi, incidenti, ecc.)
 - Modifiche in corso d'opera.
 - ...
- Valutare le variazioni del tempo e del costo finale
- Individuare le azioni correttive

Quando sarà completato

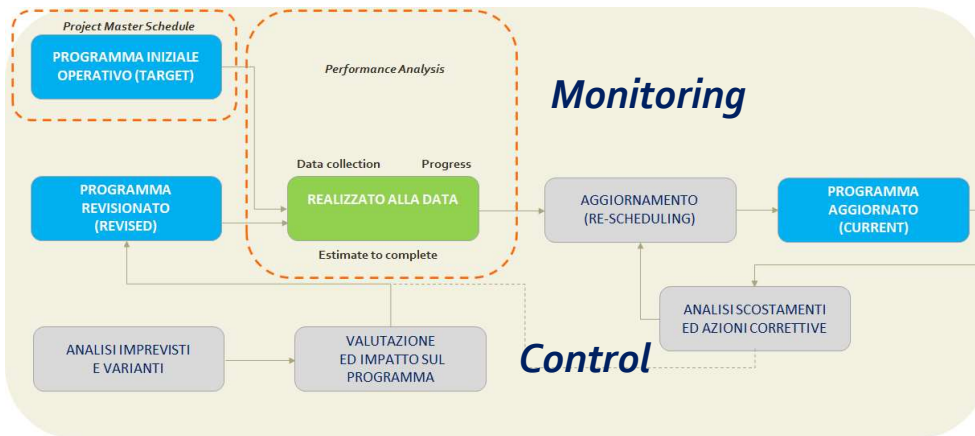
Nome attività	Inizio	Fine	% cor	Fine prevista	gen 23	mag 23	set 23	gen 24	mag 24	set 24
Strutture elevazione, solai	20/06/22	04/07/23	50%	26/05/23						
Finiture civili	26/01/23	27/07/23	0%	17/03/23						
Aggiornamento del planning : attività, sul cammino critico corrente, in ritardo con quanto previsto e conseguente slittamento della data finale del progetto.										
Montaggio vie cavi	28/03/23	04/07/23	0%	26/05/23						
Stesura cavi	23/05/23	24/10/23	0%	15/09/23						
Montaggio tubazioni	15/08/23	24/10/23	0%	15/09/23						
Mtg appar/componenti	24/10/23	16/01/24	0%	08/12/23						
Impianto climatizz. e riscl.	15/07/22	12/03/24	24%	02/02/24						
Prefabbricazione canali	15/07/22	17/01/23	70%	28/10/22						
Montaggio canali	28/03/23	05/12/23	0%	27/10/23						
Mtg appar /componenti	21/11/23	12/03/24	0%	02/02/24						
Impianto idrico sanitario	15/06/23	28/12/23	0%	18/08/23						
Impianto antincendio	15/06/23	21/03/24	0%	10/11/23						
Impianti sollevamento	15/06/23	07/03/24	0%	27/10/23						
Impianto superv e controllo	04/07/23	23/04/24	0%	05/01/24						
Prove e test finali impianti	23/04/24	04/06/24	0%	15/03/24						
Fine Progetto	04/06/24	05/06/24	0%	18/03/24						

57 gg di ritardo



Monitoring e Controllo

Progress, aggiornamento schedule ed analisi degli scostamenti



Azioni di recupero

Influire sulle variabili che condizionano gli scostamenti e le stime al completamento.

Effettuare il riesame del planning :

si procede ad individuare le cause degli scostamenti partendo dalle attività sul cammino critico corrente e via via quelle con basso margine.

Azioni di recupero

Fast-tracking

- modificare la logica, i vincoli, intervenire sul critical path;
- consentire l'esecuzione in parallelo di alcune attività;
- rivedere sequenze e traslare attività utilizzando margini positivi;

Crashing

- comprimere le durate, assegnando più risorse o spostando le risorse da attività non critiche;
- suddividere le attività eseguendo quelle con più alta priorità.

- Intervenire sulle imprese in ottemperanza al contratto (penali); agire sulla produttività, aumentando le risorse e mezzi d'opera;
- Concordare e contrattualizzare premi di accelerazione, far adottare più turni di lavoro, ore straordinarie;
- Migliorare inefficienze operative, basse performance delle risorse splittando le lavorazioni su più imprese o sub contratti; attuare, se fattibile, lo scorporo dal contratto di parte del lavoro ("Spin-off");
- Monitorare per tempo la disponibilità delle aree, della documentazione, la consegna dei materiali, le certificazioni di qualità, le risorse necessarie ai montaggi.
- Rendere disponibili agli appaltatori sufficienti quantità di lavoro al montaggio ("polmone di lavoro"), verificare la fattibilità e la sicurezza di lavorazioni di più imprese operanti sulla stessa area.

Sviluppo e controllo del Planning – Modello "4D"

Progettazione e Modellazione BIM – Project Control

Il BIM abbraccia i campi dalla modellazione architettonica alla progettazione esecutiva strutturale ed impiantistica per la realizzazione di un'opera.

Tale modellazione in 3D associa **ad ogni elemento costruttivo** numerose informazioni dettagliate: **dati geometrici, quantità, dati economici**, ubicazione, caratteristiche di materiali, durabilità dei materiali e informazioni sulla manutenzione.

Tali informazioni in BIM possono essere trasferiti al sistema di Project Control per essere utilizzati **sia in fase di pianificazione del programma che in fase di avanzamento**. Ogni «componente» infatti può essere collegato alle attività (o WP) del planning con opportuni raggruppamenti o suddivisioni.

L'assegnazione di ogni elemento BIM (travi, solai, condotte, tubazioni, ecc.) ad un'attività programmata nel tempo consente di ottenere un **modello "4D"** avendo incorporato la 4a dimensione cioè il tempo.

È possibile visualizzare dinamicamente le opere progettate, e che via via saranno realizzate, con la sequenza prevista dallo scheduling delle opere stesse, partendo dal layout o dal planning.

Tale potenzialità del sistema consente di **verificare anticipatamente errori, incongruenze progettuali e realizzative, tempistiche non adeguate di lavorazione** in relazione ai mezzi d'opera ed alle risorse. Effettuare la **simulazione della costruibilità nel tempo** consente inoltre di migliorare la qualità e la sicurezza degli operatori.

Schedule

Import / Export

3 D Model



Risk Analysis Management (breve overview)

Il Rischio è un **evento** incerto non pianificato che, se si manifesta, potrebbe avere un **effetto** negativo (minaccia) o positivo (opportunità) in uno o più obiettivi del progetto a **causa** di...



Il Rischio è l'eventualità di subire un danno connessa a circostanze più o meno prevedibili. Ha effetti di tipo temporale, economico, sulla qualità del progetto, può produrre danni al patrimonio ambientale, alle infrastrutture, perdite di vite umane. E' caratterizzato dalla combinazione di una probabilità di accadimento e da un impatto.

I rischi sono incorporati in tutti i progetti in quanto risorse e tempi limitati, vincoli, dimensioni, difficoltà operative. Ad esempio ambientali, leggi specifiche, opposizioni comunità locali, fallimento imprese, fermi e incidenti, condizioni meteo e dissesti idrogeologici, disponibilità manodopera specializzata, errori, rilavorazioni, difetti, incertezze sulle quantità, durate e costi sottostimati, inflazione,...).

- Non ignorare a priori i rischi, ma affrontarli in tempo;
- Valutare quelli importanti, rilevanti per il progetto;
- Avere un approccio proattivo, in anticipo e non sperare che non avvengano;
- Non tutti i rischi possono essere evitati, ma almeno ridurne gli impatti;
- Definire strategie efficaci, e gestire con successo, in modo accurato, trasparente.

Lo scopo della analisi dei rischi è quello di prevenire l'insorgere di potenziali insidie, eventi avversi ed incertezze sul progetto che possono influire sugli obiettivi e sulla disponibilità dell'opera ed attivarsi con opportune azioni di mitigazione.

**cambia rotta !
...se fai in tempo.**

Risk Analysis Management (breve overview)

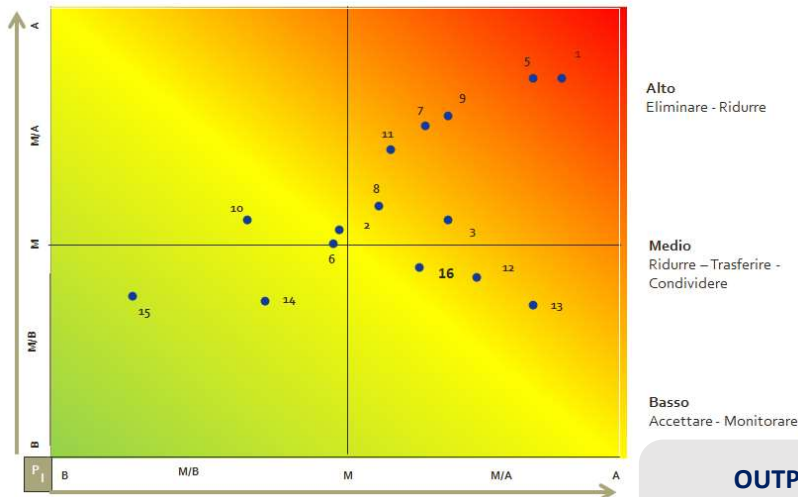
Risk identification

Risk qualitative and quantitative analysis

Risk Response

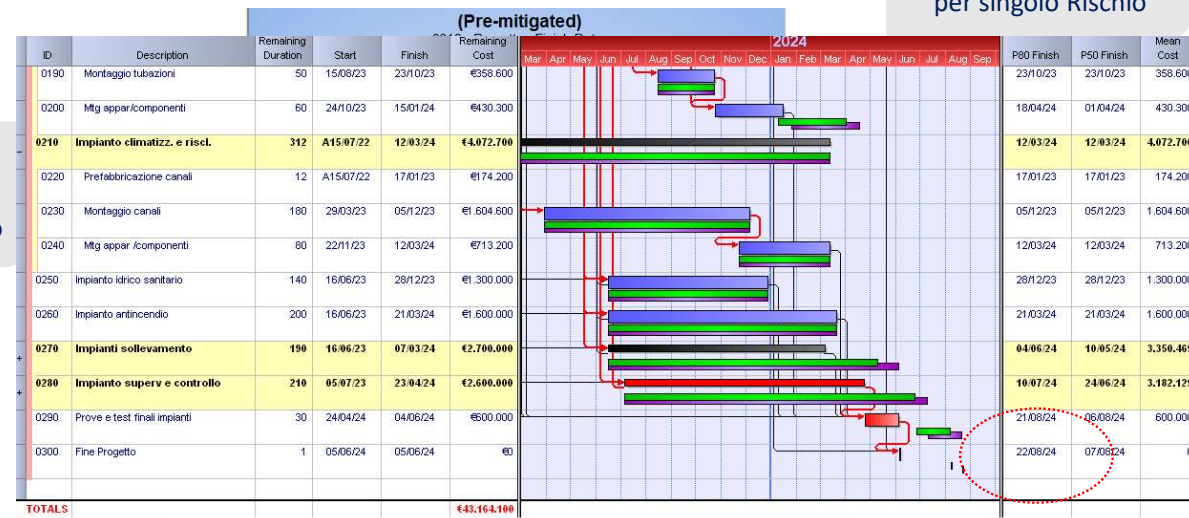
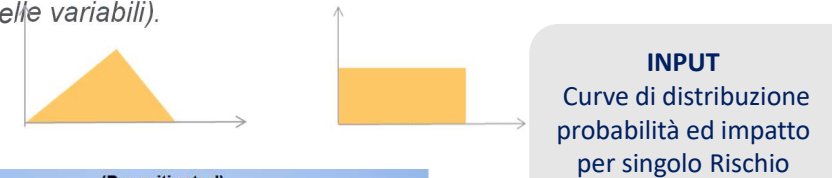
Risk monitoring and control

Analisi qualitativa per valutare quali eventi di rischio sono da valutare, tenere sotto controllo quelli nel campo di Probabilità ed Impatto più alto.



Analisi quantitativa
- Metodologia probabilistica Monte Carlo -
- Simula degli scenari che producono diversi risultati di probabilità

Simulazione generata in modo casuale (random) "tirando" (hits) un valore a caso per ogni variabile in ingresso della sua distribuzione definita, non da unico valore deterministico ma da intervalli di valori o funzioni di distribuzione statistica (triangolare, uniforme, log normale, beta,...). Ciò consente di calcolare automaticamente il **modello di rischio migliaia di volte**, utilizzando ogni volta un insieme diverso di valori di input (iterazione delle variabili).



Strategia di attenuazione

Avoid — Modifiche al progetto per evitare il rischio.

Transfer — Trasferire il rischio ad altri o ad altre parti.

Reduce — Ridurre la probabilità e/o l'impatto con azioni mirate.

Accept — Accettare il rischio in quanto non pregiudica gli obiettivi.

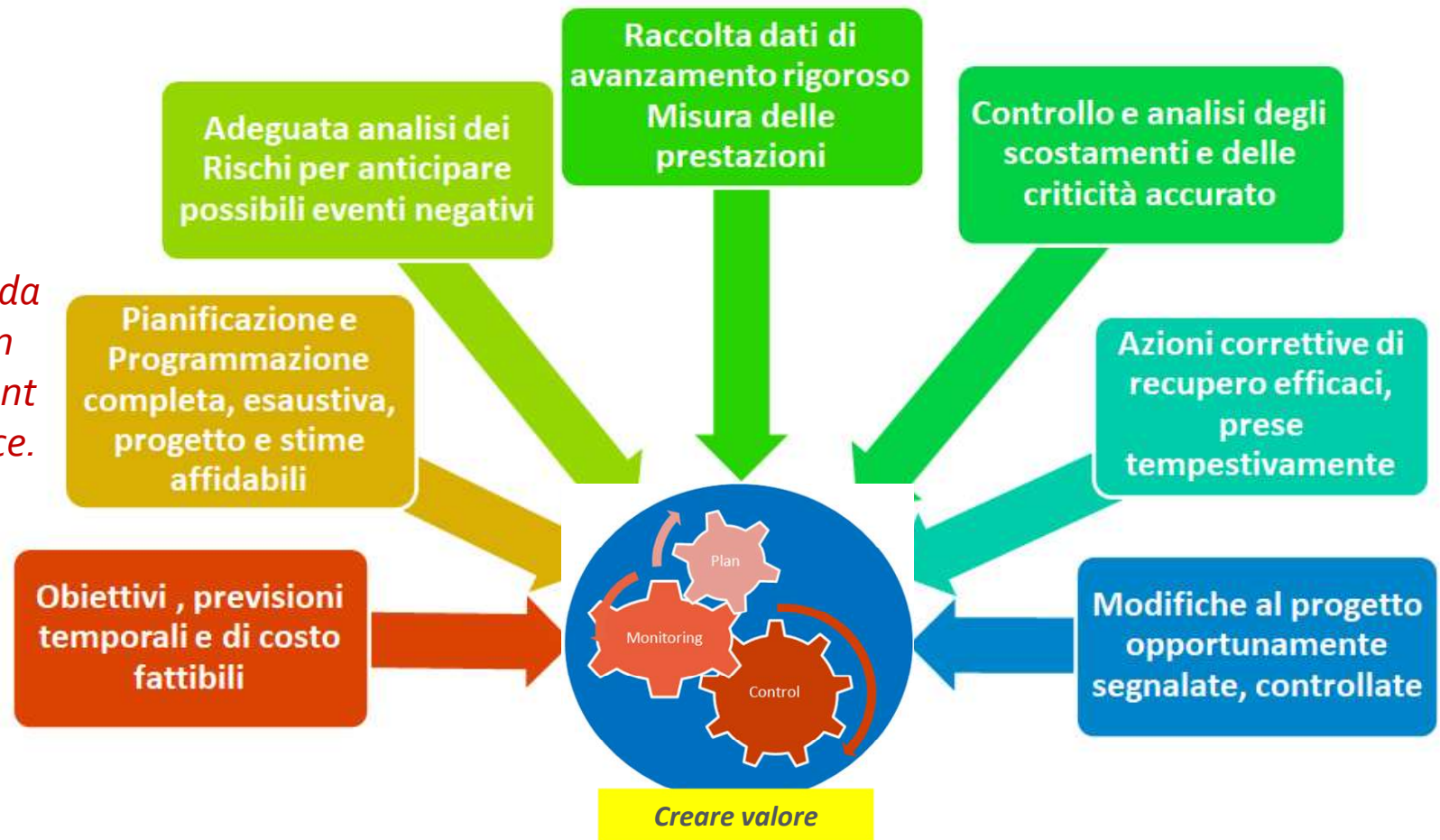
Prevedere una riserva di contingency a protezione

Il project manager deve **individuare le azioni** ed i responsabili per la loro attuazione, verificarne l'esecuzione e l'efficacia, e valutare nuovamente il livello di rischio a seguito delle azioni.

OUTPUT
Curva di probabilità
Rischio complessivo

Project Management

Principali elementi da considerare per un Project Management efficiente ed efficace.



...e moderatamente ottimisti

Grazie per l'attenzione

Ing. Rocco Lovecchio
roccolovecchio@gmail.com

3204723664

