

# **POLITECNICO DI TORINO**

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile



## **Redazione di un protocollo per la gestione dei rischi e della qualità, dall'offerta tecnica alla consegna**

**Relatore:**

Ing. Fabio Manzone

**Correlatrici:**

Ing. Valentina Villa

Ing. Veronica Paddeo

**Azienda:**

Politecna Europa S.r.l.

**Candidato:**

Emanuele Lavecchia

Dicembre 2020



## ABSTRACT

Il processo edilizio è l'insieme di procedure messe in atto per la realizzazione di un intervento di edilizia, sia esso pubblico o privato, che parte dalla definizione delle esigenze della committenza e continua anche durante l'utilizzo dell'opera. Ha una durata temporale significativa ed in quanto tale prevede un ingente investimento di risorse finanziarie, risulta quindi importante individuare i momenti in cui l'investimento di queste due preziose risorse possa risultare infruttuoso e le misure correttive da attuare per evitare gli sprechi.

L'obiettivo di questo elaborato è la definizione di una procedura atta ad individuare i rischi connessi ad un intervento edilizio e le azioni correttive da eseguire qualora questi rischi si materializzino. I rischi operativi connessi al processo edilizio sono di natura diversa; Budget, Tempi, Sicurezza e Standard Qualitativi sono i vincoli principali con cui un operatore economico interessato ad investire nell'edilizia si deve interfacciare.

Per ciascuna delle macro-fasi che compongono il processo edilizio verranno indicati i documenti finalizzati al controllo dei rischi e a garantire la qualità della gestione che un'impresa dovrebbe possedere. Saranno inoltre individuati alcuni strumenti utili alla gestione delle informazioni legate ad un'opera edile.

Particolare rilevanza sarà inoltre data alla tecnologia BIM che rappresenta il filo conduttore utile a legare tutti i momenti del processo edilizio. La possibilità di associare ad ogni istanza di un modello le informazioni necessarie al suo riconoscimento in ogni momento del processo rappresenta un valido strumento per il controllo della produzione di un progetto di qualità.

*The building process is the set of procedures put in place for the realization of a building intervention, whether public or private, which starts from the definition of the client's needs and continues even during the use of it. The process period is long and, as such, requires a large investment of funds, it is therefore important to identify the moments in which the investment of these two precious resources may prove fruitless and the corrective measures to be implemented to avoid wastes.*

*The aim of this dissertation is the definition of a procedure to identify the risks associated with a building intervention and the corrective actions to be taken if these risks materialize. The operational risks associated with the construction process are different; Budget, Timing, Safety and Quality Standards are the main constraints for which an economic operator must interface if willing to invest in buildings.*

*For each of the macro-phases that compose the building process, the documents aimed at controlling risks and guaranteeing the quality of management that a company should possess will be indicated. Useful tools will also be identified for the management of information related to the construction work.*

*A particular focus will be developed on BIM technology which represents the common thread useful to link all the moments of the building process. The possibility of associating each instance*

*of a model with the information necessary for its recognition, at any stage of the process, represents a valid tool for controlling the production of a quality project.*

## Sommario

1.	INTRODUZIONE .....	1
2.	“MANAGEMENT SYSTEM MANUAL” .....	3
2.1	CAMPO DI APPLICAZIONE.....	3
2.2	IL PROCESSO EDILIZIO.....	4
2.2.1	Ricezione della commessa .....	6
2.2.2	Pianificazione della commessa .....	8
2.2.3	Fase progettuale .....	10
2.2.4	Realizzazione cantiere .....	11
3.	PIANIFICAZIONE DELLA COMMESSA .....	15
3.1	OUTPUT DELLA PIANIFICAZIONE .....	15
3.1.1	Quality System Manual.....	19
3.1.2	Project Quality Plan .....	21
3.1.3	Risk & Opportunities.....	23
3.1.4	Altri prodotti della fase di pianificazione.....	32
4.	FASE PROGETTUALE .....	33
4.1	BIM EXECUTION PLAN .....	33
4.2	DOCUMENT CONTROL PLAN .....	38
4.2.1	Minute of Meeting (MoM) .....	41
4.2.2	Request For Information (RFI) .....	43
4.3	I PRODOTTI DELLA PROGETTAZIONE.....	45
4.3.1	Risk Management Plan .....	45
4.3.2	Health and Safety .....	49
4.3.3	Procurement Plan .....	51
5.	FASE ESECUTIVA.....	59
5.1	ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE.....	59
5.2	INPUT DEL CANTIERE.....	60
5.2.1	Method Statement .....	61
5.2.2	Inspection Test Plan.....	62
5.3	LEAN MANAGEMENT.....	65
5.3.1	Obiettivi .....	66
5.3.2	Last planner system.....	68

5.5	MATERIAL SUBMITTAL SHEET .....	71
5.5.1	Mock-Up .....	73
5.4	NON CONFORMITY CHECKS (NCC) .....	73
5.4.1	Le procedure di non conformità .....	74
5.4.2	Documenti di Non Conformità .....	78
5.6	BIM E LEAN .....	78
5.7	OUTPUT RIVOLTI ALLA COMMITTENZA.....	80
5.7.1	Monthly Report .....	80
5.7.2	Snag List e Punch List.....	81
5.7.3	Final Inspection e Consegna .....	82
6.	CASO STUDIO .....	85
6.1	STATO DI FATTO.....	85
6.2	OBIETTIVI DELL'INTERVENTO.....	88
6.2.1	La risposta esigenziale .....	89
6.3	INPUT RICEVUTI PER LA GARA .....	97
6.3.1	Elaborati contrattuali progetto esecutivo .....	97
6.3.2	Sopralluogo virtuale.....	99
6.3.3	Commissioning Plan.....	100
6.4	MIGLIORIE.....	101
6.5	PRODOTTI DELLO STUDIO DI PROGETTAZIONE.....	104
6.5.1	Nuvola di punti .....	107
6.5.2	Disegni costruttivi .....	114
6.5.3	Piano gestione informativa.....	117
7.	CONCLUSIONE.....	145
8.	BIBLIOGRAFIA.....	147
9.	SITOGRAFIA.....	147





# 1. INTRODUZIONE

Gli interventi edilizi coinvolgono il movimento di ingenti risorse finanziarie per lunghi periodi di tempo. La durata di un intervento edilizio non è rappresentata dal tempo utile alla consegna del fabbricato ma considera anche la gestione, che rappresenta un impegno economico altrettanto importante. Visto l'impegno temporale ed economico profuso nella progettazione, realizzazione e manutenzione di un'opera, risulta imperativo controllare il processo sin dalle sue fasi iniziali sviluppando protocolli utili alla corretta gestione del processo edilizio.

Al contrario della produzione seriale tipica di altre industrie, la maggior parte degli interventi edilizi rappresenta un unicum, prevedendo la realizzazione di un progetto che rispetti al meglio le caratteristiche richieste dal committente con vincoli diversi per ogni operazione edilizia. Diventa indispensabile la redazione di un protocollo che permetta di individuare con precisione i rischi, le responsabilità delle figure coinvolte e gli strumenti per la risoluzione delle problematiche che possono emergere.

L'importanza della gestione di un processo edilizio è sottolineata dai requisiti previsti nel Codice degli Appalti (D.lgs 50/2016) per il Responsabile Unico del Procedimento (RUP), tra i quali devono rientrare le competenze di Project Manager. Figura manageriale presente anche nel processo di produzione edilizia privata. Gli interventi edilizi di questa tipologia sono guidati dalla logica del profitto, strettamente correlata alla gestione dei rischi operativi.

I rischi legati alla realizzazione di opere edili o civili non sono limitati a quelli della sicurezza in cantiere, ma si estendono anche alla gestione dei vincoli connessi a BUDGET, TEMPI e STANDARD QUALITATIVI.

L'attività del Project Manager è improntata alla gestione del progetto e dei rischi ed è favorita dalla definizione di protocolli facilmente attuabili e dalla redazione di documenti che monitorino la produzione.

I rapporti economici tra due soggetti, siano essi privati o pubblici, sono regolati da contratti. All'interno dei contratti si può riportare un elenco di documenti richiesti dal committente o che l'operatore economico si impegna a produrre al fine di garantire la redditività dell'intervento.

Si possono individuare tre macro-fasi all'interno di un processo edilizio:

- Programmazione;
- Progettazione;
- Produzione, cantiere;

La sequenza dei capitoli dell'elaborato ripercorre tale sequenza, descrivendo per ogni fase l'elenco di documenti utile ai soggetti coinvolti a garantire che l'opera rispetti tutte le caratteristiche richieste da contratto, sottolineando come i documenti prodotti debbano essere utilizzati ed aggiornati con l'avanzamento del processo.

Il Management System Manual, oggetto del primo capitolo, è lo strumento preliminare per la valutazione della convenienza economica di un intervento edilizio. Descrive le metodologie e i

processi abitualmente utilizzati all'interno di un'impresa per la costruzione di un'offerta economica e la gestione del processo edilizio.

La pianificazione dell'opera, che segue la stipula del contratto, elabora i documenti utili al monitoraggio di tempi, costi e qualità del processo attraverso le analisi preliminari di studio della documentazione fornita dalla committenza

Successivamente, gli elaborati della fase di pianificazione, in particolare i protocolli necessari per la redazione del progetto e le modalità di controllo dei prodotti, passano allo studio di progettazione. Alcuni documenti elaborati nelle fasi preliminari sono utilizzati anche in cantiere che ne adotta le norme di comportamento per la garanzia della sicurezza e il rispetto dei vincoli contrattuali.

Sin dagli albori il mondo della manifattura e dell'automotive rappresentano ambienti di ricerca di metodologie innovative che migliorino la produttività e abbassino i costi. Ne sono illustri esempi la produzione seriale introdotta da Ford, come la più recente applicazione di metodologie di tipo Lean sviluppata da Toyota in Giappone. L'applicazione di queste metodologie al mondo dell'edilizia, al momento marginale, può rappresentare un enorme sostegno all'impresa costruttrice.

Altra metodologia che rappresenta uno strumento utile al controllo della commessa in ogni sua fase è la tecnologia BIM, sviluppata per la gestione delle informazioni legate ad opere edili e civili.

Sarà infine analizzato il protocollo di comunicazione tra il cantiere e lo studio di progettazione incaricato di creare il modello costruttivo e As-Built di un importante intervento di riqualificazione edilizia a Genova.

## 2. “MANAGEMENT SYSTEM MANUAL”

Nel momento in cui prende in considerazione una nuova commessa, un’impresa necessita degli strumenti utili a valutare se questa sia realizzabile nei tempi e nei costi richiesti dalla committenza e con le risorse messe a disposizione. L’analisi può essere coadiuvata dalla redazione di una procedura standardizzata che permetta di valutare preventivamente tutti i requisiti necessari a gestire la commessa, analizzarne i rischi e valutare se essa presenti qualche opportunità di ritorno economico.

Le linee guida per queste considerazioni preliminari sono contenute in un documento chiamato INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEM MANUAL (IMSM).

Per redigere il documento si può fare riferimento ad alcune certificazioni internazionali e linee guida quali ad esempio:

- UNI EN ISO 9001:2015 “Guidelines for auditing quality management systems. Requirements”
- UNI EN ISO 14001:2015 “Environmental Management Systems. Requirements and directions”
- OHSAS 18001:2007 “Occupational Health and Safety Management Systems. Requirements”
- UNI EN ISO 9000:2015 “Guidelines for auditing quality management systems - Basics and vocabulary”
- UNI EN ISO 9004:2009 “Manage an organization for lasting success”
- UNI EN ISO 19011:2012 “Guidelines for management systems audits”
- UNI ISO 31000:2010 “Risk management - principles and guidelines”
- IEC/FDIS 31010:2009 “Risk management – Risk assessment techniques”

All’interno del documento è importante rispondere alle seguenti esigenze:

- Individuare il campo di applicazione del documento;
- Identificare il processo del sistema di Gestione di commessa, la sequenza e le interazioni delle varie fasi con i relativi input e output;
- Definire i riferimenti ai documenti con le procedure che devono essere utilizzate durante la commessa.

### 2.1 CAMPO DI APPLICAZIONE

Il manuale è redatto per essere applicato a tutti i processi dell’impresa che lo redige, in qualunque contesto, sia nelle sedi amministrative che in quelle operative, siano esse progettuali o cantieri. Va consultato per gestire qualunque attività, essendo questo utilizzabile sia per la realizzazione di prodotti che per la fornitura di servizi.

Durante la redazione del manuale vanno considerati i seguenti punti:

- Analisi del contesto e dell'ambiente, tenendo in considerazione: unità organizzative, limiti funzionali e fisici; attività, prodotti e servizi offerti. La presenza di autorità in grado di esercitare la propria influenza;
- Altre imprese interessate e gli obblighi contrattuali con esse.

È importante che il documento non sia statico ma che venga periodicamente verificata durante le riunioni manageriali la sua aderenza alla situazione organizzativa e strategica dell'impresa.

## 2.2 IL PROCESSO EDILIZIO

Per processo edilizio si intende *l'"insieme delle fasi necessarie per la realizzazione di un'opera edilizia"* (UNI 10838).

Il processo di costruzione di un organismo edilizio può essere definito come un ciclo produttivo che inizia già dalla fase di programmazione e pianificazione del territorio, continua con l'ideazione dell'opera, procede con l'utilizzazione nel tempo dell'opera, fino al momento in cui l'organismo edilizio realizzato non sarà più in grado di svolgere adeguatamente le sue funzioni e dovrà essere dismesso o rimodernato.

Gli obiettivi dell'impresa impegnata in un intervento edilizio dovrebbero coincidere con quelli del processo edilizio e sono connessi alla realizzazione di un organismo edilizio in grado di garantire:

- La qualità necessaria;
- Ottimizzazione dei tempi e delle risorse;
- Rispetto dei tempi definiti;
- Il ritorno economico.

È possibile controllare il processo edilizio, secondo due approcci:

- Normativo: si fa riferimento a normative di tipo procedurale e tecnico, si utilizza un regolamento sviluppato enti (UNI ad esempio) per regolare i rapporti tra le fasi e i soggetti coinvolti e controllare il rispetto di tutte le norme (urbanistiche ad esempio);
- Qualitativo: sviluppa una metodologia improntata alla qualità, individuando le azioni in grado di garantire la qualità del prodotto, del processo e del progetto.

Il primo tipo di controllo qualità può essere conseguito con certificazioni del prodotto e innovazione tecnologica e si manifesta sotto forma di affidabilità e durabilità. La qualità del processo nasce dalle procedure che i soggetti coinvolti utilizzano e dai controlli che si fanno durante la progettazione e realizzazione dell'opera. Infine, quella del progetto è legata alla capacità del Project Manager di sviluppare un piano di gestione della commessa con modelli improntati sullo sviluppo, il controllo e la flessibilità.

La qualità in edilizia, secondo il prof. T. Basiricò, può essere espressa nei seguenti modi:

- Oggettuale. Cioè attraverso l'utilizzo di standard tipologici misurabili (es. la trasmittanza di una componente di chiusura verticale),

- Esigenziale-Prestazionale. Ciò che determina la qualità secondo questa forma è la definizione di COSA l'organismo faccia, piuttosto di dire COME lo si vuole (es. standard di benessere Termo-igrometrico).

Tutto il processo edilizio può essere accompagnato dalla metodologia BIM (Building Information Modeling) (Fig. 1) la quale permette di sviluppare un modello geometrico, per progettare l'edificio sotto il punto di vista estetico-architettonico, e implementarlo con informazioni utili a sviluppare delle analisi sul suo funzionamento. Le potenzialità della metodologia BIM inoltre permettono di programmare le attività di cantiere e di manutenzione, analizzando i costi rivnienti dalle azioni necessarie alla costruzione e al funzionamento.

Potendo individuare dei limiti che potrebbero sorgere nel corso della vita utile dell'edificio, il BIM si configura già in fase progettuale come una metodologia improntata alla qualità.

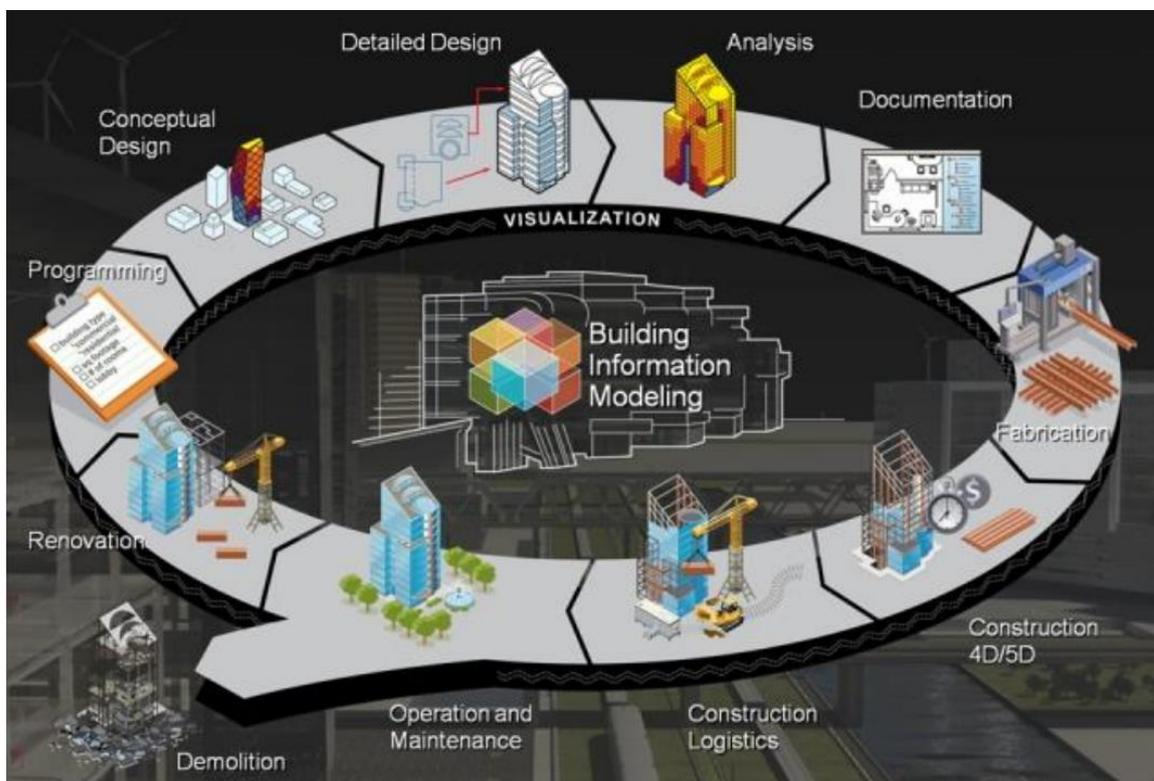


Fig. 1: Processo edilizio e BIM

La procedura che viene descritta di seguito (Fig. 2) è utile ad un'impresa che intende seguire una strategia improntata alla qualità e alla gestione dei rischi, sviluppando una serie di controlli e documenti utili al controllo della qualità esigenziale e oggettuale.

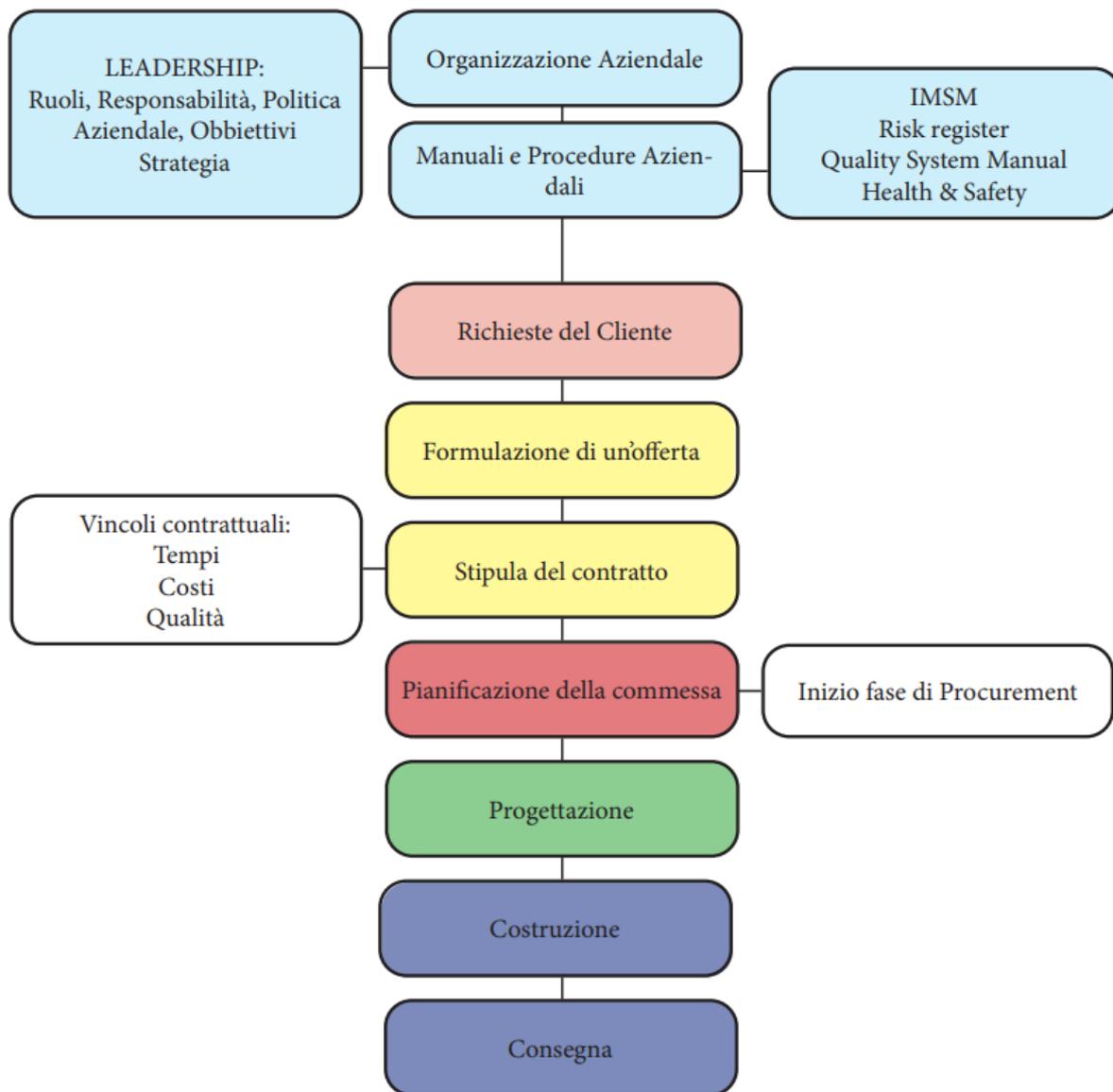


Fig. 2 Processo edilizio lato Impresa

### 2.2.1 Ricezione della commessa

L'approccio di un'impresa ad un nuovo progetto può avvenire con diverse modalità e in diverse fasi di avanzamento del progetto.

I casi più comuni sono:

- Progettazione e realizzazione;
- Sviluppo di un progetto e realizzazione;
- Realizzazione partendo da progetto esecutivo (redigendo un costruttivo).

La richiesta di formulare un'offerta può arrivare in diversi modi:

- Bando di gara (Call for tenders);
- Lettera di invito (Letters of invitation to tender);
- Affidamento diretto da privati (Commercial activity).

Una volta individuato un bando o ricevuta la richiesta, l'impresa avvia una serie di attività volte a valutare l'opportunità di presentare un'offerta e di impegnarsi contrattualmente.

La programmazione delle attività utili alla redazione di un'offerta tecnico-economica avviene per approssimazioni successive, utilizzando le informazioni che con l'avanzare del processo si acquisiscono per integrare la fase precedente. L'approccio è quindi di tipo top-down e può essere riassunto come segue.

Si inizia valutando se l'impresa possieda i requisiti e le risorse necessarie a svolgere il lavoro richiesto, se le risorse siano destinabili alla commessa e non siano invece impegnate in altre attività.

Verificato di avere le opportune risorse per svolgere le lavorazioni, si fa un'analisi preliminare delle lavorazioni da eseguire, redigendo una WBS (Work Breakdown Structure) al fine di effettuare una prima stima dei tempi e costi necessari alla realizzazione.

Attraverso lo studio della documentazione fornita dall'appaltatore, o cliente, e in seguito a un eventuale sopralluogo sul sito dove realizzare l'opera, si esegue un'analisi sommaria delle risorse economiche necessarie e una stima più precisa dei tempi utili al completamento della commessa.

Identificati tempi e risorse necessarie alla realizzazione della commessa, l'impresa presenta la propria offerta al cliente.

Qualora questa venga accettata viene stipulato un contratto, documento cardine che regola il rapporto tra appaltatore (impresa) e stazione appaltante (cliente), all'interno del quale si individuano lo Scope of Work (SoW), le tempistiche, i costi e gli standard qualitativi del progetto e dell'opera finita. Spesso sono inserite dal cliente un elenco di attività utili al monitoraggio delle attività quali protocolli di qualità e milestones.

La documentazione annessa al contratto deve essere divisa in due categorie:

- Amministrativa: all'interno si trovano tutte le certificazioni dell'impresa e del datore di lavoro. Contiene tutti i documenti contabili che assicurano che entrambi i soggetti coinvolti siano in regola con i contributi e posseggano le assicurazioni previste dal codice normativo a cui si fa riferimento.
- Tecnici. All'interno di questa cartella sono contenute tutte le analisi fatte dalla stazione appaltante ed evidenziate tutte le richieste della stessa. Contiene, infatti, tutti i documenti annessi al livello di progettazione a cui si è giunti con le guide alla lettura dello stesso (BIM Reading Manual, elenco delle abbreviazioni e nomi usati).

Tra le richieste devono essere chiaramente esplicitate i tempi, costi e standard qualitativi attesi dal committente e i documenti che il datore di lavoro si aspetta di ricevere. Tra gli output di solito sono contenuti i disegni costruttivi e la Document List (che contiene anche i certificati dei materiali usati).

Nel caso di opere con impianti di dimensioni importanti è possibile che venga chiesto all'impresa di redigere un documento nel quale venga esplicitato come eseguire la manutenzione dello stesso (BMS e PMS, Building e Plant Management Systems).

È lecito aspettarsi che il committente chieda di essere costantemente aggiornato sullo stato di avanzamento dei lavori e di partecipare ad alcune scelte. Analogamente l'impresa potrebbe avere la necessità di interfacciarsi con la committenza per il chiarimento di alcuni aspetti. E' buona norma regolare fin dalla stipula del contratto questo tipo di relazioni, definendo i momenti di incontro e le tempistiche di risposta che entrambe le parti si impegnano a rispettare. Nel contratto sono anche descritti i rischi ai quali ogni soggetto va incontro e la modalità di consegna dell'opera.

Di seguito l'elenco delle azioni da eseguire per formulare un'offerta (Fig. 3).

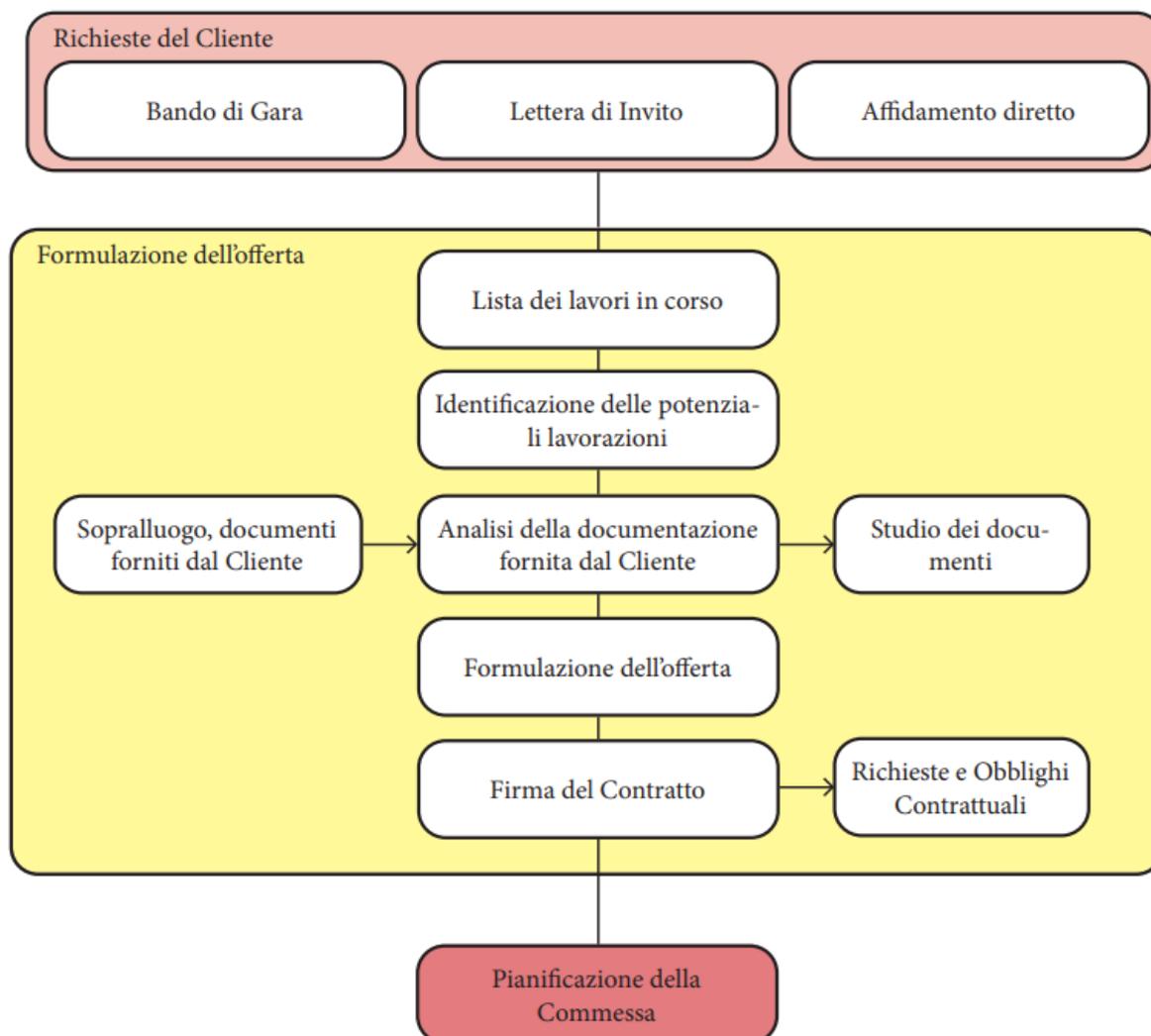


Fig. 3: Processo di approccio alla commessa

### 2.2.2 Pianificazione della commessa

Partendo dalle analisi fatte per redigere l'offerta, si prepara la programmazione della commessa. Analogamente a quanto fatto per la redazione dell'offerta tecnico-economica si dovrebbe seguire un approccio di tipo top-down. La programmazione può essere riassunta nei seguenti 4 livelli.

1. Il primo livello rappresenta una programmazione generale del progetto (Overall Project Schedule). Viene prodotto un cronoprogramma con i principali vincoli imposti dal contratto, individuando le macrofasi che caratterizzano la commessa redigendo una Work Breakdown Structure (WBS). Divise per discipline si individuano i tempi necessari alla redazione di un progetto costruttivo, al procurement, alla costruzione, trasporti, allestimento di cantiere e fasi utili alla consegna.
2. Il secondo livello, detto Management schedule, prevede la redazione di un cronoprogramma che suddivida il Progetto in base ad area e fasi. In questo momento, oltre al classico cronoprogramma con tempo sulle ordinate e lavorazioni sulle ascisse, può essere di aiuto l'utilizzo di un cronoprogramma di tipo ferroviario, (LINEAR SCHEDULING PROGRAM) poiché oltre ad individuare il momento in cui una lavorazione viene svolta esplicita anche dove essa avviene. La metodologia è nata per opere infrastrutturali ma è stata adottata anche in opere edili, con la metodologia Lean.
3. Il terzo momento della programmazione è individuato con la redazione di un Project Control Schedule. Con il cronoprogramma, implementato con le tempistiche date dai fornitori dell'impresa, permette di individuare i principali attori coinvolti nella realizzazione, divisi per aree, le attività da svolgere e l'attrezzatura necessaria. Avendo individuato tutti gli attori interessati è possibile ottenere la pianificazione della curva ad S pesando ogni attività sul totale del progetto. Il peso relativo di ogni attività è calcolato prendendo anche in considerazione il personale richiesto per eseguire detta attività. Questa curva rappresenterà il riferimento con cui confrontarsi durante l'effettiva esecuzione della progettazione, quando richiesta, e dei lavori.

Questa fase come la successiva è strettamente collegata alla fase progettuale. Sarà in quella fase che si compilerà il capitolato prestazionale utile all'interfaccia con i fornitori con un'idea precisa delle necessità del cantiere.

4. Infine, viene redatta una "Detailed Schedule" che approfondisce il terzo livello andando a dettagliare le attività presenti all'interno delle categorie analizzate in precedenza, quali per esempio la "consegna e assemblaggio degli item principali". I cronoprogrammi e la pianificazione economica effettuate nelle fasi precedenti della programmazione sono soggetti a vincoli temporali da rispettare, pertanto la somma dei tempi delle sotto attività non dovrà superare la durata dell'attività individuata nella fase 3.

Gli output della fase di pianificazione sono i documenti utili alla gestione dei rischi connessi alla commessa. I principali sono:

- Procurement plan, o piano degli approvvigionamenti. Contiene gli estremi per individuare i fornitori, il momento in cui è pianificata la consegna e il prezzo concordato. Sarà meglio approfondito a pag. 51 nel capitolo 4.3.3;
- Construction schedule, cronoprogramma delle lavorazioni da eseguire on site;
- Approved budget and cash flow, flussi di cassa e budget predisposto dal Project Manager per la commessa, soggetto individuato nella fase di pianificazione;
- Project Quality Plan (PQP), piano per la gestione della qualità del progetto, meglio descritto a pag. 19, contiene le informazioni utili a monitorare e garantire la qualità;

- Safety Plan, individua i principali rischi e indica la strategia per minimizzarli;
- Risk and Opportunities, il documento serve ad individuare i rischi che si potrebbero manifestare durante la commessa e le opportunità da cogliere, delineando le strategie utili alla minimizzazione dei primi e al completo sfruttamento dei secondi.

La azioni di pianificazione della commessa sono riassunte nella Fig. 4.

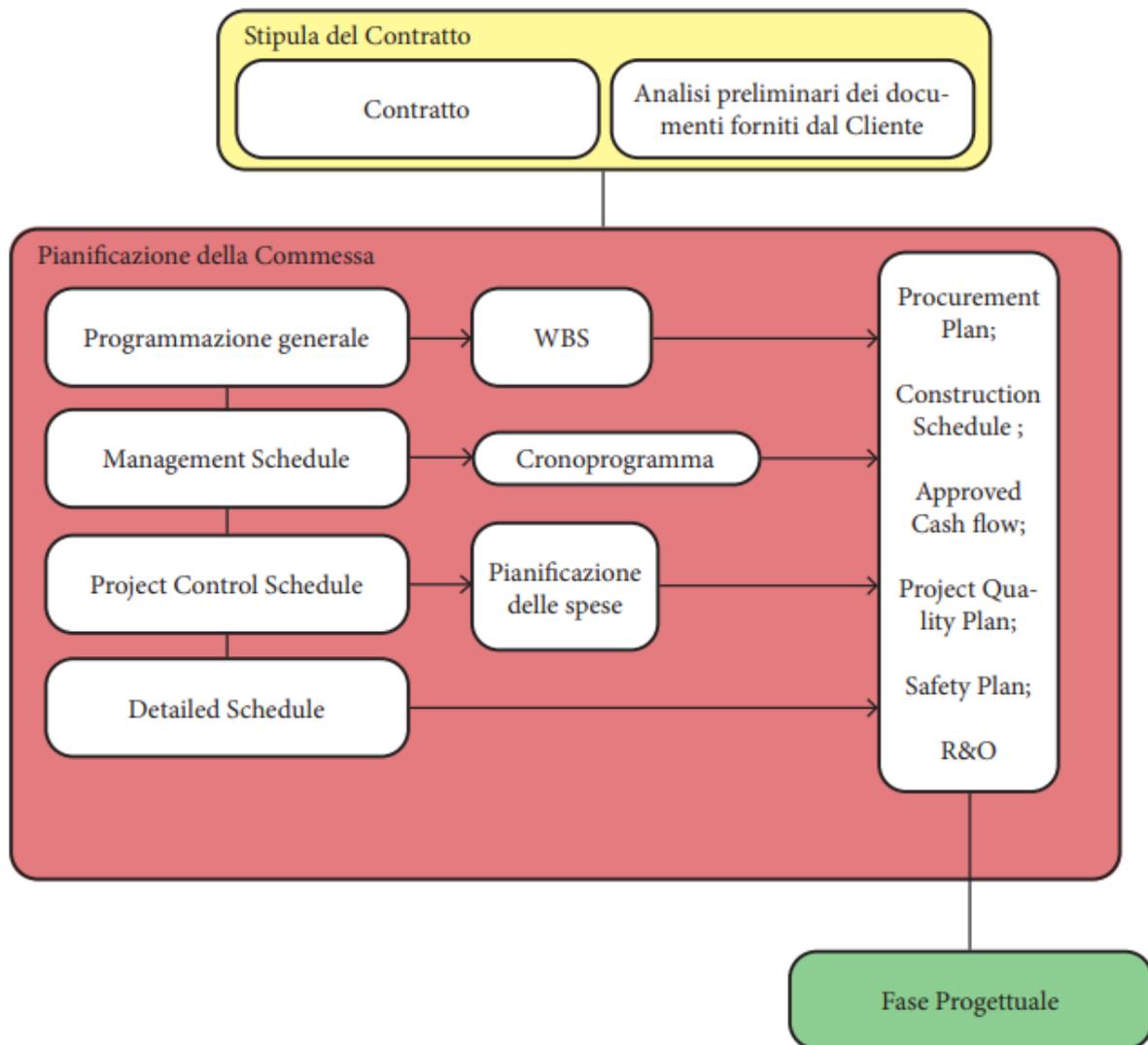


Fig. 4: Processo di pianificazione della commessa

### 2.2.3 Fase progettuale

Come anticipato la fase progettuale non è sempre richiesta nella sua versione integrale. Indipendentemente che venga richiesta la produzione di tutte le fasi progettuali partendo dal progetto di fattibilità tecnico economica o un solo un progetto costruttivo, cantierabile, è importante che la squadra che si occupa di redigere i disegni segua una procedura improntata alla qualità e il rispetto degli oneri contrattuali.

La procedura è descritta nel Project Quality Plan (PQP) dell'impresa e fa almeno in parte riferimento alla norma UNI11337 che racchiude gli standard italiani per l'utilizzo della metodologia BIM. Infatti, la metodologia BIM, obbligatoria dal 01/01/2020 per opere pubbliche

con importo superiore a € 50.000.000, rappresenta un valido strumento di supporto alla progettazione e gestione di un intervento edilizio, raccogliendo tutte le informazioni necessarie alla sua realizzazione e manutenzione in uno spazio virtuale unico e favorendo un processo improntato alla qualità.

Il PQP è il documento che definisce i ruoli e le responsabilità dei professionisti coinvolti e tutte le linee guida utili alla gestione del processo delle informazioni.

Di seguito vengono illustrati input e output della fase progettuale (Fig. 5)

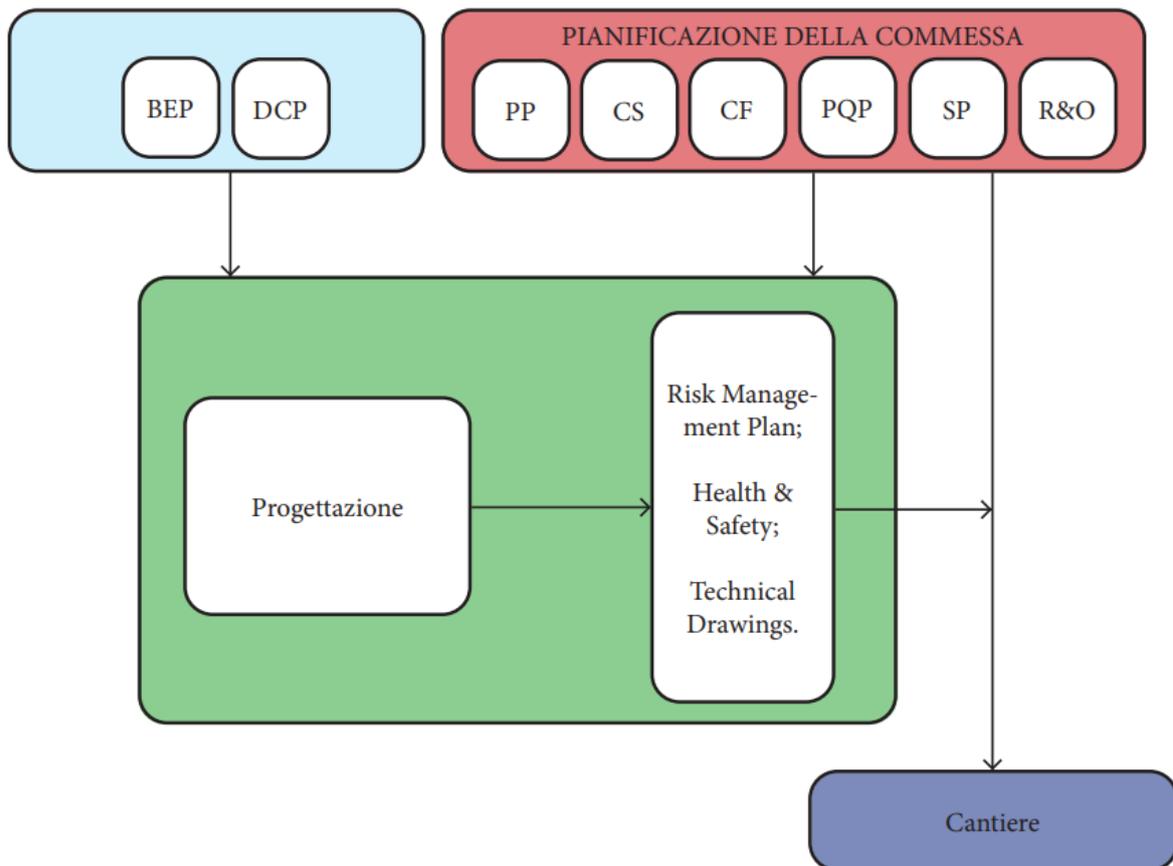


Fig. 5: Processo di progettazione

BEP (BIM Execution Plan), DCP (Document Control Plan). PP (Procurement Plan), CS (Construction Schedule), CF (Cash Flow), PQP (Project Quality Plan), SP (Safety Plan), R&O (Risk & Opportunities)

#### 2.2.4 Realizzazione cantiere

Il cantiere rappresenta il momento in cui i disegni prodotti dal gruppo di progettazione si materializzano in qualcosa di concreto da consegnare al cliente.

Nella fase progettuale è importante avere degli standard per risparmiare soprattutto in termini di tempo e prevenire i rischi legati a budget, tempo e sicurezza nella fase realizzativa. Durante la costruzione diventa imperativo avere un processo di controllo affinché il prodotto finito rispetti tutte le caratteristiche richieste dal cliente.

La qualità è solamente uno dei parametri con i quali si valuta un progetto. Ci sono infatti anche delle scadenze temporali e dei limiti di budget di cui tener conto. Una metodologia che prende in debita considerazione tutte queste caratteristiche è quella del Lean Management.

La metodologia Lean nacque in Giappone, nell'azienda automobilistica Toyota, e fonda i dettami della propria metodologia nella volontà di creare valore per il cliente attraverso un miglioramento continuo.

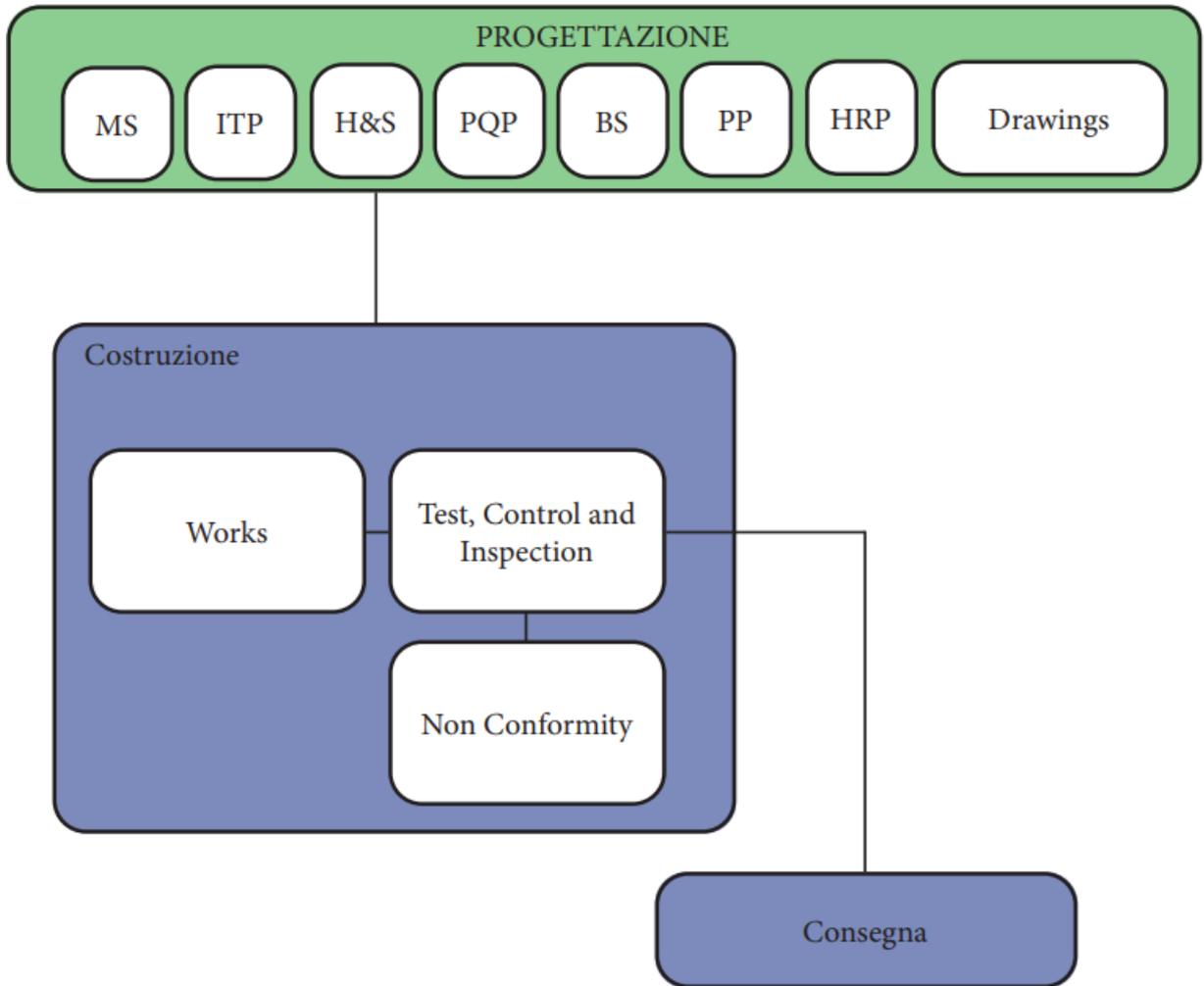
Nonostante questa filosofia nasca in un'azienda automobilistica, può essere applicata a qualunque processo produttivo, quale ad esempio un processo edilizio. In questo caso, dopo molti studi teorici sviluppati a livello accademico essa prende il nome di Lean Construction.

La metodologia è implementata all'interno di un cantiere attraverso diverse metodologie che traducono nell'ambiente edile i 7 dettami della filosofia Lean Thinking. Caratteristica fondamentale di questa metodologia è la collaborazione di tutte le persone coinvolte nel cantiere sviluppata nell'ottica di un miglioramento continuo. I sette elementi cardine del Lean Thinking sono:

- Valore, individua cosa venga considerato valore dal Cliente e quali sono gli sprechi. In particolare, concentrandosi sull'eliminazione di tutto ciò che non crea valore (sprechi) la filosofia Lean individua sette sprechi:
  - Tempi di attesa;
  - Trasporti e movimentazioni;
  - Scorte e spazio disponibile;
  - Difetti e riparazioni;
  - Lavorazioni superflue;
  - Movimenti superflui;
  - Sovrapproduzione.
- Value Stream, i passi per individuare il processo per realizzare il prodotto (valore) che il Cliente ha commissionato;
- Ottimizzare il flusso, riduzione degli sprechi e minimizzazione temporale del Value Stream;
- Approccio Pull, produzione solo ciò che serve quando serve per creare valore con il Value Stream;
- Perfezione, assicurarsi che all'interno del Value Stream fluiscono solo prodotti e servizi utili a creare valore;
- Cultura, Ruoli, Responsabilità. Creare un ambiente aziendale basato sul lavoro di gruppo finalizzato ad ottimizzare il flusso produttivo;
- Leadership e Obiettivi. Tutto ciò che interessa il Value Stream deve essere finalizzato alla soddisfazione del Cliente.

Sin dall'inizio si contattano, attraverso il Procurement Plan, i fornitori e si responsabilizzano gli operai e tutte le figure professionali presenti nel team di progettazione e in cantiere.

Il processo di realizzazione del cantiere è riassunto nella Fig. 6.



*Fig. 6: Processo di realizzazione*  
 MS (Method Statement), ITP (Inspection Test Plan), H&S (Health & Safety), PQP (Project Quality Plan), BS (Building Schedule), PP (Procurement Plan), HRP (Human Resources Plan)



### 3. PIANIFICAZIONE DELLA COMMESSA

Come precedentemente trattato nel capitolo 2, pag. 8, la fase progettuale e quella produttiva non iniziano nel momento in cui l'incarico di costruire l'opera richiesta dal committente viene recepito dall'impresa. Prima che i disegnatori inizino a produrre le tavole utili ad esporre l'idea progettuale e a costruire il progetto, è fondamentale individuare con precisione le richieste del cliente e il potenziale impatto dei rischi individuati nel redigere l'offerta tecnica economica sulla realizzazione e sul percorso critico delle attività da compiere. Contestualmente a queste analisi preliminari, la capacità di individuare le figure coinvolte sotto il punto di vista progettuale, realizzativo e di fornitura dei materiali diminuisce sensibilmente i tempi di scarsa produttività.

Tutte queste analisi possono essere guidate dalla procedura descritta nel "Project Planning Process" (PPP).

Lo scopo principale della procedura descritta nel "Project Planning Process" è la determinazione del flusso di informazioni che si presenta dal momento in cui si stipula un contratto fino all'inizio del processo costruttivo in cantiere e di come esso poi prosegue durante l'elevazione dell'opera.

Tutta la procedura è definita nella consapevolezza che tutti i soggetti coinvolti siano a conoscenza di essa e lavorino per l'espletamento di tutte le richieste formulate dal cliente nel contratto. Per questo motivo il contratto è definito come il documento cardine della commessa, poiché regola i rapporti committente-impresa e individua i tempi e gli standard qualitativi da rispettare. All'interno della procedura si analizza come questi vincoli contrattuali possano influire sulla qualità del prodotto finito.

Un esempio di vincolo contrattuale è la definizione della metodologia che l'impresa deve adottare nell'interfacciarsi con i beni e le proprietà del cliente.

Nella redazione del PPP, per mezzo di analisi preliminari, si affronta anche l'impatto che le lavorazioni potrebbero avere sulla salute dei lavoratori e sull'ambiente, analizzando come tali problematiche andrebbero gestite e risolte.

#### 3.1 OUTPUT DELLA PIANIFICAZIONE

Il risultato della procedura di pianificazione e programmazione è la redazione di un documento che individua le tempistiche della progettazione e contiene il cronoprogramma delle lavorazioni (progettazione, forniture, produzione e cantiere).

Partendo da un'analisi preliminare già realizzata con lo scopo di presentare un'offerta tecnico-economica al cliente, l'impresa possiede già un'idea precisa delle lavorazioni principali necessarie a portare a compimento la commessa.

Queste operazioni elementari individuate possono essere raccolte in uno schema detto Work Breakdown Schedule (WBS, "scomposizione strutturata del progetto").

La metodologia WBS, ideata negli Stati Uniti, scompone in maniera analitica un progetto in parti elementari. Analogamente a quanto succede con la programmazione della commessa, anche

questa metodologia adotta un approccio di tipo “top-down”, scomponendo in elementi minori detti Work Breakdown Elements (WBE) le macrolavorazioni che gerarchicamente racchiudono due o più WBE.

Quanto più si dettaglierà il progetto in WBE più piccole, tanto più precisa sarà la capacità di individuare i costi, i rischi, i tempi e le risorse connessi ad ogni attività.

Lo schema di una WBS può essere sia rappresentato sia in forma grafica, detta anche ad albero (Fig. 7), che strutturata sotto forma di indice, o descrittiva (Fig. 8).



Fig. 7 WBS ad albero

- 1 Scavi
  - 1.1 Scavi con mezzi meccanici
  - 1.2 Scavi a mano
- 2 Strutture
  - 2.1 Strutture di fondazione
  - 2.2 Strutture in elevazioni
- 3 Murature
  - 3.1 Tamponatura esterna
    - 3.1.1 Muratura a cassa vuota
    - 3.1.2 Muratura in blocchi di CLS
  - 3.2 Tramezzatura interna
- 4 Impianti
  - 4.1 Impianto elettrico
  - 4.2 Impianto idrico
  - 4.3 impianto di riscaldamento

Fig. 8 WBS descrittiva

Per creare una WBS è necessario partire dall’analisi preliminare, con la quale sono state individuate le lavorazioni principali. Affinché la redazione risulti chiara si determina un livello di scomposizione tale che le WBE siano definite in maniera univoca.

Per favorire la scomposizione si possono individuare tre tipi di disaggregazione:

- Per fasi: la disaggregazione avviene in base alle varie fasi che portano alla realizzazione di un obiettivo;
- Per processi: la scomposizione avviene in base ai processi che portano alla realizzazione dei deliverables (prodotti). Viene in genere utilizzata in lavori ad alto livello di standardizzazione;
- Per localizzazione: la scomposizione viene effettuata in base al luogo di realizzazione.

È possibile combinare le tipologie di WBS creando un tipo di disaggregazione misto, ad esempio nelle opere infrastrutturali in cui si avanza su più fronti si può attuare una prima disaggregazione per localizzazione (ogni fronte avrà la propria WBS) e successivamente procedere per fasi.

Per verificare che la metodologia sia stata completata in maniera corretta si può fare riferimento alla regola del 100%:

*“La WBS deve includere il 100% del lavoro definito dal progetto e tutto il necessario – interno, esterno e appaltato – alla realizzazione del progetto, inclusa la gestione del progetto stesso. La regola si applica a tutti i livelli della gerarchia: la somma del lavoro dei livelli “figli” deve essere uguale al 100% del lavoro rappresentato dal loro “padre”. La regola si applica anche al livello di attività: il lavoro rappresentato dalle attività in ciascun pacchetto di lavoro deve dare, sommato, il 100% del lavoro necessario per completare il pacchetto.”*

Applicando la regola del 100% all'esempio fatto prima in Fig. 9:

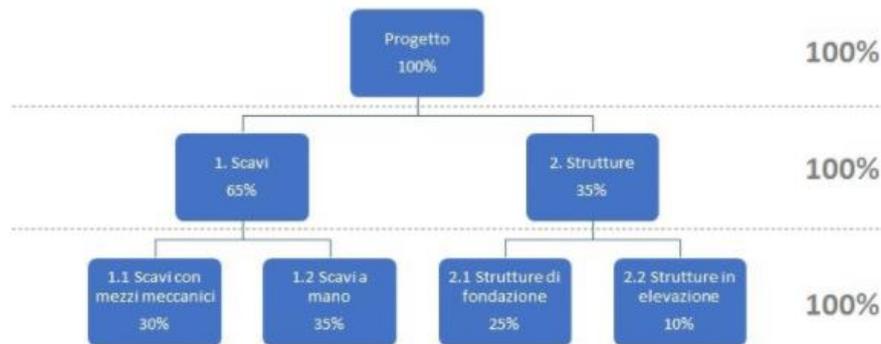


Fig. 9 Regola del 100%

Individuare le attività da svolgere permette di selezionare i professionisti o le squadre che meglio possono completare ogni WBE, descrivendo in modo chiaro ogni attività.

Selezionare già le risorse che devono completare ogni attività fa assumere la consapevolezza delle risorse effettivamente presenti all'interno dell'impresa e se queste siano le figure professionali e i macchinari adatti a completare la commessa, o sia necessario assumere nuovo personale o acquistare/noleggiare i mezzi mancanti.

Avendo individuato le lavorazioni da svolgere e le risorse utili a completarle si può tradurre tutta la pianificazione in un cronoprogramma. Assegnando ad ogni lavorazione, precedentemente codificata tramite WBS, una tempistica e individuando le connessioni temporali con le quali vengono rapportate si ottiene un Diagramma di Gantt.

La struttura di un diagramma di Gantt è composta da due assi ortogonali, sulle ascisse si dispone la scala temporale, sulle ordinate le attività con annessa durata. Inserendo le correlazioni tra le attività è possibile visualizzare come le lavorazioni si susseguono e sovrappongono (Fig. 10).

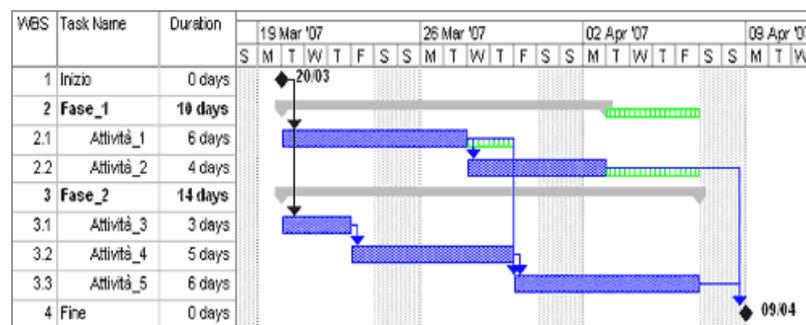


Fig. 10 Diagramma di Gantt

Nel compilare un cronoprogramma, in particolare se supportati da appositi software, è possibile associare ad ogni attività lo stato di avanzamento e le risorse necessarie a completarle. La raffigurazione semplice caratteristica dei diagrammi di Gantt permette di individuare i momenti in cui la stessa risorsa è richiesta in attività diverse. Questa interferenza può essere gestita in due modi:

- Ponendo le attività in serie invece che in parallelo;

- Assunzione di nuove risorse attraverso l'utilizzo del Human Resources Plan, Piano delle risorse umane.

Altri strumenti utili alla visualizzazione della programmazione delle attività sono il PERT (Program Evaluation and Review Technique) e il CPM (Critical Path Method). Il primo, detto anche stima a tre valori, è un metodo statistico per l'individuazione del tempo utile a completare un progetto, fornisce una stima ottimale, una probabile e una pessimistica, motivo per cui è detto a tre valori. È supportato dalla creazione di tabelle con tempi ed incertezze.

L'identificazione delle durate attraverso il PERT e la concatenazione delle stesse può essere utilizzata per individuare il CPM. Questo tipo di grafico determina il percorso critico per completare un progetto. Il percorso critico del progetto evidenzia le attività fondamentali che non possono essere posticipate se non causando un ritardo nella consegna dei lavori. Per cui evidenzia nel percorso tutte le attività su cui è necessario porre maggior attenzione durante tutte le fasi del progetto precedentemente descritte. Spesso la rappresentazione di questo tipo di analisi è affidata a diagrammi reticolari composti da nodi e frecce (Fig. 11).

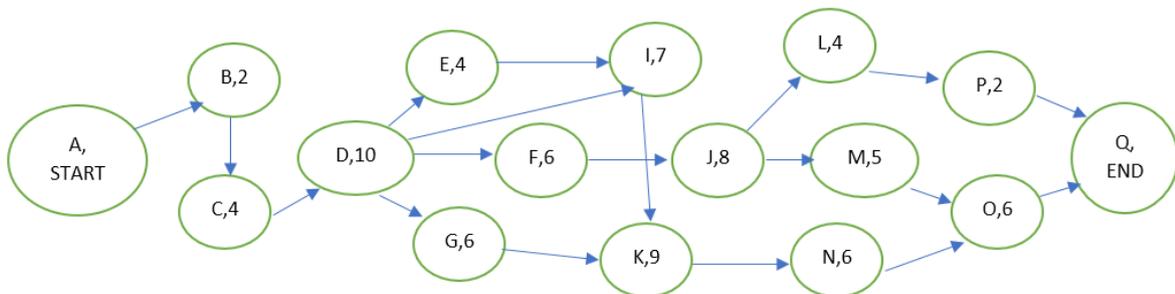


Fig. 11 Critical Path Method

Oltre alla definizione di un cronoprogramma delle attività coadiuvato dalla disaggregazione mediante una WBS, la fase di programmazione produce altri documenti utili alla gestione del progetto.

Uno di questi è il Project Quality Plan (PQP), redatto secondo gli standard della norma EN ISO 9001:2008, il quale garantisce che l'impresa rispetti un percorso improntato alla qualità in tutti i momenti della commessa cioè progettazione, costruzione, fornitura, ispezioni, installazioni e consegna.

Lo scopo di un PQP è quello di applicare i principi e gli obiettivi del Quality Management System alla commessa oggetto del contratto.

In particolare, definisce:

- I ruoli e le responsabilità;
- L'approccio dell'impresa alla qualità in riferimento al progetto in oggetto;
- La metodologia con cui vengono garantiti i requisiti contrattuali.

### 3.1.1 *Quality System Manual*

Il Quality System Manual (QSM) è il documento cardine del sistema di qualità, ne definisce infatti scopo e processi.

È redatto ad un livello superiore, ovvero aziendale, rispetto a quello della singola commessa con l'obiettivo di fornire ai dipendenti, ai fornitori e ai clienti informazioni riguardanti la politica aziendale e le procedure sviluppate per garantire e controllare la qualità di prodotti e servizi. È analizzato inoltre il processo aziendale volto al continuo miglioramento del sistema di gestione della qualità e i requisiti utili a raggiungere gli standard che si impone.

Le procedure che sono descritte nel manuale devono essere sviluppate per assicurare che la qualità del prodotto rispetti tutte le norme ed i vincoli contrattuali.

Gli approcci contenuti all'interno del QSM e le metodologie definite riguardo ad ogni procedura devono essere però sufficientemente generali in modo che si adeguino a qualunque commessa, naturalmente qualora si riscontrino delle divergenze tra le richieste contrattuali o i vincoli normativi e le prescrizioni contenute nel manuale, ciò che è descritto nel manuale non verrà considerato. Per rispondere alle esigenze della committenza si farà riferimento al Project Quality Plan (PQP). Sviluppato nel momento di presa in carico della commessa il PQP è il documento dedicato nel quale vengono analizzate e sviluppate tutte le procedure messe in atto durante la commessa per rispettare le richieste contrattuali.

Il PQP, facendo costantemente riferimento al QSM, si articola in capitoli. Compilarli tutti con la consapevolezza di ciò che deve essere contenuto in ciascuno permette all'impresa di approssicare le fasi progettuali e realizzative con un sistema di qualità ad-hoc per il progetto in questione.

#### 3.1.1.1 *Quality System Procedures*

I documenti contenenti le procedure volte alla qualità redatti dall'impresa sono detti Quality System Procedures (QSPs) e descrivono come l'impresa controlli i processi contenuti nel QSM, nel rispetto degli accordi contrattuali, per assicurare che tutti gli obiettivi relativi alla qualità vengano raggiunti.

I documenti che definiscono Chi, Cosa e Quando (QSPs) sono redatti ad-hoc per ogni commessa e risultano necessari ad individuare l'effettivo processo di pianificazione, operazione e controllo. Sono tra loro interconnessi e fanno riferimento ad altre procedure aventi luogo durante la commessa o nei documenti sviluppati dalla committenza.

Il dettaglio che raggiunge ciascuna procedura è in funzione della complessità del lavoro da svolgere, delle interazioni tra i diversi processi coinvolti e dalla memoria tecnica dell'impresa. Qualora venga svolto un lavoro con materiali e tecnologie note all'impresa, perché già utilizzate in altre commesse, ad esempio, l'addestramento necessario per produrre tale lavoro sarà sicuramente minore a quello necessario per una lavorazione mai affrontata prima.

### *3.1.1.2 Working Instructions*

Le Working Instructions (WI) sono documenti che mostrano come completare un'operazione specifica richiesta rispettando le descrizioni del sistema di controllo di ciascuna parte e processo. I Control Plans, dove sono racchiuse le istruzioni del sistema di controllo, sono documenti contenenti le caratteristiche del prodotto, o processo, le azioni di controllo, test e sistemi di misura che possono risultare utili durante la realizzazione dell'oggetto del documento.

Non serve produrre un documento per ogni lavorazione, ma è importante redigere questi documenti quando si individuano lavorazioni tali per cui la mancanza di istruzioni possa condurre ad un risultato che non rispetta gli standard qualitativi attesi.

Le procedure definite nelle WI servono a garantire che il lavoro possa essere portato a termine correttamente, che tutti i partecipanti siano consapevoli delle responsabilità di cui sono investiti e che non corrano rischi inerenti le lavorazioni.

### *3.1.1.3 Method Statements*

I Method Statements sono prodotti per tutte quelle lavorazioni che richiedono una descrizione generale di una o più soluzioni tecniche adottate. Assicurano che la specifica tecnica e gli obiettivi siano raggiungibili, tracciabili e verificabili.

Includono requisiti per l'ispezionabilità, la manutenzione e la verifica del prodotto oltre che alla registrazione delle attività e al rispetto dei criteri di accettabilità. Le analisi portate avanti in questi documenti sono utili a dimostrare che ogni lavorazione eseguita all'interno della scheda rispetti gli standard di sicurezza imposti da contratto e normativa. Questo è il motivo per cui devono fare riferimento al documento Health and Safety Plan.

Qualora sia richiesto dal contratto è necessario preparare un documento di Method Statement per tutte le lavorazioni che le analizzi sotto tutti i punti di vista precedentemente elencati.

### *3.1.1.4 Forms & Templates*

Forms e Templates sono documenti in forma Tabellare al fine di registrare le attività.

I primi in particolari promuovono la registrazione di dati ed informazioni per supportare gli standard richiesti dalla UNI EN ISO9001 e i requisiti del QMS. Spesso sono precompilati e contenuti già nel QMS e solo alcuni campi vanno aggiornati e compilati durante la commessa.

### *3.1.1.5 Inspection and Test Plans*

La pianificazione dei diversi tipi di controllo è descritta nel documento Inspection and Test Plans. All'interno sono elencate, per ogni attività, le azioni di controllo, indicando tipo, oggetto del controllo, il soggetto responsabile del controllo, le tolleranze e i documenti a cui fare riferimento. Possono riguardare qualsiasi attività della costruzione, dalla ricezione di documenti progettuali o forniture fino alla posa di un impianto.

Sono suddivise e pianificate secondo la WBS del progetto, rispettando tutte le richieste del contratto. La WBS permette, infatti, di identificare i passaggi fondamentali della commessa nei

quali è importante che venga controllata la qualità, perché identificati da una milestone o perché non più accessibili con l'avanzamento delle lavorazioni.

#### *3.1.1.6 HSE control and monitoring plans*

L'HSE Monitoring Plan descrive, per differenti tipi di rischi e aspetti, la pianificazione delle attività volte a controllare le attività, indicandone tipo, oggetto e soggetti responsabili del controllo.

Tramite il cronoprogramma vengono suddivise e pianificate tutte le lavorazioni previste da contratto e simultaneamente sono identificate le fasi rilevanti in cui è necessaria l'ispezione durante la realizzazione. Il monitoraggio viene pianificato in accordo all'HSE del progetto.

#### *3.1.1.7 Manuals*

I Manuals contengono tutte le operazioni utili alla manutenzione delle lavorazioni effettuate e degli impianti installati.

Inoltre, contengono tutto il materiale predisposto per altre commesse al quale fare riferimento per rispondere alle esigenze dell'opera alla quale si sta lavorando.

### *3.1.2 Project Quality Plan*

Come accennato prima, il documento che definisce lo scopo, i processi e le responsabilità richieste per implementare un sistema di qualità che si adegui in maniera più consona possibile al progetto che si sta approcciando è il Project Quality Plan (PQP). Questo elaborato è redatto partendo dalle indicazioni aziendali contenute nel Quality System Manual, adeguando le prescrizioni aziendali al caso specifico in cui esso viene utilizzato.

Il PQP contiene le informazioni utili al team di progettazione affinché questo implementi, supporti e comunichi con una procedura improntata alla qualità all'interno del gruppo di lavoro e con il cantiere. Descrive, inoltre, le prescrizioni per il cantiere e una serie di attività utili a controllare e certificare il prodotto finale.

Oltre ad indicare le procedure del team di design e del cantiere, contiene anche i processi di gestione amministrativa della commessa e del Procurement.

È importante che il documento di pianificazione della qualità per il progetto contenga:

- Le attività che assicurino la qualità;
- Le attività che controllano la qualità;
- Gli standard di qualità;
- Le risorse impiegate per la gestione della qualità.

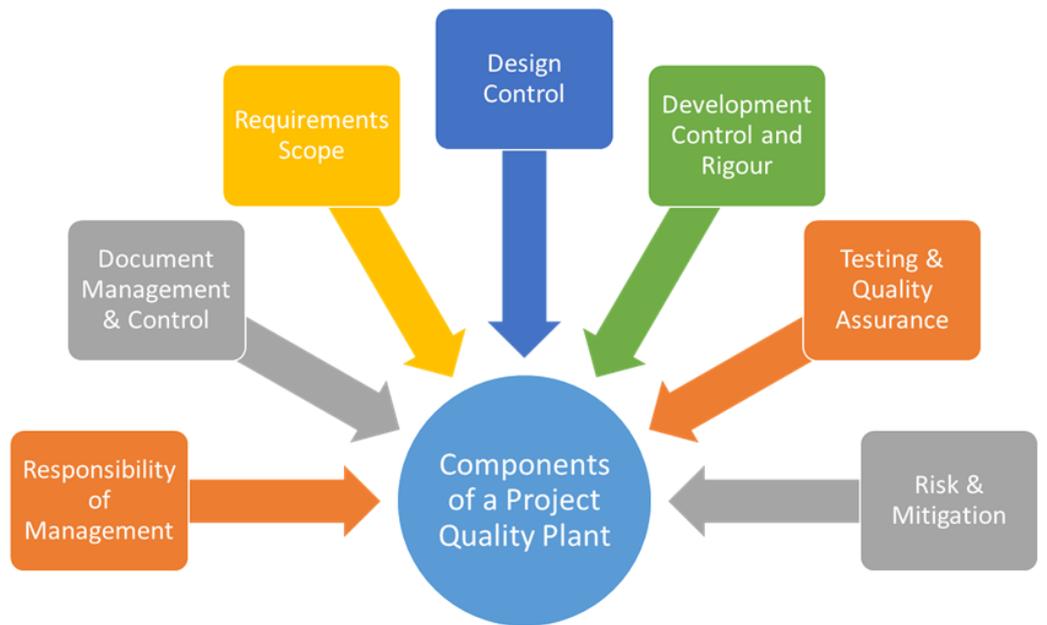


Fig. 12 Project Quality Plan

Un processo di qualità dovrebbe seguire un processo iterativo di tipo “Plan-Do-Check-Act” (PDCA). Questo processo, tipico della metodologia Lean, è sviluppato nell’ottica del miglioramento continuo “Kaizen”, uno dei sette punti fondamentali della metodologia meglio descritta a pag. 65.

Il PDCA, detto anche ciclo di Deming (Fig. 13), riassume la ricerca della qualità in quattro punti:

- Plan, pianificazione o ricerca. Prima che un processo venga messo in produzione va analizzato ed approfondito per individuare gli obiettivi da raggiungere;
- Do, realizzazione. È la prima fase produttiva, dato un limite temporale, si applicano le decisioni prese nella fase antecedente e se ne verifica la validità. È importante raccogliere dati in modo da confrontarli con le successive fasi.
- Check, controllo. È il momento del confronto tra la pianificazione e la realizzazione e la corrispondenza tra prodotto pensato e quello effettivamente realizzato. Essendo un processo iterativo è importante verificare che ci sia stato un miglioramento effettivo, tra la fase controllata e quelle intercorse prima così da raggiungere lo standard definito dal PQP e poter standardizzare il processo per passare alla produzione seriale.
- Act, mettere in pratica: certi che lo standard di qualità sia stato rispettato, raggiunto grazie al metodo iterativo, il processo viene codificato ed applicato.

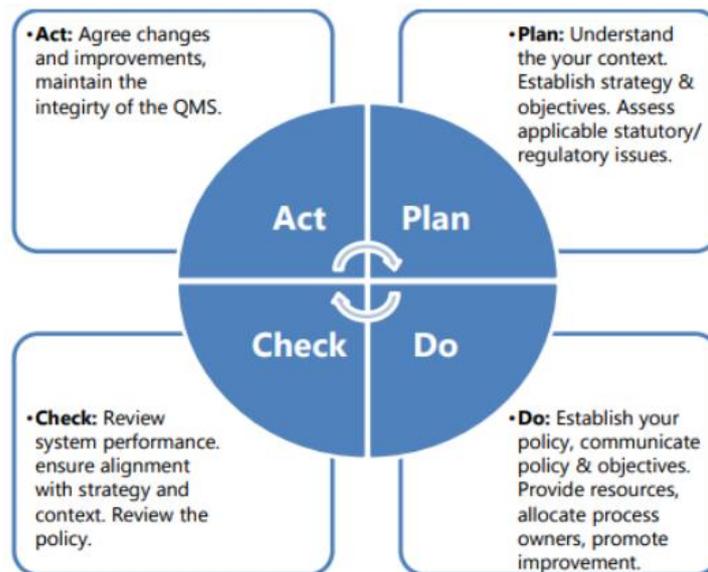


Fig. 13 Ciclo di Deming

### 3.1.2.1 Roles and Responsibilities

Uno degli standard qualitativi è la chiarezza. Ciò che può causare conflitti durante la realizzazione di un progetto è la sovrapposizione o la carenza di figure professionali. Assegnando a ciascuna di essa in maniera esplicita ed univoca un ruolo, con relative mansioni e responsabilità, la qualità del prodotto finito ne risentirà in senso positivo. Per questo motivo all'interno del PQP sono definiti i ruoli e le responsabilità che investono ciascun professionista, cercando anche di individuare effettivamente chi si farà carico delle mansioni annesse, integrando così l'Human Resources Plan che individuerà i profili giusti per completare il team.

Con il termine mansione si intende:

*“Lo spazio organizzativo affidato ad una persona e si traduce in un insieme di compiti e attività che la risorsa umana andrà a svolgere. In una mansione gli elementi fondamentali, i mattoncini che la costituiscono, sono le attività”.*

Le principali mansioni da svolgere per la consegna del progetto sono elencate di seguito:

Project Director (PD), responsabile dell'intero Progetto. Ha come principali ruoli quelli di pianificare, monitorare, coordinare e controllare tutti gli aspetti annessi allo sviluppo dei disegni, rapporti con fornitori e subappaltatori, scelta dei materiali, spedizioni di materiale e organizzazione della forza lavoro. È il principale referente dell'impresa che si interfaccia con il cliente. È una delle prime figure assegnato al progetto e seguirà la commessa fino al suo completamento.

Project Manager (PM), responsabile della fase esecutiva. Riportando direttamente al PD ha come mansioni principali la pianificazione, monitoraggio, coordinamento e controllo di tutti gli aspetti annessi al capitolato prestazionale dei materiali, operai, produttività dei sub appaltatori, necessità del cantiere, modifiche ai disegni e produzione del “As Built”.

Construction Managers (CMs), spesso sono più di uno e sono responsabili degli aspetti tecnici della costruzione del progetto. Confrontandosi con il Procurement Manager (PrM) e il

PM, coordinano i subappaltatori. Sono direttamente responsabili della posa dei materiali e della verifica che essi coincidano con le richieste, l'installazione, il controllo e la consegna delle singole lavorazioni. La loro principale occupazione è l'implementazione di una sequenza di aree di lavoro tale da minimizzare le interferenze e la massimizzazione della produttività.

Engineering Manager (EM), responsabile dello sviluppo nelle varie fasi della progettazione e della consegna dei disegni. Coordina la definizione di materiali e subappaltatori, gestisce i problemi inerenti ai disegni e amministra con il PM le modifiche in cantiere.

Procurement manager (PrM), responsabile del Procurement è incaricato di selezionare i fornitori, preparare la documentazione per ottenere l'approvazione del cliente (al materiale), seguire le consegne e controllare che la programmazione degli approvvigionamenti rispetti le modifiche effettuate nell'ufficio progettazione.

Safety manager (SM), responsabile dello sviluppo e l'implementazione delle specifiche riguardanti sicurezza, H&S e Loss Prevention plan. Delega ai Safety Supervisors (SSs) la responsabilità di mantenere i comportamenti coerenti col piano di sicurezza del progetto e l'onere di emanare avvertimenti contro le cattive pratiche. Presenza periodicamente agli incontri sull'avanzamento del cantiere e la sicurezza all'interno di esso.

Quality Assurance Manager (QA), responsabile per lo sviluppo del programma specifico per assicurare e controllare la qualità da eseguire mediante l'applicazione del Project Quality Plan e gli ITP (Inspection Test Plan).

Quality Control Manager (QC), responsabile dell'implementazione delle specifiche del Quality Plan. La sua presenza in cantiere lo rende responsabile dei controlli qualità delle lavorazioni. È coadiuvato nelle sue attività da Quality Control Supervisors (QCSs) e Inspectors (QCs) i quali agiscono come revisori delle performance dei processi di qualità.

Project Control Manager (PC), responsabile per lo sviluppo ed il controllo dei disegni costruttivi. Quando necessario questa figura è incaricata di sviluppare o controllare le pianificazioni redatte in via eccezionale per rispondere ai problemi riscontrati. Controlla che i lavori proseguano secondo cronoprogramma e che siano rispettate le milestones, sviluppando un report di avanzamento lavori, mantenendo i contatti con la squadra in cantiere per prevenire potenziali vincoli e anticipare le varianti a progetto. Questa figura può coincidere con il BIM Manager.

Area Managers (AMs), responsabili d'area. Qualora un cantiere abbia dimensioni importanti e sia possibile dividere le opere da realizzare, ad esempio in uno stadio i vari settori, la copertura e le aree esterne, sono individuati dei responsabili per ogni opera o area.

Construction Superintendents (CSs), supervisor del cantiere. Controllano le attività svolte in cantiere con l'appoggio dell'EM. Assieme ai loro superiori registrano le attività giornaliere comunicando eventuali varianti ai Site Manager.

Pre-commissioning manager (Pre-CM), responsabile delle attività prima della consegna. In fase preliminare è incaricato di individuare le fasi di sviluppo dei disegni costruttivi e di orchestrare il materiale da produrre col fine di ottenere una pianificazione ottimale.

Inspection Manager (IM), responsabile della coordinazione tra la fase di progettazione e le ispezioni per i materiali e la quantità. È responsabile, inoltre, di controllare il materiale fornito in cantiere confrontandolo con le material technical submittals.

È possibile che le figure elencate precedentemente coincidano con un unico professionista, che espletterà pertanto più di una mansione.

### 3.1.3 *Risk & Opportunities*

Risk and Opportunities (R&O) è un documento redatto dall'impresa in fase di programmazione di una specifica commessa con lo scopo di individuare una procedura che definisca compiti, responsabilità, criteri e documenti collegati al processo d'identificazione dei rischi e delle opportunità correlate all'organizzazione e al progetto. Una volta individuati rischi ed opportunità, l'obiettivo diventa dunque la loro valutazione e l'identificazione delle misure di controllo, del personale e dei tempi necessari alla loro gestione.

Il documento nasce con l'intento di prevenire le conseguenze del materializzarsi di un rischio ma, evolvendosi nel tempo, è diventato utile anche all'implementazione di soluzioni improntate a cogliere le opportunità che si presentano.

I rischi dovrebbero essere identificati con lo scopo di dare priorità ad alcune misure di controllo piuttosto che altre, mitigando o eliminando prima i rischi in grado di causare più danno. Analogamente le opportunità vanno identificate per facilitare qualsiasi possibilità di miglioramento dell'impresa.

Poiché la metodologia sviluppata in questo documento è in grado di analizzare qualsiasi tipo di processo, non solo quello realizzativo di un'opera edile, si può applicare anche ad un livello superiore rispetto a quello della singola commessa. Per questo è spesso utilizzato, oltre che per valutare una singola commessa, anche per analizzare problematiche annesse alla gestione strategica dell'impresa.

#### 3.1.3.1 *Processi e Problematiche Analizzate da R&O*

Basandosi sulle informazioni a qualsiasi livello organizzativo (organizzazione portfolio, programma, progetto), alle circostanze e ad ogni evento individuato è possibile identificare cause e conseguenze di ogni caso.

Con l'obiettivo di redigere una valutazione con un grado di approfondimento sufficiente, è necessario identificare le conseguenze e le opportunità almeno per le seguenti categorie:

- Economiche, effetti sul business, costi e risultati;
- Tempistiche, effetti sulla pianificazione, milestones e periodi;
- Reputazione, effetti sull'immagine/reputazione dell'impresa e del cliente;
- H&S, effetti sulla salute delle persone;
- Ambiente e comunità, effetti sulle risorse naturali e terze parti;
- Adattamento ai controlli di conformità, effetti su aspetti funzionali a livello infrastrutturale, progettuale, esecutivo, organizzazione o performance.

Come accennato prima la procedura (Fig. 14) è applicabile a qualunque processo o attività.

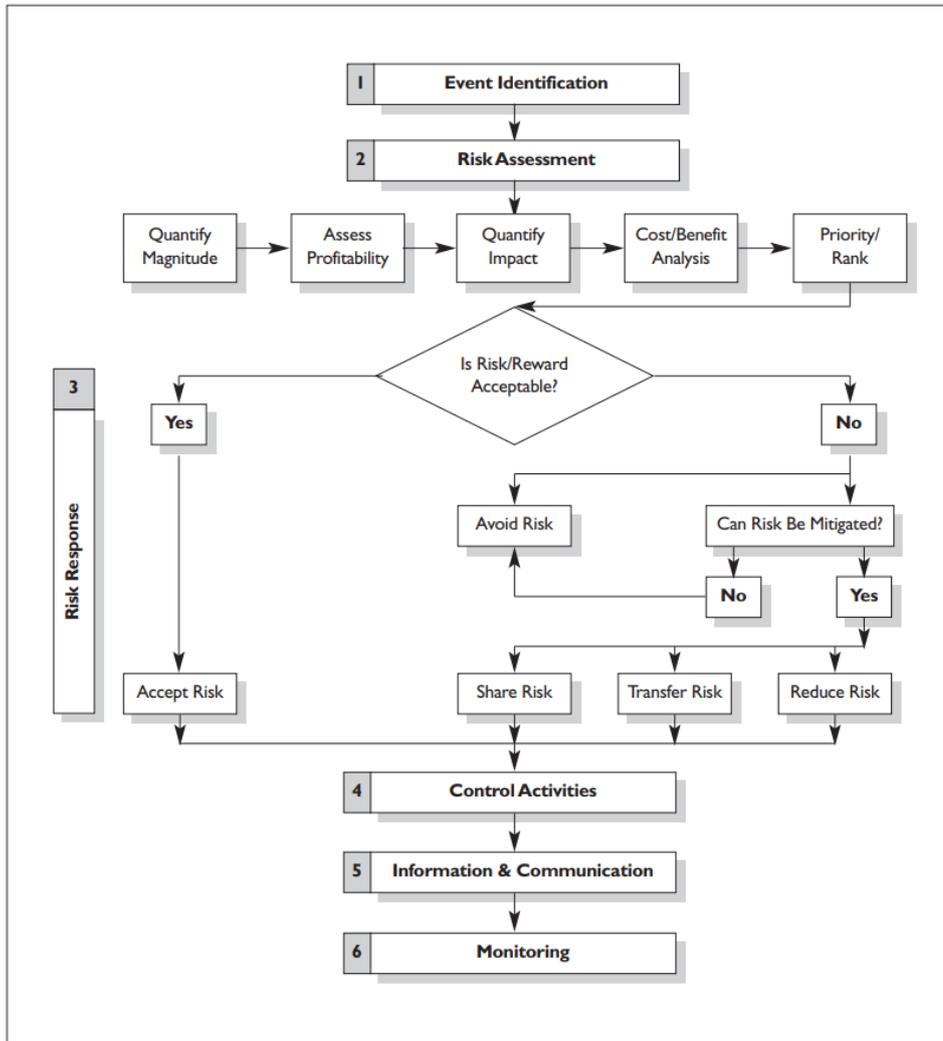


Fig. 14 Procedura per il controllo dei rischi

### 3.1.3.2 Identificazione di R&O

La valutazione dei rischi e delle opportunità va eseguita caso per caso; i rischi legati alla costruzione, ad esempio, sono diversi da quelli di gestione di un'impresa. Ciò non toglie che alcune categorie di rischi ed opportunità si presentino più di una volta, all'interno della stessa commessa o in progetti diversi. Monitorarle e registrarle può per questo supportare la loro valutazione e suggerire le azioni di risposta più appropriate.

Una scheda che contenga un elenco preliminare di rischi ed opportunità può rappresentare un notevole supporto in termini di tempo, precisione e costi. Per questi motivi diverse imprese si sono già dotate di questo documento detto Risk & Opportunities Register.

È composto da un'analisi delle macrocategorie e items, per ogni categoria si redige una lista di oggetti e possibili quesiti utili a supportare i professionisti impegnati a scrivere il R&O della commessa e a guidare le fasi di brainstorming degli stessi.

Il documento di guida all'identificazione dei rischi contiene una tabella SWOT che aiuta a valutare aspetti positivi e negativi di ciascun item.

L'analisi SWOT (Fig. 15), sviluppata nell'università di Stanford dal prof. Humphrey, è uno strumento che supporta l'approfondimento di:

- Strengths (punti di forza)
- Weakness (punti di debolezza)
- Opportunities (opportunità)
- Threats (minacce)

caratterizzanti un qualsiasi oggetto, organizzazione, investimento, progetto ecc.



Fig. 15 SWOT Analysis

Un esempio di registro dei rischi e delle opportunità è contenuto nelle Fig. 16 e Fig. 17.

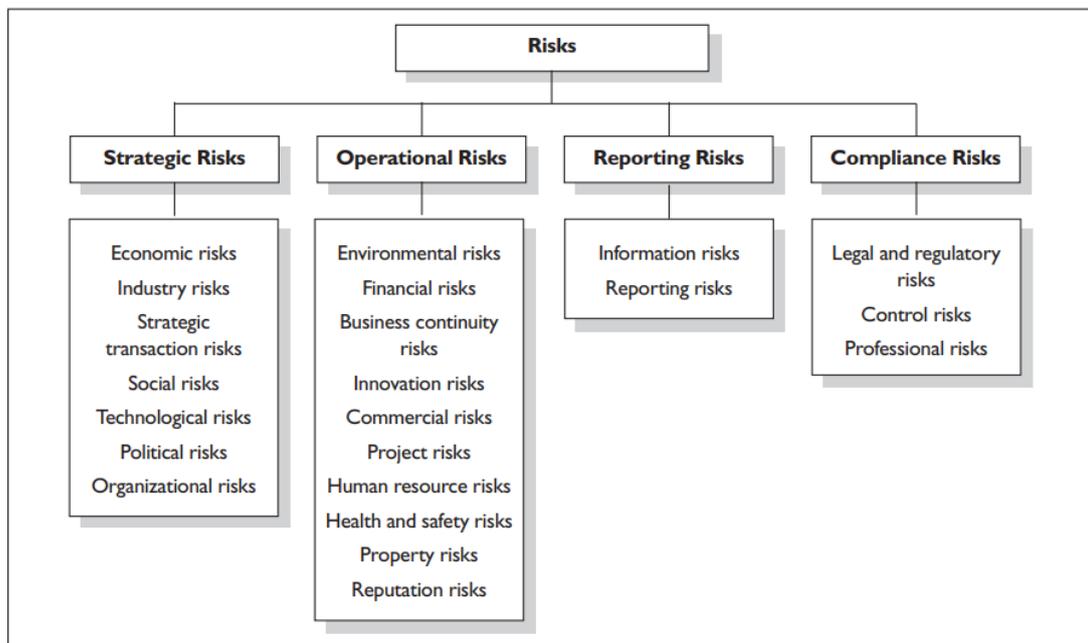


Fig. 16 Esempi di Rischi da inserire nel Risk Register

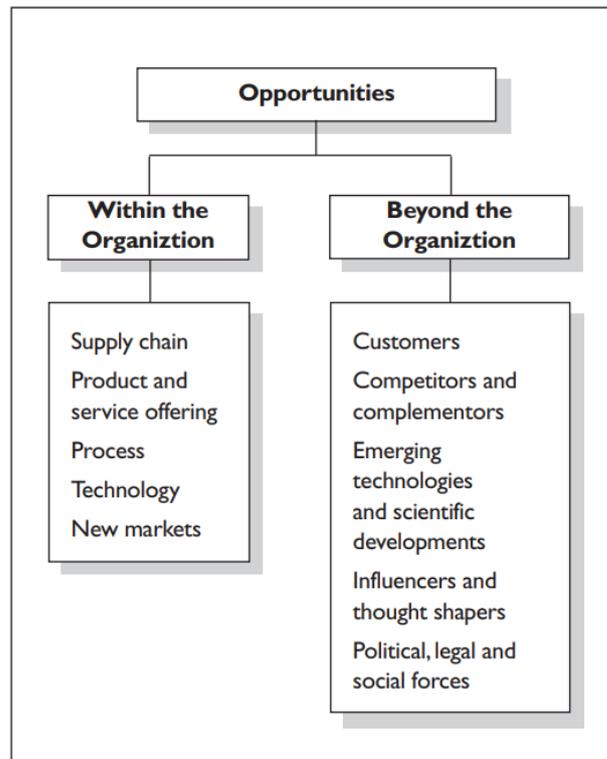


Fig. 17 Esempi di Opportunità da valutare

### 3.1.3.3 Valutazione di R&O dell'Organizzazione e del Progetto

Ci sono diversi livelli di valutazione di rischi ed opportunità. I criteri che differenziano questo tipo di analisi sono basati sulla rilevanza dell'oggetto analizzato. Tendenzialmente i problemi che insorgono a livello strategico dell'azienda sono approfonditi per individuare le azioni utili a migliorare lo sviluppo dell'organizzazione manageriale e di altri processi già in essere. Una riunione annuale è improntata allo sviluppo di queste analisi ed è dedicata a valutare dove siano i margini di miglioramento dell'Impresa a livello organizzativo e di performance.

Gli obiettivi aziendali individuati valgono per un anno, fino alla revisione degli stessi nel medesimo incontro dell'anno successivo. Tutti i progetti che si presentano nell'anno saranno organizzati e valutati in modo tale che questi perseguano gli obiettivi e la direzione di sviluppo dettati a livello aziendale.

Il R&O del progetto deve considerare tutti gli aspetti positivi e negativi che potrebbero influire sull'organizzazione d'impresa, suggerendo i provvedimenti in linea con il rispetto dei dettami aziendali. Per ogni nuovo progetto, l'analisi redatta deve considerare tutte le conseguenze che esso potrebbe comportare, a partire dalla formulazione di una offerta, quindi attraverso un'attenta analisi economica, fino ad arrivare ai rischi derivanti dal cantiere e le tempistiche (es. penali e contrattuali).

Sebbene sia ultimato in fase di pianificazione, già nell'analizzare i documenti forniti dal Cliente Rischi ed Opportunità principali vengono individuati e discussi con la figura manageriale incaricata di presentare l'offerta al cliente, sottolineando tutte le attività che possono influire sulla gestione del progetto.

Tutte le informazioni devono essere raccolte per essere presentate all'incontro che darà inizio al lavoro del team di progettazione e realizzazione.

L'analisi R&O del progetto viene richiamata durante la commessa in diversi documenti, il Project Quality Plan e H&S Plan, i quali possono contenere anche le azioni di risposta ai rischi individuati.

I report mensili sviluppati nelle riunioni di cantiere servono ad aggiornare il documento di R&O, valutando il valore delle azioni compiute per rispondere ad un rischio o cogliere un'opportunità. Infatti, i monthly report favoriscono il flusso di informazioni verso i manager aziendali, fornendo una visione dell'andamento del progetto e le sue potenziali conseguenze sull'organizzazione complessiva dell'impresa.

#### 3.1.3.5 Valutazione Metodi E Criteri

Individuati i rischi, bisogna capire quale di essi ha un impatto potenziale maggiore, in grado cioè di causare il danno più grande, così da scegliere le azioni correttive a cui dare priorità. Analogamente assegnare un valore alle opportunità permette di implementare delle scelte che puntino a cogliere quelle potenzialmente più fruttuose.

Utilizzare una matrice per quantificare rischi ed opportunità, aiuta a capire il livello di esposizione, le azioni utili a promuovere un percorso di gestione delle opportunità e permette di individuare le priorità. La matrice è costruita considerando le potenziali conseguenze, positive o negative, e la probabilità che un dato evento si materializzi.

La valutazione di ogni rischio/opportunità è calcolata come il prodotto tra Probabilità ( $P$ ) e Danno/Miglioramento ( $D$ ).

$$R=P \times D$$

Quanto maggiore è il valore di  $R$ , tanto più importante sarà prendere in considerazione l'attività valutata. Per valori minori si corrono rischi improbabili o con bassissima magnitudo o si perseguono opportunità con scarsi margini di miglioramento.

Un esempio di una classificazione di danno potrebbe essere la seguente Tab. 1 Classificazione di danno:

R&O (D)	Descrizione
<b>D=1</b>	Danni o Ottimizzazioni economiche minori a € 500 Ritardi/Guadagno di tempo minori di una settimana
<b>D=2</b>	Danno/Ottimizzazione per valori compresi tra € 500 e 5000 Ritardi/Guadagni di tempo minori di una settimana

<b>D=3</b>	Danno/Ottimizzazione compresa tra € 5000 e € 50000 Ritardo/Guadagno di tempo compreso tra una settimana e un mese
<b>D=4</b>	Danno/Ottimizzazione superiore a € 50000 Ritardo/Guadagno di tempo maggiore ad un mese

Tab. 1 Classificazione di danno

La probabilità che si verifichi un danno potrebbe essere identificata con la seguente tabella (Tab. 2 Classificazione e descrizione della probabilità di un danno di esempio:

<b>Classificazione e descrizione della probabilità di un danno</b>		
<b>P=1</b>	Improbabile <10%	Rischi rari o improbabili di cui non si ha memoria nei registri dell'azienda
<b>P=2</b>	Possibile 10%<P<40%	Solo pochi episodi simili sono stati registrati e hanno avuto un basso impatto
<b>P=3</b>	Probabile 41%<P<70%	È possibile che il rischio si materializzi, sono stati registrati eventi che hanno causato danni limitati
<b>P=4</b>	Frequente P>70%	È quasi certo che il rischio si materializzi. Si sono verificati già danni annessi all'interno dell'impresa o in condizioni simili

Tab. 2 Classificazione e descrizione della probabilità di un danno

Analogamente sono classificate le opportunità (Tab. 3).

<b>Classificazione e descrizione della probabilità di un'opportunità</b>		
<b>P=1</b>	Improbabile <10%	Scarse possibilità di ottenere un miglioramento
<b>P=2</b>	Possibile 10%<P<40%	Moderate possibilità di ottenere un miglioramento

<b>P=3</b>	Probabile 41%<P<70%	Abbastanza possibilità per ottenere il miglioramento analizzato
<b>P=4</b>	Frequente P>70%	Quasi certezza di raggiungere il miglioramento analizzato

Tab. 3 Classificazione e descrizione della probabilità di un'opportunità

La combinazione di magnitudo e probabilità restituisce il valore di rischi (Tab. 4) e opportunità (Tab. 5):

Risk assessment		PROBABILITY			
		Unlikely P = 1	Possible P = 2	Probable P = 3	Frequent P = 4
RISK SEVERITY	D = 4	R = 4	R = 8	R = 12	R = 16
	D = 3	R = 3	R = 6	R = 9	R = 12
	D = 2	R = 2	R = 4	R = 6	R = 8
	D = 1	R = 1	R = 2	R = 3	R = 4

Tab. 4 Valutazione dei Rischi

Opportunity assessment		PROBABILITY			
		Unlikely P = 1	Possible P = 2	Probable P = 3	Frequent P = 4
IMPROVEMENT POSSIBILITY	D = 4	O = 4	O = 8	O = 12	O = 16
	D = 3	O = 3	O = 6	O = 9	O = 12
	D = 2	O = 2	O = 4	O = 6	O = 8
	D = 1	O = 1	O = 2	O = 3	O = 4

Tab. 5 Valutazione delle Opportunità

La valutazione di R&O dovrebbe essere sviluppata due volte.

- Appena approciata la commessa e prima di attuare qualunque contromisura;
- Dopo aver individuato le misure di risposta, andrebbe completata valutando il valore residuo di Rischi ed Opportunità.

Qualora con la seconda analisi si ottengano dei valori ritenuti ancora alti, è possibile individuare nuove misure per mitigare ulteriormente i rischi residui e cogliere le opportunità rimaste.

Prima di redigere un'ennesima analisi va individuata una regola che limiti le iterazioni. Tanti rischi ed opportunità avranno infatti sempre un valore residuo.

Per quanto riguarda i rischi il valore limite potrebbe essere il seguente:

- $R \leq 3$ ; Accettabile;
- $4 \leq R \leq 8$ ; Tollerabile;
- $R \geq 9$ ; Inaccettabile, in questo caso è imperativo adottare delle misure per ridurlo;

Una suddivisione per le opportunità invece:

- $R \leq 3$ ; non valevole di altre azioni;
- $4 \leq R \leq 8$ ; possiede ancora un potenziale che potrebbe portare miglioramento all'Impresa;
- $R \geq 9$ ; grande possibilità di crescita per l'Impresa.

#### *3.1.4 Altri prodotti della fase di pianificazione*

Gli output della fase di pianificazione sono i documenti utili alla gestione dei rischi connessi alla commessa. Oltre a quelli citati finora ci sono almeno altri tre documenti prodotti in questa fase e poiché vengono integrati in maniera consistente durante la fase progettuale si è scelto di descriverli nel capitolo che fornisce il maggior apporto a pag.45 e seguenti.

I tre documenti sopra citati sono:

- Procurement plan;
- Construction schedule;
- Safety plan.

## 4. FASE PROGETTUALE

Durante la fase progettuale i protocolli sono utili a diminuire i rischi di improduttività. Questi sono generalmente rappresentati dal mancato rispetto di milestones temporali, dal non rispetto delle norme, dalla mancanza di qualità degli elaborati e dalla ripetizione di un lavoro.

La fase progettuale inizia con l'individuazione di un team che curerà lo studio della commessa sotto il punto di vista tecnico.

L'approccio ad un nuovo progetto è spesso di tipo collettivo. Si analizza la documentazione che si riceve dalla committenza, si approfondiscono le richieste e si risponde con un'attività di brainstorming. Inizia quindi l'attività di squadre più piccole, individuate dal Project Manager e dal responsabile dell'Ufficio Tecnico dell'azienda grazie al quale si individueranno tutte le risorse a partire dal Design Manager. Per mezzo del Project Quality Plan vengono individuate anche le mansioni precise del singolo componente del team di progettazione. La comunicazione tra le diverse discipline avviene mediante diversi sistemi a seconda della complessità e/o esigenze progettuali, per cui può avvenire tramite modelli BIM condivisi, disegni in 2d e/o 3D e lo scambio di documenti più generici.

Per un processo di qualità è importante che la gestione del modello e lo scambio di documenti avvenga seguendo una procedura attenta alla chiarezza e completezza delle informazioni che tutti ricevono.

I protocolli di condivisione dati sono contenuti nel PQP e vengono descritte nei capitoli:

- BIM Execution Plan (BEP) se è previsto un approccio di tipo BIM alla commessa;
- Document Control Plan (DCP), previsto per qualunque documento utilizzato nella fase progettuale, abbia questo solo uso interno o sia prodotto per il cantiere o il cliente.

### 4.1 BIM EXECUTION PLAN

Il BIM Execution Plan (BEP), o piano della gestione informativa, è un documento utile al controllo della metodologia BIM in termini di modellazione geometrica informativa e output.

Lo scopo del documento BIM Execution Plan è quello di illustrare gli standard concordati tra i professionisti e le procedure riguardanti uno specifico progetto sviluppato con la metodologia BIM. Le procedure sono sviluppate in accordo alle richieste del cliente, qualora presente un EIR (Employer Information Requirement), e vengono concordate all'avvio della progettazione, quando il team si riunisce per ricevere la commessa.

Il documento esplicita anche tutto ciò che potrebbe favorire la nascita di un ambiente collaborativo utile a produrre tutte le informazioni che il modello deve contenere. In particolare delinea:

- Ruoli e Responsabilità;
- Buone pratiche di utilizzo del BIM, origine, livelli e griglie;
- Metodologia, sotto forma di protocolli e procedure;
- Software utilizzati;

Gli obiettivi da perseguire con l'utilizzo di un modello BIM durante la fase di progettazione sono:

- Modellazione completa di ogni disciplina seguita da un team specializzato.
- Coordinamento dei modelli multidisciplinari e analisi delle interferenze in fase progettuale. La condivisione di modelli all'interno del team favorisce una visione olistica del progetto per tutti i soggetti coinvolti indipendentemente dalla disciplina. È il BIM Manager ad essere incaricato di sviluppare una Clash Detection (analisi delle interferenze) in momenti prestabiliti in accordo con tutti i membri del team.
- Estrazione di tavole complete di tutte le discipline dai modelli coordinati.
- Estrazione di abachi dei materiali da costruzione.
- Virtualizzazione del Progetto utile a supportare le decisioni inerenti la progettazione. Avere un modello, anche parziale, da condividere durante le riunioni favorisce la risoluzione istantanea di errori progettuali.

Il processo BIM (Fig. 18), come la maggior parte dei processi di progettazione, si sviluppa per approssimazioni successive sempre accompagnate dal BEP che definisce i contenuti minimi per passare da una fase all'altra.

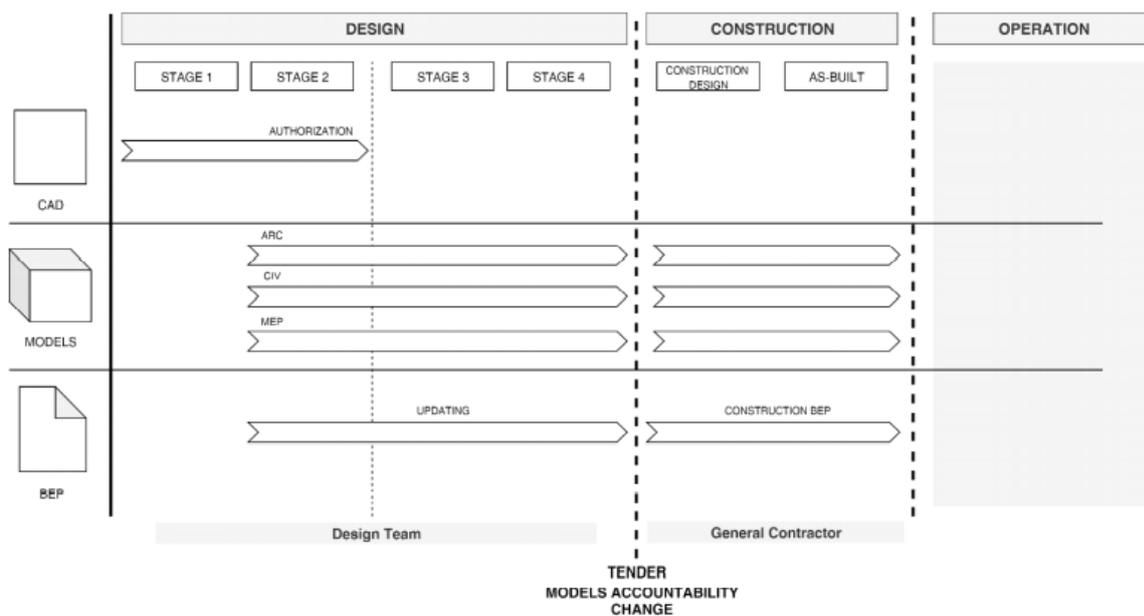


Fig. 18 Fasi del processo BIM

Individuate le fasi, si individuano i nomi dei responsabili delle aree di progettazione che monitoreranno l'avanzamento del modello BIM e la frequenza con cui si incontrano. La fase di coordinamento con le altre discipline coincide con il momento in cui i responsabili aggiornano il documento "Implementation List", all'interno del quale sono elencati gli stati di avanzamento del lavoro sul modello e le principali modifiche effettuate rispetto all'ultimo aggiornamento. Il documento interno è redatto per i progettisti e i modellatori, così che tutto il gruppo sia a conoscenza dello stato di avanzamento dei lavori.

La metodologia BIM è basata sulla condivisione di modelli mediante un ambiente digitale organizzato. È importante che tutti i progettisti coinvolti conoscano le procedure per la condivisione dei dati, siano esse consegne interne o rivolte al cantiere o cliente (Fig. 19).

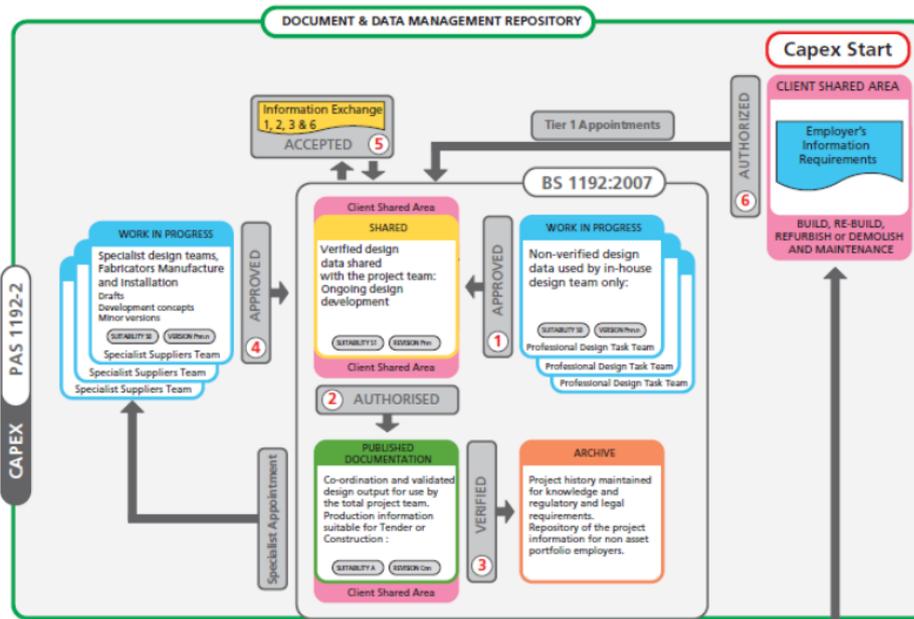


Fig. 19 Gestione delle informazioni in accordo con PAS1192:2

Il livello di sviluppo (LOD) è una caratteristica di riferimento utile a migliorare la qualità della comunicazione all'interno di un ambiente di progettazione BIM ed esplicita le proprietà degli elementi di un modello.

Per LOD si intende il livello di sviluppo di un'istanza appartenente ad un modello BIM. Il livello di sviluppo è legato sia alla modellazione dell'oggetto sotto il punto di vista geometrico (LOG) che alla quantità di informazioni (LOI) che l'istanza possiede (Fig. 20).

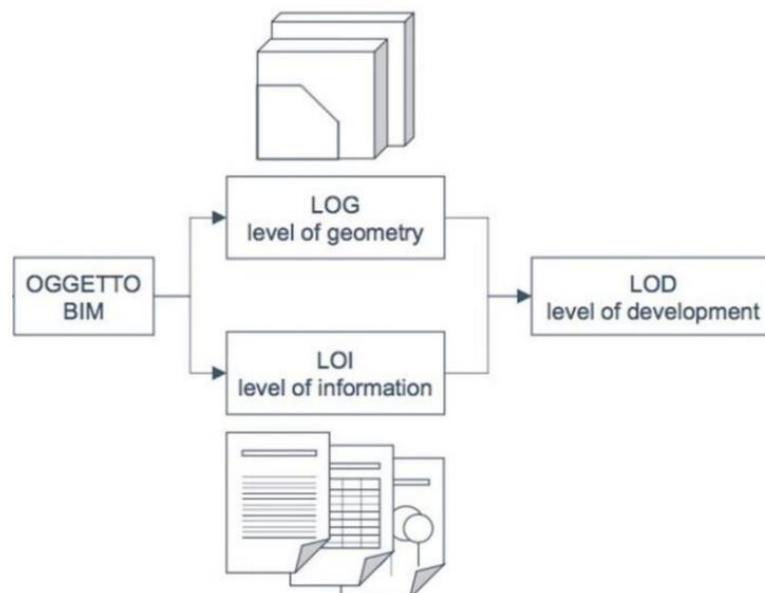


Fig. 20 Definizione di LOD

Il livello di approfondimento delle caratteristiche delle istanze del modello fa riferimento ai LOD individuati dall'American Institute of Architects (AIA) nel E202-2009 BIM and Digital Data Exhibit e aggiornati nel 2013.

Il riferimento è il seguente (Fig. 21):

<b>Project Phase</b>	<b>LOG (Graphic)</b>	<b>LOI (Informative)</b>	<b>Author</b>
Stage 2 - Preliminary Design	200	200	Design Team
Stage 3 - Developed Design	300	200	Design Team
Stage 4 - Tender Design	300/350*	300/350*	Design Team
Construction Design	350/400	400	General Contractor
As-Built	350/400	500	General Contractor

*Fig. 21 Livelli di dettaglio associati alle fasi progettuali*

Uno dei vantaggi della metodologia BIM è la possibilità di individuare le interferenze che nascono nel progetto prima dell'arrivo in cantiere delle maestranze. Già durante la fase di progettazione vengono analizzate scrupolosamente tutte le interferenze che vi sono all'interno del modello (es. parte impiantistica con parte edile) tramite la procedura di Clash Detection.

La procedura di Clash Detection viene suddivisa in due stage:

- Interna, analizza le interferenze tra elementi appartenenti alla stessa disciplina (architettonico, MEP, strutturale, ecc..) ed è solitamente a cura del BIM Coordinator.
- Multidisciplinare, una volta uniti i modelli di tutte le discipline il BIM Manager esegue un'analisi delle interferenze tra oggetti per verificare la corretta progettazione.

Entrambe le fasi di Clash Detection producono un output, ovvero un documento all'interno del quale sono descritte le azioni migliorative da intraprendere.

La metodologia BIM sicuramente favorisce le analisi di tipo Clash Detection, ma è importante specificare che il team di modellatori e progettisti ha lo scopo di sviluppare un modello coordinato costruibile in tutti i componenti fondamentali.

Non sempre in cantiere è possibile seguire pedissequamente le istruzioni contenute nel modello esecutivo, come ad esempio, nel caso in cui le dimensioni di un componente vetrato (prodotto sulla base degli elaborati grafici a contratto e a progetto esecutivo) non rispettino la forometria delle chiusure verticali eseguita dalle maestranze in cantiere. Per questo motivo non sempre è utile sviluppare una metodologia di lavoro in fase progettuale improntata al Clash Free (mancanza di interferenze).

A seconda degli obiettivi del progetto, risulta più produttivo valutare gli elementi modellati nel contesto generale piuttosto che andare ad analizzare le singole interferenze. Quindi, individuate le interferenze queste andranno divise dal team di progettazione in categorie. La categorizzazione avviene seguendo le regole descritte nel BEP. Di solito sono individuati tre livelli di interferenza (Fig. 22):

- Livello 1, rientrano in questa categoria le interferenze che si pensa possano rappresentare un serio problema per la realizzabilità dell'opera, in quanto tali le azioni

correttive dovrebbero essere intraprese il prima possibile. Esempi di queste interferenze sono:

- Strutture compenetranti elementi edili, quali ad esempio porte o finestre;
- Compenetrazione degli elementi impiantistici con elementi strutturali,
- Compenetrazione dei generatori con altri elementi strutturali o edili;
- Livello 2, sono comprese in questo livello altre interferenze da risolvere già in fase progettuale. Alcuni esempi di questo tipo di interferenza:
  - Controsoffitti troppo bassi per accogliere gli impianti;
  - Interferenze tra le discipline impiantistiche;
  - Elementi di distribuzione degli impianti che coincidono con elementi edili, porte o finestre;
  - Arredi fissi che compenetrano strutture o opere edili.
- Livello 3, tutte le interferenze rientranti in questa categoria sono imprecisioni di modellazione considerate fisiologiche. La loro risoluzione rappresenterebbe sicuramente un miglioramento del modello ma non modificherebbe la realizzabilità del progetto. Classici esempi sono:
  - Elementi di distribuzione impiantistica secondaria (ad esempio le cassette di derivazione dell'impianto elettrico) che intersecano partizioni verticali.
  - Sovrapposizione degli elementi isolanti degli impianti nel passaggio da condotte primarie a secondarie.

<i>Interference Classification</i>	<i>Definition</i>	<i>Colour</i>	<i>Priority</i>
Level 1	Critical interferences in the design and construction process		High
Level 2	Significant interferences in the design and construction process		Medium
Level 3	Interferences which impact is not considered invalidating for the construction process		Low
N/A	False positives, caused, for example, by imperfections in the Software setting		None

*Fig. 22 Classificazione delle interferenze*

Un esempio di scheda che individua un'interferenza nel modello condiviso tra modellazione strutturale ed impiantistica di livello 3 (Fig. 23).

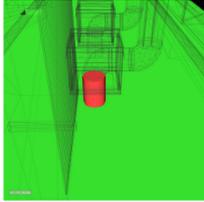
	Nome	Interferenza2
	Distanza	m
	Gruppo di interferenze	Level 3 : Holes in the slab for duct risers
	Stato	Approvato
	Punto di interferenza	291475.036m, 4627944.299m, 64.165m
	Data creazione	2020/8/6 16:06
<b>Elemento 1</b>		
Element ID	5183816	
<b>Elemento 2</b>		
Element ID	497840	

Fig. 23 Esempio di Clash Detection. Interferenza tra solaio e condotta

Lo spazio in cui le informazioni contenute nel modello vengono condivise tra progettisti, cantiere, cliente e subappaltatori è detto Common Data Environment (CDE).

Il CDE è l'unica fonte di informazioni utilizzata per raccogliere, gestire e diffondere la documentazione, il modello grafico e le informazioni non geometriche dall'intero team di progetto (ovvero tutte le informazioni di progetto create in un ambiente BIM o in un formato dati convenzionale). La creazione di questa singola fonte di informazioni facilita la collaborazione tra i membri del team di progetto e aiuta a evitare duplicazioni ed errori.

Un esempio tipico di CDE è BIM360 il cui funzionamento verrà approfondito nel caso studio (pag. 124).

Con lo scopo di facilitare la consegna del modello al cantiere e al committente, il team di progettazione prepara un documento detto Model Reading Manual (manuale di lettura del modello) il quale comprende i seguenti punti:

- Software utilizzato per la progettazione,
- Formato dei file condivisi,
- Nomenclatura all'interno del modello e dei prodotti,
- WBS del modello,
- LOD, LOG e LOI (Level of Development, Geometry e Information)

Questo documento rappresenta la sintesi tra BEP e EIR, poiché indica come il team di progettazione ha risposto alle richieste del cliente in merito alla modellazione BIM.

## 4.2 DOCUMENT CONTROL PLAN

Il documento che contiene le linee guida sulla gestione dei documenti, fisici o virtuali, è chiamato Document Control Plan (DCP). Fornisce il percorso per ciascuna delle diverse operazioni che coinvolgono un documento:

- Aggiornamento;
- Archiviazione;
- Eliminazione.

Le istruzioni contenute del DCP dovrebbero essere seguite ogni qual volta le persone interessate a operare su un documento siano più di una. Il rispetto delle procedure serve a garantire a ciascuna delle persone interessate che, quando ne avranno bisogno, potranno accedere al documento in maniera puntuale e facile.

Oltre ad indicare le modalità operative di gestione delle varie azioni, specifica anche i contenuti minimi, le caratteristiche che il documento deve possedere e la loro formattazione.

Infine, sono individuati i momenti nei quali una figura detta Document Controller esegue le verifiche di conformità dei documenti e la correttezza dei contenuti, sempre strettamente legate alle sottomissioni verso la committenza.

In tutto il processo edilizio vengono prodotti molti documenti, ognuno col proprio scopo e i propri contenuti. Possono essere divisi in quattro macrocategorie:

- Procedure operative aziendali;
- Procedure operative della commessa;
- Moduli;
- Tavole.

Il Document Control Plan redatto in fase progettuale detta solo le linee guide utili alla redazione delle ultime tre categorie, mentre le procedure operative aziendali arrivano dal IMSM.

La consultazione dei documenti deve essere veloce ed intuitiva, per questo l'identificazione di ogni documento deve essere immediata. Nei documenti riguardanti le procedure operative nella prima pagina vanno inserite tutte le informazioni utili a identificare in maniera univoca un documento:

- Titolo;
- Funzioni;
- Responsabili del documento;
- Data di invio (sottomissione);
- Verifiche ed approvazioni;
- Data dell'ultima revisione;
- Data dell'ultima approvazione.

Mentre per i Moduli e tavole, tipicamente composti da una sola pagina, sarà il testalino a contenere tutte le informazioni utili a identificare il documento:

- Titolo;
- Riferimento al documento contenente la procedura, se presente;
- Loghi delle aziende, committenza, impresa, specialisti etc.;
- Nome del redattore;
- Data di compilazione e di approvazione;
- Revisione.

Analogamente a quanto accade per la copertina il contenuto del documento deve essere quanto più standardizzato possibile, così che una volta individuato dove siano racchiuse le informazioni ricercate queste siano facilmente estraibili.

Tutti i documenti dovrebbero avere quindi un indice simile al seguente:

1. Scopo, dichiarazione dell'obiettivo della procedura e campi di applicazione
2. Riferimenti, elenco dei documenti a cui si fa riferimento, sia standard normativi che documenti interni;
3. Definizioni, elenco dei termini e delle abbreviazioni utilizzate;
4. Procedura Operative, descrizione delle attività per completare la procedura descritta nel documento e i responsabili di tale attività.
5. Allegati, tutti gli elementi grafici utili a chiarire il contenuto della procedura.

La modifica di un documento può coincidere con l'aggiunta, la modifica o l'eliminazione di informazioni e nasce dalla volontà di adeguare una procedura alle richieste contrattuali. È necessario definire le responsabilità di un processo e descrivere un'attività perché tutto lo staff ne sia a conoscenza. Nel momento in cui il soggetto approccia il documento da modificare deve essere sicuro di aver collezionato tutte le informazioni riguardanti il documento, in particolare l'obiettivo per cui era stato redatto in modo da non modificarne l'efficacia.

Una volta ultimate le modifiche, il prodotto viene consegnato al Document Controller (DC). A seguito delle verifiche del DC, che comprendono sia il contenuto che la formattazione, il documento potrà essere inviato al cliente per l'approvazione (se necessario/richiesto alla committenza) e inserito nella lista di documenti, contenuta nel Project Quality Plan, a cui far riferimento durante la commessa. Qualora il documento sia già presente verrà aggiornato.

Una buona pratica consiste nel ritenere valido un documento fino al suo aggiornamento con versioni successive o alla sua eliminazione, ma può succedere che un documento venga redatto per avere un valore limitato nel tempo.

Una volta aggiunto alla lista del PQP il documento verrà archiviato in modo che possa essere consultato da tutti i soggetti interessati e possa fare da riferimento.

Di seguito sono esemplificate le procedure per le revisioni di un processo di progettazione che avviene in due sedi separate con server parzialmente condivisi:

*“Come regola generale le revisioni di un file si indicano con un suffisso **\_r.r'**”.*

*La **r** indica una revisione ufficiale o definitiva del file, la **r'** indica una revisione interna.*

*Il suffisso **WIP** (es. **\_0.1 WIP**) indica che il file è in lavorazione da un utente (work in progress) in modo da evitare che venga scambiato per un file definitivo. Inoltre, il suffisso serve a identificare un file tra le più sedi aziendali (es. ufficio di progettazione e cantiere) come in lavorazione per evitare che venga aperto contemporaneamente da due utenti in sedi diverse e poi salvato su entrambe i server generando copie di conflitto*

*Come esempio un ipotetico sviluppo di un file potrebbe essere: **example\_0.1 WIP** (file in lavorazione da un tecnico), diventa **example\_0.1** quando si passa per revisione al supervisore. Diventa poi **example\_0.2** a seguito dei commenti interni per poi diventare **example\_1.0** in*

*versione ufficiale definitiva (da scambiare con il cliente, fornitore o semplicemente per rimanere interno). Il percorso può poi continuare (example\_1.1 e così via).*

*Per far sì che questa procedura non complichì il lavoro ma lo semplifichi, limitando i possibili errori, queste regole devono essere rispettate con buonsenso.”*

Il Document Control Plan oltre a definire standard e procedure per creare un flusso di lavoro efficiente descrive per ogni processo, relativi ai documenti, il flusso delle informazioni e gli standard grafici. Analizza, inoltre, la gestione dei server e le cartelle che contengono i file.

Di seguito vengono specificate le procedure operative esemplificative legate alle principali attività dei vari dipartimenti, relative quindi al corretto utilizzo e flusso di lavoro all'interno delle differenti cartelle progettuali. In particolare, saranno analizzati:

- Minute of Meeting (MoM)
- Request For Information (RFI)

#### *4.2.1 Minute of Meeting (MoM)*

Per monitorare lo stato di avanzamento vengono organizzate periodiche riunioni tra i soggetti interessati alla realizzazione dell'opera. È importante tenere traccia di ciò che scaturisce da questi incontri e per farlo si possono compilare le Minute of Meeting.

Gli incontri si dividono in tre categorie:

- INTERNA  
Devono essere redatte per i meeting interni rilevanti. Il modulo è utile a valutare lo stato di avanzamento di lavoro, le consegne future e le figure responsabili di quelle operazioni.
- ESTERNA  
Devono essere redatte per tutte le riunioni con il cliente, sub contractor e si utilizzano per tenere traccia delle comunicazioni.
- SUPPLIER  
Devono essere redatte per gli incontri rilevanti con i fornitori, utilizzate per chiarire le scadenze e i prezzi di una fornitura.

Il modello deve essere quanto più uniforme così che chi consulta la minuta è in grado di individuare facilmente le informazioni.

Tutti i partecipanti ad una riunione dovrebbero compilare il modulo, l'unione dei moduli verrà archiviata per memoria dell'incontro (Fig. 24).

La minuta archiviata viene anche inviata dal responsabile a tutti i partecipanti della riunione.

	Invio:	mail
	Mod:	GE_VBR
	Doc:	GE_VBR.01_201110
	Pag.	1/3

codice commessa	committente	oggetto	luogo
TED20146	Consorzio INTEGRA	Meeting Tecnico – Politecna Europa/Fagioli	Web - Microsoft Teams
numero verbale	data riunione	RCO	Redatto da
05	10/11/2020		MG

## VERBALE DI RIUNIONE

### Partecipanti:

n:	Società:	Persona:	Ruolo:
1	Politecna Europa	Veronica Paddeo (VP)	Resp. Uff. Gare OEPV
2	Politecna Europa	Martina Gallo (MG)	Coord. Gara
3	Politecna Europa	Alberto Roasio (AR)	Tecnico
4	Politecna Europa	Emanuele Lavecchia (EL) Elia Lupo (LE) Ilaria Facciolla (IF) Chiara Ferrario (CF)	Tecnici
5	ACMAR Scpa	Roberto Sabatini (RS)	Analisi
6	ARCO	Mauro Valinotti (MV)	Commerciale
7	Sinergo	Carlo Parmigiani (CP)	Commerciale
8	Fagioli SpA	Stefano Manghi (SM)	Commerciale
9	Fagioli SpA	Alessandro Aleotti (AA)	Commerciale

### Argomenti:

N.	Descrizione:	Rif. Doc.	REV.	data
1	SM comunica di aver letto al documentazione inviata da Politecna. Conferma che gli strand jack non hanno limiti di numero e di sollevamento pesi, ma che al momento non può assicurare che non ci siano limiti riguardanti la tenuta delle teste di pila.			
2	VP chiede se, nel caso di aggiudicazione dell'appalto, loro sarebbero in grado di fare questi calcoli o se fosse necessaria un ulteriore figura.			
3	SM conferma che Fagioli darebbe le informazioni riguardanti le azioni che interesserebbero la testa di pila (vento, eccentricità, sollevamento carichi) ad uno strutturista.			
4	VP comunica quindi che in relazione verrà specificato che l'analisi effettiva sarà effettuata da uno strutturista e dal team di Fagioli.			

Fig. 24 Estratto di Minuta di Meeting, Partecipanti e discussione

	Invio:	mail
	Mod:	GE_VBR
	Doc:	GE_VBR.01_201110
	Pag.	3/3

<i>codice commessa</i>	<i>committente</i>	<i>oggetto</i>	<i>luogo</i>
<b>TED20146</b>	<b>Consorzio INTEGRA</b>	<b>Meeting Tecnico – Politecna Europa/Fagioli</b>	<b>Web - Microsoft Teams</b>
<i>numero verbale</i>	<i>data riunione</i>	<i>RCO</i>	<i>Redatto da</i>
<b>05</b>	<b>10/11/2020</b>		<b>MG</b>

<b>N.:</b>	<b>Resp.:</b>	<b>Azioni:</b>	<b>Tempi:</b>	<b>Note:</b>
1	Politecna	Invio file excel braccio gru/peso conci Invio considerazioni carrelli	10/11/20 11/11/20	Entro la giornata lavorativa
2	Fagioli SpA	Invio documentazione tecnica	11/11/20	Entro la mattinata

**Prossima riunione:**

<b>Oggetto:</b>	<b>Data/Ore:</b>	<b>Luogo riunione:</b>
Verbale redatto da: arch. Gallo (Politecna Europa srl)		TBD

Fig. 25 Estratto di MoM, Azioni concordate

#### 4.2.2 Request For Information (RFI)

Le RFI vengono emesse verso il cliente per richiedere informazioni, sono protocollate ed archiviate.

Nel momento in cui si riceve la risposta, questa viene archiviata assieme alla RFI (Fig. 27 e Fig. 28).

Utilizzare un modulo standard favorisce la chiarezza e l'uniformità, se utilizzato con criterio può migliorare significativamente la comunicazione tra le parti (Fig. 26).

Commissa	XXX_XXX		
Lavori	Riqualificazione Immobile Ex Poste PIAZZA RAGGI GE		
Committente	IREN SPA		
RTI			
OGGETTO		RFI N°	
XXXXX		C001	
Redatto da	.....		
Data	.....		
Distribuzione	C.a.	e-mail	Azione Info
	X		
	X		
	X		
	X		
	X		

RICHIESTA PER INFORMAZIONE	
<p><b>Domanda</b></p> <p>Proposta alternativa al telo bentonitico.            CRISTAL MIX, miscelato in opportuno dosaggio nel cls, offre i seguenti vantaggi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- elimina la necessità di proteggere le forometrie dei fioretti da fare sopra la bentonite</li> <li>- garantisce la tenuta tenendo conto che la bentonite, così come prevista a progetto senza cappa di magrone superiore, potrebbe essere danneggiata durante la posa dell'armatura e degli impianti</li> <li>- garantisce semplicità di posa in quanto i cristalli vengono miscelati con il cls direttamente nella betoniera</li> <li>- notevole risparmio di tempo in quanto con un unico getto si eseguono due lavorazioni</li> <li>- eliminazione dello spazio di stoccaggio del telo bentonitico di cui sono stimati almeno 110 colli, sfruttabile quindi per altri materiali e/o lavorazioni</li> </ul> <p>Si richiede approvazione.</p> <p>ALLEGATI: XXXXXX</p> <hr/> <p>Il presente documento garantisce l'invarianza dei tempi e dei costi previsti in appalto</p> <hr/> <p>Redatto da:</p> <p>Risposta attesa entro il:</p> <p>15 gg dall'emissione dell'RFA</p> <p>Importanza: <input type="checkbox"/> ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BASSA</p>	<p><b>Risposta</b></p> <p>XXXXXX</p> <hr/> <p>Destinatario:</p> <p>Data:</p>

Fig. 26 Richiesta di informazione

Client Ref.: xxx	Doc. Nr:
Project Ref.: XXX	Revision: 1,3
Clarifications By:	Release Date: 31-7-2020
	Release By: RTR
	Rev. Date: 31/07/2020

RFI No.	Discipline	For Attention of	Document Ref.	Document Title	Section / Page Ref	Information Required
1	Shell & Core and Fit-Out Works	MAE	Overall			The code "ROM1" (used for naming and numbering of documents) refers to the whole Project object of the Tender or only to the Data Centre facility #01 (among of a total of 6)?
2	Shell & Core and Fit-Out Works	IX	Overall			A "Mid Tender Interview" is scheduled on 13/08/2020. We wonder if it could be possible to anticipate it in July (i.e. 24/07/2020) in order to gain precious time for our proposal preparation.

Fig. 27 Registro delle Informazioni richieste

RFI Total	137
Open	1
Closed	136
Overdue	0

number of selected rows => 137

	Requested by	Author	Raise Date	Response Due	Response Rec'd	Status
From the start we have used ROM1 for the total, but the actual first facility is called ROM1	T2		29-06-20			Closed
That is not possible, but RFI's can be raised to answer your questionnaires	T2		29-06-20			Closed

Fig. 28 Registro delle risposte ricevute

### 4.3 I PRODOTTI DELLA PROGETTAZIONE

Oltre alle tavole per la realizzazione dell'opera sviluppate in conformità agli standard contenuti nel Document Control Plan, la fase progettuale è anche il momento in cui vengono redatti altri documenti:

- Risk Management Plan;
- Health and Safety;
- Procurement Plan.

#### 4.3.1 Risk Management Plan

Il Risk Management Plan (RMP) è un documento che definisce come i rischi siano considerati, monitorati e controllati. Inoltre, descrive gli strumenti che il team di progettazione e le squadre di cantiere utilizzeranno per raggiungere gli obiettivi del progetto in maniera efficiente in termini di costi e tempi minimizzando i rischi.

Nel documento sono racchiuse le strategie preliminari per la gestione dei rischi del progetto, così come le metodologie per identificare e tracciare gli eventi non previsti che potrebbero verificarsi durante il corso della commessa, specificando come analizzare e registrare questi eventi.

L'analisi di rischi preliminare spesso è guidata dal Risk Register, un elenco di rischi che l'impresa ritiene probabili o che si sono già verificati in altri progetti (Lesson Learned).

I processi descritti per l'approccio e la gestione dei rischi fanno riferimento agli standard del libro A Guide to the Project Management Book of Knowledge (PMBOK) pubblicato da The Project Management Institute.

Il PM del progetto è la figura che ha la responsabilità per la gestione e l'esecuzione del Project Risk Management e i suoi aggiornamenti. Lo scopo del RMP è di descrivere la metodologia per identificare, tracciare, mitigare i rischi annessi al progetto.

Il documento esordisce individuando le figure professionali incaricate della gestione dei rischi.

Come accennato nel capitolo 2, il documento viene impostato già durante la fase di redazione dell'offerta, ma viene utilizzato anche successivamente e, soprattutto, viene implementato a mano a mano che la conoscenza e la comprensione del progetto aumenta.

Il Risk Management Plan descrive come, durante lo sviluppo del progetto, vadano gestiti i rischi, concentrandosi sull'identificazione di quelli che potenzialmente potrebbero incidere

sull'avanzamento del lavoro e viene eseguito con il fine ultimo di mitigarne gli effetti o eliminarli prima che si possano materializzare in ostacoli.

La chiave per un processo di gestione dei rischi efficiente è possedere un database di rischi completo. Aggiornandolo periodicamente e consultandolo con l'avanzare della commessa, l'impresa, avendo una memoria storica di gestione dei medesimi rischi, ha già gli strumenti utili per affrontare il rischio in maniera efficiente.

Qualora il rischio non si fosse presentato in commesse precedenti, il Project Manager, con il responsabile dell'area nel quale il problema si verifica, cerca una procedura utile alla gestione dello stesso e provvede ad aggiornare il database.

Per individuare la strategia migliore per la gestione del rischio può fare riferimento al processo di seguito descritto, contenuto nel RMP.

Il processo contenuto nel Risk Management Plan è uno strumento di pianificazione che descrive le macro attività utili a completare un percorso di gestione del rischio.

I passi da svolgere sono parte di un flusso di lavoro organizzato e basato sulla comunicazione dei soggetti coinvolti e si articolano come segue:

- Step 1: IDENTIFY, identificare;
- Step 2: ANALYZE, analizzare;
- Step 3: PLAN, pianificare;
- Step 4: IMPLEMENT RESPONSE-MITIGATION PLAN, implementare una metodologia di risposta;
- Step 5: TRACK AND CONTROL; tracciare e controllare.

Nelle fasi iniziali del progetto la metodologia di gestione dei rischi nasce da un colloquio di tutta la squadra coinvolta nel progetto. In questo modo si individuano e classificano tutti i rischi del progetto.

Le principali misure utilizzate per la definizione della metodologia sono:

- Identificazione del rischio che il team ritiene poter influire sul risultato positivo del progetto;
- Analisi dei rischi. I rischi sono caratterizzati sia in maniera qualitativa che quantitativa. Questa analisi è utile a classificarli dando priorità ai rischi maggiori, indicando delle contromisure per la mitigazione e la misura degli elementi a rischi. Gli strumenti e le metodologie usate nell'analisi potrebbero includere la consulenza di esperti e "*root cause analysis*" (analizzare gli effetti partendo dalle cause).
- Impatto dei rischi. Il valore del rischio è indicato come low, medium o high ed è il prodotto dell'impatto dei rischi valutati precedentemente e la probabilità che essi si materializzino nel progetto. Il valore va definito per tutte le conseguenze che esso può avere, in termini di tempo, costi, qualità e sicurezza.
- Valutazione quantitativa. Qualora accada che il rischio provochi conseguenze in termini di tempi o costi, ciò va registrato.

- Mitigazione dei rischi e registrazione delle azioni.
- Livello di autorità, individuato il rischio, il suo valore e delle ipotesi di mitigazione si interpella il responsabile del rischio.

Le analisi sviluppate in precedenza saranno raccolte nel Risk Register che conterrà quindi:

1. Rischi identificati;
2. Analisi quantitativa e qualitativa del rischio;
3. Attività correttive;
4. Matrice di rischio

Un esempio di rischi identificati per un cantiere di un canale di un sottopassaggio urbano può essere il seguente:

- Incidenti sul percorso per raggiungere il cantiere;
- Incendi nelle aree di cantiere;
- Interferenze con i sottoservizi.

Il Risk Register sarà infine presentato ai principali stakeholder coinvolti che valuteranno lo status dei rischi e le azioni di mitigazione.

#### *3.3.1.1 RISK MANAGEMENT REGISTER*

Un Risk Management Register (registro della gestione dei rischi), come dice il nome, è un documento utilizzato come strumento di gestione del rischio. Funge da archivio per tutti i rischi identificati e include informazioni aggiuntive su ciascun rischio, come ad esempio natura del rischio, riferimento e responsabile, misure di mitigazione. Può essere visualizzato come grafico a dispersione o come tabella.

Nei processi edilizi i tre rischi maggiori sono annessi ai vincoli di tempo, costo e qualità.

Il tempo è uno dei principali vincoli contrattuali imposti dal cliente.

La programmazione descritta al capitolo 3 rappresenta la base che viene utilizzata dai progettisti per redigere l'Execution Programme.

Una volta ultimato e approvato, l'Execution Programme sarà il riferimento utilizzato dall'impresa per verificare la discordanza tra le attività pianificate e l'effettivo andamento della commessa, così da individuare immediatamente le attività che potrebbero causare ritardi (confronto tra baseline di progetto ed effettivo andamento).

La cadenza del monitoraggio viene definita dalla tipologia di opera e dal periodo; nel momento in cui vengono svolte contemporaneamente molte attività allora aumenterà di conseguenza il numero di controlli.

In cantiere viene sviluppata una pianificazione settimanale, mentre il monitoraggio, salvo eccezioni, avviene invece mensilmente in concomitanza con i Monthly Report.

In caso di ritardo l'impresa deve individuare dei momenti in cui è possibile recuperare e monitorare il rientro nei tempi concordati (Recovery Plan).

La metodologia con cui questo avviene, così come il contenuto dei Monthly Report viene approfondito nel capitolo 5.

La performance di un progetto è misurata con la tecnica Earned Value Management (EVM)

I parametri utili alla previsione dei problemi di costi e tempi sono:

- SV - Schedule Variance [%];
- SV% - Schedule Variance (Percentage) [%];
- SPI = Schedule Performance Index [%];
- EACt = Time Estimation at Completion;
- SPI = Schedule Performance Index [%].

Tutti i parametri sono indicativi e rappresentano strumenti utili per monitorare sia la conformità dei tempi con l'Execution Programme che i valori del flusso di cassa, confrontando la congruità tra i due andamenti.

Oltre alla consegna finale uno dei vincoli temporali imposti contrattualmente potrebbe essere il posizionamento di milestones all'interno del cronoprogramma.

Ad esempio, il cliente potrebbe richiedere di ultimare alcune zone del progetto in un momento preciso per poterne usufruire prima del completamento del progetto.

L'utilizzo di milestones può anche essere una scelta autonoma dell'impresa per individuare a priori dei momenti di controllo e di fatturazione parzializzata durante l'esecuzione dei lavori.

Il secondo grande rischio da gestire è quello di sfiorare il budget imposto. Il controllo dei costi è un processo che permette di definire e valutare le performance di un progetto, confrontandole con un obiettivo predefinito, effettuando controlli tecnici, economici e finanziari fino alla consegna dei lavori.

Gli obiettivi per cui viene sviluppato questo tipo di controllo sono:

- Controllare i target raggiunti, confrontandoli con quelli imposti nella fase di programmazione e progettazione.
- Identificare la differenza tra gli obiettivi contrattuali e attivare le azioni correttive quando necessario.
- Monitorare che le risorse siano utilizzate in maniera efficiente durante la costruzione.

Le principali caratteristiche del processo di controllo sono:

- Sviluppo di un processo che integri metodi, sistemi, procedure e tecniche di contabilità coordinato con i processi di acquisto delle risorse e con la pianificazione delle forniture;
- Determinazione delle differenze tra i momenti di controllo e il valore istantaneo;
- Produzione di analisi temporali, con livelli dettaglio differenti, ai vari livelli organizzativi;
- Determinazione dei prezzi unitari delle risorse;
- Richiesta di documentazione quando necessaria;
- Effettuazioni di simulazioni nel breve periodo per favorire le analisi multicriterio tra scelte alternative.

Eeguire un controllo attento e dettagliato della produzione, produttività, uso di risorse ed efficacia è tanto più utile quanto più ricorrentemente viene fatto. Il supporto a quest'analisi con software come SAP o Primavera, che sono sempre più interoperabili con i software di modellazione 3D, aumenta molto la precisione del controllo, permettendo di verificare, in maniera quasi istantanea, la produzione e i costi confrontandoli con il tempo e il budget stanziati.

L'utilizzo corretto dei software, insieme all'utilizzo dei report, permette di monitorare le ore di lavoro, comprese quelle straordinarie, l'efficacia dei processi di lavoro, i tempi di consegna e il lavoro subappaltato, evidenziando la disponibilità o meno dell'equipaggiamento di cantiere.

Con poche azioni è possibile avere un numero di informazioni utile a capire quanto le performance effettive si discostino da quelle ipotizzate.

Per il terzo grande vincolo contrattuale, cioè la garanzia di qualità, si fa riferimento al Project Quality Plan e agli Inspection Test Plan. Il primo viene descritto a pag. 21, mentre il secondo tipo di documento è analizzato con i suoi contenuti nel capitolo 5.

#### 4.3.2 *Health and Safety*

Nei cantieri le lavorazioni possono essere particolarmente complesse. Quanto più articolato è il lavoro, tanto maggiore è la probabilità di rischi, ovvero eventi che possano ledere l'integrità fisica dei lavoratori, oltre che causare danni economici all'impresa. Per evitare le loro conseguenze e per prevenirle, è necessario individuare tutti i rischi presenti.

Di conseguenza è essenziale che tutte le persone coinvolte nei lavori siano ben consapevoli dei rischi a cui sono esposte, comprese quelli dovuti ad altre attività, svolte nelle vicinanze, che possono avere effetti su di loro.

Lo scopo del documento Health & Safety è quello di stabilire le procedure e le misure di sicurezza da adottare per prevenire gli infortuni e le malattie professionali, durante il periodo di costruzione delle opere relative al progetto, in conformità con i requisiti contrattuali del Cliente, con le leggi del Paese e con i sistemi organizzativi e le procedure di lavoro.

Le linee guida utilizzate nella redazione dell'H&S Plan sono:

- Fornire e mantenere una cultura della sicurezza in cui "Tutti tornano a casa sani e salvi".
- Non mettere in pericolo alcuna persona, proprietà o ambiente a causa delle attività lavorative.
- Fornire e mantenere luoghi di lavoro sicuri e sani e garantire che siano implementati sistemi di lavoro sicuri.

Le attività svolte in un cantiere edile sono varie e a ciascuna di esse sono connessi dei rischi che dipendono fortemente dal contesto in cui essa si svolge. Il documento viene quindi redatto per essere applicato in diversi contesti ed è pensato perché dia le regole generali da applicare, per poi essere integrato sulla base dei Method Statement, con valutazioni dettagliate dei rischi e una descrizione delle misure preventive e protettive da adottare a seconda della lavorazione.

Il Piano costituisce la base per comunicare queste disposizioni a tutte le persone coinvolte nel progetto e dovrebbe essere utilizzato come documento di riferimento da chi è coinvolto nella pianificazione e nella preparazione delle attività di costruzione.

Il piano redatto in fase progettuale copre tutte le attività svolte durante la commessa, compresi i lavori eseguiti dai subappaltatori. Durante la redazione dell'offerta vengono individuati i subappaltatori che allegano il proprio Piano Operativo di Sicurezza (POS) ai documenti consegnati al committente dell'opera.

Il General Contractor sarà garante dell'adempimento degli obblighi contrattuali di sicurezza e individua le misure di controllo del cantiere e del rispetto dell'H&S Plan all'interno dello stesso documento.

Il monitoraggio va eseguito con una cadenza quanto più fitta possibile, così da individuare le mancanze in cantiere e adottare le misure correttive necessarie per ridurre o eliminare il rischio. Durante il monitoraggio vengono compilati dei moduli:

- Report dell'ispezione
- Report degli errori individuate
- Minuta del meeting di H&S
- Schede Whistleblower (Fischietto di allarme).

La necessità di eliminare i rischi prima che si materializzino incidenti o danni alla salute è una questione di fondamentale importanza ed è responsabilità di ogni dipendente adottare un approccio positivo alla prevenzione degli infortuni. Tutti i dipendenti devono essere consapevoli di avere il dovere legale e morale di lavorare in modo sicuro e collaborare alla creazione di un ambiente di lavoro sicuro, garantendo che il proprio lavoro sia, per quanto ragionevolmente praticabile, svolto senza rischi per sé stessi o altri.

Il raggiungimento di questa consapevolezza avviene con il coinvolgimento del personale di cantiere nel raggiungimento di procedure di sicurezza significative e praticabili. L'impresa è direttamente interessata nel monitoraggio e aggiornamento delle politiche di sicurezza, ed è tenuta a garantire che i propri addetti abbiano effettuato i corsi di sicurezza sul lavoro. L'aggiornamento e la formazione degli operai possono avvenire, per lavorazioni particolari, anche in cantiere, descrivendo con l'ausilio dei Method Statement gli apprestamenti di sicurezza da adottare. Talvolta vengono effettuate delle sessioni ad hoc a seconda della tipologia del cantiere dette "Induction" nelle quali tutti gli operai vengono formati su tutte le regole del cantiere prima di averne l'accesso.

L'utilizzo di schede presenti in cantiere è utile a segnalare tutti gli incidenti e registrarli correttamente nel registro degli infortuni fornito specificamente a tale scopo (H&S Register).

Gli scopi dell'H&S sono raggiunti nel momento in cui all'interno del documento si riesce a:

- Fornire a tutti i dipendenti informazioni, istruzioni, formazione e supervisione adeguate e sufficienti per consentire loro di evitare pericoli, identificare i rischi, comprendere come questi rischi sono controllati e contribuire in modo positivo alla sicurezza e alla salute sul lavoro propria e altrui.
- Garantire un'adeguata e sufficiente valutazione dei rischi per la sicurezza, la salute e il benessere, nel rispetto della normativa vigente.

- Fornire e mantenere per tutti gli operatori strutture adeguate e adatte alla loro sicurezza, salute e benessere.

Tutti i subappaltatori analizzano, valutano e riesaminano i rischi relativi a ciascuna attività, per dichiarare la salute, la sicurezza, l'ambiente e l'emergenza, le misure per svolgere l'attività in modo sicuro. Questa valutazione del rischio farà parte del piano di salute e sicurezza e sarà discussa nelle riunioni di coordinamento.

Tutti i potenziali pericoli relativi alle operazioni di costruzione che devono essere eseguite dall'impresa o dai suoi subappaltatori devono essere sistematicamente identificati, valutati e accompagnati da azioni di controllo.

Le misure di controllo andrebbero attuate secondo la gerarchia "ESEAP":

- ELIMINATION, rimozione del rischio;
- SUBSTITUTION, sostituzione dell'attività a rischio, del materiale e dell'equipaggiamento con uno meno rischioso;
- ENGINEERING, progettazione e pianificazione dell'ambiente di lavoro, per esempio la progettazione di aree di lavoro adeguate (corrimano, illuminazione, ecc.), protezioni delle parti mobili, recinzioni, schermi antirumore, ecc ...
- ADMINISTRATIVE, procedure ed addestramento
- PPE, dispositivi di protezione individuale.

Oltre a prevenire gli incidenti, il cantiere deve essere anche pronto a gestire l'eventualità in cui uno di essi accada. Per questo tra i moduli allegati all'H&S Plan sono contenuti anche quelli per la notifica di un infortunio e quelli per la notifica di un "Near Miss" ("mancato per poco").

La documentazione e archiviazione di entrambi gli avvenimenti è utile per adottare le azioni utili affinché eventi simili non si ripetano.

La metodologia STOP, sviluppata da DuPont Safety Training Observation Program, è basata sul principio che gli incidenti siano causati da comportamenti non corretti. Poiché questi comportamenti non sicuri possono essere individuati prima che si verifichi l'incidente, e possono quindi essere corretti in anticipo, la metodologia STOP si concentra sul fornire ai manager e ai supervisori del cantiere gli strumenti per notare questi comportamenti "scorretti" e insegnare delle tecniche di dialogo utili a rendere consapevoli di cosa sia la sicurezza in cantiere.

#### 4.3.3 *Procurement Plan*

Il Procurement Plan (PP), piano di approvvigionamento, è un documento contenente tutte le misure utili ad individuare un fornitore di materiale o servizi. Nel piano sono individuate le ragioni che spingono l'impresa ad appaltare i servizi all'esterno (ad esempio movimentazione di grandi materiali con strumenti particolari) e il processo di ricerca ed individuazione dei fornitori che meglio rispondono alle esigenze progettuali.

La differenza tra un Procurement Plan ed un Purchasing Plan (piano degli acquisti) è sostanziale e coincide con la differenza tra approvvigionamento e acquisto. Il primo è un processo strategico concentrato sul processo di fornitura di prodotti e servizi, mentre il secondo è più concentrato

sulle modalità economico finanziarie con cui fornitore ed impresa si interfaceranno (es. scadenze dei pagamenti). Tendenzialmente il Purchasing Plan viene quindi incluso nel Procurement Plan.

Nella figura seguente (Fig. 29) vi è un riassunto del processo di procurement, che generalmente si articola nei seguenti punti:

- Identificazione delle necessità;
- Ricerca del fornitore;
- Creazione di una lista di fornitori;
- Richiesta di preventivo, RFQ (Request for Quotation);
- Valutazione dell'offerta;
- Contrattazione;
- Ricezione del prodotto;
- Verifica di qualità;
- Analisi della fornitura, KPI Key Performance Indicator;
- Instaurare un rapporto con il fornitore.



Fig. 29 Processo di approvvigionamento

Lo scopo del Procurement Plan è aumentare l'efficienza, l'efficacia e la trasparenza del processo di approvvigionamento. Per raggiungere questi obiettivi deve specificare come i prodotti vengono acquistati, come sono organizzate le consegne durante l'attività cantiere, comprendendo anche informazioni contrattuali e infine come verranno valutati i servizi e i prodotti dei fornitori.

La redazione di un PP avviene coordinandosi con i professionisti impegnati nella definizione della pianificazione operativa, in modo da verificare se le tempistiche ipotizzate siano realistiche. La creazione di un Procurement Plan aiuta l'impresa a pianificare le lavorazioni senza bloccare il

cantiere perché magari un materiale o un servizio non sono disponibili nel momento richiesto. Il confronto con i progettisti invece aiuta il Procurement Manager, responsabile degli approvvigionamenti, a decidere cosa comprare e in quale momento la fornitura dovrà essere presente in cantiere.

Come anticipato nel Procurement Plan sono descritte le forniture sia di materiale che di servizi; sebbene si tratti di categorie diverse e i dettagli varino, è tuttavia possibile redigere un piano di approvvigionamento unico che indichi, per ciascuna fornitura, le seguenti caratteristiche:

- Date di consegna o implementazione previste per i prodotti o servizi forniti.
- Individuazione degli standard organizzativi da rispettare.
- Una spiegazione delle metriche utilizzate per giudicare le prestazioni del fornitore.
- Il numero di fornitori coinvolti per una stessa fornitura e pianificazione delle consegne multiple (esempio getti di calcestruzzo di grandi dimensioni).
- Un allineamento dei tempi di consegna con la pianificazione del progetto.
- Identificazione del tipo di contratto che verrà utilizzato nell'affare.

Una volta individuati i contenuti minimi di un Procurement Plan, si può delineare la loro articolazione all'interno dei seguenti capitoli:

#### *4.3.3.1 Processo di approvvigionamento*

L'obiettivo del capitolo è fornire un processo utile ad acquisire prodotti, o servizi, da un fornitore, elencando i supporti tecnologici utilizzati per migliorare la gestione della pianificazione.

#### *4.3.3.2 Ruoli e responsabilità*

All'inizio della redazione è importante individuare le persone coinvolte nel progetto e chi di queste abbia potere decisionale in termini di budget e qualità. I diversi ruoli coinvolti nel processo di approvvigionamento includono:

- Project Manager il quale monitora il processo e controlla il budget, la pianificazione e i rischi del progetto.
- Procurement Manager, responsabile del controllo del processo di approvvigionamento.
- Progettisti che creano il Scope of Work (SOW, dichiarazione dei lavori contenuti nel contratto) e supervisionano i requisiti tecnici dei fornitori.
- Responsabili del contratto che forniscono consulenza e documentazione relativa ai requisiti contrattuali del progetto.
- Avvocati che aiutano nella creazione dei contratti e forniscono consulenza per eventuali requisiti legali correlati.

Lo SoW definisce i dettagli specifici del progetto e delle attività di cui esso è composto, i risultati finali attesi dal committente e i tempi per i quali un fornitore si deve impegnare a consegnare il prodotto o servizio al cliente finale e normalmente ha valenza contrattuale. Contiene anche il capitolato prestazionale con il quale scegliere i materiali da acquisire.

Lo SoW è un elemento essenziale dei processi di gestione del rischio di un'organizzazione, definendo le attività di progetto necessarie, i risultati finali e le scadenze che il fornitore deve seguire per soddisfare gli accordi presi.

Consegnare ai fornitori lo SoW concordato riduce il rischio connesso a qualità e tempistiche, assicurando che il fornitore sappia esattamente cosa ci si aspetta e quando è prevista la fornitura.

#### *4.3.3.3 Requisiti di approvvigionamento*

Nel PP vanno descritti i prodotti che s'intende acquistare, giustificandone i motivi rispondendo alla domanda "perché non è stato prodotto internamente?".

Vengono prodotte delle schede dette Material Sheet Submittal (MSS) per descrivere le scelte al cliente, spiegando come le scelte rispondano alle richieste del capitolato prestazionale. Una volta approvate parte la campagna di acquisto.

L'utilizzo e i contenuti delle MSS sono approfonditi a pag. 61.

#### *4.3.3.4 Pianificazione del progetto*

Nel Procurement Plan va spiegato come il progetto è stato pianificato temporalmente, descrivendo come il piano di approvvigionamenti risponda alle esigenze produttive del team di progettazione o del cantiere, specificando quando è previsto l'arrivo delle forniture.

#### *4.3.3.5 Processo di approvazione delle modifiche*

Qualora uno dei fornitori, o una sola fornitura, non venisse accettata dal cliente, le procedure per ovviare a questa perdita di tempo potranno essere reperite nel PP. In particolare, esso specifica come possono essere apportate modifiche al processo di approvvigionamento e alla documentazione.

La sezione include una spiegazione di come garantire che le modifiche siano repute necessarie, comprese e approvate da tutte le persone responsabili.

#### *4.3.3.6 Controllo delle forniture*

L'obiettivo di questa sezione è garantire che le forniture soddisfino le garanzie in termini di qualità e di tempo che l'impresa ha dato al cliente. Le tecniche di gestione delle forniture includono:

- I criteri di selezione dei fornitori in base all'analisi dei costi e dei rischi;
- SoW che delinea la tempistica del progetto, le scadenze e i requisiti di conformità;
- Indicatori Key Performance Index (KPI, indici di prestazione) per misurare la qualità del prodotto o del servizio;
- Riunioni di progetto regolari;
- Definizione della giurisdizione legale competente. Tutti i requisiti legali per il progetto dovrebbero essere identificati per garantire che l'azienda e il fornitore rispettino le leggi. I requisiti legali dovrebbero anche essere chiaramente identificati per garantire che tutte le parti interessate ne siano a conoscenza e non violino la legislazione.

#### 4.3.3.7 Metodi di pagamento (Purchasing Plan)

Nel Procurement Plan devono essere identificati i diversi metodi di pagamento e le valute che verranno utilizzate, indicando anche se i pagamenti saranno dilazionati, le scadenze delle fatture e se saranno presenti penali in caso di mancato pagamento.

#### 4.3.3.8 Gestione del rischio

Lavorare con un fornitore esterno introduce nuovi rischi per un progetto, di natura diversa dai rischi annessi alla produzione interna. Nel PP vengono descritte le misure di gestione di questi nuovi rischi, tra cui:

- Tolleranze;
- Probabilità;
- Magnitudo del Danno;
- Processi di revisione e approvazione dei requisiti.

Il Procurement Plan offre numerosi vantaggi e tutele all'impresa che subappalta la fornitura di materiali o servizi. Questo elenco serve a raggruppare e riordinare i principali vantaggi connessi all'utilizzo del PP:

- Aumenta la trasparenza e la prevedibilità del processo di approvvigionamento.
- Consente di determinare in anticipo eventuali esigenze di personale aggiuntivo, inclusa l'assistenza esterna che potrebbe essere necessaria per impostare i prodotti o servizi.
- Confronta le prestazioni del cantiere reale con le attività pianificate e la tempistica. Il costante monitoraggio dello stato di avanzamento dei lavori permette di coordinare le forniture in modo da non congestionare il cantiere.
- La pianificazione degli acquisti offre a tutte le parti interessate l'opportunità di discutere i requisiti che ritengono necessari.

Le informazioni contenute nel Procurement Plan possono essere raccolte in database digitale facilmente aggiornabili e condivisibili con il cantiere.

Di seguito viene riportato un esempio di Procurement Plan sviluppato per la realizzazione di una metropolitana.

Le prime colonne indicano il codice identificativo, il luogo (stazione) finale, la WBS e una descrizione dell'attività (Fig. 30).

	Id Code	Station	WBS1	Activity
1		Station 1	PL-1-1-1.1	Granite Flooring; Concourse & Platform - Slabs
2		station 2	PL-1-1-1.1	Epoxy Floor (Bicycle Room)
3		Station 3	PL-1-1-1.1	Granite Flooring; Concourse & Platform - Slabs
4		Station 4	PL-1-1-1.1	Info Band - GLASS
5		Station 5	PL-1-1-1.1	Granite Flooring; Concourse & Platform - Slabs
6		Station 6	PL-1-1-1.1	Granite cladding - Emergency Stair

Fig. 30 Ordine, Luogo e WBS

Il successivo gruppo di colonne (Fig. 31) individua le quantità e, se presente, rimanda al campione utilizzato per la scelta del materiale, l'unione di materiali diversi genera un modello in scala 1:1 del componente edilizio (*Mock-Up* pag. 73).

Quantity	Unit	Sample
223,3	m <sup>2</sup>	n00X
168,12	m <sup>2</sup>	n00Y
3,3	m <sup>2</sup>	n00Z
59,4	m <sup>2</sup>	n00X
85	m <sup>2</sup>	n00X
194,57	m <sup>2</sup>	n00X

Fig. 31 Quantità ordinate

Nel procurement Plan sono individuati i fornitori con i quali è stato raggiunto un accordo per la consegna dei materiali. Talvolta i fornitori di materiale e servizi sullo stesso elemento non coincidono. Nell'esempio riportato il materiale è acquistato dal General Contractor e affidato grezzo al Subappaltatore. Il subcontractor, necessitando di lavorazioni di finitura del materiale, si rivolge a degli specialisti, inserendo l'impresa incaricata delle finiture (indicata con un numero nella fig. 32) tra i fornitori.

General Contractor Supplier	SubContractor Supplier	Contract
AAA	111	N/A
BBB	222	N/A
CCC	333	N/A
DDD	444	N/A
EEE	555	N/A
FFF	666	N/A

Fig. 32 Fornitore, tipologia di fornitura e contratto

Anche il monitoraggio dell'ordine è contenuto nel foglio Excel finora analizzato. In particolare, è evidenziato il momento in cui questo è stato emesso e se la tempistica rispetti le scadenze imposte.

Con i colori è indicato lo stato dell'ordine:

- Verde, le operazioni di ordinazione sono completate;
- Giallo, si è conclusa la fase di contrattazione;
- Arancione, una fornitura che andrà ordinata;
- Azzurro, le forniture che arrivano dal General Contractor.

La pianificazione degli ordini fa riferimento al cronoprogramma delle lavorazioni e al piano di montaggio.

Data Emissione Ordini		
Numero Ordine/ Order Number	U.A./ Purchase Order Issuing Date	Pianificazione Emissione Ordini U.A./ Deadline For Order Issue
0001	03/11/2017	25/12/2017
0002	-	AS PER INSTALLATION PROGRAMME
0003	03/11/2017	25/12/2017
0004	-	AS PER INSTALLATION PROGRAMME
0005	03/11/2017	25/12/2017
0006	03/11/2017	AS PER INSTALLATION PROGRAMME

Fig. 33 Stato dell'ordine

ORDERED
CONTRACTED
TO BE ORDERED
TACKING-OVER

Fig. 34 Legenda Fig. 33

Nella tabella sono indicati i momenti in cui ci si aspetta di ricevere la fornitura, tenendo in considerazione i tempi di produzione e consegna. Questi possono essere lunghi, come per il primo ordine della Fig. 35 per il quale è stato stimato un tempo di produzione e consegna di 11 mesi. Nel momento in cui si riceve l'ordine si annota la data di arrivo per verificare che coincida con quanto preventivato e non ci siano ritardi.

Nel caso esemplificativo è stato individuato un magazzino di supporto logistico in prossimità della città in cui si interviene. La pianificazione delle consegne considera la consegna del fornitore al magazzino all'interno del quale il materiale è lavorato (se necessario e possibile) e stoccato in posizioni diverse a secondo della stazione a cui è destinato. La consegna del materiale rifinito pronto per essere posato in opera è effettuata con mezzi di dimensioni ridotte e pianificata dal capocantiere nella riunione settimanale sullo stato di avanzamento.

Production Time in Week	Shipping Time in Week	Expected Delivery Date On-site Warehouse	Actual Delivery Date On-site Warehouse
5	6	22/01/2018	19/01/2018
3	1		
4	3	19/02/2018	
3	1		15/12/2017
3	1	17/04/2018	
3	1	09/05/2018	

Fig. 35 Verifica delle tempistiche delle consegne



## 5. FASE ESECUTIVA

I prodotti della progettazione, della pianificazione e della definizione delle modalità operative si materializzano in un prodotto attraverso la fase esecutiva.

All'interno del processo edilizio, la fase esecutiva è quella che individua le fasi della costruzione dell'opera ed è la divide in due momenti:

- Realizzazione, tutte le fasi di produzione di materiali, componenti, semilavorati, prefabbricati e altri elementi del cantiere sono racchiusi in questa fase;
- Pianificazione e programmazione, contiene risorse e modalità di svolgimento delle attività in maniera da sviluppare una produttività elevata in cantiere.

### 5.1 ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

Il cantiere è un luogo di lavoro temporaneo allestito per supportare la realizzazione di un'opera. All'interno vengono svolte attività di diverso genere e in relazione alle quali potrebbero materializzarsi diversi rischi. Questi possono coinvolgere sia i vincoli contrattuali che la sicurezza del personale. Creare uno spazio sicuro e ordinato è indispensabile per lavorare con qualità e minimizzare i rischi, per questo vengono identificate delle procedure utili ad organizzare il cantiere.

L'organizzazione del cantiere nasce dalla pianificazione in termini spazio-temporali delle attività da svolgere, delle risorse umane allocate per completare le attività e delle forniture di materiale. La pianificazione della fase progettuale a sua volta è frutto delle analisi che individuano le attività, il personale, il materiale necessario e i vincoli presenti in cantiere.

La disposizione degli apprestamenti di cantiere deve essere pensata in funzione della pianificazione descritta poc'anzi, della definizione dei macchinari che supportano la realizzazione, delle dimensioni e il peso degli elementi da stoccare in cantiere, delle aree di lavorazione e dei percorsi, tutti vincoli che vanno considerati nell'organizzare il cantiere.

L'organizzazione in cantiere è, come visto, vincolata alla sua dimensione fisico-geometrica, intesa come layout di cantiere, ma è altrettanto importante l'organizzazione delle risorse umane, a chi queste facciano riferimento e che ruoli ogni persona coinvolta nella realizzazione svolga. Redigere un organigramma (Fig. 36) completo e preciso nel quale vengono individuate le relazioni tra i professionisti coinvolti è un supporto indispensabile per opere edili.

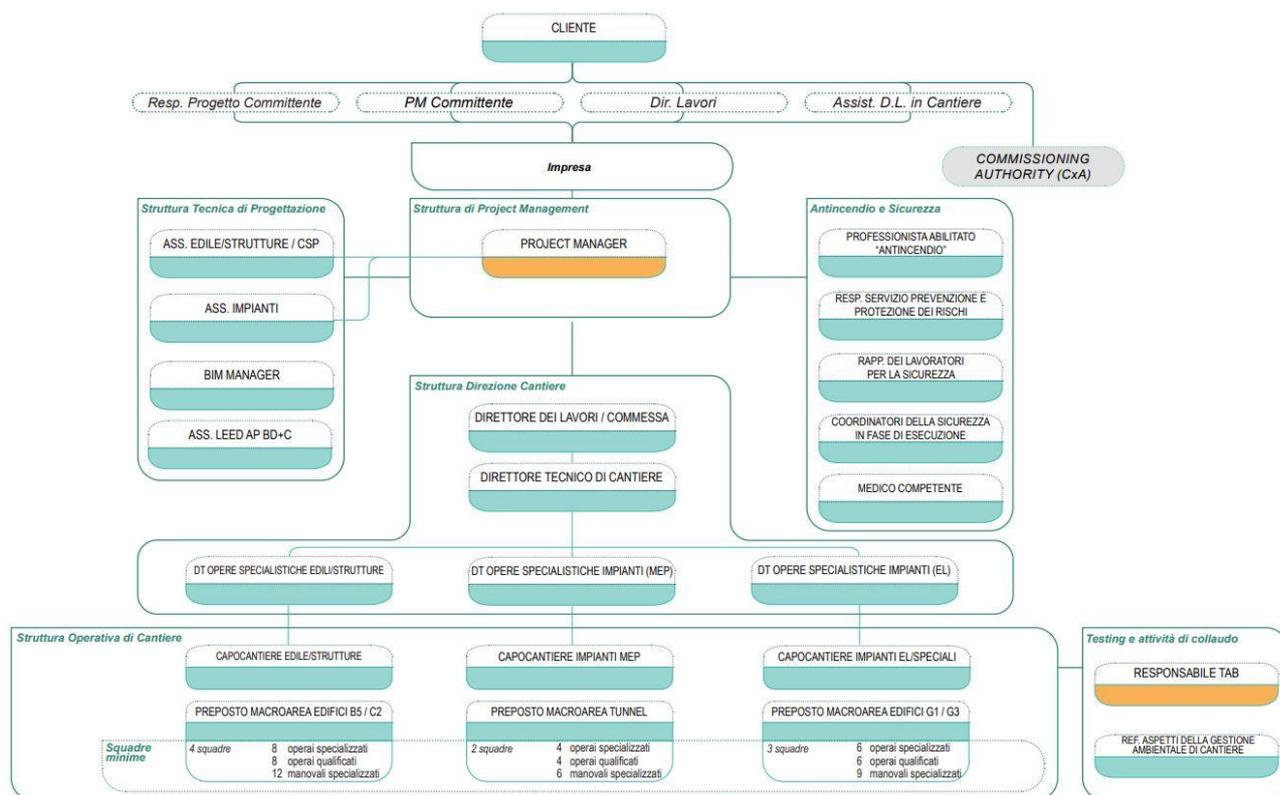


Fig. 36 Organigramma di cantiere

## 5.2 INPUT DEL CANTIERE

Il cantiere, come detto, è il momento nel quale il progetto redatto per rispondere alle esigenze di un cliente viene costruito.

Perché il prodotto continui a rispettare tutte le richieste è importante che tutto lo sforzo profuso in termini di qualità venga protratto fino al termine e alla consegna dei lavori.

I documenti che descrivono la pianificazione, la programmazione, la qualità e la sicurezza redatti nelle fasi precedenti servono come linea guida del cantiere affinché questo sia produttivo ed efficiente. I documenti tecnici che raggiungono il personale nel sito di lavoro sono:

- Cronoprogramma, contiene tutte le informazioni riguardanti le durate previste delle lavorazioni e le correlazioni logiche tra le attività.
- Procurement Plan, contiene i riferimenti sulle risorse materiali a cui far riferimento. È la pianificazione delle forniture e contiene i dettagli dei materiali da acquistare. Viene aggiornato con l'avanzamento del cantiere.
- Project Quality Plan, individua ruoli e responsabilità in cantiere, indica inoltre le procedure da adottare per il monitoraggio della qualità.
- Health & Safety Plan, è l'equivalente del Piano Operativo di Sicurezza, contiene le misure operative da adottare per completare le attività minimizzando i rischi verso la salute del personale del cantiere o terzi.
- Method Statement, schede ergotecniche di lavorazione per ogni item progettuale e per il progetto generale.

- Inspection Test Plan, contiene tutte le misure volte al controllo della qualità delle lavorazioni eseguite;
- Elaborati grafici costruttivi, descrivono il progetto con disegni e note.

### 5.2.1 Method Statement

I Method Statement (MS), o schede ergotecniche di cantiere, sono i documenti che descrivono il piano di montaggio di uno specifico elemento dell'opera edile.

Il MS si posiziona all'interno del processo edilizio a cavallo tra la fase progettuale e la fase esecutiva, esplicitando le operazioni logiche che l'impresa deve perfezionare per ultimare la posa di un componente edilizio descritto nelle tavole del progetto esecutivo.

All'interno del documento sono riportati:

- Il processo di individuazione e la valutazione dei rischi annessi all'attività;
- I controlli selezionati per valutare la corretta esecuzione;
- I moduli da compilare durante il montaggio.
- Se redatti in una fase avanzata, i responsabili della realizzazione e del controllo.

I MS sono ampiamente utilizzati nella costruzione, oltre che per definire le modalità operative, come mezzo per controllare specifici rischi per la salute e la sicurezza. Una scheda ergotecnica di una lavorazione aiuta a gestire il lavoro e garantisce che le precauzioni necessarie siano state comunicate alle persone coinvolte.

Il formato in cui i Method Statement vengono preparati, rivisti e utilizzati dovrebbe essere stabilito all'inizio di un progetto, assicurando non solo che il MS sia prodotto da una persona competente, ma che sia sottoposto a revisioni, come parte del sistema di garanzia della qualità, prima del suo utilizzo. La struttura di un Method Statement, come per tutti i documenti redatti all'interno dell'impresa, è quanto più standardizzata possibile nonostante il contenuto sia strettamente correlato all'attività descritta.

Per favorire la standardizzazione, senza perdere l'unicità di un Method Statement, le domande a cui bisogna rispondere nel redigere un Method Statement sono:

- Come deve essere eseguita la lavorazione?
- Di quali attrezzature ho bisogno?
- Il luogo di lavoro è messo in sicurezza o sono necessari degli accorgimenti?
- C'è un modo più sicuro per svolgere questo compito?
- I lavoratori implementeranno effettivamente i controlli come pianificato?
- I controlli rendono il lavoro difficile o scomodo?
- Ci sono piccoli cambiamenti che migliorerebbero il metodo previsto?
- Come funzioneranno i controlli in condizioni avverse?
- I lavoratori avranno bisogno di ulteriori informazioni o istruzioni?

Assumendo a riferimento le risposte date alle domande prima elencate, il responsabile della redazione dovrebbe essere in grado di compilare i seguenti 10 punti:

1. Redattore, Titolo, Revisione e Data;

2. Descrizione della lavorazione:
  - a. Identificazione temporale;
  - b. Durata;
  - c. Sequenza delle lavorazioni;
  - d. Localizzazione;
3. Risorse richieste:
  - a. Personale;
  - b. Supervisor;
  - c. Macchinari;
  - d. Materiali;
4. Identificazione dei rischi per tutte le lavorazioni da eseguire:
  - a. Accessi;
  - b. Luogo di lavoro;
  - c. Rischi verso terzi;
5. Misure di controllo:
  - a. Permessi;
  - b. Sicurezza;
  - c. Addestramento;
6. Dispositivi di protezione individuale;
7. Protocolli di emergenza:
  - a. Soccorso;
  - b. Strumenti di pronto intervento;
8. Strumenti adottati in misura temporanea (es. chiusura del traffico, modifiche del layout di cantiere)
9. I responsabili della gestione delle informazioni:
  - a. Controllo, monitoraggio e aggiornamento della fornitura;
  - b. Richiesta di modifiche;
  - c. Minute delle riunioni, quando necessari;
10. Monitoraggio e conformità.

Le schede MS sono condivise con gli operai che effettueranno la lavorazione nella riunione quotidiana che coordina i lavori della squadra di cantiere.

### 5.2.2 *Inspection Test Plan*

Il piano di ispezione e test, Inspection Test Plan (ITP), è uno strumento di garanzia della qualità comunemente utilizzato in tutto il settore edile. Un ITP consente l'identificazione dei requisiti, la specifica delle metodologie di garanzia associate, la definizione di ruoli e responsabilità e il dettaglio delle prove associate ad una lavorazione specifica favorendo la comunicazione, aiutando a stabilire aspettative e promuovendo il lavoro collaborativo nel team.

L'Inspection and Test Plan (ITP) è un documento che riassume come deve essere gestita la qualità di un particolare elemento dei lavori di costruzione. Fa parte del Project Quality Plan e contiene dettagli sufficienti per affrontare i rischi associati a qualsiasi attività.

I termini "inspection" (ispezione) e "test" (prova) possono essere fuorvianti. Anche se, si potrebbe pensare che l'ITP sia applicabile solo all'ispezione e al collaudo del prodotto finale, tuttavia, è più appropriato pensare all'ITP come ad un "piano di garanzia".

L'ITP è infatti utilizzato per riassumere tutte le attività che sono:

- Adottate per garantire la conformità dei lavori (es. Ispezioni di documenti, lavori, prove ecc.);
- Compiute per dimostrare la corretta esecuzione (es. Terze parti che assistono a ispezioni e test per verificare il completamento soddisfacente).

Qualsiasi attività, in qualsiasi fase della commessa, che contribuisca alla garanzia della qualità può essere specificata all'interno dell'ITP, ad esempio, può essere incluso un elemento che specifica che solo le persone competenti devono intraprendere lavori e quindi riassumere come questo sarà controllato (cioè "ispezionato") prima dell'inizio dei lavori con il controllo e la registrazione delle qualifiche.

Come chiarito con l'esempio, il termine "ispezione" può riferirsi ai lavori di costruzione fisica, ma può anche essere utilizzato per garantire la qualità di un documento, un elemento dell'attrezzatura utilizzata per i lavori o una qualifica.

Inoltre, è molto importante che un ITP descriva dettagliatamente i supporti che saranno forniti al cliente per dimostrare che i controlli sono stati completati in modo soddisfacente e dove saranno archiviati per riferimento futuro o raccolti per essere inclusi nella documentazione dell'edificio consegnata alla fine del progetto (As-Built).

È quindi fondamentale redigerlo per i seguenti motivi:

- Fornisce l'opportunità di identificare i requisiti per i lavori per aiutare a prevenire errori di costruzione, omissioni e difetti che potrebbero comportare costi finanziari significativi ma anche, ad esempio, ritardi nei programmi e danni alla reputazione.
- Aiuta a formulare una strategia per il collaudo e l'ispezione dei lavori che consentirà di ottenere quanto segue:
  - o Dimostrare la conformità dei lavori per fornire fiducia alle parti interessate che i lavori siano corretti;
  - o Rilevare gli errori in modo tempestivo che possono quindi essere corretti attraverso un'azione correttiva appropriata.

L'ITP, quindi, fornisce una sintesi di cosa, come, perché, quando e chi monitora la qualità di un elemento, o una lavorazione, all'interno del cantiere. Per fare questo il documento viene redatto rispondendo alle seguenti domande:

- Quali sono i requisiti? Cosa ha richiesto il cliente?
- Come sarà assicurata la conformità dei lavori? Quali ispezioni e test devono essere eseguiti? Come possiamo dimostrare la conformità a una terza parte, sia ora che in futuro, e garantire che i lavori siano corretti?

- Come verrà dimostrata la conformità dei lavori? Cioè chi sarà testimone e verificherà che i lavori siano conformi? Quale documentazione verrà fornita per dimostrare la conformità ai fini della registrazione?
- Quando devono essere completate le ispezioni e le prove? Chi è responsabile per l'esecuzione delle ispezioni e dei test?

È anche importante notare che, sebbene possa essere disponibile un modello generico per un elemento specifico dei lavori, è molto probabile che l'ITP debba essere adattato caso per caso per soddisfare i requisiti specifici del cliente/contratto e del progetto.

Quello che segue è un approccio in cinque fasi che potrebbe essere utilizzato per produrre un ITP e rispondere alle domande prima elencate:

1. Determinare lo scopo dei lavori;
2. Determinare i criteri per i lavori e raccogliere i documenti pertinenti:
  - a. Disegni progettuali;
  - b. Riferimenti normativi;
  - c. Esigenze del fornitore;
  - d. Obblighi contrattuali;
3. Stabilire a quali fasi della consegna i lavori sono applicabili;
4. Leggere sistematicamente i documenti raccolti dal passaggio due e selezionare gli elementi che devono essere elencati come attività degli elementi sull'ITP;
5. Per ogni elemento, confermare come verranno raggiunti i criteri, le prove che saranno prodotte, le responsabilità delle persone / parti coinvolte e il tipo di ispezione o test.

Come indicato al punto 3, quando si produce un ITP è utile pensare alle fasi della consegna in ordine cronologico e assegnare gli elementi dell'attività di garanzia della qualità (prodotti nei passaggi 4 e 5) alla fase pertinente.

Il processo edilizio all'interno di un ITP è diviso in momenti.

#### *5.2.2.1 Pre-costruzione:*

Potrebbero esserci elementi che devono essere ispezionati e testati prima dell'inizio dei lavori. Ad esempio, sarebbe prudente, in particolar modo se non ci si è occupati della fase di progettazione, effettuare un controllo per assicurarsi che il progetto sia adeguatamente sviluppato. Potrebbe esserci un requisito per la progettazione prima di qualsiasi lavoro di fabbricazione o sito, ad esempio disegni di fabbricazione di carpenterie in acciaio. La tipologia di controlli annessi a questa fase potrebbe richiedere l'approvazione dei disegni e il controllo dei calcoli.

#### Produzione in sede:

La produzione di materiale, o l'esecuzione di lavorazioni più generiche, all'interno di un cantiere comporta dei rischi non presenti in stabilimenti pensati per la realizzazione di alcuni componenti. Risulta talvolta indispensabile, ad esempio, provvedere alla miscelazione in sito qualora le centrali di betonaggio siano troppo lontane, oppure assemblare elementi di grandi dimensioni in cantiere, qualora i percorsi non permettano di fornirli al cantiere già montati.

Il controllo di questi prodotti avviene internamente, certificandone la qualità e la completezza.

#### Produzione fuori sede:

Nei casi in cui un prodotto è fabbricato all'esterno dell'impresa, non sempre è assicurata la stessa cura e qualità che l'impresa si impegna a mantenere. Una volta che il prodotto arriva in loco, se errato, potrebbe essere troppo tardi e ci potrebbero essere implicazioni significative per il programma. Perciò è importante considerare come sarà garantita la conformità di queste forniture.

Ad esempio, potrebbe essere necessario visitare la fabbrica o richiedere una documentazione di garanzia specifica. Talvolta è il cliente finale che può produrre un ITP completamente separato per un elemento dei lavori che viene prodotto fuori sede.

#### *5.2.2.2 Conformità dei materiali:*

Nel momento in cui i materiali arrivano al cantiere è importante verificare che siano conformi alle specifiche contenute nel Material Sheet Submittal di riferimento e al Procurement Plan. La bolla di consegna e le certificazioni allegate, oltre al controllo visivo, sono i parametri tipicamente utilizzati per controllare la conformità al momento della consegna.

#### *5.2.2.3 Lavori in cantiere:*

Questa sezione, spesso la più voluminosa del documento, specifica come saranno ispezionati e testati i lavori in cantiere.

Le attività verranno monitorate tramite i Quality Controller (QC) che verificano che l'esecuzione sia eseguita a regola d'arte utilizzando il Process Control Form (PCF) stabiliti in ITP e PQP.

#### *5.2.2.4 Collaudo e messa in servizio:*

Questa sezione specifica il collaudo dei lavori completati, visti i controlli prima fatti sulle opere di cantiere, spesso riguarda solo gli impianti meccanici, elettrici e sanitari. In questa categoria rientrano anche le prove sui materiali gettati in opera, ad esempio slump test o cubi per le prove a compressione del cls, prove di isolamento acustico per partizioni interne e blower door test. Rientra in questa categoria il TAB (Testing, Adjusting and Balancing), cioè la procedura individuata per la messa in opera delle opere impiantistiche.

#### *5.2.2.5 Attività successive alla costruzione:*

Anche quando i lavori fisici risultano completati, ci sono altre attività che potrebbero ancora dover essere intraprese, come la fase di snagging. Una volta ultimati i lavori tipicamente si ha un processo di ispezione e consegna al cliente; uno degli elementi più importanti di questa fase è la protezione degli elementi completati, così che non si rovinino con le ultime lavorazioni.

### **5.3 LEAN MANAGEMENT**

Il Lean Management, o gestione snella, è una forma di gestione innovativa dei processi di produzione.

La filosofia Lean si inserisce perfettamente nel percorso finora descritto nell'elaborato, infatti ha come principale obiettivo quello di soddisfare le esigenze del cliente attraverso il miglioramento

continuo, l'aumento di competitività, la gestione dei processi aziendali e l'abbattimento degli sprechi.

Quando interessa il processo edilizio, il Lean Management è anche detto Lean Construction. In questo particolare campo applicativo la metodologia viene applicata per gestire ed organizzare il processo costruttivo, oltre alla fase meramente esecutiva, la filosofia Lean permette anche di migliorare la pianificazione delle consegne di materiale attraverso il dialogo con i fornitori.

Il Lean Management fonda le sue basi nel sistema di produzione sviluppato da Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Sakichi Toyoda, Kiichirō Toyoda negli anni 40, il Toyota Production System (TPS). Il sistema a sua volta fa riferimento alla produzione in serie sviluppata negli Stati Uniti da Ford. Dal Taylorismo eredita la produzione in catena di montaggio, introducendo però delle modifiche tuttora efficaci:

- Lotta agli sprechi;
- Miglioramento continuo;
- Automazione flessibile;
- Polifunzionalità degli operatori.

La popolarità di questa metodologia, applicata in particolar modo nella produzione industriale, si deve al libro "La macchina che ha cambiato il mondo" di Womack Jones e Roos, nel quale vennero illustrate le differenze tra il TPS e il modello tradizionale occidentale.

Il termine Lean, snello, nasce proprio dalle analisi di Jones e Roos che notarono come il sistema giapponese utilizzasse "*meno*" in tutti i sensi:

- Meno sforzo umano;
- Meno capitale investito;
- Meno strutture;
- Meno scorte;
- Meno tempo per produrre, progettare, spedire e vendere.

### 5.3.1 *Obiettivi*

Il Lean management è una filosofia e in quanto tale non definisce delle azioni precise da compiere ma fornisce gli strumenti per individuare le azioni utili alla materializzazione di un processo snello.

Come già visto in precedenza, "Lean" vuol dire "creare valore minimizzando gli sprechi", quindi tutti i metodi individuati come Lean sono volti ad eliminare tutte quelle attività all'interno del processo che non contribuiscono a creare valore. Le attività da rimuovere sono quindi sprechi di tipo organizzativo:

- Tempi di attesa nel processo;
- Regole e processi inefficaci;
- Disordine ambientale.

I concetti fondamentali del Lean Management sono i seguenti:

- **Attenzione al cliente:** il cliente è il centro attorno a cui tutte le attività e azioni, utili a creare un prodotto che rispetta i valori richiesti, sono sviluppate. Il cliente nel momento in cui elenca le proprie esigenze diventa la fonte del flusso di informazioni. Il dialogo con il cliente è continuo e volto alla definizione del valore che il cliente si aspetta.
- **Il contributo delle persone:** “Saper fare azienda”, o saper fare bene le cose (concetto giapponese Monozukuri), è possibile solo partendo dalla capacità di gestire le persone (Hitozukuri). Secondo il Lean Management è possibile sviluppare l’azienda, in termini di competitività e raggiungimento di obiettivi, solo con l’allineamento tra management e lavoratori di uno scopo comune.
- **Lotta agli sprechi:** MUDA è il termine giapponese che può essere tradotto come spreco. I MUDA consistono in tutte le attività, che impegnano risorse ed energie, che non aggiungono valore al prodotto o al servizio e non danno quindi valore al cliente. Riconoscere gli sprechi è fondamentale per sviluppare il Lean Management.
- **Miglioramento continuo, KAIZEN** in giapponese. Nessun processo è perfetto ma può essere sempre migliorato. Tutto il personale dell’azienda deve partecipare al processo di miglioramento condividendo obiettivi comuni e definiti.
- **La definizione del valore dal punto di vista del cliente:** la capacità di distinguere tra le attività che aggiungono valore per il cliente e quelle che non aggiungono valore, liberando ed impiegando meglio le risorse aziendali;
- **Ottenimento di processi standardizzati** frutto dell’esperienza.

Un’immagine rappresentativa della metodologia è riportata in Fig. 37.



*Fig. 37 Lean Management*

Ciò che i concetti fondamentali della metodologia trasmettono è il desiderio, di chi applica la filosofia Lean, di avere un approccio collaborativo nei confronti del processo di produzione. La collaborazione di tutti gli attori coinvolti, compreso il cliente, è volta ad ottenere un prodotto che abbia un valore per il cliente e rappresenti un punto di partenza per il miglioramento dell’azienda.

Il Lean Construction, come è detta la metodologia applicata all'edilizia, è improntata all'ottimizzazione dei tempi di progettazione e produzione edilizia minimizzando gli sprechi in termini di tempo e materiale.

### 5.3.2 *Last planner system*

Il primo obiettivo del Lean Construction è organizzare le attività, monitorando le interazioni tra le lavorazioni e approfondendo in particolar modo gli effetti di dipendenza, i quali rappresentano i vincoli che maggiormente influiscono sul tempo, e i costi annessi. La metodologia sviluppata per sviluppare quest'analisi è il Last Planner System.

Il Last Planner System (LPS) è un "sistema di controllo della produzione", in cui "l'ultimo pianificatore" è colui che ha il compito di coordinare effettivamente le attività di lavoro, in funzione del tipo di cantiere può essere il Project Manager come il Construction Manager.

La metodologia si articola in 5 momenti:

- *Should*, dovremmo; rappresenta la visione più ampia del progetto, sono note le volontà del cliente e visualizzate le milestones. Individuate le fasi del progetto si sviluppa un'analisi più attenta su una specifica fascia temporale. La programmazione della fase "Phase Planning" è sviluppata mediante il Pull Planning, altra metodologia Lean, in un ambiente collaborativo in cui tutti i soggetti coinvolti nella pianificazione e coordinamento condividono le proprie idee per rispondere alla domanda "cosa dovremmo fare?"
- *Can*, possiamo; nello sviluppo della metodologia Lean questa fase è stata anche definita Six Week Look Ahead (6WLA) o Make Ready Planning. L'obiettivo è quello di rispondere alla domanda "cosa possiamo fare per evitare che le attività future si arrestino?" dotandosi di un progetto sufficientemente avanzato da avere tutte le risorse a disposizione al momento dell'inizio e gli strumenti per rimuovere gli ostacoli che potrebbero interferire con la partenza o le fasi iniziali dell'esecuzione.

Le attività da sviluppare nelle sei settimane successive vanno analizzate sotto 7 punti di vista:

1. Documenti
2. Attrezzature
3. Personale
4. Acquisti
5. Cliente
6. Qualità
7. Sicurezza

Tanto maggiore è la pianificazione e la conoscenza delle attività, tante meno difficoltà si affronteranno in cantiere sotto forma di "emergenze".

- *Will*, faremo; analizzati e rimossi i vincoli maggiori si cambia scala di dettaglio redigendo il Weekly Work Plan (WWP) pensato per rispondere alla domanda "cosa faremo la prossima settimana?". Il WWP deve essere affidabile, visualizzabile e verificabile.

Diversamente da quanto fatto nei cantieri tradizionali, in cui le tempistiche da rispettare vengono imposte dall'alto, con il Last Planner System sono le persone che redigono il WWP che si prendono la responsabilità di completare quanto dichiarato, rendendo le previsioni più realistiche in quanto sono note risorse e vincoli. Questo approccio permette ad esempio di chiamare squadre e attrezzature solo quando ci sarà effettivamente bisogno, invece che sperare di poter utilizzare dette risorse.

Tutto l'approccio Lean si fonda sul Visual Management, puntando sulla comprensibilità immediata di ciò che si è programmato di fare.

Infine, il WWP va verificato. Controllando che tutte le attività pianificate siano state completate. L'indice utilizzato per il controllo del WWP è la Percentuale di Piano Completata (PPC) che restituisce la percentuale di lavori completati.

- *Did*, fatto; partendo dal PPC si apre il weekly meeting descrivendo le attività della settimana precedente, se qualche attività risulta incompleta e come agire di conseguenza. L'ultimo pianificatore è direttamente responsabile del monitoraggio e del controllo del proprio lavoro. Se una promessa non è stata mantenuta, verrà creato un albero di cause (5 perché) per far fronte alle fonti di inquinamento della qualità e alle desincronizzazioni ed impedire che diventino ricorrenti, questo approccio è detto Root Cause Analysis.
- *Learn*, comprensione. L'ultimo step del Last Planner system è fondamentale per la metodologia Lean. È il momento di crescita. Individuando gli errori commessi si individuano i modi per evitare che si ripetano.

Il Last Planner System è un processo che coinvolge diversi professionisti che si concentrano su scale di analisi diverse, come indicato in Fig. 38.

Un'analisi effettuata dal settimanale "The Economist" riporta che nella fase costruttiva i margini di miglioramento sono molto ampi e suddivide gli sprechi in:

- Attese, il 60 % degli sprechi è collegato all'attesa di una fornitura o ultimazione di un'attività preliminare;
- Riparazione, il 30% degli sprechi è rappresentato da azioni di riparazione di opere non fatte a regola d'arte;
- Materiali difettosi, il 10% di perdite è collegato a materiali forniti in cantiere non conformi alle richieste o difettosi.

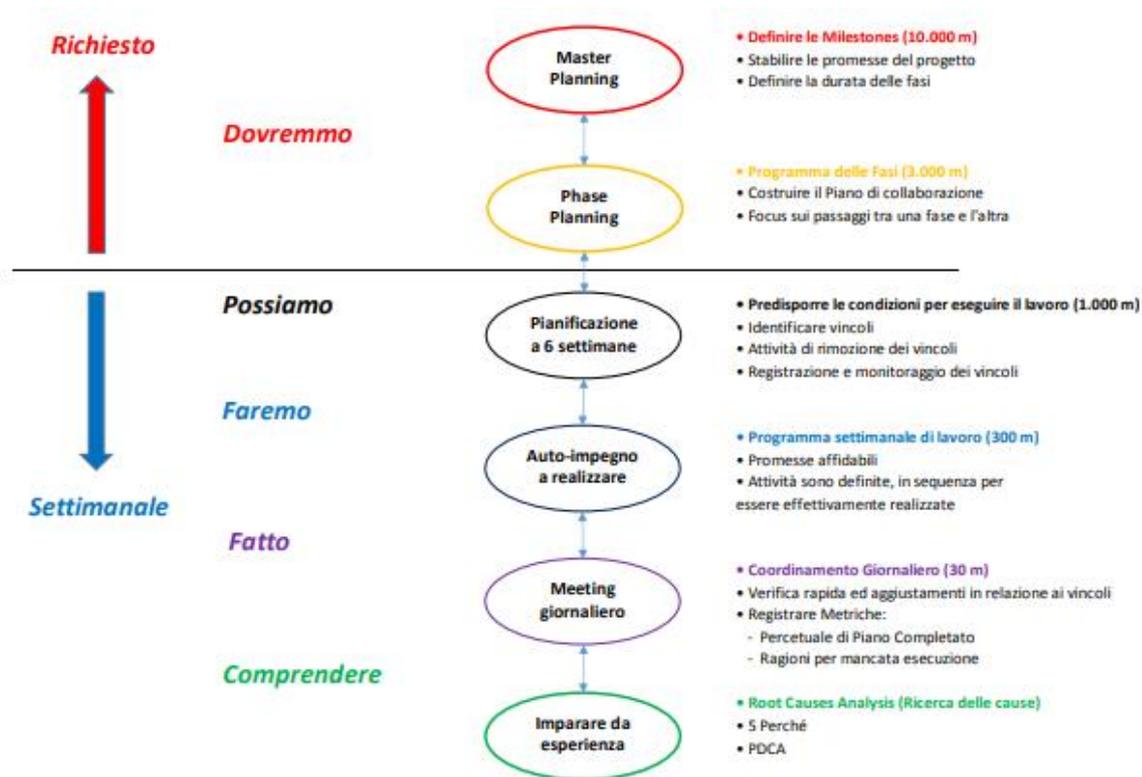


Fig. 38 Last Planner System

L'approccio della filosofia Lean risponde con efficacia ai tre principali tipi di spreco individuati nella produzione edilizia, prevedendo infatti di minimizzare le perdite di tempo, pianificando con il fornitore le consegne e con gli operai le attività.

Uno dei presupposti della metodologia Lean è la garanzia di trasparenza e chiarezza di tutte le parti, sia all'interno dell'impresa, che verso l'esterno, con fornitori e cliente. Il cantiere e i fornitori devono essere coinvolti sin dalle fasi iniziali del progetto, con l'intento di garantire la massima integrazione delle lavorazioni. Attraverso questa filosofia ognuno conosce i compiti che deve svolgere, riducendo gli sprechi legati alla disorganizzazione. Inoltre, la grande trasparenza tra i soggetti coinvolti permette di diminuire gli sprechi. Conoscendo le proprie mansioni, ed essendo a conoscenza delle attività che i propri colleghi stanno effettuando, è possibile organizzarsi e coordinarsi meglio.

Le lavorazioni svolte in cantiere dagli operai, essendo organizzate con attenzioni volte alla gestione spaziotemporale anche delle forniture, giovano della metodologia Lean che le rende più efficienti.

L'organizzazione di un cantiere Lean si vede anche dall'ordine e dalla pulizia che lo caratterizzano. Nei daily meeting il caposquadra riferirà le lavorazioni previste e gli strumenti utili a realizzarle, dove trovare il materiale stoccato opportunamente alla fornitura e gli attrezzi riposti correttamente. L'organizzazione e l'ordine favoriscono la riduzione degli sprechi.

Come anticipato, con l'ausilio del LPS si riesce a pianificare l'andamento delle lavorazioni, una delle precauzioni inserite è il tempo di riserva "Buffer" (Fig. 39). Questo è utilizzato per ultimare le lavorazioni descritte nel PPC che non sono state completate nella settimana precedente,

inserendole nella settimana corrente o slittando tutto il processo operativo. Qualora il Buffer non venisse utilizzato rappresenta un valore aggiunto per il cliente.



Fig. 39 Buffer Method

## 5.5 MATERIAL SUBMITTAL SHEET

Il submittal (sottomissione) è un momento del processo edilizio che consiste nella richiesta di approvazione di un generico elemento utile per la conclusione dei lavori. Può essere riferito al personale, a scelte tecniche, materiali o pacchetti edilizi (Fig. 40).

Tanto più si riesce ad anticipare questo momento tanto più la pianificazione delle forniture sarà precisa e organizzata. Anche le scelte progettuali sono influenzate dalle sottomissioni e anticiparle alla fase progettuale permette di minimizzare le revisioni degli elaborati. Nonostante l'influenza positiva di una fase di convalida del Cliente nelle fasi che anticipano il cantiere, spesso questa non viene prevista, per questo è stato scelto di esporre questi documenti in questo momento del processo edilizio.

In particolare, negli ultimi due casi dovrebbe includere dati tecnici, campioni, disegni produttivi e specifiche di posa per favorire il lavoro del validatore che deve approvare soluzioni tecniche e materiali.

Il Material Submittal è un documento contrattuale spesso utilizzato nel mondo delle costruzioni. I materiali da costruzione sono, nella maggior parte dei casi, reperibili facilmente sul mercato; quando utilizzati in un processo edilizio improntato alla qualità è importante che le loro specifiche vengano controllate.

Il Material Sheet Submittal (MSS) è il documento con cui la fase di procurement certifica che il materiale selezionato risponde alle specifiche richieste nel capitolato prestazionale. Nel MSS sono contenuti i dati del produttore, il tipo di prodotto, tutti i dettagli tecnici del materiale e i protocolli di qualità applicati dal fornitore (Fig. 41).

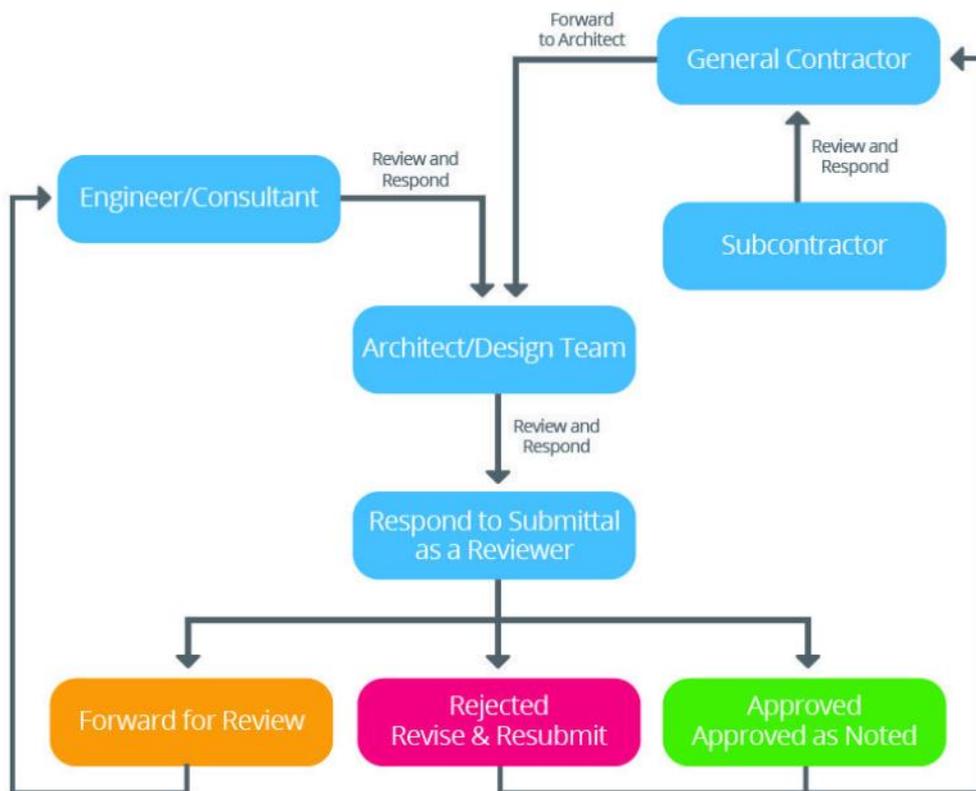


Fig. 40 Processo di Submittal

Icon	Type Name	Purpose	Examples
	Shop Drawing	Illustrate Building Materials	Drawing of ventilation intake and exhaust louvers
	Samples	See Actual Physical Product	Brick or Paint Swatch
	Product Data	Provide Information on Materials	Dimensions, Manufacturer Information, Model Number

Fig. 41 Contenuti di un MSS

Una copia del documento sarà presente anche in cantiere, in modo da poter verificare che la consegna rispetti i requisiti dell'ordine. Va conservata assieme alla bolla di consegna perché il cliente, nel momento in cui lo desidera, possa prevedere al controllo dei contenuti nel MSS.

Il processo di controllo potrebbe anche essere invertito, nel momento in cui è l'impresa che emette un Request for Inspection (richiesta di ispezione) con il quale invita il cliente a controllare il materiale "submitted" e certificare che risponda alle richieste, in caso di difformità si avvia la procedura di Non Conformità descritta nel capitolo precedente.

### 5.5.1 Mock-Up

Il mock up è una pratica edilizia che consiste nel realizzare una porzione del sistema edilizio in modo da poterne valutarne le qualità o per confrontarlo con sistemi simili.

Realizzare un campione dei sistemi ipotizzati in fase di progettazione può favorire lo studio da parte delle squadre di lavoro sul montaggio, analizzandone i limiti e le difficoltà operative.

Il mock up può essere anche utilizzato per mostrare al cliente un campione di un materiale/sistema scelto perché questo possa essere approvato.

Un esempio di mock up è quello realizzato per verificare le criticità impiantistiche della PNC Tower di Pittsburgh, progettata con l'intenzione di costruire il grattacielo più verde del mondo.

Per ridurre il rischio di malfunzionamenti di un sistema complesso come quello elaborato per raggiungere gli obiettivi prefissati è stato costruito un prototipo in scala 1:1. Durante la fase di controllo del mock-up, si è verificato che il meccanismo di auto-raffreddamento non funzionava come da progetto e ciò ha permesso di fare le modifiche opportune (aumento delle feritoie). Allo stesso tempo sono stati testati anche altri impianti, quali il camino solare, le tende automatizzate, il sistema di illuminazione e i software di domotica.

PNC ha stimato un risparmio di circa 5 milioni di dollari, grazie alla costruzione del mock-up.

I mock-up non devono necessariamente rappresentare porzioni di progetto così estese, riguardano spesso solo delle tecnologie edilizie che si pensa di utilizzare. Un esempio potrebbe essere il sistema di aggancio di una parete ventilata.

## 5.4 NON CONFORMITY CHECKS (NCC)

La non conformità rappresenta il mancato soddisfacimento dei requisiti specificati nel contratto o nel progetto. La non conformità (NC) può essere rilevata in relazione a specifiche di prestazione, per scostamento o assenza di una o più caratteristiche di qualità dell'elemento analizzato, sia esso una fornitura o una lavorazione di cantiere.

Ogni anomalia tecnica, temporale o economica, deve essere individuata, analizzata e risolta. Questa procedura è contenuta nei Non Conformity Checks che si articola come segue:

- Confronta lo "scostamento" con non conformità già materializzate, suggerendo procedure correttive già sperimentate;
- Definisce specifiche procedure di correzione,
- Definisce correzioni del sistema qualità,
- Descrive le azioni di memorizzazione dell'anomalia e le cause annesse.

I principali obiettivi dei NNC sono identificati di seguito:

1. porre rimedio per quanto possibile alle non conformità,
2. volgere positivamente la non conformità al miglioramento del processo di produzione (Kaizen).

Non tutti i discostamenti dagli oneri contrattuali hanno lo stesso peso. Talvolta nell'analisi preliminare si delineano dei vincoli che non erano stati analizzati nel momento di presentazione

dell'offerta e qualora le misure correttive siano concordate tra cliente e costruttori si parla di concessione o deroga alle prescrizioni. Questi discostamenti non sono contenuti nei NCC, i quali contengono solo le non conformità non prevenibili.

#### 5.4.1 *Le procedure di non conformità*

Sebbene le non conformità non siano prevedibili, è possibile controllarne le cause di insorgenza e gli effetti sul sistema produttivo organizzando le misure di prevenzione e reazione. La gestione delle non conformità nasce dalla capacità di un'impresa di individuarle e agire di conseguenza all'importanza di ciascuna di esse.

Per individuarle il soggetto preposto all'individuazione usa un confronto, ad esempio i disegni tecnici costruttivi o la scheda di una fornitura, segnalando ai preposti le non conformità (Fig. 42).

Una volta registrata l'anomalia esistono 3 diverse metodologie di approccio al trattamento della non conformità:

1. Non intervento;
2. Riparazione dell'anomalia: si opera con lo scopo di rendere minore lo scostamento dalle aspettative;
3. Eliminazione del guasto: si sostituisce l'elemento non conforme che viene demolito o scartato. Questa decisione di correzione, propria dei processi industriali, spesso trova difficoltà di applicazione ad alcuni elementi tecnici a causa della natura additiva dei processi di costruzione. Inoltre, è condizionata dalla tempestività di rilevazione della non conformità e di decisione di correzione.

La reazione ad un evento di non conformità nasce con la pianificazione dei possibili trattamenti di risposta, nei quali si considerano le conseguenze economico-temporali ed il coinvolgimento degli operatori interessati alle possibili conseguenze delle correzioni.

La procedura di trattamento di un'anomalia non può prescindere dall'attribuzione della responsabilità, considerando che spesso la correzione può avere importanti conseguenze in termini di aumento dei costi di costruzione. L'attribuzione di responsabilità favorisce il soddisfacimento di tempestività e celerità della procedura, utili a non introdurre altri fattori di deriva nel programma dei lavori.

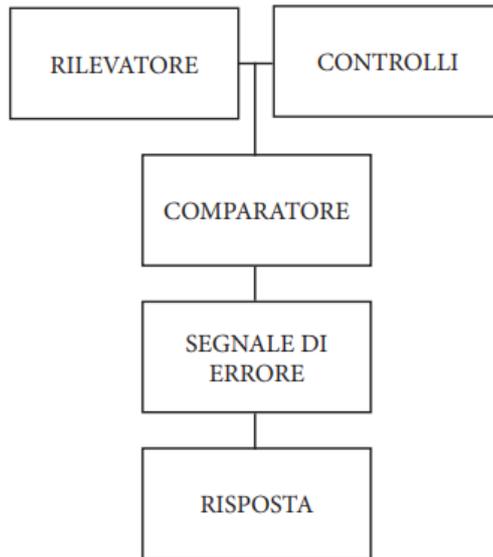


Fig. 42 modello di controllo omeostatico

Individuati obiettivi e requisiti del trattamento delle non conformità, possiamo definire lo schema procedurale del trattamento attraverso un controllo omeostatico che si compone dei seguenti elementi:

- Rilevazione,
- Confronto che misuri il risultato reale rispetto ad un criterio predeterminato od una misura di efficienza,
- Segnale di errore nel caso di non corrispondenza tra il criterio di misura ed il risultato ottenuto,
- Individuazione di una soddisfacente azione correttiva,
- Risposta.

La procedura di trattamento delle non conformità tecniche (analogo al trattamento delle derive di costo e di tempo), facendo riferimento al controllo omeostatico, si articola di conseguenza:

- Individuazione della non conformità; la non conformità viene rilevata e annotata sulle schede di controllo, utilizzando ad esempio il modulo in Fig. 43;
- Segnalazione della non conformità: non sempre è possibile, ma è opportuno confinare in una parte del cantiere l'elemento non conforme;
- Diagnosi; il personale competente, preposto dalla scheda di rilevazione della non conformità redatta da chi ha effettuato i controlli, esamina l'elemento non conforme, ne conferma definitivamente la non conformità e attiva l'analisi delle cause e delle responsabilità mediante opportune consultazioni fra gli operatori individuati dal piano della qualità;
- Formulazione di ipotesi di correzione tecnica e organizzativa;
- Azione correttiva;
- Verifica dell'avvenuta correzione e della conformità ai requisiti specificati documentazione;

<b>IC-1.3 Istruzione del Controllo SC8</b>		
Controllo posa membrana per barriera al vapore		
caratteristica	<b>conforme</b>	<b>non conforme</b>
giunzione laterale		
sovrapposizione laterale		
giunzione di testa		
sovrapposizione di testa		
adesione al supporto		
adesione su parti verticali		
corretto taglio degli spigoli e degli angoli		
corretta esecuzione su canalette drenaggio		
corretta esecuzione su bocchettoni di scarico		
corretta esecuzione su aeratori		
corretta esecuzione su camini		
corretta esecuzione su lucernari		
corretta esecuzione su muretti in cls		
corretta esecuzione di giunti di dilatazione		
Primer essiccato		
corretta esecuzione o mancanza delle sguscie		
applicazione su muri perimetrali e		
<b>Frequenza del controllo</b>	Almeno un controllo per ciascun lotto	
<b>Strumenti di controllo</b>	Controlli a vista	
<b>Commento in caso di non conformità:</b>		
Visto Sub fornitore	Appaltatore	DL
data	data	data
firma	firma	firma
<b>Osservazioni:</b>		
<b>Osservazioni:</b>		
Data		Firma

Fig. 43 Scheda di controllo

Il rapporto di non conformità che descrive la procedura poc'anzi analizzata viene archiviato nella memoria del progetto (tramite documentazione As-Built) e dell'impresa, così che possa incrementare la consapevolezza delle cause, dei rischi e delle misure di prevenzione e intervento di un'anomalia.

La procedura appena elencata è riassunta nel flow chart in Fig. 44.

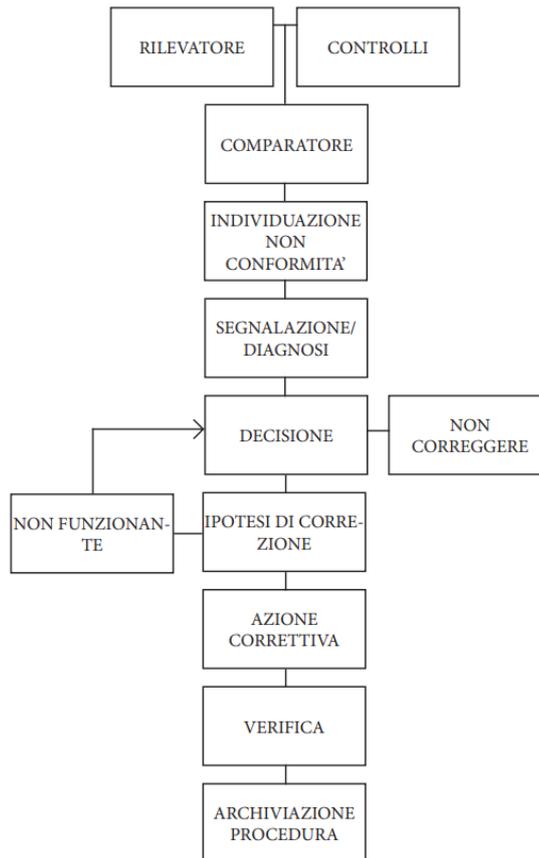


Fig. 44 Gestione delle non conformità

Le non conformità si dividono in due macrocategorie in base ai soggetti che esse coinvolgono:

- **Minori**, interessano solo operatori interni all'impresa, sono risolte applicando solo procedure interne contenute nel Project Quality Plan (PQP). Spesso questo tipo di non conformità sono ripetitive, codificate/codificabili, hanno poco impatto sulle lavorazioni che le seguono. Queste non conformità sono relative a materiali, lavori o attrezzature di cantiere.
- **Maggiori**. Le non conformità maggiori interessano operatori esterni all'impresa e devono essere trattate con procedure che coinvolgono nella diagnosi-decisione la Direzione Lavori. Possono interessare operatori differenti per l'attribuzione delle responsabilità, obbligando a ponderare l'analisi delle cause anche attraverso il ricorso a specialisti esterni. Le azioni correttive non sono routinarie e i risultati sono rilevanti per la prosecuzione delle operazioni costruttive; inoltre la correzione può essere onerosa e richiedere la sostituzione o la demolizione di elementi d'opera già realizzati.

L'associazione preventiva di controlli concordati (tramite ITP) implica che si possa prevedere sulla base della memoria dei soggetti coinvolti la procedura di intervento più efficiente. Chi rileva la non conformità attiva la procedura di trattamento con la possibilità di indicare quale livello di procedura codificata ritiene debba essere seguito, in forma esplicita o fra le osservazioni nelle schede di controllo. L'emissione di una scheda di non conformità deve anche indicare se è necessario un arresto dei lavori in un

intorno del punto di localizzazione della non conformità. La decisione di arresto dei lavori deve essere confermata sia dalla diagnosi che dalla decisione di correzione.

#### 5.4.2 Documenti di Non Conformità

La scheda di trattamento della non conformità è definita dal PQP, contiene in successione tutti gli argomenti prima definiti, costituisce una guida e una registrazione della procedura di trattamento seguita.

Il rapporto di non conformità contiene:

- Data e luogo del controllo;
- Impresa e Responsabile del controllo;
- Destinatario;
- Stato della non conformità, segnalata, corretta, verificata;
- Non conformità, con eventuali schizzi e foto;
- Elemento non conforme;
- Proposte per la risoluzione e il loro stato, preliminari, approvate, adottate;
- Controllo dell'intervento di risposta.

Un esempio di una scheda di non conformità potrebbe essere il seguente (Fig. 45):

cantiere	scheda di non conformità		lotto	scheda n°	
<b>individuazione di non conformità</b>		da			data
descrizione					
diagnosi					
procedura codificata (riferimento al piano della qualità)					
ipotesi di soluzione					
<b>decisione</b>					
decisore		accordo	adattamento	rifacimento	data
Direttore dei Lavori					
Direttore di Cantiere					
Controllo esteriore					
<b>correzione</b>					
descrizione					
operatori responsabilizzati					
data di correzione, durata, costi					
osservazioni					
<b>verifica</b>					
operatore:		controllo interno		controllo esterno	
sig.		sig.		sig.	
data		data		data	
firma		firma		firma	

Fig. 45 Scheda di non conformità

## 5.6 BIM E LEAN

La costruzione snella è un paradigma di gestione che tende a stravolgere i modelli di lavoro tradizionali. Può essere implementato senza alcuna tecnologia, ma gli strumenti tecnologici possono supportarne l'implementazione.

Il BIM è prima di tutto una tecnologia, ma risulterebbe elementare definirlo come solo una tecnologia. La sua corretta implementazione dipende interamente dall'introduzione di flussi di lavoro appropriati al BIM che sono diversi dai flussi di lavoro tradizionali.

Il quesito che sorge spontaneo è se le modifiche al processo tradizionale richieste per BIM e Lean Construction siano compatibili. Questa è una condizione necessaria (sebbene non sufficiente) per l'implementazione simultanea. La domanda è stata ampiamente studiata e la risposta è che per la maggior parte dei casi/situazioni essi sono compatibili, sebbene siano stati identificati alcuni punti di attrito. In un articolo del 2010 intitolato "The Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction", gli autori hanno analizzato le possibili interazioni tra 24 principi di Lean Construction e 18 funzionalità BIM. Esaminando molti esempi di casi studio di costruzioni, sono stati identificati 54 punti di interazione diretta, di cui 50 erano interazioni positive (che si rafforzano reciprocamente) e solo 4 negative. Ad esempio, quando i progettisti collaborano strettamente utilizzando il BIM (funzionalità 9 e 10 della Fig. 46), il risultato è una significativa riduzione del tempo di ciclo necessario per ogni interazione del progetto (principio C; queste sono le interazioni 23 e 24 nella Fig. 46 ). Tuttavia, il principio di riduzione dell'inventario (D) può essere violato se i pianificatori generano un gran numero di alternative al piano di costruzione solo perché è facile farlo utilizzando la potenza del computer con la tecnologia BIM (interazione 29 nella Fig. 46).

Gli autori hanno concluso che l'implementazione simultanea di BIM e Lean Construction non era solo possibile, ma anche altamente raccomandata, perché molte funzionalità BIM hanno migliorato il flusso di progettazione, pianificazione, supply chain e processi di costruzione, una parte fondamentale del Lean.

Pertanto, per integrare con successo i processi di lavoro che sostituiranno quelli tradizionali in una data impresa di costruzioni, chi guida lo sforzo dovrebbe essere consapevole di queste interazioni e pianificare consapevolmente di amplificare quelle positive prendendo precauzioni per non cadere nelle trappole generate da quelle negative.

Lean Principles \ BIM Functionality	Lean Principles																								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
Visualization of form	1	1,2												3				4		11	5	6	4		
Rapid generation and evaluation of multiple design alternatives	2	1		22								7	7		8										
	3	9	9	22			51											1	16			5			
	4		10	12											8				16			5			
Maintenance of information and design model integrity	5	1,2	1	12														1	1	1	5				
	6	11	11																	11					
Automated generation of drawings and documents	7	12	12	22																	12				
	8	11		22	(52)	53										54	54								
Collaboration in design and construction	9			23					36						36										
	10	2,13		24			33											43			46		49		
Rapid generation and evaluation of multiple construction plan alternatives	11	14		25	(29)	31								(41)					44						
	12		15	25	(29)				37					(41)					44		47				
	13	2	40	25	(29)					17		40	40		40				44		47		49		
Online/electronic object-based communication	14		29	26	30	30		34					34			(42)					47	48			
	15	18		26	30	30		34		38		38	34			(42)				45			49		
	16	19		27			32																		
	17		20	28					35								(42)								50
	18		21		30	30			34			39					(42)					47	48		

Fig. 46 interazioni positive tra i principi Lean Construction e le potenzialità BIM

## 5.7 OUTPUT RIVOLTI ALLA COMMITTENZA

### 5.7.1 Monthly Report

Come accennato nel capitolo sul Lean Management la comunicazione efficace è una delle basi per un processo snello. All'interno della metodologia sono individuati due momenti predefiniti in cui la squadra si riunisce per pianificare le attività:

- Daily meeting, ha cadenza giornaliera, nel caso del cantiere il capo squadra istruisce gli operai a proposito delle lavorazioni da eseguire con riferimento ai Method Statement. Può avvenire anche in ufficio tra il team di progettazione per darsi gli input di lavoro giornaliero.
- Weekly meeting, ha cadenza settimanale. I capi squadra si incontrano per riferire sulle attività svolte nella settimana precedente, analizzare con attenzione le lavorazioni della settimana corrente e valutare se si è in possesso di tutto ciò che serve per completare le lavorazioni della settimana seguente.

La riunione parte analizzando la settimana precedente, verificando che tutte le lavorazioni siano state completate e siano conformi alle aspettative. Qualora ci fossero lavorazioni in sospeso o non ultimate, questa è la sede per rivedere la loro pianificazione utilizzando la procedura descritta nel capitolo sulle Non conformità (pag. 73).

Il Weekly meeting si svolge supportato da un supporto fisico (ad esempio una lavagna) in cui le squadre, dell'impresa e dei subappaltatori, vengono individuate temporalmente e spazialmente all'interno del cantiere. Oltre ad evidenziare le mansioni da svolgere, nei Weekly Meeting si concordano con i fornitori i momenti di approvvigionamento materiale. È una metodologia collaborativa che si basa sul principio del "tutti sanno" in quanto tutti partecipano alla pianificazione delle attività (Fig. 47). Analogamente a quanto avviene per gli incontri giornalieri anche i Weekly meeting sono utilizzati anche per il monitoraggio delle fasi di progettazione.

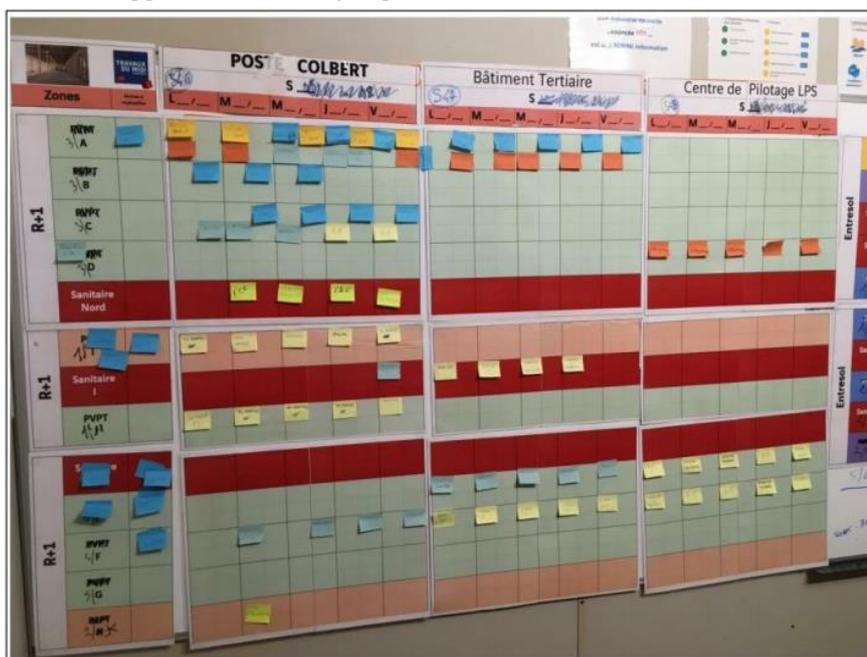


Fig. 47 Lavagna per weekly meeting

La metodologia Lean si fonda sul creare valore per il cliente, anche attraverso la comunicazione con lo stesso. Il momento in cui l'impresa riporta al cliente lo stato di avanzamento dei lavori e il rispetto degli oneri contrattuali è il Monthly Report (report mensile). La cadenza, come si intuisce dal nome, è mensile ma può essere definita contrattualmente come più o meno frequente. Non è l'unica interfaccia che l'impresa ha con il Committente con il quale può comunicare anche mediante RFI, descritti a pag. 43.

I Monthly Report vengono preparati dall'impresa sintetizzando i contenuti dei Weekly meeting svolti nel mese, con le questioni chiave evidenziate in una nota di accompagnamento. I rapporti sullo stato di avanzamento della costruzione potrebbero includere:

- Una sintesi dei progressi compiuti in ciascuna area chiave del progetto;
- Analisi dei progressi rispetto al programma;
- Una spiegazione delle cause di eventuali ritardi;
- Foto di avanzamento;
- Analisi degli indicatori chiave di prestazione;
- Una valutazione di eventuali problemi di qualità;
- Una valutazione di eventuali problemi di salute e sicurezza;
- Una valutazione di eventuali problemi di progettazione;
- Una valutazione di tutte le altre questioni che devono essere affrontate e delle proposte per affrontarle.

#### 5.7.2 *Snag List e Punch List*

La Snagging List (lista degli intoppi) è un documento o un modulo compilato dal cliente per l'impresa costruttrice in prossimità della conclusione dei lavori o di una fase particolare del cantiere, nel quale descrive le non conformità e le omissioni verificatesi durante il corso delle lavorazioni e si aspetta vengano rettificate prima dell'ispezione finale. La Snag List viene utilizzata per individuare un lasso temporale entro il quale, le persone responsabili delle revisioni devono completare le correzioni dei difetti minori che si sono verificati nel corso del cantiere.

La maggior parte delle correzioni presenti nella lista sono problemi minori, spesso estetici come segni di vernice o mancanza di qualche elemento secondario come un battiscopa, ma possono anche rappresentare omissioni serie o problemi d'installazione, ad esempio il non funzionamento di un impianto o la mancata chiusura di un infisso.

Un documento analogo alla Snag List è la Punch List. La Punch List è un documento preparato per eseguire un controllo durante le tappe fondamentali e verso la fine di un progetto di costruzione; elenca i lavori non conformi alle specifiche del contratto che l'appaltatore generale deve completare prima del pagamento finale e il responsabile delle azioni di controllo.

La differenza sostanziale tra i due documenti è nella formalità dei due. Infatti, l'impresa è vincolata al completamento delle azioni descritte nella Punch List per ricevere il saldo delle opere. La Punch List, essendo un documento contrattuale contiene un elenco preliminare di tutte le opere che verranno controllate e i collaudi eseguiti. Ad esempio, in un cantiere della metropolitana, sono descritte le verifiche che il responsabile effettuerà per certificare che le

opere di finitura resistano meccanicamente ad atti di vandalismo. Spesso la Punch List elenca tanti controlli sugli impianti, quali ad esempio la prova a pressione della caldaia o il funzionamento dell'ascensore, perché la messa a regime degli impianti coincide con la fine del cantiere e non ci sono stati momenti preliminari di verifica del sistema nel suo complesso, ma solo parziale.

Il nome punch viene, secondo alcune ipotesi, dal processo storico di forare i fogli su cui erano elencati i controlli da eseguire. L'elenco in duplice copia, uno per l'Impresa e uno per il Cliente, veniva forato simultaneamente in corrispondenza delle lavorazioni che avevano superato i controlli. Ora spesso il supporto è di formato digitale, ad esempio un tablet con l'applicazione individuata (Fig. 48). L'app permette di navigare un modello 3D durante l'ispezione fisica verificando la conformità di geometria e materiali tra modello virtuale e fabbricato costruito. Nel momento in cui si individua una difformità è possibile documentarla con foto e note contestualizzandola nel modello.

Tutte le attività di qualità sviluppate durante il cantiere, e in fase progettuale, servono all'impresa anche ad arrivare al momento dei controlli finali con un numero di potenziali correzioni limitato.

Una volta completato il controllo di Snagging o Punching, i responsabili comunicheranno al Cliente che le opere sono "sostanzialmente completate", invitandolo in cantiere per l'Ispezione finale e la consegna dell'opera.



Fig. 48 Esempio di Snag-App

L'ispezione finale partirà dal controllo che tutte le opere di correzione elencate negli elenchi descritti siano state completate.

### 5.7.3 Final Inspection e Consegna

La Final Inspection, ispezione finale, è uno degli ultimi momenti di vita del cantiere. Durante l'ispezione finale il cliente, e/o i responsabili da lui nominati, percorrono il cantiere verificando

che tutte le attività incluse nello SoW siano state realizzate e completate. Inoltre si verifica che le azioni correttive individuate nelle Punch e Snag list siano state portate a termine.

In questo momento, si verificano nuovamente il funzionamento degli impianti attraverso la procedura TAB (Testing, Adjusting, Balancing)

La consegna avviene durante una riunione di consegna a seguito della final inspection, qualora non siano rilevate discrepanze dal progetto o dagli oneri contrattuali.

Durante la consegna al cliente vengono rilasciate:

- le misure di sicurezza da adottare durante l'utilizzo dell'edificio, in particolare per impianti produttivi;
- BMS, Building Management System, in cui sono contenute tutte le azioni di manutenzioni da compiere;
- PMS, Power Management System, in cui sono indicate tutte le azioni di manutenzione degli impianti
- Dati aggiornati di test e messa in servizio.
- Tutti i certificati e le garanzie in merito ai lavori.
- Disegni As-Built compresi gli impianti installati
- Copie di approvazioni legali, rinunce, consensi e condizioni.
- Certificati di prova delle apparecchiature per ascensori, scale mobili, attrezzature di sollevamento, caldaie e recipienti a pressione.
- Licenze per lo stoccaggio di prodotti chimici e gas e per l'estrazione di acque sotterranee da un pozzo artesiano.

Se viene utilizzata la metodologia BIM, l'ambiente di dati comune può essere trasferito al datore di lavoro. Se non ancora fatto, il datore di lavoro dovrebbe nominare un gestore delle informazioni sugli asset per mantenere le informazioni e favorire l'utilizzo di questa metodologia per la manutenzione.

Esiste un'ampia letteratura sul fatto che gli edifici non funzionano come potrebbero. Esiste spesso un divario significativo tra le prestazioni previste dal progetto e quelle raggiunte. Questo problema è aggravato dalla separazione quasi completa tra costruzione e funzionamento.

A tal proposito viene spesso utilizzato il termine "atterraggi morbidi" che si riferisce a una strategia adottata per garantire che la transizione dalla costruzione all'occupazione sia "Bump free" (priva di urti) e che le prestazioni operative siano ottimizzate. Quando questo processo viene adottato le modalità di attuazione sono descritte nel contratto.



## 6. CASO STUDIO

Il caso studio prevede l'applicazione di una parte dei protocolli descritti all'interno della tesi ad un caso reale di un cantiere di riqualificazione edilizia. In particolare, saranno analizzate le procedure messe in atto dallo studio di progettazione Politecna Europa Srl (indicato successivamente come PTE) per supportare l'attività produttiva situata a Genova.

L'oggetto dell'appalto indetto da IREN S.p.A. prevede la riqualificazione di uno stabile a Genova ed è stato aggiudicato ad un'Associazione Temporanea di Imprese (ATI) per la quale è stata redatta l'offerta tecnica dallo studio Politecna Europa.

### 6.1 STATO DI FATTO

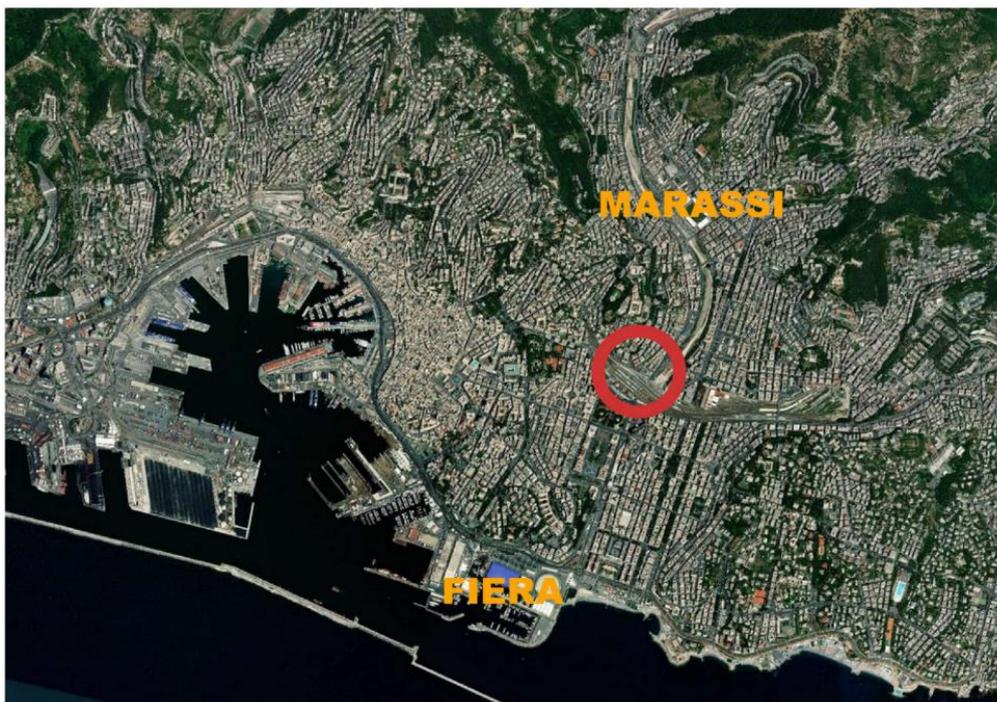
L'immobile, proprietà di IREN S.p.A., è stato oggetto di appalto per la riqualificazione edilizia funzionale. L'appalto integrato prevede la realizzazione del progetto costruttivo, a carico di PTE e la fase esecutiva, di cui è incaricata l'ATI. Le due fasi avvengono contemporaneamente, è per questo importante la comunicazione tra i soggetti coinvolti per minimizzare le non conformità e per la tempestività nel riconoscerle e gestirle.

La direzione lavori è stata affidata allo studio di progettazione che si è occupato della redazione del progetto esecutivo.

L'edificio è sorto negli anni '70, voluto dal Ministero delle Poste e delle Telecomunicazioni. Il primo progetto dell'edificio per "servizi corrispondenza" risale al 1971 con successive modifiche fino alla sopraelevazione del 1978.

L'edificio "Ex-Poste" è situato a Genova, ad est del porto nel quartiere di Brignole, al crocevia tra l'asse di Viale Brigate Partigiane e l'ansa del torrente Bisagno (Fig. 49).

La necessità di riqualificare l'edificio nasce dai livelli di efficienza energetica, sicurezza sismica, sicurezza idro-geologica e comfort inadeguati rispetto agli standard attuali. Il progetto quindi punta a trasformare l'edificio esistente in un complesso a elevate prestazioni con specifici livelli di sicurezza, con standard energetici e tecnologici elevati in grado di garantire il raggiungimento dei migliori standard prestazionali, in termini di efficienza, costo energetico gestionale e manutentivo.



*Fig. 49 Posizione dell'oggetto dell'intervento nella città di Genova*

L'edificio si trova alle spalle della stazione Brignole ed affaccia verso nord su Piazza Raggi, in adiacenza al "Borgo degli Incrociati" (Fig. 50). Il Borgo, rientrante in "Area a notevole interesse pubblico (bellezza d'insieme" del piano comunale dei beni paesaggistici soggetti a tutela, è caratterizzato da un tessuto compatto di edifici residenziali e piccole attività. Lo stato di degrado del borgo ha fatto sì che venisse inserito negli intenti di riqualificazione urbana del comune.

A sud, l'edificio oggetto di intervento affaccia sulla ferrovia ed è tangente con la linea della metropolitana.

Ad ovest affaccia sugli edifici residenziali di c.so Monte Grappa, con cui è collegato attraverso scalinate urbane che raccordano il dislivello tra il corso e p.zza Raggi.

Ad est affaccia sul Torrente Bisagno dal quale è separato da via Canevari.

La redazione del progetto è stata guidata da due considerazioni:

- Visibilità rispetto all'asse urbano di collegamento della stazione Brignole con la zona Fiera;
- Integrazione e dialogo con lo spazio di p.zza Raggi, importante snodo di connessione tra il sistema di trasporto urbano e la zona nord est della città.

Le considerazioni effettuate dallo studio di progettazione hanno prodotto delle suggestioni tali da creare uno spazio urbano di sosta e aggregazione al piano terreno e una struttura architettonica facilmente riconoscibile nonostante dialoghi con l'esistente.

Vista la vicinanza con il Bisanzio l'edificio ricade in Fascia fluviale A con classe di rischi idraulico R4, "molto elevato" (Fig. 51).



Fig. 50 Posizionamento dell'oggetto di intervento nel tessuto urbano

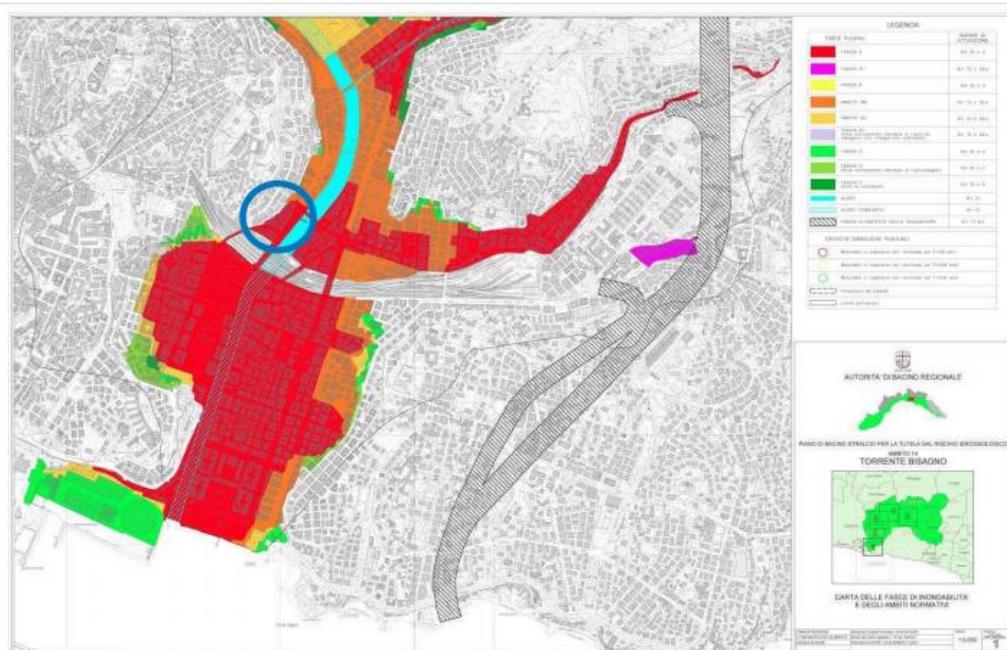


Fig.3 Autorità di Bacino Regionale – Piano di Bacino stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico – ambito 14 Torrente Bisagno – Carta delle fasce di inondabilità e degli ambiti Normativi – ultima modifica dell'elaborato Decreto del Direttore Generale n.14 del 12/06/2017.



FASCIA A

Art. 15, c. 2

Fig. 51 Pianta di fascia fluviale e rischio idraulico del Bisagno

Prima dell'intervento l'edificio si presenta composto da 6 piani fuori terra, di cui il primo seminterrato dal lato ferrovia, da un piano interrato e la copertura è piana.

La maglia strutturale è in acciaio con misure indicative 14.4x6 m e setti in c.a. in corrispondenza dei vani scala. Colonne e travi principali sono state ottenute saldando piatti in acciaio che compongono profili ad "I" mentre le travi secondarie sono prevalentemente IPE500. I solai in lastre predalles presentano una cappa superiore in c.a. di spessore 5 cm, per uno spessore totale di 12cm, a livello con i solai sono stati inseriti dei controventi metallici.

Sono presenti 4 corpi scala di larghezza maggiore a 1.20 m (adeguate alle vie di esodo) oltre ai vani ascensore e montacarichi recuperabili per i nuovi impianti di sollevamento.

Annesso alla struttura si trova il Piano del Ferro. Questa struttura prevedeva una deviazione dei binari dalla stazione Brignole, da cui era previsto l'accesso dei convogli ferroviari. Questo corpo presenta una struttura metallica indipendente e due impalcati, il primo livello è costituito da profili metallici saldati inglobati nel getto in c.a. del solaio, il secondo da HEB450. I due livelli del piano del ferro sono controventati da portali metallici a k che caratterizzano il piano interrato e il piano terra.

I prospetti sono caratterizzati da fasce in pannelli in c.a. prefabbricato e serramenti vetrati a nastro protetti da frangisole verticali in alluminio.

L'accesso all'edificio avviene da p.zza Raggi, il piano terra è diviso in due livelli connessi da due scale che coprono il dislivello di 0.8 m. I vari piani si presentano uguali con pavimenti in cemento liscio o quadrotte in linoleum, controsoffitti metallici a doghe con sovrapposto isolante, partizioni interne mobili realizzate con pannelli sandwich in truciolato.

All'ultimo piano, con la sopraelevazione del '78, sono stati realizzati i locali tecnici e la mensa con la cucina.

Al piano terreno e all'interrato sono ancora visibili le tracce dell'alluvione del 2014.

Nel momento in cui l'ATI. ha preso in carico i lavori erano già terminati i lavori di bonifica e strip-out.

## 6.2 OBIETTIVI DELL'INTERVENTO.

La metodologia adottata per l'approccio al processo edilizio ha permesso allo studio di progettazione di sviluppare soluzioni progettuali che rispondessero ai bisogni espliciti e impliciti della committenza.

La concezione degli spazi lavorativi segue un approccio basato sulla possibilità di usufruire di diverse tipologie di spazi, ciascuna disegnata per favorire specifiche attività. L'approccio considera un fattore abilitante per il lavoro per obiettivi e per lo sviluppo della capacità di scegliere lo spazio in funzione del tipo di attività da svolgere. Per facilitare la comprensione degli spazi e adottare un modello associativo spazio-attività viene adottato un approccio modulare ai diversi piani.

L'efficienza energetica è stata ricercata progettando un edificio NZEB.

### 6.2.1 La risposta esigenziale

Dal punto di vista spaziale il team di progettazione ha dato priorità ai requisiti espressi dal committente nel “concept organizzativo-progettuale” delineato nella gara di aggiudicazione dei servizi di progettazione. In sintesi, l’edificio sarà diviso come segue:

- Piano interrato: parcheggio aziendale, locali tecnici, deposito rifiuti;
- Piano terra/rialzato: ingresso principale, sistema di connessione con primo piano e punto di controllo accessi, showroom prodotti aziendali, parcheggio, locali tecnici (Fig. 53);
- Piano primo: salone utenti e sportelli, uffici, sala polivalente, Spazio Experience, caffetteria, zona fitness;
- Piano secondo: aree di lavoro per IREN mercato e IREN Holding organizzate in open space e uffici singoli, buvette di piano, sale riunione, locali di servizio;
- Piano terzo: sale riunioni, corner per risorse esterne, buvette aziendale, locali di servizio, sala formazione;
- Piano quarto: sala riunione, corner per risorse esterne, buvette di piano, locali di servizio;
- Piano quinto: direzione IREN S.p.A. con sala consiglio di amministrazione (20+ posti), Presidenza, Amministratore Delegato, spazi di lavoro di gruppo, corner per risorse esterne, buvette di piano, locali di servizio (Fig. 58);
- Piano sesto: ristorante aziendale, buvette direzione, locali tecnici (Fig. 59).

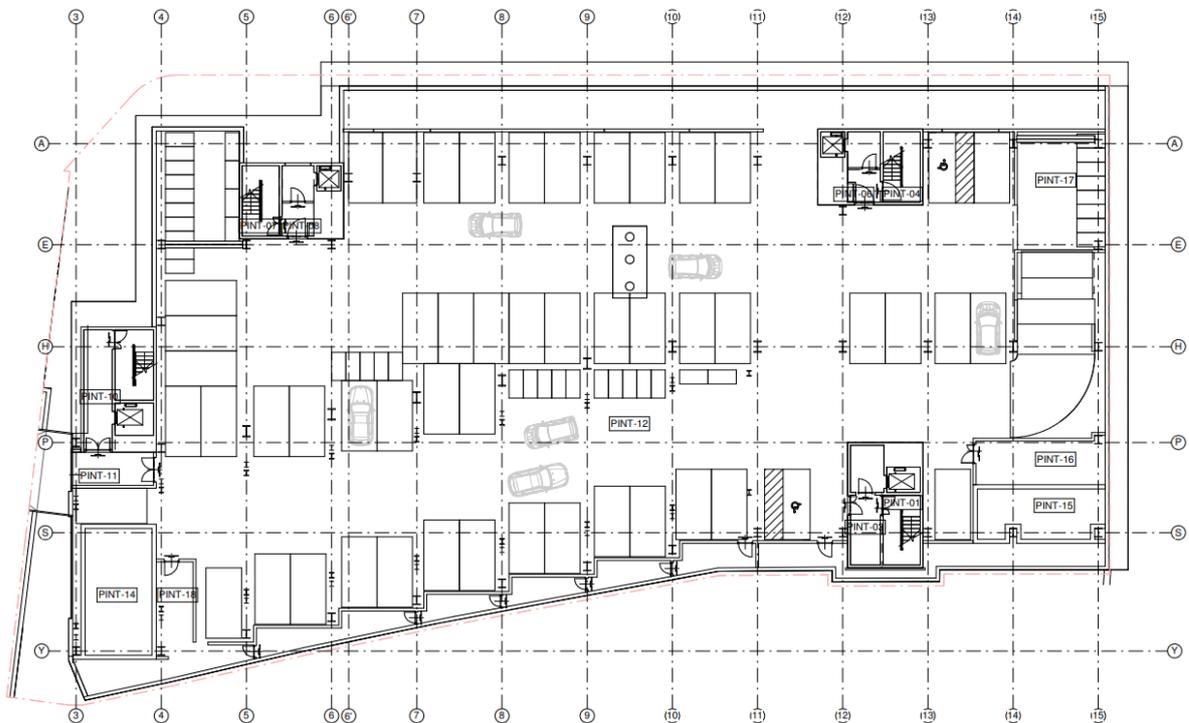


Fig. 52 Piano Interrato

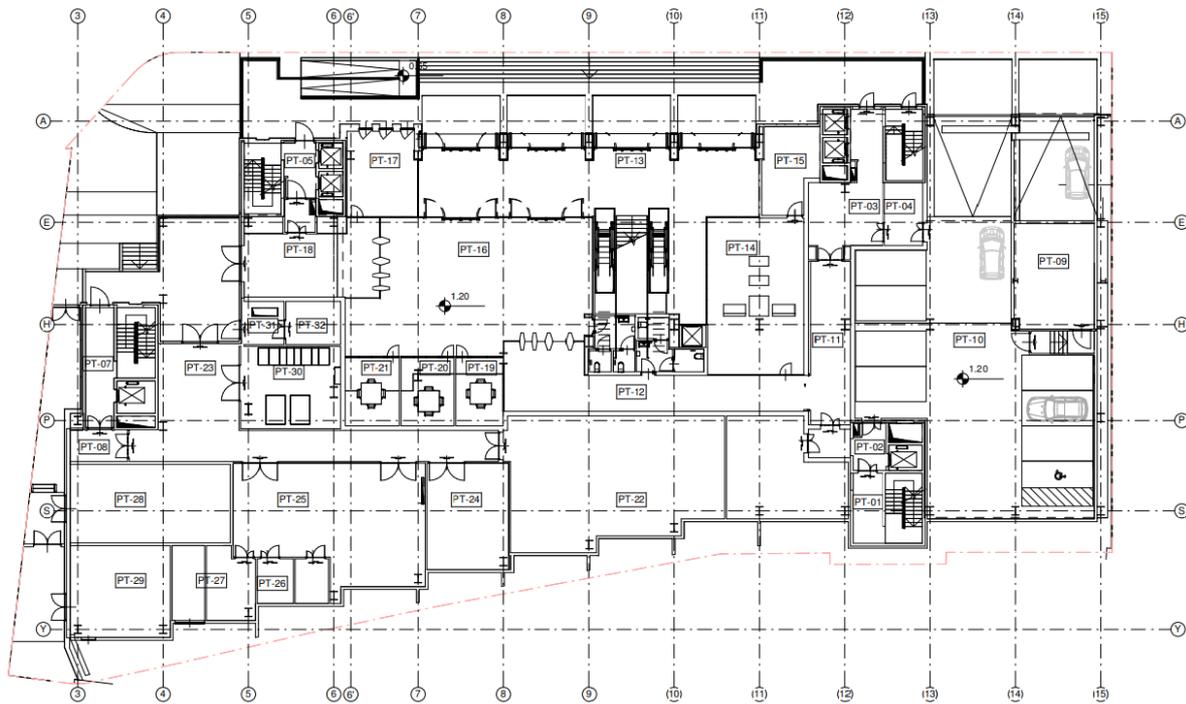


Fig. 53 Piano Terra

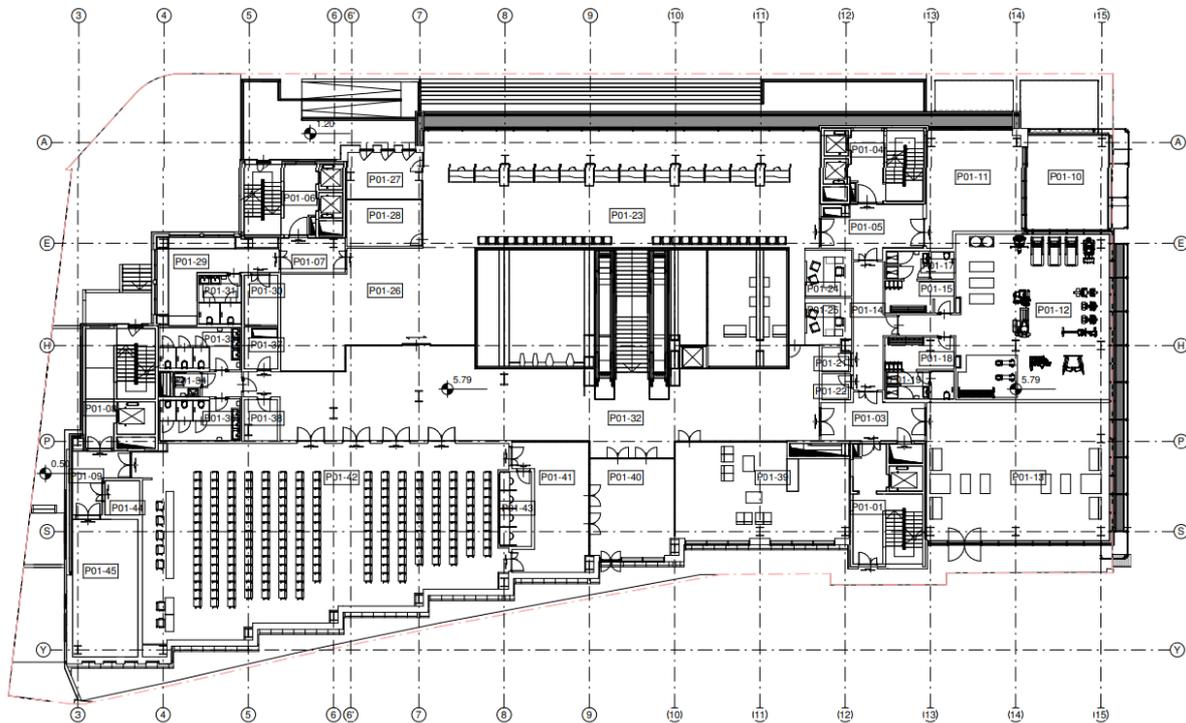


Fig. 54 Primo Piano

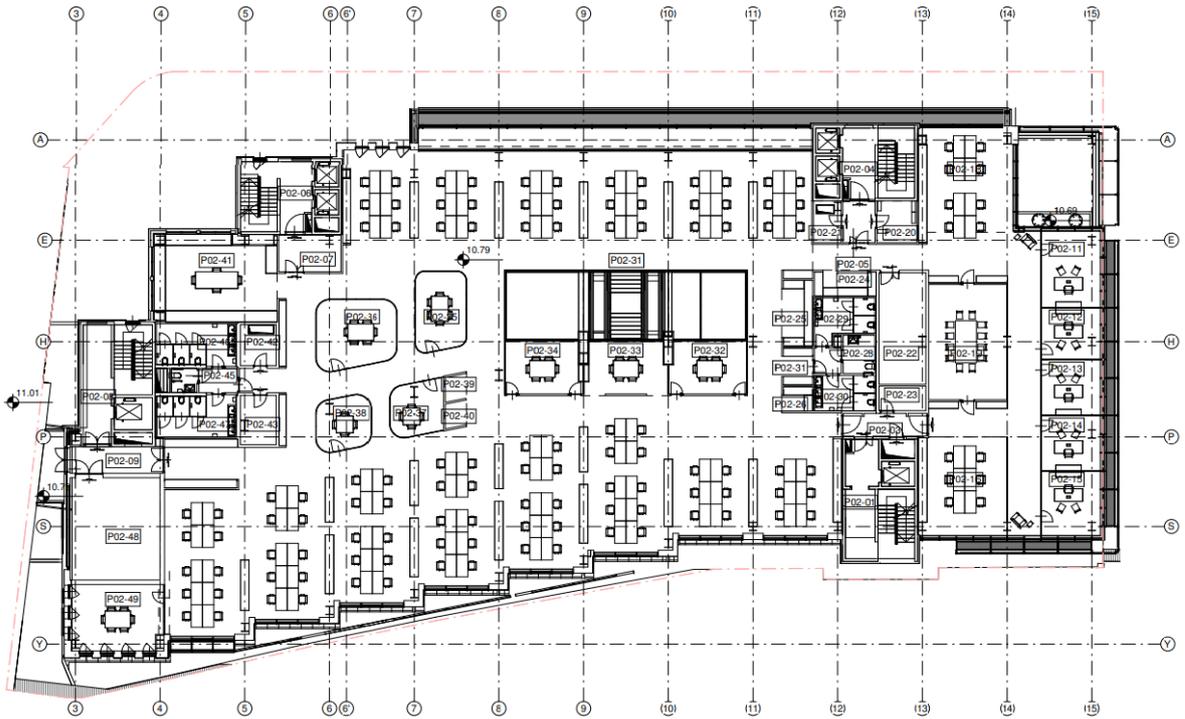


Fig. 55 Secondo Piano

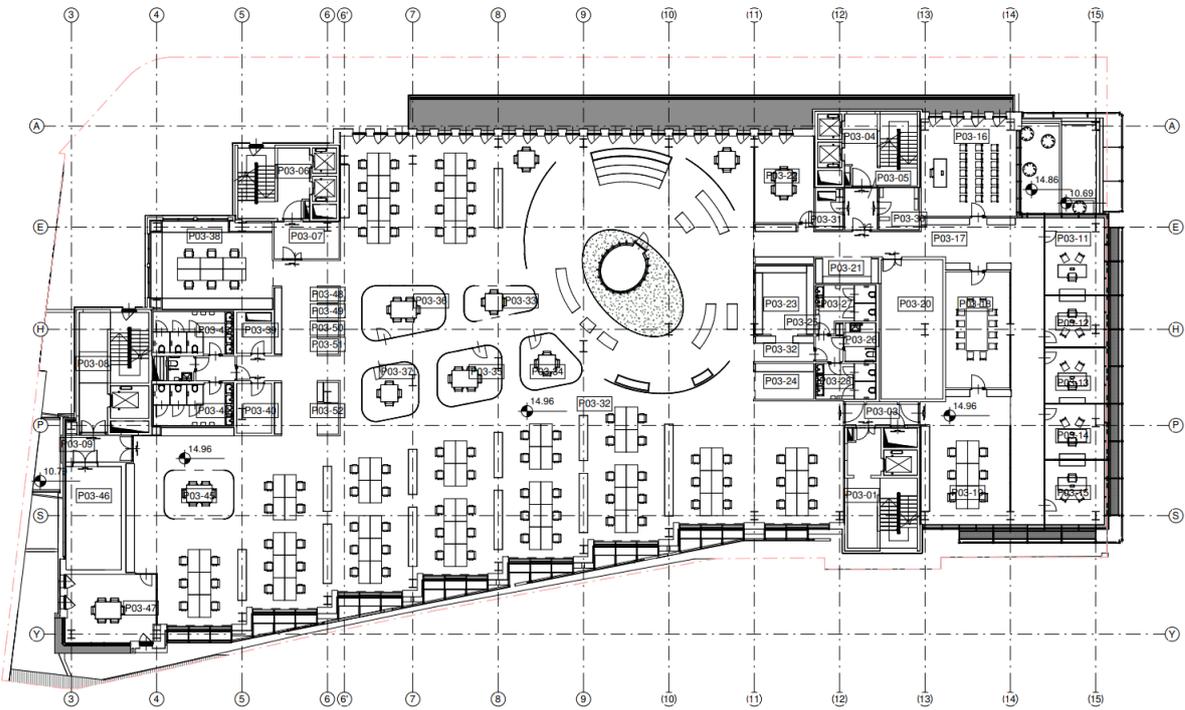


Fig. 56 Terzo Piano

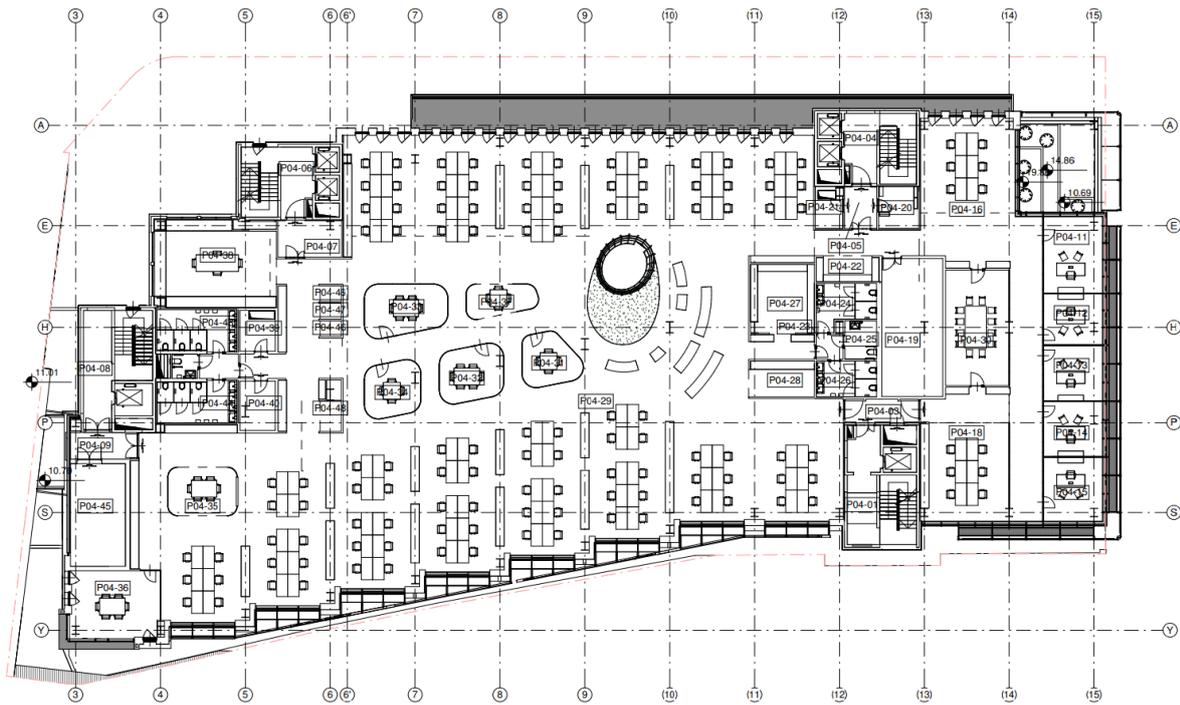


Fig. 57 Quarto Piano



Fig. 58 Quinto Piano

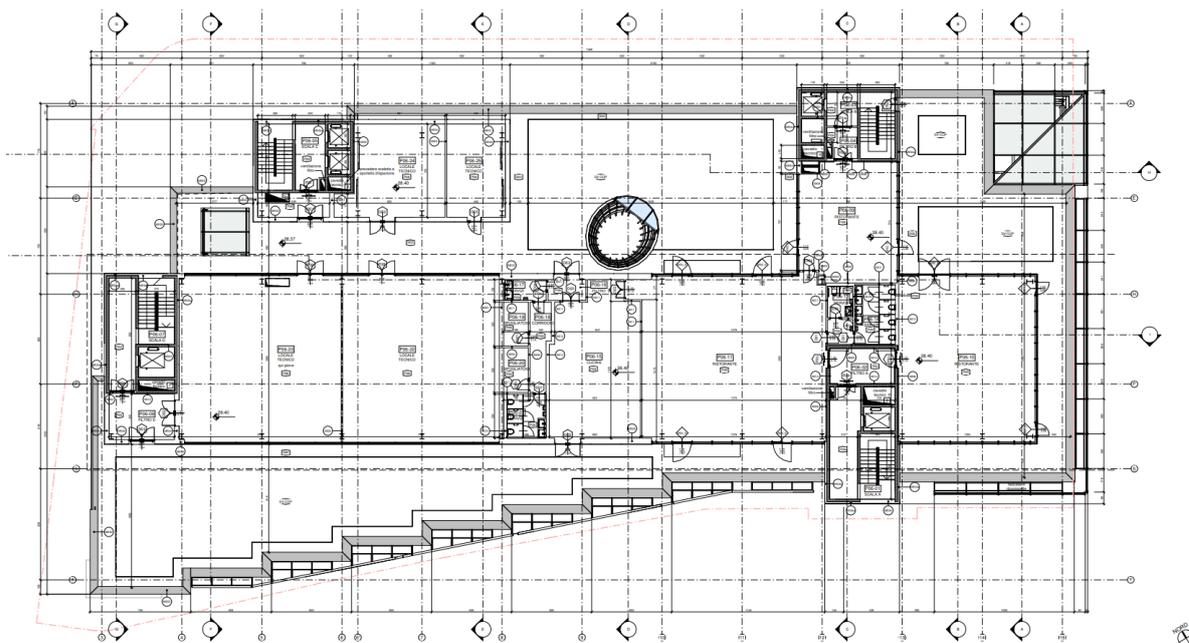


Fig. 59 Sesto Piano

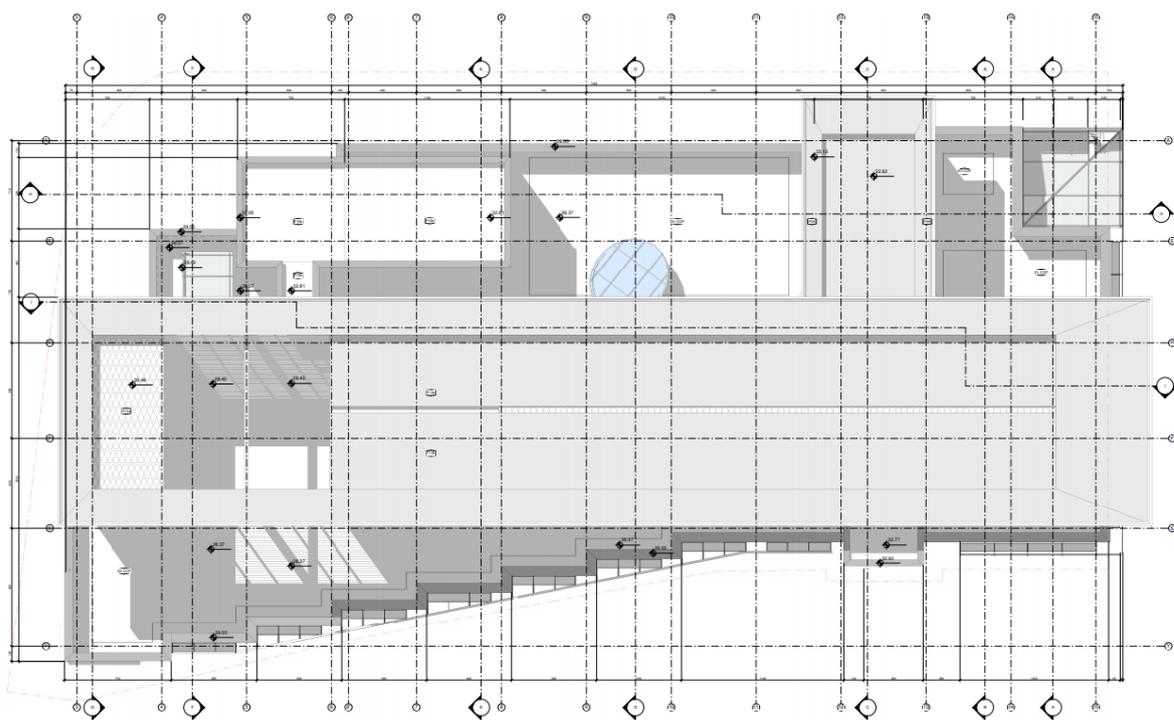


Fig. 60 Pianta delle Coperture

L'involucro edilizio, connesso al sistema strutturale ed impiantistico, è caratterizzato da tecniche costruttive differenziate per adattarsi all'immagine, all'esposizione e all'inserimento urbanistico, garantendo la riduzione dei carichi termici gravanti sull'edificio e differenziandolo sui quattro fronti dell'edificio.

Verso sud-ovest, lato stazione Brignole, verrà realizzata una facciata continua con vetri ad alta trasmissione luminosa, per offrire elevati livelli di luce naturale negli ambienti interni, schermati da una protezione costituita di frangisole fissi, a formare una "VELA", che garantisce il controllo della radiazione solare e la protezione dall'abbagliamento (Fig. 61). L'aggregazione di pannelli

rende la superficie meno rigida, creando, a seconda del momento della giornata, un gioco di chiari-scuri. L'effetto è aumentato dai "tagli" diagonali della struttura di sostegno.

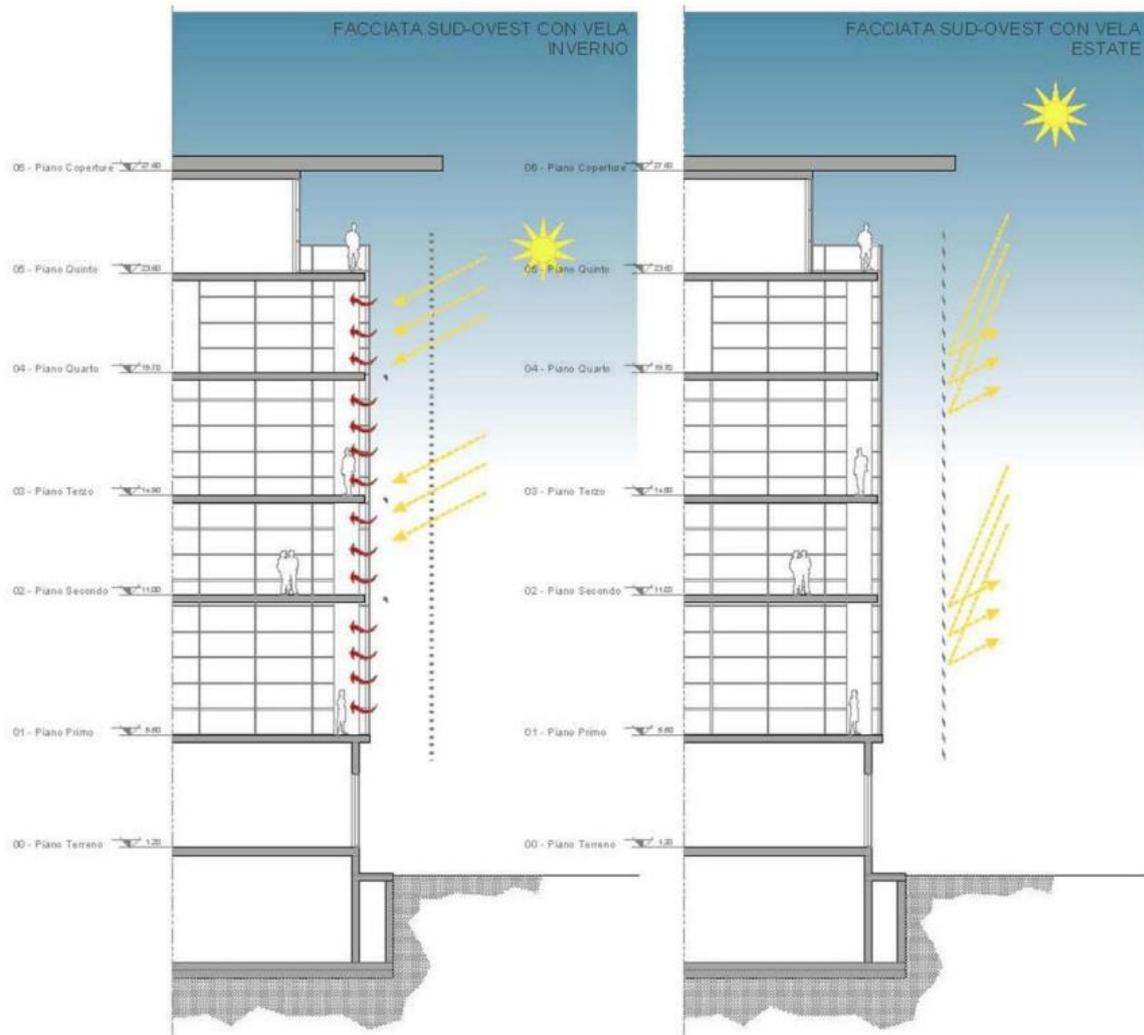


Fig. 61 Schema di funzionamento della vela

Nell'angolo sud-ovest (Fig. 63, Fig. 64) dell'edificio è stato introdotto un elemento architettonico che consente un richiamo alle scelte compositive adottate per gli altri prospetti con particolare riferimento a quello nord (Fig. 66). L'elemento è caratterizzato da una parete con finestre a nastro verticali interrotta da un'ampia superficie vetrata angolare inquadrata da un elemento aggettante. La serra aiuta il comportamento energetico dell'edificio, funzionando come accumulatore di calore da rilasciare gradualmente. All'interno viene creato un microambiente naturale attraverso l'uso di essenze arbustive.

Analogamente è stato progettato il pozzo di luce che attraversa gli ultimi piani dell'edificio.

Il fronte esposto ad est è composto da una facciata a "doppia pelle" (Fig. 65). Tra due superfici vetrate è stata inserito uno spazio tecnico che consente il passaggio di un flusso d'aria e il posizionamento delle schermature solari (Fig. 62).

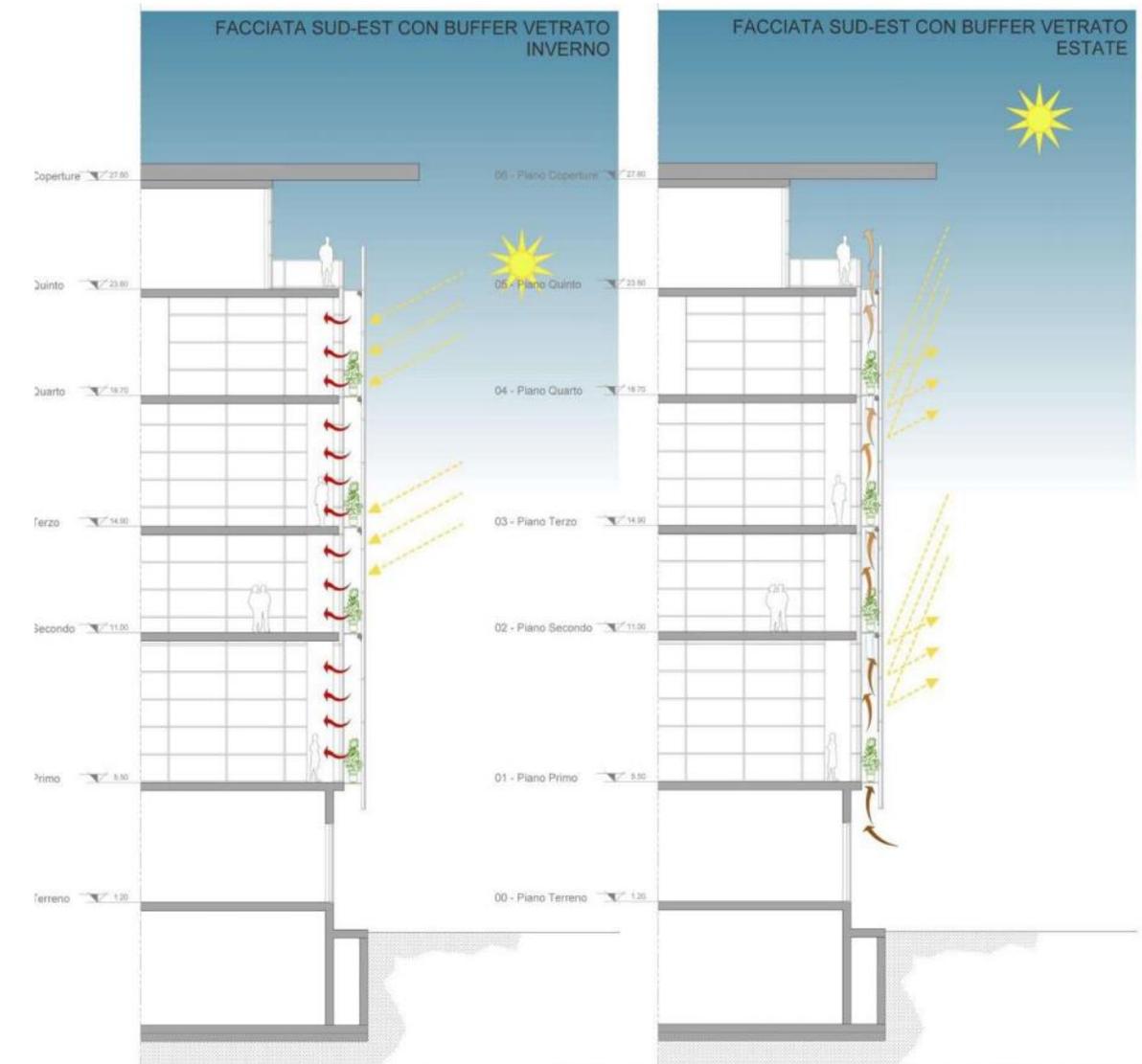


Fig. 62 Schema di funzionamento della facciata a doppia pelle



Fig. 63 Prospetto sud, con "vele"

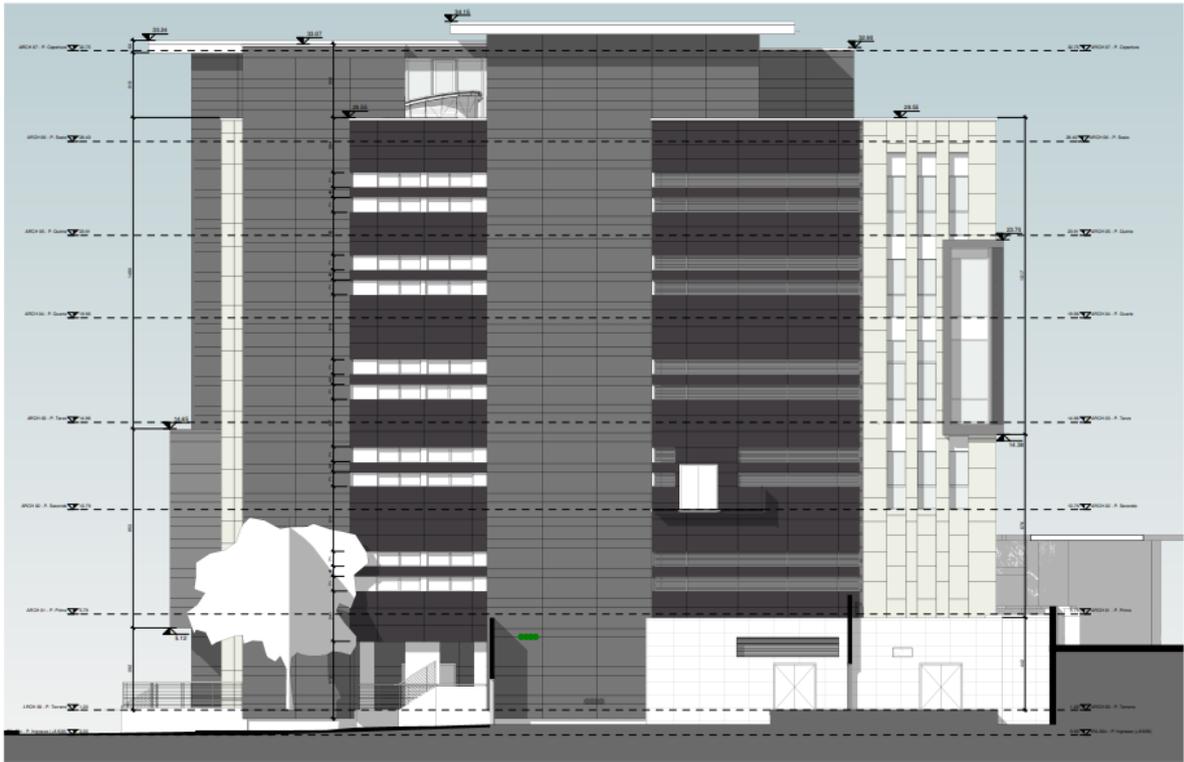


Fig. 64 Prospetto Ovest



Fig. 65 Render dell'angolo Nord-Est



Fig. 66 Render facciata Nord

### 6.3 INPUT RICEVUTI PER LA GARA

L'invito alla gara da parte del Committente è contenuto in una lettera di invito. Nell'invito sono contenute tutte le informazioni utili al Concorrente per valutare la partecipazione e formulare la propria offerta tecnico-economica in Busta Chiusa, aggiudicata attraverso l'offerta economicamente più vantaggiosa.

Nella richiesta di offerta erano allegati i seguenti documenti:

- Progetto esecutivo con relativi elaborati descrittivi/grafici, comprensivo di:
  - Cronoprogramma;
  - Computo Metrico Estimativo;
  - Piano Sicurezza e Coordinamento (PSC).
- Documento Unico di Valutazione dei Rischi da Interferenze (DUVRI);
- Informazioni generali per la partecipazione alla gara telematica;
- Importo dei lavori riqualificazione a corpo;
- Requisiti di partecipazione;
- Sopralluogo;
- Risposte attese dal Concorrente.

#### 6.3.1 Elaborati contrattuali progetto esecutivo

Ai sensi del art. 93, comma 5 del D.Lgs. n. 163/2006 il Progetto Esecutivo *“redatto in conformità al progetto definitivo, determina in ogni dettaglio i lavori da realizzare e il relativo*

*costo previsto e deve essere sviluppato ad un livello di definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo. In particolare, il progetto è costituito dall'insieme delle relazioni, dei calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti e degli elaborati grafici nelle scale adeguate, compresi gli eventuali particolari costruttivi, dal capitolato speciale di appalto, prestazionale o descrittivo, dal computo metrico estimativo e dall'elenco prezzi unitari. Esso è redatto sulla base degli studi e delle indagini compiuti nelle fasi precedenti e degli eventuali ulteriori studi e indagini, di dettaglio o di verifica delle ipotesi progettuali, che risultino necessari e sulla base di rilievi piano altimetrici, di misurazioni e picchettazioni, di rilievi della rete dei servizi del sottosuolo. Il progetto esecutivo deve essere altresì corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti da redigersi nei termini, con le modalità, i contenuti, i tempi e la gradualità stabiliti dal regolamento di cui all'art. 5".*

I documenti che compongono il progetto esecutivo dell'art. 33 del D.P.R. n. 207 del 05/10/2010 sono:

- relazione generale;
- relazioni specialistiche;
- elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale, particolari costruttivi;
- calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- piani di sicurezza e di coordinamento;
- computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;
- cronoprogramma dei lavori;
- elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie che compongono l'opera o il lavoro;
- schema di contratto;
- capitolato speciale di appalto.

Nel fornire i documenti, la Stazione Appaltante ha messo a disposizione anche un elenco degli stessi da cui è possibile dedurre la regola usata per nominarli, favorendone la lettura e l'individuazione (un estratto dell'elenco documenti è contenuto in Fig. 67).

La redazione dell'offerta tecnica ed economica nasce dallo studio della documentazione e dalle richieste del bando disciplinare. La verifica della completezza del materiale fornito è stata affidata ai soggetti incaricati della redazione dei differenti criteri, non sono state individuate difformità tra il progetto illustrato nelle tavole e la descrizione tecnica contenuta nei documenti.

ELENCO ELABORATI									GENERALE					
CODICE CLIENTE	ANNO	COMMESSA	LIVELLO	DISCIPLINA	DOCUMENTI ELABORATI	FOGLIO	REVISIONE TAV.	DESCRIZIONE	SCALA GRAFICA	ESECUTORE	VERIFICATORE	RIESAME	EMISSIONE	
DOCUMENTI														
GENERALE														
06961802	ESE	GE	ELD	001	b			Elenco Elaborati	-	I.LAC	F.CAM	S.DAL	16/03/2020	
06961802	ESE	GE	ERT	001	b			Relazione Tecnica Illustrativa	-	S.ROS	F.CAM	S.DAL	16/03/2020	
06961802	ESE	GE	EMA	001	a			Piano di Manutenzione	-	S.ROS	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	GE	CSP	001	a			Capitolato Informativo - BIM	-	S.ROS	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
SICUREZZA														
06961802	ESE	GE	EPS	002	a			Piano di Sicurezza e Coordinamento	-	I.PIS	M.PEN	U.SIN	28/02/2020	
DOCUMENTI TECNICI E ECONOMICI														
06961802	ESE	AR	CSP	001	a			Capitolato Tecnico	-	S.ROS	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	AR	CSP	002	a			Capitolato Tecnico - Facciate	-	R.MOR	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	AR	REP	001	a			Elenco Prezzi Unitari	-	S.ROS	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	AR	ANP	001	a			Analisi Prezzi	-	S.ROS	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	AR	CME	001	a			Computo Metrico Estimativo	-	S.ROS	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	GE	QEC	001	a			Quadro Economico	-	E.MOZ	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
TEMPI														
06961802	ESE	GE	PR	001	a			Cronoprogramma	-	F.PER	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
ACUSTICA														
06961802	ESE	FT	RSP	002	a			Valutazione Previsionale di Impatto Acustico VIAA	-	V.BON	G.ALL	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	FT	RSP	003	a			Verifica Previsionale del Rispetto dei Requisiti Acustico Passivi RAP	-	V.BON	G.ALL	S.DAL	28/02/2020	
IDRAULICA														
06961802	ESE	ID	RSP	001	a			Relazione Idraulica e Idrologica	-	G.CAR	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	ID	RSP	002	a			Paratie da installare nell'Edificio a Protezione della Piena con TR-200 Criteri di Gestione e Caratteristiche	-	G.CAR	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
GEOLOGIA E GEOTECNICA														
06961802	ESE	GT	RSP	001	a			Indagini Geofisiche - Rapporti di Prova	-	A.SCA	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	GT	RSP	002	a			Indagini Geognostiche - Rapporto Tecnico	-	A.SCA	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	GT	RSP	003	a			Prove Geotecniche e Geomeccaniche di Laboratorio - Rapporto Tecnico	-	A.SCA	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
06961802	ESE	GT	RSP	004	a			Relazione Geologica - Geotecnica	-	A.SCA	F.CAM	S.DAL	28/02/2020	
SOTTOSERVIZI														
06961802	ESE	VI	RSP	001	a			Relazione sulla Risoluzione delle Interferenze	-	I.LAC	R.LOF	S.DAL	28/02/2020	

Fig. 67 Estratto elenco elaborati

### 6.3.2 Sopralluogo virtuale

Nel momento in cui è stata bandita la gara il fabbricato era oggetto di bonifica amianto. I rischi inerenti il sopralluogo sono stati ovviati inviando ai Concorrenti gli esiti di un'indagine effettuata dalla Stazione Appaltante.

Il materiale fornito contiene una descrizione dello stato di fatto abbastanza precisa, documentando lo stato di conservazione dell'edificio sia con fotografie che con video.

La localizzazione delle foto è stata restituita mediante delle piante (Fig. 68):

#### Piano quarto

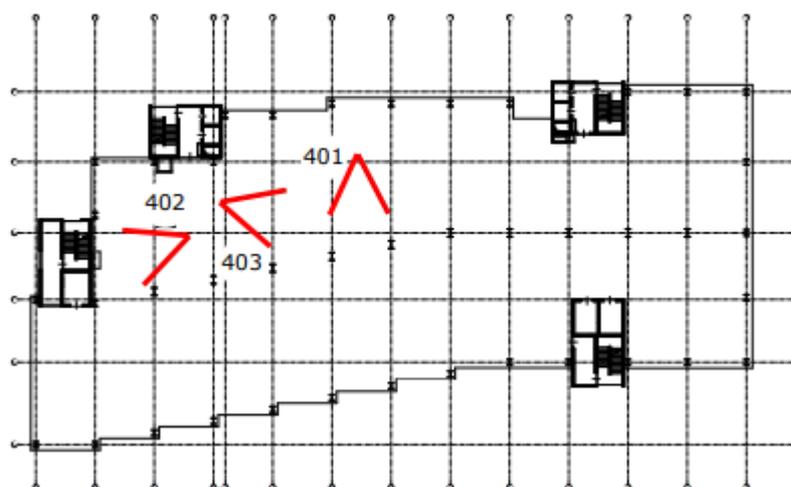


Fig. 68 Esempio di localizzazione delle foto

Analogamente a quanto fatto per il supporto fotografico, il percorso effettuato dall'operatore per la registrazione del video è stato documentato per favorirne la lettura con delle piante (Fig. 69).

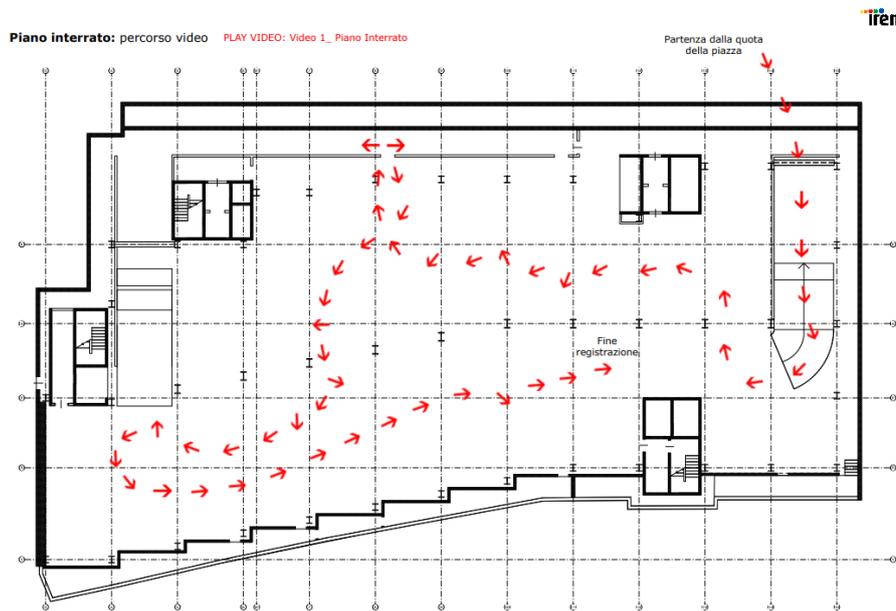


Fig. 69 Esempio di percorso dell'operatore durante le riprese

### 6.3.3 Commissioning Plan

Il Cliente in fase di gara ha definito il processo individuato in merito al Commissioning e Collaudo degli impianti.

Il documento "Fase di Accettazione dell'opera" redatto dalla Stazione Appaltante cita:

*"Il processo di Commissioning comprende tutta una serie di attività di controllo qualità e di verifica, taratura e collaudo degli impianti in fase di consegna dell'opera.*

*Il Commissioning è condotto da una struttura autonoma di collaudo che si interfaccia con la Direzione dei Lavori generale nel controllare la qualità dell'opera e fornisce un documento da consegnare al Committente che costituisce una raccolta organica e coordinata di tutta la documentazione di impianto dal progetto fino ai disegni as-Built, ai manuali di uso e manutenzione necessari per il mantenimento in efficienza del sistema."*

Il documento raccoglie tutte le attività di Commissioning e sottolinea come sarà applicato a tutte le fasi della commessa:

- Progettazione;
- Costruzione;
- Accettazione.

Anche le tempistiche sono definite da contratto:

*"Le attività dell'autorità di Commissioning si svolgeranno a partire dall'affidamento dei lavori all'Appaltatore per tutta la durata del cantiere.*

Verranno stabilite riunioni cadenzate per l'esame e la verifica di tutti i materiali, sistemi e apparecchiature impiantistiche sottoposti a collaudo.

In funzione dell'avanzamento dei lavori verranno programmati sopralluoghi di verifica, taratura e prove di messa in funzione degli impianti. A partire da 60 giorni prima della consegna dei lavori si darà corso alle verifiche e alla messa in esercizio sistematica degli impianti e i controlli dei manuali d'uso e sui disegni as-built.

Dalla data di fine lavori e per la durata di 60 giorni verranno condotte le prove di funzionamento degli impianti e i collaudi di accettazione preliminare.

Così come previsto dallo schema di contratto, a 120 giorni dalla fine lavori verrà emesso il collaudo provvisorio degli impianti e a 24 mesi dalla fine dei lavori verrà emesso il collaudo definitivo."

## 6.4 MIGLIORIE

I contenuti che il Committente valutava sono stati indicati all'interno del disciplinare di gara suddivisi in criteri.

Ad essi, lo studio PTE incaricato dall'ATI ha risposto in maniera puntuale con l'indice contenuto nell'immagine seguente (Fig. 70).

Nell'offerta tecnica si è dimostra la competenza del Concorrente e sono state descritte le migliorie proposte al progetto a base gara. L'offerta tecnica è stata accompagnata da una busta amministrativa e da una economica contenente l'offerta.

PROCEDURA NEGOZIATA PER L'AFFIDAMENTO DEI LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA FUNZIONALE DELL'EDIFICIO "EX POSTE" DI PIAZZA RAGGI (GE)	
<b>INDICE</b>	
<b>CRITERIO PT1</b>	<b>1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Organigramma</li> <li>Organizzazione squadre e maestranze</li> <li>Strumenti informatici: Sharepoint e Archibus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Offerta Gestione Informativa (oGI): BIM, ruoli e responsabilità, lavori progressi</li> </ul>
<b>CRITERIO PT2</b>	<b>6</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Efficace gestione delle polveri: indagine su direzione e intensità del vento e predisposizione delle misure necessarie al contenimento</li> <li>Piano di Comunicazione: attenzione all'informazione e alla sensibilizzazione dell'utenza esterna: teli per ponteggio serigrafati e pannelli informativi</li> <li>Percorsi protetti per viabilità pedonale: segnaletica verticale ed orizzontale, percorsi guidati, barriere fisiche (new jersey), spazi di stazionamento sicuri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presenza di un magazzino di proprietà di Cosmo Costruzioni Moderne s.r.l.: possibilità di stoccaggio temporaneo di materiali e rifiuti con conseguente mitigazione dell'impatto su attività terze (in particolare la viabilità stradale)</li> <li>Smaltimento e riutilizzo dei materiali: separazione materiali in sito e subappalto a società specializzata allo smaltimento e al riciclaggio dei rifiuti; campagna mobile per il riutilizzo di materiale di scavo e di scotico</li> </ul>
<b>CRITERIO PT3</b>	<b>11</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Area di stoccaggio nei pressi del cantiere</li> <li>Consegne in magazzino calendarizzate secondo le lavorazioni previste dal Gantt di progetto</li> <li>Riduzione dell'area di stoccaggio in cantiere</li> <li>Esecuzione della preparazione preliminare del materiale e del premon-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>taggio in magazzino</li> <li>Trasporto in cantiere 2/3 volte a settimana</li> <li>Trasporto del materiale dal magazzino al cantiere su mezzi leggeri e in quantità commisurate alle lavorazioni previste nei giorni successivi</li> </ul>
<b>CRITERIO PT4</b>	<b>15</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Migliorie acustiche per le unità di trattamento aria: inserimento silenziatori nel corpo delle UTA, utilizzo di ventilatori con motori silenziosi, inserimento tappetini antivibranti sotto le UTA</li> <li>Implementazione del sistema di contabilizzazione del consumo dell'energia: inserimento nuovi contabilizzatori, programmazione sistema BMS</li> <li>Implementazione di un sistema di illuminazione HCL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementazione del protocollo DALI-2</li> <li>Installazione di un sistema di allontanamento volatili</li> <li>sistema a scomparsa per pareti ventilate</li> <li>Miglioramento serramenti e schermature mobili: miglioramento valori di trasmittanza, miglioramento fattore solare schermature</li> <li>Miglioramento involucro opaco - Facciate - Coperture</li> </ul>

Fig. 70 Indice Offerta Tecnica redatta da PTE

Le principali migliorie sono state individuate in termini di Logistica ed Approvvigionamenti.

Essendo a conoscenza del fatto che l'ATI possedesse un magazzino di dimensioni importanti in prossimità della città Ligure, è stato proposto di sostituire le aree di stoccaggio previste in prossimità del cantiere, su suolo pubblico, con lo spazio del magazzino. Sono state quindi pianificate le consegne dal magazzino al cantiere per mezzo di veicoli di dimensioni ridotte che potessero muoversi agilmente nel tessuto urbano.

Un estratto dell'offerta tecnica cita:

*“L'accesso carrabile al cantiere su Piazza Raggi è posto in posizione tale da non alterare il flusso veicolare di Via Canevari.*

*I mezzi per gli approvvigionamenti stazionano in corrispondenza della piazza stessa che, durante l'intera fase di cantiere, è da considerarsi zona esclusivamente pedonale e chiusa all'ingresso e al transito di altri veicoli.*

*Utilizzo limitato di mezzi ingombranti.*

*Il Concorrente assicura un ridotto utilizzo di mezzi ingombranti. Ciò è permesso dalla presenza e dall'utilizzo di un deposito di proprietà (Fig. 71)” ... “sito in Salita Pino Sottano (a 15 minuti dal cantiere). Il deposito in questione vanta una superficie di 1000 m<sup>2</sup> con ampia area esterna e consente, pertanto, di stoccare qualsiasi materiale previsto da progetto, in attesa di un suo successivo approvvigionamento diretto in cantiere (e di effettuare lì, per quanto possibile, la prefabbricazione degli elementi). La presenza di tale magazzino offre un duplice contributo positivo: permette una riduzione delle dimensioni dell'area di stoccaggio prevista in sito e consente il continuativo trasporto ed approvvigionamento di materiali, garantendo l'impiego di mezzi di dimensione ridotta (a fronte di un semplice incremento del numero di viaggi).”*

Inoltre,

*“Il Concorrente, disponendo del magazzino di proprietà di cui sopra, prevede un limitato utilizzo della superficie di suolo pubblica identificata a base di gara. La presenza di un magazzino di proprietà nelle immediate vicinanze permette di semplificare la gestione dell'intera commessa, garantendo lo stoccaggio in luogo sicuro e protetto e l'approvvigionamento al bisogno.”*

Mappa: ubicazione sito d'intervento e deposito di proprietà del Concorrente, viabilità stradale ed autostradale



Fig. 71 Il percorso autostrada magazzino e magazzino cantiere.

Già nella fase di formulazione dell'offerta sono stati analizzati il piano degli approvvigionamenti, Procurement Plan, il Cash Flow e le tematiche annesse al cronoprogramma della lavorazione, Construction Schedule.

L'approccio al Procurement Plan descritto in fase di gara è il seguente:

- Identificazione dei prodotti e servizi forniti da parti terze in base all'analisi dei documenti a base gara;
- Definizione delle caratteristiche, tempi e modalità di consegna;
- Identificazione di fornitori con preventivi e richieste di offerta;
- Predisposizione dei contratti;
- Definizione delle procedure di ricezione, ispezione e verifica delle forniture in accordo con il Commissioning Plan.;
- Pagamento delle forniture;
- Chiusura del contratto.

Come anticipato, la fase di Procurement è stata anticipata alla fase di gara, calendarizzando con un diagramma Gantt le forniture di materiale o servizi. Annessi alla definizione dei tempi sono stati stimati i costi che sono stati raccolti nel Cash Flow.

Le milestone di consegna sono state confrontate con quelle ipotizzate dalla Stazione Appaltante e riassunte nella seguente tabella (Fig. 72).

COD	LAVORAZIONI	INIZIO	FINE	TIPOLOGIA APPROVV. BASE DI GARA	DATA APPROVV. BASE DI GARA	CONSEGNA IN CANTIERE BASE DI GARA	TIPOLOGIA APPROVV. IN PROGETTO	LOGO	DATA APPROVV. IN PROGETTO	CONSEGNE IN MAGAZZINO	FASE DI CANTIERE	ALL.
<b>1</b>	<b>APPRESTAMENTO CANTIERE</b>	<b>09/05/20</b>	<b>31/05/20</b>	<b>BASE DI GARA</b>			<b>PROGETTO</b>					
1.1	Apprestamento cantiere	09/05/20	31/05/20	Installazione gru	11/05/20	11/05/20	Installazione gru		11/05/20	11/05/20	1	
<b>2</b>	<b>DEMOLIZIONI</b>	<b>01/06/20</b>	<b>25/08/20</b>	<b>BASE DI GARA</b>			<b>PROGETTO</b>					
2.1	Demolizioni	01/06/20	25/08/20	Procurement demolizioni	11/05/20	-	Procurement demolizioni		11/05/20	25/05/20	1	
<b>3</b>	<b>OPERE STRUTTURALI</b>	<b>15/06/20</b>	<b>18/12/20</b>	<b>BASE DI GARA</b>			<b>PROGETTO</b>					
3.1	Opere strutturali in C.A.	15/06/20	18/12/20	Procurement pali	18/05/20	-	Procurement pali		18/05/20	08/06/20	2	
3.2	Opere strutturali in carpenteria metallica	09/07/20	07/12/20	Procurement opere in CA	18/05/20	-	Procurement opere in CA		18/05/20	08/06/20	2	
				Procurement opere in carpenteria metallica	11/05/20	-	Procurement opere in carpenteria metallica		11/05/20	02/07/20	2	
<b>4</b>	<b>OPERE EDILI</b>	<b>24/08/20</b>	<b>30/09/21</b>	<b>BASE DI GARA</b>			<b>PROGETTO</b>					
4.1	Opere da decoratore	07/09/20	19/02/21	-	-	-	Procurement idropitture		08/06/20	01/09/20	3	
4.2	Impermeabilizzazioni	14/09/20	26/03/21	-	-	-	Procurement impermeabilizzazioni		08/06/20	07/09/20	3	
4.3	Massetti	24/08/20	22/01/21	-	-	-	Procurement massetti		08/06/20	17/08/20	3	
4.4	Opere murarie	24/08/20	22/01/21	-	-	-	Procurement murature interne		08/06/20	19/10/20	3	
4.5	Intonaci	24/08/20	22/01/21	-	-	-	Procurement intonaci		08/06/20	09/11/20	3	
4.6	Controsoffitti	16/11/20	17/09/21	-	-	-	Procurement controsoffitti		07/09/20	09/11/20	3	
										22/02/21	3	
										19/04/21	3	
										05/07/21	3	
4.7	Pareti vetrate interne	18/01/21	24/09/21	-	-	-	Procurement pareti vetrate		09/11/20	11/01/21	3	
										19/04/21	3	
4.8	Pavimenti/rivestimenti	14/09/20	17/09/21	-	-	-	Procurement pavimenti/rivestimenti		03/08/20	05/09/20	3	
										24/11/20	3	
										09/08/20	3	
4.9	Paratie	16/08/21	24/09/21	Procurement paratie	05/04/21	30/08/21	Procurement paratie		05/04/21	30/08/21	3	
4.10	Opere murarie esterne (facciate opache)	01/12/20	10/09/21	Procurement facciate	13/07/20	-	Procurement facciate		13/07/20	23/11/20	3	
										01/03/21	3	
4.11	Opere murarie esterne (facciate vetrate)	07/12/20	23/07/21	Procurement facciate	13/07/20	-	Procurement facciate		13/07/20	30/11/20	3	
										15/03/21	3	
										10/05/21	3	
<b>5</b>	<b>OPERE A VERDE</b>	<b>30/07/21</b>	<b>30/09/21</b>	<b>BASE DI GARA</b>			<b>PROGETTO</b>					
5.1	Opere a verde	30/07/21	30/09/21	-	-	-	Procurement opere a verde		12/04/21	23/07/21	4	
<b>6</b>	<b>IMPIANTO MECCANICO</b>	<b>12/06/20</b>	<b>30/09/21</b>	<b>BASE DI GARA</b>			<b>PROGETTO</b>					
6.1	Centrale di trattamento e sollevamento acque	12/06/20	02/07/20	-	-	-	Procurement centrale di trattamento e sollevamento acque		11/05/20	05/06/20	3	

Fig. 72 Tabella riassuntiva delle date degli approvvigionamenti

Altre migliorie al progetto a base gara offerte sono state le seguenti:

- Miglioramento del comportamento acustico delle Unità di Trattamento Aria (UTA) attraverso ventilatori ad alta efficienza, tappetini antivibrazione sotto le UTA;
- Implementazione del sistema di contabilizzazione del consumo dell'energia. Inserimento di un numero di contatori maggiore in punti strategici (ogni piano, ogni stacco delle aree di servizio) e programmazione di un sistema BMS;
- Implementazione di un sistema di illuminazione HCL (Human Centric Lighting) nelle aree comuni;
- Implementazione del protocollo DALI-2 per la regolazione degli impianti di illuminazione;
- Sistema di allontanamento volatili (come espressamente chiesto a base gara);
- Sistema a scomparsa per pareti ventilate;
- Miglioramento dei valori di trasmittanza dei serramenti e del fattore solare delle schermature;
- Miglioramento del comportamento termico in termini di inerzia e isolamento dell'involucro opaco verticale e orizzontale.

## 6.5 PRODOTTI DELLO STUDIO DI PROGETTAZIONE

Nell'aggiudicarsi la gara lo studio PTE è stato incaricato di redigere l'As-Built dell'edificio, affiancando l'Associazione temporanea di Impresa (ATI) ingegnerizzando le scelte progettuali contenute nell'esecutivo e producendo un progetto costruttivo.

La progettazione è coadiuvata dall'implementazione della tecnologia BIM. In particolare, partendo dal modello fornito nel progetto esecutivo, il team di progettazione utilizza il software BIM Autodesk Revit.

L'organigramma proposto a base di gara dell'ATI individua tutte le figure presenti in cantiere con ruoli organizzativi, individuando anche la persona di PTE che avrebbe monitorato lo Stato di avanzamento del modello BIM (Fig. 73).

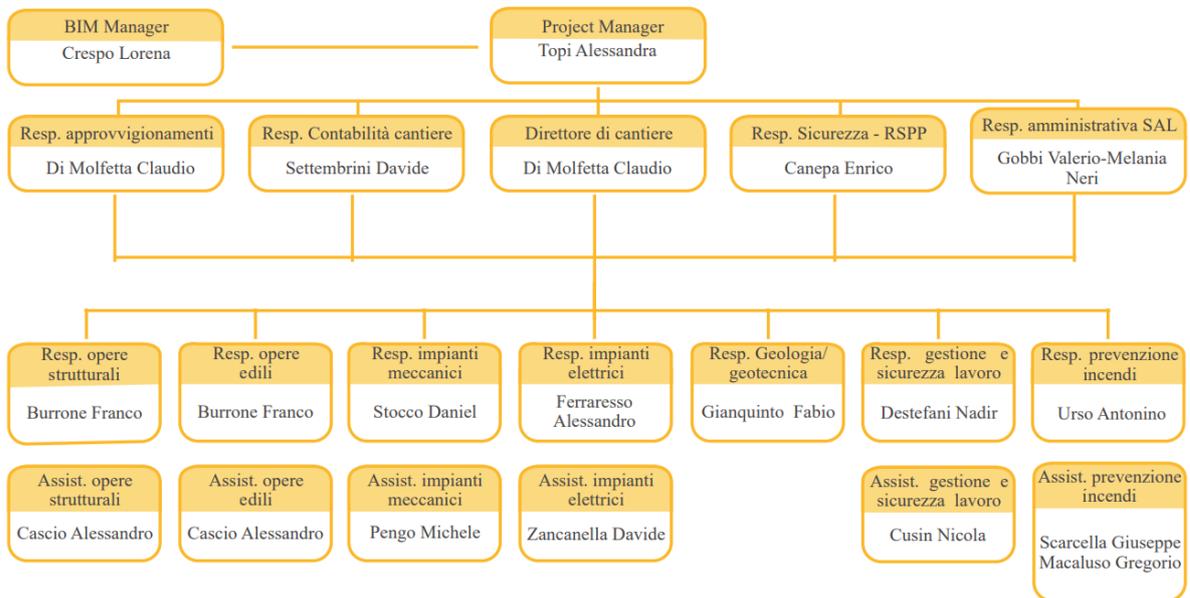


Fig. 73 Organigramma proposto dall'ATI

L'organigramma interno di PTE (Fig. 74) prevede invece una squadra di modellatori BIM coordinati da BIM Coordinator, responsabili ciascuno di una disciplina. I Coordinatori fanno riferimento al Project Manager e sono coadiuvati nel lavoro di modellazione dal BIM Manager individuato anche nell'organigramma dell'ATI. Il BIM Manager con il PM di PTE si interfacceranno con il Project Manager dell'ATI per monitorare lo stato di avanzamento dei lavori e comunicheranno con la Direzione Lavori (DL).



Fig. 74 Organigramma del progetto di PTE

La comunicazione con le imprese di costruzione, la direzione lavori e il Committente avviene mediante uno spazio virtuale condiviso BIM360, messo a disposizione da Autodesk. I rapporti tra stazione appaltante, rappresentata dalla DL, e il General Contractor, rappresentato dall'ATI e lo studio di progettazione, sono codificati e registrati attraverso la piattaforma. Per comunicare



Il team di progettazione nel server condiviso all'interno dello studio ha inoltre previsto degli elenchi riassuntivi, con gli opportuni riferimenti, per monitorare lo stato di avanzamento di lavoro. I principali sono:

- ISL (Issue Solution List) di Progetto;
- ISL\_int (Issue Solution List interna);
- MLS (Mileston List);
- PRT, registro delle comunicazioni (RFI-RFA) con la DL;
- SGC (Scheda Generale di Commessa), contiene il riassunto di tutte le principali informazioni della commessa, compresa la WBS con annesso stato di avanzamento;
- SHR (StakeHolder Register), riferimenti degli stakeholder coinvolti nel progetto.

### *6.5.1 Nuvola di punti*

Come precedentemente descritto, l'intervento prevede la riqualificazione di un edificio esistente. Per avere un supporto fedele delle dimensioni geometriche dell'edificio PTE ha commissionato un rilievo con laser scanner e una restituzione con creazione di una nuvola di punti.

Associando ad ogni punto scansionato la posizione tridimensionale all'interno della nuvola di punti, rispetto ad un'origine selezionata dall'operatore, è possibile ottenere, dopo le opportune modifiche di post-produzione, un modello tridimensionale dell'esistente.

Come tutti i processi che compongono un intervento edilizio la realizzazione di un rilievo va pianificata, delineando delle regole utili a restituire il grado di dettaglio necessario, modelli con dimensioni maneggevoli e completi di informazioni uniformi.

Per questo la fase di rilievo è stata pianificata, individuando il posizionamento del laser scanner e i riferimenti utili a sovrapporre i rilievi effettuati; tutte queste informazioni sono contenute nella relazione elaborata dal professionista incaricato di creare la nuvola di punti di cui è riportato un estratto.

*“ Le operazioni di rilievo sono state eseguite per step, seguendo l'avanzamento delle attività di strip out attraverso le quali sono stati portati alla luce tutti gli elementi strutturali dell'immobile (carpenterie e c.a.).*

*Dato il considerevole sviluppo dell'immobile il rilievo è stato progettato combinando strumenti di misura differenti dalle diverse peculiarità.*

*L'inquadramento topografico assoluto, definito nel sistema EPSG 6707, è stato determinato attraverso l'utilizzo di antenne satellitari a doppia frequenza.*

*La parte preponderante è stata eseguita con strumentazione laser scanner 3D. Nello specifico sono state utilizzate due differenti tipologie di scanner laser: una dalla vocazione più topografica, ed una dalla vocazione più architettonica.*

*Con la prima tipologia di scanner (Leica P40) dotata di compensatori biassiali, con conseguente accuratezza maggiore ed una portata superiore è stata realizzata la “struttura portante” del rilievo, comprendente la parte esterna e tutti i collegamenti verticali (vani scala). Seguendo uno*

*schema di rilievo rigido, con chiusura di tutte le direttrici seguite e inserendo scansioni sovrabbondanti per poter compensare in modo adeguato gli scarti si può affermare che la precisione ottenuta in questa fase risulta essere contenuta abbondantemente nel centimetro.*

*Successivamente, con l'altra tipologia di scanner (Leica RTC 360) sono state realizzate le scansioni di dettaglio dei vari livelli, alle quali è stata associata anche la scansione fotografica consentendo integrare la componente geometrica (XYZ) con la componente cromatica reale (RGB).*

*A seguito delle operazioni di campagna, tutti i dati sono stati elaborati prestando particolare attenzione all'unione fra le differenti tipologie di strumentazione impiegata verificando sempre con elementi sovrabbondanti la bontà geometrica del modello.*

*A seconda della tipologia di struttura rilevata sono stati adottati differenti parametri di acquisizione, per le strutture in c.a. regolari e continue è stato impostato un passo angolare di media densità, mentre per le strutture in acciaio è stato adottato un passo notevolmente più ristretto il che ha permesso di apprezzare anche le geometrie più piccole.*

*In fine la nuvola di punti ottenuta è stata oggetto di specifiche procedure di indicizzazione attraverso le quali è stato possibile uniformare il dato e ridurre notevolmente la dimensione, consentendo la maggiore fruibilità nelle successive fasi di gestione ed elaborazione."*

I punti ottenuti dal rilievo sono stati sovrapposti con il progetto esecutivo a base gara, così da monitorare le incongruenze e anticipare le problematiche che sarebbero sorte in cantiere. La sovrapposizione è stata supervisionata dal BIM Manager che ha selezionato i punti a cui fare riferimento al fine di rilevare tutte le differenze, in particolare è stato scelto il vano scale posto a nord dell'edificio.

Divisi per discipline i BIM Coordinator hanno documentato le incongruenze tra il modello ricevuto e la nuvola di punti. Per il caso studio va considerato che i BIM Coordinator coincidono anche con i responsabili delle discipline, i quali sono stati incaricati di individuare anche le incongruenze tra gli elaborati a base gara.

Di seguito un estratto della relazione redatta per riassumere le incongruenze rilevate per chiedere i chiarimenti necessari alla prosecuzione dei lavori di progettazione è riportato nelle prossime pagine.

#### **"VANO SCALA B SENSO DI SALITA ERRATO**

*Confrontando lo stato attuale dato dal rilievo laserscanner e il progetto ci si è resi conto che il vano scala B è stato modellato e progettato con il senso di marcia opposto rispetto a quello reale (Fig. 76 Fig. 62)*

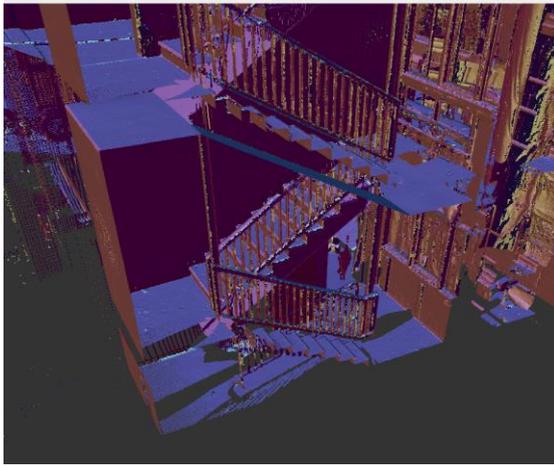


Fig. 76 vano scala B da rilievo laserscanner

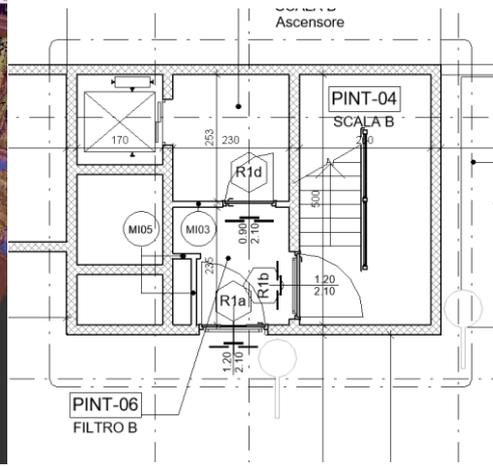


Fig. 77 vano scala B da progetto

### LIVELLO -1 VASCHE

Confrontando il pdf 06961802ESEAR\_300\_01a - Pianta Piano Interrato con il modello revit consegnato ci sono delle incongruenze relative alla vasca antincendio prossima alla costruzione in cantiere (Fig. 78, Fig. 64).

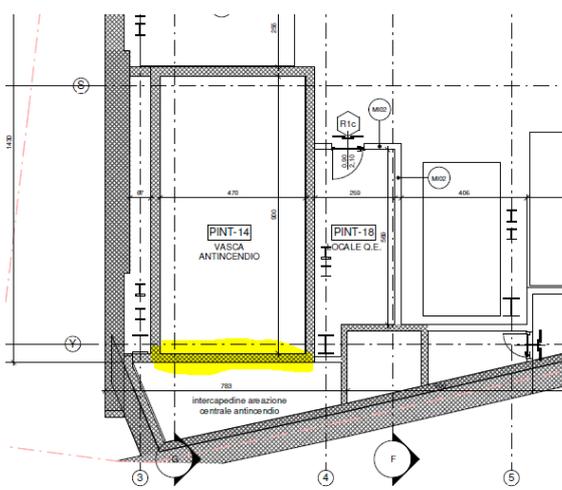


Fig. 78 perimetro vasca antincendio nel pdf

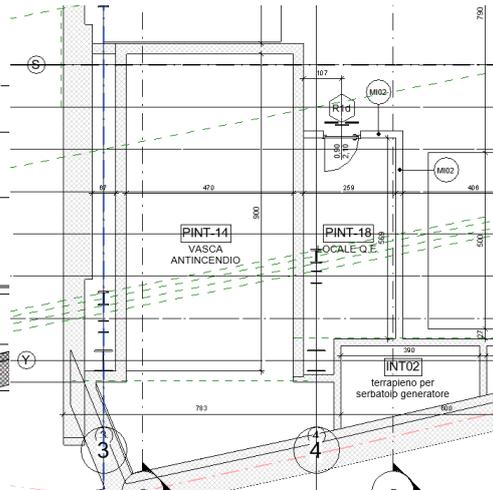


Fig. 79 perimetro vasca antincendio nel modello

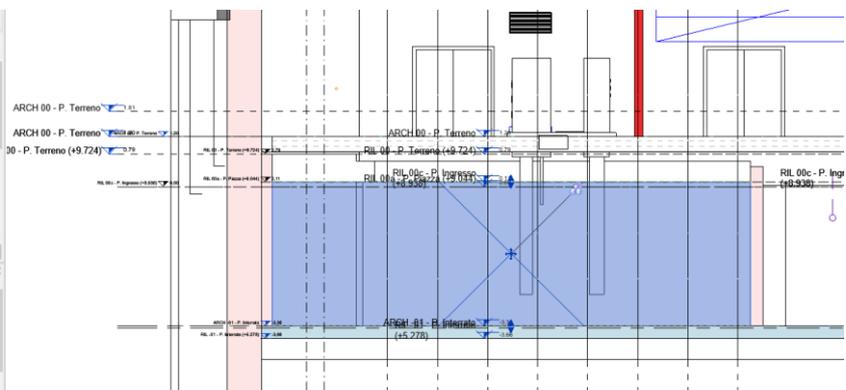
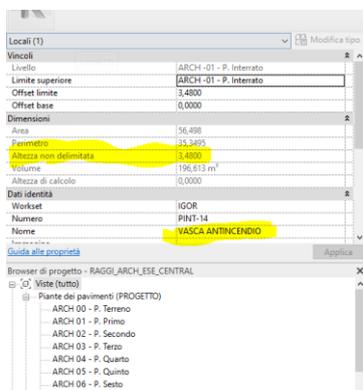


Fig. 80 da modello i muri della vasca antincendio così come quella di accumulo delle acque meteoriche presentano informazioni differenti rispetto a quelle rappresentate nei pdf strutturali elaborati per la validazione dei disegni

MURO VASCA PIANO INTERRATO

Armatura tipo      SCALA 1:25

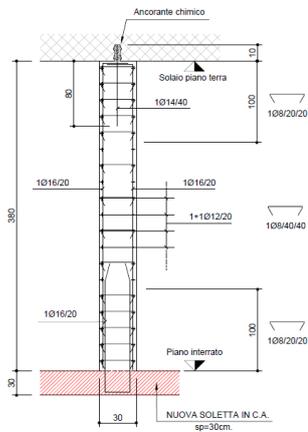


Fig. 81 Contenuto nelle tavole del muro contro terra

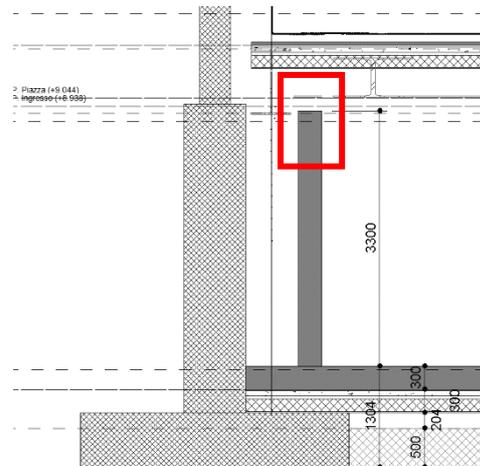


Fig. 82 Modello fornito

In aggiunta, per entrambe le vasche sopracitate, risulta un'incongruenza tra le altezze dei muri all'interno del modello e il dettaglio tipologico "muro vasca piano interrato" (riportato in tavola 06961802ESEST013\_01a\_Amatura muri in c.a-Muri). Il muro non dovrebbe collegarsi al solaio del piano terra, come indicato nel dettaglio dwg? (risulta un'altezza, in dwg, di 380 cm rispetto ai 330 cm misurati in Revit).

INCONGRUENZA POSIZIONAMENTO TRAVE DI BORDO

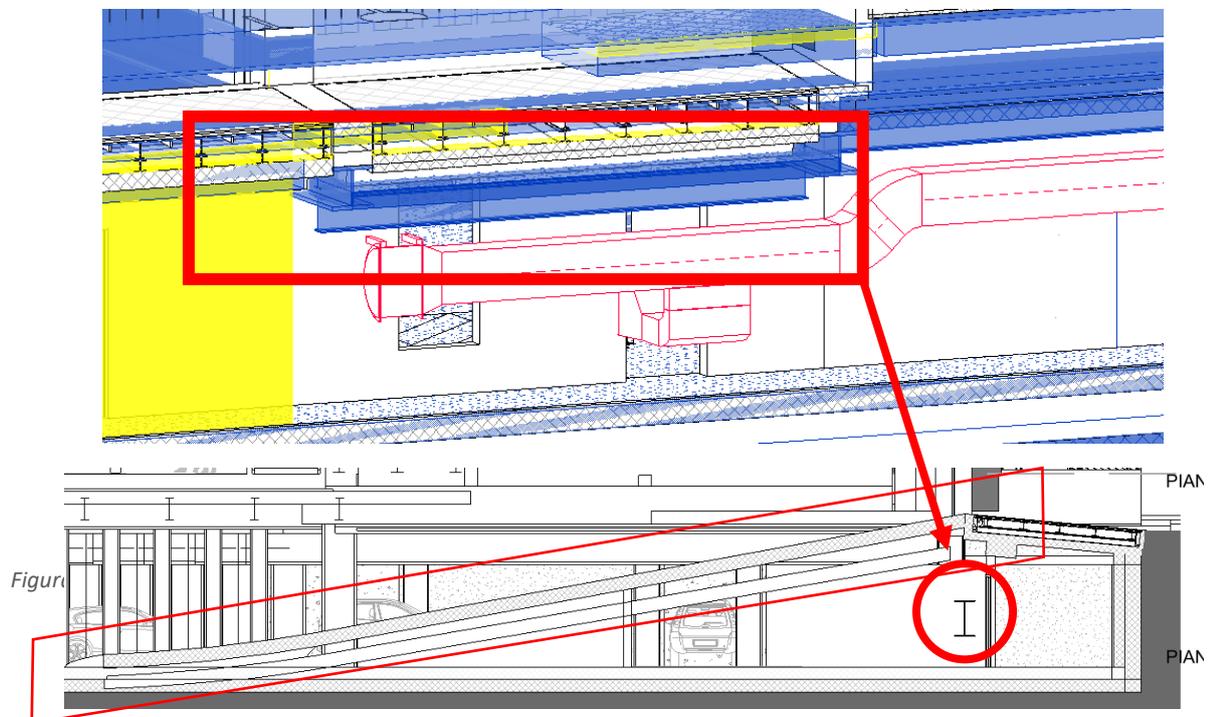


Fig. 83 da modello problema posizionamento trave e posizionamento errato della soletta strutturale della rampa di ingresso da piazza Raggi

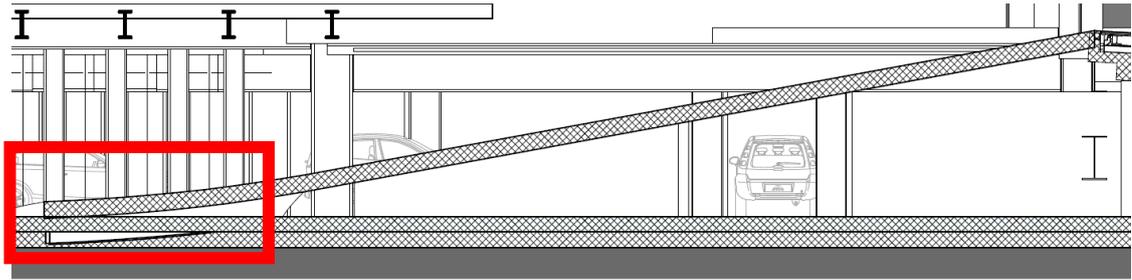


Fig. 84 da modello problema posizionamento trave e posizionamento errato della soletta strutturale della rampa di ingresso da piazza Raggi

*I pilastri sono slittati rispetto ad una direzione della maglia strutturale.*

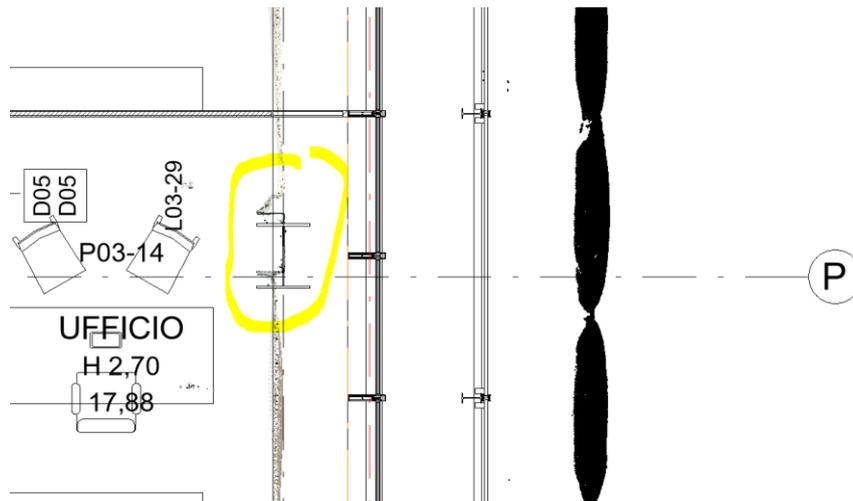


Fig. 85 Traslazione dei pilastri

”

Considerando che il rilievo permette di raggiungere solo i punti visibili del manufatto le informazioni mancanti sono integrate dalle squadre presenti in cantiere. Le informazioni geometriche necessarie vengono richieste dalla squadra di modellazione con i moduli di Request for Information (RFI).

Il modello BIM fornito dal Committente è stato revisionato sulla base delle informazioni ricevute dalla Direzione Lavori a proposito delle incongruenze tra tavole e modello, tramite l'interpolazione delle campagne di misurazioni puntuali effettuate e la nuvola di punti frutto del laser scanner.

Nel momento della redazione della tesi, lo stato di avanzamento dei lavori di progettazione e costruzione fornisce i seguenti risultati (Fig. 86-Fig. 90):

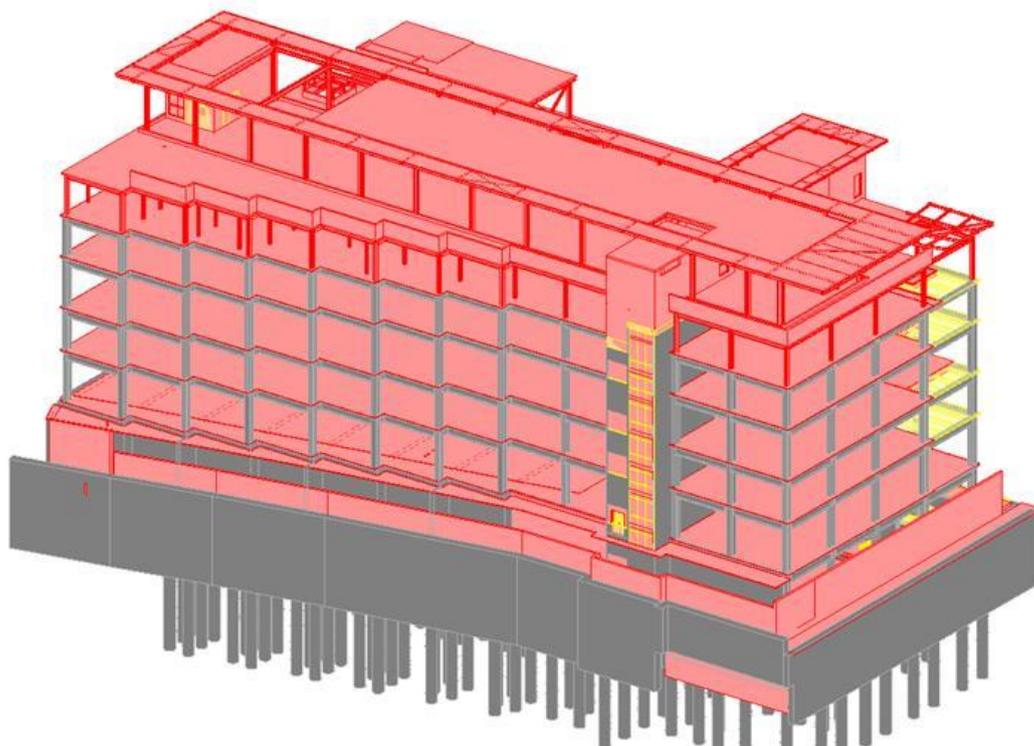


Fig. 86 Il modello strutturale a base gara con la comparazione delle opere da realizzare e quelle da demolire riallineato sulla base della nuvola dei punti.

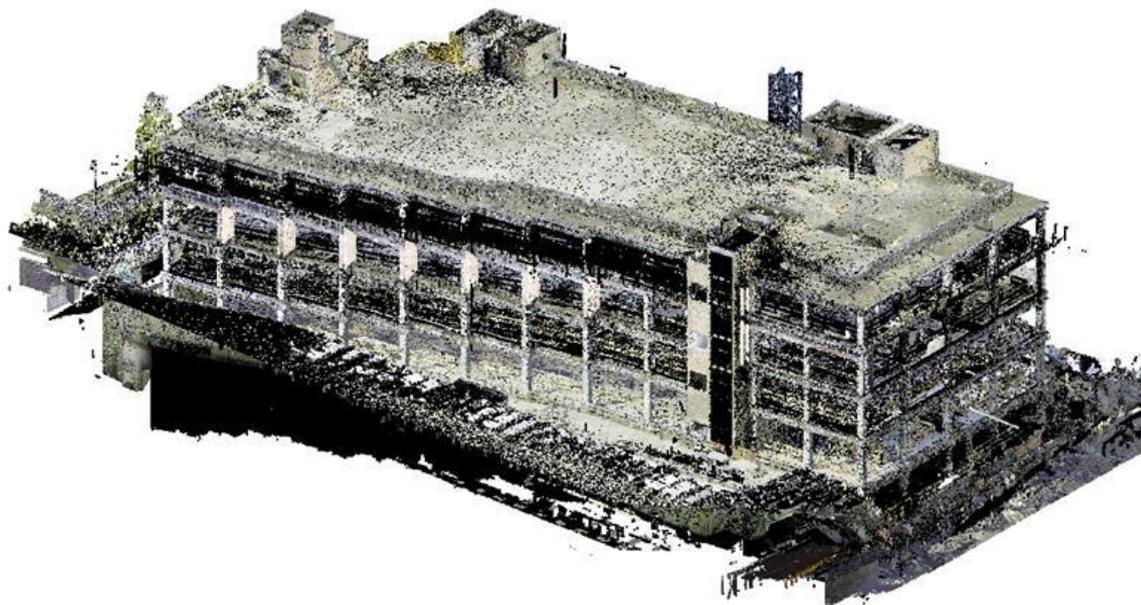


Fig. 87 La nuvola dei punti frutto del rilievo laser scanner

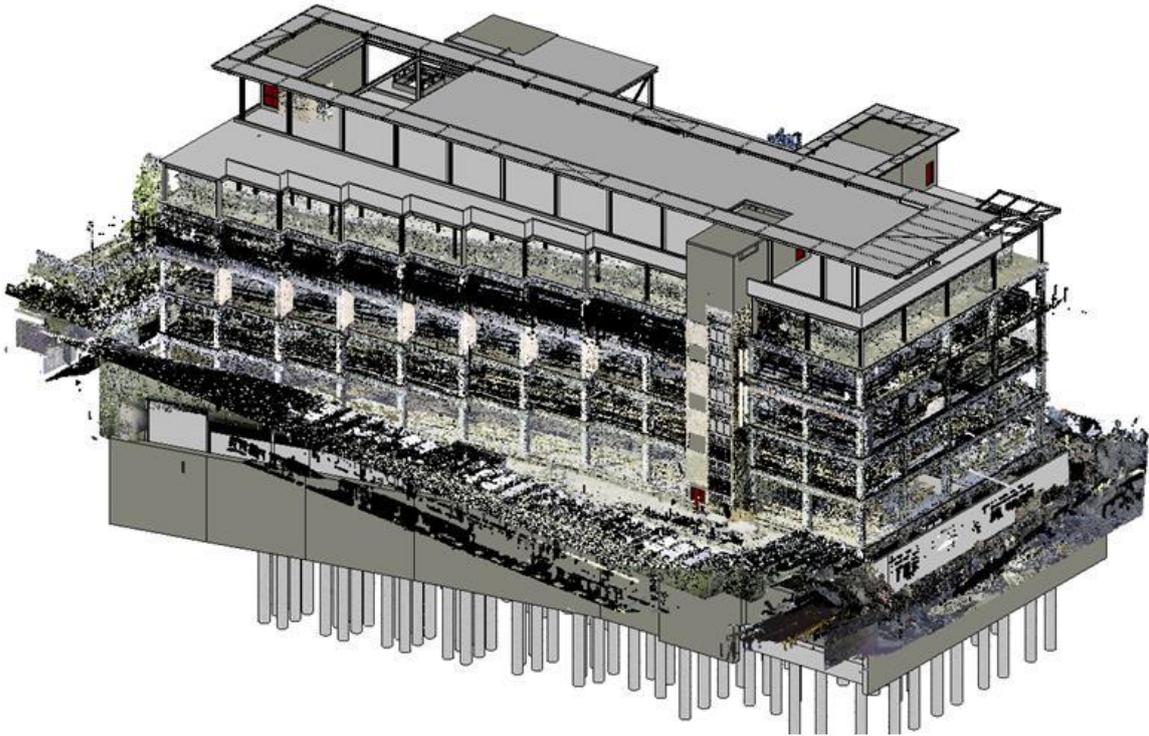


Fig. 88 La comparazione tra la nuvola di punti e lo stato di progetto strutturale

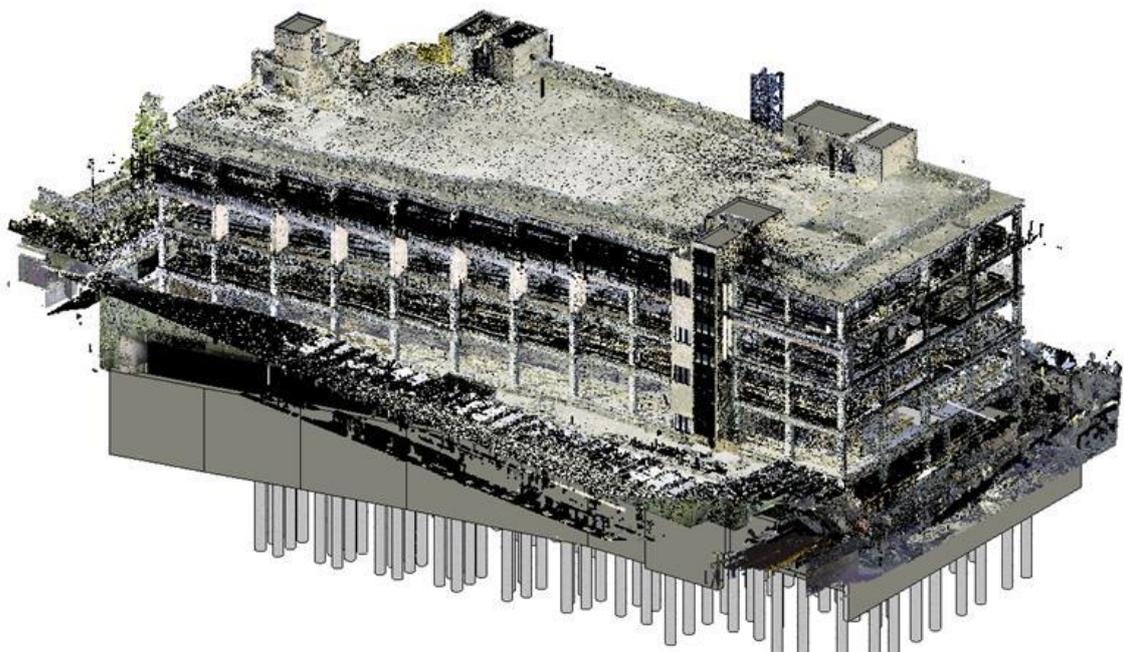


Fig. 89 La comparazione tra nuvola dei punti e stato avanzamento lavori

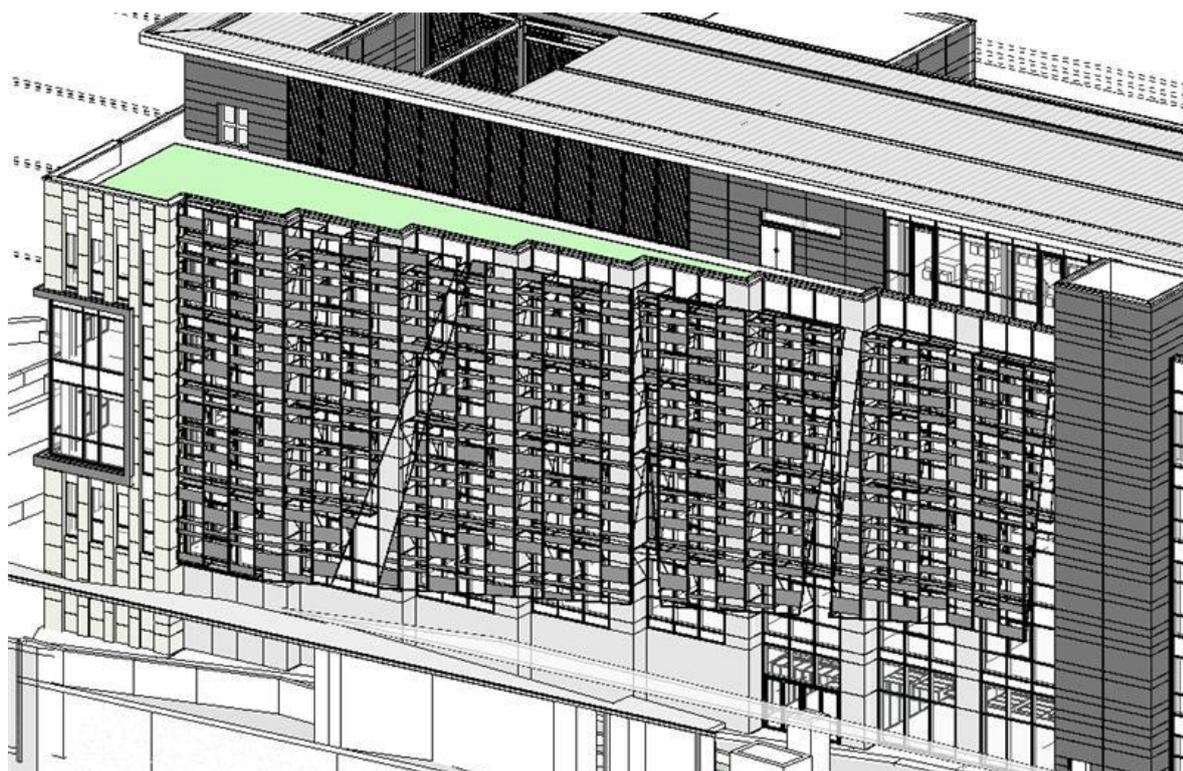


Fig. 90 Modello architettonico della “vela”

### 6.5.2 Disegni costruttivi

Come detto PTE è incaricata di produrre i disegni costruttivi necessari alle squadre di cantiere per proseguire le lavorazioni.

Il lavoro è stato organizzato con scadenze giornaliere organizzate su base settimanale. Il Weekly meeting di coordinamento tra Direzione Lavori, Project Manager lato ATI e Project Manager lato PTE delinea:

- Lavorazioni non completate nella settimana precedente. Durante l’incontro vengono individuate le cause e le soluzioni:
  - o Se la causa è legata alla non conformità di una tavola, PTE provvederà ad aggiornare la tavola e sottoporla alla DL,
  - o Se la causa è legata alla non conformità di una lavorazione, gli operai attueranno tutte le misure elencate dalla DL per porre rimedio alla non conformità;
- Lavorazioni da eseguire nella settimana corrente verificando di avere tutto il materiale da posare a disposizione e la completezza delle informazioni dei disegni.
- Lavorazioni previste nella settimana successiva in modo che possano essere pianificate le forniture dal magazzino e lo studio di progettazione possa provvedere a completare le tavole utili a illustrare i lavori da eseguire.

Una volta completata la riunione di coordinamento il Project Manager dello studio di progettazione riunisce il tutto il gruppo di progettazione per comunicare le azioni da intraprendere. Per avere una comunicazione chiara e completa, e poter tener traccia di quanto detto, l’elenco delle lavorazioni è contenuto in documento condiviso in formato Excel “ISL” (Fig. 91).

È importante che tutti i componenti del team siano presenti così che “tutti sappiano” (uno dei principi del Lean Management)

Issue ID	Data creazione	Categoria / Prot / Modulo / Funzione / Flow	Localizzazione	VALUTAZIONE ATTIVITÀ					BISOLUZIONE ATTIVITÀ			STATO DI AGGIORNAMENTO			
				Descrizione Issue	Documento di riferimento	Richiesta da	Tipologia Issue	Priorità (0-5)	Responsabile	Azione	Stato	Consegna stimata	Commenti	Data commenti	Responsabile
00001	7/10/20	Contabilità		Preparazione SAL		DL	Nuova richiesta	5	VR	Contabilità	Chiusa				
00002	18/10/20	Impianti		*Filtro con griglia fine per acque meteoriche: gli attacchi vincolano le posizioni degli attraversamenti dei muri vasca accumulando acque meteoriche e muro intercapedine e non ci permettono di completare la tavola delle forometrie *compilazione da parte vostra delle schede per approvazione di flange e tubazioni, da voi inviate precedentemente e che rinvio alla presente mail (20011_CS.ME.SCT.05_tubazione e collare.pdf), secondo il formato richiesto dall'ing. Bo della DL (che rinvio xxx-base R4F-22014-RD-16) come definito con voi nella prima riunione del 5/10/2020 presso la nostra sede. Ci servono da allegare alla tavola con i dettagli delle forometrie in modo da avere l'approvazione completa del pacchetto da parte della DL. *conferma grazie di passaggio EP-AFAP: nome vasca		PTE	Nuova richiesta	4	IMPR (Pistar/Scotta)	Costruttivi	Chiusa	29/10/20			
00003	7/10/20	Architettura		Facciate - validazione del tipo vetro facciata roto, variazione cromatica - Mock-up	CSP: Facciate	DL	Bug	4	Semeca	Fornitori	Da dettagliare	7/10/20			
00004	7/10/20	Strutture	LIV -1	Muri in blocchi Ytong - Giunti sigillanti		DL	Bug	0	MM	Costruttivi	Chiusa	7/10/20			
00005	12/10/20	Strutture - c.a.	LIV -1	Casseri: verificare maglia e dimensione ancoraggi		IMPR	Nuova richiesta	3	MM	Costruttivi	Chiusa	10/10/20			
00006	14/10/20	Computo	LIV -1/LIV 0	Computazione tra modello e computo consegnato		IMPR	Nuova richiesta	5	GM	Costruttivi	In progress	15/10/20	Stato avanzamento EDILE concluso, manca strutture	30/10/2020	LF
00007	12/10/20	Strutture - pali	LIV -1	Costruttivo e distinte cordoli testa palo		IMPR	Nuova richiesta	5	SP	Costruttivi	Da dettagliare	16/10/20	Novità RFA con commenti il 26/10/2020 da Bienci Cordoli vano scala A concluso, cordolo vano scala B da controllare, C da aggiornare	30/10/2020	LF
00008	12/10/20	Strutture - c.a.	LIV 4	Forometrie impianti nei muri		IMPR	Nuova richiesta	5	ED	Costruttivi	Chiusa	3/11/20			EC
00009	12/10/20	Strutture - c.a.	LIV 6	Distinta ferr platea H=30cm		IMPR	Nuova richiesta	5	MM	Costruttivi	In progress	9/11/20			
00010	15/10/20	Architettura Strutture - Muri	LIV 0	soluzione per ancorare le murature nei casi in cui si attestino superiormente su putrella metallica e non su soletta in c.a		IMPR	Bug	4	MM	Costruttivi	Chiusa	16/10/20	Il fornito HLL1 è stato contattato e ci ha dato dei riferimenti che si trovano qui 11200020011_IT_CSE_REN_Editore Es-Poster00_TO02_Correspondenza09_CSF_ambrosiSTricevuta	27/10/2020	LF

Fig. 91 Estratto di ISL

Una volta recepite scadenze e azioni i responsabili delle aree suddividono il lavoro tra i BIM Specialist e Modeller che coordinano. Aver traccia delle azioni eseguite nelle settimane precedenti permette, incrociando le Issue sollevate dalla DL, di individuare i responsabili delle lacune e definire le azioni correttive di supporto e integrazione delle informazioni mancanti.

Le azioni correttive, così come tutte le attività di progettazione, sono soggette a scadenze legate sia al cantiere che alla direzione lavori.

Le azioni della settimana suddivise tra i responsabili (Fig. 92) sono contenute nel documento condiviso, aggiornato dai Coordinatori, chiamato ISL\_divisioni interne (Fig. 93).



Fig. 92 I fogli Excel in cui sono contenute le attività da svolgere sono nominati con le iniziali del professionista coinvolto

CATEGORIA	ATTIVITA'	SCADENZA	DESTINATARIO	PRIORITA'
OPERE IN C.A.	Distinta ferr platea H=30cm	17/10/20	MM	5
		18/10/20		
		19/10/20		
		21/10/20		
Proposta giunti di costruzione platea		17/10/20	MM	4
		18/10/20		
		19/10/20		
		20/10/20		
		21/10/20		
		23/10/20		
Agganci muri a putrella esistente		17/10/20	MM	4
		18/10/20		
		19/10/20		
		20/10/20		
		21/10/20		
		22/10/20		
		23/10/20		
		20/10/20		
Revisione tavole - 20011_CS.ST.024_01a_Muro lato via Canevari - 20011_CS.ST.024_02a_Muro lato via Canevari - 20011_CS.ST.025_01a_Muro lato piazza Raggi - 20011_CS.ST.025_02a_Muro lato piazza Raggi - 20011_CS.ST.026_01a_Muro Lato Ferrovia - 20011_CS.ST.026_02a_Muro Lato Ferrovia - 20011_CS.ST.026_03a_Muro Lato Ferrovia		17/10/20	MM	4
		18/10/20		
		19/10/20		
		20/10/20		
		20/10/20		

Fig. 93 Esempio di un foglio ISL personale di uno strutturista

Il flusso delle informazioni è contenuto nella Fig. 94. Partendo dal modello esecutivo allineato alla nuvola di punti, integrando le informazioni con le migliorie proposte a base gara, le schede tecniche dei materiali e le scelte tecnologiche, si elabora il modello costruttivo.

Con il modello costruttivo vengono redatte delle tavole da fornire al cantiere (Fig. 95 Fig. 96). Prima di consegnarle all'Impresa che deve eseguire le lavorazioni, i disegni vengono sottoposti mediante la Request for Approval (RFA, pag. 137) alla DL. Il modello implementato con le modifiche richieste, se presenti, viene archiviato come modello costruttivo da realizzare. Verrà poi aggiornato con le informazioni ricevute dal cantiere sull'effettiva realizzazione. Le modifiche fatte in cantiere vengono individuate con i controlli descritti nell'Inspection Test Plan, e comunicate al team di modellazione che le riporterà nel modello archiviato integrandolo poi al modello As-Built totale.

Con lo stato di avanzamento dei lavori e l'arricchimento del modello As-Built con informazioni relative alle tecnologie effettivamente utilizzate è possibile aggiornare il Piano di Manutenzione dell'edificio.

Il modello As-Built, lavori ultimati, verrà consegnato con il BIM Reading Manual al Cliente così che questo possa utilizzarlo per monitorare e pianificare le attività di manutenzione.

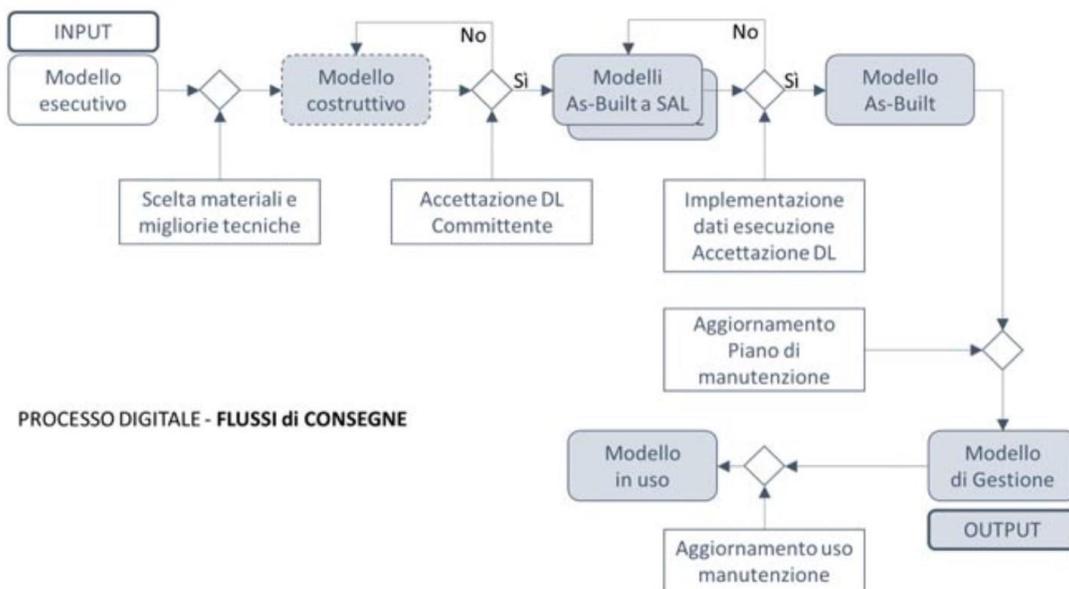


Fig. 94 Flussi di Consegne

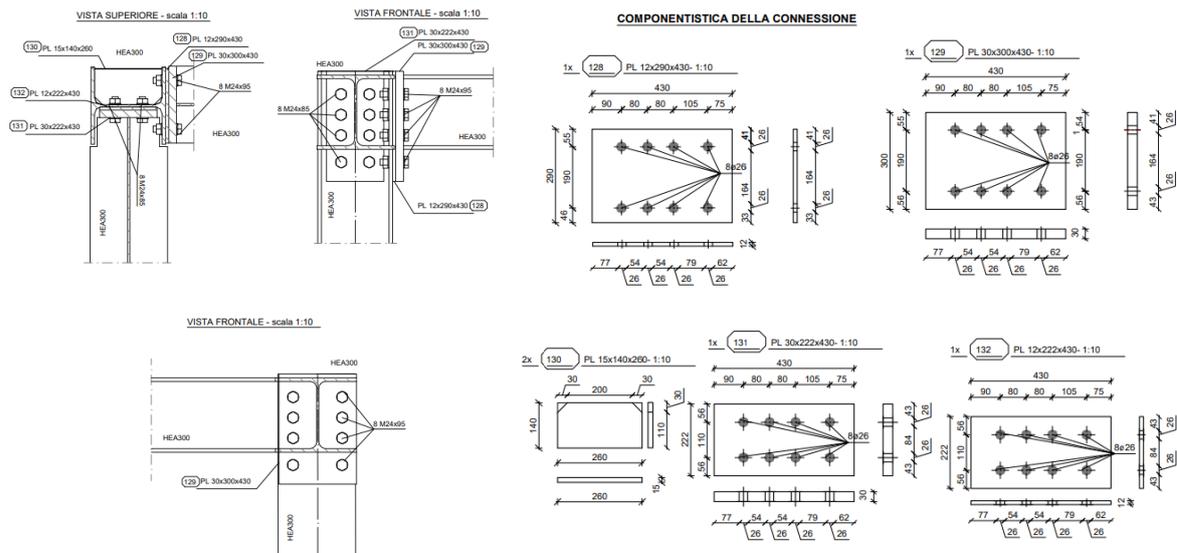


Fig. 95 Estratto di una tavola con disegni costruttivi delle connessioni in carpenteria metallica

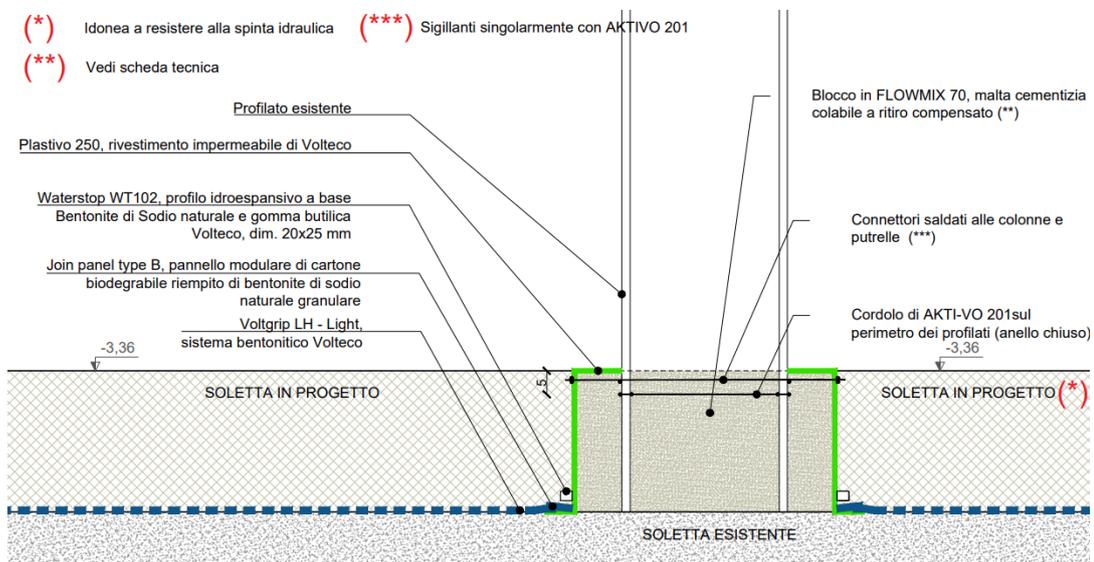


Fig. 96 Estratto di tavola architettonica. Sezione di dettagli impermeabilizzazione-profilati in acciaio esistenti

### 6.5.3 Piano gestione informativa

A valle dell'aggiudicazione, l'affidatario incaricato dell'intervento approfondisce, definendola nei dettagli e, se necessario, revisionandola (di comune accordo con il committente e fatti salvi principi vincolanti d'offerta e di aggiudicazione), la propria offerta per la gestione informativa, emettendo il proprio piano per la gestione informativa (pGi).

Esso deve garantire la soddisfazione delle esigenze espresse nel capitolato informativo nonché il rispetto dei requisiti richiesti nei limiti di tolleranza accordati dal committente.

Il Piano per la gestione informativa viene redatto dall'appaltatore al momento dell'esecuzione del contratto e, in risposta ai requisiti informativi del capitolato, struttura temporalmente e sistematicamente i flussi informativi nella catena di fornitura dell'appaltatore o del concessionario. Ne illustra, inoltre, le interazioni con i processi informativi e decisionali di quest'ultimo all'interno dell'ambiente di condivisione dei dati, descrivendo la configurazione

organizzativa e strumentale degli operatori e precisandone le responsabilità degli attori coinvolti.

Il pGI, in accordo con il committente, viene aggiornato a cura del soggetto affidatario che lo ha redatto ogniqualvolta si necessiti e, comunque, ogniqualvolta vi siano accadimenti che ne modifichino le finalità e gli obiettivi. Il contratto stabilisce i limiti di variazione in caso di modifiche.

#### *6.5.3.1 Gestione dei modelli grafici*

Il modello grafico aggregato (di progetto o di rilievo) di un'opera o di un complesso di opere si compone dell'insieme (come aggregazione stabile o temporanea) dei vari modelli grafici singoli via via prodotti, differenziati per disciplina od uso/obiettivo. In particolare, i modelli grafici singoli fanno in genere riferimento agli ambiti disciplinari ambientali e tecnici differenziandosi ulteriormente per singola disciplina o uso/obiettivo.

La quantità e la tipologia dei modelli grafici sono funzionali alla complessità di opera (o complesso di opere), alla complessità di intervento ed alla fase del processo in cui si necessitano. In funzione della natura e della complessità dell'opera alcuni modelli grafici sono a loro volta ulteriormente scomposti in modelli di maggior dettaglio all'interno di una stessa disciplina, per ulteriore specializzazione. I modelli grafici, ed in particolar modo quelli più specializzati, possono riguardare anche solo parte dell'opera o dell'intervento e contengono dati e informazioni non solo di natura grafica. È responsabilità del gestore di ciascun modello verificare che tutti i dati e le informazioni del modello, comprese quelle non di natura grafica, siano in accordo alle specifiche del capitolato informativo e congruenti con quelli contenuti in altri modelli od elaborati informativi della commessa, nei modi e nei tempi prefissati nel capitolato informativo stesso.

Per garantire la continuità informativa, ove possibile, ogni elaborato grafico di commessa (per quelle che lo prevedono) deve essere generato in modo automatico dai modelli e non viceversa, fatti salvi alcuni dettagli di accompagnamento, che dovranno essere concordati tra il committente e affidatario sulla base del livello di maturità digitale del processo disciplinato da questo pGI.

### 1. Modello di coordinamento

#### 1.1 ARCHITETTONICO (ARC)

1.1.1 Involucro architettonico (finiture, serramenti interni ed esterni)

1.1.2 Facciate, coperture e solai

1.1.3 Aree esterne

#### 1.2 STRUTTURALE (STR)

1.2.1 Pilastri

1.2.2 Sistemi di travi

1.2.3 Solai e coperture

### 1.3 IMPIANTISTICO (MEP)

#### 1.3.1 *Impianti Meccanici (M)*

##### 1.3.1.1 HVAC

###### 1.3.1.1.1 Riscaldamento (H)

###### 1.3.1.1.2 Ventilazione (V)

###### 1.3.1.1.3 Condizionamento (AC)

##### 1.3.1.2 Sistema Antincendio

#### 1.3.2 *Impianto Elettrico (E)*

##### 1.3.2.1 Illuminazione

##### 1.3.2.2 Domotica

##### 1.3.2.3 Allarmi

###### 1.3.2.3.1 Antincendio

###### 1.3.2.3.2 Antintrusione

##### 1.3.2.4 Produzione energia elettrica (fotovoltaico)

#### 1.3.3 *Impianto Idro-sanitario (P)*

##### 1.3.3.1 Approvvigionamento idrico

##### 1.3.3.2 Sistema di smaltimento acque meteoriche

##### 1.3.3.3 Adduzione gas metano per la produzione di acqua calda sanitaria

### 1.4 MODELLO GRAFICO DI CANTIERE

#### *6.5.3.2 Coordinamento dei modelli grafici*

I dati e le informazioni contenuti in differenti modelli grafici appartenenti ad un determinato processo digitale delle costruzioni devono essere coordinati tra loro. Il coordinamento tra modelli grafici e tra modelli e riferimenti normativi avviene attraverso:

- 1 analisi e controllo interferenze fisiche e informative (Clash Detection);
- 2 analisi e controllo incoerenze informative (model e code checking);
- 3 risoluzione di interferenze e incoerenze.

#### Coordinamento di primo livello (LC1)

Coordinamento di dati e informazioni all'interno di un modello grafico singolo (Fig. 97).

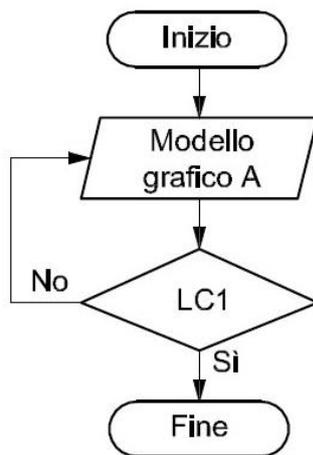


Fig. 97 Flusso di coordinamento lv.1

### Coordinamento di secondo livello (LC2)

Coordinamento di dati e informazioni tra più modelli grafici singoli: esso può avvenire attraverso la loro aggregazione simultanea o mediante successive verifiche di congruenza dei rispettivi contenuti informativi (Fig. 98).

**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

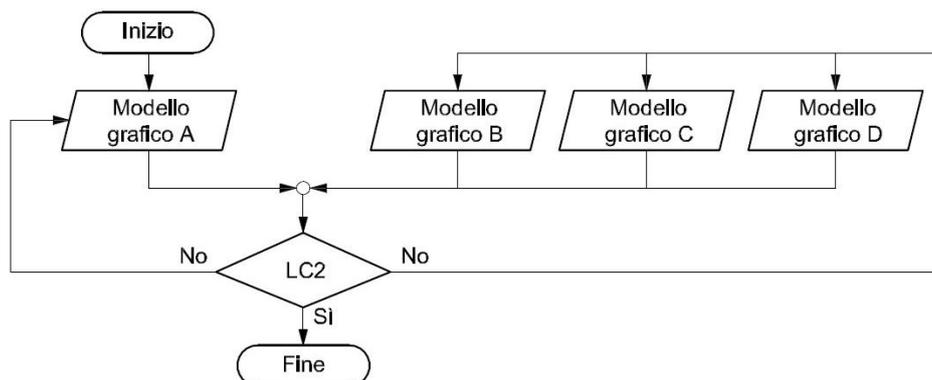


Fig. 98 Flusso di coordinamento lv.2

### Coordinamento di terzo livello (LC3)

Controllo e soluzione di interferenze e incoerenze tra dati / informazioni / contenuti generati da modelli grafici e dati / informazioni / contenuti (informativi (digitali e non digitali) non generati da modelli grafici (Fig. 99). Nel caso di elaborati non direttamente generati da un modello, il coordinamento può essere favorito dall'uso delle schede informative digitali, così come descritto nella UNI/TS 11337-3.



	ARC	STR	MEP			HARD CLASH 01 20/10/2020
			Mechanical	Electrical	Plumbing	
2001_CS_AR.DNT_00						5340
2001_CS_ST.DNT_00	8	147	152	256		
2001_CS_STR_PB.PT		41	152	1510	357	
2001_CS_ME.DNT_00			847	578	50	
2001_CS_EL.DNT_00				853	214	
2001_CS_ID.DNT_00					88	

Fig. 100 estratto della Clash detection effettuata dal BIM Manager

#### 6.5.3.4 Model and code checking – analisi delle incoerenze

Al fine della determinazione delle incoerenze informative, si individuano le matrici di corrispondenza (di primo, secondo e terzo livello) fra i modelli, gli elaborati e gli oggetti da analizzare, rispetto ai requisiti prestabiliti da rispettare (normativi, contrattuali, etc.).

Matrici di corrispondenza per il controllo delle incoerenze:

- tra gli oggetti di un modello grafico ed i relativi riferimenti da analizzare (LC1);
- tra il modello grafico nel suo insieme ed i relativi riferimenti da analizzare (LC2);
- tra il modello grafico e gli elaborati ad esso correlati, ma non automaticamente estratti, ed i relativi riferimenti da analizzare (LC3) (Fig. 101).

prospetto 2 Esempio di matrice per verifica delle incoerenze

Modello		Norme comunitarie	Norme nazionali	Norme regionali	Norme locali	Norme volontarie	Barriere architettoniche	Igiene	Sicurezza	Antincendio	Risparmio energetico	Acustica	Vincoli contrattuali	Vincoli progettuali	Vincoli costruttivi	Vincoli manutentivi
Architettonico	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Facciate	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Strutture	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Elettrico	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Meccanico	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Idro-sanitario	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Climatizzazione	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Antincendio	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Energetico	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Acustico	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
Sicurezza	Oggetto															
	Modello															
	Elaborati <sup>a</sup>															
altri	...															

NOTA Nelle celle interessate può essere indicata la richiesta o l'avvenuta effettuazione di una verifica, oppure può essere indicata la frequenza di effettuazione o la data dell'ultima verifica effettuata in ordine di tempo.  
a) Elaborati non automaticamente estratti dal modello (totalmente o parzialmente).

Fig. 101 Esempio di matrice per verifica delle incoerenze

### 6.5.3.5 Risoluzione delle interferenze e incoerenze

Al termine di ogni analisi di coordinamento viene redatto un rapporto delle interferenze e delle incoerenze rilevate e dei soggetti, modelli, oggetti o elaborati coinvolti. Se l'interferenza / incoerenza è univocamente attribuibile ad un soggetto responsabile, si procede all'assegnazione della risoluzione al soggetto stesso. In caso di coinvolgimento di più soggetti o di possibili interferenze o incoerenze con altre discipline (e relativi modelli, elaborati ed oggetti), si procede con l'indizione di una riunione di coordinamento per un confronto tra i soggetti coinvolti e per la definizione del processo di risoluzione.

Le attività di coordinamento delle interferenze e incoerenze procedono iterativamente fino all'eliminazione di tutte le incoerenze rilevate (Fig. 102).

Flusso informativo di coordinamento lato affidatario

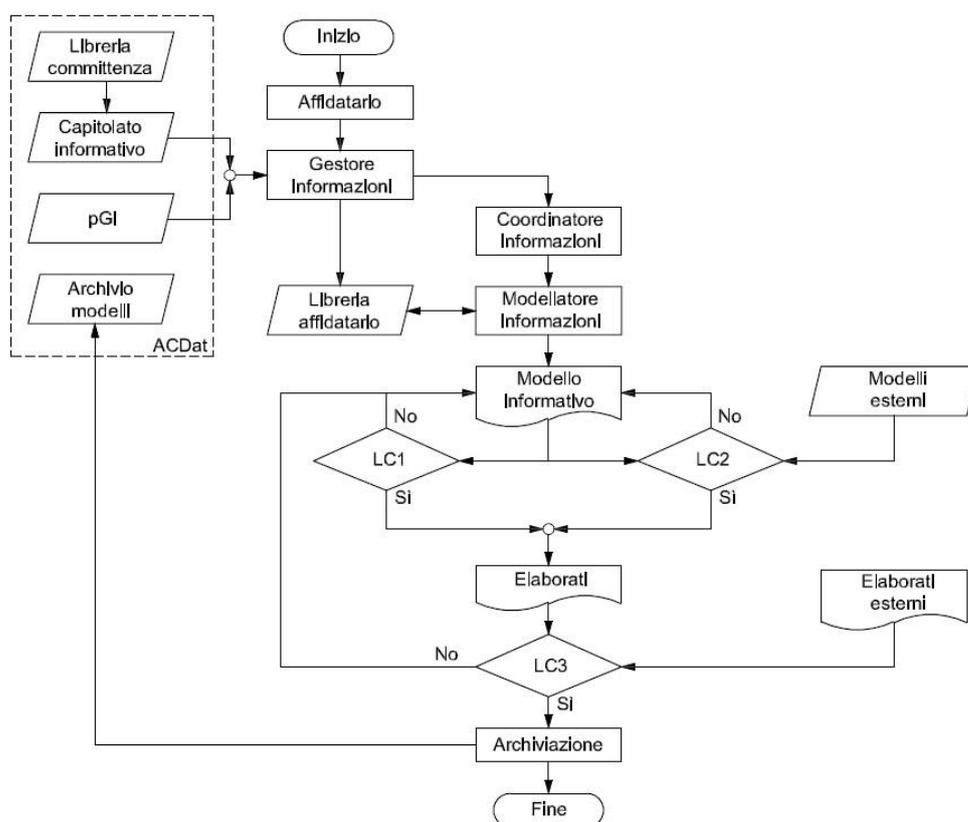


Fig. 102 Flusso informativo di coordinamento lato affidatario

### 6.5.3.6 BIM360

Come da richiesta contrattuale, PTE ha predisposto l'utilizzo di uno spazio virtuale condiviso per la gestione del progetto. I requisiti di un ACDat (ambiente di condivisione dati) sono:

- accessibilità, secondo prestabilite regole da parte di tutti gli attori coinvolti nel processo;
- tracciabilità e successione storica delle revisioni apportate ai dati contenuti;
- supporto di una vasta gamma di tipologie e formati di dati e loro elaborazioni;
- alti flussi di interrogazione e facilità di accesso, ricovero ed estrapolazione di dati (protocolli aperti di scambio dati);
- conservazione ed aggiornamento nel tempo;
- garanzia di riservatezza e sicurezza.

Obiettivi e vantaggi ottenibili adottando un ACDat sono:

- automazione del coordinamento informativo tra i soggetti interessati;
- trasparenza informativa anche in tema di paternità e e disponibilità temporale delle informazioni;
- gestione automatizzata delle revisioni e degli aggiornamenti dei dati;
- riduzione della ridondanza dei dati;

- riduzione dei rischi associati alla duplicazione dei dati;
- comunicazione tra le parti interessate attraverso moduli e interfacce di riferimento (richieste di informazioni, istanze, corrispondenza, etc.).

BIM360 è uno spazio di condivisione digitale messo a disposizione dalla software house Autodesk. Supporta il processo edilizio mettendo a disposizione di tutti i soggetti coinvolti nell'intervento le informazioni di cui necessitano per svolgere le proprie mansioni (Fig. 103).

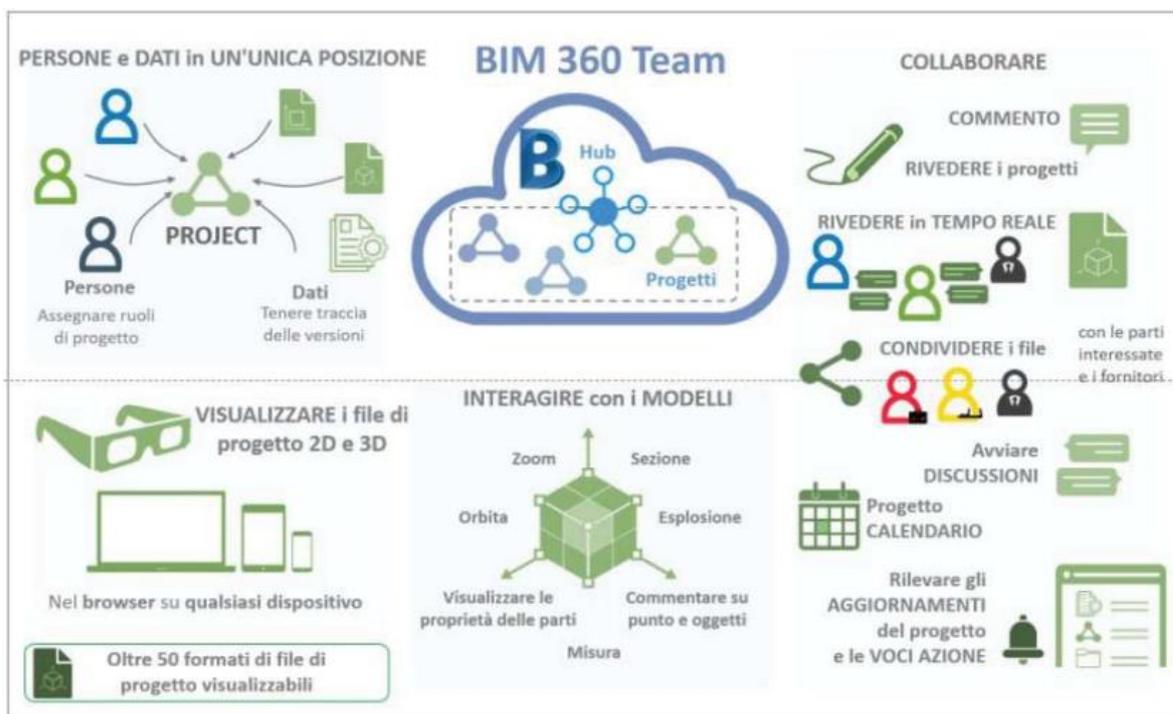


Fig. 103 Schema funzionale di BIM360

Essendo uno spazio di condivisione accessibile a diversi soggetti è necessario che questi condividano le regole di utilizzo dello strumento. Queste regole sono descritte nel Piano di Gestione informativa redatto dal BIM Manager di PTE per il progetto.

Nel PGI sono inoltre contenute le descrizioni sul funzionamento di BIM360.

Nel momento in cui si accede all'ACDAT con le proprie credenziali, si apre una scheda riassuntiva contenente i principali dati del progetto che fornisce una prima idea dello stato di avanzamento dei lavori (Fig. 104-Fig. 105). Oltre ad individuare le principali caratteristiche del cantiere e lo stato di avanzamento, senza inoltrarsi ulteriormente tra le cartelle condivise, è possibile visualizzare un riassunto della Document Management, lo spazio in cui sono condivisi tutti i materiali digitali tra PTE e DL. La sezione riassuntiva è dedicata alla visualizzazione della gestione documenti, permette di evidenziare i documenti che devono essere oggetto di revisione (Fig. 106), i file trasmessi al cantiere (Fig. 107) e le Issue individuate nei documenti (Fig. 108).

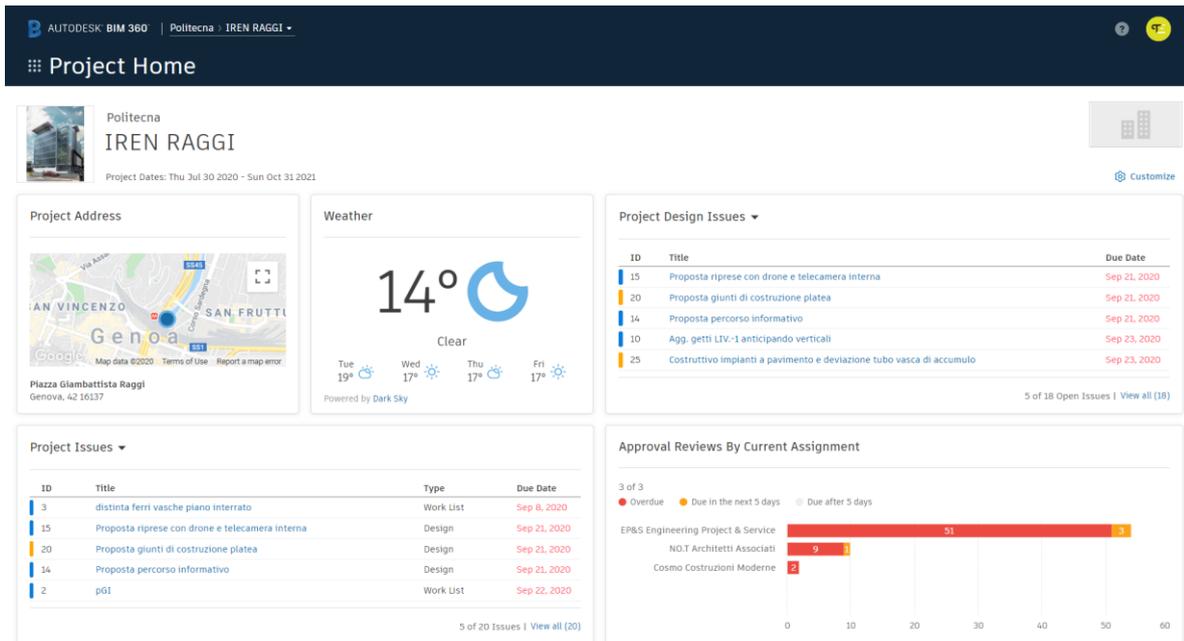


Fig. 104 Schermata iniziale di progetto

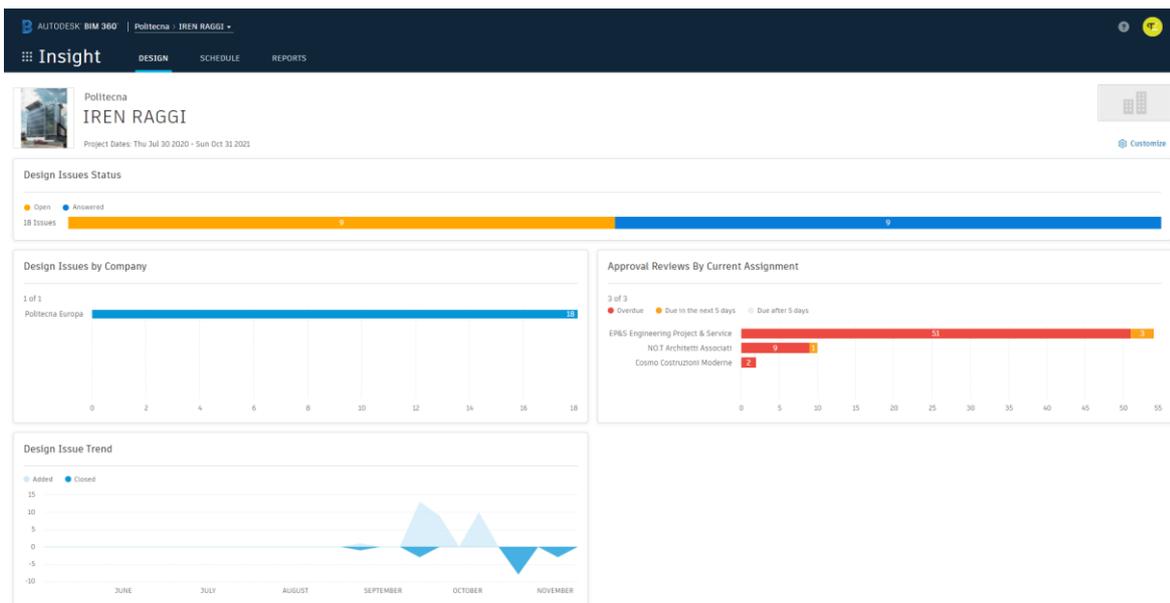


Fig. 105 Schermata riassuntiva dello stato di avanzamento

AUTODESK BIM 360 | Politecna | IREN RAGGI

### Document Management

FOLDERS REVIEWS TRANSMITTALS ISSUES

Filter

Status	ID	Review name	Workflow	Initiated by	Next action by	Next action due	Documents	Approved	Rejected
OPEN	82	201109_DT025_Maestranze ...	Ask to Maria Rita Lo Forte	Alessandra Topi	MARIA RITA LO FOR...	Nov 12, 2020	1	--	--
OPEN	81	DT025_IMP0089_Malta Web...	Ask review to Mattia Benci	Alessandra Topi	Mattia Benci	Nov 12, 2020	3	--	--
OPEN	80	20011_CS.ST.023_01c_vasca ...	Ask review to Mattia Benci	Alessandra Topi	Mattia Benci	Nov 12, 2020	2	--	--
OPEN	79	DT025_IMP0066_Blocchi In ...	Ask review to Francesco Cam...	Lorena Crespo	Francesco Campoba...	Nov 12, 2020	14	--	--
OPEN	78	DT025_IMP0088_LIV-1 - DI...	Ask review to Mattia Benci	Alessandra Topi	Mattia Benci	Nov 8, 2020	2	--	--
OPEN	77	DT025_IMP0087_LIV.3 - Loc...	Ask review to Francesco Cam...	Alessandra Topi	Francesco Campoba...	Nov 8, 2020	2	--	--
OPEN	76	DT025_IMP0086_LIV.3 - Loc...	Ask review to Francesco Cam...	Alessandra Topi	Francesco Campoba...	Nov 8, 2020	2	--	--
VOID	75	Ask review to Lorena Crespo	Ask review to Lorena Crespo	Lorena Crespo	--	--	1	--	--
CLOSED	74	DT025_IMP0083_FACCIAE_...	Ask review to Francesco Cam...	Alessandra Topi	--	--	1	1	0
OPEN	73	DT025_IMP0079_Valvola rie...	Ask to Maria Rita Lo Forte	Lorena Crespo	MARIA RITA LO FOR...	Nov 7, 2020	3	--	--
OPEN	72	DT025_IMP0082_Aree servi...	Ask to Maria Rita Lo Forte	Lorena Crespo	MARIA RITA LO FOR...	Nov 7, 2020	3	--	--
OPEN	71	Ask to Maria Rita Lo Forte	Ask to Maria Rita Lo Forte	Lorena Crespo	MARIA RITA LO FOR...	Nov 7, 2020	1	--	--

Showing 1 - 20 of 82

Fig. 106 Revisioni

AUTODESK BIM 360 | Politecna | IREN RAGGI

### Document Management

FOLDERS REVIEWS TRANSMITTALS ISSUES

Filter

Status	ID	Title	Sent by	Recipients	Created time	Documents
TRANSMITTAL SENT	3	DT025_IMP0078_Forometrie a solato c...	Francesco Campobasso	MARIA RITA LO FORTE, Alessandra...	Nov 10, 2020 5:45 PM	1
TRANSMITTAL SENT	2	DT025_IMP0069_LIV.4 - Locale UTA OV...	Francesco Campobasso	Alessandra Topi, Lorena Crespo, La...	Nov 6, 2020 7:40 PM	2
TRANSMITTAL SENT	1	DT025_IMP0069_LIV.4 - Locale UTA OV...	Francesco Campobasso	Igor Albera	Nov 6, 2020 7:29 PM	1

Showing 1 - 3 of 3

Fig. 107 File trasmessi

AUTODESK BIM 360 | Politecna | IREN RAGGI

### Document Management

FOLDERS REVIEWS TRANSMITTALS ISSUES

Issues Templates

Filtering is on

Search Export Create Issue

ID	Type	Sub-type	Title	Location	Assigned to	Company	Due date	Linked document	0	1
38	Design	Design	Forometrie impianti nel...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 7, 2020	-	0	1
37	Design	Design	Inserire forometrie imp...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 7, 2020	-	0	1
34	Design	Design	Costruttivo e distinte fe...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 7, 2020	-	0	0
32	Design	Design	Tracciamto nuove ra...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 7, 2020	-	0	0
31	Design	Design	Costruttivo e distinte fe...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 16, 2020	-	0	0
30	Design	Design	Ottimizzazione ancorag...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	-	-	0	1
29	Design	Design	Distinta ferri platea H=...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	-	-	0	0
28	Design	Design	Carpenterie metalliche ...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 30, 2020	-	0	0
27	Design	Design	Carpenterie metalliche ...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 25, 2020	-	0	0
26	Design	Design	Carpenterie metalliche ...	-	Laura Fanni	Politecna Europa	Oct 11, 2020	-	0	1
25										

Showing 1 - 20 of 20

Fig. 108 Monitoraggio delle Issues individuate

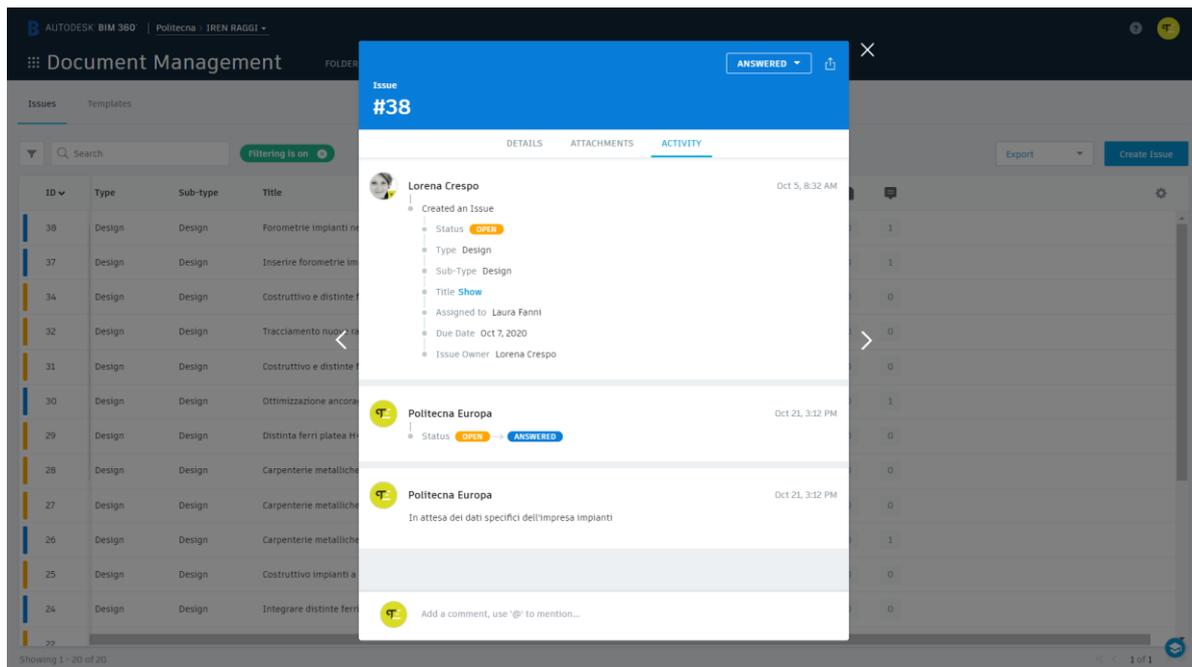


Fig. 109 Scheda di una Issue

Tutti i files vengono caricati all'interno di "Project Files" nella sezione "Document Management", composta da 4 aree (Fig. 110), connesse tra loro dal flusso informativo:

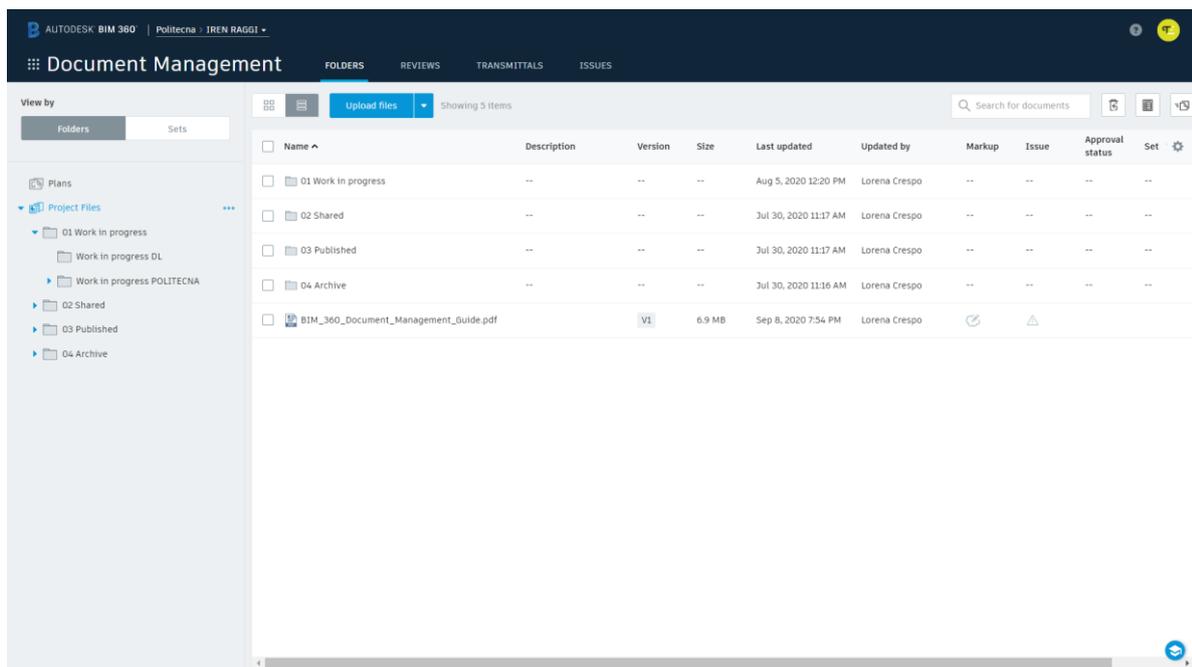


Fig. 110 Organizzazione delle macro-cartelle

### 01 L'Area "Work in progress" (WIP, lavori in corso)

La prima area è quella dedicata ai lavori in fase esecutiva non ancora pronti per la revisione o da modificare in seguito a delle correzioni. È suddivisa in "Work in progress POLITECNA" e "Work in progress DL", ciascuna asservita ad un singolo team di lavoro relativo (progettisti, strutturisti, impiantisti, ecc.). Ciascuna di tali aree viene organizzata liberamente dal team stesso e in essa vengono condivisi i files del progetto costruttivo, con li vari aggiornamenti e revisioni:

questi files permarranno all'interno della stessa fino al raggiungimento del concordato grado di sviluppo, momento in cui verranno condivisi nell'area "Shared" e sottoposti alle revisioni necessarie. Quest'area non è accessibile a terzi rispetto allo specifico team di lavoro e tutta la documentazione in essa contenuta è utilizzabile esclusivamente dal team di tecnici di riferimento.

La cartella di PTE è organizzata come si vede in Fig. 111, in maniera analoga a quella del server. È divisa in 5 sottocartelle:

- 00.01 TO, contiene tutte le informazioni generali della commessa e lo stato di avanzamento di cantiere e modello BIM. All'interno della cartella si trovano tutte le procedure da attuare durante la progettazione e per la comunicazione con il cantiere.  
Per descrivere il SAL del modello viene utilizzata la tabella in Fig. 112, che viene commentata definendo a grandi linee le azioni da intraprendere anche in funzione della riunione di coordinamento con la DL (Fig. 113-Fig. 114).
- 00.02 CS, contiene tutte le informazioni utilizzate per redigere i costruttivi. Qui sono archiviati i modelli centrali e locali delle varie discipline.
- 00.03 AB, le informazioni che provengono dalle lavorazioni in cantiere vengono inserite in un modello che rappresenta lo stato dell'edificio al 100%. Il modello As-Built è archiviato qui.
- COSTRUTTIVI DI CANTIERE, tutte le tavole presentate alla DL in attesa di revisione sono archiviate in questa cartella divise in discipline.
- WIP CS PTE Topi; è la cartella utilizzata dal PM del progetto per condividere lo stato di avanzamento e avanzare richieste allo studio di progettazione.

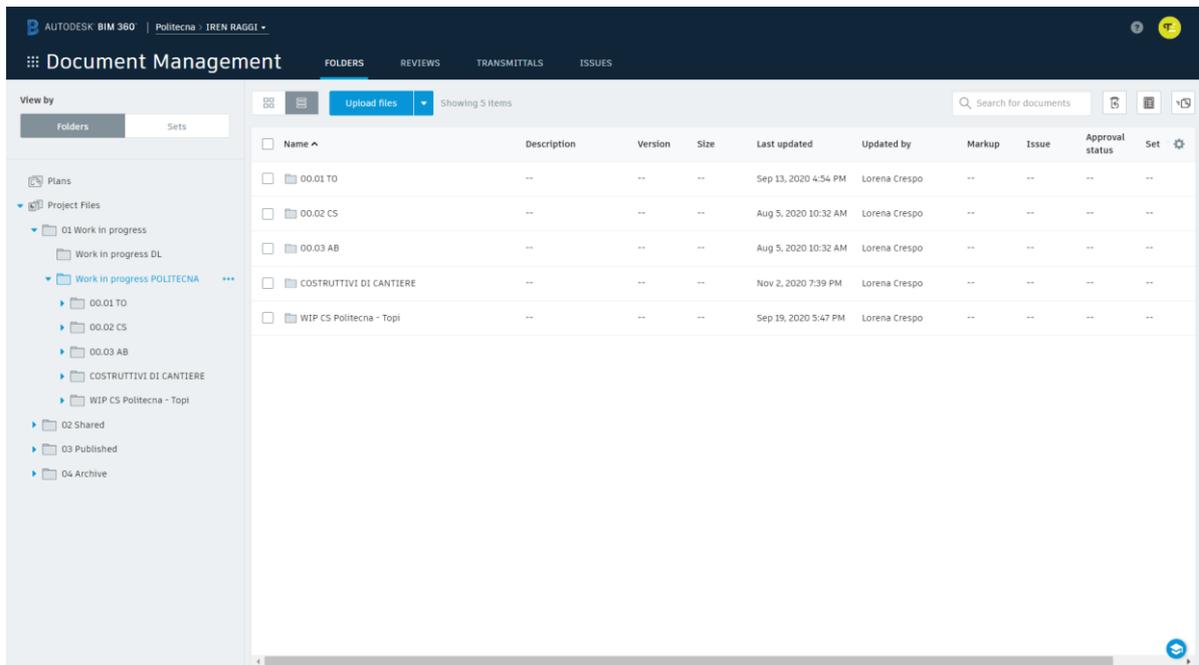


Fig. 111 Organizzazione della cartella WIP PTE

Legenda controlli:		S.A.L. BIM n°01 del 20/10/2020								
File validato										
File da correggere										
File non consegnato										
non applicabile										
formato files	controlli effettuati	COO	ARC		STR		MEP			
			20011_CS.AR.CNT_00	20011_CS.ST.CNT_00	20011_CS.STR_P6-P7	Mechanical 20011_CS.ME.CNT_00	Electrical 20011_CS.EL.CNT_00	Plumbing 20011_CS.ID.CNT_00		
.rvt	caricamento Revit files aggiornati dimensione < 300 Mb									
.ifc	caricamento .ifc esportati da Revit dimensione < 300 Mb									
.dwg	caricamento tavole AutoCAD dimensione < 300 Mb									
.pdf	caricamento tavole e relazioni dimensione < 300 Mb									
.rvt	purge tavole impaginate in Revit									
.rfa	famiglie Revit dimensione < 2 Mb		File: Products_Protection_Planes_Disks_Skipping-to-ST-852-0-2.rfa					20		021348.rfa
.rvt	origine condivisa nomenclatura famiglie									
.rvt	nomenclatura files griglie									
.rvt	livelli									
.rvt	LOG 350/400									
LOD	LOI 400									
.rvt	fasi									

Fig. 112 Scheda di SAL BIM del 20/10/2020

Osservazioni:	
-	è stato eseguito in modo corretto e preciso l'allineamento dei modelli STR e ARC alle nuvole di punti del rilievo laser scanner
-	sono state notevolmente ridotte le hard clash ereditate dal progetto esecutivo
-	sono stati semplificati e correttamente posizionati i livelli
-	sono stati riportati tutti gli oggetti nella loro fase corretta
Occorre al più presto:	
1	predisporre il modello di coordinamento
2	raggiungere il LOD previsto
3	predisporre le tavole costruttive in Revit
4	ridimensionare le famiglie Revit che superano i 2Mb
5	verificare e uniformare la nomenclatura famiglie
6	suddividere 20011_CS.ME.CNT_00 in più files collegati perché supera i 300 Mb
7	suddividere 20011_CS.EL.CNT_00 in più files collegati perché supera i 300 Mb

Fig. 113 Commenti al SAL 20/10/20

ATTIVITA' da svolgere				
a seguito Riunioni DL e avanzamento cantiere				
	ATTIVITA'	COMPETENZA	SCADENZA	DESTINATARIO
LIV.6	Distinte ferri sopraelevazioni scale	politecna	entro il 16.10.2020	
LIV.0	Muro in blocchi LIV. 0 per uffici DL	Politecna	il prima possibile	DL/COSMO
VASCHE LIV.-1	Distinte muri vasche LIV. -1	Politecna	Il prima possibile	CANTIERE
	Integrare distinte ferri delle vasche con le riprese per il collegamento alla soletta	Politecna	il prima possibile	DL/COSMO
	Costruttivo deviazione tubo vasca di accumulo	Politecna		
CARPENTERIE METALLICHE	Carpenterie metalliche sopraelevazione LIV.5-LIV.6	Politecna	entro 11.10.2020	DL/COSMO
	Carpenterie metalliche da LIV.4 a scendere al LIV.1	Politecna	dal 12.10.2020 al 25.10.2020	DL/COSMO
	Carpenterie metalliche solalo rampa LIV.0	Politecna	a seguire	DL/COSMO
IMPER	Agg. layout impermeabilizzazioni	Politecna	9/23/2020	DL
	Dettagli costruttivi impermeabilizzazioni	Politecna	9/23/2020	DL

Fig. 114 Azioni da svolgere conseguenza del SAL generale

## 02. Area "Shared" (condivisione):

Area in cui il Project Manager, il team di progettazione costruttiva Politecna Europa e la Direzione Lavori depositano i successivi avanzamenti del proprio lavoro, nei vari stadi concordati di sviluppo, condividendoli. In questa fase il progetto è ancora in lavorazione: la documentazione ciclicamente depositata e prelevata dai vari team, consente alla Direzione Lavori e ai Progettisti di revisionare i files e approvarli oppure richiedere modifiche e/o integrazioni.

La cartella è divisa in 3 sottocartelle:

- COSTRUTTIVI, a sua volta divisa:
  - o BIM models, contenente i modelli navigabili di coordinamento, strutture, architettonico e impianti. Sono salvati sia in formato .IFC che in file .RVT così che siano consultabili da tutti. BIM360 permette di navigarli online, anche senza installare il software, favorendo la "trasportabilità" su tablet ad esempio;
  - o Dwg contiene i file da cui sono state esportate le tavole PDF contenenti i costruttivi;
  - o Pdf, contiene le tavole redatte per il cantiere e le relazioni da sottomettere alla direzione lavori.
- DOCUMENTI, la cartella contiene tutte le autorizzazioni. Il cronoprogramma che periodicamente viene aggiornato con il SAL dei lavori e del modello, il flusso di cassa con il piano degli approvvigionamenti, le maestranze e l'organigramma.

- IMPU. La cartella contiene tutte le richieste di approvazioni, di tavole e materiali, emesse da PTE o l'ATI. Sono anche contenute tutte le richieste di informazioni in termini di misure e contenuti attesi.

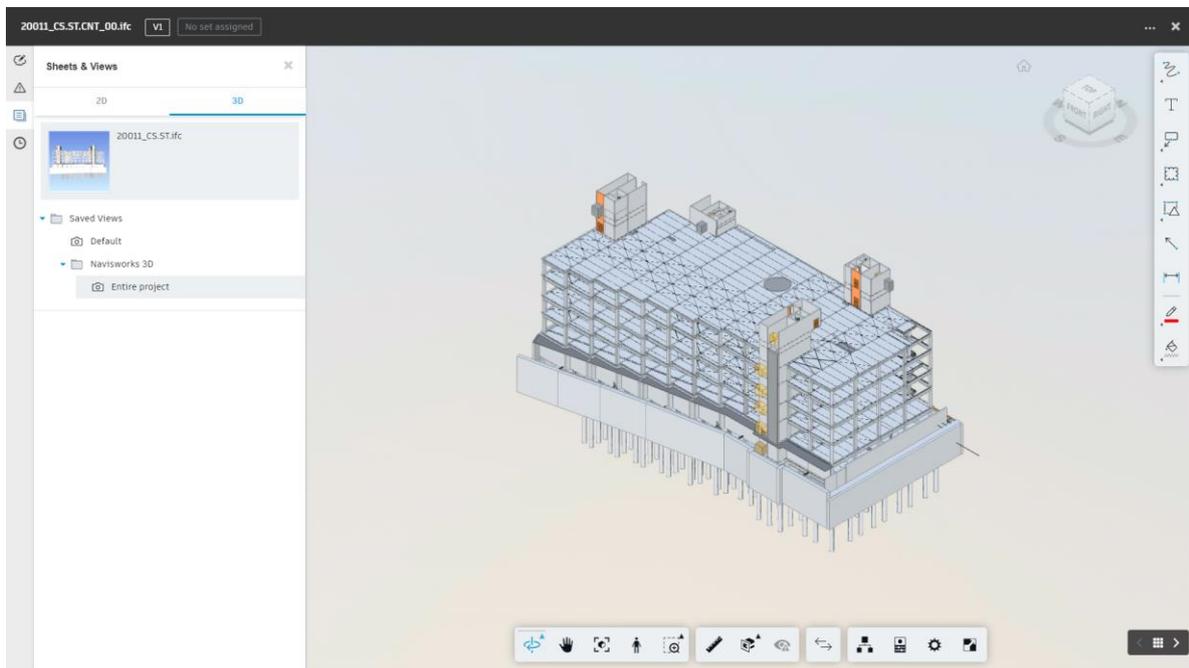


Fig. 115 Modello strutturale

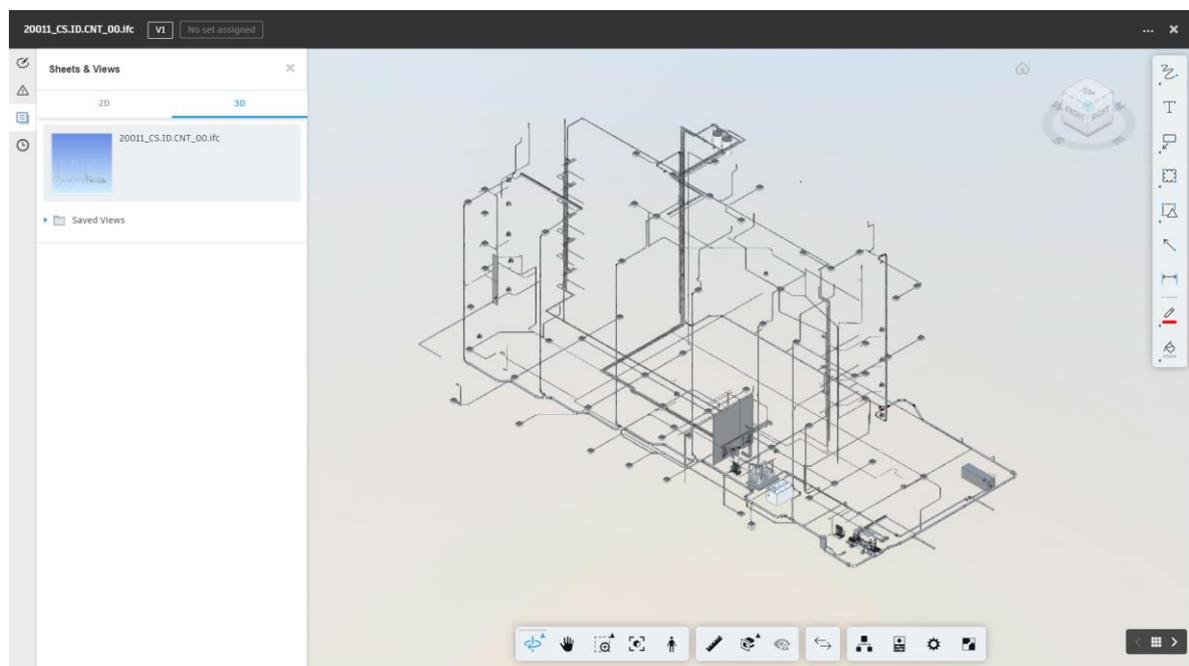


Fig. 116 Modello Idraulico

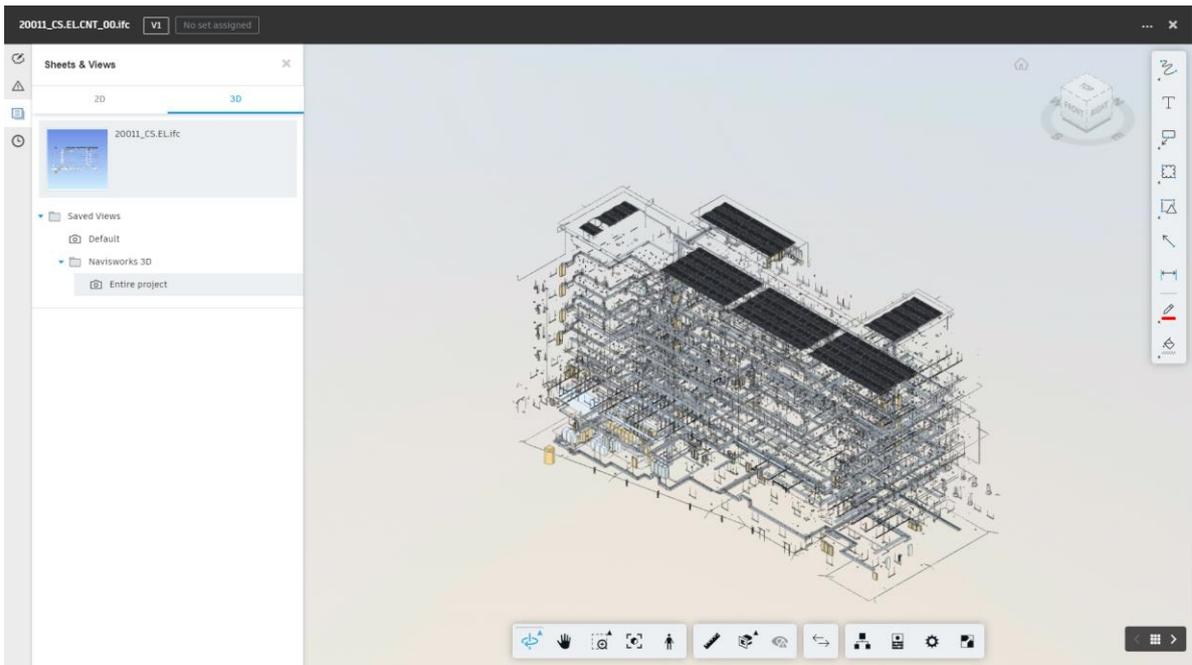


Fig. 117 Modello Elettrico

DT025\_IMP\_U\_Riepologo.xlsx V2 No set assigned

Excel DT025\_IMP\_U\_Riepologo - View-only Politecnica Europa

File Home Insert Formulas Data Review View Help Tell me what you want to do

Comments

Riqualificazione Edilizia Funzionale dell'Edificio "Ex Poste"  
- Piazza Raggi -  
GENOVA

iren

RICHIESTA APPROVAZIONI

	IMPU	RICHIESTA APPROVAZIONE - RFA	emissione	ultima Rev.	NON APPROVATO	NON APPROVATO CON NOTE	APPROVATO CON NOTE	APPROVATO
5	IMP0008	DT025_RFA_005 - nuova posizione piani	27.08.2020		X			
6	IMP0009	DT025_RFA_006 - Ancoraggi solai HILTI	09.09.2020				12.09.2020	
7	IMP0010	DT025_RFA_007 - Plastivo 250 - VOLTECO	10.09.2020					12.09.2020
8	IMP0011	DT025_RFA_008 - Telo bentonitico - VOLTECO	11.09.2020					
9	IMP0016	DT025_RFA_009 - Blocchi REI 120 SENINI + MALTA M10 FASSA	18.09.2020				24.09.2020	
10	IMP0015	DT025_RFA_010 - Report prove a trazione HILTI	18.09.2020				presentare costruttivo	
11	IMP0019	DT025_RFA_011 - Verifica portanza solai per escavatori	18.09.2020					
12	IMP0020	DT025_RFA_012 - Distinte ferri vasche interrato	18.09.2020	Rev.c			24.09.2020	
13	IMP0024	DT025_RFA_013 - Acciaio d'armatura - LIV. -1	24.09.2020	09.11.2020			chiarire ferri solette	25.09.2020
14	IMP0025	DT025_RFA_014 - Cls getti- LIV. -1	24.09.2020					25.09.2020
15	IMP0026	DT025_RFA_015 - Puntelli lato ferrovia LIV.-1	24.09.2020				25.09.2020	
16	IMP0028	DT025_RFA_016 - Distinte ferri muri LIV.-1	02.10.2020	Rava			Int. Piastra lato Ferrovia	
17	IMP0030	DT025_RFA_017 - Relazione e materiali Ammon	05.10.2020					06.11.2020
18	IMP0031	DT025_RFA_018 - Costruttivo muro YTONG autorimesa LIV.0	06.10.2020			12.10.2020		
19	IMP0032	DT025_RFA_019 - Costruttivo impermeabilizzazioni LIV.-1	06.10.2020					14.10.2020
20	IMP0033	DT025_RFA_020 - Costruttivo cordolo testa pali Scala B	07.10.2020	04.11.2020		14.10.2020	26.10.2020	
21	IMP0034	DT025_RFA_021 - Rel. verifica micropali	07.10.2020	Reve		Maggio	Collegamento platea / soletta	05.11.2020

Workbook Statistics Help Improve Office 100%

Fig. 118 Richieste di Approvazione

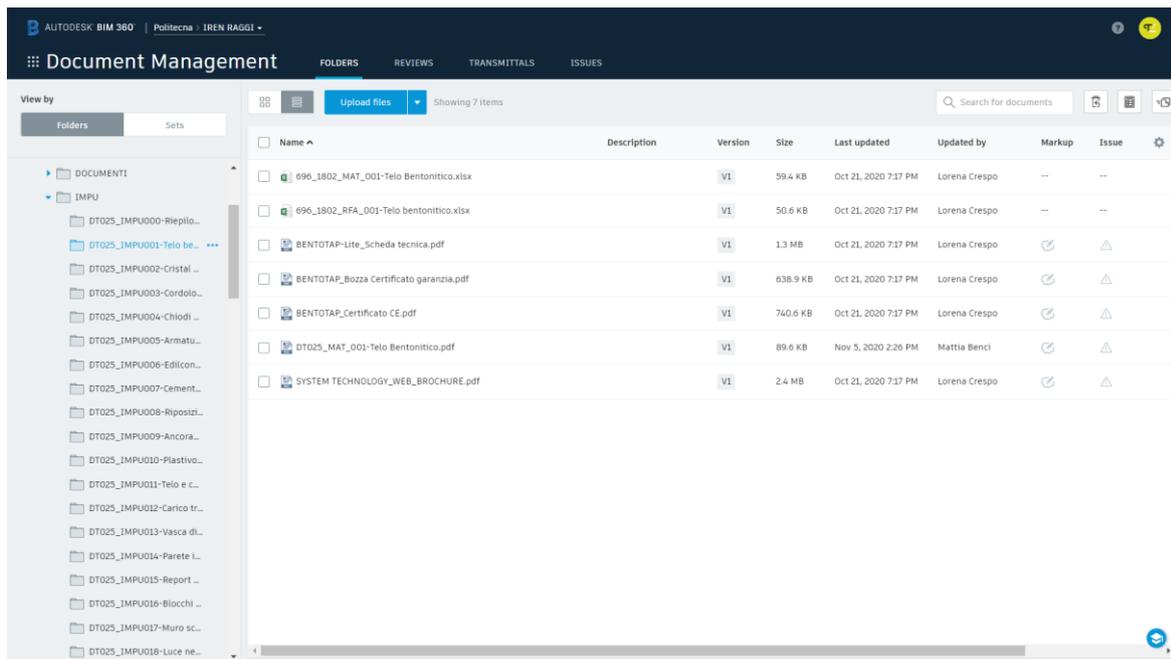


Fig. 119 Richiesta di approvazione di un materiale, con annessi tutti i dati utili alla valutazione

### 03. Area “Published” (pubblicazione):

Area accessibile dal Committente e da tutti gli attori, nella quale viene depositata la documentazione ufficiale del progetto costruttivo (ultimata e approvata dalla Direzione Lavori). Quest’area accoglie anche tutti i files relativi all’As-Built, cioè tutti i disegni e le informazioni che descrivono l’opera così come è stata effettivamente costruita.

È divisa a sua volta in:

- Costruttivi;
- As Built.

### 04. Area “Archive” (Archivio):

Area accessibile a tutti gli attori in cui sono conservate le informazioni progettuali di appoggio alla redazione del progetto costruttivo (storico depositato e validato, contributi esterni, normative...).

Inoltre, contiene il rilievo laser scanner eseguito.

#### *6.5.3.1 RICHIESTE DI INFORMAZIONI*

Le richieste di informazioni vengono emesse soprattutto dallo studio di progettazione e sono indirizzate alla direzione lavori per confrontarsi sulla risoluzione di alcune lacune del progetto esecutivo da colmare o interferenze che nascono tra i modelli delle varie discipline.

Sono pubblicate sull’acDAT nella cartella IMPU e i dati principali raccolti anche nella tabella di riepilogo.

Nel pubblicarle PTE genera una nuova cartella in IMPU, nominata con il codice seriale e il titolo dell’informazione, all’interno caricherà la richiesta e tutti i documenti utili a fornire le informazioni richieste.

### RICHIESTA INFORMAZIONI

	IMPU	RICHIESTA INFORMAZIONE - RFI	emissione	ANSW	note
1	IMPU002	DT025_RFI_001 - Cristal mix	23.07.2020	X	
2	IMPU011	DT025_RFI_002 - Relazione impermeabilizzazioni	11.09.2020	12.09.2020	
3	IMPU012	DT025_RFI_003 - Carico di trazione ancoranti metallici	11.09.2020	12.09.2020	
4	IMPU013	DT025_RFI_004 - Vasca di accumulo sottorampa	15.09.2021	?	
5	IMPU014	DT025_RFI_005 - Parete in blocchi autorimessa LIV. 0	17.09.2020	18.09.2020	
6	IMPU017	DT025_RFI_006 - Muro in c.a. - scala A - LIV. -1	18.09.2020	24.09.2020	
7	IMPU018	DT025_RFI_007 - Luce netta vani di accesso scale	18.09.2020	18.09.2020	
8	IMPU021	DT025_RFI_008 - Modello REVIT impianti - Rev. B	22.09.2020	22.09.2020	
9	IMPU022	DT025_RFI_009 - Armatura platea sp. 30 - LIV. -1	22.09.2020	24.09.2020	
10	IMPU023	DT025_RFI_010 - Chiarimenti su fondazioni e micropali	23.09.2020	24.09.2020	
11	IMPU027	DT025_RFI_011 - Chiarimenti muro paratia lato Via Canevari e aerazione LIV.-1	25.09.2020		
12	IMPU029	DT025_RFI_012 - Trasmittanza muro MIO1 PT/autorimessa	02.10.2020	02.10.2020	
13	IMPU038	DT025_RFI_013 - Cordolo micropali tipo M2 - scala C	15.10.2020	15.10.2020	
14	IMPU042	DT025_RFI_014 - Modello di calcolo carpenterie metalliche	16.10.2020	20.10.2020	
15	IMPU043	DT025_RFI_015 - Dislivelli LIV.5 - Coperture esistenti	18.10.2020	Ods	
16	IMPU044	DT025_RFI_016 - Solaio intercapedine lato FS	18.10.2020	27.10.2020	
17	IMPU045	DT025_RFI_017 - LIV.4 - Resistenza al fuoco muri UTA	18.10.2020		
18	IMPU046	DT025_RFI_018 - Scala A - Maggiore sopraelevazione muri	18.10.2020	02.11.2020	
19	IMPU047	DT025_RFI_019 - Cavedio tra i fili 13-14 / H-L	18.10.2020	30.10.2020	
20	IMPU048	DT025_RFI_020 - Pendenza rampe auto	18.10.2020	30.10.2020	
21	IMPU049	DT025_RFI_021 - Primer adesivo tra soletta esistente e cappa di rinforzo	18.10.2020	20.10.2020	
22	IMPU060	DT025_RFI_022 - Tubazione interferente con vasca antincendio	23.10.2020	29.10.2020	Verificare il percorso / pluviali
23	IMPU061	DT025_RFI_023 - Planimetrie pilastri a vista	23.10.2020	28.10.2020	
24	IMPU062	DT025_RFI_024 - LIV.5 - Foglio polietilene tra soletta esistente e cappa	23.10.2020	20.10.2020	
25	IMPU067	DT025_RFI_025 - LIV.-1 - Armature e copertura serbatoio gasolio	28.10.2020	30.10.2020	
26	IMPU068	DT025_RFI_026 - LIV.5 - Modello BIM strutture	28.10.2020	30.10.2020	
27	IMPU073	DT025_RFI_027 - FACCIATE - Colori finiture	30.10.2020	02.11.2020	
28	IMPU075	DT025_RFI_028 - Campionature finiture ai piani	30.10.2020	02.11.2020	
29	IMPU076	DT025_RFI_029 - Scale esistente LIV.-1 - lato FS	30.10.2020	05.11.2020	
30	IMPU078	DT025_RFI_030 - Forometrie a solaio - cavedi tecnici	03.11.2020		
31	IMPU083	DT025_RFI_031 - FACCIATE - Colori finiture	05.11.2020	06.11.2020	
32	IMPU085	DT025_RFI_032 - Stabox scala A	05.11.2020	05.11.2020	

Fig. 120 Elenco delle richieste informazioni emesse da PTE

The screenshot shows the Autodesk BIM 360 Document Management interface. On the left, a folder tree is visible with folders like 'DT025\_IMPU080\_Interfer...', 'DT025\_IMPU081\_Materia...', 'DT025\_IMPU082\_Aree se...', 'DT025\_IMPU083\_FACCIA...', 'DT025\_IMPU085\_Stabox ...', 'DT025\_IMPU086\_Locale ...', 'DT025\_IMPU087\_LIV.3 - L...', 'DT025\_IMPU088\_LIV.-1 - ...', 'DT025\_IMPU089\_Malta ...', 'DT025\_IMPU090\_Traccia...', 'DT025\_IMPU091\_Implant...', 'DT025\_IMPU092\_Soprael...', 'DT025\_IMPU093\_Forome...', 'DT025\_IMPU094\_Forome...', 'DT025\_IMPU095\_Verifica ...', and 'DT025\_IMPU096\_LIV.-1\_T...'. Below these are '03 Published' and '04 Archive' folders. The main area shows a list of documents with columns for Name, Description, Version, Size, Last updated, Updated by, and Mark. Three items are listed:

Name	Description	Version	Size	Last updated	Updated by	Mark
DT025_RFI_033_Doc. foto e screen shot.pdf		V1	511.5 KB	Nov 13, 2020 5:57 PM	Mattia Benci	
DT025_RFI_033_LIV -1 Trave Interferente con gli impianti.pdf		V1	224.3 KB	Nov 13, 2020 5:56 PM	Mattia Benci	
DT025_RFI_033_LIV -1 Trave Interferente con gli impianti.xlsx		V2	64.9 KB	Nov 13, 2020 5:56 PM	Mattia Benci	--

Fig. 121 Contenuti di una cartella per Richiesta Informazioni

Commissio	0696_1802		
Lavori	Riqualificazione Immobile Ex Poste PIAZZA RAGGI GE		
Committente	IREN SPA		
RTI			
<b>OGGETTO</b>	<b>LIV -1 - Trave interferente con gli impianti</b>		<b>RFI N°</b> 033
Redatto da	politecna Europa		
Data	13/11/2020		
<b>Distribuzione</b>	<b>C.a.</b>	<b>e-mail</b>	<b>Azione</b> <b>Info</b>
SD	Stefano Dalmasso	<a href="mailto:stefano.dalmasso@eps-group.it">stefano.dalmasso@eps-group.it</a>	
FC	Francesco Campobasso	<a href="mailto:f.campobasso@notarchiteti.it">f.campobasso@notarchiteti.it</a>	
LC	Luca Chiabrando	<a href="mailto:luca.chiabrando@eps-group.it">luca.chiabrando@eps-group.it</a>	
GB	Giorgio Bo	<a href="mailto:giorgio.bo@eps-group.it">giorgio.bo@eps-group.it</a>	
RZ	Renzo Zorzi	<a href="mailto:renzo.zorzi@eps-group.it">renzo.zorzi@eps-group.it</a>	
<b>RICHIESTA PER INFORMAZIONE</b>			
<p><b>Domanda</b></p> <p>Si richiedono indicazioni in merito alla trave del livello -1 lato via Canevari che sembrerebbe sostenere unicamente i grigliati che saranno comunque eliminati e sostituiti con soletta piena. La trave interferisce con le tubazioni in uscita dalla vasca acque meteoriche, in particolare con il troppo pieno che risulterebbe da abbassare ulteriormente creando due problemi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 - si ridurrebbe il volume della vasca di accumulo, già tirato</li> <li>2 - si scenderebbe con la quota di scarico su strada prevista a progetto.</li> </ol> <p>Allo stesso modo interferisce con gli scarichi acque nere che vengono convogliati nell'intercapedine. Anch'essi sarebbero da abbassare con conseguenti problemi con il collegamento su fogna comunale.</p>		<p><b>Risposta</b></p> <p>La trave indicata ha attualmente la sola funzione di sostenere il grigliato lato via Canevari. Dopo la costruzione dei muri non avrà alcuna funzione strutturale e non risulta interferente con i nuovi muri in progetto. Può quindi in generale essere mantenuta. Al fine di evitare le interferenze, dato che la trave sarà sostanzialmente scarica, si propone:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) per gli scarichi delle acque nere di forare la trave;</li> <li>2) di rimuovere la campata di trave tra i fili S e P.</li> </ol>	
Vedi foto e screen shot allegati			
Redatto da: Politecna Europa		Destinatario:	
Risposta attesa entro il:			
15 gg dall'emissione dell'RFIA		Data: 13/11/2020	
Importanza: <input checked="" type="checkbox"/> ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BASSA			

Fig. 122 Scheda richiesta informazioni, con risposta della DL



Fig. 123 Le foto allegata alla scheda di Fig. 122

Analogamente a quanto accade per i moduli successivamente descritti, nell'emettere la richiesta di informazioni è indicata l'importanza della stessa, in funzione dell'importanza è anche definito un tempo di risposta attesa in modo da non causare ritardi nella produzione (Fig. 124).

Risposta attesa entro il:  15 gg dall'emissione dell'RFA			
Importanza:	<input checked="" type="checkbox"/> ALTA	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> BASSA

Fig. 124 Importanza e tempistica attesa

### 6.5.3.2 RICHIESTE DI APPROVAZIONI

Le richieste di approvazioni sono emesse dallo studio di progettazione PTE o dall'ATI nei confronti della DL. Contengono, come suggerisce il nome, la richiesta di approvazione di una tavola costruttiva o di un materiale.

Nel momento di presentare una RdA i richiedenti allegano tutte le informazioni necessarie alla Direzione Lavori a comprendere le proposte. Nel caso di tavole strutturali, ad esempio, sono allegati le relazioni di calcolo che dimostrino l'efficacia della scelta, nel caso di sottomissione di un pacchetto quale ad esempio una partizione interna, saranno allegati le schede tecniche del materiale e le modalità di montaggio (vedi Method Statement pag. 61).

 RICHIESTA APPROVAZIONI								
	IMPU	RICHIESTA APPROVAZIONE - RFA	emissione	ultima Rev.	NON APPROVATO	NON APPROVATO CON NOTE	APPROVATO CON NOTE	APPROVATO
1	IMPU001	DT025_RFA_001 - Telo bentonitico	23.07.2020		X			
2	IMPU003	DT025_RFA_002 - Cordolo bentonitico	05.08.2020		X			
3	IMPU004	DT025_RFA_003 - Chiodi X-P HILTI	05.08.2020		-			
4	IMPU005	DT025_RFA_004 - Armatura pali	06.08.2020					06.08.2020
5	IMPU008	DT025_RFA_005 - Nuova posizione pali	25.08.2020		X			
6	IMPU009	DT025_RFA_006 - Ancoraggi solai HILTI	09.09.2020				12.09.2020	
7	IMPU010	DT025_RFA_007 - Plastico 250 - VOLTECO	10.09.2020					12.09.2020
8	IMPU011	DT025_RFA_008 - Telo bentonitico - VOLTECO	11.09.2020					12.09.2020
9	IMPU016	DT025_RFA_009 - Blocchi REI 120 SENINI + MALTA M10 FASSA	18.09.2020				24.09.2020 presentare costruttivo	
10	IMPU015	DT025_RFA_010 - Report prove a trazione HILTI	18.09.2020					
11	IMPU019	DT025_RFA_011 - Verifica portanza solai per escavatori	18.09.2020					
12	IMPU020	DT025_RFA_012 - Distinta ferri vasche interrato	18.09.2020	Rev.c 09.11.2020			24.09.2020 chiarire ferri solette	
13	IMPU024	DT025_RFA_013 - Acciaio d'armatura - LIV. -1	24.09.2020					25.09.2020
14	IMPU025	DT025_RFA_014 - Cfs getti - LIV. -1	24.09.2020					25.09.2020
15	IMPU026	DT025_RFA_015 - Puntelli lato ferrovia LIV.-1	24.09.2020				25.09.2020 int. Piastra lato Ferrovia	
16	IMPU030	DT025_RFA_017 - Relazione e materiali Ammon	05.10.2020					06.11.2020
17	IMPU031	DT025_RFA_018 - Costruttivo muro YTONG autorimessa LIV.0	06.10.2020			12.10.2020		
18	IMPU032	DT025_RFA_019 - Costruttivo impermeabilizzazioni LIV.-1	06.10.2020					14.10.2020
19	IMPU033	DT025_RFA_020 - Costruttivo cordolo testa pali Scala B	07.10.2020	04.11.2020 Rev.e		14.10.2020 Maggio	26.10.2020 Collegamento platea / soletta	05.11.2020
20	IMPU034	DT025_RFA_021 - Rel. verifica micropali	07.10.2020					15.10.2020
21	IMPU035	DT025_RFA_022 - Sovrapposizione costruttivo/eseecutivo muro in blocchi V.Canevari	08.10.2020				14.10.2020	
22	IMPU036	DT025_RFA_023 - Verifica ancoraggi casseri	13.10.2020			14.10.2020 Maggio		
23	IMPU037	DT025_RFA_024 - Costruttivo cordolo testa pali Scala A	15.10.2020	04.11.2020 Rev. c			26.10.2020 Collegamento platea / soletta	05.11.2020
24	IMPU055	DT025_RFA_025 - Costruttivo cordolo testa pali Scala C	20.10.2020	23.10.2020 Rev. b		20.10.2020 - Maggio	26.10.2020 Collegamento platea / soletta	
25	IMPU056	DT025_RFA_026 - Costruttivi sopraelevazione LIV.5-LIV.6	21.10.2020				23.10.2020	
26	IMPU066	DT025_RFA_027 - Blocchi in cfs CIVA	28.10.2020			06.11.2020		
27	IMPU069	DT025_RFA_028 - LIV.4 - Locale UTA ovest	28.10.2020			06.11.2020		
28	IMPU072	DT025_RFA_029 - LIV.4 - Locale Q.E. e IT adiacenti scala B	30.10.2020				02.11.2020	
29	IMPU074	DT025_RFA_030 - LIV.6 - Revisione nodi strutturali a seguito confronto con MANNI	30.10.2020			02.11.2022		
30	IMPU077	DT025_RFA_031 - LIV.4 - Locali UTA est / Locali Q.E.-IT ovest	02.11.2020			06.11.2020		
31	IMPU084	DT025_RFA_032 - LIV.3 - Locale UTA ovest	05.11.2020			06.11.2020		
32	IMPU086	DT025_RFA_033 - LIV.3 - Locale UTA est	05.11.2020			06.11.2020		
33	IMPU087	DT025_RFA_034 - LIV.3 - Locali EL est	05.11.2020			06.11.2020		
34	IMPU088	DT025_RFA_035 - LIV.-1 - Distinta ferri vasca disoleatore	05.11.2020				06.11.2020	

Fig. 125 Elenco delle richieste di approvazione emesse da PTE

Commissa	0696_1802		
Lavori	Riguffolazione Immobiliare Ex Poste PIAZZA RAGGI GE		
Committente	IREN SPA		
RTI			
<b>OGGETTO</b>	<b>Rel. verifica portanza solai per demolizioni</b>		<b>RFA N°</b> C011
Redatto da	Ing. Maggio - Politecna		
Data	18/09/2020		
<b>Distribuzione</b>	<b>C.a.</b>	<b>e-mail</b>	<b>Azione Info</b>
SD	Stefano Dalmasso	<a href="mailto:stefano.dalmasso@eps-group.it">stefano.dalmasso@eps-group.it</a>	
FC	Francesco Campobasso	<a href="mailto:fcampobasso@notarchiteti.it">fcampobasso@notarchiteti.it</a>	
LC	Luca Chiabrando	<a href="mailto:luca.chiabrando@eps-group.it">luca.chiabrando@eps-group.it</a>	
GB	Giorgio Bo	<a href="mailto:giorgio.bo@eps-group.it">giorgio.bo@eps-group.it</a>	
RZ	Renzo Zorzi	<a href="mailto:renzo.zorzi@eps-group.it">renzo.zorzi@eps-group.it</a>	
<b>RICHIESTA PER APPROVAZIONE</b>			
<b>Domanda</b> Si richiede parere. Elaborato di riferimento: Rel. di calcolo		<b>Risposta</b> Le relazioni sono approvate. Faranno fede le prescrizioni contenute nella relazione di calcolo in merito ai puntelli.	
Il presente documento garantisce l'invarianza dei tempi e dei costi previsti in appalto			
Redatto da: Alessandra Topi		Destinatario: 	
Risposta attesa entro il: 15 gg dall'emissione dell'RFA		Data: 29/09/2020	
Importanza: <input checked="" type="checkbox"/> ALTA <input type="checkbox"/> MEDIA <input type="checkbox"/> BASSA			

Fig. 126 Scheda richiesta approvazione con risposta DL

La scheda è stata scelta di proposito per evidenziare come utilizzare una cartella per ciascuna delle IMPU emesse permette di individuare facilmente le informazioni necessarie nonostante manchi il riferimento al documento emesso, avviando così al rischio di perdere tempo.

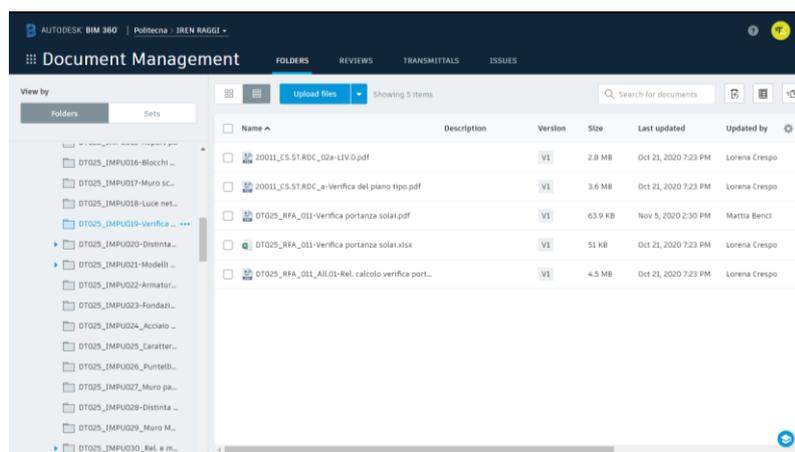


Fig. 127 Riferimenti del RFA in Fig. 126

### 6.5.3.3 MATERIAL SHEET SUBMITTAL (MSS o MAT)

Sono i documenti utilizzati dall'ATI o PTE per dimostrare come una scheda tecnica scelta risponda alle esigenze espresse nel Capitolato prestazionale di uno specifico materiale. Nella cartella specifica creata vengono inserite tutte le schede tecniche del materiale. Quando viene



#### *6.5.3.4 VERBALI DI SOPRALLUOGO E RIUNIONE DIREZIONE LAVORI*

I verbali vengono redatti durante le riunioni settimanali tra ATI e Direzione Lavori al fine di tener traccia di ciò che viene detto, mettere per iscritto gli impegni assunti dai partecipanti e i momenti in cui verranno controllati i risultati delle azioni correttive, se è previsto un controllo.

Il documento esordisce verificando che tutte le persone coinvolte siano presenti, in seguito descrive in maniera sintetica gli argomenti dell'incontro e sommariamente ne elenca la risoluzione (Fig. 133).

Il documento viene firmato per approvazione da tutti coloro che hanno partecipato alla riunione e viene archiviato in formato digitale nell'acDAT.

Tra gli argomenti trattati spesso si commentano le varie richieste di informazione e approvazione redatte dall'ATI o da PTE.

 	<b>RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E FUNZIONALE IMMOBILE "EX POSTE"</b> Sito in Piazza Raggi a Genova	
<b>VERBALE DI SOPRALLUOGO E RIUNIONE DIREZIONE LAVORI</b>		PAG.1 di 6
		

<b>VERBALE DI SOPRALLUOGO E RIUNIONE</b>	<b>VERBALE: N° 05-E</b>	<b>DATA: 02/09/2020</b>
--	-------------------------	-------------------------

<u>RUOLO</u>	<u>REFERENTE</u>	<u>TEL.</u>	<u>E MAIL</u>	<u>P</u>	<u>A</u>	<u>I</u>	<u>C</u>
<b>COMMITTENTE: IREN S.p.A.</b>							
<b>EP&amp;S Scarl – via Treviso 12, 10144 Torino – 011 7714685</b>							
<b>DL DIRETTORE GENERALE DEI LAVORI</b>	Ing. Stefano DALMASSO	SD		X		X	
<b>DA DIRETTORE ARTISTICO</b>	Arch. Francesco CAMPOBASSO	FC		X		X	
	Arch. Silvia ROSSI	SR			X	X	
<b>BM BIM MANAGER</b>	Arch. Igor ALBERA	IA		X		X	
<b>PM PROJECT MANAGER</b>	Arch. Rita LO FORTE	RLF		X		X	
<b>SE SITE ENGINEER</b>	Ing. Francesca PERIN	FP		X		X	
<b>APM ITER AUTORIZZATIVI</b>	Arch. Ilaria LA COGNATA	ILC			X	X	
<b>AE ACCOUNTING ENGINEER</b>	Ing. Erica MOZZAQUATTRO	EM			X	X	
<b>IC PROGETTO OPERE STRUTTURALI E DL</b>	Ing. Luca CHIABRANDO	LC		X		X	
	Ing. Stefano DALMASSO	SD		X		X	
<b>DL PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E DL</b>	Ing. Renzo ZORZI	RZ			X	X	
	Ing. Salvatore LUCIFORA	SL			X	X	
<b>DL PROGETTO IMPIANTI MECCANICI E DL</b>	Ing. Giorgio BO	GB		X		X	
	Ing. Stefano GIARGIA	SG			X	X	
<b>CSE COORDINATOR E PER LA SICUREZZA</b>	Ing. Umberto SINISCALCO	US		X		X	
	Ing. Giovanni SALLUZZO	GS					
<b>RTI – COSMO – ARCO – RADAR</b>							
<b>AMMINISTRATORE UNICO</b>	Geom. Paolo MARINI	PM		X	X		
<b>DIRETTORE TECNICO COSMO</b>	Geom. Claudio DI MOLFETTA	CDM	X		X		
<b>RSPP</b>	Geom. Enrico CANEPA	EC	X		X		
<b>PROJECT MANAGER</b>	Arch. Alessandra TOPI	AT	X		X		
<b>DIRETTORE TECNICO RADAR</b>	Stefano BELLETTATO	SB	X		X		

Fig. 130 Estratti di un verbale di sopralluogo e riunione DL

 	<b>RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E FUNZIONALE IMMOBILE "EX POSTE"</b> Sito in Piazza Raggi a Genova	
	<b>VERBALE DI SOPRALLUOGO E RIUNIONE DIREZIONE LAVORI</b>	
		

<u>RUOLO</u>	<u>REFERENTE</u>		<u>TEL.</u>	<u>E MAIL</u>	<u>P</u>	<u>A</u>	<u>I</u>	<u>C</u>
PROJECT MANAGER	Geom. Carlo CAMERA	CC				X	X	
ASSISTENTE DI CANTIERE	Alessandro CASCIO	AC				X	X	
CAPO CANTIERE	Antonino URSO	AU				X	X	
CEO SOCIETA' POLITECNA	Luca Massimo GIACOSA	LG			X		X	
BIM MANAGER	Lorena CRESPO	LCr			X		X	
<b>IREN</b>								
RESPONSABILE SERVIZI DI GRUPPO	Dr. Andrea VERLUCCA	AV				X	X	
RESPONSABILE IMMOBILIARE – RL/RDP	Arch. Roberto DOGLIO	RD			X		X	
ASSISTENTE AL RUP	Dott.ssa Marisa RACITI	MR			X		X	
<b><u>PROSSIMA RIUNIONE: 09/09/2020</u></b>								
<b>P = Presente</b>		<b>A = Assente</b>		<b>I = Invio</b>		<b>C = convocato prossima riunione</b>		

<b>ARGOMENTI: INCONTRO CON IMPRESA GENERALE</b>	<b>Azione da parte di:</b>
<b><u>1 - Riunioni di cantiere e relativi verbali:</u></b> In data 02/09/2020 alle ore 10:00 si è svolta la quinta riunione tecnica di cantiere alla presenza dell'impresa, committenza e DL.	<b>EP&amp;S Direzione Lavori</b>
<b><u>2 - Autorizzazioni e Permessi.</u></b>	
<b><u>3 – Coordinamento e Avanzamento dei Lavori</u></b>	
<b><u>CONCORDAMENTO PASSAGGIO AREE DA ESSE A3 A COSMO</u></b> Durante la riunione, alla presenza di COSMO e ESSEA3, vengono accettati i sistemi di protezione e gli apprestamenti consegnati da ESSEA3 COSMO utilizzerà la gru installata da ESSEA3 che si occuperà di pagare l'importo relativo allo smontaggio mentre la preparazione della documentazione, e l'assistenza sarà in capo a COSMO.	
<b><u>BIM</u></b> Il B.M. del gruppo di progettazione Arch. Albera chiede alla B.M. dell'RTI Arch. Crespo di poter verificare le modalità di utilizzo dell'ACDat. Alcuni tecnici del gruppo di progettazione in questi giorni hanno provato ad eccedere alla piattaforma senza riuscirci. La B.M. dell'RTI comunica che è in corso un upgrade da parte di Autodesk e che la piattaforma sarà nuovamente utilizzabile entro il 05/09/2020. Sulla modalità di utilizzo ci saranno forniti, non appena il sistema sarà nuovamente funzionante, le prescrizioni fondamentali per poter utilizzare il software al meglio.  Il B.M. Arch. Albera ricorda che siamo in attesa di ricevere il P.G. (Piano di gestione informativa) così come richiesto nell' EIR e del Cronoprogramma di	

Fig. 131 Estratti di un verbale di sopralluogo e riunione DL

	<p style="text-align: center;">RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E FUNZIONALE IMMOBILE "EX POSTE" Sito in Piazza Raggi a Genova</p>	
<b>VERBALE DI SOPRALLUOGO E RIUNIONE DIREZIONE LAVORI</b>		PAG.4 di 6
		

<p><b><u>FACCIAE</u></b></p> <p>Considerando l'importanza delle facciate per la buona riuscita del progetto, il DA, l'Arch. Campobasso chiede all'impresa di poter incontrare l'impresa che si occuperà di tale lavorazione.</p> <p>Il Geom. Di Molfetta e l'Arch. Topi comunicano di essere in fase di trattativa con dei fornitori – anche diversi da quanto indicato in fase di gara – e propongono un incontro interno per discutere aspetti tecnici.</p> <p>Il DL chiarisce che, considerando che i nominativi indicati dall'impresa nella 'vendor list' consegnata in fase di gara sono stati oggetto di valutazione in fase di aggiudicazione, non è ammissibile modificarli liberamente ma dovranno essere approvati dalla committenza mediante un processo decisionale che rischia di essere lungo (oltre che dall'esito incerto) con conseguente rischio di ritardi su lavorazioni fondamentali.</p> <p>L'Arch. Doglio sottolinea tale aspetto raccomandandosi di attenersi a quanto dichiarato.</p> <p>L'Ing. Bo ricorda inoltre che le facciate hanno anche una valenza a livello energetico, trattandosi di un edificio che dovrà essere certificato NZEB classe 4, e pertanto tutto ciò che ha a che fare con aspetti di fisica tecnica e energetica dovranno essere tenuti sotto controllo inviandoli preventivamente al certificatore energetico che potrà approvarli <i>step by step</i> aggiornando il modello in suo possesso.</p> <p>L'Arch. Topi comunica che la progettazione costruttiva è in capo a Schuco e Politecna e è volontà dell'impresa affidare a un unico fornitore sia l'esecuzione delle facciate opache sia di quelle vetrate.</p> <p>L'impresa si impegna a inviare a stretto giro i nominativi delle tre imprese che non appartengono alla vendor list approvata con le quali sono in trattativa.</p>	
<p><b><u>LASERSCANNER</u></b></p> <p>L'Arch. Topi comunica che il rilievo laserscanner non è ancora stato completato e che rimangono da ultimare il piano 5 e la copertura.</p> <p>L'impresa si impegna a consegnare il modello BIM il 14/09/2020 in modo da poter rispettare anche le date di emissione del primo SAL.</p>	
<p><b><u>PROFILI METALLICI INGLOBATI NELLE FONDAZIONI</u></b></p> <p>Non si segnalano novità e/o variazioni rispetto a quanto verbalizzato nel verbale 04.</p>	
<p><b><u>MICROPALI</u></b></p> <p>Viene commentato il tracciamento definitivo dei micropali.</p> <p>Sono in corso le carotature delle fondazioni.</p> <p>Viene accettata la proposta dell'impresa di togliere, nel zona di perforazione dei micropali, il copriferro, tagliare i ferri superiori interferenti con i micropali e successivamente carotare.</p> <p>Si rammenta che tutte le variazioni proposte e concordate con la DL devono fare</p>	

Fig. 132 Estratti di un verbale di sopralluogo e riunione DL

 	RIQUALIFICAZIONE EDILIZIA E FUNZIONALE IMMOBILE "EX POSTE" Sito in Piazza Raggi a Genova	
<b>VERBALE DI SOPRALLUOGO E RIUNIONE DIREZIONE LAVORI</b>		PAG.6 di 6
		
<p>cartelli mobili nel tratto di strada carrabile percorribile dai soli mezzi di soccorso al fine di interdire il costante passaggio di pedoni invitandoli a utilizzare il marciapiede. Dovrà anche essere inserita una protezione aggiuntiva che non consenta il lancio di oggetti in area cantiere lato metropolitana.</p>		
<p><b><u>CHIARIMENTI PIANO INTERRATO E PIANO TERRA</u></b> L'Arch. Topi richiede esamina del progetto architettonico e strutturale del livello interrato e terra. Vengono visionati e commentati gli elaborati rispondendo ai quesiti formulati. La DL coglie l'occasione per ricordare che il computo non è parte dei documenti di gara.</p>		
<p><b><u>GRU</u></b> L'RTI e l'impresa ESSE A3 comunicano l'accordo relativo al proseguimento del noleggio della gru installata da ESSE A3 che prevede il mero pagamento della quota di smontaggio da parte di ESSE A3 e l'assistenza allo smontaggio e l'espletamento iter burocratico e documentale a carico dell'RTI.</p>		
<p><b><u>PARATIE</u></b> L'RTI chiede ai progettisti dei riferimenti di imprese che forniscono le paratie e nel caso affermativo di poter dare loro i contatti.</p>		

Il presente verbale, dopo lettura viene firmato per accettazione

Fig. 133 Estratti di un verbale di sopralluogo e riunione DL

## 7. CONCLUSIONE

Il percorso descritto all'interno dell'elaborato è volto alla definizione di un protocollo utile a monitorare e gestire i rischi che si possono presentare durante l'avanzamento di un processo edilizio.

I rischi di cui un General Contractor si fa carico sono soprattutto connessi al mancato rispetto dei vincoli contrattuali:

- Tempi;
- Costi;
- Qualità.

L'elaborato è stato diviso in capitoli che ripercorrono la commessa dalle sue fasi iniziali di contrattazione con il cliente fino alla consegna del fabbricato ultimato. A ciascuna delle macrofasi individuate sono stati assegnati i documenti utili all'applicazione del protocollo di gestione dei rischi, facendo emergere come il raggiungimento di una realizzazione "a regola d'arte" non sia limitata al controllo del cantiere ma nasca dalla pianificazione e dalla progettazione della commessa.

Le fasi individuate, pianificazione, progettazione e costruzione, non vanno viste come compartimenti stagni, bensì come stadi di progetto che comunicano e si integrano vicendevolmente attraverso i documenti prodotti e aggiornati con l'avanzamento dei lavori.

L'aggiornamento avviene attraverso l'approfondimento del materiale fornito dal committente, le scelte progettuali e gli input derivati dagli altri stakeholders.

Il protocollo oltre a descrivere i documenti da produrre, è utile ad individuare quali sono i contenuti di ciascuno dei documenti. Nel fare questo, garantisce che nel produrre o aggiornare un documento questo supporti efficacemente l'impresa a raggiungere gli obiettivi che si è imposta.

Tante procedure descritte vengono già applicate, talvolta inconsciamente, anche da imprese di dimensione medio piccola. La redazione di questo elaborato può aiutare a documentare meglio le scelte aziendali di approccio ai rischi. Seguire il metodo esaminato favorisce da un lato la consapevolezza dei rischi ai quali si è esposti e mette dall'altro a disposizione gli strumenti per prevenirli o per gestirli qualora si materializzino.

La metodologia BIM rappresenta un valido supporto alla gestione della commessa, agevolando la comunicazione del team di progettazione con tutti i soggetti coinvolti sia in fase di pianificazione e realizzazione che nei confronti del cliente. Grazie all'interoperabilità dei software utilizzati nella metodologia è possibile supportare le considerazioni progettuali con analisi strutturali ed energetiche, determinare le interferenze tra i componenti edilizi, stabilire un percorso cronologico realistico delle attività e dedurre un flusso di cassa. Tutte queste attività permettono di anticipare la materializzazione dei rischi, trasferendola in un ambiente virtuale controllato che consente di individuare le soluzioni per la minimizzazione degli stessi.

Altra metodologia descritta è il Lean Construction, cioè l'applicazione al cantiere della filosofia Lean Thinking. Nata in Giappone per applicazioni industriali, si concentra sulla minimizzazione degli sprechi e il controllo della qualità del prodotto con l'obiettivo di creare valore per il cliente.

Oltre ad essere applicati al cantiere, tanti punti cardine della filosofia forniscono anche le basi per la redazione dei documenti descritti nella tesi. L'applicazione del Kaizen, miglioramento continuo, è intrinseca nella volontà di cogliere le opportunità che la commessa offre e nella registrazione dei rischi per evitare che si ripresentino. Analogamente la minimizzazione degli sprechi è il filo conduttore delle procedure che individuano e monitorano le risorse, materiali e umane, necessarie per la realizzazione di ogni lavorazione.

Utilizzare il supporto di tutte le persone coinvolte, anche attraverso il Last Planner System, permette inoltre di sfruttare le competenze sviluppate da diversi professionisti (dal Project Manager all'operaio). È altresì importante controllare la comunicazione affinché tutte le voci abbiano il giusto spazio e considerazione nelle materie in cui sono chiamate ad intervenire. Risulta a tal fine essenziale definire ruoli, responsabilità e momenti di confronto oltre alle procedure per conservare le informazioni che emergono.

La redazione di tutti i documenti descritti può essere supportata da software di natura diversa, come ad esempio Primavera, Sap, Certus e Primus. È importante però che il software, così come il protocollo, sia uno strumento a servizio del pensiero critico di chi redige i documenti, usato con lo scopo di semplificare e codificare la redazione senza condizionarne i contenuti.

L'utilità dell'applicazione di tutti i protocolli descritti nella tesi va rinvenuta nella loro trasversalità rispetto agli argomenti trattati, sia nel riguardo dei rischi gestiti che per quanto attiene più strettamente alle fasi di progetto analizzate.

## 8. BIBLIOGRAFIA

F. Manzone, D. Troiano. *“Pianificazione operativa del cantiere, Teoria e Metodi nella produzione edilizia”*. Editrice Levrotto & Bella, 2017.

R.Sacks, S. Korb, R. Barak *“Building Lean, Building BIM. Improving Construction the Tidhar Way”*. Routledge Taylor & Francis Group, 2018.

L. Bonaccorso, F. Manzone, G. Toupet, A. M’radi, *“Pianificazione operativa di cantiere e utilizzo del Lean Construction applicato al «45 Grimaldi» di Monaco”*, Politecnico di Torino 2020.

Project Management Institute *“A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)–Sixth Edition”*, 2018.

Prof. T Basiricò, *“L’organismo edilizio, il processo edilizio”*, Università degli studi di Enna, a.a. 2016/2017.

T. Bekefi, M. J. Epsteind, K. Yuthas. *“Management accounting guideline, Managing Opportunities and Risks”*, The Society of Management Accountants of Canada, the American Institute of Certified Public Accountant and The Chartered of Management Accountants, 2008.

Prof. S. Mecca, *“Dispensa di Tecnologia dell’Architettura 2: La prevenzione, il controllo e il trattamento delle non conformità”*, Università degli studi di Firenze, a.a. 2006/2007.

Pier Luigi Guida, Franco Angeli. *“Il project management. Secondo la norma UNI ISO 21500”*, Franco Angeli

Enrico Mastrofini *“Guida alle conoscenze di gestione progetti. Griglia di riferimento per i responsabili di progetto e per gli altri ruoli professionali di project management”*. Istituto italiano di Project Management, Franco Angeli

## 9. SITOGRAFIA

1. ISIPM Professioni, *“<https://www.professioni.isipm.org/8-blog/16-linee-guida-n-3-di-attuazione-del-d-lgs-18-aprile-2016-n-50-aggiornate-al-d-lgs-56-del-19-04-2017-e-la-professione-del-project-manager>”* ultima consultazione 20/09/2020;
2. Biblus Net, *“<https://biblus.acca.it/focus/wbs-work-breakdown-structure-cose-si-utilizza/>”* ultima consultazione 18/10/2020;
3. Lean Evolution, cresce l’impresa, *“<http://www.leanevolution.com/blog/lean-management/pdca-miglioramento-continuo-della-qualita/>”* ultima consultazione 12/11/2020;
4. Be One Lab, Coaching & Formazione, *“<https://www.beonelab.com/ruolo-aziendale/>”* ultima consultazione 13/11/2020
5. Wikipedia, *“[https://it.wikipedia.org/wiki/Analisi\\_SWOT#:~:text=L'analisi%20SWOT%20\(conosciuta%20anche,cui%20un'organizzazione%20o%20un](https://it.wikipedia.org/wiki/Analisi_SWOT#:~:text=L'analisi%20SWOT%20(conosciuta%20anche,cui%20un'organizzazione%20o%20un)”* ultima consultazione 16/11/2020;

6. PM Tips, "<https://pmtips.net/article/creating-document-control-plan-project>" ultima consultazione 26/09/2020;
7. SearchCIO, "<https://searchcio.techtarget.com/definition/procurement-plan>" ultima consultazione 17/10/2020;
8. The Procurement Classroom, "<https://procurementclassroom.com/procurement-planning-and-the-procurement-plan-why-are-they-important/>" ultima consultazione 18/10/2020;
9. Purchase Control, "<https://www.purchasecontrol.com/uk/blog/procurement-project-planning/>" ultima consultazione 18/10/2020;
10. Codeless Platforms, "<https://www.codelessplatforms.com/blog/what-is-the-difference-between-procurement-and-purchasing/#:~:text=Procurement%20concentrates%20on%20the%20strategic,purchase%20orders%20and%20arranging%20payment>" ultima consultazione 19/10/2020;
11. Logistica Efficiente, "<https://www.logisticaefficiente.it/wiki-logistica/procurement/sow-statement-of-work.html>" ultima consultazione 23/10/2020;
12. Designing Building Wiki, "[https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Method\\_statement\\_for\\_construction](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Method_statement_for_construction)" ultima consultazione 16/09/2020;
13. Designing Building Wiki, "[https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/How\\_to\\_write\\_an\\_inspection\\_and\\_test\\_plan#:~:text=An%20Inspection%20%26%20Test%20Plan%20\(ITP,and%20documentary%20evidence%20to%20be](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/How_to_write_an_inspection_and_test_plan#:~:text=An%20Inspection%20%26%20Test%20Plan%20(ITP,and%20documentary%20evidence%20to%20be)" ultima consultazione 26/09/2020;
14. Designing Building Wiki, "[https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Inspection\\_%26\\_Test\\_Plan](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Inspection_%26_Test_Plan)" ultima consultazione 15/10/2020
15. Considi, Strategia del miglioramento, "<https://www.considi.it/cosa-e-lean-management/>" ultima consultazione 03/10/2020;
16. Leanconstruction, "*Last Planner System: uno strumento per migliorare la pianificazione e gestione dei cantieri*" ultima consultazione 09/10/2020;
17. Paul Ubbs 5 Levels of the Last Planner® System "Should, Can, Will, Did and Learn" – "<http://leanconstructionblog.com/5-Levels-of-the-Last-Planner-System-Should-Can-Will-Did-andLearn.html>" ultima consultazione 09/10/2020;
18. Quora, "<https://www.quora.com/What-is-material-submittal>" ultima consultazione 16/11/2020;
19. Wikipedia, "[https://en.wikipedia.org/wiki/Submittals\\_\(construction\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Submittals_(construction))" ultima consultazione 06/11/2020;
20. Smartsheet, "<https://www.smartsheet.com/managing-construction-submittals>" ultima consultazione 30/10/2020;
21. Webuild, "<https://www.webuildcs.com/blog/construction-submittals>" ultima consultazione 11/11/2020;

22. Casa e Clima, "[https://www.casaclima.com/ar\\_22133\\_\\_Mock-up-in-scala-protipo-PNC-Tower-di-Pittsburgh-per-testare-tecnologie-costruttive-e-impiantistiche-.html](https://www.casaclima.com/ar_22133__Mock-up-in-scala-protipo-PNC-Tower-di-Pittsburgh-per-testare-tecnologie-costruttive-e-impiantistiche-.html)" ultima consultazione 05/11/2020;
23. Sitemate, "<https://sitemate.com/us/resources/articles/quality/snag-list-example/>" ultima consultazione 23/10/2020;
24. Wikipedia, "[https://en.wikipedia.org/wiki/Punch\\_list#:~:text=A%20punch%20list%20is%20a,complete%20prior%20to%20final%20payment](https://en.wikipedia.org/wiki/Punch_list#:~:text=A%20punch%20list%20is%20a,complete%20prior%20to%20final%20payment)" ultima consultazione 22/10/2020;
25. Designing Building Wiki, "[https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Handover\\_construction\\_site\\_to\\_the\\_client](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Handover_construction_site_to_the_client)" ultima consultazione 07/10/2020;
26. BIMportale, "<https://www.bimportale.com/scan-to-bim-dalle-nuvole-punti-al-modello-digitale-parte/>" ultima consultazione 18/09/2020;
27. Autodesk BIM 360, "<https://www.autodesk.com/bim-360/>" ultima consultazione 18/11/2020.
28. Lean Pro, "<https://leanpro.it/content/36-sette-principi-lean>", ultima consultazione 20/11/2020.