INDICE

Premessa

Abstract 01
Storia del BIM 02
Definizione del BIM 03
Struttura del BIM 04
Acronimo BIM 05
Livello maturità del BIM 06
Differenze tra BIM e processo tradizionale 07
Vantaggi del metodo 08
Svantaggi del metodo 09
Analisi SWOT 10
Costruzione Lean applicata al metodo 12
BIM & LEED 13
Analisi e Funzione 14
Classificazione LOD 15
Interoperabilità Bim 16
Formato IFC 17
Classificazione interferenze 18
BIM nell'organizzazione del cantiere 20
BIM nella gestione della commessa 21
BIM : Sicurezza nei cantieri 22
BIM e figure professionali 23
BEP, BIM Execution Plan 25
BIM nella realtà virtuale 26
Software utilizzati 27
Bim nel mondo e in Italia 28
Progetto InnovAnce 28
Strategie di marketing del BIM 29
Conclusione teorica 30
Diagramma funzionale del BIM 31

Descrizione Diagrammi Utilizzati

Processo edilizio 32
Diagramma di Gantt 32
Diagramma di PERT 33
Descrizione WBS 34
Descrizione OBS 35
Descrizione RAM - RACI 35
Metodo AON 36

Mappaggio processi BIM

Riferimenti legislativi 37
Anali del BEP,mappaggio processi 38

Completamento programmazione di cantiere

Fasi di cantiere: Eventi 43
Diagramma a blocchi - Generale 45
Diagramma di PERT - Generale 46
Cronoprogramma - Generale 47
Diagramma a blocchi - ASAP 48
Diagramma di PERT - ASAP 50
Cronoprogramma - ASAP 52

Bibliografia & Sitografia 53

TAVOLE DI PROGETTO

Il progetto è inteso non come individuazione e scelta delle tecniche operative di intervento, ma come analisi dinamica dei flussi spaziali e temporali delle risorse, delle possibili scelte operative, degli apprestamenti necessari e della logistica di supporto collegata. In particolare, ci soffermeremo sull'ausilio che la tecnologia basata su metodologia Bim può fornire nella direzione di una ottimizzazione delle procedure, dell'integrazione delle informazioni, di migliori sistemi di controllo, gestione e verifica e, non in ultimo, di simulazioni e verifiche delle condizioni delle procedure di sicurezza. L'interesse per la specificità del cantiere di recupero e/o restauro trova terreno fertile anche per la necessità di ottemperare alle stringenti norme di tutela della sicurezza dei lavoratori. Non è possibile, infatti, assimilare il cantiere di nuova costruzione con quello di un intervento su di un immobile esistente e, per di più, con elevato valore storico. Quest'ultimo si differenzia notevolmente per organizzazione degli spazi, sia interni che esterni, della tipologia di personale, di lavorazioni, di macchine e attrezzature e, pertanto, di precise prescrizioni normative .L'edificio storico monumentale oggetto di un'attività di recupero e/o restauro può essere portatore di notevoli caratteristiche artistiche, architettoniche e culturali, essere oggetto di vincoli in merito ai possibili interventi realizzabili, alle stesse modalità di esecuzione degli interventi, o anche, più semplicemente, avere elevato valore per una comunità rappresentando un importante valore aggregativo e simbolico. Nella maggioranza dei casi, inoltre, lo stesso manufatto edilizio è collocato in agglomerati urbani molto densi e chiusi all'interno di comparti edilizi fortemente integrati nel tessuto dei centri storici, spesso difficilmente accessibili al traffico veicolare. Sia che si tratti di edilizia storica monumentale che di edilizia minore ci si trova a operare su manufatti esistenti sui quali si deve intervenire con tecniche e accortezze specifiche proprie di professionalità altamente specializzate in un coordinamento e una coesistenza di ruoli e di differenti discipline. Ed è questo un aspetto molto interessante di analisi. Il cantiere, infatti, viene ad assumere un ruolo centrale e di assoluta rilevanza poiché diviene il luogo fisico ove si ha la reale esecuzione delle attività, la concretizzazione di tutte le analisi e gli studi preventivi e in cui vi è l'assoluta necessità di un'organizzazione razionale e adeguata, di una corretta pianificazione di tempi e risorse. È necessario, quindi, che il cantiere sia strutturato come quel luogo di lavoro che permetta agli specialisti di operare con sicurezza per se stessi e per il bene da tutelare e valorizzare, il tutto con efficacia delle operazioni. Il progetto del cantiere, di quello di recupero/restauro in particolare, deve essere inteso nella sua più ampia concezione progettuale, ovvero, deve risultare la sintesi coordinata di una complessa attività multidisciplinare integrata. Sintesi che parte da un'accurata e dettagliata fase di rilievo per passare alla conoscenza storica-evolutiva, costruttiva e documentale del manufatto prima di passare alla fase di progettazione degli interventi e delle relative lavorazioni. La fase della conoscenza include, spesso, attività di indagine diagnostica che possono richiedere la realizzazione di apprestamenti complessi tali da configurarsi come cantiere indipendente o come specifica fase operativa all'interno del cantiere stesso. Ciascun progetto prevede il raggiungimento di un obiettivo prefissato identificabile in termini di
tempo,budget, qualità e quantità mediante l'impiego di esperienze, tecnologie e risorse. Considerato come un vero e proprio piano, il progetto si sviluppa seguendo un percorso che si articola in tre fasi: progettazione,realizzazione operativa e controllo. Nello stadio di realizzazione deve essere, di norma,prodotto unicamente quanto definito e concordato precedentemente nei termini contrattuali ma,capita spesso che per il mutare delle esigenze, per necessità o per imprevisti, risulti necessario procedere a variazioni o aggiunte di contenuti al progetto iniziale. Per farsi che le varianti risultino ammissibili devono, inoltre, sussistere le necessarie autorizzazioni e, nel caso di varianti onerose, il committente deve corrispondere all'appaltatore un compenso per i maggiori lavori eseguiti, anche se il prezzo dell'appalto era stato già stabilito.Tra le varie tipologie riportiamo: varianti necessarie al progetto, entro le quali rientrano quelle per cause impreviste e imprevedibili; varianti ordinate dal committente; varianti introdotte dall'appaltatore e concordate/autorizzate dal committente; varianti per difficoltà nell'esecuzione; varianti dovute ad errori dei progettisti; varianti per maggiore onerosità ed,infine, le varianti migliorative. Dunque,la gestione delle varianti di un progetto consiste nel controllo/esecuzione delle modifiche,
rispetto alle "specifiche" contenute nel contratto, che possono avere origine da richieste provenienti dagli stakeholders. Questo processo non è normato da appositi decreti legislativi ma deriva dall'esperienza sviluppatasi negli anni in ambito di project e construction management ed include tutti i passaggi che si rendono necessari al soddisfacimento delle nuove esigenze.A fronte di queste condizioni,risulta opportuno adottare il metodo BIM che permette da un lato, di minimizzare gli imprevisti o varianti (ma non eliminandoli del tutto) e dall'altro, di migliorare la reattività al cambiamento.

L'utilizzo del BIM si traduce nel minimizzare tempi e sforzi perché, ogni volta che durante il progetto viene richiesta, inevitabilmente, una modifica, la velocità con cui questa viene attuata e verificata mediante clash detection è nettamente superiore rispetto ad una progettazione tradizionale.In questo modo si può sempre garantire una progettazione al passo con lo stato reale delle lavorazioni,quindi un costante aggiornamento dell'avanzamento dei lavori. Eseguendo,appunto,la variante all'interno del modello,si avranno aggiornati tutti gli elaborati e tutti gli stakeholders.Ulteriore vantaggio è la possibilità di condividere in tempo reale le informazioni o le variazioni di progetto evitando una notevole quantità di errori umani dipendenti dal passaggio di informazioni e di dati nel tempo grazie anche al formato IFC. Inoltre questa "nuova" progettazione richiede una visione a 360° del progetto al fine di ridurre le varianti dovute ad un processo tradizionale che affronta le problematiche solo nel momento in cui queste si presentano.Dunque al verificarsi di una calamità che molto probabilmente provocherà una variante,il processo edilizio si troverà in una determinata percentuale di lavoro svolto dato che una caratteristica specifica della variante è la sua imprevedibilità ovvero può verificarsi in qualsiasi momento. Qualora si verifichi nelle fasi più precoci,quale la fase del disegno preliminare o del disegno dettagliato,non avremo notevoli conseguenze o danni poichè si dovranno solo aggiornare o modificare alcuni elaborati. Al contrario,nel caso in cui si verifichi in fase di costruzione o addirittura nella fase di manutenzione,si avrebbero delle ripercussioni enormi,in base all'entità della variante, che potrebbero anche annullare il lavoro svolto fino al verificarsi della calamità. Infatti subito dopo questa,il progettista si troverà di fronte a una serie di lavorazioni già eseguite,che dovranno essere ricontrollate,per poi riprendere l'iter progettuale. L'efficace ripresa dei lavori diventa possibile nel momento in cui tutti gli attori decisionali del processo edilizio vengono coinvolti nelle fasi di organizzazione dei processi e allo stesso tempo, coordinati. Dando per assodato l'utilizzo di questa metodologia,risultano evidenti il ruolo del BIM Manager,Project Manager e General Contractor e la necessità di un cambiamento più profondo del processo edilizio attuale. In particolare, una migliore gestione del coordinamento e della comunicazione tra tutte le figure che fanno parte di questo nuovo processo poichè una maggiore cooperazione eviterà,per quanto possibile,-sorprese future e porterà vantaggi su molteplici fronti a committenti ed imprese esecutrici.

Abstract

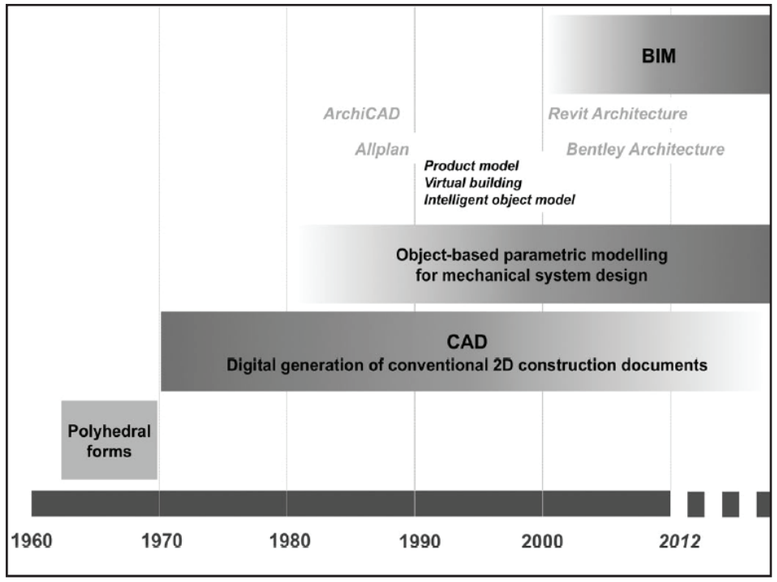
La tesi consiste nella ricerca della possibilità di innovare il processo edilizio italiano attraverso Heritage Building Information Modeling, che essendo un metodo, può essere usato positivamente o negativamente (limitandolo ad una modellazione 3D). Sfruttarne le potenzialità e i derivanti vantaggi economici è un'occasione da non perdere per l'Italia. All'estero diversi Paesi hanno già preso seriamente in considerazione di integrare il BIM nel loro processo edilizio per aumentarne l'efficienza e quindi la qualità delle opere, il rispetto dei tempi di costruzione e il controllo dei costi. L'industria delle costruzioni è un settore che si differenzia notevolmente dagli altri settori produttivi per una serie di peculiarità: l'oggetto della produzione è prototipico, è durevole e il luogo di produzione non può essere collocato in base alla convenienza economica. Inoltre la maggior parte dei componenti dell'opera viene realizzata in cantiere, luogo molto diverso dallo stabilimento industriale, in termini di qualità delle condizioni di lavoro e numero di imprevisti possibili. Inoltre il BIM può aiutare la progettazione a muoversi verso l'integrazione dei vari ambiti,volgendosi ad una visione olistica dell'opera fin dalle fasi iniziali, caratteristica importante proprio a causa dell'elevata durata e incidenza che la costruzione ha sull'ambiente in cui viene inserita. La possibilità di eseguire facilmente analisi strutturali, acustiche, illuminotecniche,economiche,temporali ed energetiche permette di rispondere in maniera immediata alle richieste della committenza e di ottenere un progetto con maggior valore, mentre il database alla base della modellazione parametrica BIM consente di ridurre i tempi impiegati per la generazione precisa, immediata e automatica di elaborati grafici o di computi metrici. Il caso di studio riguarda il recupero di un un edificio costituito da tre volumi a diversa altezza nel cuore del centro storico dell'Aquila quindi con tutte le problematiche relative ad un centro storico terremotato. Si è prestata particolare attenzione alla gestione del cantiere,alla sicurezza degli addetti ai lavori e delle aree limitrofe ed infine la gestione delle variante,consuetudine negli edifici da recuperare. L' attività è stata svolta coadiuvandosi con visite in cantiere guidate al fine di avere un confronto diretto tra ciò che si sta progettando nella realtà e i risultati del software. L'obiettivo sarà di cercare la dimostrazione di ciò che è stato detto nella fase di analisi cioè apportare all'intero processo dei miglioramenti per la qualità del prodotto,la riduzione dei costi e tempo ma sopratutto ridurre il risk management aziendale. Il BIM sfrutta strumenti intelligenti capaci inoltre di migliorare anche la visualizzazione e la simulazione: attraverso questo tipo di modello è possibile risolvere preventivamente quel tipo di problematiche, trascurate spesso in fase di progettazione, che si riscontrano solo successivamente in cantiere, e che portano non solo a possibili situazioni di pericolo, ma anche a ritardi e aumento dei costi dell'opera. Le potenzialità di questo processo sono molteplici e in continuo sviluppo: ciò che si intende fare, attraverso l'ausilio di un caso di studio, è quello di sfruttare la strategia BIM a supporto della redazione di un progetto della sicurezza, concentrandoci sugli aspetti che riguardano la fase di realizzazione dell'opera. Attraverso l'utilizzo di programmi BIM, quali Revit e Navisworks, è stato possibile estrapolare dal modello diversi tipi di informazioni ed effettuare analisi utili per effettuare scelte progettuali più coerenti con la realtà: in particolare è stato creato un modello 4D del cantiere, che tenesse quindi conto anche del tempo, grazie al quale possono essere individuati preventivamente discordanze ed errori per la fase di realizzazione dell'opera; inoltre questo tipo di visualizzazione del cantiere di ogni sua fase, può rappresentare uno strumento efficace per la comunicazione agli addetti ai lavori per ciò che riguarda le modalità di esecuzione in sicurezza.

Abstract

The thesis is the research to innovate the Italian building process through the modeling heritage architecture, which is a method, can be used positively or negatively (limiting it to a 3D modeling). Take advantage of its potential and the resulting economic benefits is an opportunity not to be missed for Italy. Abroad, several countries have already taken BIM seriously into consideration in their elaboration process and therefore the quality of the works, the respect of construction time and cost control. The construction industry is a sector of specificity: the object of the production is prototypical, it is durable and the place of production can not be placed according to the affordability. Furthermore, most of the components of the work are carried out on site, a very different site from an industrial plant, in terms of the quality of working conditions and the number of possible contingencies. Moreover, BIM can be considered a cause of the high duration and impact that the building has on the environment in which it is inserted. The possibility to easily perform structural, acoustic, lighting, economic, temporal and energetic analyzes behaves in an immediate way to the requests of the client and to obtain a project with greater value, while the database at the base of parametric modeling operators for precise, immediate generation and automatic of graphic drawings or metric calculations. The case study concerned the historic center of L'Aquila with all the problems related to a historic earthquake center. This involves paying particular attention to the management of the building site, the safety of the workers and the surrounding areas and finally the management of the variants, customary in the buildings to be recovered. The activity was carried out by assisting with guided site visits in order to have a direct comparison between what is being planned in reality and software software. The goal will be to demonstrate that these are processes for the quality of the product, the reduction of costs and time but above all reduce the risk of business management. BIM exploits the tools and the performances it is possible to prevent this type of problems, often neglected in the design phase, which not only offers a dangerous possibility, but also a delay and increase in the cost of the work. The potential of this process is in continuous development: what we intend to do, through the aid of a case study, is to overcome the BIM strategy a support of the drafting of a security project, focusing on the aspects concerning the phase of realization of the work. Through the use of BIM programs, such as Revit and Navisworks, it was possible to extrapolate from the model different types of information and perform useful analyzes to make design choices more coherent with reality: in particular, a 4D model of the shipyard was created. so also consider the time, thanks to which discrepancies and errors can be identified in advance for the construction phase; moreover this can be considered an instrument for the communication to the insiders regarding the modalities of execution in safety.

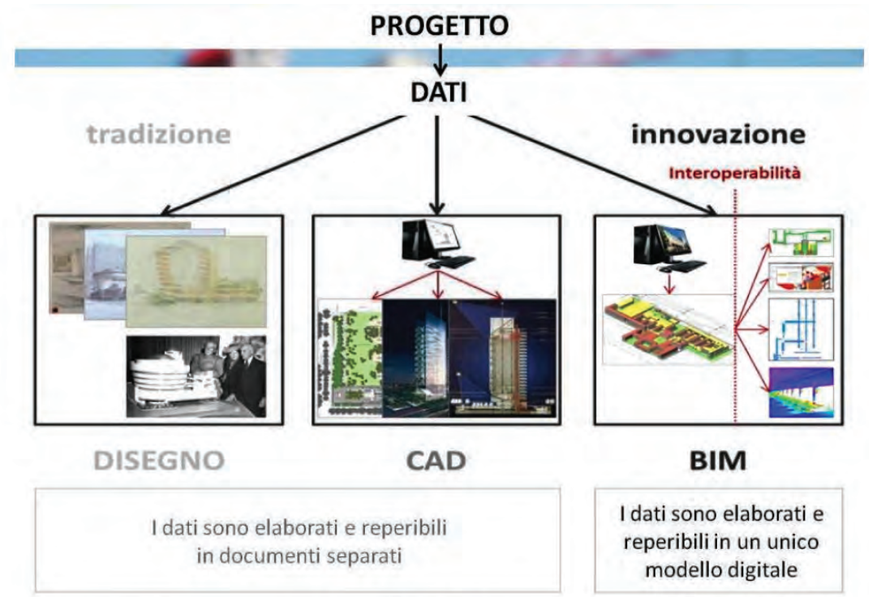
Storia del BIM

Sin dall'inizio della storia,architettura ed edilizia hanno contato sul disegno per la rappresentazione dei dati necessari per il progetto e per la realizzazione di ogni tipologia di manufatto.All'interno di un settore industriale altamente frammentato come quello dell'edilizia,i disegni architettonici ed ingegneristici 2D e 3D si sono evoluti per centinaia di anni definendo le basi della rappresentazione oggi codificate per ogni soggetto che partecipa al processo edilizio. Per aiutare il progettista durante le diverse fasi della progettazione,-molti sviluppi tecnologici si sono resi necessari nell'ambito della scienza digitale degli ultimi 50 anni e il periodo attuale è caratterizzato dalla transizione verso l'utilizzo di modelli 3D altamente strutturati che stanno drasticamente cambiando il ruolo del disegno nel settore delle costruzioni. Il BIM con diversi nome come ad esempio product model,virtual building e intelligent object model è in uso solo negli ultimi venti anni,ma è impossibile comprenderne la sua storia senza andare indietro nel tempo.Da allora sono stati fatti molti progressi e tra le tappe essenziali occorre certamente menzionare la semplice creazione e modifica di figure solide 3D - nota come modellazione solida - che è stata separatamente sviluppata all'Università di Cambridge,a Stanford e all'Università d Rochester a partire dal 1973.All'inizio del 1980,i sistemi CAD aumentarono le loro abilità di base consentendo la creazione di modelli di edifici realizzati con la modellazione solida. Sebbene alcuni aspetti della produzione non fossero ben sviuppati ed i sistemi fossero costosi,le industrie manifatturiera ed aerospaziale videro immediatamente i potenziali benefici del CAD in termini di capacità di analisi integrata e riduzione degli errori,e decisero di lavorare con le compagnie di software per implementare questi sistemi. Contemporeanamente,la maggioraparte dell'industria delle costruzioni non riconobbe queste potenzialità ma adottò i software per il disegno architettonico,come ad esempio autoCAD,dando inizio ad una generazione digitale di documenti tradizionali 2D per l'edilizia.



Sfortunatamente,questi tipi di documenti digitali focalizzarono l'attenzione progettuale solo sulla rappresentazione dei manufatti partendo dalla progettazione e non da tutto il processo edilizio.Sin dalla fine del 1980 invece,la modellazione parametrica basata sugli oggetti è stata sviluppata per il progetto degli impianti meccanici e innovazioni significative sono state avviate nel processo di progettazione,mentre nel tradizionale CAD 3D ogni aspetto della geometria di un elemento deve essere editato manualmente dagli utenti, in un modellatore parametrico la forma e l'insieme delle componenti geometriche si corregge automaticamente in base ai cambiamenti del contesto.Questo concetto rappresenta l'origine dell'attuale generazione del BIM. Comprendere il concetto di oggetto parametrico è la chiave per capire che cos'è un building information model e come esso differisce dal tradizionale disegno 2D-3D.

Le definizioni geometriche sono tra loro integrate in maniera non ridondante e non consentono incongruenze tra il modello e l'insieme dei dati ad esso associati.Questo significa che ad ogni cambiamento fatto direttamente nel modello corrisponde un uguale cambiamento dei dati ad esso associati e viceversa. A questo proposito,molti anni prima che l'acronimo BIM-coniato all'inizio del 2002 per descrivere insieme progettazione virtuale,edificazione-entrasse nell'uso popolare,nel 1986 Graphitoft introdusse il primo virtual building solution conosciuto come Archicad. Questo nuovo e rivoluzionario software consentiva agli architetti di creare una rappresentazione virtuale tridimensionale del proprio pogetto invece del tradizionale disegno bidimensionale.
Questo era importante perchè architetti e ingegneri erano finalmente in grado di immagazzinare una grande quantità di dati all'interno del modello dell'edificio.Da allora sono stati fatti incalcolabili progressi e a partire dal mese di aprile 2003 - quando Laiserin organizzò un dibattito face to face sul BiM tra Autodesk e Bently -l 'espressione BIM divenne molto popolare.

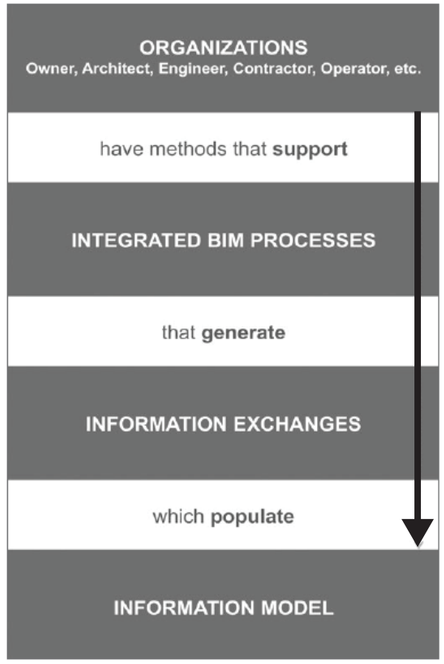


Definizione BIM

The National Institute of Building Sciences sostiene che il BIM rappresenti "un modo radicalmente diverso di creare, usare e scambiare le informazioni del ciclo di vita di un edificio". La definizione che ne dà è la seguente:
"A BIM is a digital representation of physical and functional characteristics of a facility. As such it serves as a shared knowledge resource for information about a facility forming a reliable basis for decisions during its lifecycle from inception onward. A basic premise of BIM is collaboration by different stakeholders at different phases of the lifecycle of a facility to insert, extract, update, or modify information in the BIM to support and reflect the roles of that stakeholder. The BIM is a shared digital representation founded on open standards for interoperability."
Ovvero "il BIM è una rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di una costruzione. In quanto tale serve come risorsa di conoscenza condivisa per le informazioni di un'opera edilizia e forma una base affidabile per le decisioni da prendere durante il suo intero ciclo di vita.Una premessa di base del BIM è la collaborazione dei diversi soggetti interessati durate le diverse fasi del ciclo di vita di un'opera che permette di inserire, estrarre, aggiornare o modificare le informazioni per sostenere e riflettere il ruolo dei soggetti interessati. Il BIM è una rappresentazione digitale condivisa fondata su standard aperti per l'interoperabilità".

Il BIM è innanzitutto un prodotto, ovvero una rappresentazione digitale basata su standard aperti di informazioni edilizi e aggregabili in un unico modello, a differenza delle precedenti esperienze lavorative in cui i dati erano gestiti e creati da processi separati e non interpretabili digitalmente. In secondo luogo è un processo collaborativo tra le diverse figure partecipanti al processo edilizio,in quanto permette lo scambio standardizzato di informazioni grazie anche all'interoperabilità tra sistemi informativi differenti e non omogenei. È infine uno strumento di gestione del ciclo di vita di un'opera che permette l'estrazione e la modifica di informazioni sempre ripetibili, verificabili e trasparenti.Questa triplice natura testimonia la varietà dell'uso che viene fatto del BIM: i diversi operatori che ne possono fruire spaziano dai progettisti di qualsiasi genere, ai costruttori e fornitori di prodotti e componenti fino agli utenti e ai servizi di gestione e manutenzione dell'opera, includendo anche i settori finanziari e immobiliari.

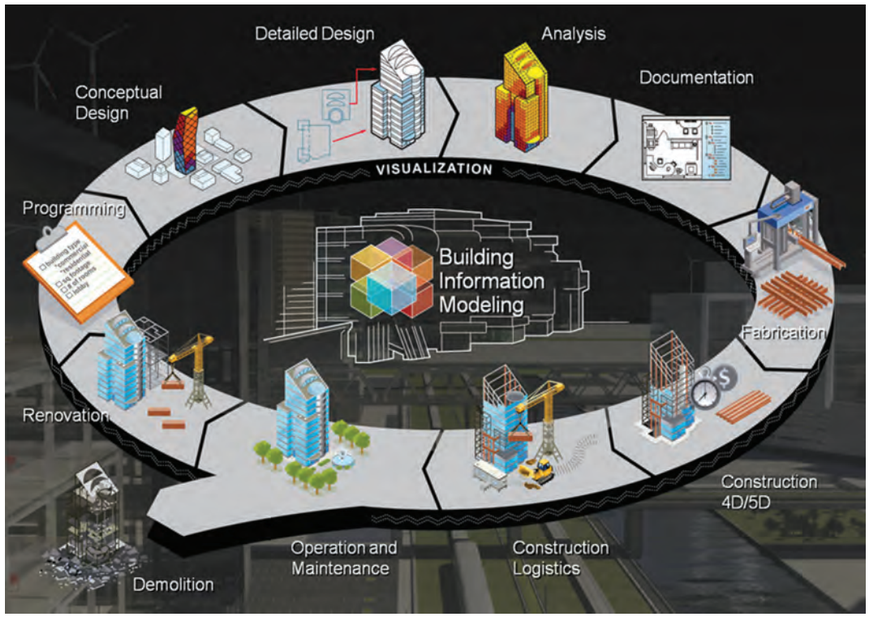
La parola chiave del Building Information Modeling è banalmente ***informazione***: la cooperazione e la comunicazione tra i diversi operatori del settore edilizio e le diverse discipline che lo compongono è alla base delle possibilità che questa tecnologia offre durante la progettazione, la costruzione e la gestione. I dati più comunemente raccolti in un BIM riguardano la geometria, le proprietà tecniche,analitiche e descrittive dei materiali, dei prodotti e dei componenti, la localizzazione geografia, le fasi di realizzazione e le operazioni di manutenzione di un edificio o delle sue parti.



Struttura del BIM

Un modello BIM in particolare è caratterizzato:
- dalle componenti dell'edificio che vengono rappresentate digitalmente "in maniera intelligente" avendo "consapevolezza" di quello che sono e che possono essere correlate grazie alla grafica computazionale, alle informazioni contenute nei dati al suo interno e alle regole parametriche inserite.
- Dalle componenti che includono le informazioni che descrivono come si comportano, sia per le analisi che per il processo di lavoro
- Dai dati coerenti e non ridondanti, ogni loro modifica all'interno di un componente viene immediatamente visualizzato in tutte le viste del componente stesso.
- dai dati coordinati cosicché in tutte le viste del modello vengono visualizzate in maniera coordinata.

Dunque il BIM inteso come "un'intelligente simulazione dell'architettura" deve contenere almeno sei punti chiave, deve cioè essere:
- digitale
- spaziale (3D)- misurabile (quantificabile, con le dimensioni accessibili e verificabili)
- comprensibile (deve trasmettere l'idea progettuale, le prestazioni dell'edificio, la sua costruibilità sia per gli aspetti di sequenzialità delle operazioni da compiere che per i risvolti economico-finanziari)
- accessibile (all'intero gruppo di progettazione con un'interfaccia intuitiva e la possibilità di interoperabilità)
- durevole (per tutta la vita dell'edificio attraverso le sue diverse fasi)Quando questo modello viene implementato nella maniera corretta, i vantaggi che ne conseguono sono un processo di progettazione e di costruzione più integrato che si traduce in una migliore qualità a costi inferiori e con ridotti tempi di costruzione.



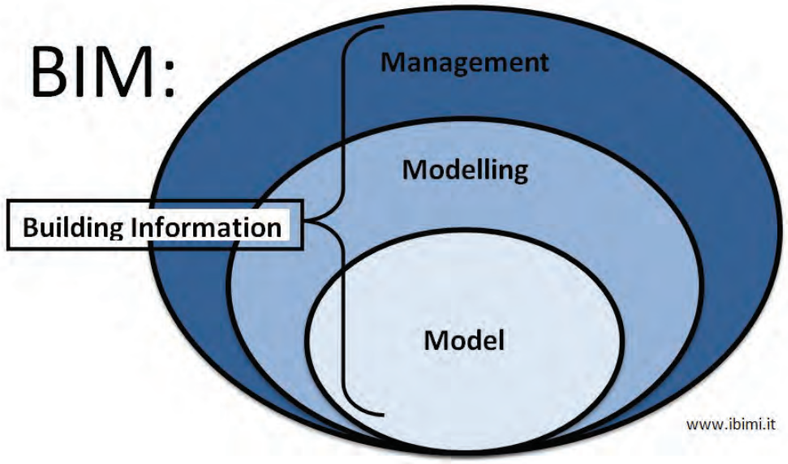
Acronimo BIM

Nel dare una definizione univoca di BIM, troviamo delle difficoltà dovute al fatto che il significato è stato per molto tempo in continua evoluzione, addirittura prima che questo venisse adottato dall'industria. Oggi il termine sembra essersi in qualche modo rivelato in una "triade", cioè la stessa sigla racchiude tre concetti concentrici e complementari. Per questo quando si parla di BIM bisogna innanzitutto fare attenzione a cosa con questo acronimo si vuole indicare. Esiste un significato di base comune, cioè i protagonisti sono sempre le Informazioni, in particolare quelle riguardanti il Building, cioè un ambiente costruito (opere civili o infrastrutture). Stabilito il significato della B e della I, la M custodisce i tre livelli: M può essere riferita al Modello, quindi la visualizzazione delle informazioni, cioè qualcosa di digitalmente concreto e consegnabile, M può riferirsi alla Modellazione, quindi l'insieme di tecnologie e processi volti a creare un modello contenente le Informazioni, oppure M può riferirsi a Management, cioè la gestione delle Informazioni durante tutto il ciclo di vita del Building / dell'ambiente costruito di nostro interesse:

-**B.I.M.** come **Building Information Modeling**, riferito ad un'attività basata su un metodo. Come attività, il B.I.M. è dunque costituito dall'insieme dei processi applicati per realizzare, gestire, ricavare e comunicare informazioni tra soggetti a livelli differenti, utilizzando dei modelli creati da tutti i partecipanti al processo edilizio, in tempi diversi ed anche per scopi non uguali tra loro, per garantire qualità ed efficienza attraverso l'intero ciclo di vita di un manufatto

-**B.I.M.** come **Building Information Model**, riferito ad un oggetto strumentale all'attività, ovvero ad un modello digitale. E' una inequivocabile rappresentazione digitale delle caratteristiche fisiche e funzionali di un manufatto. Tale rappresentazione è costituita da oggetti digitali corrispondenti alle componenti del mondo reale come muri, porte e finestre con associate relazioni, attributi e proprietà.

-**B.I.M.** come **Beyond Information Models**, riferito al concetto di sistema che riesce ad apportare valore aggiunto in termini generali di qualità della vita.



Livello di maturità del BIM

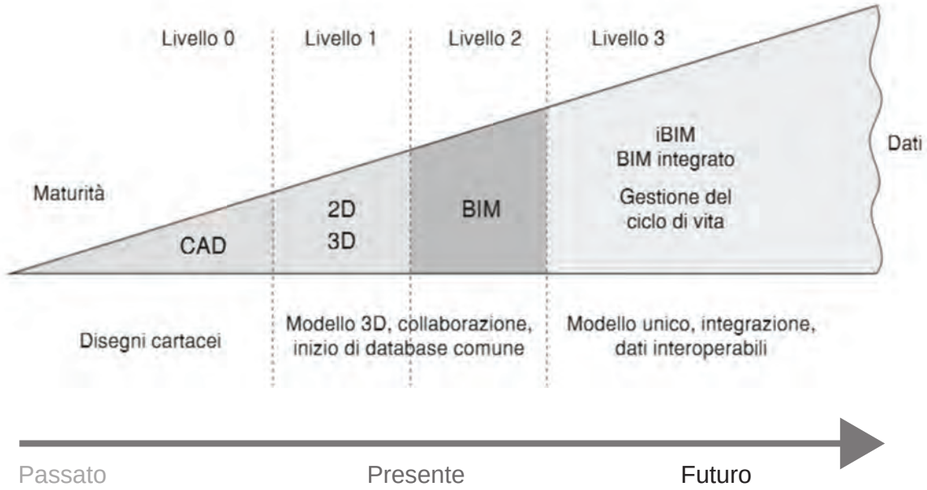
-Livello 0:

Questo stadio rappresenta la forma più arretrata di lavoro e prevede l'utilizzo di strumenti CAD per creare disegni digitali o cartacei bidimensionali. Gli elementi principali costituenti i progetti sono quelli tipici del disegno tecnico: linee, polilinee, testi etc.

-Livello 1:
Lo strumento utilizzato è anche in questo caso CAD ma si lavora sia in due che in tre dimensioni ed è favorita la collaborazione. Vi può essere infatti un ambiente di dati comune,caratterizzato da una struttura standardizzata di file e di formato, tuttavia non vi è integrazione automatica con la gestione delle informazioni economiche e temporali del progetto, che sono invece trattate in modo autonomo con strumenti appositi.

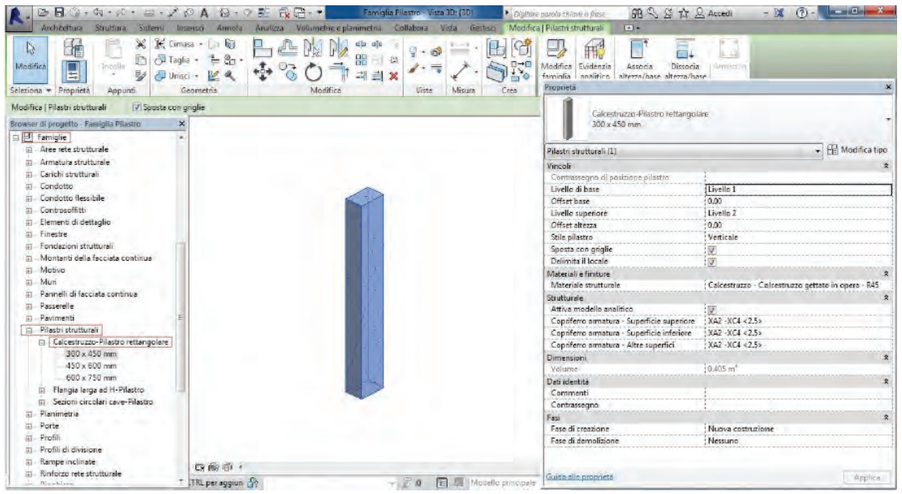
-Livello 2:
A questo livello corrisponde l'utilizzo di software BIM che permettono la creazione e la gestione del progetto inteso come database di informazioni, sia progettuali che economiche e temporali. Sono quindi integrate la quarta e la quinta dimensione, ovvero la gestione dei tempi tramite cronoprogrammi e dei costi tramite computi metrici estimativi, entrambi collegati in maniera coordinata al modello. La collaborazione, come nel primo livello, si basa sullo scambio di file ma introduce il concetto di creazione di una libreria comune di componenti.

-Livello 3:
Il terzo livello è il più complesso tra i quattro proposti e tratta un processo edilizio completamente integrato e basato sulla collaborazione: vengono sfruttati, a questo proposito, servizi web di condivisione e memorizzazione ed è promosso lo standard IFC, o Industry Foundation Classes, formato di file sviluppato da buildingSMART e non appartenente ad alcuna azienda per incentivare l'interoperabilità tra software diversi.Oltre al 4D e al 5D è introdotta anche la sesta dimensione, ovvero la gestione del ciclo di vita dell'immobile. Non si parla più semplicemente di BIM ma di iBIM, ovvero di BIM integrato.



La progettazione parametrica nel BIM

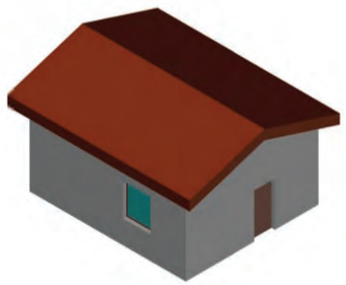
I software di progettazione BIM devono la loro versatilità a meccanismi di modellazione parametrica, che consentono di attribuire una gran varietà di dati ai modelli generati.Prima di descrivere i vantaggi derivanti dalla procedura, occorre comprendere il significato di modellazione per parametri. Poiché in accezione più ampia si continua a fare riferimento ad un tipo di modellazione solida, gli elementi tridimensionali generati mediante procedure parametriche, vengono anche in questo caso definiti da input di tipo geometrico, quali lunghezza, larghezza, altezza, raggi di curvatura, smussi, ecc.; tuttavia, in un solido parametrico sussistono delle relazioni tra gli elementi, in questo caso “parametri geometrici” , che consentono di legare una dimensione all'altra, in modo tale che la modifica di una venga registrata dalle restanti, le quali, a seconda dei “vincoli” inseriti si adeguano ai comandi imputati.Questo sistema permette di intervenire sul solido generato, eseguendo modifiche più o meno sostanziali al prodotto, senza necessità di rigeneralo, come avviene nei CAD di tipo tradizionale. Dunque un parametro può essere identificato come una variabile numerica da assegnare ad una funzione affinché esegua una data procedura. Il software interpreta quindi le informazioni inserite come “valori dinamici” che possono essere variati in un dato range di riferimento più o meno ampio. Definita la geometria del solido e le relazioni che devono sussistere tra le sue dimensioni, il prodotto generato può essere arricchito da informazioni quali caratteristiche termiche, caratteristiche inerziali, costi e tutto quanto ritenuto indispensabile dal progettista per identificare l’elemento.Uno dei vantaggi più evidenti risiede nella possibilità di caratterizzare e distinguere componenti apparentemente simili. Si pensi ad esempio ai pacchetti di muratura presenti in commercio relazionandoli ad un modello BIM: si avrà allora una famiglia di elementi simili poiché appartenenti alla categoria “muri”, ma differenziati per attributi geometrici, stratigrafici e di modalità di computo. Combinando insieme dati geometrici e dati analitici si perviene alla creazione del modello virtuale dell’edificio in progetto; tali informazioni, imputate unitariamente, possono poi essere quindi estrapolate al fine di definire le quantità di progetto per singolo componente o raggruppamenti di più prodotti.

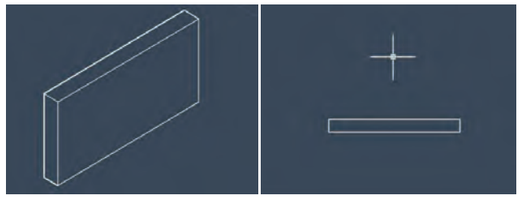


L’importanza del modello informativo: esempio muro

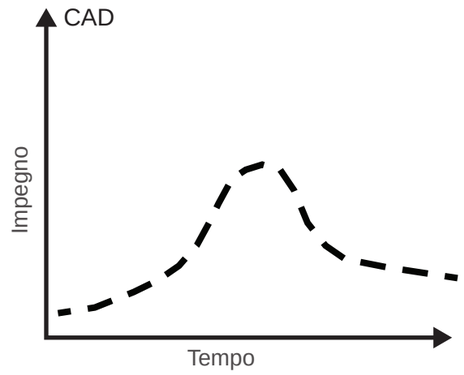
CAD

Realizzato con geometrie solide e composte fino a realizzare il modello complessivo dell’opera.





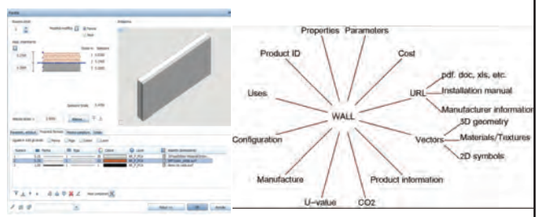
Nella vista 3d è necessario semplicemente estrudere la linea disegnata fino all’altezza desiderata e si ottiene cosi l’elemento muro. Non contiene alcun tipo di informazione,se non quelle dimensionali.



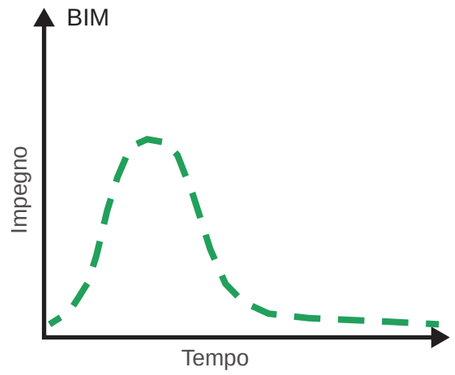
Velocità ●●●●○
Semplicità ●●●●●
Livello informativo ●○○○○

BIM

Realizzato per elementi costruttivi parametrizzati e assemblati tenendo conto delle diverse fasi costruttive al fine di emulare.



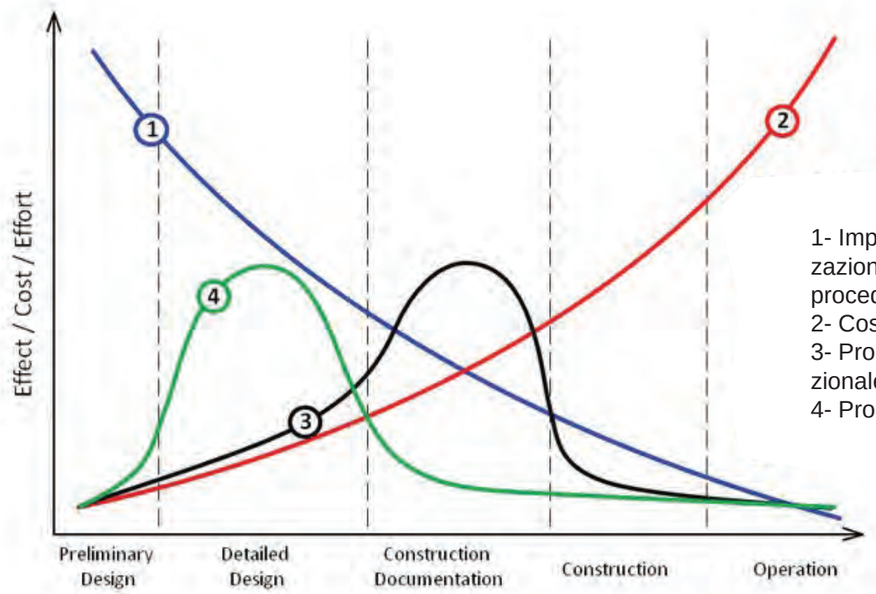
Il Bim richiede un investimento di tempo nella parte iniziale del processo,con lo scopo di attribuire agli elementi tutte le informazioni necessarie a sviluppare le successive analisi o verifiche di controllo.



Velocità ●●○○○
Semplicità ●●●○○
Livello informativo ●●●●●

La curva di MACLEAMY

La curva Sforzo-Tempo di MacLeamy è utilizzata per illustrare i vantaggi del processo IPD (Integrated Project Delivery, ovvero consegna del progetto integrato). L'IPD è un'alleanzacollaborativa di persone o strutture aziendali che sfrutta tutta la preparazione di tutti i partecipanti per ottimizzare i risultati del progetto. Come si evince dalla figura, affiorano le significative differenze tra un processo tradizionale e uno BIM. Per cui, coinvolgere tutti i membri di un team di progetto comporta inizialmente un impatto sui costi molto elevato, ma ha il vantaggio di assicurare una chiarezza invidiabile al termine della fase di pianificazione. Ciò risulterà essere favorevole nelle fasi successive, con minori impatti economici e minor lavoro. Al contrario, un processo progettuale tradizionale, prevede un aumento degli sforzi nella fase definitiva/esecutiva, senza contare il fatto che in fase costruttiva sicuramente non mancheranno le questioni in cantiere. Le curva discendente 1, mostra il declino dell'impatto dei costi e le capacità funzionali di un progetto: i primi cambiamenti possono essere implementati a buon mercato, riducendo i costi in modo efficiente. La linea ascendente 2 dimostra che, con il procedere del progetto, il costo di apportare modifiche cresce esponenzialmente. Le curve di MacLeamy suggeriscono perciò, di intraprendere il processo progettuale in ambiente BIM, in quanto nella maggior parte dei casi si rileverà più efficiente di quello tradizionale. Il livello di incertezza infatti decade verso il basso. Alla chiusura dell'esercizio finanziario il profilo di rischio è ridotto al rischio di costruzione e di mercato.Queste considerazioni comportano maggiori benefici all'IPD.Con un processo BIM il committente trae vantaggi di costi e tempi, oltre a quelli qualitativi cuicorrisponderà un giovamento nella gestione della costruzione.
Per quanto detto, Il Bulding Information Modeling, deve essere necessariamente orientato secondo determinati scopi e obiettivi.Il sistema funzionerà quando il Management prevarrà sul Modeling, l'Information sulla Geometry e il BIM sarà riconosciuto come metodo e non come strumento.



1- Impatto sui costi e ottimizzazione delle procedure.
2- Costi delle varianti.
3- Proceso progettuale tradizionale.
4- Processo progettuale BIM.

Differenza tra BIM e Processo tradizionale

Nel CAD bidimensionale tradizionale esistono solo linee e figure geometriche che non contengono nessun tipo di informazione/parametro o relazione.Ciascuna modifica deve essere manualmente aggiornata incorrendo in varianti e allungamento dei tempi.Nel BIM il disegno rimane al centro del processo progettuale ma cambia la metodologia.Ogni oggetto corrisponde ad un insieme di valori geometrici e dimensionali ma anche a dati e vincoli parametrici.

Pro e Contro: Processo tradizionale e processo BIM

Si è deciso di mettere a confronto la metodologia BIM rispetto alla metodologia tradizionale.Si analizzano i pro relativi alle due metodologie e successivamente i contro in maniera da comparare i punti di forza e debolezza di entrambe e capire quali incidano maggiormente sull'efficienza del processo.
Per metodologia tradizionale si intende tutto ciò che non prevede l'esistenza di un modello informatico come precedentemente descritto.L'iter tradizionale può svolgersi attraverso l'uso di documentazione unicamente bidimensionale oppure integrata a modelli 3D che non contengono al loro interno dati tali che rendano il modello interoperabile da più attori.L'obbiettivo di questa operazione è stato quello di capire se potevano esserci delle fasi del processo in cui l'utilizzo del BIM risultasse sconveniente rispetto al processo tradizionale.
Fasi analizzate:
- Concept - Rilievo in caso di ristrutturazione - Revisione con committente - Computi - Lavori - Chiusura lavori - Gestione ciclo vita

Fase di concept

	Tradizionale	BIM
PRO	Maggior semplicità nella trasposizione delle idee progettuali.In presenza di forme geometriche complesse,per una raffigurazione rappresentativa la modellazione tradizionale comporta un minor impiego di tempo.	Imposizione a livello informatico di vincoli e parametri che il progetto deve rispettare per rispondere alle esigenze della committenza. Creazione di un unico modello modello 3D,LOD100/200,rielaborabile nelle fasi successive ,che racchiude la progettazione di tutte le competenze.Connessione del modello ad un elenco prezzi consente una stima del budget più rapida e accurata.
CONTRO	Coinvolgimento di molteplici attori del processo che si relazionano con linguaggi differenti servendosi di elaborati differenti.Realizzazione di un budget impreciso e non collegato informaticamente al progetto rischia di produrrre errori di stima dei costi.	Può verificarsi la necessità di creare un database articolato (in mancanza di uno preesistente)che richiede un impiego di tempo superiore rispetto ai metodi tradizionali.

Fase di rivisione con committente

	Tradizionale	BIM
PRO	--	Aggiornamento automatico delle modifiche su tutti gli elaborati connessi con il modello.
CONTRO	Riportare manualmente le eventuali modifiche su tutti gli elaborati presenti,rischiando errori che possono compromettere il processo costruttivo nelle fasi successive.	--

Fase Computi

	Tradizionale	BIM
PRO	--	Le computazioni sono realizzate direttamente con i software che analizzano il modello 3D ricavando le quantità richieste.Eliminazione degli errori dovuti a distrazioni e incongruenze sul calcolo delle quantità e dei parametri di progetto.
CONTRO	Maggior possibilità di errori e incongruenze sul calcolo manuale delle quantità.Modifica manuale dei computi ogni volta che vi sono variazioni nel progetto aumentando il rischio di imprecisioni ed errori.	Problematiche relative alla realizzazione di un database che contenga informazioni sui prezzi relativi a ciascun elemento costruttivo,risorsa e lavorazione impiegata.

Fase Lavori

	Tradizionale	BIM
PRO	--	Facilità nel controllo delle varianti e dell'incidenza dei diversi materiali nel progetto.Informazioni in un unico modello facilitano il controllo dell'avanzamento dei lavori.Monitorare l'approvigionamento dei materiali e le tempestiche di consegna degli elementi prefabbricati.Controllo delle varianti e variazione dei costi che possono essere aggiornati in tempo
CONTRO	Manca un controllo parametrico del progetto che permette di verificare l'incidenza delle modifiche in fase di cantiere.Eventuali imprevisti,quali varianti o altro,causano consistenti ritardi poichè è difficile gestirli in maniera adeguata e con tempestiche limitate,ciò influisce anche sui costi.	--

Fase Chiusura lavori

	Tradizionale	BIM
PRO	--	Rapidità nella redazione delle documentazione finale,che viene estrapolata dal modello 3D,constatemente aggiornato in tutte le fasi precedenti.
CONTRO	--	--

Fase Gestione ciclo di vita

	Tradizionale	BIM
PRO	--	Un modello informativo completo di tutte le informazioni sull'edificio facilita e consente di monitorare il progetto durante tutto il suo ciclo di vita in maniera da intervenire con manutenzione programmate.
CONTRO	Manca completamente questa parte,la fase manutentiva è lasciata spesso al caso e attivata unicamente al manifestarsi delle problematiche incidendo notevolmente sulle prestazioni dell'edificio.	--

Con l'analisi dei pro e contro relativa a queste fasi del processo emerge come il BIM abbia maggiori punti a suo favore rispetto al processo tradizionale.
Nell'analisi dei pro riguardanti il tradizionale,spesso la voce rimane vuota perchè in rapporto al BIM quest'ultimo offre possibilità maggiori.Tuttavia questo non significa che il processo tradizionale sia sconsigliato in tali fasi,bensì che,pur svolto in maniera corretta in ogni suo passaggio,non presenta fattori innovativi e rilevanti che permettono un'efficacia maggiore a quella che si avrebbe con l'utilizzo del BIM.

Infine si è voluto aggiungere un riferimento alla gestione del ciclo di vita dell'edificio,in quanto questa fase non sempre viene tenuta in considerazione durante il processo progettuale e costruttivo. Nel BIM il controllo della fase di gestione si può considerare come uno degli scopi principali del modello informativo,che permette di abbattere i costi e aumentare l'efficacia.
Il "pro" del BIM corrisponde al "contro" del processo tradizionale,che spesso considera il progetto ultimato con la fine dei lavori.

Vantaggi del BIM

La tecnologia BIM è in grado di supportare e migliorare molte pratiche di business. Anche se i settori Architettura Ingegneria Costruzioni e del Facility Management sono tra i primi utilizzatori del BIM sono già stati realizzati miglioramenti significativi (rispetto al CAD 2D tradizionale o a pratiche cartacee). Piuttosto che pensare a quanto siano attualmente in uso, i benefici elencati mostrano tutta la portata dei cambiamenti che possono essere attesi dallo sviluppo della tecnologia BIM. I campi del BIM legati alla tecnologia e al processo sono al centro della progettazione e della costruzione edilizia per come rispondono alle crescenti pressioni di una maggiore complessità, uno sviluppo più veloce, una migliore sostenibilità, una riduzione del costo della costruzione e del suo successivo utilizzo. La pratica tradizionale infatti non è in grado di rispondere a queste pressioni.La ragione più convincente per adottare BIM è il vantaggio intrinseco della rappresentazione 3D durante la fase di progettazione e di preparazione della documentazione di un progetto. La rappresentazione 3D permette al team di progettazione una migliore comprensione,visualizzazione e risoluzione dei problemi durante tutto il processo. Il coordinamento all'interno di un unico modello è notevolmente migliore rispetto a quello richiesto da più documenti 2D. L'approccio BIM consente di migliorare l'intero processo di costruzione con benefici come una diminuzione dei costi di progetto, una consegna del progetto più veloce e una maggiore qualità del progetto. Altri vantaggi correlati sono :
- processi più rapidi e più efficaci: le informazioni sono più facilmente condivise, possono essere un valore aggiunto e possono essere riutilizzate;
- migliore progettazione: le proposte di progetto possano essere rigorosamente analizzate, possono essere eseguite in modo rapido simulazioni e prestazioni dei benchmark, consentendo soluzioni migliori e innovative;
- controllo dei costi dell'intero ciclo di vita e dei dati ambientali: la prestazione ambientale è più prevedibile, i costi del ciclo di vita vengono meglio compresi;
- migliore qualità della produzione: la documentazione finale è flessibile e sfrutta l'automazione;
- assemblaggio automatizzato: i dati digitali di prodotto possono essere sfruttati in processi downstream (cioè nel processo produttivo interno all'azienda) e possono essere usati per la produzione e l'assemblaggio dei sistemi strutturali;
- migliore servizio al cliente: attraverso una visualizzazione più dettagliata e accurata le proposte possono essere meglio comprese;
- dati del ciclo di vita: informazioni su requisiti, progettazione,costruzione e manutenzione possono essere utilizzati per facility management.

-tecnico-tecnologici, ovvero provenienti da peculiarità tecniche degli strumenti, caratterizzate da: automatizzazione, che offre miglior controllo dei dati, maggiore affidabilità degli elaborati, possibilità di visualizzazione ed estrazione di informazione in qualsiasi momento del processo ed aggiornamento automatico di ogni dato in funzione degli altri, possibilità di produrre output mirati all'utilizzo specifico dei dati; interoperabilità, che garantisce la migliore gestione integrata dei dati e dunque della progettazione, della realizzazione e della manutenzione del manufatto; -economici, sicuramente come riflesso di diversi vantaggi tecnici che producono ottimizzazione di tempi e costi; inoltre, creazione di nuove opportunità del mercato dell'edilizia grazie alla possibilità di lavorare non solo sull'ex-novo, ma anche su tutto il patrimonio edilizio esistente per la manutenzione, la ristrutturazione, il restauro, l'adeguamento normativo ecc. con soluzioni innovative, più rapide e di qualità; -sociale, sia dal punto di vista dell'incentivazione alla comunicazione tra tecnici anche a livello internazionale, grazie all'applicazione di linguaggi e standards comuni; sia dal punto di vista del maggiore potenziale di controllo del settore degli appalti, per scongiurare al massimo i fenomeni di corruzione.

Svantaggi del BIM

Uno svantaggio del BIM è che richiede una formazione piuttosto complessa per essere utilizzato correttamente e al meglio delle sue possibilità e talvolta nè imprese nè studi di progettazione sono disposti ad investire in tal senso poichè ricercano qualcosa che produca un risparmio effettivo immediato.Spesso si tende a ricercare una riduzione dei costi affidandosi ad una manodopera a basso prezzo e di qualità spesso scadente,ma che produce apparenti benefici in un tempo inferiore rispetto ai benefici reali che l'introduzione di una nuova mentalità basata sul BIM potrebbe apportare.Gli stessi studi di progettazione,comprensibilmente,non investono sulla tecnologia BIM poichè i tempi di formazione sono considerevoli e gli addeti spesso inferiori a 3 unità per studio; approcciare un progetto in chiave BIM,sopratutto quando la formazione è limitata,può volere dire impiegare lo stesso tempo che si impiegherebbe per approcciare due progetti secondo la metodologia tradizionale.Apparentemente le possibilità di guadagno sembrerebbero penalizzare l'adozione del BIM,che manifesta i suoi principali vantaggi successivamente alla fase progettuale.Tuttavia la scarsa formazione e informazione degli addetti del settore comporta che l'adozione del processo BIM da parte di un progettista possa essere penalizzata nel momento in cui non trova sil mercato imprese sufficientemente competenti e formate a saper gestire un modello informativo in tutte le sue fasi. Un ulteriore problema all'avvio del BIM in Italia riguarda la parte burocratica e normativa;vi sono troppe leggi e normative spesso in contraddizione e soggette a interpretazioni che rendono l'elaborazione di un progetto in chiave BIM più difficoltosa rispetto ad altri paese Europei.Sopratutto per quanto riguarda le grandi opere e le opere pubbliche le normative sono molteplici e spesso può avvenire che in fase progettuale vi siano dimenticanze e un involontario non rispetto dei parametri stabiliti,conseguentemente ciò emerge in fase revisionale oppure in fase costruttiva causando un rallentamento dei lavori e un riadattamento del progetto con tutte le problematiche che ciò comporta in termini di tempi e costi.
Il BIM prevede un'informatizzazione dei dati che riguardano tutto il processo costruttivo;affinchè quest'ultimo sia svolto nella maniera più efficace possibile alla base del modello informativo è necessario vi sia un database articolato e sopratutto collegato ad un prezzario di materiali e lavorazioni che consenta un controllo costante del progetto dal punto di vista economico. A incidere sul divario nell'informatizzazione del processo è sicuramente la differenza sui prezzi di materiali e lavorazioni che vi è in Italia nelle sue diverse regioni.Ciascuna regione italiana emana un proprio prezzario di riferimento per i lavori pubblici,tuttavia i prezzi non sono omogenei e un elemento costruttivo può arrivare a costare un prezzo in una regione del Nord e uno stesso prezzo quasi dimezzato nel Sud.
La disparità è notevole e ciò può essere un problema dal momento in cui un modello informativo BIM deve poter fare riferimento ad un elenco prezzi informatizzato e valido su un contesto il più ampio possibile.L'unificazione dei dati consentirebbe non solo di trovare diciture uniche relative a materiali e lavorazioni a livello nazionale,ma anche ad avere prezzi unici a cui fare riferimento per un database nazionale.

Analisi SWOT del BIM

S= Strength Punti di forza	W= Weakness Punti di debolezza
-Aumenta la Collaborazione -Centralizzazione e magazzino di dati e informazione - Fonte di Creazione di valore - Controllo accurato del tempo e costo - Incremento del ROI - Interoperabilità con sistemi esistenti	- Curva di apprendimento - Cambio del flusso di lavoro - Alto costo d´implementazione - Tempo d'implementazione
O= Opportunity Opportunità	**T= Threat Minaccia**
- Dimensione e crescita del mercato - Incremento nella complessità dell'opere edile - Poca promozione strutturata del BIM - Potenziali Sub-Segmenti - Crescita della quota di mercato a partire della concorrenza - Processo formativo del mercato	- Inerzia del mercato al cambiamento - Scarsa domanda dal mercato - Segmentazione forte del mercato - Sviluppo dispari dei segmenti di mercato - Differenziazione del processo di acquisto e adozione del BIM - Assenza di regolamenti e normative - Mancanza di formazione del Settore AECO (Architecture-Engeneering-Costruction-Operation)

#	PUNTI DI FORZA	DESCRIZIONE
1	Aumenta la collaborazione	Il BIM serve per costruire ponti di comunicazione tra tutti gli attori del settore AECO coinvolti nel processo edilizio. Permette una comunicazione diretta, senza intermediari, in tempo reale e un linguaggio chiaro.
2	Centralizzazione e magazzino di dati e informazione	Il BIM serve come un magazzino di informazione in cui tutto ciò che è relativo al progetto viene organizzato, centralizzato e messo a disposizione per tutti gli attori coinvolti nel processo edilizio. Questa caratteristica rende il processo più trasparente, previene la rielaborazione del lavoro, diminuisce il tempo delle lavorazioni e aumenta l'efficienza del processo.
3	Fonte di creazione di valore	L'utilizzo del BIM assicura un'alta qualità del progetto finale, riducendo il numero di errori e omissioni durante la fase di progettazione del progetto risparmiando tempo e denaro in fase costruttiva.
4	Controllo accurato del tempo e costo	Il BIM permette di avere un controllo del progetto più accurato; la sua capacità di essere aggiornato in tempo reale permette prevedere in anticipo un possibile slittamento della data di consegna o un superamento del budget.
5	Incremento del ROI	È stato dimostrato come l'utilizzo del BIM incrementa il ROI (return of investment) nelle aziende che implementano il BIM.
6	Interoperabilità con sistemi esistenti	La comunicazione dei sistemi BIM è in due direzione, permettendo aggiornare un modello BIM in funzione di cambi fatti in CAD e permettendo esportare modelli BIM ad altri sistemi in 2D come CAD. Idealmente questi processi di importare ed esportare a CAD no saranno necessari nel futuro ma attualmente serve di gran aiuto in un mercato in cui non tutti gli attori coinvolti fanno uso del BIM.

#	PUNTI DI DEBOLEZZA	DESCRIZIONE
1	Curva di apprendimento	Il cambio di metodologia comprende un processo di apprendimento che comporta una fase in cui l'utente, non essendo esperto nell'utilizzo di software BIM e non avendo le procedure all'interno della azienda, realizzerà il suo lavoro in un tempo maggiore a quello precedente. Una volta che l'utente riesce ad utilizzare abilmente il software e sono stabilite le procedure standard adatte all'azienda, i tempi di lavorazione scenderanno al di sotto di quelli che facevano in precedenza. Consapevoli di questo, le aziende ritardano l'implementazione fino che non arriva un progetto che considerano più semplice o per cui possono impiegare più tempo nella lavorazione o che per richiesta del cliente sia obbligatorio il utilizzo del BIM.
2	Cambio del flusso di lavoro	Un incremento della collaborazione tra tutte le parti comporta un cambio nel flusso di lavoro. Stabilire, gestire e regolare internamente questi cambi consuma tempo e costituisce uno sforzo che l'azienda deve prendere in considerazione.
3	Interoperabilità tra software	Esistono ancora problemi di interoperabilità tra i software presenti sul mercato. L'interoperabilità tra software BIM, la difficoltà di lettura di dati in altri formati GIS e CAD, la riproposizione ed esportazione di disegni in formato 2D sono alcune delle sfide che rallentano il passaggio di informazione e che gli utenti devono affrontare con l'utilizzo del BIM.
4	Alto costo d´implementazione	L'implementazione comporta investimenti in software, hardware e formazione del personale. L'azienda che implementa il BIM deve essere in grado di assumere questi investimenti di risorse, tempo e denaro.
5	Tempo d'implementazione	La durata dell'implementazione varia in funzione di ogni azienda e può durare pochi messi come diversi anni. Dallo studio realizzato più di un quarto del campione ha impiegato più di 2 anni per assumere il BIM come metodo lavorativo.

OPPORTUNITÀ	DESCRIZIONE
Dimensione e crescita del mercato	Il BIM si prevede di raggiungere USD 7,946.5 milioni entro il 2020, ad un CAGR (Compound Annual Grow Rate) del 13% tra il 2015 e il 2020.
Incremento nella complessità dell'opere edile	Attualmente nel settore edilizio esiste un incremento della complessità architettonica sia in forma, uso di materiale innovativi, estensione dell'intervento, altezze delle edificazioni e sistemi impiantistici estensivi che sono difficilmente gestibile dal punto di vista di progettazione, costruzione e manutenzione senza l'impiego di BIM.
Poca promozione strutturata del BIM	La diffusione del BIM nel mercato è avvenuta principalmente tramite il passaparola di professionisti e letteratura scientifica del settore, questo è solo possibile con una buona percezione dalle utenti verso il BIM, si potrebbe rinforzare la promozione del BIM e fare campagne pubblicitarie più aggressive.
Potenziali Sub-Segmenti	Alcuni sub-segmenti del mercato BIM non sono stati ancora colpiti è ripresentano una opportunità di crescita del mercato BIM
Crescita della quota di mercato a partire della concorrenza	Esiste una alta quota del mercato a cui la promozione del BIM è arrivata ma appartiene ancora alla concorrenza, una erosione del mercato della concorrenza incrementerebbe la quota di mercato e crescita del mercato stesso. Per farlo è necessario comunicare in forma efficace la capacita del BIM di creare valore nell'area in cui lavorano questi segmenti del mercato.
Processo formativo del mercato	Attualmente la formazione degli utenti viene svolta maggiormente di forma autodidatta, dimostrando una facilità del sistema e un interesse da parte del utente. Tuttavia una maggior diffusione delle conoscenze ed incoraggiamento di una formazione formale potrebbe accelerare la curva di apprendimento del BIM del mercato.

MINACCE	DESCRIZIONE
Inerzia del mercato al cambiamento	Il settore AECO non è un settore noto per essere abituato ai cambiamenti. Dagli anni 80 il settore ha sempre lavorato con sistemi CAD, dopo più di 30 anni si trova molta resistenza al cambiamento.
Scarsa domanda dal mercato	Poca richiesta da parte del cliente nel impiego del BIM, il mercato stesso non spinge per l'incorporazione del BIM. Nello sviluppo dei progetti, Il BIM viene maggiormente utilizzato per scelta propria dei professionisti.
Difficoltà nella comunicazione del valore del BIM	Parte del mercato non percepisce il valore del BIM nella disciplina in cui opera, questo rallenta il processo di diffusione, distribuzione e implementazione del BIM.
Segmentazione forte del mercato	Esiste una gran differenzia tra segmenti del mercato di tipo demografico (tipo di utente), comportamentale (tipo di azienda) e geografica (in funzione della localizzazione del mercato di riferimenti). Si devono adottare strategie diverse di marketing operativo per ogni segmento per essere in grado di colpire efficacemente ogni niccio di mercato.
Sviluppo dispari dei segmenti di mercato	Dato che la forza di questa metodologie risiede nel potere di essere sfruttabile durante tutta la vitta del immobile, una interruzione del uso del BIM durante una delle fasi nel suo ciclo di vita può farsi di creare una demotivazione al continuo utilizzo del BIM in fasi successivi, tornando nuovamente al utilizzo di strumenti tradizionali del settore AECO.

Costruzione Lean

Gli interventi edilizi sono divenuti sempre più complessi dal punto di vista gestionale, risulta quindi necessaria una semplificazione e un migliore coordinamento dei processi. Il tradizionale project management ed i suoi strumenti si sono dimostrati non sufficientemente adeguati a rispettare i tempi di consegna, i budget e la qualità desiderata. Il project management classico è un inseguimento continuo e molto spesso inefficace della riduzione dei costi operativi che tralascia però la considerazione degli sprechi.
A ciò ha voluto rispondere il pensiero Lean con il suo adattamento al settore delle costruzioni e la creazione della nuova gestione produttiva detta Costruzione Lean, che vuole essere una nuova sfida al Construction Management tradizionale e togliere quei vincoli ed ostacoli che rendono il processo edilizio ormai difficilmente gestibile
Con la costruzione lean infatti si intende una pratica di management che segue e riadatta i principi e le pratiche del Lean Manufacturing applicandoli al processo edilizio. La visione è olistica, ovvero si pensa che la sommatoria funzionale delle parti di un insieme è maggiore della somma delle parti considerato singolarmente, in quanto essa mira a migliorare simultaneamente e continuamente tutte le fasi e le dimensioni del mondo delle costruzioni.
Questa linea di pensiero aspira a gestire e migliorare il processo edilizio applicando il minimo costo per ottenere il massimo valore, e come nella produzione lean l'intento è ridurre i fattori di spreco e definire in maniera essenziale le necessità del cliente.

Punti di contatto BIM – Costruzione Lean

Le funzionalità BIM che sono di supporto alla progettazione e al coordinamento rispondono ai principi della costruzione lean.

	Funzionalità BIM						
Principi Lean	Clash Control	Abachi e computi	Analisi	4D	5D	6D	Visualizzazione grafica parametrica
1) Considerazione del valore desiderato dal cliente			X				X
2) Generazionedi valore ed eliminazione degli sprechi	X	X	X	X	X	X	X
3) Ottimizzazione tramite la collaborazione e l'apprendimento	X		X				
4) Logica pull			X	X	X		X
5) Miglioramento continuo e perseguimento della perfezione	X		X	X			X

Considerazione del valore desiderato dal cliente

La visualizzazione tridimensionale del modello e la sua facile navigazione permettono una facile comprensione da parte del cliente, specialmente nel caso in cui non abbia particolare familiarità con piante e sezioni, ma anche da parte degli altri partecipanti al processo edilizio quali i costruttori e i fornitori di materiali e di prodotti. Questi possono contribuire ad aggiungere valore al progetto aggiungendo informazioni da mostrare alla committenza o agli utenti finali, potendo ricevere un feedback sulle scelte da effettuare. È permessa inoltre la visualizzazione del modello a chi non è del settore o a chi non possiede gli strumenti adatti sfruttando gli standard open-source,consentendo così l'abbattimento della barriera tecnica tra il committente e il progetto stesso La capacità del BIM di generare, partendo da un singolo modello, viste e disegni sempre coordinati facilita e velocizza la creazione di alternative progettuali che possono essere presentate con l'obiettivo di individuare tra di esse la soluzione migliore. Ciò può avvenire anche nella fase concettuale, su cui concentrare le attenzioni per evitare problemi futuri. La capacità di creare automaticamente computi metrici e di effettuare analisi energetiche semplificate assiste nella scelta di progetto per soddisfare le esigenze richieste senza sforare il budget prestabilito, se presente, oppure può presentare una rosa di alternative per indicare i costi aggiuntivi o il risparmio nell'eseguire determinate modifiche al progetto.

Generazione di valore ed eliminazione degli sprechi

Il workflow che il BIM richiede ha come principale vantaggio l'eliminazione degli sprechi.Innanzitutto la gestione e la creazione automatica di piante, sezioni, prospetti e viste partendo da un unico modello elimina completamente il tempo impiegato a preparare e disegnare i singoli elaborati autonomamente. La loro coordinazione permette di propagare le modifiche in tutte le viste del modello in maniera autonoma e automatica, senza dover controllare manualmente ogni disegno, processo che comportava un grande impiego di tempo e spesso anche il proliferare di errori. Questa capacità permette anche una facile interpretazione delle modifiche progettuali in quanto si possono apprezzare immediatamente tramite la visualizzazione tridimensionale, a differenza delle lavorazioni tradizionali CAD che richiedevano una modellazione indipendente dai disegni. È quindi notevolmente ridotta la variabilità dei vari elaborati, ma può esservi il rischio di creare troppe soluzioni alternative o elaborati inutili aumentando così la complessità del progetto. Non essendovi più la necessità di dover creare un modello specifico per eseguire determinate analisi, si possono impiegare le risorse risparmiate per analizzare il comportamento della costruzione in maniera migliore e più dettagliata. Questo consente di individuare già nelle prime fasi le soluzioni da intraprendere per rispondere ai requisiti richiesti, contribuendo così alla generazione di valore nel prodotto finale.
Inoltre la coerenza delle prestazioni, validate dalle analisi, con gli obiettivi alla base del progetto riducono il rischio di problemi prestazionali nelle fasi avanzate del processo edilizio e i conseguenti stravolgimenti progettuali.Un'ulteriore caratteristica del BIM che soddisfa il principio lean della riduzione degli sprechi è
l'abilità di generare in maniera immediate, precisa e automatica computi metrici estimative a partire dal database di modello. Non vi è più la necessità di dover misurare, contare e sommare manualmente le unità di misura dei materiali e dei prodotti all'interno del progetto con rischio di errori e con notevole impiego di tempo. Il collegamento univoco degli abachi dei prodotti e dei materiali con gli elementi del modello e con un determinato prezzo per unità assicura la coerenza con il progetto. Le alternative progettuali e a elaborati contenenti gli stessi elementi infatti potevano causare un conteggio multiplo con conseguenti errori difficili da individuare. Questo problema,insieme al tempo impiegato per tentare di risolverlo, è eliminato dal BIM che utilizza una rappresentazione unica dell'informazione per generare abachi e computi metrici.L'individuazione delle interferenze geometriche e la loro risoluzione tramite un processo iterativo di rifinitura, anche se richiedendo un impegno temporale anticipato durante la fase progettuale,elimina gli sprechi di materiali, di costi e di tempo in sede di cantiere. Il clash control eseguito dagli strumenti BIM inoltre è automatico e immediato, impiegando pochi attimi, a seconda delle dimensioni della costruzione, per individuare i problemi che nelle procedure tradizionali di coordinamento basate sul CAD richiedevano la sovrapposizione di singoli disegni e l'esecuzione di calcoli tediosi. È ridotto quindi anche lo spreco della suddetta modalità lavorativa che richiedeva tempo e non erano in grado di individuare tutte le interferenze, soprattutto nello spazio tridimensionale.
La generazione automatica di cronoprogrammi aiuta a eliminare l'errore umano, come ad esempio l'omissione di determinate attività, e le cosiddette analisi 4D permettono di studiare le soluzioni di cantiere migliori per ottimizzare le risorse ed eliminare gli sprechi di tempo e di

materiale, anche tramite animazioni che illustrano in dettaglio le diverse fasi standardizzate di installazione di prodotti, utili soprattutto quando vi sono diverse persone che devono alternarsi fisicamente per la costruzione.

Ottimizzazione tramite la collaborazione e l'apprendimento

L'ottimizzazione tramite la collaborazione auspicata dalla costruzione lean è riscontrabile nel processo BIM grazie alla possibilità di condividere il lavoro tra i progettisti delle diverse discipline fin dai primi momenti del processo edilizio. Il coordinamento per mezzo di strumenti BIM integrati sviluppa un ambiente multidisciplinare e contribuisce all'arricchimento del know how dei partecipanti che possono migliorare il progetto generando varianti e confrontandole per individuare la soluzione migliore. Anche i clienti o gli utenti finali della costruzione possono contribuire, in sede di revisione del progetto, ad apportare valore indicando gli eventuali conflitti tra le esigenze richieste e le proposte dei progettisti oppure apprendendo i limiti delle diverse discipline e variando la propria posizione di committente.La generazione automatica di elaborati grafici, di analisi e di computi metrici non frena più la collaborazione tra i diversi progettisti che, onde evitare sprechi e re-work nel workflow tradizionale,applicavano il minor numero di modifiche ad un modello ed eseguivano manualmente studi specifici soltanto nelle fasi terminali del progetto. La rifinitura del modello insieme all'iterazione di analisi tecniche ed economiche aiuta ad ottimizzare il prodotto finale e a promuovere la comunicazione tra le differenti discipline, le quali possono perseguire con più facilità il soddisfacimento dei requisiti richiesti.

Logica pull

La logica pull applicata al processo edilizio mira ad invertire una produzione promossa a monte a favore di una richiesta a valle. In tal modo non si spingono più determinate attività o prodotti se prima non rispondono alle richieste delle condizioni al contorno, così la possibilità di eseguire analisi di varia natura fin dalle prime fasi concettuali permette di rispettare le prestazioni e i costi prefissati. Come già espresso nel paragrafo precedente le analisi non sono più "spinte" nella progettazione durante le sue fasi finali, quando il rischio di modifiche e quindi di re-work è minimo, ma possono essere svolte facilmente in anticipo senza dispendi eccessivi di risorse. In questa maniera le analisi "tirano" il progetto che segue quindi le richieste indicate dalle analisi.Il coinvolgimento attivo del cliente nel sistema, facilitato dalla visualizzazione del BIM che rispecchia in maniera automatica e coordinata le modifiche progettuali, permette di individuarne le esigenze che costituiscono le basi di tutta la progettazione successiva, evitando così di generare insoddisfazioni.La possibilità di adottare una modellazione parametrica flessibile che segue in maniera dinamica l'input del progettista ha il vantaggio di permettere l'inserimento delle informazioni necessarie soltanto nel momento in cui son richieste, senza appesantire il workflow e non spingendo da monte dati inutili.

Miglioramento continuo e perseguimento della perfezione

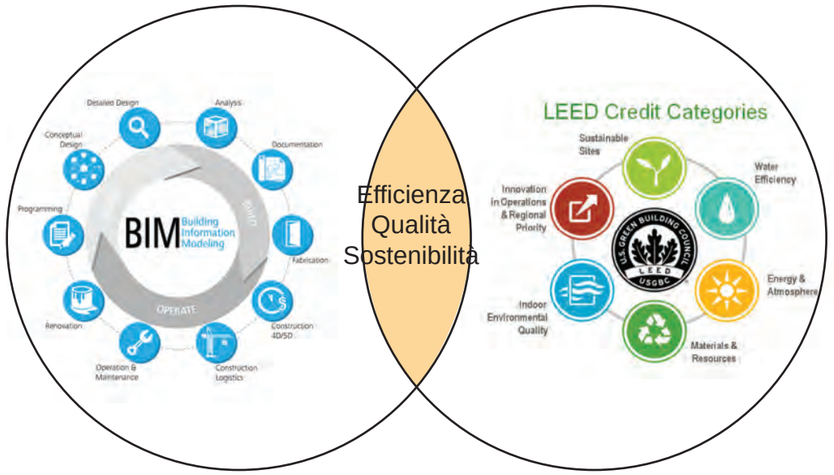
Come già scritto nei paragrafi precedenti il collegamento del modello a strumenti di analisi, che siano interni o esterni al software in uso, consente di eseguire studi specifici con più facilità e rapidità, dando come risultato un prodotto più adatto a rispondere alle esigenze richieste. Simulazioni di cantiere per mezzo degli strumenti 4D aiutano a programmare con efficacia la realizzazione fisica della costruzione, mentre la verifica automatica delle interferenze geometriche e in maniera più limitata delle prescrizioni normative (tramite software specifici come Solibri Model Checker) forniscono un controllo continuo per un progetto migliore. La risoluzione di problemi è facilitata dalla natura parametrica del modello e dei suoi elementi: la loro ricerca ed individuazione, per quanto riguarda il posizionamento, i collegamenti o le informazioni contenute, è immediata e controllata da abachi generati in maniera automatica e senza ripetizioni.

Il principio lean del genba, giapponese per "sul posto", consiglia di recarsi fisicamente dove sorge un problema per poterlo meglio identificare e risolvere. Questo è soddisfatto, anche se solamente in maniera virtuale, dalla capacità degli strumenti BIM di far visitare ed esplorare il modello e il cantiere durante le sue varie fasi all'interno della simulazione 4D.

Gli strumenti BIM rispondono quindi ai principi della costruzione lean identificando correttamente la qualità desiderata dalla committenza, eliminando gli sprechi e le parti del processo che non generano valore anche tramite la collaborazione di tutte le parti e il sistematico apprendimento.

BIM & LEED

Il LEED e il BIM sono due temi che curano aspetti completamente diversi nell'industria delle costruzioni, però hanno molto in comune. Entrambi si basano su un approccio integrato di tipo collaborativo, ed entrambi sono contenitori di informazioni (database) e la loro principale finalità è la verifica. Partono dalla pianificazione, passano dallo sviluppo della progettazione, continuano quando l'edificio è costruito ed in uso e terminano con la sua dismissione. A livello di metodologia in grandi linee, la sostanziale differenza tra il LEED e il BIM è che il primo segue un protocollo stabilito da una associazione no profit, con l'obiettivo di ottenere un punteggio che valuta la strategia che ottimizzi il rapporto fra edificio e l'ambiente circostante. Mentre il secondo, al contrario, corrisponde ad un controllo geometrico, spaziale e computabile delle caratteristiche fisiche, funzionali e temporali che compongono l'edificio. Il BIM è un processo che può avere tanti ambiti di applicazione tra questi c'è anche il Sustainability LEED Evaluation, che consente di realizzare l'analisi energetica facendo riferimento ai materiali, alle prestazioni e ai processi costruttivi. Tale analisi, se eseguita dalle prime fasi della progettazione, aumenta le opportunità di migliorie che accrescerebbero il rendimento energetico. L'implementazione del BIM in progetti che perseguono la certificazione LEED, ha il vantaggio di avere un modello parametrico, che ottimizza il processo di condivisione dei dati tra gli autori delle diverse discipline, mantiene la coerenza in ogni momento, semplifica lo sviluppo del progetto e rende più agevole le eventuali revisioni. In sintesi, facilita notevolmente i complessi processi di progettazione sostenibile e migliora la collaborazione interdisciplinare.I protocolli di sostenibilità si fondano su un'integrazione tra i processi coordinati per raggiungere una migliore qualità del progetto e della costruzione che consenta di analizzare, verificare e quindi ottenere gli input necessari per prendere decisioni consapevoli, evitare spese fuori budget, ridurre i tempi e di conseguenza i rischi. Il modello Bim permette di sincronizzare le diverse fasi progettuali valutando simultaneamente le alternative, gli impatti e i costi, e quindi di visualizzare la soluzione più performante. Rappresenta dunque uno strumento a supporto non solo dei calcoli al termine della progettazione, ma anche una base per le valutazioni di impatto ambientale che diventa subito best practice nell'attività quotidiana di molti studi orientati alla sostenibilità ambientale.



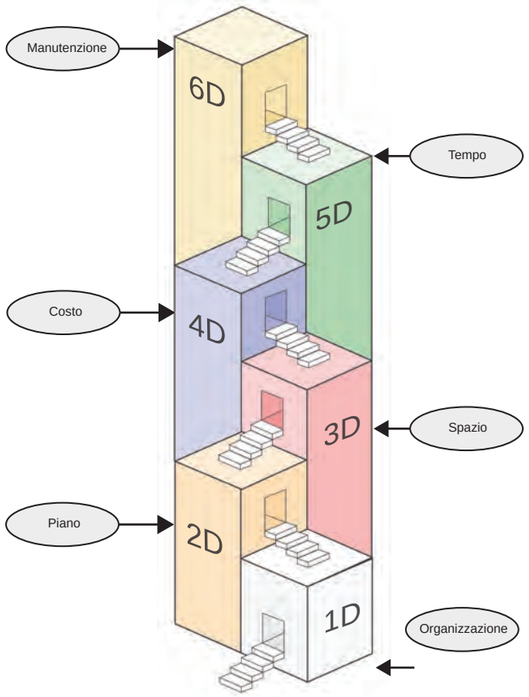
Analisi e funzioni del BIM

Il modello BIM, a qualsiasi stato di dettaglio, sia concettuale che elevato, può essere collegato a strumenti di analisi specifici per effettuare calcoli strutturali, energetici, acustici e illuminotecnici.

4D - Creazione e gestione cronoprogrammi :Con il termine 4D si intende implementata nel progetto la pianificazione e gestione temporale della fase costruttiva. La capacità di collegare dinamicamente elementi del modello con informazioni riguardanti la durata della realizzazione permette di creare velocemente Diagramma di Gantt in qualsiasi momento della progettazione. È possibile inoltre controllare visivamente l'evoluzione virtuale del cantiere ed individuare prematuramente irregolarità e interferenze funzionali che rischiano di propagare errori nella progettazione successiva, oltre che, nel caso peggiore in cui questi non siano riconosciuti, rallentare o bloccare il cantiere. Vi sono inoltre strumenti BIM che offrono la possibilità di includere elementi temporanei tipici della fase di costruzione quali gru,camion e recinzioni per studiare in maniera ottimale la logistica del cantiere anche in merito alle disposizioni di sicurezza e salute dei lavoratori coinvolti. La creazione del cronoprogramma in tempo reale permette quindi di confrontare facilmente diverse soluzioni logistiche di pianificazione e di individuarne la più vantaggiosa.

5D - Stime economiche:la vista del Diagramma di Gantt prevede la contestuale visualizzazione anche delle curve dei costi e dei ricavi del progetto.I prodotti, i materiali e i componenti all'interno del modello BIM possono essere collegati a prezziari,sia per quanto riguarda la quantità sia la manodopera e il nolo delle attrezzature necessarie alla lavorazione. Ne consegue la possibilità di effettuare analisi di previsioni economiche tramite la creazione e l'aggiornamento immediato di computi metrici estimativi. Queste seguono in maniera coordinata il modello e le scelte progettuali, offrendo un confronto tra diverse soluzioni alternative.

6D – Gestione del ciclo di vita dell'opera:Una volta portata a termine la costruzione di un'opera è possibile avere un modello che, se durante la fase di realizzazione viene aggiornato, rappresenta in maniera virtuale lo stato di fatto. Si parla in questo caso di modello as built, un database ricco di informazioni che può essere consegnato al committente. L'utente o il facility manager, a seconda della dimensione dell'opera e della sua natura, avrà quindi a disposizione tutte le specifiche di gestione, informazioni di garanzia e manuali dei vari elementi presenti nella costruzione. Questi, insieme all'utilizzo di sensori che monitorano componenti impiantistici e le condizioni ambientali, aiutano nella gestione dell'edificio, sia per l'aspetto energetico che per quello economico.



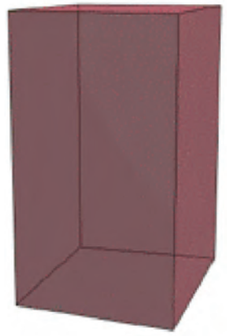
Analisi e funzione del BIM

Il Facility Management

Il Facility Management (FM) riguarda la gestione operativa dell'edificio e i servizi alle persone che abitano un determinato ambiente. La gestione dell'edificio coinvolge tutti i processi e gli eventi che si manifestano nell'arco di vita dell'edificio stesso, sia in campo pubblico che in quello privato. Per i servizi alle persone si tende alla pianificazione degli spazi, alla manutenzione edile e a quella impiantistica d'igiene, agli interventi di riqualificazione e alla gestione della sicurezza degli ambienti interni. L'obiettivo è dunque quello di migliorare la qualità dei servizi e incrementare quindi la redditività cercando di mantenere alte le prestazioni dell'edificio, assumendosi le responsabilità organizzative, economiche e tecniche connesse con la gestione di un immobile.In BIM, curarsi del FM significa gestire le informazioni immagazzinate nella fase di progettazione e di costruzione, alle operazioni di manutenzione. L'aspetto della gestione, della manutenzione, fa capo a quella che ormai è comunemente chiamata in letteratura internazionale come la sesta dimensione. I potenziali benefici di un tale sistema, oltre alla riduzione dei costi operativi, riguardano anche i guadagni di qualità degli interventi, dati dalla tempestività della risposta a coloro che ne fanno richiesta.Un Facility Management che si occupi, in maniera innovativa, della gestione integrata della pluralità dei servizi e dei processi (rivolti agli edifici, agli spazi, alle persone) non rientranti nel core business di una organizzazione, ma necessari al suo funzionamento (come ad esempio le pulizie), può trovare negli strumenti di modellazione BIM dei validi alleati. Rispetto alle procedure abituali, in cui tutti i dati dovevano essere dedotti da file CAD bidimensionali, si sono riscontrati significativi vantaggi: la semplificazione della gestione di un numero elevato di dati, il rilevamento automatico delle superfici nette dei locali, la creazione automatica di abachi locali, gli aggiornamenti di dati relativi alle possibili variazioni del modello (ad esempio, se viene spostato un muro, i locali si adattano alle nuove geometrie, determinando un nuovo valore di parametri numerici, come superfici e volumi), etc.

LOD : Level of Development
Il LOD,level of developmennt è una specifica del modello BIM che consente agli operatori della filiera di specificare il contenuto e l'affiidabilità dei modelli nelle diverse fasi della progettazione e della costruzione.La definizione del LOD permette a chi opera sul modello nelle diverse fasi di definire per cosa il modello può essere utiizzato e esplicitare agli utenti le limitazioni dei modelli che ricevono.E' importante chiarire che il LOD non prescrive un livello di sviluppo da raggiungere da parte del progetto,ma specifica il grado di avanzamento e specificità che l'operatore che ha precedentemente lavorato sul modello lascia agli utenti successivi.Il Livello di sviluppo permette di risolvere alcuni problemi che possono nascere quando una persona diversa dall'autore del modello estrae informazioni da esso.Durante il processo,sistemi dell'edificio e componenti evolvono da una definizione concettuale ad una precisa descrizione.In un modello,un qualsiasi componente può essere letto come un componente ben definito collocato precisamente in quel punto; inoltre dal modello si possono ricavare dimensioni e informazioni che non sono ancora precise,dunque è necessario poter distinguere le diverse situazioni,per questo motivo nasce la necessità di introdurre dei livelli di sviluppo che indichino chiaramente l'affidabilità dei dati contenuti nel modello.
All'interno di un ambiente collaborativo i LOD assumono grande importanza e permettendo la coerenza nella comunicazione e nell'esecuzione facilitando la realizzazione del modello BIM in tutte le sue parti.
I livelli di sviluppo sono individuati come :

LOD 100 - Studio di fafttibilità: Il modello è rappresentato graficamente con indicati attraverso simboli, o altre rappresentazioni generiche, i vari elementi. Gli elementi rappresentati non raggiungono il dettaglio del LOD 200.
Le informazioni legate agli elementi del modello possono essere ricavate da altri modelli simili.

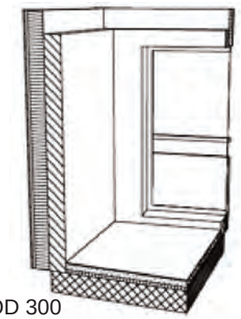


LOD 100

LOD200 - Progetto preliminare: Sistema generale/semplificato/generico con quantità, dimensioni, forma, localizzazione e orientamento APPROSSIMATIVI. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche. Il modello può essere utilizzato per effettuare analisi preliminari sulle prestazioni ottenibili applicando al modello diversi sistemi generici/semplificati/approssimativi.

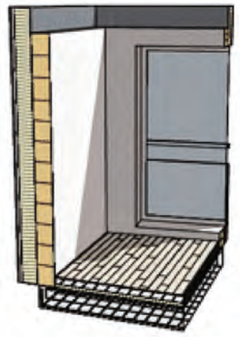
LOD 200

LOD300 - Progetto definitivo: l modello è costituito da elementi specifici in termini di quantità, dimensione, forma,localizzazione e orientamento. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche. Utilizzabile per lo sviluppo dei tradizionali documenti e elaborati costruttivi/esecutivi. Il modello può essere analizzato per calcolare le performance di specifici sistemi scelti appositamente per il modello.Le componenti del modello oltre alle specifiche tecniche-dimensionali,sono rappresentate nei punti di connessione con le altre componenti del modello stesso.



LOD 300

LOD 400 -
Progetto esecutivo: Gli elementi del modello sono rappresentati graficamente all'interno del modello come un sistema specifico in termini di dimensione, forma,localizzazione, quantità, orientamento con dettagli,fabbricazione e informazioni per l'installazione.
Agli elementi del modello devono essere collegate delle informazioni non grafiche come schede tecniche e informazioni utili per la manutenzione.



LOD 400

LOD 500
"As Built": Gli elementi del modello sono verificati e confrontati rispetto al costruito e rappresentati correttamente come il costruito in termini di dimensione, forma, localizzazione, quantità e orientamento. Agli elementi del modello possono essere collegate delle informazioni non grafiche.

LOD 500

Interoperabilità del BIM

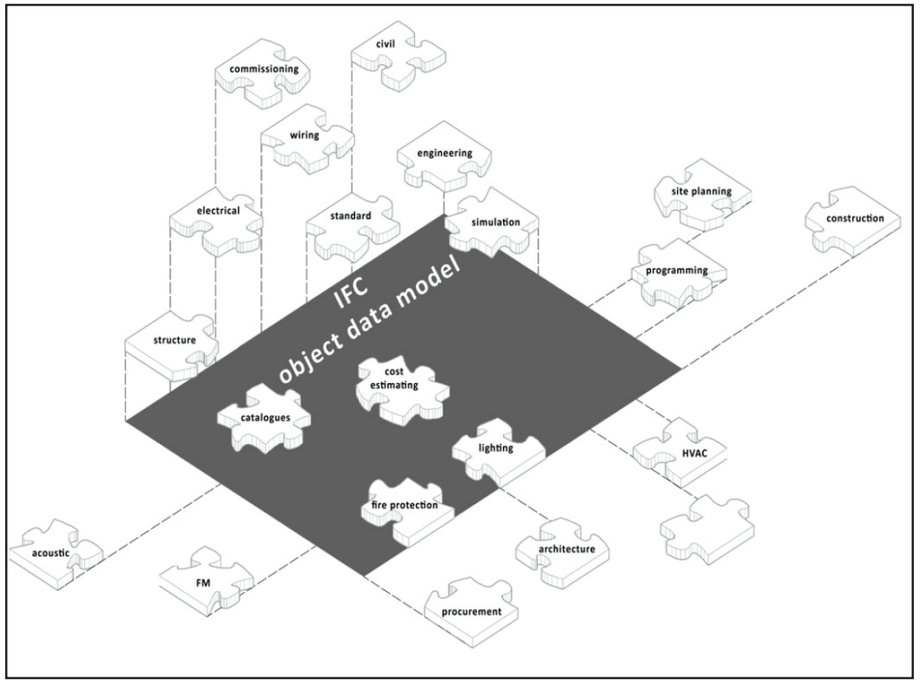
Nell'ambito del B.I.M., sia come attività che come oggetto strumentale, l'interoperabilità è il requisito essenziale affinché il B.I.M. venga utilizzato come attività e non solo come oggetto strumentale per coadiuvare la sola fase di progettazione del manufatto.

The National Institute of Building Sciences dà questa definizione:
"interoperability is a seamless data exchange between different applications, each of which can have its own internal structure. It takes place between mappings of each data structure within a participating application, a universal data model, and vice versa."
Ovvero,l'interoperabilità è uno scambio di dati senza soluzione di continuità al livello di software tra diverse applicazioni, ognuna delle quali può avere la propria struttura interna. Essa avviene tra parti di mappa di ogni struttura dati interna ad una applicazione partecipante, verso un modello dati universale e viceversa.

A questo punto è facile capire che il B.I.M. è un'attività di gruppo, che deve basarsi su un linguaggio comune a tutti gli attori del ciclo di vita di un manufatto, fra tecnici e figure di responsabilità, linguaggio basato sull'interoperabilità, oltre che su determinati standards. Una singola informazione generata dall'attività, deve dunque essere parimenti disponibile, comprensibile, utilizzabile ed interscambiabile direttamente da e fra tutte le figure a cui interessa, per gli usi e per gli scopi relativi ad ogni settore dell'attività: la pianificazione del lavoro, la progettazione dell'opera, l'organizzazione e sicurezza del cantiere, la pianificazione della manutenzione e quella della dismissione.
Alla luce di quanto appena detto, appare indispensabile che per il funzionamento dell'attività vi sia un coinvolgimento globale di tutti gli attori; a tal proposito è ovvio che l'utilizzo del B.I.M. in un singolo studio professionale ha un valore, ma è dalla condivisione e dal riutilizzo delle informazioni che emergono i maggiori benefici per i professionisti e per i proprietari. Da soli, c'è una maggiore probabilità di trascurare la necessità di certi dati e di limitare lo scambio di dati a pochi partner con diverse professionalità. Ciò conferma ampiamente che il B.I.M è un'attività di gruppo, e che il modello B.I.M. deve essere strumentale all'intera attività, e non solo a parti di essa.

Il formato IFC (Industry Foundation Class)

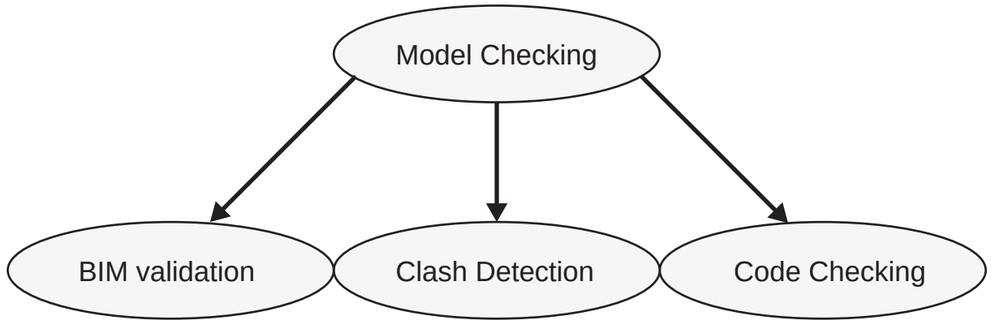
Il formato file IFC, acronimo di Industry Foundation Classes, persegue l'obiettivo di standardizzare il processo di scambio e condivisione di dati digitalizzati. Collegandosi al concetto di interoperabilità, i moduli IFC consentono a diverse applicazioni e componenti software di poter dialogare vicendevolmente attraverso una transizione di dati, il più delle volte bidirezionale, senza perdita di informazioni.
I modelli IFC sono quindi in grado di condividere una vasta gamma variegata di informazioni, in luogo degli attributi imputati al modello BIM, delle proprietà stabilite per ciascuna famiglia e soprattutto delle relazioni che si instaurano tra i diversi sistemi progettati. L'IFC assume quindi il ruolo di interprete di quella pluralità di linguaggi tecnici che inevitabilmente intervengono in un processo edificatorio, traducendoli in modelli parametrici condivisi e di facile lettura. IFC è lo standard internazionale per OpenBIM®, definito come l'approccio progettuale universale che mira all'utilizzo di piattaforme open volte ad automatizzare le procedure e i processi aziendali di lavoro cooperativo. In altri termini l'approccio OpenBIM permette ai singoli professionisti la libertà di scegliere le applicazioni software più confacenti al proprio workflow e tali possibilità sono garantite dal formato non proprietario IFC.
Vi è poi l'ulteriore vantaggio derivante dalla competizione instaurata tra le diverse software house: non essendo proprietarie dell'estensione, le case madri dovranno costantemente favorire l'implementazione dei prodotti al fine di conquistare il maggior numero di utenti. Unito a questo, la mancanza di monopolio, potrebbe consentire una maggiore diffusione di applicazioni per BIM a costi più contenuti.



L'interoperabilità tra i software richiede un modello aperto per i dati degli edifici.

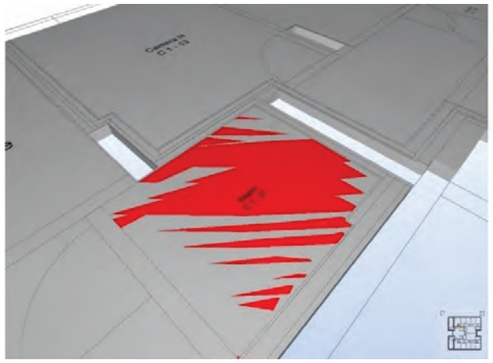
Model Checking nei processi BIM

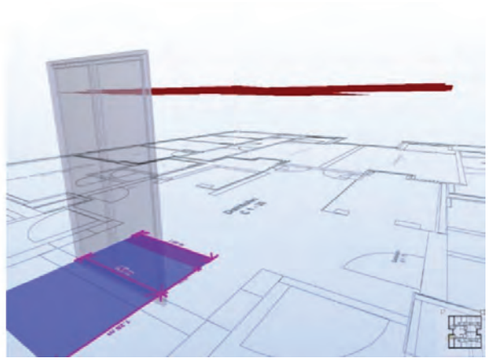
Model Checking è la validazione del contenuto informativo dei modelli BIM finalizzata a garantire un efficace e trasparente scambio di informazioni lungo il ciclo di vita di un'opera e, trasversalmente, tra le parti coinvolte.
Nella norma UNI 11337-5:2017 Flussi informativi nei processi digitalizzati si definiscono i "flussi di coordinamento" e i "livelli di verifica" per la gestione del contenuto informativo dei modelli BIM. Viene introdotto il concetto di Model Checking, prevedendo che, al fine di "garantire completezza, trasmissibilità e congruenza di tutti i dati e le informazioni" in processi di costruzione digitalizzati, nel Capitolato Informativo e nel Piano di Gestione Informativa debbano essere definite "le regole di gestione delle interferenze informative (clash detection) (…)", le "regole per la verifica normativa (rule-set), le regole di gestione delle incoerenze informative (code checking)".
In processi di progettazione tradizionale, solo il 5-10% del contenuto informativo del progetto viene sistematicamente controllato. Il Model Checking permette di raggiungere una validazione automatizzata per il 40-60% del progetto,procedendo per controlli puntuali e non a campione. Sono molteplici i momenti nei quali è necessario controllare il contenuto informativo del modello, i cosiddetti checkpoint, in modo da individuare in anticipo potenziali criticità e garantire un risultato affidabile nelle successive applicazioni sulla base di un Information Model adottato come veicolo per una gestione completa e coordinata delle informazioni. Il processo di controllo della qualità, Quality Assurance (QA),di un modello, e quindi di un progetto, sarà utile alla committenza per verificare che il modello contenga tutti gli attributi ma allo stesso modo si tratta di uno strumento fondamentale per il singolo progettista e per tutto il gruppo di progettazione al fine di effettuare una regolare autovalutazione. I momenti di controllo del modello e di analisi dei risultati dovrebbero essere parte di una normale pianificazione delle attività e ad esse dovrebbe essere riservato tempo sufficiente anche includendo quello necessario per eventuali correzioni.
Durante la fase di Model Checking, i parametri, geometrici e non, implementati nei modelli informativi vengono analizzati e validati sottoponendo il Building Information Model a diversi domini di validazione.Solitamente il set di regole di controllo, il rule-set, che viene applicato al modello è organizzato in tre fasi di verifica consequenziali: la BIM Validation, che ne controlla attributi e procedure di modellazione,la Clash Detection, ovvero il controllo interferenze, e il Code Checking, la verifica di conformità del progetto alle normative di riferimento.



BIM Validation

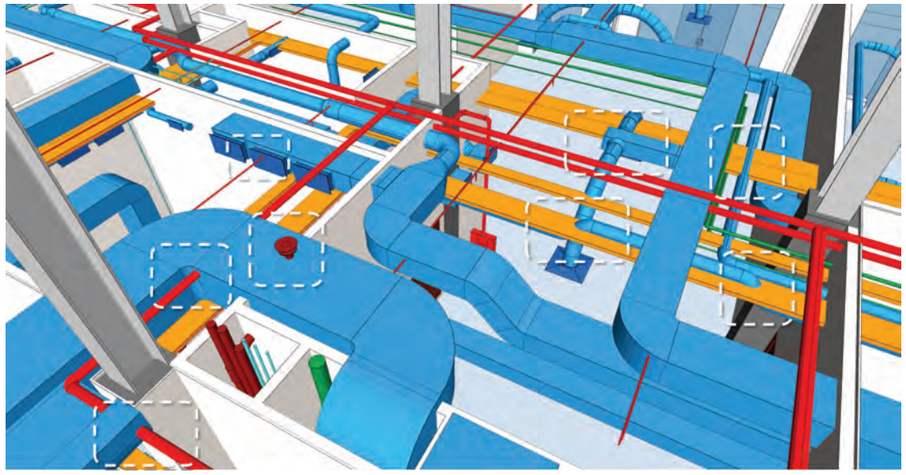
La corretta implementazione della metodologia BIM è imprescindibile dal controllo della coerenza e della qualità del dato veicolato da un Building Information Model, laddove questo sia strutturato per costituire un effettivo strumento a supporto del processo decisionale di Information Management. Innanzitutto, al fine di garantire la comunicazione tra BIM Platform di Information Modelling e BIM tool di Model Checking, le regole di controllo e il modello devono contenere la medesima semantica, il che significa che gli oggetti parametrici contenuti nell'Information Model devono necessariamente poter essere mappati e riconosciuti dallo strumento di Model Checking attraverso alcune proprietà; le più comuni per questo tipo di interoperabilità sono l'IfcName e l'IfcType. Prima di procedere ad analisi avanzate, quindi, è necessario effettuare un pre-check del contenuto informativo del modello attraverso un rule-set che ne validi la correttezza: si parla, in questa fase, di BIM Validation. La BIM Validation,attraverso la gestione di un opportuno set di regole parametriche e sulla base di analisi logiche e semantiche, analizza e determina il livello di qualità e coerenza interna di un Building Information Model garantendo l'estrazione di risultati affidabili per successive fasi di analisi BIM-based;controlla,inoltre, che gli elementi siano stati nominati e classificati correttamente. Questo processo di Quality Assurance, infatti, assicura che il modello contenga tutte le informazioni necessarie per un controllo avanzato, inclusi tutti quegli attributi alfanumerici che fondamentali per lo scambio informativo tra le parti, nonché per la completezza ed affidabilità dei documenti estratti dal Building Information Model. Le criticità rilevabili nella fase di BIM Validation riguardano il contenuto alfanumerico, ovvero gli attributi, del modello parametrico, o l'aspetto meramente geometrico dello stesso rilevando due tipologie di errore: di modellazione e di progettazione.Controllare la correttezza della modellazione tridimensionale è indispensabile; si consideri la fase di quantity take-off e computazione. Altre criticità rilevabili sono attribuibili ad errori progettuali e vengono individuate tramite le potenzialità di analisi logica del funzionamento dei componenti edilizi delle quali dispongono alcuni degli strumenti di Model checking.
Un controllo preliminare permette di verificare che non vi siano elementi sovrapposti o che il posizionamento dei componenti edilizi sia coerente. Nell'immagine a sinistra due pavimenti si compenetrano e questo causerebbe un errore nella computazione dei materiali; a destra è rilevata un'incongruenza tra il dimensionamento di un infisso e la quota di un controsoffitto.





Clash Control – Individuazione di interferenze geometriche

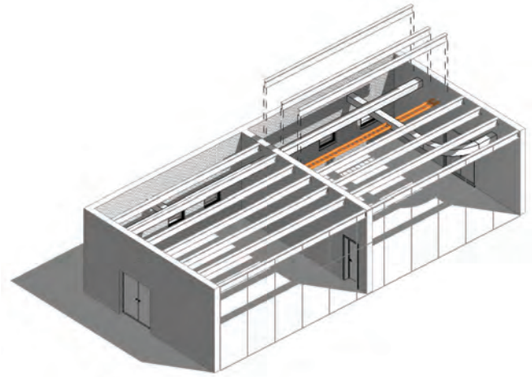
La possibilità di collegare diversi modelli, ognuno contente una disciplina specifica o una sua parte,in un'unica rappresentazione virtuale centralizzata permette l'individuazione delle interferenze geometriche tra gli elementi fisici costituenti il progetto. La loro successiva segnalazione ai relativi progettisti aiuta a risolvere situazioni impreviste che se non notate potrebbero generare ulteriori problemi e costi, in termini economici, di tempi e di qualità, in fase realizzativa.Il valore del BIM come strumento di coordinamento di diverse discipline aumenta incrementalmente ogni qualvolta che le interferenze sono individuate, monitorate e risolte prima che un progetto raggiunga il cantiere.È difficile calcolare i costi degli errori in cantieri e i possibili risparmi ottenibili dall'individuazione anticipata delle clashes, basti però considerare che la fase progettuale rappresenta circa un decimo del costo totale di costruzione.Pare quindi opportuno svolgere in questo momento un controllo virtuale che possa beneficiare in termini economici. Vi sono stime molto generiche che quantificano gli sprechi in fase realizzativa al 25% dei costi totali di costruzione nel settore edile statunitense e il risparmio ottenibile arriverebbe fino al 50% dei costi di progetto, ma non vengono fornite procedure di calcolo standardizzate. Questa funzione era completamente assente nelle modalità di lavoro basate su tecnologia CAD nelle quali si dovevano sovrapporre manualmente diversi elaborati bidimensionali ed individuare visivamente le interferenze geometriche. Tale sistema impegnava una notevole quantità di tempo e di lavoro, e ne conseguiva la necessità di lavorare su file diversi con il rischio di propagare ulteriori errori per mancanza di coordinamento delle parti del disegno.Con l'ausilio di strumenti BIM è possibile ricercare in maniera automatica,all'interno di un file singolo o di un modello centralizzato che rappresenti l'interezza delle informazioni riguardanti uno specifico progetto, le interferenze geometriche tra qualsiasi tipo di oggetto virtuale. Modificando opportunamente gli elementi del modello o i criteri di ricerca si riesce anche a valutare la presenza o la qualità dell'intersezione fisica non soltanto tra oggetti diversi ma anche tra i loro spazi d'uso di esercizio, ad esempio tramite la creazione di volumi fittizi, come una sfera concentrica ad un erogatore sprinkler che verifichi il corretto funzionamento di un sistema antincendio di estinzione a pioggia.



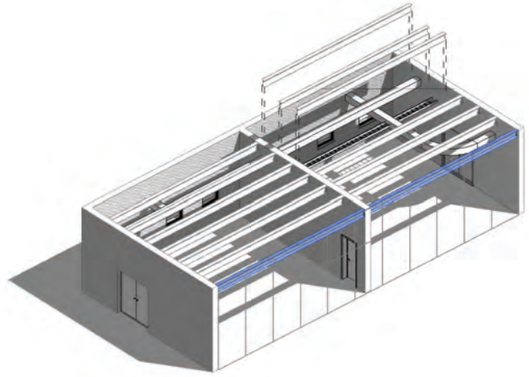
Classificazione clashes

Quando si parla di clash detection in BIM, vengono individuati tre categorie di clash.

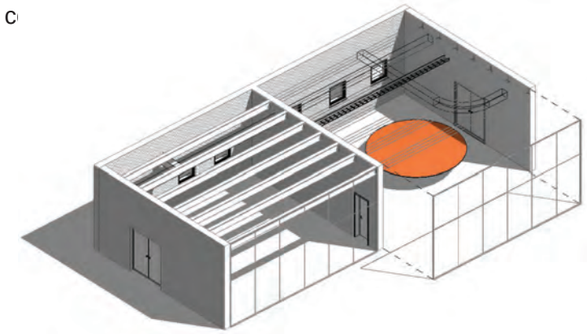
Hard Clash: si verifica quando due oggetti sono fisicamente in conflitto. Un condotto dell'aria condizionata che attraversa una trave appartiene a questo tipo di clash. Generalmente si richiede che questi clash vengano sempre risolti nel modello, sin dalla fase di Concept, e generalmente essi vengono risolti spostando uno dei due elementi. Può anche accadere che il conflitto venga risolto sostituendo uno degli elementi con un elemento che consenta di risolvere il conflitto in cantiere. In questo caso, si può parlare di Hard Manageable Clash, ovvero un conflitto noto che verrà risolto in fase di realizzazione.



Soft Clash: quando due oggetti non si compenetrano fisicamente, ma la loro prossimità è tale da renderne impossibili o eccessivamente difficoltosi il montaggio e/o la manutenzione.



Workflow Clash: È un conflitto di tipo temporale e si verifica quando due oggetti dell'edificio sono progettati in modo da c



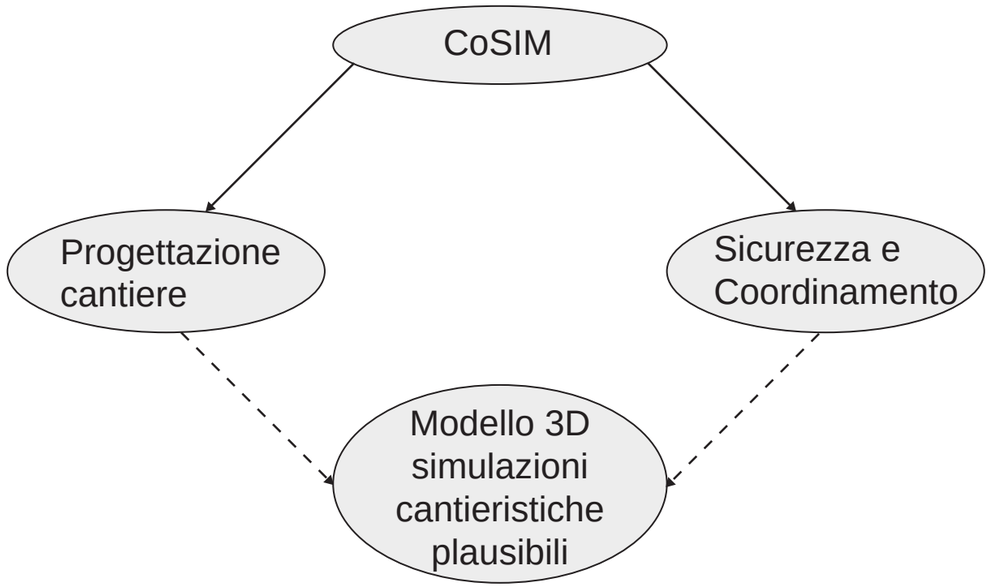
Code Checking

Il Code Checking è una declinazione del Model Checking tramite la quale validare la progettazione comparando i parametri contenuti nel modello a normative e codici di riferimento. Il processo costruttivo è regolamentato da numerose leggi a livello locale, nazionale ed internazionale e le informazioni rilevanti contenute in questi documenti possono essere tradotte in regole parametriche attraverso il supporto di un sistema semantico di lettura ed interpretazione delle stesse. Il medesimo procedimento è applicabile alle richieste della committenza o alle buone pratiche progettuali e costruttive che, una volta tradotte in linguaggio parametrico, possono essere implementate come prescrizioni.
Attraverso un sistema di controllo rule-based, l'utente è in grado di eseguire un check i cui risultati consistono in "approvato" ("pass"), "bocciato" ("fail"), "attenzione" ("warning") e "sconosciuto"("unknown") nel caso in cui i dati necessari al controllo fossero incompleti o mancanti. Al fine di supportare un processo quanto più possibile automatizzato, i Building Information Model devono,quindi, essere arricchiti di contenuto informativo alfanumerico rappresentato da quei dati che non sempre sono generati automaticamente dalle piattaforme di BIM Authoring, come invece accade per le informazioni geometriche e i dati dimensionali.Con i metodi di progettazione tradizionali, la verifica di conformità alle norme, basata sulla rappresentazione grafica bidimensionale, è condotta manualmente, a campione, e richiede numerosi incontri e momenti di confronto. Inoltre, una specifica fase del processo di progettazione non è valutata fino a che tutti gli elaborati progettuali non sono stati completati. Questo approccio spesso comporta discrepanze, ambiguità e soggettività nell'interpretazione dei documenti, oltre ad un aumento di costi e tempi.Per queste ragioni, la possibilità di semi-automatizzare il processo di verifica dovrebbe essere uno degli obiettivi prioritari nel processo di digitalizzazione del settore delle costruzioni. Tuttavia, innovazioni di questo tipo sono possibili solo modificando il metodo di lavoro,passando dalla definizione di un progetto come somma di molteplici documenti, alla realizzazione di un singolo e coerente Building Information Model a supporto del processo decisionale lungo tutto il ciclo di vita di un'opera e dal quale estrarre la documentazione e le informazioni necessarie.
Tra i principali controlli è possibile evidenziare:
- verifiche di rispondenza ai regolamenti di igiene (altezze minime, volumi, dotazione dei servizi, ecc)
- verifiche delle superfici minime dei locali e degli alloggi in relazione alla loro funzione
- verifiche dei rapporti aereo-illuminanti dei locali
- verifiche delle dimensioni minime di scale ed accessi
- verifiche di accessibilità ai locali (corridoi, servizi igienici, ecc) e della presenza di barriere architettoniche
- verifiche di prevenzione incendi (resistenze al fuoco degli elementi e compartimentazioni, vie di esodo, ecc)
- controllo della presenza di dispositivi di prevenzione incendi all'interno dei locali o dei corridoi
-verifiche di spazi liberi attorno ad un elemento specifico (estintore,ecc).

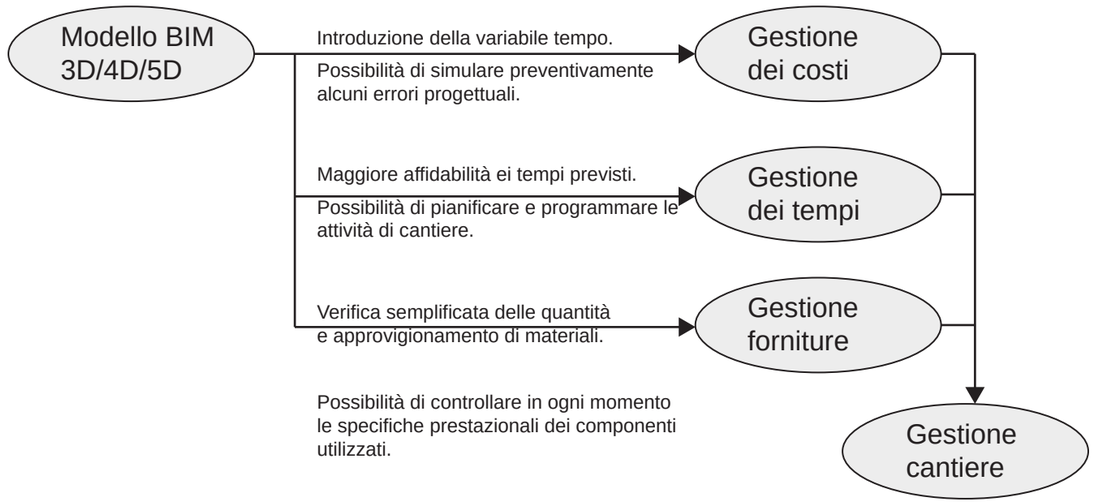
BIM nell'organizzazione del cantiere

Tra gli obiettivi della progettazione integrata vi è il miglioramento dell'attendibilità complessiva delle scelte progettuali afferenti le diverse discipline. La visione parcellizzata di un progetto infatti comporta un aggravio sui tempi e i costi di esecuzione, con un riflesso negativo anche sulla sicurezza del cantiere.Per questo motivo, il legislatore italiano ha ritenuto di introdurre nel processo edilizio la figura del Responsabile dei Lavori, incaricato di assumere per conto del committente le decisioni progettuali finali di ogni disciplina, incluse quelle riferibili all'organizzazione del cantiere e alla sicurezza dei lavoratori. Il dlgs. n. 81/2008 ha ulteriormente specificato come queste scelte, operate dai progettisti specialisti (architetto, strutturista, ecc.), debbano avvenire nel campo delle tecniche costruttive, delle tecnologie, dei materiali e della pianificazione spaziale e temporale dei lavori, anche al fine di eliminare i rischi dal cantiere.Il BIM si presenta dunque come uno strumento vantaggioso per conseguire il risultato di una progettazione complessivamente coerente e sicura da realizzare, così come richiesto dalla legge al Responsabile dei Lavori. La declinazione cantieristica del BIM prende il nome di Construction Site Information Modeling: CoSIM.

Questo aspetto della cosiddetta 'modellazione informativa' si integra con le altre discipline progettuali definendo, prima della fase di appalto, le informazioni di pianificazione e programmazione operativa da associare agli elementi costruttivi presenti nel modello di progetto.Il principio informatore del CoSIM,soddisfa il dettato della recente normativa nazionale sul BIM (UNI 11337), che ha conferito dignità disciplinare alla progettazione cantieristica (ergotecnica) organizzando il progetto della fase esecutiva del procedimento in due fasi fondamentali: modellazione ergotecnica allo stadio di progettazione e allo stadio di produzione.



Il CoSIM allo stadio di progettazione, in particolare, sviluppa una metaprogettazione del cantiere che possa indirizzare/consapevolizzare le scelte progettuali delle altre discipline in funzione della fattibilità economica e temporale degli interventi pianificati, avendo in considerazione la sicurezza del cantiere; in pratica proprio ciò che viene richiesto ad un Responsabile dei Lavori. Allo stato attuale, il principale risultato di un CoSIM di progetto è un Piano di Sicurezza e Coordinamento efficacemente integrato con le altre discipline progettuali grazie alla visualizzazione 3D e alle informazioni operative associate al contesto cantieristico.La disponibilità di un modello tridimensionale rappresentabile con una successione di fasi costruttive e le informazioni ergotecniche a corredo consentono infatti di poter effettuare, in fase di progettazione, simulazioni cantieristiche plausibili sul piano pratico, avendo a disposizione in modo immediato tutte le informazioni utili riguardanti il progetto nel suo contesto ambientale.
Inoltre l'uso del BIM permette di:
- Programmare i lavori in modo più congruente alla realtà del cantiere.
- Migliorare l'identificazione delle situazioni di rischio.
- Progettare il cantiere in modo più accurato riguardo la definizione delle aree di lavoro e delle eventuali interferenze.
- Migliorare il coordinamento e ottimizzazione dell'impiego delle risorse.
- Semplificare i tracciamenti e posizionamenti di imianti o elementi costruttivi tramite procedure automatizzate.
- Migliorare la comunicazione con i fornitori in relazione alla possibilità di inserire specifiche tecniche e codici di catalogo dei materiali.
- Aggiorante in tempo reale le eventuali modifiche in corso d'opera e controllo delle relative conseguenze sulla gestone del cantiere.



BIM nella gestione della commessa

La gestione dei tempi (4D) e dei costi (5D) di una commessa edile, in Italia, è uno dei punti deboli di tutto il processo produttivo del comparto, infatti, così come non siamo abituati a redigere il budget per controllare tempi e costi, non teniamo in considerazione i rischi derivanti da una errata gestione della commessa.Nell'applicazione del BIM la pianificazione dei costi e dei tempi attinge a piene mani dalla metodologia del Project Management ed in particolar modo dalla parte delle aree di conoscenza di project time management e project cost management.Tutti gli operatori fin dalle prime fasi della progettazione dovranno presto entrare nell'ottica che la gestione del semplice computo metrico, fino ad ora completamente disaggregato dalla parte visuale (disegni) non potrà più essere gestita se non come la stampa di un processo più integrato.Il primo passo, sarà sicuramente legare tutto ciò che avverrà in fase computazionale ad una WBS (work breakdown structure) e che potrà essere ripresa e collegata interamente dal modello 3D, declinando quindi la scomposizione che il progettista ha ritenuto più opportuno dare a tutta l'opera.L'esperto BIM che si occuperà di computare e gestire i tempi ed i costi dovrà, con appositi strumenti informatici, legare tutte le misurazioni, non più solo ad un elenco prezzi ma anche agli oggetti parametrici del modello.Gli oggetti parametrici infatti (muri, porte, finestre, pavimenti ecc.) contengono tutta una serie di informazioni che da un lato aiutano nella computazione (detta anche QTO, Quantity take off) e dall'altra ad individuare meglio, grazie alle informazioni contenute ovvero i Loi (level of information), quale articolo di elenco prezzi può esse più idoneo nella sua applicazione avendo, come detto, tutte le informazioni generali di composizione dell'oggetto stesso.Possiamo quindi riassumere che in fase di progettazione la parte computistica assume le basi della parte 5D, ovvero quella parte che ha come primo output il computo metrico estimativo.Avendo creato quindi le "basi" grazie alla WBS ed al computo metrico, è facile assegnare i tempi (4D) per ogni singola lavorazione per poi metterli in sequenza, rispettando le buone regole di programmazione.Le best practice di project management indicano che una volta individuate le risorse (voci di lavorazione che possono essere ancor più approfondite con le analisi dei prezzi, individuando quindi materiali, noli, manodopera) e la loro rispettiva quantità a livello di progetto, si procede prima ad indicare i tempi e poi a metterle in sequenza.In edilizia questa fase è cogente, infatti come già detto, il processo di computazione tramite i prezzari consente di stimare quantità e prezzi contemporaneamente. Questa fase ci aiuta, se completata con le analisi dei prezzi, a calcolare i tempi, ovvero a far fronte alla parte 4D. Calcolare i tempi di una lavorazione avendo le incidenze, ad esempio della manodopera, sulla singola lavorazione non può che essere automatica, infatti basterà metterle in sequenza per poter individuare il percorso critico altre tecniche di project management.Nel BIM, ai passaggi fino ad ora esposti, ci si arriva per gradi, prendendo il verso dai livelli di definizione Lod che vanno ad incidere nella parte progettuale come indica la nuova legge 50/2016, la progettazione di fattibilità tecnico ed economico, la progettazione definitiva, ed in fine prima della gara d'appalto lavori, la progettazione esecutiva. In questo caso i passaggi appena indicati andranno ad alimentare quella parte informativa definita Loi (Level of Information) esterna alla parte grafica ma assolutamente dipendente da essa.

BIM : sicurezza dei cantieri

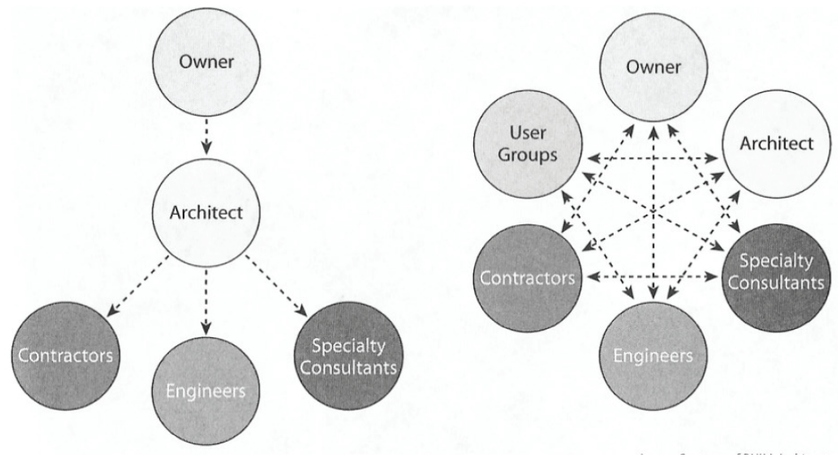
Accanto al document management, affrontare il tema del progetto e della gestione della sicurezza nei cantieri con soluzioni basate su modelli tradizionali, come per esempio software C.A.D. 2D o 3D non è una strada percorribile perché comporterebbe un incremento dei tempi e dei costi del sistema di produzione degli elaborati che non può essere accettato. In questo ambito il Building Information Modeling, con le sue infinite potenzialità, può proporsi come modello risolutivo. Il modello di cantiere è da considerarsi come un sistema composto da molteplici elaborati; rappresenta il momento conclusivo dell'analisi del progetto e della programmazione dell'intervento e, come previsto nell'allegato XV del D.lgs. 81/2008, deve ottemperare alla necessità di corredare i piani di sicurezza con tavole e disegni esplicativi.
Il sistema layout di cantiere, perché sia uno strumento valido alla fase operativa di realizzazione del progetto, in particolare per tutti quegli aspetti in grado di permettere la corretta gestione della sicurezza, deve includere e gestire allo stesso tempo gli aspetti produttivi, quelli di logistica e quelli spaziali soprattutto per permettere di valutare le interferenze tra le differenti lavorazioni e attività. Quest'ultimo tema è quello più significativamente vicino alla gestione della sicurezza in un cantiere. La coincidenza temporale e spaziale di attività e squadre diverse è un fattore di rischio importante per i lavoratori edili; il sistema deve essere in grado di evidenziare e prevedere le interferenze. Se è quindi condiviso essere necessario un approccio progettuale al tema e riconosciuta la complessità degli elaborati da redigere, si tratta di individuare la soluzione tecnologica al tema.L'utilizzo del B.I.M. per gestire la sicurezza dei canteri è una strada promettente che si concretizza nella definizione di modelli intelligenti dai quali, come immediata risposta, si ha la produzione degli elaborati grafici previsti dalla normativa ma, soprattutto, l'integrazione degli aspetti della sicurezza nel modello generale dell'edificio che tende a essere sempre più dettagliatamente la riproduzione digitale dell'edificio e delle sue componenti. L'integrazione degli aspetti della sicurezza nel sistema permette di verificare con continuità nello sviluppo dei lavori, l'efficacia delle ipotesi operative sulla sicurezza ideate in fase preliminare o di evidenziare interferenze tra i sotto-modelli strutturale, impiantistico, architettonico e quindi di cantiere. L'utilizzo del BIM per gestire la Sicurezza è un processo che si concretizza nella definizione di Layout Evoluti dai quali si ottiene la produzione degli elaborati grafici previsti dalla normativa che supportano l'attività del progettista della Sicurezza.Pertanto l'integrazione degli aspetti legati alla Sicurezza nel Processo Produttivo in generale, insieme agli aspetti legati alla progettazione (strutturale, architettonica, impiantistica), al cost-control, alla programmazione dei tempi e di tutto quanto determina la costruzione, l'esercizio e la dismissione di un opera o di un qualsivoglia prodotto si congiungeranno in un unico ambiente integrato.Il Piano di Sicurezza e Coordinamento è un documento ufficiale che deve essere presente in cantiere e che fa parte del contratto d'appalto.
A causa del valore legale di tale documento non è possibile sostituire il PSC
cartaceo con un oggetto digitale. D'altra parte gli strumenti informatici possono risultare utili nella redazione della documentazione di cantiere e nella
progettazione dello stesso. L'obiettivo di questa tesi è quella di mostrare come l'utilizzo di una strategia BIM possa migliorare questo aspetto, aiutando il coordinatore per la sicurezza nel curare la documentazione necessaria. Un altro elemento importante che si vuole sottolineare riguarda l'importanza della trasmissione delle informazioni contenute in questi documenti a chi esegue realmente i lavori. Affinché le scelte di progetto siano davvero efficaci è necessario che tutti i soggetti coinvolti conoscano le indicazioni presenti nel Piano di Sicurezza e
Coordinamento
.
Questo aspetto infatti è sottolineato nell'articolo 100 del D.lgs. 81/2008, comma 3:

> I datori di lavoro delle imprese esecutrici e i lavoratori autonomi sono tenuti ad attuare quanto previsto nel piano di cui al comma 1 e nel piano operativo di sicurezza.

L'intenzione è quella di creare degli elaborati grafici esplicativi del progetto del cantiere che possono migliorare la conoscenza delle problematiche e le modalità di gestione descritte nei documenti cartacei.

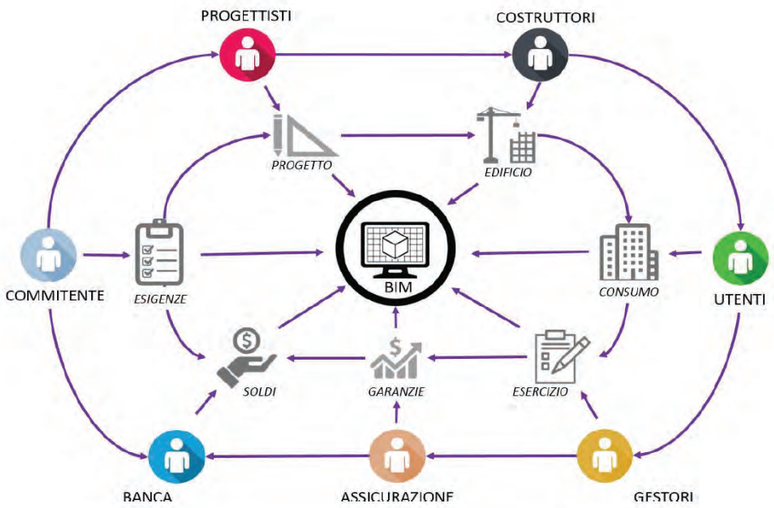
Soggetti coinvolti nel processo BIM

Ad oggi l'architetto è ancora il leader del gruppo di progettazione, ma mentre ci sono alcuni committenti che sono ancora concentrati su questa figura, si percepisce che gli attori di tutte le altre discipline che sono coinvolte nella progettazione prendono sempre più importanza.
-I progettisti
Al di là dell'architetto, ci sono più figure che partecipano al gruppo di progetto, che sono architetti d'interni, progettisti del verde, ingegneri civili, strutturali, meccanici, elettrici ed idraulici. Nel ventesimo secolo si sono poi aggiunte altre nuove figure specializzate come coloro che si occupano della stima dei costi, i designer della luce, certificatori acustici, della sicurezza, antincendio, delle telecomunicazioni, consulenti delle energie rinnovabili, agenti immobiliari, progettisti per un'edilizia sostenibile, etc. Va anche considerato che spesso il committente ha selezionato il gruppo di progetto in base a chi gli ha proposto il prezzo più basso, per cui i soldi da investire in figure specializzate sono spesso estremamente limitate. È necessario riuscire ad integrare tutte queste specializzazioni nel processo di progettazione nei tempi e nei modi giusti. Ogni branca specialistica vedrà lo stesso progetto sotto aspetti completamente diversi e avrà necessità spesso che possono entrare in collisione tra loro. Ognuna svilupperà una sua metodologia per risolvere il problema e proporrà soluzioni. È necessario riuscire a prelevare la migliore idea da tutti ed applicarla. Oggi le nuove tecnologie di comunicazione permettono ai membri del team di poter interagire anche a distanza dal sito di costruzione, ma per fare ciò è necessario che tutti possano interloquire in maniera univoca così che questo possa essere un vantaggio e non fonte di nuovi problemi.
- Il committente
La committenza potrebbe essere composta da una sola figura oppure da un gruppo di persone che possono essere familiari, colleghi o persone che hanno anche determinate specializzazioni che lavorano in maniera gerarchica.
L'impresa costruttrice:
L'impresa costruttrice si avvale dei disegni che arrivano dal team di progettazione. Questa in genere, una volta verificati i requisiti necessari, viene scelta in base a quella che propone il prezzo più basso. L'impresa però può poi portare a delle modifiche di progetto basandosi sulla fattibilità di alcune opere, sui tempi nell'eseguire una lavorazione in una maniera piuttosto che in un'altra portando così ad una variazione dei costi. Si avrebbe un processo più efficiente e sostenibile se si potesse coinvolgere l'impresa costruttrice fin dalle prime fasi della progettazione.Per poter far dialogare queste figure in maniera corretta e continua così da poter raggiungere i singoli obiettivi volta per volta, risolvere i problemi e poter sviluppare un progetto sostenibile è necessario avere un strumento di comunicazione, di progetto, di visualizzazione, di stima efficace. Un modello BIM sempre collegato ed accessibile a tutte le figure, che visualizza, aggiorna, modifica in tempo reale ogni singolo aspetto del progetto è ideale.



Bisogni e Benefici del BIM per ogni utenti

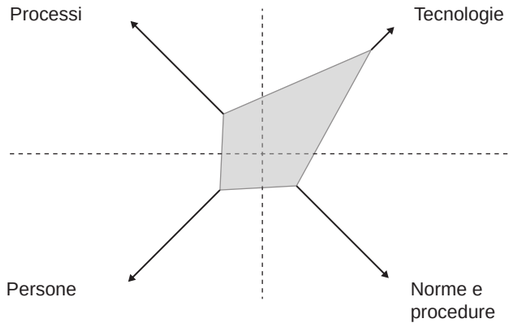
UTENTI BIM	BISOGNI	BENEFICI
Professionisti	Comunicazione efficace Qualità della prestazione Differenziazione del prodotto	Semplicità del messaggio Controllo normativo Riduzione degli errori Riduzione delle ripetizioni
Sviluppatori	Comunicazione efficace Qualità del prodotto Soluzione dei problemi	Semplicità del messaggio Controllo fornitori Rispetto delle scadenze Affidabilità del prodotto
Costruttori	Controllo forniture Rispetto del contratto Soluzione dei problemi	Gestione dei controlli Rispetto delle scadenze Rispetto dei costi
Gestori	Garanzia funzionalità Pianificazione delle spese Soluzione degli imprevisti	Programmazione a lungo termine Dialogo con l'utente Efficienza gestione
Pubblica Amministrazione	Comunicazione efficace Efficienza del servizio Garanzia imparzialità Amministrazione delle risorse	Semplicità del messaggio Trasparenza dati Incremento dei servizi Soddisfazione e interazione utenza
Credito e Assicurazione	Chiarezza delle informazioni Garanzie	Trasparenza dati Riduzione del rischio Esposizione controllata



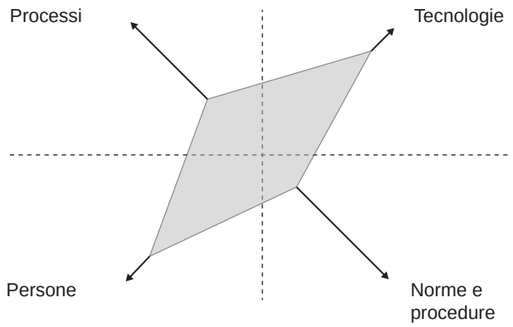
BIM : nuove figure professionali

Nuove figure professionali stanno nascendo grazie all'introduzione del BIM nel mondo delle costruzioni,la normativa inglese identifica fino a sette nuove professionalità,le qauli possono essre riassunte in tre principali ruoli come:

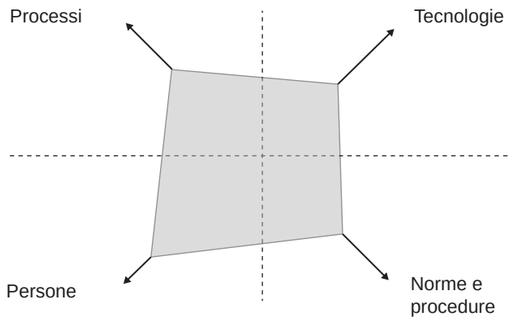
-Bim Specialist:
è in grado di utilizzare il software per la realizzazione di un progetto BIM, secondo la propria competenza disciplinare (architettonica, strutturale, impiantistica, ambientale) e di comprendere e utilizzare la documentazione tecnica e operativa aziendale per la produzione degli elaborati e dei modelli (standard e procedure).



-Bim Coordinator:è in grado di gestire e coordinare progetti BIM multidisciplinari secondo le risorse, gli standard e le procedure aziendali e di utilizzare gli strumenti software necessari per il coordinamento delle attività di redazione, controllo e gestione del progetto BIM. Conosce inoltre le modalità di utilizzo dei software per la redazione dei modelli BIM per una o più discipline. È in grado di comprendere, utilizzare e aggiornare la documentazione tecnica e operativa della commessa per la produzione degli elaborati e dei modelli (standard e procedure).



-Bim Manager:è in grado di gestire e coordinare progetti BIM multidisciplinari secondo le risorse, gli standard e le procedure aziendali. È il responsabile della gestione e del coordinamento delle informazioni per i fornitori coinvolti nei servizi di progettazione,realizzazione e gestione dell'opera. È inoltre il responsabile dell'implementazione dei processi e della strategia BIM all'interno dell'azienda e della redazione della documentazione tecnica e operativa della commessa per la produzione degli elaborati e dei modelli (standard e procedure).



General Contractor

Nel settore delle ristrutturazioni può accadere che alcuni committenti, soprattutto se poco esperti della materia, si imbattano in una serie di problematiche diverse, talvolta di difficile risoluzione. E le difficoltà, molto spesso, finiscono per amplificarsi sia sotto il profilo economico che temporale. Una soluzione che ultimamente viene adottata, è quella consistente nell'individuazione di un "general contractor". Con il termine general contractor (o appaltatore generale) si intende una persona fisica o una società giuridica, che viene individuata dal committente finale per ottimizzare tutti i processi di costruzione.
L'obiettivo che porta all'individuazione del general contractor è semplice e intuibile, e mira all'ottimizzazione dei tempi e del costo economico, nonché alla diversificazione delle responsabilità, tecniche e giuridiche, da parte del committente. Soprattutto in processi complessi l'individuazione di una figura terza presenta innumerevoli vantaggi. Innanzitutto essa possiede estrema contezza dei processi costruttivi e di tutte le varie tempistiche da rispettare. Tale modo di agire contempla, oltre le scadenze tecniche, anche quelle burocratiche la cui mancata ottemperanza porta, alle volte, a degli stop estremamente anti-economici.Il general contractor funge inoltre da coordinatore di tutte le altre professionalità che interverranno nel processo di costruzione, e ciò permette, oltre al risparmio dei tempi morti di attesa, anche un maggiore risparmio economico, essendo i sub contractor individuati in base all'esperienza del general contractor e alla convenienza che essi garantiscono all'interno del processo costruttivo. Di solito chi svolge il ruolo di general contractor ha delle caratteristiche ben determinate. All'interno dello staff ci saranno infatti delle professionalità specifiche che nei settori di appartenenza conoscono la materia alla perfezione. Queste riusciranno ad individuare le maggiori criticità durante le varie opere di costruzione o ristrutturazione, e grazie alla loro specifica competenza sapranno come fare per superarle in tempi brevi e senza costi esorbitanti. Non è raro inoltre che all'interno della struttura organizzativa del general contractor, ci sia anche un ramo aziendale che si interessi di recepire eventuali finanziamenti. Quest'ultima caratteristica, soprattutto negli ultimi tempi, sta ottenendo un'attenzione sempre maggiore e di fatto contribuisce a far assurgere al ruolo dell'appaltatore generale una mansione totalizzante a 360°.

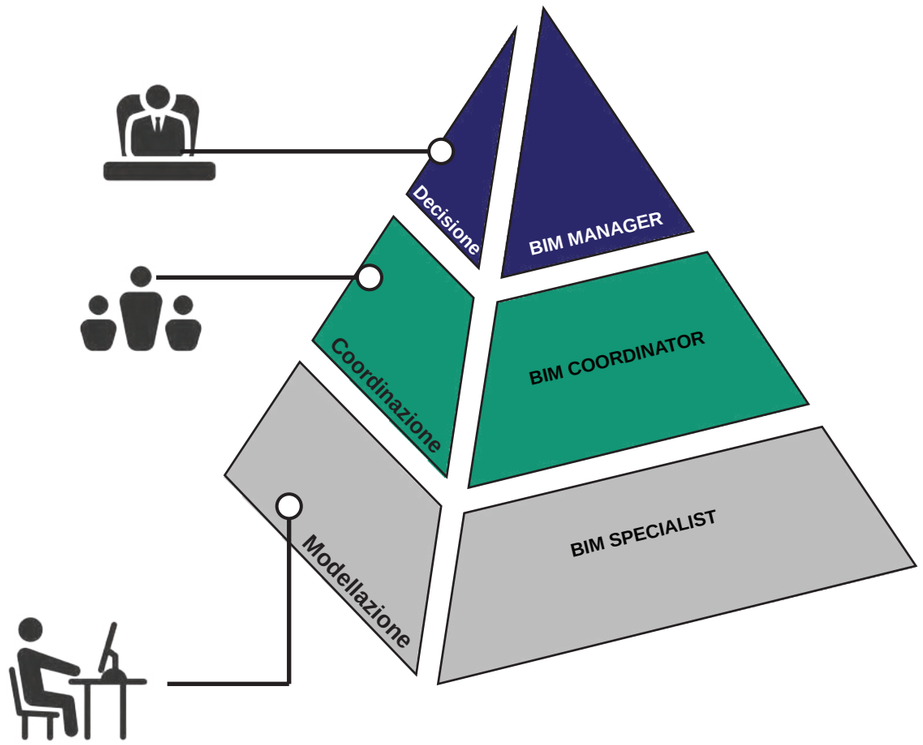
Facility Manager

Il Facility Management presuppone l'integrazione di una serie di attività e una struttura di gestione che, oltre a competenze economico-finanziarie, deve possedere cognizioni specifiche di tipo ingegneristico, architettonico, organizzativo e relazionale. Tale struttura di gestione è chiamata Facility Department con a capo il Facility Manager. La responsabilità del Facility Manager è assai ampia e comprende l'area strategica, di analisi e controllo e gestionale-operativa relativamente al patrimonio immobiliare strumentale, ai servizi tecnici, accessori, generali, ecc. Le prime due aree sono da considerarsi strategiche per l'azienda e costituiscono l'attività predominante del Facility Manager, alle quali dedica, o dovrebbe dedicare, la maggior parte del proprio tempo e delle proprie energie. Questa figura professionale si caratterizza per un elevato livello di managerialità; il Facility Manager ha infatti necessità di conoscere a fondo le strategie aziendali per poter progettare servizi e spazi di lavoro utili ad agevolare il cambiamento e contribuire al raggiungimento degli obiettivi aziendali. Entrando più nel dettaglio il Facility Manager durante la propria giornata lavorativa svolge compiti diversi ma al tempo stesso integrati tra loro:

- Attività relazionale e decisionale, che concretamente si realizza mediante riunioni con il Top Management e/o con i Manager delle diverse Business Unit, con l'obiettivo di definire le strategie e le politiche di gestione delle facility e di individuare le necessità di servizio;
- Gestione economico finanziaria ovvero previsioni di spesa, stesura budget, benchmarking, analisi degli scostamenti budget-consuntivo, definizione modalità di ripartizione costi, ecc.
- Controllo ovvero analisi dei risultati della gestione (attraverso la reportistica fornita dai fornitori di servizio), visite ispettive allo scopo di monitorare la qualità dei servizi, riunioni con i fornitori, ecc.

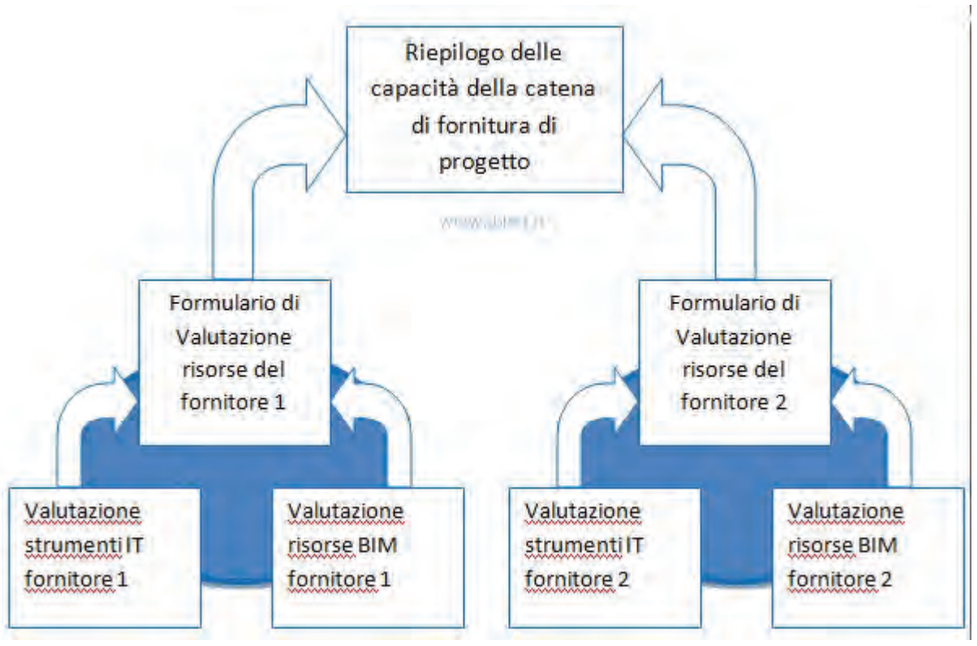
È inoltre responsabile della progettazione dei servizi (stesura procedure operative, definizione strategie e piani di manutenzione, ecc) e della gestione operativa (ricezione richieste dal Cliente Interno, contatto con i fornitori, ecc..). Queste attività sono svolte direttamente dalla struttura del Facility Department (che può essere interna, esterna o mista).

Il Facility Manager deve inoltre avere le competenze di un Project Manager dato che riveste questo ruolo quando sono in atto progetti di cambiamento organizzativo che comportano la realizzazione di nuovi spazi di lavoro, il trasferimento della sede aziendale, nuove costruzioni e/o ristrutturazioni, progettazione e design di interni, ecc.In definitiva, il Facility Manager deve non solo saper maneggiare numeri e bilanci, e gestire risorse, ma anche essere in grado di interpretare le strategie dell'azienda, coglierne le esigenze presenti e future e utilizzare i migliori strumenti e la metodologia più adatta di controllo. Deve inoltre saper utilizzare gli strumenti più idonei a influenzare le scelte dell'azienda e a veicolare il cambiamento; deve quindi riuscire ad intervenire nel contesto dello sviluppo del business con una notevole capacità di coinvolgimento e integrazione di persone, risorse e strutture.



BEP- Bim execution plan pre-contrattuale

Lo scopo del Piano Esecutivo BIM (BEP) pre-contrattuale è quello di dimostrare che l'approccio proposto dal fornitore principale (capofila) è supportato da partner (sub-fornitori) con capacità, esperienze e competenze necessarie a soddisfare le Richieste Informative della Committenza (EIR). In questo senso potremmo dire che il BEP pre-contrattuale obbliga il capo fila a pre-selezionare i partner più adeguati a svolgere correttamente le attività BIM. Come parte del processo di selezione del capofila di progetto, il committente, richiederà (nelle EIR) agli offerenti di presentare i dettagli del loro approccio alla gestione delle informazioni di progetto, dettagli che dovranno essere sufficienti a dimostrare l'approccio proposto, la capacità, l'esperienza e le competenze dei sub-fornitori nel soddisfare le EIR.Il BEP deve consentire al datore di lavoro di determinare se i requisiti all'interno del'EIR sono realizzabili, e se necessario, consentire una regolazione o la negoziazione delle capacità di tutta la catena di fornitura.Dopo aver vinto la gare per l'assegnazione del contratto, il BEP deve essere ri-presentato dal fornitore al datore di lavoro per confermare l'offerta delle capacità, il Piano Principale di Consegna delle Informazioni (Master Information Delivery Plan – MIDP) e confermare che tutte le parti interessate abbiano concordato e si sono impegnati al rispetto del BEP.Il BEP post-contrattuale deve essere presentato dal fornitore principale al committente per conto di tutta la catena di approvvigionamento e deve includere una sintesi delle loro capacità e responsabilità. I sub-fornitori saranno responsabili per tutto il flusso di informazioni della loro catena di fornitura.Il contenuto del BEP pre-contrattuale è composto da tutto ciò che viene richiesto nelle EIR più le seguenti informazioni:
il piano di attuazione del progetto (PIP – Project Implementation Plan);
gli obiettivi del progetto per la collaborazione e le informazioni di modellazione;
le principali tappe del progetto coerenti con il programma di progetto;
la strategia di consegna del modello informativo di progetto (PIM – Project Information Model).
Piano di attuazione di progetto (PIP – Project Implementation Plan)
Il PIP deve essere presentato, come parte del BEP pre-contrattuale, da ciascuna organizzazione che intende partecipare al progetto.
Il PIP è uno dei documenti utilizzati dal datore di lavoro per valutare la capacità, competenza e esperienza che i potenziali fornitori offrono per un progetto, insieme alla documentazione dimostrante la qualità.
Il PIP dovrebbe comprendere le schede di valutazione delle capacità di filiera:
-la scheda di valutazione dei fornitori per la gestione delle informazioni edili;
-la scheda di valutazione delle tecnologie del fornitore per la gestione delle informazione;
-la scheda di valutazione delle risorse umane del fornitore.
Le seguenti schede si riferiscono alla valutazione delle capacità di fornitura di servizi dei fornitori e lo scopo principale della valutazione è di utilizzare il processo di offerta (la gara) per confermare che le capacità a disposizione sono in grado di implementare il BEP come presentato nell'offerta.
I contraenti principali sono invitati a rivedere le capacità della catena di approvvigionamento come parte del loro processo di offerta del contratto principale in modo da garantire che la capacità ci siano e che le offerte della catena di approvvigionamento si basano su proposte di produzione e gestione d'informazioni già sperimentate.
Una scheda di valutazione BIM del fornitore è completata da tutte le organizzazioni della catena di approvvigionamento, in modo da dimostrare la loro competenza in e la comprensione del BIM e fornire un documento con il quale è possibile valutare la loro capacità.
Una scheda di valutazione BIM del fornitore deve includere domande che esaminano le seguenti aree di competenza:
le domande di gateway – una serie di domande chiave circa la volontà e disponibilità a scambiare dati e la qualità degli stessi ;
analisi BIM – un'opportunità per ogni organizzazione di dimostrare la sua comprensione di ciascuno dei metodi di analisi che potrebbero essere utilizzati per il progetto;
esperienza di progetto BIM – un'opportunità per ogni organizzazione di evidenziare fino a tre progetti dove i benefici della gestione delle informazioni edili sono stati rilasciati;
questionario capacità BIM – una serie di domande a aiutare il team di progetto per identificare bisogni di formazione, coaching e requisiti di supporto.
Scheda di valutazione delle tecnologie informative (IT) del fornitore
Completato da tutte le organizzazioni all'interno della filiera, di solito in collaborazione con il reparto IT dell'organizzazione, il formulario della valutazione IT dei fornitori deve consentire alle aziende di dimostrare la loro capacità di scambio di informazioni e la maturità IT, e fornire un metodo significativo per valutare differenze e analogie con i vari sistemi informatici di progetto.
La scheda di valutazione IT del fornitore deve includere domande che esaminano le seguenti aree di capacità e competenza:
informazioni generali e aziendali in materia di politiche per lo scambio di informazioni destinati a mostrare quali dati elettronici e informazioni la società è disposta a scambiare;le informazioni tecniche sui software e i sistemi destinati a consentire alla società principale di avere fiducia che la squadra di progetto abbia sistemi e procedure informatiche abbastanza maturi e robusti.
Sulla base delle risposte dalla catena di fornitura, metodi di condivisione delle informazioni devono essere riesaminati e risolti dal fornitore principale. Le soluzioni concordate devono essere documentate nel BEP finale che verrà presentato alla committenza.
Se i modelli di un fornitore non possono essere scambiati o combinati con i modelli di altre squadre, la produzione di disegni può essere molto difficile da raggiungere.
Problemi di scambio modelli e documenti o di interoperabilità devono essere risolti il più presto possibile, idealmente prima che la progettazione venga avviata.
Modulo di valutazione delle risorse del fornitore
Il modulo di valutazione delle risorse del fornitore deve essere usato per valutare la capacità e l'esperienza delle risorse correnti di un'organizzazione. Il modulo deve essere compilato da tutte le organizzazioni all'interno del team come parte del processo di approvvigionamento dei subappaltatori.La scheda di sintesi delle capacità della catena di fornitura deve essere utilizzata per facilitare un rapido confronto delle informazioni tra i team IT e le schede di valutazione delle risorse previste da ogni organizzazione.
Questa sezione serve al capofila per ottenere sufficienti informazioni riguardanti la capacità, le esperienze e l'intento dei membri della catena di approvvigionamento ad assicurare la capacità adeguate a soddisfare i requisiti del contratto e le EIR in modo tempestivo ed efficiente.



BEP- Bim execution plan post-contrattuale

Dopo l'aggiudicazione del contratto, il Piano di esecuzione BIM ha lo scopo di organizzare e quindi facilitare la gestione e le consegne previste dal progetto. Questo deve includere il contratto con i requisiti di scambio di informazioni che esposti in un protocollo BIM accompagna i risultati più ampi del progetto stabiliti dal contratto.
Il piano esecutivo dovrà regolare i processi di scambio informazione sia all'interno del progetto che verso la committenza. I fornitori che partecipano al progetto BIM, dovranno garantire che le informazioni fornite dalla loro catena di fornitura saranno di un livello qualitativo coerente con gli accordi contrattuali (scambi di informazioni verso la committenza), ma dovranno garantire anche la fornitura di informazioni ai loro partner della catena di fornitura in momenti predefiniti del progetto (scambi di informazioni verso la catena di fornitura).
Produzione del piano di esecuzione BIM (BEP) post contrattuale:
Il contenuto del BEP post contrattuale consiste in tutto ciò che è richiesto nelle EIR, più le seguenti informazioni:
1.Gestione:
ruoli, responsabilità e autorità;
le principali tappe del progetto coerenti con il programma di progetto;
strategia di consegna del modello informativo di progetto;
strategia di indagine attraverso l'uso di nuvole di punti, rilevatori di luce (LIDAR) o sistemi satellitari di navigazione (GNSS);
normative esistenti per l'uso dei dati;
l'approvazione delle informazioni; e
processo di autorizzazione PIM;
2.Pianificazione e documentazione:
rivedere il PIP confermando le capacità della catena di fornitura;
concordare i processi di progetto per la collaborazione e la modellazione delle informazioni;
concordare la matrice delle responsabilità di tutta la catena di fornitura;TIPS; e MIDP;
3. Il metodo standard e la procedura:
la strategia di volume;origine del PIM e orientamento (che può anche essere geo-riferita alla superficie terrestre utilizzando un sistema di proiezioni specificato);Convenzione per la denominazione dei file;
Convenzione di denominazione dei layer, se usato;Concordare le tolleranze costruttive per tutte le discipline;modelli del foglio di disegno;annotazione, dimensioni, abbreviazioni e simboli; e attributi dei dati;
4. Soluzioni IT:
versioni del software;formati di scambio;processi e sistemi di gestione dei dati.
La produzione del piano di consegna delle informazioni (MIDP – Master Information Delivery Plan)
A seguito dell'aggiudicazione del contratto, il Manager responsabile per la consegna del progetto (PDM – Project Delivery Manager), avvia una riunione introduttiva di progetto per:
confermare la disponibilità e la capacità delle risorse in relazione alla matrice delle responsabilità rilasciata come parte delle EIR; individuare le esigenze di formazione e istruzione;collaborare nello sviluppo del MIDP con riferimento alla TIP dei membri del team. Il MIDP deve essere utilizzato dal PDM per la gestione dell'invio delle informazioni nel corso del progetto.Il MIDP deve indicare le informazioni da fornire durante il progetto, inclusi ma non limitati ai modelli, disegni o interpretazioni, specifiche tecniche, attrezzature, orari, tabelle, ecc. Piano delle attività di distribuzione delle informazioni (TIDP – Task Information Delivery Plan)
Ogni team manager di un attività deve compilare il proprio TIDP, con le sue pietre miliari. Questi devono essere utilizzati per assegnare la responsabilità della consegna a ciascun fornitore di informazioni.
Nel produrre il MIDP, le pietre miliari all'interno di ogni TIDP, devono essere allineate con il programma di progettazione e di costruzione.
Per ogni prodotto (deliverable), il TIDP è utilizzato per indicare il membro del team responsabile o per far notare che tale responsabilità non è ancora stata assegnata.
Le TIDP devono essere utilizzate per mostrare come la responsabilità della preparazione della documentazione di progetto si trasferisce da un membro del team ad un altro.Le TIDP devono essere utilizzati per tenere conto della richiesta sequenza di preparazione del modello per qualsiasi pacchetto di lavoro (WP – Work Package) utilizzato nel progetto.Il TIDP fa parte del BEP.

Ruoli, responsabilità e autorità del team di consegna di progetto

Informazioni generali:
La chiarezza dei ruoli, responsabilità e autorità sono un aspetto essenziale per una gestione delle informazioni efficace. I ruoli devono essere incorporati in contratti, sia attraverso uno specifica della programmazione dei servizi o anche attraverso una descrizione più generale degli obblighi. I ruoli di gestione delle informazioni potrebbero essere incorporati in più ampi ruoli di progetto come il capo del team di progettazione, contraente principale, etc.
La norma tecnica PAS 1192 identifica i tipi di ruoli che dovrebbe essere considerati e le probabili responsabilità. Va ricordato che questa specifica dovrebbe essere letta insieme ad altra documentazione come il piano di lavoro e la pianificazione dei servizi. I ruoli indicati qui sono puramente indicativi e saranno diversi da un progetto all'altro a seconda del settore di riferimento, le dimensioni del progetto ed il livello in cui ci si posiziona all'interno della catena di fornitura (supply chain). La chiave per l'assegnazione dei ruoli, responsabilità e autorità è l'adeguatezza e la capacità che l'organizzazione è in grado di fornire. Nelle piccole imprese molti di questi ruoli possono essere effettuati direttamente dalla stessa persona.
Su progetti che vengono gestiti secondo il protocollo CIC BIM (2013), un ruolo chiave è quello del gestore di informazioni (Information Manager). Il gestore delle informazioni ha un ruolo nel facilitare la gestione del modello federato e la produzione dei risultati del progetto. L'information manager è anche responsabile della gestione del funzionamento, delle norme e della cultura di un ambiente comune di condivisione dei dati. Il gestore di informazioni non è un ruolo solitario, e si aspetta che passi dal team di progettazione al costruttore prima di avviare il cantiere. Sotto il Protocollo BIM, un cliente è obbligato a nominare un information manager per tutte le fasi del progetto.
Nel corso della riunione di investitura, devono essere identificati e confermati come possibilità il maggior numero di ruoli di gestione delle informazioni.
I ruoli e le responsabilità dei singoli membri del team devono essere definiti, così come il calendario delle responsabilità di consegna di tutta la squadra, tenendo presente che una persona può coprire molteplici ruoli.
I ruoli non devono essere confusi con i titoli delle persone, che possono differire da organizzazione a organizzazione, ma i fattori importanti sono la proprietà, responsabilità e autorità.I fattori di cui abbiamo parlato possono essere convogliati utilizzando gli indicatori "RACI" (per identificare "R" il responsabile, "A" la parte che autorizza, "C" la parte che contribuisce e "I" le parti da tenere informate).
La gestione delle informazioni è parte del lavoro di tutti.
Il'inizio di un progetto, i ruoli devono essere assegnati e registrati, e tutte le informazioni di contatto devono essere elencate per ogni ruolo.

BIM e Realtà virtuale

L'espressione realtà aumentata (augmented reality, AR) nasce nel 1992 ed è coniata dal ricercatore Thomas Preston Caudell della Boeing; con essa si intende
l'arricchimento della nostra percezione sensoriale mediante vari livelli di informazioni, in genere elaborate e trasmesse
elettronicamente, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi.Sviluppata dapprima in campo militare (guida assistita), come altre innovazioni tecnologiche, la realtà aumentata è stata applicata nel marketing e nella pubblicità. Poi ha conquistato videogiochi e turismo.Le informazioni che aumentano la realtà percepita possono essere aggiunte sullo schermo di un computer o dispositivi mobili (smartphone, tablet, smart glass), tramite una webcam che riprende il mondo circostante e i relativi software, in grado di riconoscere appositi marcatori (AR Tag), che immediatamente sovrappongono all'immagine reale contenuti aggiuntivi come video, audio, oggetti 3D e così via. E' ad esempio possibile inquadrare un oggetto con il proprio cellulare e avere immediatamente informazioni di vario tipo su questo oggetto.

La realtà virtuale nasce, invece, dalla volontà di "replicare" la realtà in un mondo non reale, riproducendone le caratteristiche dal punto di vista sensoriale (visivo, uditivo, tattile e anche olfattivo), al fine di compiere azioni nello spazio virtuale superando limiti fisici, economici, di sicurezza. Nella realtà virtuale, le informazioni sono aggiunte o sottratte elettronicamente; i dati vengono quindi ricostruiti da un computer e diventano preponderanti, fino ad ingannare i sensi, con la sensazione di trovarsi "immersi" in una nuova situazione, in una nuova realtà ricostruita, che è appunto virtuale.La realtà virtuale ben si presta a riprodurre modelli tridimensionali di un progetto (applicazione tipica della metodologia BIM).In generale, possiamo affermare che la realtà aumentata è basata sul potenziamento dei sensi, mentre la realtà virtuale sull'alterazione dei sensi. C'è poi la realtà immersiva, che potrebbe essere considerata l'evoluzione della realtà virtuale: indossando un particolare visore che copre completamente il campo visivo, ci si trova "immersi" in una nuova realtà. Si utilizza un vecchio trucco, la stereoscopia: vengono mostrate immagini realistiche leggermente diverse a ciascuno dei due occhi. Questo inganna il cervello dell'utente, creando effetto di profondità, trasformando la coppia di immagini nell'esperienza unitaria di un mondo tridimensionale.Appositi tracciatori di movimento, montati sia sul visore sia all'esterno, seguono i movimenti della testa dell'utente, aggiornando la sua visione a seconda di come si sposta; talvolta sono disponibili anche dispositivi di controllo manuale, che gli permettono di interagire con gli oggetti virtuali.Il risultato è l'illusione di trovarsi completamente immersi altrove. La realtà virtuale/immersiva ha molti usi, primo tra tutti l'intrattenimento, soprattutto di tipo videoludico. Questo però non è l'unico ambito di utilizzo: con i visori infatti si possono visualizzare anche foto e filmati a 360°. E' possibile offrire la possibilità di vivere esperienze che normalmente sono precluse alle persone comuni, come ad esempio pilotare un caccia o un'auto di Formula 1 o visitare città e monumenti senza il bisogno di arrivarci materialmente.

Il BIM (Building Information Modeling, ossia modello di informazioni di un edificio) è definito come la "rappresentazione digitale di caratteristiche fisiche e funzionali di un oggetto"; può essere immaginato come un modello di:
- programmazione
- progettazione
- realizzazione
- manutenzione

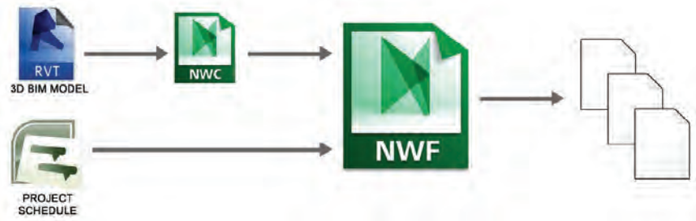
di una costruzione che utilizza un modello informativo, ossia un modello che contiene tutte le informazioni che riguardano il suo intero ciclo di vita, dal progetto alla costruzione, fino alla sua demolizione e dismissione. Si intuisce facilmente come la realtà virtuale sia un concetto intimamente legato con il BIM. Il BIM consente infatti di ottenere il modello virtuale 3D di un edificio, che per definizione è un modello di realtà virtuale.
Ovviamente è più semplice ricostruire un ambiente virtuale quando già sono state definite molte caratteristiche: quando il progetto è redatto con un software BIM, il modello già contiene tutta una serie di informazioni di tipo geometrico, spaziale, sui materiali, sui colori, ecc..
Il legame, quindi, tra BIM e realtà virtuale è molto profondo.Avere in tempo reale informazioni sui particolari costruttivi, sugli impianti, poterne verificare percorsi e punti critici consente di programmare già in sede progettuale le attività di manutenzione e di controllo.Per architetti ed ingegneri lavorare in cantiere è sempre una sfida; supervisionare un progetto in fase realizzativa non è mai semplice, perché sono molteplici i fattori da monitorare per assicurarsi che tutto venga fatto secondo i progetti, in sicurezza e soprattutto rispettando i tempi. BIM, dispositivi smart, realtà virtuale e tecnologie cloud danno un notevole contributo alla risoluzione di questa esigenza, spianando la strada per una nuova frontiera nel settore delle costruzioni, rimpiazzando la modalità di lavoro manuale, trasformando i team, i ruoli e i processi, rendendo possibile la collaborazione. La presentazione e la condivisione dell'idea progettuale è un elemento fondamentale della progettazione architettonica.La pianta, le sezioni e i prospetti di un progetto altro non sono che una rappresentazione bidimensionale dell'idea progettuale in grado di trasmettere informazioni a chi è interessato alla costruzione dell'opera.Il grande limite dei disegni tecnici 2D è che non riescono a trasmettere in maniera immediata all'utente finale (che è generalmente il committente dell'opera) le caratteristiche estetiche e funzionali che avrà l'opera.
Molto spesso, per comprendere alcune tavole (ad esempio piante e sezioni articolate) occorre essere dei veri tecnici.In definitiva, accade spesso che l'utente finale non sia in grado di carpire l'essenza di un progetto dalle tavole messe a disposizione dal progettista e deve essere quest'ultimo a illustrare ogni singolo particolare al suo cliente.Grazie all'evoluzione tecnica e tecnologica, nuovi strumenti sono venuti in soccorso al progettista: le rappresentazioni del progetto sono divenute sempre più aderenti alla realtà, allo scopo di facilitare la trasmissione dell'informazione e per trasmettere l'emozione che il design è in grado di suscitare.
Nel tempo sono state introdotte molte nuove rappresentazioni del progetto, prima inimmaginabili: assonometrie tridimensionali, prospettive, rendering fotorealistici, foto inserimenti, fino a giungere ad animazioni e filmati.Infatti, disporre di strumenti quali il renderig real-time (render in tempo reale, senza necessità di attesa alcuna) e o la visualizzazione del modello 3D renderizzato direttamente in un visore, consente al progettista nuove modalità progettuali.

Grazie a queste tecnologie architetti ed ingegneri possono generare molteplici opzioni e scenari per uno stesso progetto in maniera più rapida e sfruttarlo come straordinario vantaggio competitivo.
Sono in grado, quindi, di prendere decisioni migliori e più sostenibili, con evidenti risparmi in termini di costi.
Potranno ad esempio valutare in tempo reale:
- se una finestra è ben posizionata rispetto all'esposizione della parete;
- se la schermatura offerta da una tenda è sufficiente nelle ore più luminose;
- se un elemento della struttura costituisce un intralcio
- se gli elementi architettonici sono ben dimensionati
- se i colori delle pareti sono abbinati al pavimento e agli oggetti circostanti

I progettisti hanno quindi possibilità infinite per verificare la qualità del proprio progetto.Le potenzialità della realtà immersiva vengono esaltate anche nel momento del confronto con il committente: questi sarà libero di esplorare la sua casa e capire in anticipo le scelte del progettista, con la possibilità di ordinare eventuali modifiche al progetto.
Prima ancora che un solo mattone sia stato posato, il committente può discutere con il progettista sulle soluzioni adottate ed eventuali modifiche proposte, risparmiando tempo e denaro ed evitando qualsiasi tipo di sorpresa.
In definitiva, la realtà virtuale immersiva offre grandi vantaggi e straordinarie opportunità al mondo della progettazione.

Software utilizzati

Secondo la metodologia del Building Information Modeling, più soggetti lavorano su diverse parti del progetto, operando tutti sullo stesso modello, attraverso l'ausilio di software con differenti funzionalità, al fine di migliorare la gestione e l'elaborazione dei dati. Seguendo quest'ottica, si è scelto, per questo studio, di utilizzare due software Autodesk, Revit e Navisworks, e Microsoft Project. Sfruttando l'interoperabilità tra questi programmi, è stato possibile gestire i dati sulle diverse piattaforme, senza perdita di informazioni, e con l'enorme vantaggio di un aggiornamento simultaneo degli stessi.



In particolare, con Autodesk Revit è stato realizzato il modello 3D, che è stato poi esportato, insieme ad un file realizzato con Microsoft Project, in Navisworks: in quest'ultimo, gestendo i diversi dati in entrata, sono state effettuate delle analisi sul modello, inerenti alle problematiche del cantiere.

Autodesk Revit 2018

Revit è un software ideato dall'Autodesk appositamente per la progettazione architettonica e la costruzione: questo programma è stato sviluppato specificatamente per la gestione del progetto secondo il processo del Building Information Modeling.
Attraverso Revit i progettisti ed i costruttori possono avvalersi di uno strumento capace di gestire i progetti durante l'intero ciclo di vita dell'opera, seguendo per fasi i diversi livelli di dettaglio ed implementando il modello di tutte le informazioni necessarie secondo un approccio coordinato ed omogeneo.Questo programma permette, infatti, ai diversi soggetti di intervenire sulle parti del modello che gli competono: Revit è un unico software che include funzionalità differenti per quanto riguarda la progettazione architettonica, impiantistica e strutturale. In questo modo si è in grado di ottimizzare il coordinamento multidisciplinare della documentazione riducendo al minimo gli errori e migliorando la comunicazione tra i componenti del team del progetto. Ciò che si realizza attraverso Revit è un unico modello 3D, un singolo file, sul quale ogni soggetto ha inserito le informazioni necessarie inerenti al proprio ambito. Il programma è inoltre in grado di realizzare prospetti, sezioni, e viste tridimensionali in tempo reale. Le modifiche che vengono fatte sul modello vengono automaticamente aggiornate in tutte le viste. La modellazione avviene secondo la logica BIM attraverso l'utilizzo di oggetti intelligenti che seguono delle regole e dei parametri specifici a della famiglia a cui appartengono: è quindi molto importante sottolineare il fatto che non si tratta di un semplice modellatore 3D. Il processo BIM non si ferma all'utilizzo di un singolo programma per la gestione del progetto, per questo risulta molto importante il rapporto di condivisione del modello che viene realizzato con Revit con gli altri tipi di software che possono entrare in gioco durante il ciclo di vita dell'opera. Un progetto che si basa sul Building Information Modeling può infatti essere arricchito di ulteriori livelli di dettaglio e di analisi attraverso l'ausilio di diversi altri programmi, a seconda delle esigenze. Il dialogo tra i possibili programmi che il team di progetto può scegliere di utilizzare è quindi molto importante: a questo scopo risulta quindi vantaggioso che Revit sia in grado di esportare il modello attraverso differenti tipi di formati, permettendo così la lettura delle informazioni presenti nel file su altri programmi, i quali possono rielaborarle al fine di realizzare ulteriori elaborati e dati di supporto al progetto. Le potenzialità e le funzionalità di Revit sono molteplici e permettono di realizzare tutta la documentazione necessaria a rappresentare le caratteristiche del progetto con un livello adeguato a seconda di ogni fase: questo programma è infatti capace di gestire il modello sotto diversi aspetti e di redigere direttamente all'interno del file le tavole di presentazione del progetto, che in automatico vengono aggiornate ogni qualvolta vengono effettuate delle modifiche sul file. Revit stesso è in grado inoltre di effettuare analisi energetiche e di realizzare dei render. Sebbene il programma sia capace di gestire in maniera molto vasta il progetto, per lo studio in esame ho scelto di utilizzare principalmente Revit Architecture al fine di realizzare un modello 3D composto da elementi intelligenti, arricchito di tutte quelle informazioni utili allo scopo di questo mio studio. Il modello in questione sarà successivamente esportato su di un software diverso per effettuare analisi più specifiche per quello che concerne la fase di cantiere. Sarà quindi importante utilizzare Revit modellando l'edificio preso in esame per questa tesi secondo la logica BIM, definendo un livello di dettaglio adeguato, in relazione all'utilizzo successivo del modello su altri software. Ciò che inoltre sarà interessante valutare è la modalità di condivisione del modello realizzato in Revit con altri programmi. Nello specifico è stato usato Revit 2015, la versione attualmente più aggiornata.

Microsoft Project 2016

Project è un programma che fa parte del pacchetto Office di Microsoft: esso è stato ideato per migliorare la pianificazione, la coordinazione delle risorse, la verifica del rispetto dei tempi, la gestione dei costi e l'analisi dei carichi di lavoro. Attraverso questo software è stato possibile creare un programma lavori inerente al progetto scelto come caso di studio per questa tesi. Le attività sono state inserite e legate in ordine temporale, secondo legami Finish to Start, caratterizzando così tutte le fasi attraverso cui si intende realizzare l'opera. La scelta di utilizzare questo programma è derivata dal fatto che il diagramma realizzato con esso è esportabile in Navisworks: in questo modo è possibile sfruttare l'interoperabilità dei software per effettuare le successive analisi. Si vuole però sottolineare che è altrettanto possibile realizzare il cronoprogramma all'interno dello stesso Navisworks: si è però scelto di utilizzare Project poiché vi è stata già occasione, durante gli studi, di utilizzare le funzionalità di tale programma, ma soprattutto per valorizzare il rapporto tra i diversi programmi. Eventuali modifiche apportate al programma dei lavori effettuate su Project non creano problemi: il file viene infatti aggiornato automaticamente in Navisworks.

Autodesk Navisworks 2018

Autodesk Navisworks entra a far parte del processo BIM consentendo la condivisione,la combinazione, la revisione, l'integrazione ed il controllo dei modelli: questo programma, attraverso l'elaborazione delle informazioni del progetto inerenti ad un singolo modello, permette una dettagliata visione d'insieme del progetto utile a migliorare il processo decisionale, la comunicazione, le previsioni e la pianificazione dalla fase di realizzazione a quella di gestione dell'opera. Per lo studio svolto in questa tesi è stato utilizzato Autodesk Navisworks Manage: questo software dispone di diverse funzionalità, quelle principali sono:

- Creazione di simulazioni ed animazioni: è possibile, attraverso l'importazione di un modello 3D realizzato con programmi BIM, effettuare delle analisi di tipo preventivo, che possano curare la fase di realizzazione dell'opera. Il programma permette di creare un modello 4D del progetto: la simulazione delle fasi costruttive consente una visualizzazione anticipata di eventuali problematiche che potrebbero riscontrarsi solo in cantiere, cause di possibili ritardi e aumento dei costi. L'elaborazione di un modello di questo tipo è inoltre di utile supporto per la comunicazione e per il processo decisionale;
- Gestione delle quantità: il programma è in grado di elaborare la quantificazione degli elementi presenti nel modello, funzione utile per la creazione dei computi;
- Clash Detection: questa funzione consente di effettuare analisi delle interferenze,vantaggiosa per rilevare eventuali errori nella realizzazione del modello;
- Revisione del progetto: attraverso diversi comandi è possibile inseriredirettamente all'interno del modello delle annotazioni chiare, e migliorare così la comunicazione tra i diversi soggetti che operano sullo stesso file.

Navisworks permette inoltre una facile esportazione dei dati su altre piattaforme grazie all'interoperabilità tra di essi: la facile lettura delle informazioni può essere di supporto anche durante le fasi di realizzazione dell'opera, grazie alla possibilità di esplorare in maniera interattiva il modello.

BIM nel mondo

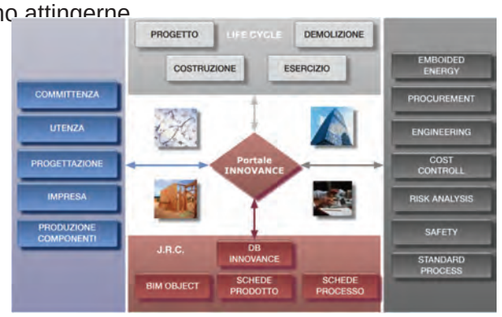
Sulla base di iniziative nazionali e governative che sostengono lo sviluppo dell'industria delle costruzioni con progetti sperimentali e di standardizzazione, Paesi come l'Australia, la Danimarca, la Finlandia, la Norvegia, il Regno Unito, gli Stati Uniti d'America, il Canada e Singapore sono al momento attuale in vario modo leader sul tema del B.I.M.. Nel Nord Europa la tecnologia BIM è attiva dal 2000: la Finlandia già dal 2007 ha imposto l'uso di modelli BIM; in Norvegia l'utilizzo del BIM è obbligatorio per tutti i progetti(costruzione e riqualificazione) promossi dall'ente che gestisce il patrimonio immobiliare dello Stato e inoltre il governo norvegese promuove costantemente iniziative volte alla creazione e diffusione di formati IFC; in Svezia non è obbligatorio l'uso del BIM per i progetti pubblici, ma molte aziende lo utilizzano da tempo e hanno già investito nella nuova tecnologia, rispondendo ai clienti che hanno richiesto di utilizzarlo per i loro progetti.Anche il Regno Unito si è concentrato fin da subito sulla comprensione dei legami tra CAD e BIM e nel 2011 il National Building Specification (NBS) ha annunciato lo sviluppo della National BIM Library per l'industria delle costruzioni del Regno Unito, una libreria digitale di oggetti gratuita e facilmente accessibile online da tutti i professionisti del settore delle costruzioni. Il Governo inoltre sta puntando allo sviluppo di standard che consentano a tutti i membri del processo edilizio di lavorare in modo collaborativo attraverso il BIM e infatti sta attuando un piano al fine di rendere obbligatorio l'utilizzo del BIM per la realizzazione di opere pubbliche a partire dal 2016.Francia e Germania hanno intrapreso azioni per promuovere l'adozione del BIM attraverso gruppi di lavoro governativi ad hoc. La Francia ad esempio ha lanciato la missione "Mission Numérique Bâtiment" per stimolare l'evoluzione digitale nel settore edile.Il BIM diventerà il processo standard per tutti gli edifici e si sta integrando nella legislazione per i contratti pubblici di tutta l'Europa.

BIM in Italia

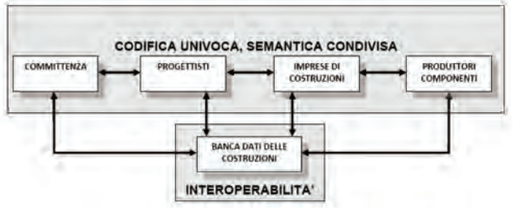
In Italia il BIM si sta diffondendo, ma ancora in maniera spontanea, graduale e sporadica; manca ad oggi una metodologia uniforme e di ampie vedute.
La diffusione del BIM infatti ha avuto più successo nelle realtà in cui vi sono maggiori società d'ingegneria o studi di progettazione integrata che hanno un maggiore vantaggio nell'intera gestione del progetto.La mancata diffusione capillare del BIM in Italia potrebbe essere dovuta al fatto che il mercato della progettazione in Italia è molto parcellizzato e di conseguenza il primo attore del processo, ovvero lo studio di architettura, se non "costretto da leggi specifiche", ha difficoltà ad investire maggior tempo e lavoro in una progettazione che porta vantaggi soprattutto a coloro che si occuperanno delle fasi successive.In Italia attualmente manca una legislazione che regoli o favorisca l'utilizzo del BIM anche se il nuovo codice appalti, conterrà il recepimento delle direttive europee favorendo l'utilizzo del BIM nella progettazione per lavori pubblici.
La norma in vigore che determina le specifiche del BIM è UNI 11337 " Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni".
Le parti delle norma sono le seguenti:
Parte I : modelli,elaborati e oggetti informativi per prodotti,processi.
Parte II : criteri di denominazione e classificazione di modelli,prodotti,processi.
Parte III : schede informative digitali di prodotti e processi.
Parte IV : evoluzione e sviluppo informativo di modelli,elaborati e oggetti.
Parte V : flussi informativi dei processi digitalizzati.

Progetto Innovance

Il progetto Innovance è uno dei progetti vincitori del bando Industria 2015 promosso dall'Associazione Nazionale Costruttori Edili ANCEnergia in collaborazione con diversi partner tra cui il Politecnico di Milano, il Politecnico di Torino, l'Università degli studi di Napoli, l'ITC CNR, i produttori di software e Confindustria. Il progetto si propone di creare la prima banca dati nazionale interoperabile di libero accesso contente tutte le informazioni, siano esse di natura tecnica, scientifica, economica, legale e quant'altro, utili alla filiera delle costruzioni. L'idea è di affiancare all'ottimizzazione energetica, un'ottimizzazione dell'intero processo produttivo, rendendo efficiente il Progetto, inteso nel senso anglosassone del termine e quindi comprendente anche tutte le fasi che sono attorno ai 3 livelli di progettazione (preliminare, definitivo ed esecutivo), partendo dallo studio di fattibilità, passando attraverso i livelli di progettazione, la realizzazione in cantiere, programmando la manutenzione, ottimizzando la gestione dell'immobile e infine determinando,al termine della vita utile dell'immobile, quale possa essere la migliore scelta tra dismissione o riutilizzo.
La durata di vita utile dovrebbe essere definita proprio durante la fase di progettazione e rispettata per garantire l'efficienza, l'efficacia e l'utilità di un'opera pensata per soddisfare determinate esigenze, ben chiare fin dall'ideazione dell'opera stessa.
L'idea è quindi quella di ottimizzare tutto il processo produttivo del settore costruttivo italiano innanzitutto attraverso la codificazione e denominazione di tutte le procedure e i prodotti (componenti e risultanti) della filiera delle costruzioni (dal mattone, alla finestra e alla porta fino alle case, ai ponti, alle infrastrutture),raccogliendo le informazioni e rendendole disponibili nel database Innovance, in modo che tutti gli operatori del settore possano attingerne.

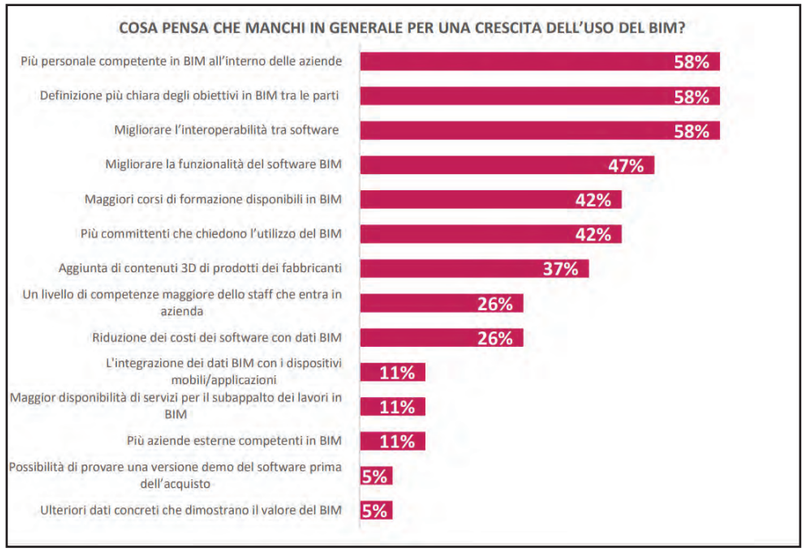


Il sistema consente quindi la messa in rete di tutti gli attori della filiera al fine di facilitare la circolazione del know-how tra i differenti soggetti coinvolti e di conseguenza ottimizzare ogni fase del processo costruttivo. Attraverso la raccolta, catalogazione e distribuzione dei dati,è possibile arrivare ad una forte integrazione dei soggetti e delle fasi del processo, sfruttando le potenzialità esistenti in materia di interoperabilità tra i diversi software esistenti (BIM, gestionali, energetici, ecc) e garantendo nel contempo un continuo aggiornamento delle informazioni in esso raccolti ed in distribuzione. Il forte sviluppo tecnologico che si è verificato nel mondo dell'edilizia negli ultimi 10 anni richiede, per sfruttare al massimo le potenzialità dei vari componenti entrati in gioco, dai pannelli solari ai cappotti e alle facciate ventilate, che si elevi il know-how dell'impresa edile, alzando il livello qualitativo dell'informazione attualmente disponibile e rendendola facilmente accessibile ed usufruibile all'interno del processo di produzione. Le informazioni saranno raccolte in un apposito sistema di schedatura normato attraverso la norma UNI ed UNI-CTI e contribuiranno alla complessiva riorganizzazione, in termini semantici, delle informazioni tecniche. La piattaforma interoperabile e l'uso della tecnologia BIM assicurerà un notevole vantaggio competitivo per le imprese italiane anche all'estero dove che potranno operare su standard qualitativi superiori a quelli della concorrenza e consolidati.



Futuro del BIM

Le potenzialità offerte dalla progettazione BIM aprono scenari d'interoperabilità sempre più articolati.Oltre al BIM 4D, che mette in relazione il progetto e il tempo, o il BIM 5D, che considera i costi, si possono già trovare sul mercato soluzioni per il BIM 6D, ovvero il ciclo di vita presunto del progetto, e il "BIM to field", che collega strumenti di progettazione BIM e strumenti digitali di rilievo sul campo.L'interoperabilità e la pratica del model checking sarà parte integrante e fondamentale dei futuri sviluppi del software BIM.Il futuro dell'architettura e delle costruzioni è digitale; il BIM è il futuro nella progettazione e nel facility management a lungo termine; è un processo trainato dalla tecnologia e guidato da politiche decise dai governi; il BIM sta portando un cambiamento in tutti i settori, ma c'è ancora molta confusione su cosa esattamente è e come dovrebbe essere utilizzato e concretizzato.Il Building Information Modelling è un modello digitale che aiuta tutti a capire l'edilizia; tuttavia è una nuova tecnologia in un settore tipicamente lento ad adottare cambiamenti. Il BIM è in continua crescita e sta svolgendo un ruolo cruciale nella redazione di documentazione edilizia.Il BIM fornisce il suo massimo potenziale modello virtuale nel fornire informazioni dal Design Team (architetti, geometri, ingegneri consulenti,e altri) al Contractor (e subappaltatori) e poi al proprietario, ognuno dei quali aggiunge le proprie conoscenze specifiche e assicura un monitoraggio delle modifiche su un modello unico. Il risultato riduce notevolmente le perdite di informazione nel trasferimento, rende funzionanti gli edifici e accresce il valore delle costruzioni. La segnalazione di conflitti (clash-detection) impedisce che si insinuino errori nelle varie fasi di sviluppo e di costruzione, poiché il modello informa subito il team sulle parti del disegno che sono in conflitto o in sovrapposizione. Infine il BIM offre una visualizzazione dettagliata di ciascuna parte e un assemblaggio sempre in relazione alla costruzione complessiva. L'uso di BIM diventerà ancora più marcato di quanto non sia nei progetti in corso poiché le varie applicazioni hardware, software e cloud hanno annunciato una maggiore capacità di gestire una quantità di informazioni in continua crescita e sempre più dettagliate.



Strategia di marketing per il BIM

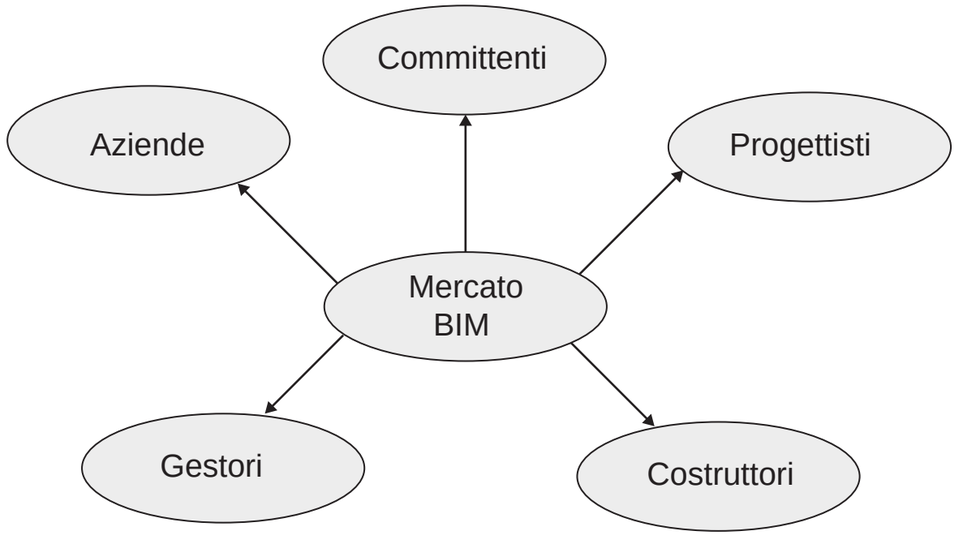
Una volta realizzata la diagnosi della situazione, sono state analizzate le strategie di marketing che permettono al prodotto, nel nostro caso il BIM, di raggiungere gli obiettivi proposti. Essendo il BIM un prodotto/servizio complesso in un mercato particolarmente difficile è necessario implementare diverse strategie in accordo al segmento a cui ci si rivolge.
Sono state elaborate diverse strategie:

Strategia di penetrazione: in questa strategia l'obiettivo è quello di incrementare la partecipazione del BIM nei mercati di riferimento. Può realizzarsi facendo in modo che gli utenti che lavorano in BIM acquisiscano più prodotti BIM e approfondiscano l'utilizzo del BIM all'interno dell'azienda oppure attraendo nuovi cliente o clienti della concorrenza.

Strategia di sviluppo dei mercati BIM: una strategia basata sulla vendita del BIM in nuovi mercati, che possiamo trovare attraverso la ricerca di segmenti di mercato che non sono stati colpiti oppure in mercati localizzati geograficamente in un altro settore con uno sviluppo minore.

Strategia di sviluppare il BIM: in questo caso si intende ottimizzare il BIM per i mercati in cui ha una forte presenza, attraverso un aumento della qualità del sistema e di nuovi prodotti in BIM.

Strategia di diversificazione: si basa sull'incremento dell'offerta, offrendo ai consumatori una gran varietà di prodotti che lavorano in ambiente BIM.



Conclusioni

Si ritiene che il BIM sia un cambiamento epocale attraverso il quale il mondo delle costruzioni deve passare. AAl giorno d'oggi la tecnologia sta prendendo sempre più il spazio nel quotidiano e l'informatizzazione delle industrie è una naturale conseguenza dello sviluppo e dell'evoluzione tecnologica dell'uomo; all'architettura oggi si chiede di rispondere a questioni relativamente nuove rapportate alla sua storia millenaria : in primo piano le questioni ambientali,il consumo di energia e la ricerca di nuove fonti energetiche,il recupero del patrimonio esistente e ilconsumo di suolo.Cercare di dare una risposta a tali probllematiche non può prescindere dall'informatizzazione dei processi che ci viene richiesta dallo sviluppo tecnologico.Il BIM fa parte di questo sviluppo,poichè sta sorpassando la tecnologia precedente e consente di attuare in maniera più effiente ed efficace il processo costruttivo.Metodi di comunicazione del processo edilizio basati quasi esclusivamente su modelli cartacei,un numero eccessivo di ore di lavoro per effettuare valutazioni sui progetti preposti, l'estrema frammentazione e l'eccessiva complessità delle normative per la pianificazione territoriale e per l'edilizia, la presenza di un mercato e di un sistema intrinsecamente inefficaci, alimentati da preoccupanti opacità, a fronte dei processi trasparenti adottati all'estero che hanno causato un aumento sensazionale della produttività, portato alla modernizzazione dell'ambiente, alla riduzione della spesa pubblica e all'abbattimento delle emissioni di CO2.

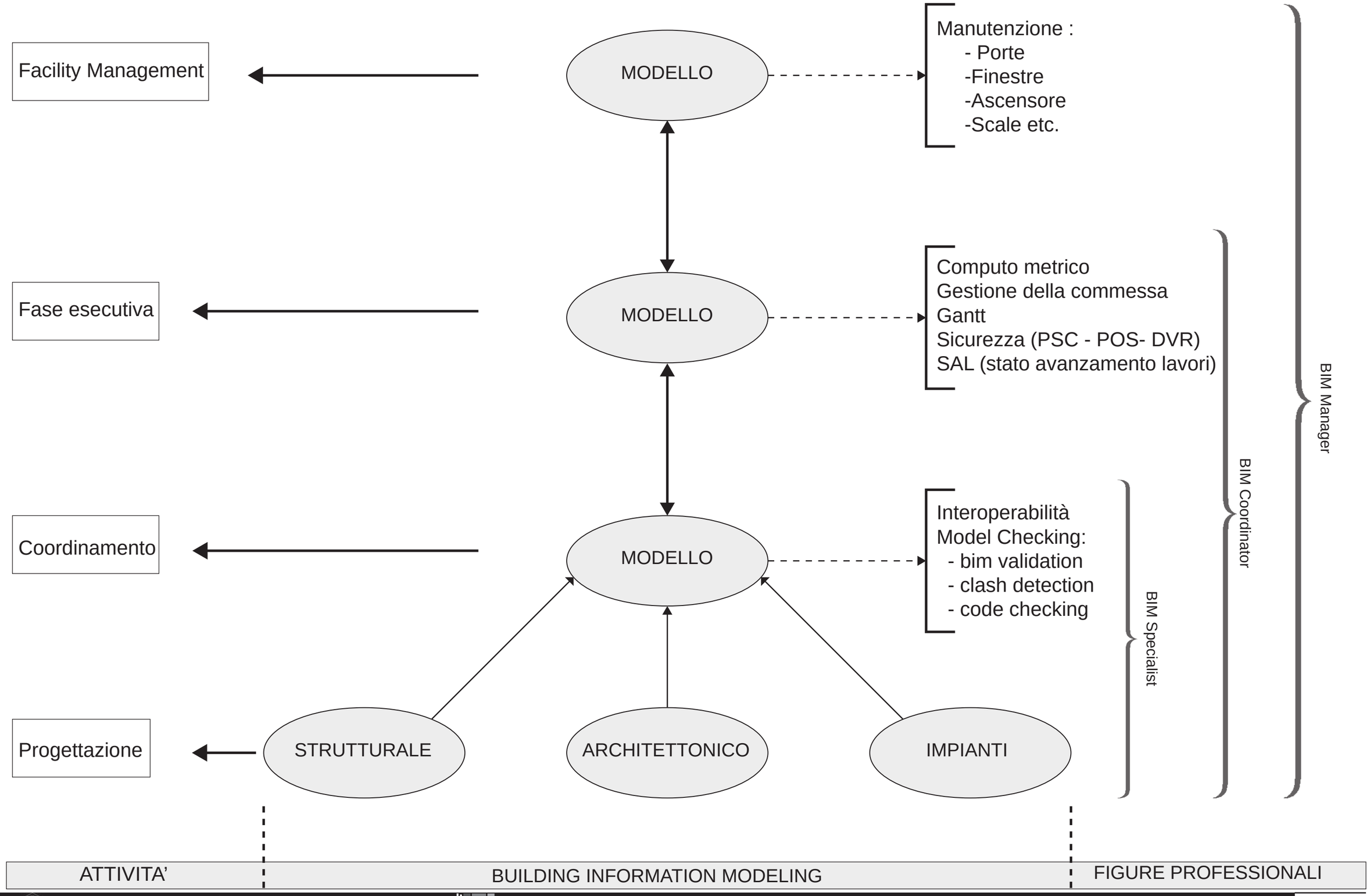
Il BIM è una sfida a cui tutti quelli che si sentono coinvolti devono rispondere;la speranza per una ripresa del mondo delle ccostruzioni passa anche da qui,ma non si può pensare di risollevare un settore come quello dell'edilizia non investendo su di esso e sulle figure che un domani andranno a costituirlo.

Siamo pronti a cambiare?

Perchè rimanere indietro?

Come?

BIM: PROCESSO COMPLESSO MA NON COMPLICATO!



Bibliografia

BENEDETTI 1994: Cristina Benedetti, Manuale di architettura bioclimatica, Rimini, Maggioli, 1994
CASTELLI 2008: Castelli Luca (a cura di), Architettura sostenibile, Torino, UTET scienze tecniche, 2008.
DE PASCALIS 2001: Salvatore De Pascalis, Progettazione Bioclimatica, Palermo, Dario Flaccovio Editore, 2001.
EASTMAN, TEICHOLZ, SACKS, LISTON 2008: Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston, BIM Handbook, Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2008
GAUZIN-MÜLLER 2003: Dominique Gauzin-Müller, Architettura sostenibile: 29 esempi europei di edifici e insediamenti ad alta qualita ambientale, Milano, Edizioni Ambiente, 2003
GIOLI 2000: Alessandro Gioli (a cura di), Lezioni di architettura bioclimatica, Firenze, Alinea, 2000
KENSEK, NOBLE 2014: Karen M. Kensek, Douglas E. Noble, (a cura di) Chuck Eastman, Building Information Modeling, BIM in current and future practice, Hoboken, New Jersey, Wiley, 2014
KRYGIEL, NIES 2008: Edddy Krygiel, Bradley Nies, Green BIM, Indianapolis, Wiley Publishing, 2008
MONTI, RODA 2002: Carlo Monti, Riccardo Roda (a cura di), Costruire Sostenibile: l'Europa 2002, Firenze, Alinea, Bologna, Bologna Fiere, Saie, 2002
PAOLELLA 2001: Adriano Paolella (a cura di), L'Edificio Ecologico: obiettivi, riconoscibilità, caratteri, tecnologie, Roma, Gangemi, 2001
PIANO FORESTALE REGIONALE SICILIA 2003: Assessorato Agricoltura e Foreste (Dipartimento regionale delle foreste), Piano Forestale Regionale, Regione Sicilia, Palermo, 2003.
A.S.P. Energia. (2010). Management, una concreta trasparenza. A.S.P. Energia.
American Institute of Architects, California Council. (2007). Integrated Project Delivery – A WorkingDefinition. Sacramento: American Institute of Architects, California Council.
ANCE. (2012, Dicembre). Osservatorio congiunturale sull'industria delle costruzioni.
Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., & O'Reilly, K. (2010). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. Automation in Construction, 189-195.Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. Leadership and Management in Eng ine e r ing.
Azhar, S., Hein, M., & Sketo, B. (2008). Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges. 44th Annual International Conference of the Associated Schools of Construction,Fourth International Conference on Construction in the Twenty First Century. Auburn, AL:Auburn University.
Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM - A case study approach.Automation in Construction, 149-159.
Beck, K. (1999). Extreme Programming Explained: Embrace Change. Addison-Wesley Pub.Bernasconi, M., Choirat, C., & Seri, R. (2010). The analytic hierarchy process and the theory of measurement. Manage Sci., vol. 56, 699-710.
BIMForum. (2013). Level of Development Specifications. BIMForum.
buildingSMART. (2014). BCF intro. Tratto da buildingSMART: http://www.buildingsmarttech.org/specifications/bcf-releases Codice Appalti (D.Lgs 163/2006).
Colonna, E. (2004, Aprile). Il progetto costruttivo di cantiere: figure professionali coinvolte, ruoli e responsabilità. Notiziario dell'Ordine degli Ingegneri di Firenze, 4,5.

Sitografia

http://www.castfvg.it/notiziar/2000/miscoazi.htm
http://www.revitforum.com
http://revitfactory.com
http://knowledge.autodesk.com/support/revit-products/learn-explore#?sort=score
http://help.autodesk.com/view/RVT/2015/ITA/?guid=
http://www.edilportale.com/news/2015/10/focus/bim-a-cosa-serve-e-chi-lo-user%C3%A0_48424_67.html
https://carminevolpe.wordpress.com/2016/03/04/il-bim-ed-il-cantiere/
http://teocomi.com/validazione-del-progetto-bim-tesi-di-laurea/
http://www.fedoa.unina.it/10135/
https://issuu.com/ilariabuffin6/docs/tesi_per_issuu
https://academy.autodesk.com/curriculum/bim-construction-management-and-planning
http://www.shelidon.it/?p=2741
https://aectechtalk.wordpress.com/2010/10/04/keys-to-rotating-items-inside-revit-families/
http://academy.autodesk.com/courses/www/student.php
http://help.autodesk.com/view/BUILDING_PERFORMANCE_ANALYSIS/ENU/?guid=GUID-1D018110-4DA6-4EB6-96DC-E2AAF2BF02FE
http://www.familit.com
http://www.arcat.com/bim/bim_objects.shtml
http://library.smartbim.com/
https://www.google.it/search?q=UNI+11337-5%3A2017&rlz=1C1GGRV_enDE751DE751&oq=UNI+11337-5%3A2017&aqs=chrome..69i57.125j0j7&sourceid=chrome&ie-8
http://bimobject.com/product
http://www.syncronia.com/
https://ithinkbim.wordpress.com/
http://www.progettarearchitettura.it/ladozione-del-bim-nella-comunita-europea/
http://www.str.it/focus-bim/interoperabilita
http://biblus.acca.it/bim-e-ifc-linteroperabilia-tra-i-software-e-il-buildingsmart-international/
https://www.bimportale.com/bim-presente-futuro/
http://www.ingenio-web.it/immagini/CKEditor/BIM%20and%20Ln%20Management_SITO.pdf
https://in_bo.unibo.it/article/viewFile/3490/2850
https://www.bimportale.com/bim-cantiere-4d-la-pianificazione-la-gestione-del-processo-costruttivo/
https://www.unirc.it/documentazione/materiale_didattico/1464_2015_396_23508.pdf
https://carminevolpe.wordpress.com/2016/03/04/il-bim-ed-il-cantiere/
http://www.digitalbimitalia.it/blog/bim-e-progettazione/cose-il-model-checking-nei-processi-bim/7663.html
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/58631/Memoria_TFG_Sonia%20Navarro%20Bernal_Modellazione%20e%20disegno%20con%20BIM%20per%20la%20gestione%20degli%20edifici%20pubblici.pdf?sequence=1

Processo edilizio

La norma UNI 10838 definisce il processo edilizio come la sequenza organizzata di fasi che portano dal rilevamento delle esigenze della committenza-utenza di un bene edilizio al loro soddisfacimento attraverso la progettazione, la produzione, la costruzione e la gestione del bene stesso.
L'obiettivo del processo edilizio è di garantire la qualità complessiva della realizzazione, da eseguire nei tempi definiti e ottimizzando l'uso delle risorse impiegate.Gli operatori principali di questo processo sono: i committenti, i progettisti e i costruttori.
Nel processo edilizio si possono distinguere quattro fasi ben distinte:

-Programmazione:
Si analizzano i fabbisogni da soddisfare e si effettua una programmazione generale, tecnica e finanziaria del progetto.

- Progettazione:
Si traducono in termini progettuali le esigenze da soddisfare in un organismo edilizio precisato nella forma e nella tecnica necessaria a realizzarlo. Oltre alla progettazione della forma, del funzionamento e della realizzazione dell'opera si programmano i lavori da eseguire e si effettua una pianificazione economica.
La progettazione segue un approccio esigenziale-prestazionale che si fonda sul trinomio esigenze – requisiti – prestazioni. Non si definisce come si vuole l'oggetto edilizio ma cosa si vuole da esso.Vi sono tre fasi principali: la prima è concettuale e riguarda la fattibilità tecnica-economicatemporale dell'opera; segue la progettazione esecutiva il cui scopo è la realizzazione di un intervento di qualità e tecnicamente valido, nel rispetto del miglior rapporto fra i benefici e i costi globali di costruzione, manutenzione e gestione; infine la terza fase riguarda la progettazione costruttiva, che richiede tempi lunghi e mira al massimo livello di dettaglio.

- Realizzazione:
L'esecuzione dei lavori è affidata ad una o più imprese e si assiste alla traduzione del progetto in un organismo edilizio idoneo all'uso, accertandone la conformità tramite il collaudo.

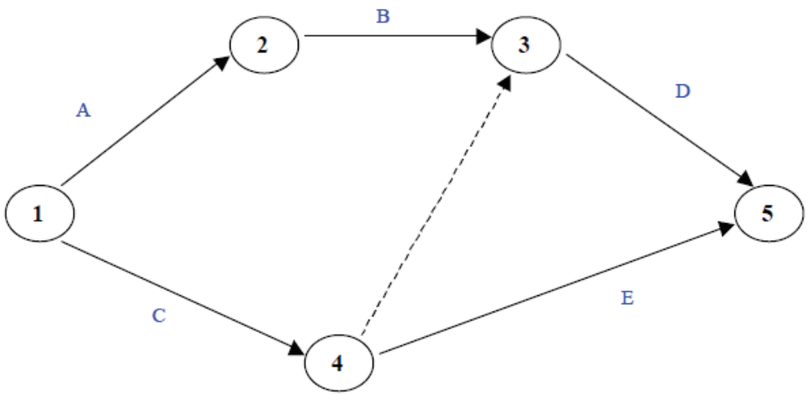
- Gestione:
Una volta terminata la costruzione si deve provvedere alla sua manutenzione, con l'obiettivo di conservare l'integrità sia fisica che funzionale del manufatto per non comprometterne le prestazioni. La sua gestione è effettuata tramite un corretto esercizio degli impianti tecnici,la manutenzione ordinaria, straordinaria, e la sua programmazione, eventualmente con interventi di recupero, riuso, demolizione e riciclo. Si deve inoltre garantire che il manufatto fornisca le aspettative economiche, nel caso vi siano, e non perda di valore nel corso del tempo.

Diagramma di Gantt

È una tecnica di rappresentazione della programmazioneoperativa molto semplice.Ideata nel 1917 da Henry Laurence Gantt (1861/1919)ingegnere statunitense che si occupava di scienze sociali,consente di descrivere le fasi realizzative di un progetto attraverso un diagramma ortogonale in cui in ascisse vengono riportati i tempi e in ordinate le attività di cui si compone un progetto.
E' un diagramma espresso su assi cartesiani che riporta in ascissa i tempi di realizzazione ed in ordinata le attività, sempre partendo dall'alto secondo un criterio cronologico di esecuzione successiva delle lavorazioni. La data di inizio della attività produttive è distinta da quella di assegnazione dei lavori ed in quel lasso di tempo l'impresa effettua l'approfondimento tecnico-economico del progetto. Il calcolo della durata delle attività produttive avviene sulla base dei seguenti criteri:
a) identificazione dei dati di partenza: si analizzano gli elaborati grafici el progetto, il capitolato speciale (che riporta la qualità dei materiali e delle opere), il computo metrico (che riporta la quantità dei materiali e delle opere);
b) definizione delle attività: si identificano i procedimenti costruttivi, le lavorazioni e le risorse necessarie;
c) definizione delle durate: si ricercano i tempi iniziali (Ti) e finali (Tf)delle singole lavorazioni per tentativi, per esempio tramite la definizione di scadenze precise prima per i procedimenti costruttivi e poi per le singole lavorazioni, effettuata sulla base dell'analisi delle tecniche costruttive e della predisposizione delle risorse dividendo le quantità riportate nel computo metrico per la produttività delle squadre di lavoro o delle macchine da impiegare;
d) sovrapposizione delle singole attività: si studia la sovrapposizione delle attività per rispettare il tempo minimo imposto cercando di mantenere le risorse bilanciate all'intero del cantiere, ma evitando periodi di limitata attività (cantiere "vuoto") o di sovraffollamento;
e) analisi delle risorse: si approfondisce lo studio delle risorse per verificare l'effettivo rispetto dei tempi, e si stabilisce di procedere con le risorse interne all'azienda o di ricorrere a risorse esterne (forniture di terzi);
f) analisi delle tecniche costruttive: si approfondisce lo studio delle tecniche costruttive per definire l'effettiva possibilità di sovrapposizione fra le attività.
g)La stesura del cronoprogramma avviene tramite la formazione di barre della lunghezza della durata calcolata. Si possono riportare programmi generali (per lavori di lunga durata) od operativi (scomponendo il lavoro in gruppi di attività), oppure integrarli con l'importo delle singole attività, impiegando eventualmente barre di colore o di spessore diverso qualora si voglia riportare le durata a preventivo e a consuntivo in modo da avere sotto controllo l'andamento dei lavori. L'unità di tempo impiegata può essere il giorno, la settimana, la decade, il mese (per grandi opere), oppure l'ora (per programmi particolari estremamente dettagliati e con attività rigidamente concatenate nella esecuzione).
Il diagramma di Gantt è un'evoluzione del cronogramma semplice che viene impiegato per programmare lavori di una certa consistenza allo scopo di controllare gli scostamenti fra tempo previsto e tempo
impiegato.

Diagramma di PERT

I metodi Pert e studiano lo sviluppo di un progetto attraverso la programmazione delle attività di cui si compone.Entrambi i metodi si occupano soprattutto degli aspetti temporali e quindi vanno visti come metodi di ottimizzazione del tempo di realizzazione di un progetto.
Il Pert, invece, si occupa solo della minimizzazione del tempo. Questo metodo fu infatti inventato ai tempi della guerra fredda in occasione del progetto “Polaris” (un missile strategico bistadio a testata nucleare), che dovette essere realizzato dagli Stati Uniti nel minor tempo possibile, trascurando i problemi relativi ai costi. Nel Pert le durate delle varie attività sono rappresentate da variabili aleatorie di cui occorre stimare la distribuzione di probabilità.
1° Passo: individuazione delle attività
Il primo passo per entrambi i metodi è quello di scomporre il progetto in varie attività, cercando di mantenere nella scomposizione un grado di dettaglio omogeneo. Infatti ogni attività si potrà poi scomporre in varie sotto-attività, e quindi potrà a sua volta essere ottimizzata. Ovviamente ad ogni attività in cui si è suddiviso il progetto si devono poter attribuire dei parametri di tempo.
2° Passo:determinazione dei vincoli
Una volta individuate le varie attività bisogna valutare l’ordine temporale con il quale queste attività devono essere completate. Devo cioè sapere quali attività devono essere già state completate prima di poterne iniziare un’altra. Ad esempio nella costruzione di un palazzo non potrò iniziare a costruire i muri esterni se prima non avrò costruito le fondamenta. Devo cioè fissare i “vincoli di sequenza”. La determinazione dei vincoli può essere un’operazione molto complicata ed è di
fondamentale importanza per poter applicare i metodi di ottimizzazione con successo.Nel Pert i vincoli sono sottoposti a logica AND. Questo vuol dire che potrò iniziare un’attività solo dopo che tutte (AND) quelle che la precedevano nella sequenza siano già state realizzate.
I vincoli nei casi pratici sono determinati oltre che da condizioni logiche e tecniche che impediscono la realizzazione di un’attività se non è stata completata la precedente anche da problemi relativi alla “disponibilità di risorse”. Ad esempio dei macchinari non potrebbero essere disponibili contemporaneamente per più attività e quindi bisognerà aspettare che una sia terminata per poterne iniziare un’altra.
3° Passo:Costruzione del diagramma
Una volta suddiviso il progetto in attività e individuati i vincoli si può procedere alla costruzione del reticolo delle attività. Per convenzione nel reticolo le attività sono rappresentate con archi continui orientati, mentre i cerchi (nodi) rappresentano gli istanti “inizio” e “fine” di ogni attività. Noi diremo che ogni nodo è un evento, definito come l’istante di tempo in cui tutte le attività entranti
nel nodo stesso siano state completate. Inoltre in ogni reticolo devono essere distinguibili gli eventi di inizio e fine dell’intero progetto. Un arco tratteggiato indica un vincolo di “precedenza” tra due attività e può essere inteso come un’attività fittizia (dummy) di durata nulla.
Ad esempio nel seguente reticolo l’arco tratteggiato indica che l’attività “D” non può iniziare prima che siano state completate le attività “C” e “B”.



Quando si costruisce il reticolo è bene tener presenti le seguenti regole:
- Tutti i vincoli di “sequenzialità” devono essere rispettati
- Non si devono mai creare loops (cioè cammini chiusi) all’interno del reticolo.
- Non è possibile definire due o più attività aventi gli stessi istanti di inizio e fine.

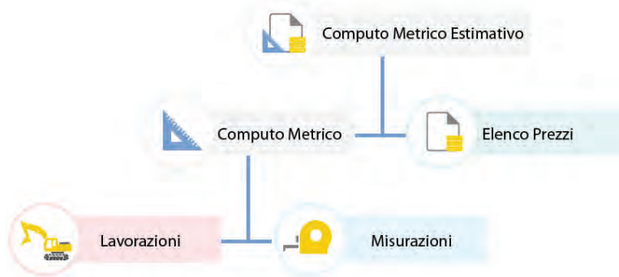
L’ultima regola è dovuta soprattutto alla difficoltà di implementare al calcolatore un algoritmo che preveda la definizione di più di una variabile tra due stessi nodi.E’ possibile anche definire il reticolo in un altro modo, cioè rappresentando le attività con i nodi e i vincoli di sequenza con gli archi orientati. Questo tipo di notazione, meno usata, presenta il vantaggio di non dover fare ricorso alle attività fittizie. Nel seguito comunque non si userà mai questo tipo di notazione.
Il reticolo ci consente di calcolare il tempo di realizzazione di un progetto, nonché di tutte le fasi intermedie della sua realizzazione.

La pianificazione reticolare CPM

Il CPM, ovvero metodo del percorso critico, è una applicazione semplificata del PERT, con la quale è più facile calcolare la percentuale di completamento delle attività. E’ uno strumento di gestione progetti sviluppato nel 1957 dalla Catalytic Construction Company per la manutenzione degli impianti della Du Pont de Nemours. È una tecnica impiegata per individuare, nell'ambito di un diagramma a rete, di tipo PERT, la sequenza di attività più critica, cioè con la massima durata, per la realizzazione di un progetto. Individuato il percorso critico si tengono sotto stretto controllo le attività che lo compongono, poiché una durata di una qualsiasi di queste maggiore del previsto, comporta inevitabilmente un ritardo dell'intero progetto. Nel CPM la determinazione delle durate è deterministica, più precisa: scompare la funzione di probabilità e si basa, soprattutto, sulla rigida sequenzialità logica delle attività. Il CPM è più coerente in situazioni di maggiore accuratezza di dipendenza tra risorse e tempi di esecuzione.

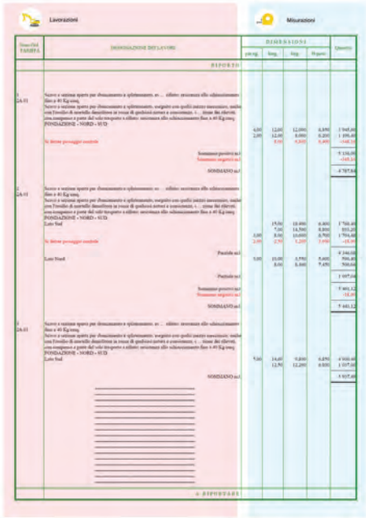
Computo metrico

l Computo metrico estimativo è il documento con il quale è possibile stimare il costo di esecuzione dei lavori per la realizzazione di un opera edile (o parte di essa) o per la sua manutenzione.
E’ un elaborato obbligatorio del progetto definitivo e del progetto esecutivo in materia di lavori pubblici (dlgs 18 aprile 2016, n. 50). Inoltre il suo uso è largamente diffuso nei lavori privati come strumento contrattuale per la regolazione dei rapporti tra Committente ed Impresa esecutrice.
Il computo metrico estimativo è redatto dal progettista sulla base di un progetto ed è utilizzato sia dal committente dei lavori che dalle imprese deputate all’esecuzione dei lavori.
Il committente dei lavori sulla base degli elaborati di computo metrico può effettuare:
-la pianificazione economica degli investimenti necessari per la realizzazione dell’opera;
-la richiesta delle offerte alle imprese costruttrici chiamate ad eseguire i lavori.
L’impresa sulla base degli elaborati di computo metrico ha la possibilità di:
-proporre la propria offerta per la realizzazione delle opere previste dal progetto esecutivo;
-determinare i fabbisogni di cantiere per la realizzazione dell’opera progettata.
Sebbene nella pratica corrente gli elaborati di computo metrico estimativo e di computo metrico siano considerati lo stesso documento, in realtà sono due elaborati distinti.Il computo metrico è utilizzato per la determinazione dei quantitativi delle varie lavorazioni presenti nel progetto;il computo metrico estimativo è utilizzato per la valorizzazione economica di tali quantità e la stima del costo totale di esecuzione dei lavori.

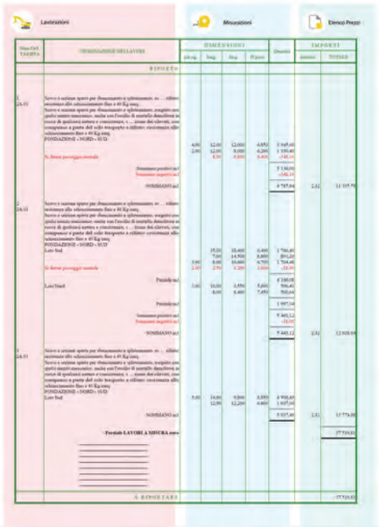


Differenza dei tipi di computi metrici

Il computo metrico (non estimativo) è strutturato in maniera tale da consentire al progettista la trascrizione ordinata delle misurazioni di tutte le specifiche lavorazioni necessarie alla realizzazione dell'opera e riportate nel progetto.Le quantità assegnate ad ogni lavorazione vanno giustificate dalle formule geometriche utilizzate per il loro calcolo ed è per questo che il modello per la redazione del computo metrico prevede apposite colonne per la trascrizione della lunghezza, della larghezza e dell'altezza/peso di ogni lavorazione; un'ulteriore colonna individua il numero di parti uguali che si stanno computando. Naturalmente ciascuna delle suddette misure potrebbe a sua volta essere individuata dall'applicazione di una formula di calcolo.Esiste anche la possibilità di avere un modello di computo metrico con la sola colonna delle quantità, utile soprattutto nella computazione di lavorazioni pertinenti la progettazione di impianti, dove si può inserire il risultato di un'unica formula di calcolo che è la moltiplicazione delle misure (parti uguali, lunghezza, larghezza ed altezza/peso).



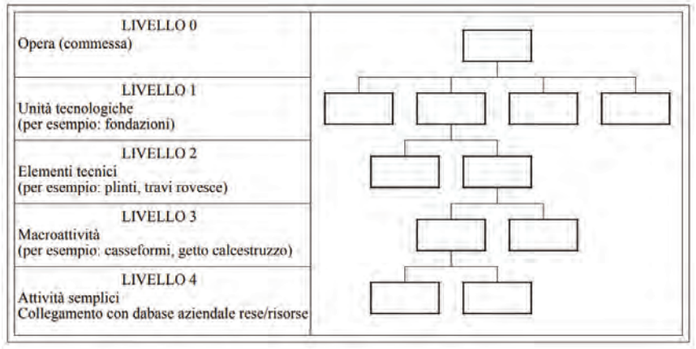
Il computo metrico estimativo è il risultato di un procedimento analitico finalizzato alla valorizzazione economica di tali quantità e consiste nel moltiplicare le quantità ottenute per ciascuna lavorazione con il corrispondente prezzo risultante dall'elenco prezzi del progetto, ottenendo così il costo parziale di ogni singola lavorazione; la sommatoria di tali prodotti, infine, fornisce il costo totale dell'opera progettata.Per la compilazione del computo metrico estimativo, va adottato un modello con le colonne aggiuntive di prezzo unitario della lavorazione ed importo (parziale delle lavorazioni e totale dell'opera), rispetto a quello descritto per il computo metrico
(non estimativo).



WBS,Work Breakdown Structure

La struttura del progetto, che viene a definirsi attraverso la metodologia scelta, è una tipica struttura topologica "ad albero", cioè una struttura che si sviluppa per diramazione dalla "radice" (programma coincidente con l'intera costruzione), ai "rami" (corpi di fabbrica, procedimenti costruttivi, elementi tecnici complessi), alle "foglie" (attività semplici). Il programma viene quindi semplificato attraverso la rappresentazione ad albero, strutturando il progetto in fasi, attività e lavorazioni. Alle foglie corrispondono "attività semplici" non utilmente suddivisibili,
individuate come "Pacchetti di lavoro" (Work Packages o Tasks). I Pacchetti di lavoro sono costituiti, a loro volta, da attività elementari,congruenti all'interno di attività semplici caratterizzate da un obiettivo univoco e integrato (procedimento costruttivo omogeneo), che vengono realizzate e gestite all'interno del Pacchetto di Lavoro, ma che non sono esplicitate in WBS.
La topologia della struttura ad albero consente di definire le codifiche dei rami della WBS che permettono di identificare esattamente la posizione e quindi "ricostruire" l'intero albero partendo da tale ramo.
Una possibile codifica può essere, per esempio, quella in cui:
- il primo numero coincide con il livello WBS del ramo;
- il secondo numero coincide con la posizione ordinale del ramo nel livello;
- il terzo numero coincide con la posizione ordinale del ramo generatore.

Con questa terna di informazioni il ramo è perfettamente identificato nella topologia dell'albero.
L'albero WBS correttamente costruito è tale che:
a) l'unione di tutte le attività contenute nei rami dello stesso livello é lo stesso insieme di attività contenute nella radice;
b) l'intersezione delle attività contenute in due qualsiasi rami posti allo stesso livello è nulla (ossia non vi sono attività comuni a due rami posti allo stesso livello).
Nella costruzione della WBS può succedere che alcuni rami terminano in foglie a livelli diversi di altri rami: in questi casi la regola sopra citata va applicata a tutti i rami presenti allo stesso livello ed a tutte le foglie presenti ai livelli inferiori.
Esempio:



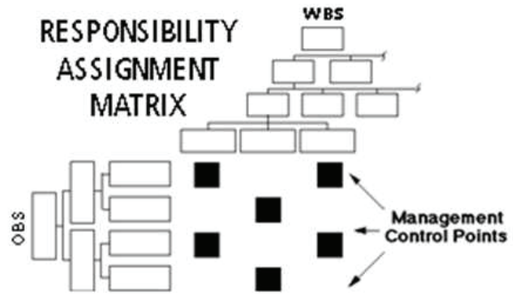
In sintesi lo studio impegnato nello sviluppo di una Work Breakdown Structure consente:
- suddivisione del Progetto, attraverso una iterazione del processo costruttivo, fino ad ottenere singole attività misurabili/gestibili (a bassa complessità);
- individuazione di tutte le attività necessarie al completamento dei lavori in modo da pervenire ad una Lista Attività completa (attraverso la descrizione dei WP o insieme di Voci di capitolato che fanno capo all'attività singola);
- formazione di un processo iterativo completo, senza il rischio di fermarsi ad un livello a cui corrispondono attività ancora complesse;
- collegamento di ogni attività elementare alla macroattività che la contiene, e di quest'ultima al procedimento che la contiene,mantenendosi all'interno di una struttura integrata nella quale ognisingola parte è legata al "tutto" ossia al progetto complessivo;
- specificazione, per ogni ramo, dei requisiti tecnico-funzionali del prodotto, dei processi tecnologici, dei materiali e dei collaudi;
- determinazione, per ogni ramo e/o pacchetto di lavoro, delle rispettive responsabilita' e dei sistemi di monitoraggio per il controllo;
- suddivisione del budget.

I criteri di scomposizione possono, di volta in volta, privilegiare particolari aspetti (ad esempio: la struttura organizzativa, il controllo dei costi, la struttura del prodotto, una struttura suddivisa per tecnologie), ma l'obiettivo più corretto è quello di trovare una soluzione equilibrata che elimini eventuali ambiguità per ottenere una buona gestione del programma, come è implicito nella definizione della WBS.
La scomposizione del progetto in macroattività e attività elementari rende più agevole e sicuro il lavoro, in quanto permette di passare da una visione globale del progetto all'analisi delle attività elementari da svolgere in cantiere, e, quindi, segue una metodologia di grande aiuto anche per la redazione del computo metrico interno.I criteri di "semplicità" e di "gestibilità" che portano all'arresto della iterazione non sono assoluti, ma devono essere elaborati in base alla
complessità del progetto e al grado di definizione che si intende dare alla
scomposizione del lavoro.
Nel settore edilizio non esiste un criterio generale di semplicità/gestibilità, ma si può privilegiare, a seconda dell'interesse specifico, una scomposizione del progetto secondo:
a) struttura del lavoro (partizioni delle opere o gruppi omogenei di lavorazioni), che consente una scomposizione in funzione dalla presenza simultanea di fattori di omogeneità riscontrabili non solo nel prodotto finale ma anche nei materiali e nei mezzi d'opera impiegati nelle singole lavorazioni;
b) struttura organizzativa;
c) controllo dei costi (diretti, indiretti).

OBS (Organization Breakdown Structure)

Organizational Breakdown Structure (OBS) è l'espressione utilizzata per definire la struttura organizzativa di progetto. Questo documento formalizza ed ufficializza le linee di riporto tra i componenti del project team ed ha validità ai soli fini dell'operatività del progetto, nel senso che non necessariamente è un riflesso dell'organigramma aziendale.In tal senso, la sua validità è limitata alla gestione delle attività di progetto e nasce appunto da una attenta analisi di tali attività e viene quindi temporalmente prodotta dopo la creazione della WBS (Work Breakdown Structure).Contrariamente a quanto si legge spesso, questo documento non precisa le responsabilità e i compiti dei componenti del team che invece sono definiti nella RAM di progetto.La OBS è invece uno strumento utile per precisare il processo decisionale e le modalità con cui esso dovrà svolgersi all'interno del progetto indicando appunto come i vari ruoli dovranno integrarsi tra loro e quali sono i livelli di escalation a fronte di scelte e problemi operativi.La OBS inoltre è particolarmente utile all'interno di progetti complessi in quanto chiarisce i livelli di coordinamento, i punti di controllo organizzativi e l'ambito di autonomia dei ruoli coinvolti.
Il processo per creare la OBS può essere così riassunto:
- Una volta creata la WBS, analizzare i Work Packages per individuare le attività necessarie allo svolgimento del lavoro.
- Una volta definite le attività, individuare le competenze necessarie allo svolgimento di ciascuna attività.
- Una volta individuate le competenze, valutare quali e quante risorse coinvolgere nel progetto.
- Posizionare le risorse nell'organigramma di progetto in modo da facilitarne l'operatività ed il processo decisionale ai fini dei risultati del progetto.
- A fronte di progetti complessi, aggiungere in posizioni di staff al Project Manager eventuali ruoli di supporto che possano aiutare il PM sgravandolo di alcuni compiti di coordinamento. In questo caso è possibile quindi individuare un team di progetto ed un team di project management con compiti esclusivamente di coordinamento dei lavori.
La creazione della OBS è quindi importante per:
- ufficializzare le risorse coinvolte in un progetto;
- precisare le deleghe associate a ciascun ruolo;
- per avviare la creazione della RAM di progetto;
- per chiarire le modalità di riporto tra i ruoli coinvolti;
- per comprendere il livello di integrazione tra ruoli interni ed esterni ad un progetto (es. subcontractors, fornitori in outsourcing);
- per facilitare il ruolo del Project Manager per quanto riguarda le attività di monitoraggio e controllo;
- per sensibilizzare il management sulle necessità di staffing e supporto organizzativo a garanzia del successo del progetto.

RAM



La RAM (Responsibility Assignment Matrix) costituisce un importante strumento a supporto della pianificazione di progetto.
Integra le informazioni della WBS (Work Breakdown Structure) e della OBS (Organization Breakdown Structure – od organigramma del progetto) definendo sostanzialmente il "chi fa che cosa". In questo senso contribuisce a:

- evidenziare in modo immediato cosa deve essere fatto, chi lo deve fare e con quale ruolo organizzativo;
- formalizzare il ruolo non solo di coloro che dovranno effettivamente svolgere il lavoro ma anche di coloro che li dovranno supportare;
- favorire una migliore valorizzazione dei costi di ciascuna attività inglobando non solo quelli operativi/esecutivi ma anche quelli di supporto;
- creare consapevolezza dell'impatto del lavoro di ciascuno sul lavoro degli altri componenti del team;
- creare responsabilizzazione tra i componenti del team di progetto;
- favorire il commitment anche da parte dei responsabili delle risorse coinvolte.

RACI

A tal fine, può essere utilizzata una particolare definizione dei diversi ruoli per ciascuna attività utilizzando la codifica RACI che costituisce un acronimo dei 4 possibili ruoli associabili ad un'attività:

Responsible – è il ruolo di colui che è chiamato ad eseguire operativamente il task (per ogni task è possibile avere più Responsible)

Accountable – è solitamente il ruolo a cui riporta il/i Responsible nell'organigramma di progetto o che comunque dovrà svolgere un ruolo di supervisione del lavoro del/dei Responsible (deve essere univocamente individuato e dovrà rendere conto del lavoro delle risorse da lui coordinate nello svolgimento dell'attività)

Consult – è il ruolo di chi dovrà supportare il/i Responsible nello svolgimento del task fornendogli informazioni utili al completamento del lavoro o a migliorare la qualità del lavoro stesso

Inform – è il ruolo di chi dovrà essere informato in merito al lavoro del/dei Responsible e che dovrà prendere decisioni sulla base delle informazioni avute

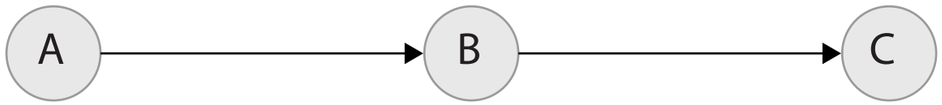
La RAM si costruisce pertanto associando a ciascuna attività (che scaturisce dall'analisi dei Work Packages della WBS) le persone o i ruoli organizzativi che vi parteciperanno indicando il ruolo specifico per ciascuna attività.E' quindi possibile che una stessa persona abbia un ruolo su un'attività ed un ruolo diverso su un'altra attività.Nella figura sottostante è riportato un esempio di RAM riferita per semplicità ad alcune macro-attività (nei casi reali l'articolazione delle attività sarà naturalmente molto più dettagliata).

RACI Chart	Person				
Activity	Ann	Ben	Carlos	Dina	Ed
Define	A	R	I	I	I
Design	I	A	R	C	C
Develop	I	A	R	C	C
Test	A	I	I	R	I

R = Responsible A = Accountable C = Consult I = Inform

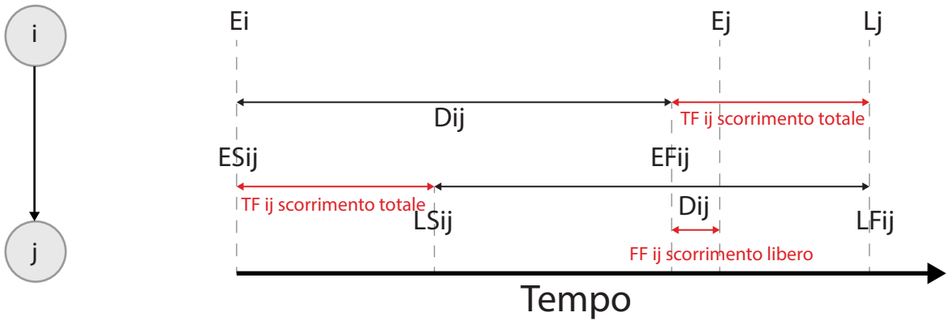
Metodo AON Activity On Node

Nella rappresentazione reticolare secondo il metodo Activity on node,le attività di progetto sono identificate dai nodi mentre gli archi descrivono i differenti legami logici indicando specifici vincoli di precedenza temporale. Le lavorazioni sono caratterizzate da un valore rappresentativo della durata e le relazioni ra ese sono di tipo cronologico cioè sottintendono il flusso temporale. All'interno del reticolo non possono pertanto esistere circuiti logici (loop) o meccanismi di feedback e le attività devono essere eseguite secondo la loro allocazione nel tempo. In un diagramma di tipo AON si individua un solo reticolo in cui possono essere schematizzati tutti i legami di dipendenza. I nodi rappresentano le attività mentre gli archi indicano i rapporti di precedenza tra le attività.



L'attività "C" può iniziare solo dopo la fine dell'attività "B". Quest'ultima può essere svolta solo dopo la conclusione dell'attività "A" o, anche, "A precede B che precede C"

Il percorso critico
Noti i tempi minimi e massimi di inizio e fine di un'attività ij,si definisce scorrimento totale o Total Float (TF) la la massima quantità di tempo di cui può essere ritardato lo svolgimento dell'attività senza ritardare la data di completamento del programma dei lavori.
Si definisce scorrimento libero dell'attività ij o free float la massima quantità di tempo di cui un'attività può essere posticipata senza causare un ritardo dei tempi minimi di inizio delle attività immediatamente successive nel percorso reticolare - FF= Ej - EF ij.
Lo scorrimento libero è presente solo nel caso in cui più attività convergono in un evento. Assumendo per convenzione che il valore T del tempo massimo di ultimazione del progetto sia uguale al tempo minimo dell'ultimo evento Ejn,cioè: T= Ejn
si definiscono critiche le attività aventi un Total Float nullo e critico il percorso di schedulazione tra l'evento iniziale e l'evento finale da queste formato. Per definizione,quindi,al cammino critico corrisponde il più lungo tempo di esecuzione del progetto pari alla somma algebrica delle durate delle attività critiche.
  EScr=LScr e EFcr= LFcr ovvero TFcr= 0



ES ij	Dij	EF ij
Attività		
LS ij	TF ij	LF ij

ES (Early Start) : ovvero la data di calendario in cui,secondo i legami logici definiti,può iniziare al più presto l'attività.

EF (Early Finish):ovvero la data di calendario in cui si può completare al più presto l'attività.

LS (Late Start):ovvero la data di calendario in cui deve iniziare al più tardi l'attività per non ritardare la data di fine del progetto

LF (Late Finish):ovvero la data di calendario in cui si deve completare al più tardi l'attività.

TF (Total Float):ovvero la massima quantità di tempo di cui può essere ritardato lo svolgimento dell'attività senza ritardare la data di completamento del programma dei lavori.

D:ovvero la durata dell'attività

Schema di calcolo:

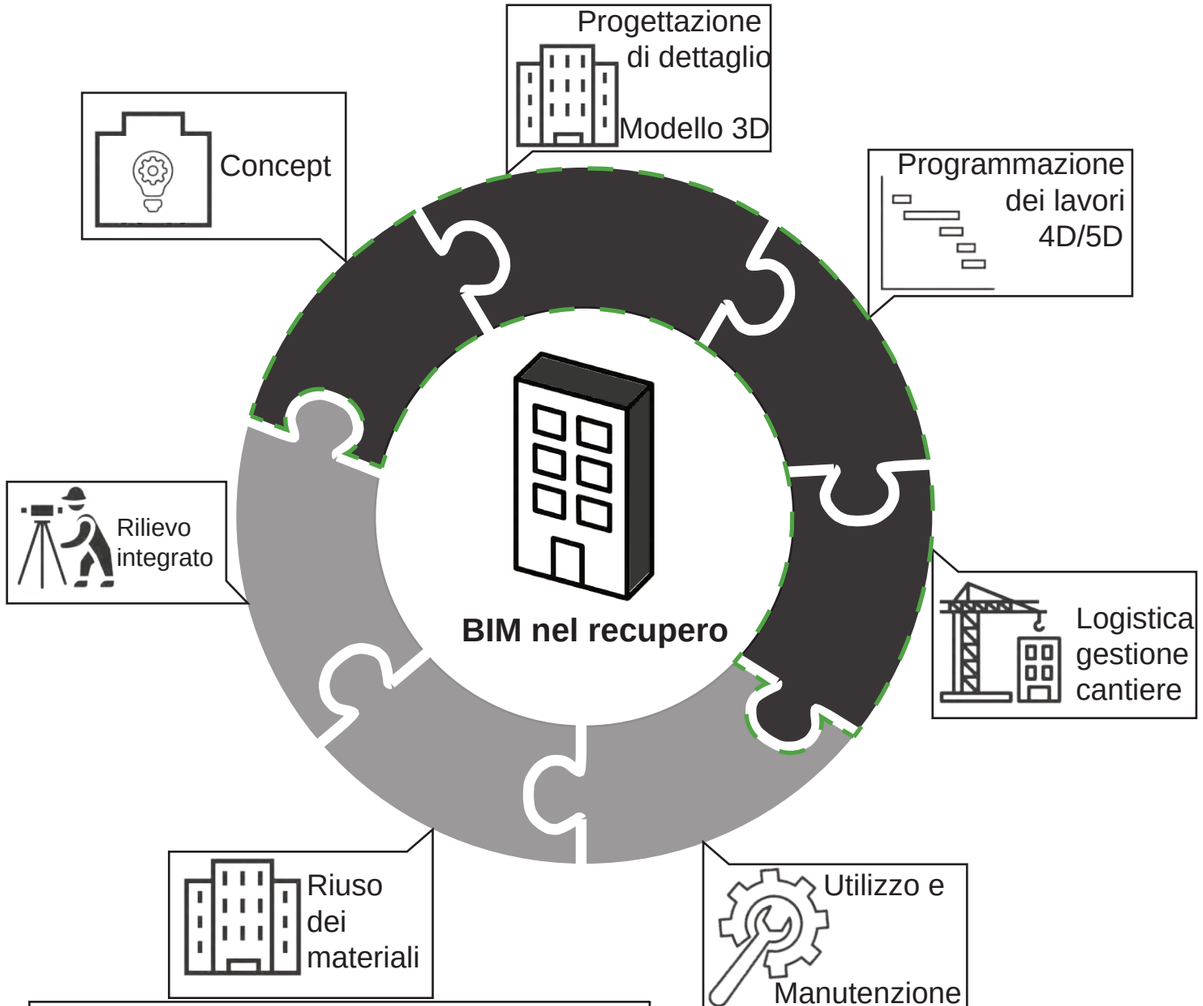
EF= ES + D

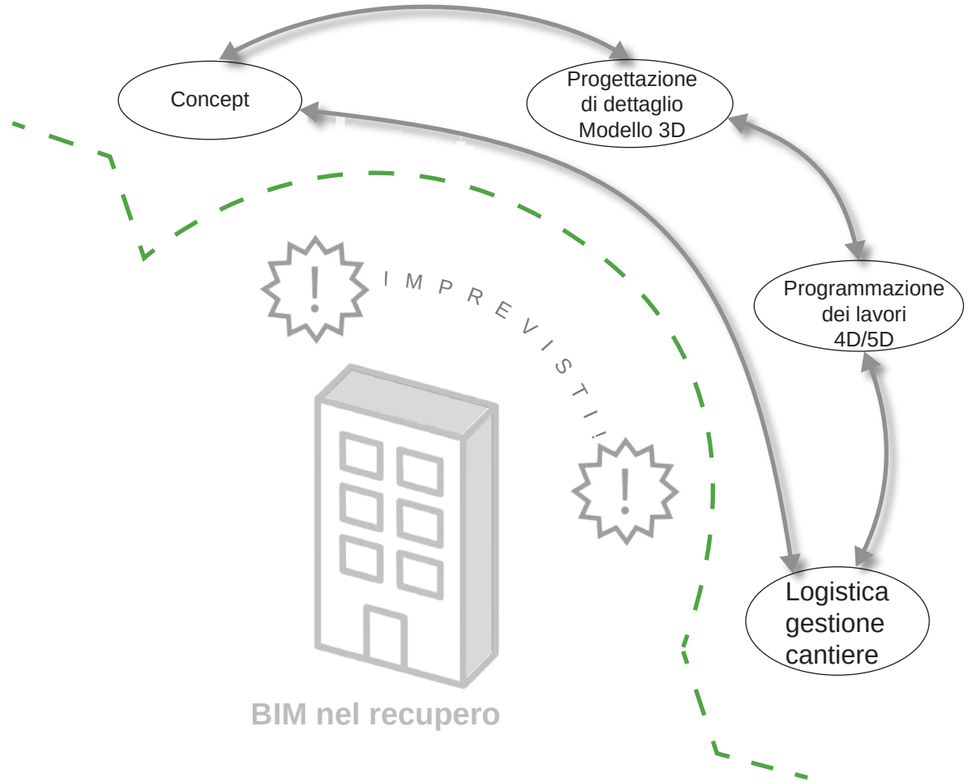
LS= LF - D

TF= LF - EF

LF= LS + D

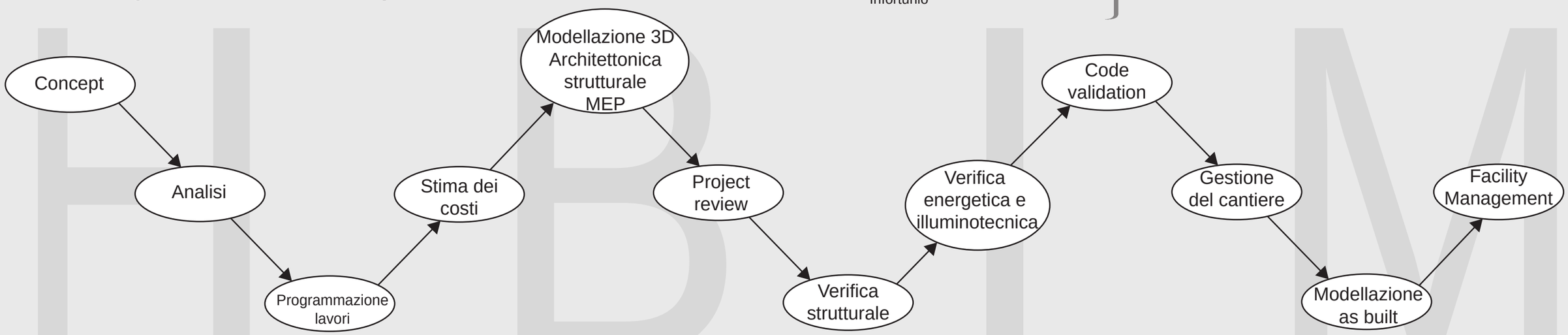
Schema BIM negli edifici storici



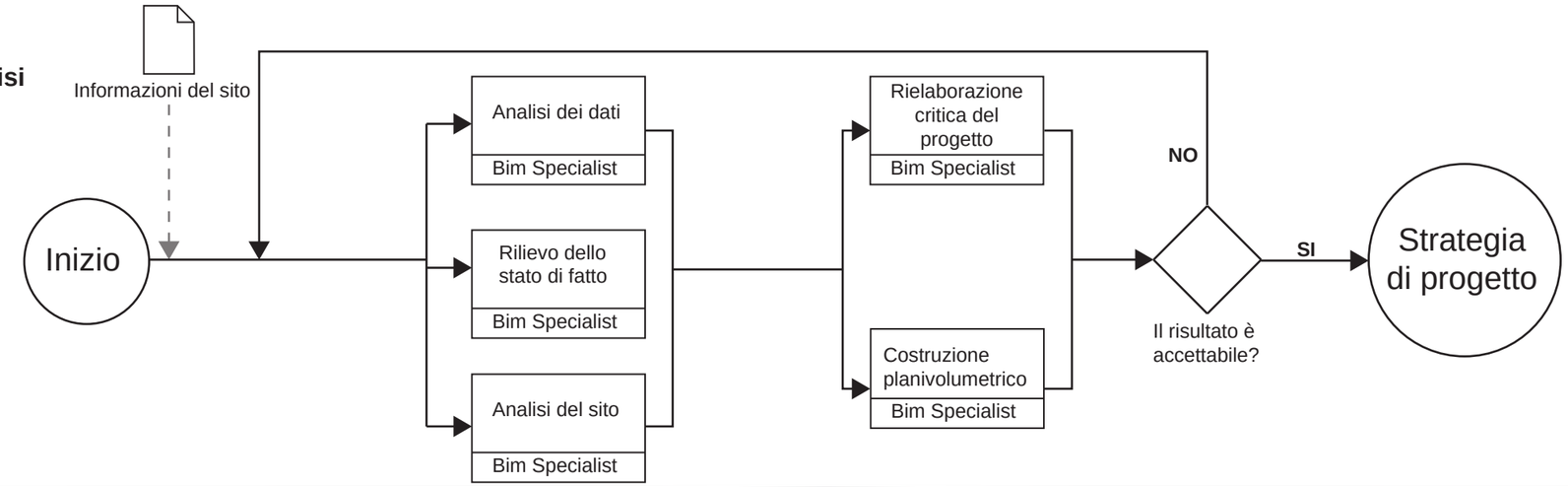


Tipo Imprevisto	Conseguenze	Strategie
Legato a vincoli di bene pubblico (valore storico) Condizione Metereologiche Lavorazioni mal eseguite Infortunio	Blocco dei lavori Tutela dell'area interessata ↓ Ritardo della fine delle lavorazioni	Riorganizzazione del cantiere Studio del cronoprogramma

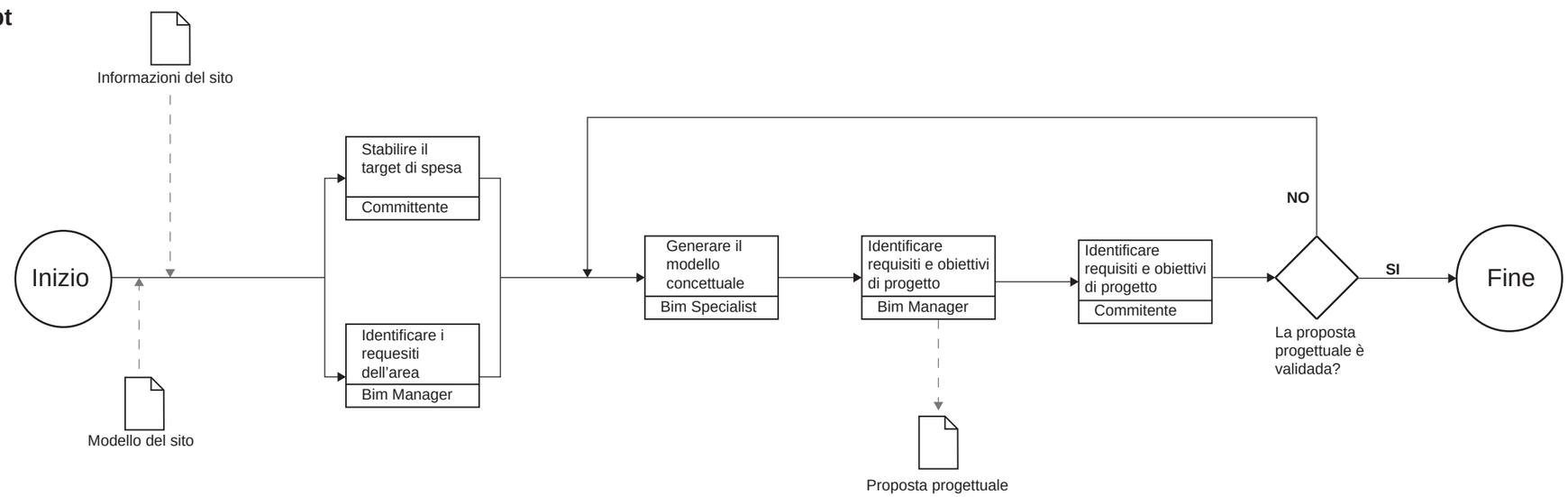
Workflow generale cantiere di recupero



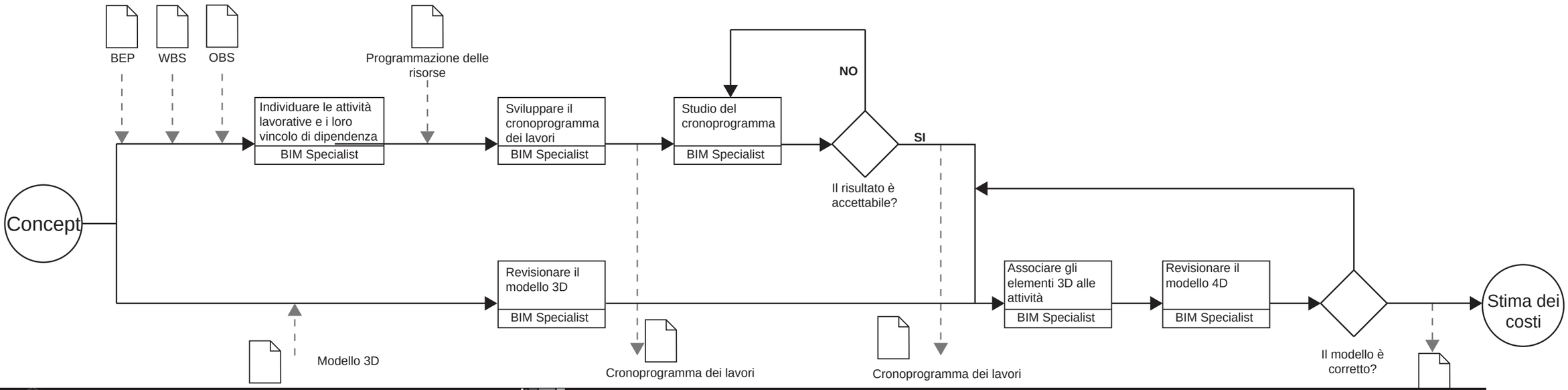
Analisi



Concept



Programmazione dei lavori



Workflow dettagliato cantiere di recupero

EVENTO: Lungo il processo rappresenta un punto di partenza,intermedio o di fine attività

Attività / Responsabile — ATTIVITA': Indica il lavoro e il responsabile operativo assegnato alla singola attività nel processo in esame

FLUSSO DATI: Mostra l'ordine di esecuzione delle attività

ASSOCIAZIONE: Collega le attività ai documenti,indicando con la direzione della freccia se sono in ingresso (input) o in uscita (output)

DECISIONE: Rappresenta un momento di verifica dei risultati,può indicare la necessità di ripetere alcune attività del processo

Oggetto — INPUT: Informazioni,documenti e modelli necessari per l'avvio dell'attività a cui sono collegati,può coincidere con l'output di un processo

Oggetto — OUTPUT: Informazioni,documenti e modelli bim attesi al termine dell'attività a cui sono collegati

GRUPPO: Rappresenta una categoria di informazioni,documenti e modelli bim collegati alle attività tramite associazioni

Testo Unico sulla Sicurezza D.Lgs. 81/2008

Il Testo Unico sulla Sicurezza D.Lgs. 81/2008,riguarda la regolamentazione per tutelare la salute e la sicurezza dei lavoratori. Nel Testo Unico vengono indicate tutte le figure obbligatorie atte alla tutela della sicurezza dei lavoratori in azienda, ognuna delle quali deve ricevere una formazione adeguata. La struttura del Testo Unico sulla Sicurezza

Titolo I: Disposizioni generali
Titolo II: Luoghi di lavoro
Titolo III: Uso delle attrezzature di lavoro e dei DPI
Titolo IV: Cantieri temporanei o mobili
Titolo V: Segnaletica di sicurezza
Titolo VI: Movimentazione manuale dei carichi
Titolo VII: Videoterminali
Titolo VIII: Agenti fisici (rumore, vibrazioni…)
Titolo IX: Sostanze pericolose (agenti chimici, biologici…)
Titolo X: Agenti biologici
Titolo XI: Atmosfere esplosive
Titolo XII: Disposizioni penali
Titolo XIII: Disposizioni finali

Figure obbligatorie
Le figure che devono essere obbligatoriamente presenti in azienda, secondo quanto indicato dal Dlgs 81:
Il datore di lavoro
Il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione dai rischi (RSPP), che può essere anche esterno all'azienda e in alcuni casi (aziende con massimo 30 dipendenti) coincidere con il datore di lavoro.
Il Responsabile dei Lavoratori per la Sicurezza (RLS), per le aziende che hanno fino a 15 dipendenti ci si può rivolgere al Responsabile dei Lavoratori per la Sicurezza Territoriale (RLST).
Il Medico Competente.
Gli addetti al primo soccorso e alla prevenzione incendi.

NTC 2018 Norme Tecniche della Costruzione

Si definisce costruzione esistente quella che abbia, alla data della redazione della valutazione di sicurezza e/o del progetto d'intervento, la struttura completamente realizzata.
Si individuano le seguenti categorie di intervento:
– interventi di riparazione o locali: interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
– interventi di miglioramento: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3;
– interventi di adeguamento: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3.
Criteri e Tipi d'intervento
La scelta del tipo, della tecnica, dell'entità e dell'urgenza dell'intervento dipende dai risultati della precedente fase di valutazione,dovendo mirare prioritariamente a contrastare lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili e, quindi, a migliorare il comportamento globale della costruzione.
In generale dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:
– riparazione di eventuali danni presenti;
– riduzione delle carenze dovute ad errori grossolani;
– miglioramento della capacità deformativa ("duttilità") di singoli elementi;
– riduzione delle condizioni, anche legate alla presenza di elementi non strutturali, che determinano situazioni di forte irregolarità,sia planimetrica sia altimetrica, degli edifici, in termini di massa, resistenza e/o rigidezza;
– riduzione delle masse, anche mediante demolizione parziale o variazione di destinazione d'uso;
– riduzione dell'impegno degli elementi strutturali originari mediante l'introduzione di sistemi d'isolamento o di dissipazione di energia;
– riduzione dell'eccessiva deformabilità degli orizzontamenti, sia nel loro piano che ortogonalmente ad esso;
– miglioramento dei collegamenti degli elementi non strutturali, alla struttura e tra loro;
– incremento della resistenza degli elementi verticali resistenti, tenendo eventualmente conto di una possibile riduzione della duttilità globale per effetto di rinforzi locali;
– realizzazione, ampliamento, eliminazione di giunti sismici o interposizione di materiali atti ad attenuare gli eventuali urti;
– miglioramento del sistema di fondazione, ove necessario.
Interventi su parti non strutturali ed impianti sono necessari quando, in aggiunta a motivi di funzionalità, la loro risposta sismica possa mettere a rischio la vita degli occupanti o produrre danni ai beni contenuti nella costruzione. Per il progetto di interventi atti ad assicurare l'integrità di tali parti valgono le prescrizioni fornite nei §§ 7.2.3 e 7.2.4.
Per le strutture in muratura, inoltre, dovranno essere valutati e curati gli aspetti seguenti:
– miglioramento dei collegamenti tra orizzontamenti e pareti, tra copertura e pareti, tra pareti confluenti in martelli murari o angolate;
– riduzione ed eliminazione delle spinte non contrastate di coperture, archi e volte;
– rafforzamento delle pareti intorno alle aperture.

Legge 494/1996

La Legge 494 sui Cantieri può definirsi come la trasposizione della legge 626 sulla sicurezza sul lavoro al settore edile.
Già con la 626 si sentiva la necessità di normare questo particolare settore lavorativo, quello edile e cantieristico, privo o comunque carente di misure di sicurezza per i lavoratori.
Nella 626, infatti, indicative sono le defizioni che vengono date del luogo "cantiere":

- luogo di lavoro costantemente mutevole per quanto riguarda posizione e presenza di persone o macchine da lavoro,
nonché di opere temporanee, come, è per esempio, passerelle per facilitare la movimentazione dei carichi;
- un posto in cui è facile si verifichi la presenza simultanea di datori di lavoro e/o lavoratori autonomi;
- è un sito in cui definire gerarchicamente le posizioni delle varie figure professionali che si alternano sul cantiere (appaltatore, subappaltatori e lavoratori autonomi e non), qualora ciò fosse possibile tale gerarchie sarebbe comunque molto complessa.

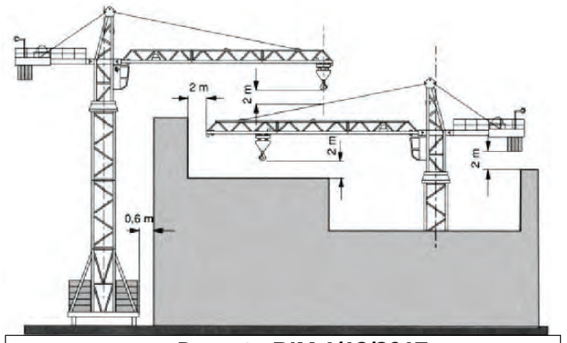
Per questi motivi si rese necessaria una legge speciale dedicata solo ai cantieri edili, la 494 appunto, che come avesse come obiettivo:

- la responsabilizzazione del committente;
- la predisposizione di strumenti adeguati per consentire agli addetti alla sicurezza di operare con efficienza;
- la predisposizione di una scaletta progettuale e operativa per la definizione dei piani di sicurezza.

La Legge 494 ha assunto, nel tempo, un significato più ampio, non solo una "mera" legge che disciplina la sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, ma un vero e proprio strumento a disposizione del Responsabile del cantire per la predisposizione di un adeguato piano di sicurezza a tutela dei lavoratori.

CIRCOLARE 10/2012 del CPT di L'Aquila

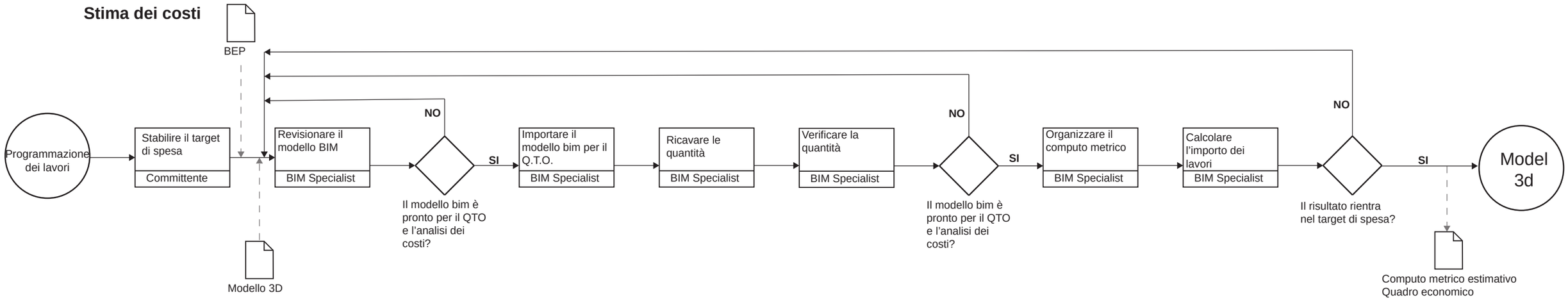
Nella CIRCOLARE 10/2012 del CPT di L'Aquila e Provincia **ha previsto le distanze minime da rispettare tra le gru e gli ostacoli fissi.**
È comunque importante verificare dal libretto d'uso, se il costruttore abbia imposto misure più restrittive.
È consigliabile adottare, quindi, specifici provvedimenti al fine di evitare possibili interferenze, sia di carichi tra più apparecchi di sollevamento che tra l'apparecchio di sollevamento e gli ostacoli fissi (braccio-edificio ecc.).Tali provvedimenti possono essere essenzialmente di due tipi:
• adozione di dispositivi automatici anti-interferenza e anticollisione (ottici, acustici, meccanici, elettrici);
• adozione di opportune procedure organizzative
Per poter decidere quale tipo di dispositivo di controllo adottare è necessario che il datore di lavoro, per ogni singola e nuova installazione, effettui l'analisi del rischio tenendo conto delle possibili conseguenze dell'interferenza dei carichi, o del passaggio degli stessi su luoghi dove possono generare pericoli.



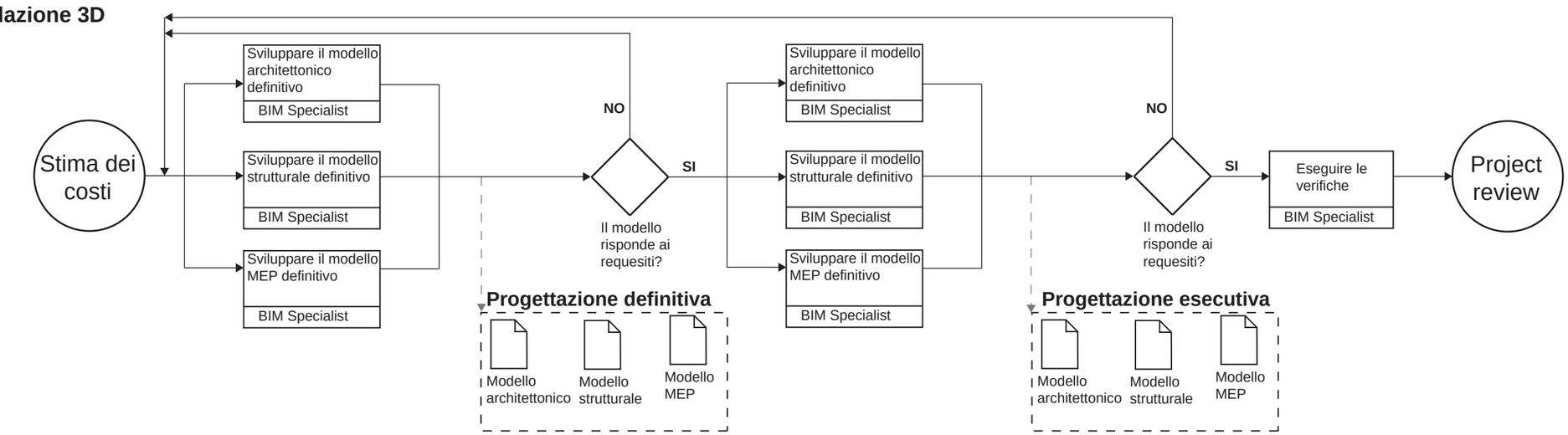
Decreto BIM 1/12/2017

Il Decreto BIM (DM 560 del 1 dicembre 2017), attuativo dell'articolo 23, comma 13, del Codice dei contratti pubblici, definisce le modalità e i tempi di progressiva introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dell'obbligatorietà dei metodi e degli strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche.
L'obbligo dell'utilizzo di metodi e strumenti elettronici di modellazione decorre:
- dal **1° gennaio 2019** per le opere di importo da **100 milioni di euro;**
- dal **2020** per i lavori complessi oltre i **50 milioni di euro**;
- dal **2021** per i lavori complessi oltre i **15 milioni di euro**;
- dal **2022** per le opere oltre i **5,2 milioni di euro**;
- dal **2023** per le opere oltre **1 milione di euro**;
- dal **2025** per **tutte le nuove opere**.

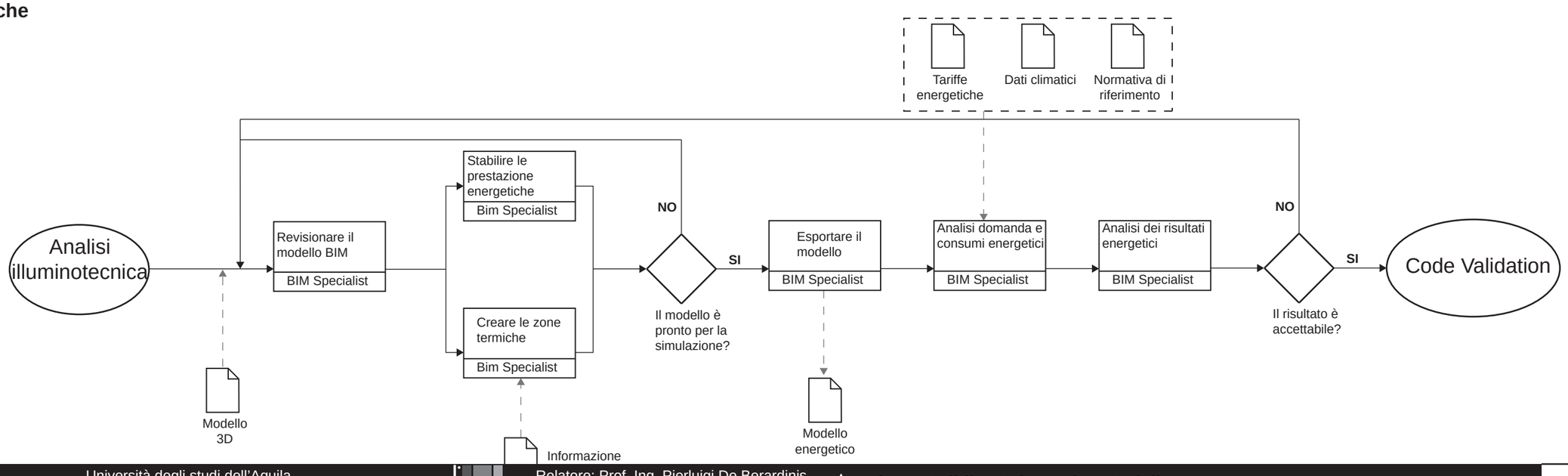
Stima dei costi



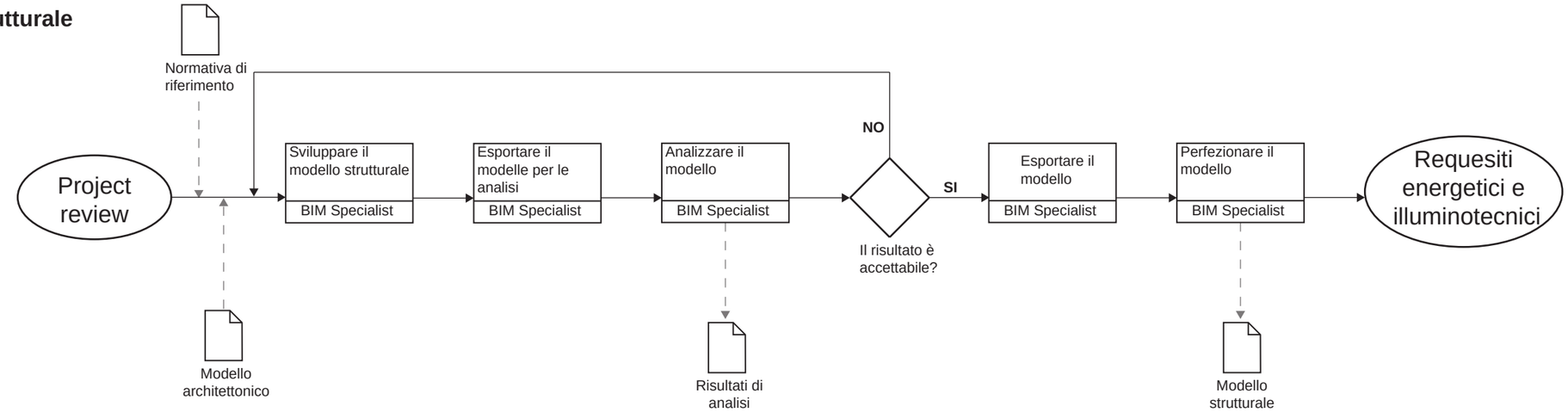
Modellazione 3D



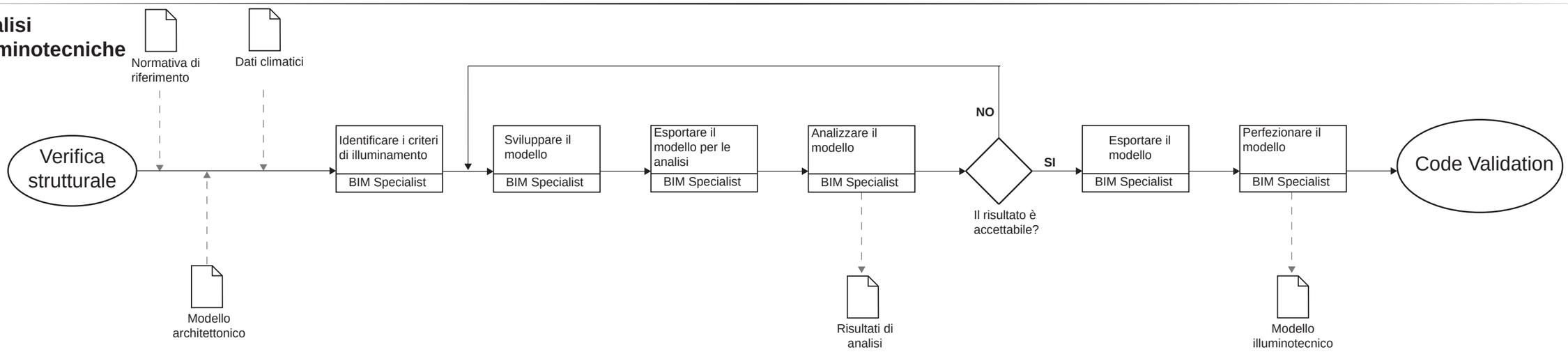
Analisi energetiche



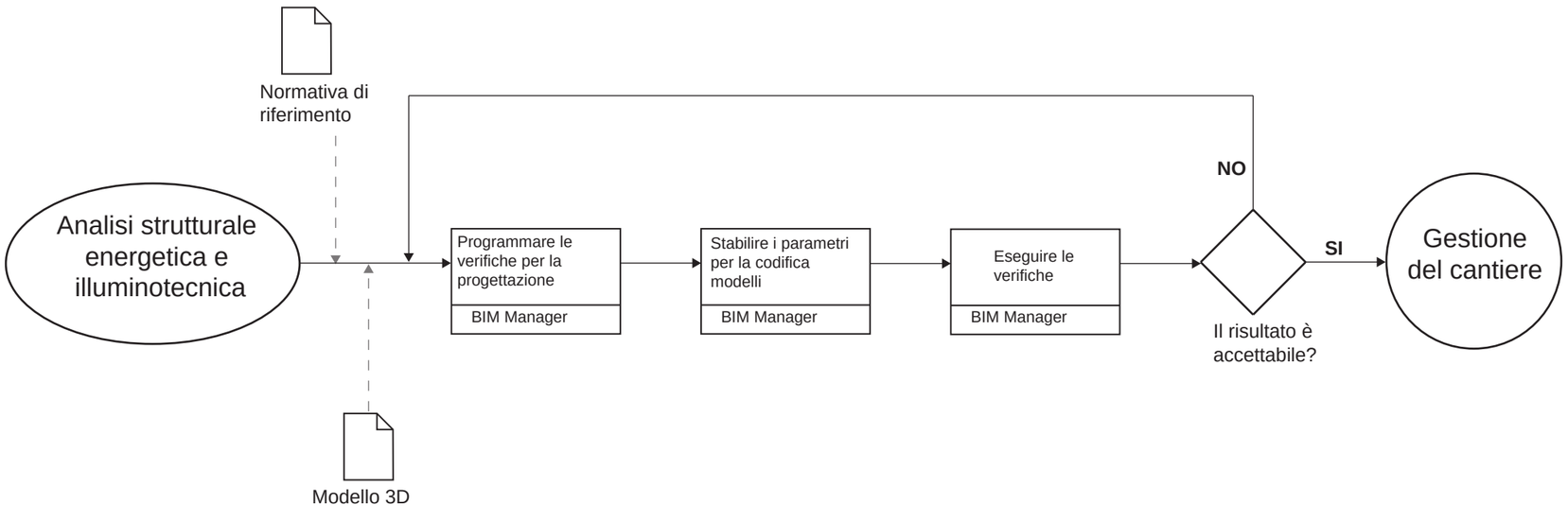
Verifica strutturale



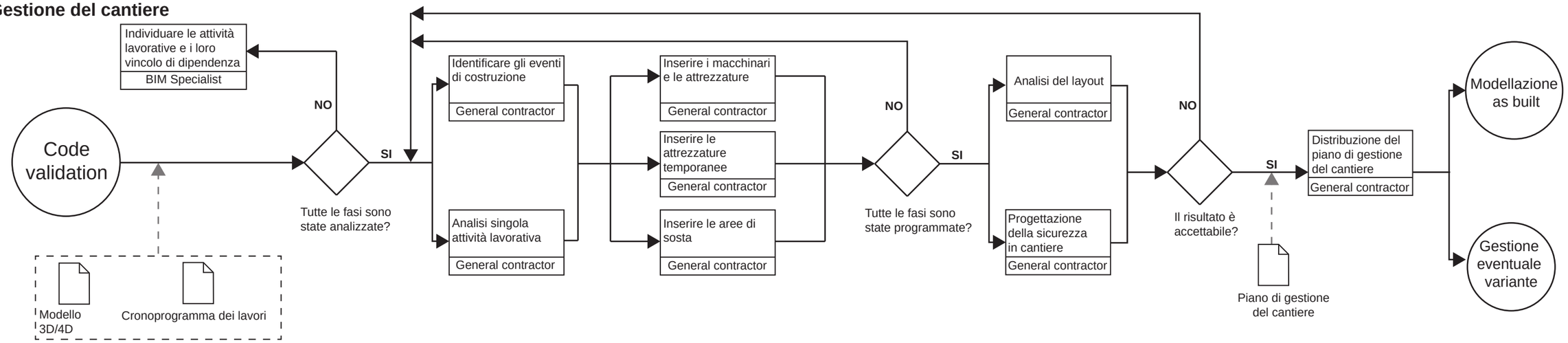
Analisi illuminotecniche



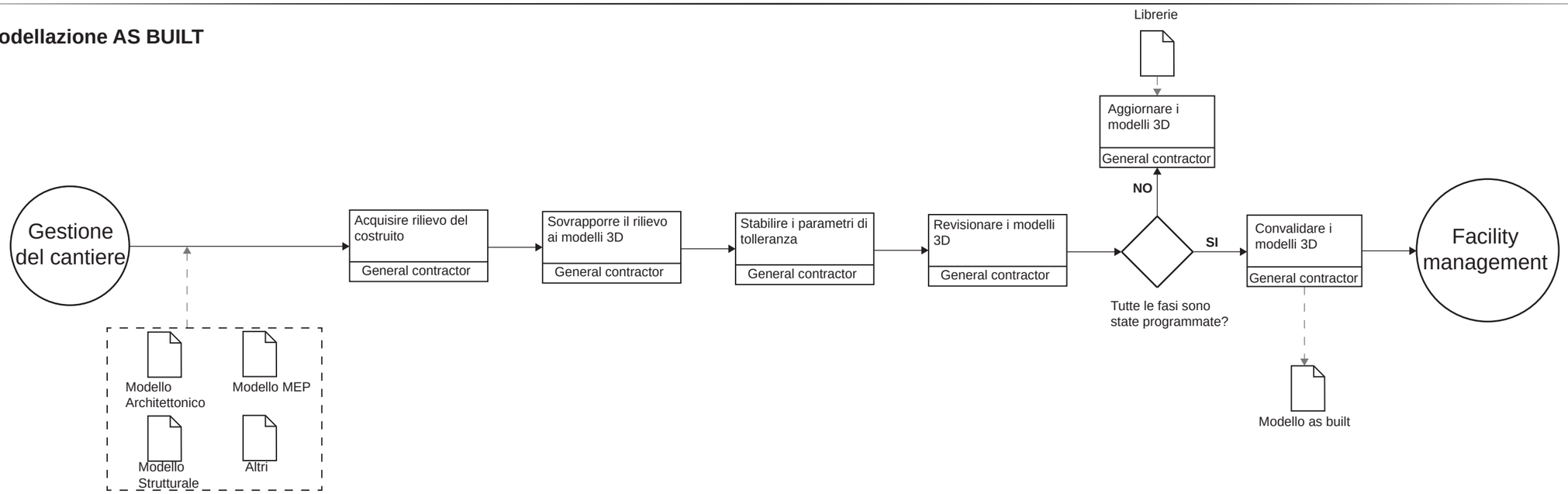
Code Validation



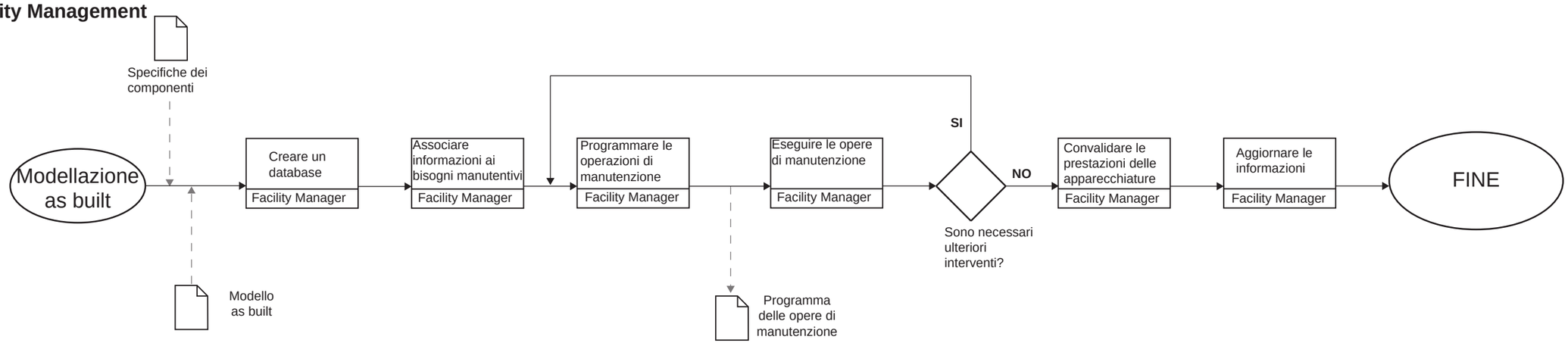
Gestione del cantiere



Modellazione AS BUILT



Facility Management



Isolamento termico
Posa in opera dell'isolamento termico delle pareti verticali nella rua e nella zona "studio" al primo piano.
Isolamento termico e barriera al vapore del solaio di fondazione.

Impianto elettrico
Posa in opera corrugati e muratura scatole di derivazione.
Posa in opera scatole di derivazione.
Passaggio fili elettrici all'interno dei corrugati.
Allaccio alla rete elettrica.

Impianto idrico e termico
Posa in opera di tubazione di adduzione e scarico.
Posa in opera caldaia e termosifoni.
Allaccio alla rete idrica e metano.

Impianto scarico acque meteoriche
Posa in opera grondaie,pluviali.pozzetti,caditoie e tubazioni
Allaccio rete fognaria

Fase di progetto
Riparazione copertura:
- Posa in opera barriera al vapore.
- Isolamento termico sp.12cm.
- Posa in opera pannello OSB
- Posa in opera impermeabilizzante.
- Montaggio coppi e controcoppi e rimontaggio parziale di quelli esistenti.

Realizzazione massetto sp. 10 cm.
Ricostruzioni ex novo tramezzature.
Realizzazione pavimentazione.
Rinzaffo e intonacatura delle murature.

Opere interne
Rifacimento piastrelle.
Montaggio infissi nuovi (finestre) ed esistenti (porte interne).
Posa in opera dei sanitari.
Rasatura pareti.
Tinteggiatura pareti interne.
Placche e finiture impianto elettrico.
Mobili e arredo.

Opere esterne
Pulitura e restauro elementi di facciata
Rasatura pareti.
Tinteggiatura pareti.

Smontaggio
Smontaggio ponteggio.
Smontaggio gru:
- Smontaggio elementi di torre,zavorra,tiranti di base,carro di base,appoggi.
- Rottura platea in cls.
- Riempimento con terreno di scavo.

Smontaggio cantiere.

Pulizia area - Chiusura cantiere

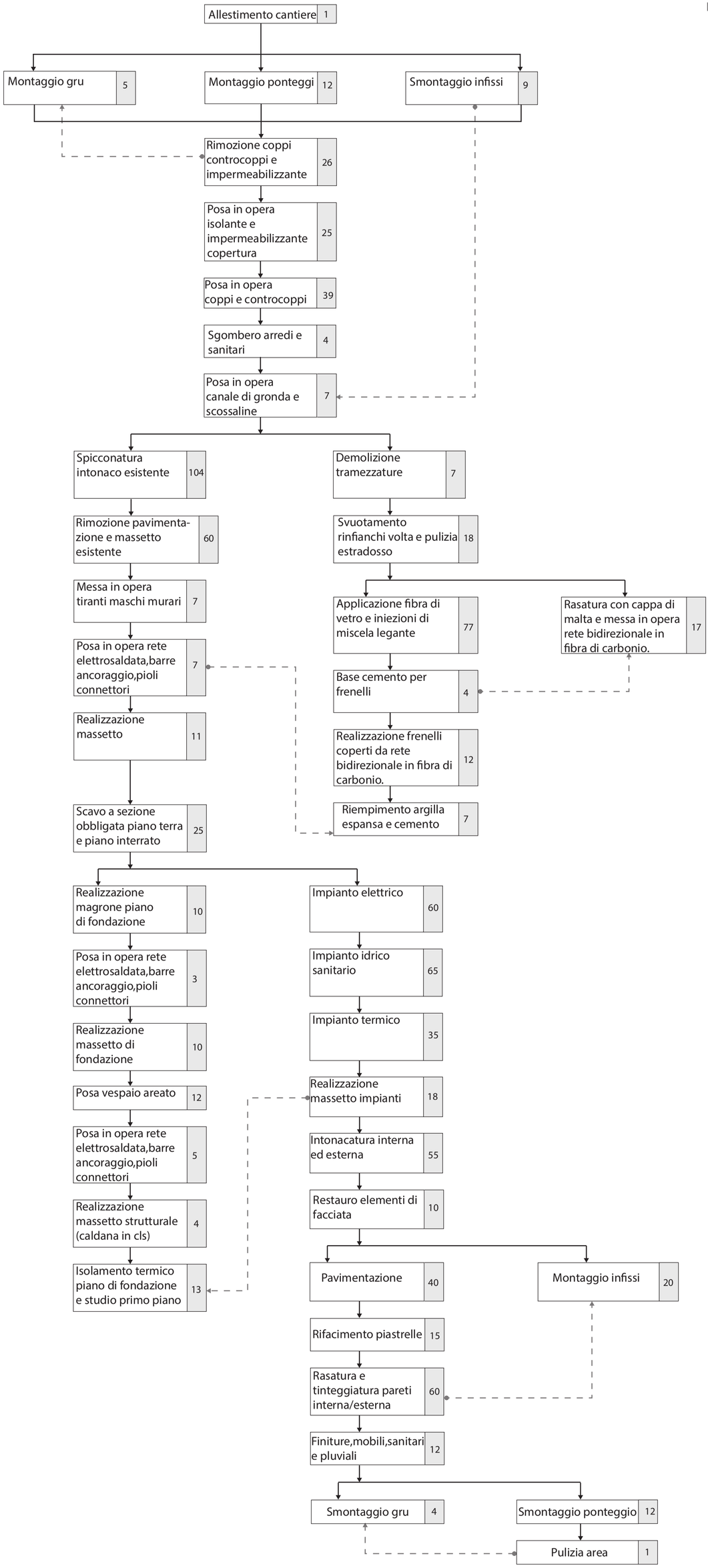
FASI E SOTTOFASI OPERATIVE	*FASI DI CONTROLLO*
1 - ANALISI DEGLI ELABORATI DI PROGETTO	
a) Identificazione dei caratteri progettuali b) Definizione dei procedimenti costruttivi	▪ Controllo della completezza e della congruenza delle azioni ▪ Controllo di tempi e costi dell'analisi
2 - ANALISI DEI SINGOLI PROCEDIMENTI COSTRUTTIVI	
a) Definizione delle lavorazioni b) Individuazione e quantificazione delle risorse c) Pianificazione delle risorse (materiali, manodopera, macchine, attrezzature, forniture di terzi)	▪ Controllo della completezza e della congruenza delle azioni ▪ Controllo della presenza interna delle risorse ▪ Verifica preliminare dei fornitori e dei prestatori d'opera, della loro disponibilità e dei loro prezzi ▪ Controllo di tempi e costi dell'analisi

Diagramma a Blocchi Generale - Via Garibaldi

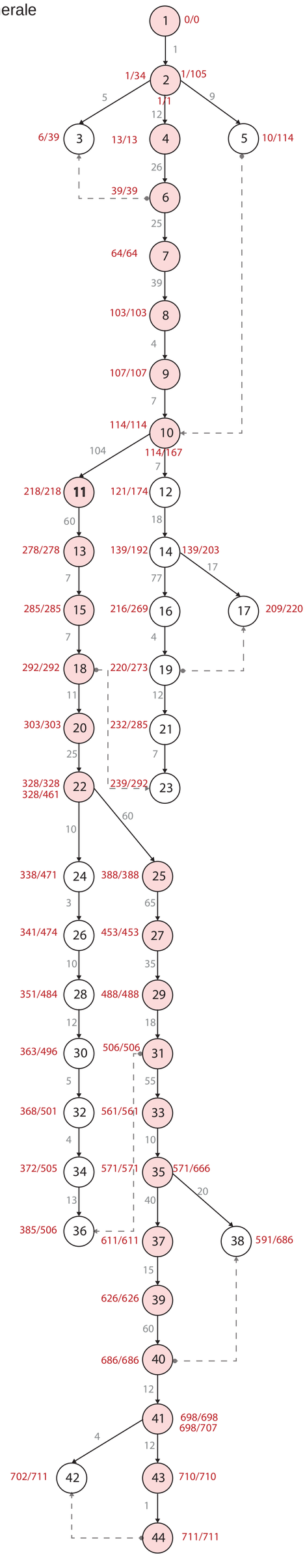
Durata: 5/02/2018 → 13/10/2020

g=giorni n=operai comune s= specializzato

Inizio - - - - Fine



PERT Via Garibaldi Generale



tempo min./ Tempo MAX n: giorni (durata attività)

A → B → C Percorso Critico

Inizio - - - - - - - - - - - - Fine

1-2: Allestimento cantiere
2-3: Montaggio gru
2-4: Montaggio ponteggi
2-5: Smontaggio infissi
4-6: Rimozione coppi controcoppi e impermeabilizzante
6-7: Posa in opera isolante e impermeabilizzante copertura
7-8: Posa in opera coppi e controcoppi
8-9: Sgombero arredi e sanitari
9-10: Posa in opera canale di gronda e scossaline
10-11: Spicconatura intonaco esistente
10-12: Demolizione tramezzature
11-13: Rimozione pavimentazione e massetto esistente
13-15: Messa in opera tiranti maschi murari
15-18: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
18-20: Realizzazione massetto
20-22: Scavo a sezione obbligata piano terra e piano interrato
12-14: Svuotamento rinfianchi volta e pulizia estradosso
14-16: Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante
14-17: Rasatura con cappa di malta e messa in opera rete bidirezionale in fibra di carbonio.
16-19: Base cemento per frenelli
19-21: Realizzazione frenelli coperti da rete bidirezionale in fibra di carbonio.
21-23: Riempimento argilla espansa e cemento
22-24: Realizzazione magrone piano di fondazione
22-25: Impianto elettrico
24-26: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
25-27: Impianto idrico sanitario
26-28: Realizzazione massetto di fondazione
27-29: Impianto termico
28-30: Posa vespaio areato
30-32: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
32-34: Realizzazione massetto strutturale (caldana in cls)
34-36: Isolamento termico piano di fondazione e studio primo piano
29-31: Realizzazione massetto impianti
31-33: Intonacatura interna ed esterna
33-35: Restauro elementi di facciata
35-37: Pavimentazione
35-38: Montaggio infissi
37-39: Rifacimento piastrelle
39-40: Rasatura e tinteggiatura pareti interna/esterna
40-41: Finiture,mobili,sanitari e pluviali
41-42: Smontaggio gru
41-43: Smontaggio ponteggio
43-44: Pulizia area

ID	Nome attività	Durata
1	Allestimento cantiere	3 g
2	Montaggio Gru	5 g
3	Montaggio ponteggi	12 g
4	Smontaggio infissi	9 g
5	Rimozione coppi controcoppi e impermeabilizzante	26 g
6	Posa in opera isolante e impermeabilizzante copertura	25 g
7	Posa in opera coppi e controcoppi	39 g
8	Sgombero arredi e sanitari	4 g
9	Posa in opera canale di gronda e scossaline	7 g
10	Spicconatura intonaco esistente	104 g
11	Snoatamento rinfianchi volta e pulizia extradosso	18 g
12	Demolizione tramezzature	7 g
13	Rimozione pavimentazione e massetto esistente	60 g
14	Messa in opera tiranti maschi murari	7 g
15	Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori	7 g
16	Realizzazione massetto	11 g
17	Scavo a sezione obbligata piano terra e piano interrato	25 g
18	Applicazione fibra di vetro e inezioni di miscela legante	77 g
19	Rasatura con cappa di malta e messa in opera rete bidirezionale in fibra di carbonio	17 g
20	Base cemento per fasselli	4 g
21	Realizzazione frenelli coperti da rete bidirezionale in fibra di carbonio	12 g
22	Riempimento argilla espansa e cemento	7 g
23	Realizzazione magrone piano di fondazione	10 g
24	Impianto elettrico	60 g
25	Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori	3 g
26	Impianto idrico sanitario	65 g
27	Realizzazione massetto di fondazione	10 g
28	Impianto termico	35 g
29	Posa vespaio areato	12 g
30	Realizzazione massetto impianti	18 g
31	Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori	5 g
32	Intonacatura esterna e interna	55 g
33	Realizzazione caldana in cls	4 g
34	Restauro elementi di facciata	10 g
35	Isolamento termico piano di fondazione e studio primo piano	13 g
36	Pavimentazione	40 g
37	Montaggio infissi	20 g
38	Rifacimento piastrelle	15 g
39	Tinteggiatura pareti interne e esterne	60 g
40	Finiture,mobili,sanitari e plavisi	12 g
41	Smontaggio gru	4 g
42	Smontaggio ponteggio	12 g
43	Pulizia area	1 g

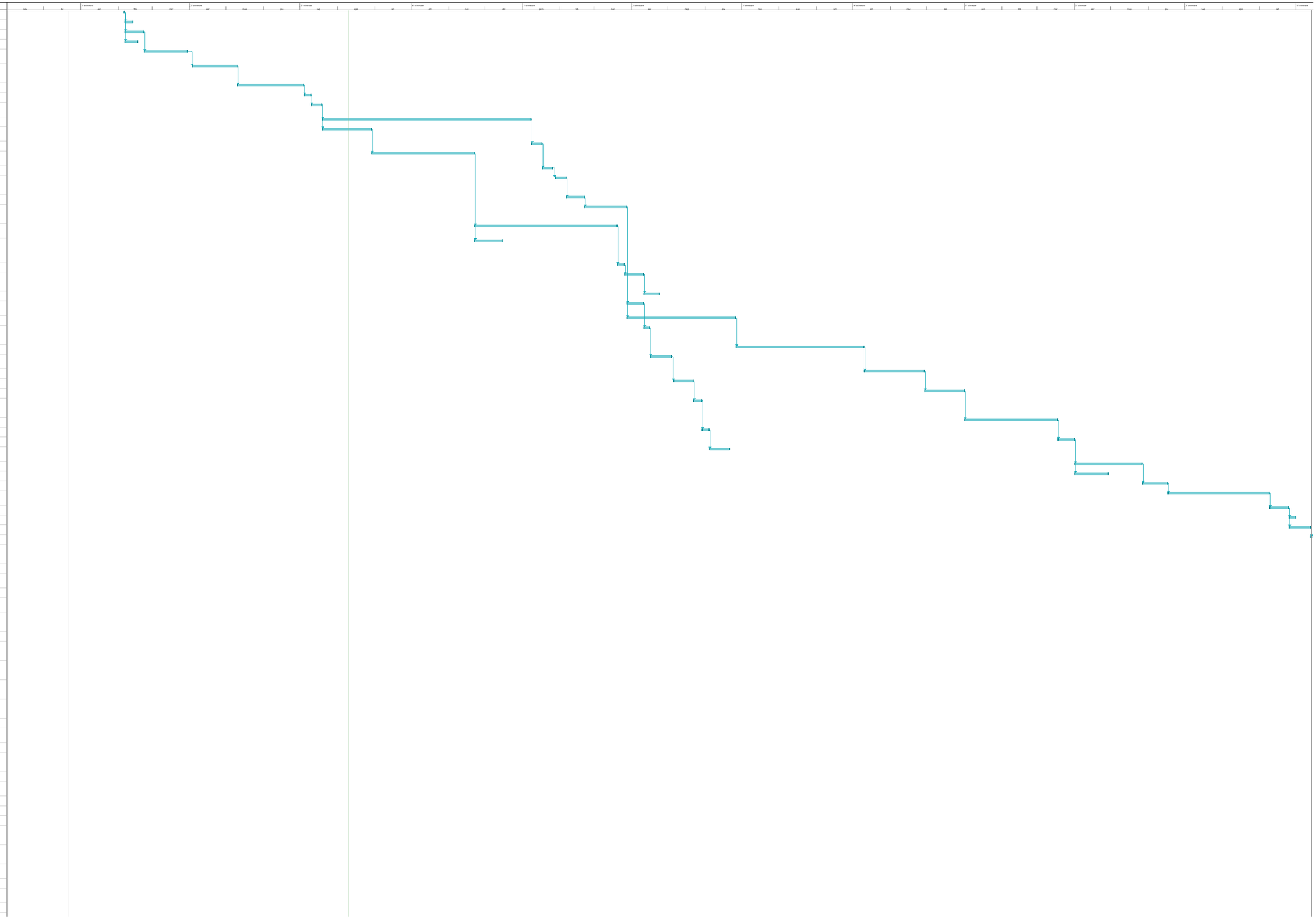


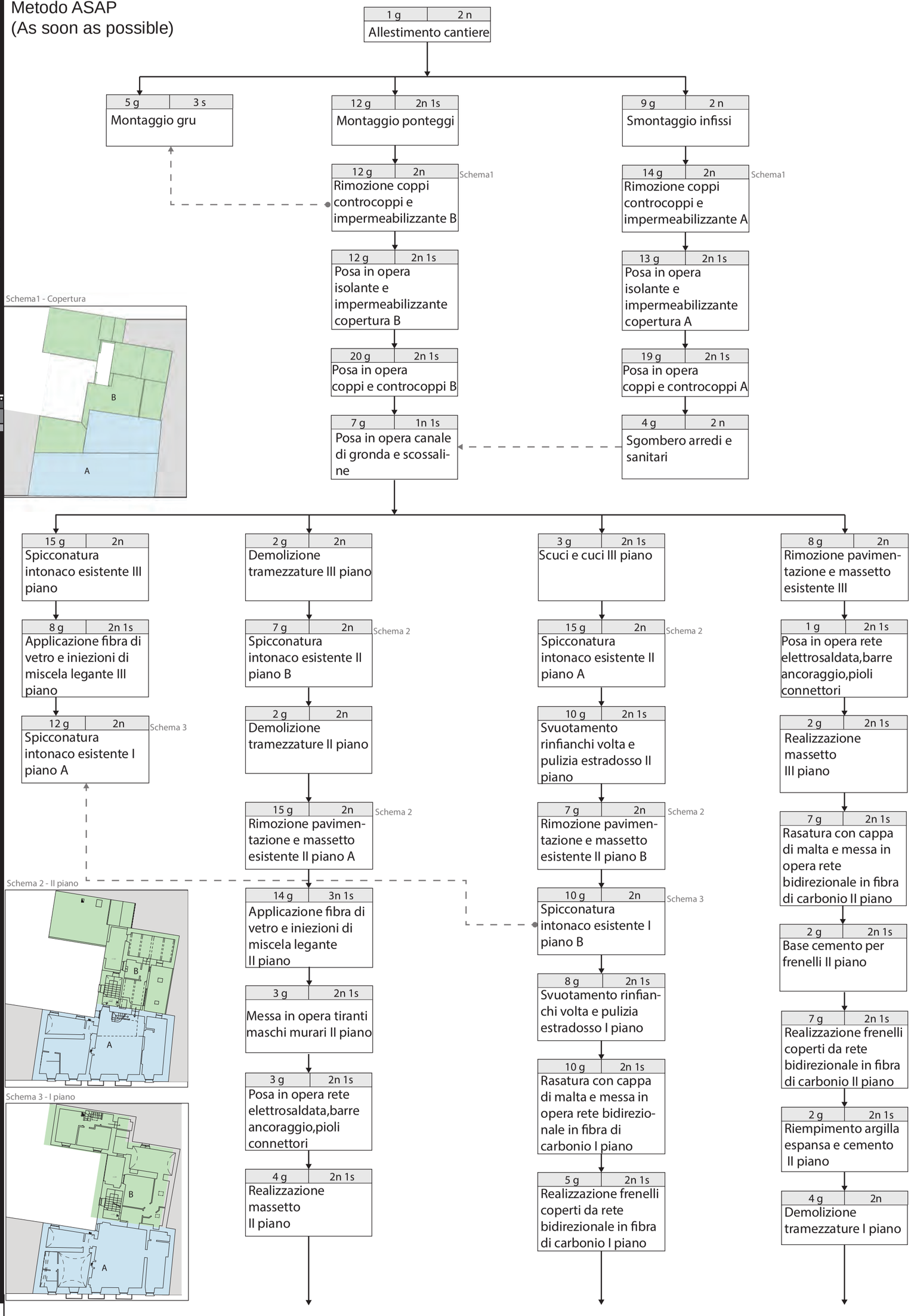
Diagramma a Blocchi Sottofasi - Via Garibaldi

Durata: 5/02/2018 ⟶ 20/12/2019

Inizio - - - - - - - - - - ▸ Fine

g=giorni n=operai comune s= specializzato

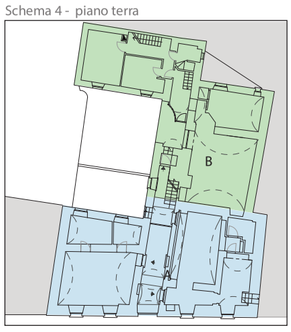
Metodo ASAP
(As soon as possible)



Relatore: Prof. Ing. Pierluigi De Berardinis
Correlatore: Ph.D. Ing. Eleonora Laurini
Laureando: Matteo Lucarelli - matricola: 211150

Heritage Building Information Modeling: la gestione del cantiere in un centro storico terremotato

Schema 4 - piano terra



2 g | 2n 1s
Base cemento per frenelli I piano

4 g | 2n 1s
Messa in opera tiranti maschi murari I piano

20 g | 2n — Schema 4
Spicconatura intonaco esistente piano terra B

15 g | 2n
Rimozione pavimentazione e massetto esistente piano terra

15 g | 2n 1s — Schema 4
Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante piano terra B

25 g | 2n
Scavo a sezione obbligata piano terra e piano interrato

10 g | 2n 1s
Realizzazione magrone piano di fondazione

3 g | 2n 1s
Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori

10 g | 2n 1s
Realizzazione massetto di fondazione

12 g | 2n 1s
Posa vespaio areato

5 g | 2n 1s
Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori

4 g | 2n 1s
Realizzazione massetto strutturale (caldana in cls)

12 g | 2n 1s
Isolamento termico piano di fondazione

8 g | 2n 1s
Ricostruzione tramezzature ex novo

5 g | 2n 1s
Riempimento argilla espansa e cemento I piano

3 g | 2n 1s
Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori I piano

5 g | 2n 1s
Realizzazione massetto I piano

1 g | 1n 1s
Isolamento termico primo piano studio

22 g | 4n 2s
Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante I piano

25 g | 3s
Schemature impianto idrico

20 g | 3s
Schemature impianto elettrico

40 g | 5s
Impianto elettrico

40 g | 5s
Impianto idrico sanitario

35 g | 5s
Impianto termico

6 g | 2n 1s
Realizzazione massetto impianti terzo e secondo piano

30 g | 2n 2s
Intonacatura interna dal terzo piano

10 g | 2n 1s
Restauro elementi di facciata

40 g | 2n 1s
Pavimentazione

15 g | 2n 1s
Rifacimento piastrelle

12 g | 2n 1s
Realizzazione massetto impianti restanti piani

25 g | 2n 2s
Intonacatura esterna

20 g | 2n 2s
Montaggio infissi

25 g | 2n
Rasatura e tinteggiatura pareti esterna

35 g | 2n
Rasatura e tinteggiatura pareti interna

12 g | 2n 1s
Finiture,mobili,sanitari e pluviali

4 g | 3s
Smontaggio gru

12 g | 2n 1s
Smontaggio ponteggio

1 g | 2n
Pulizia area

15 g | 2n
Rimozione pavimentazione e massetto esistente I piano

4 g | 2n 1s
Scuci e cuci I piano

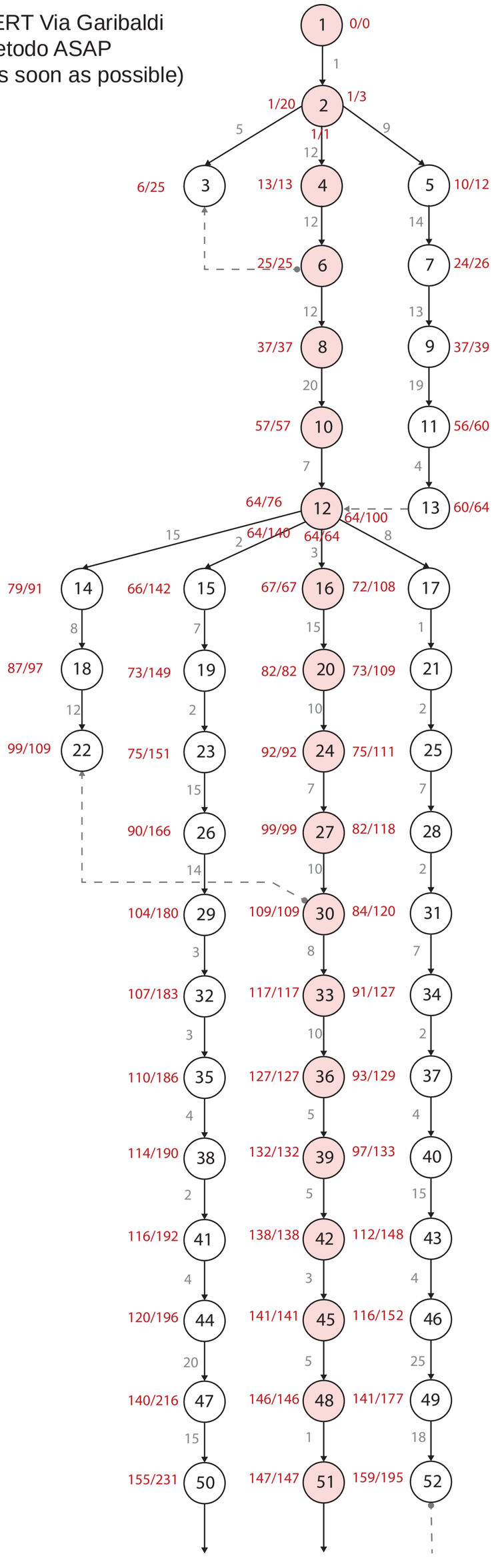
Schema 4 — 25 g | 2n
Spicconatura intonaco esistente piano terra A

Schema 4 — 18 g | 2n 1s
Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante piano terra A

Università degli studi dell'Aquila
DICEAA - Dipartimento di Ingegneria civile,edile-architettura e ambientale
Corso di Laurea magistrale in Ingegneria edile - Architettura - a.a. 2017/2018
Relatore: Prof. Ing. Pierluigi De Berardinis
Correlatore: Ph.D. Ing. Eleonora Laurini
Laureando: Matteo Lucarelli - matricola: 211150

Heritage Building Information Modeling: la gestione del cantiere in un centro storico terremotato

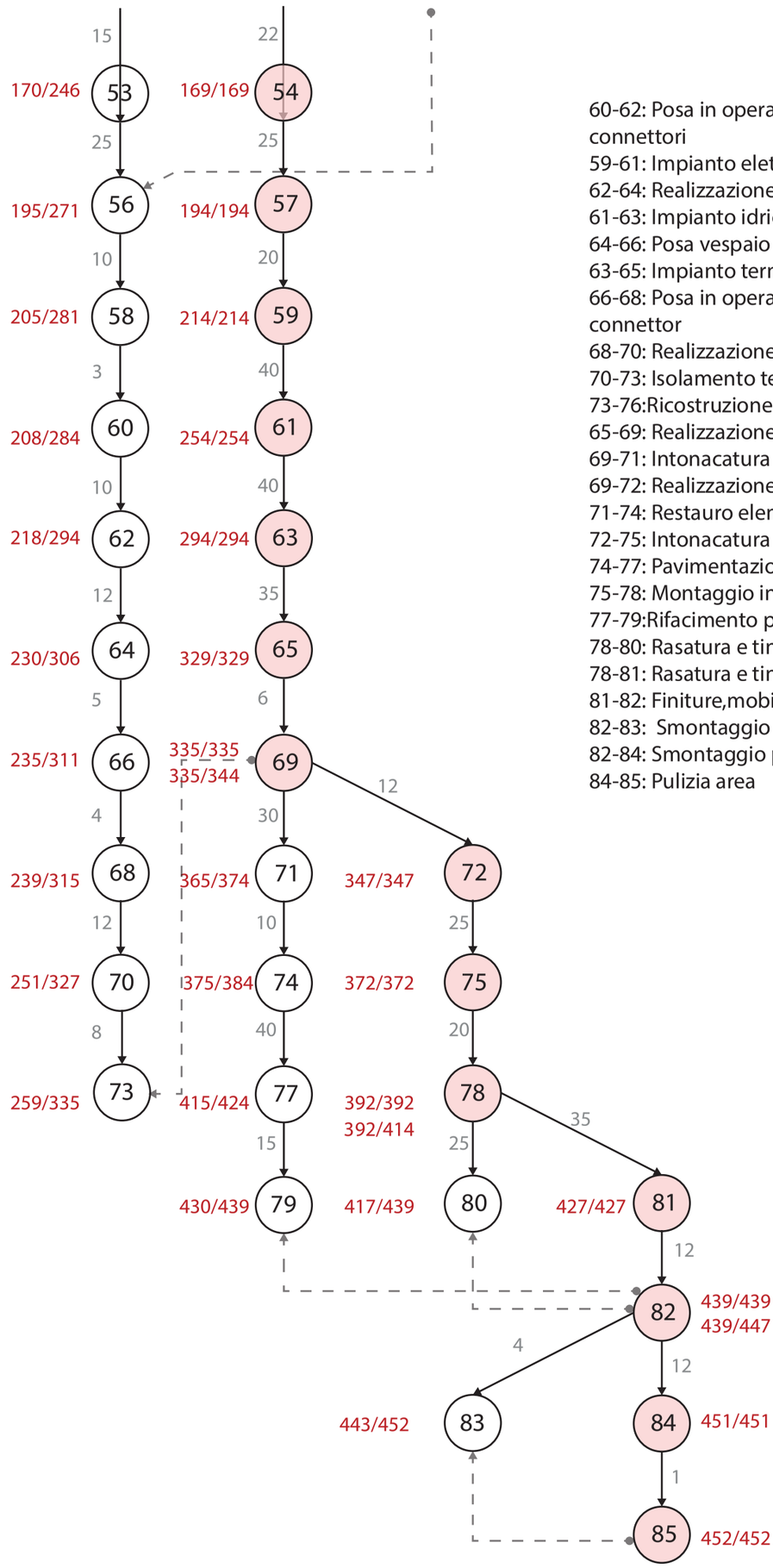
PERT Via Garibaldi
Metodo ASAP
(As soon as possible)



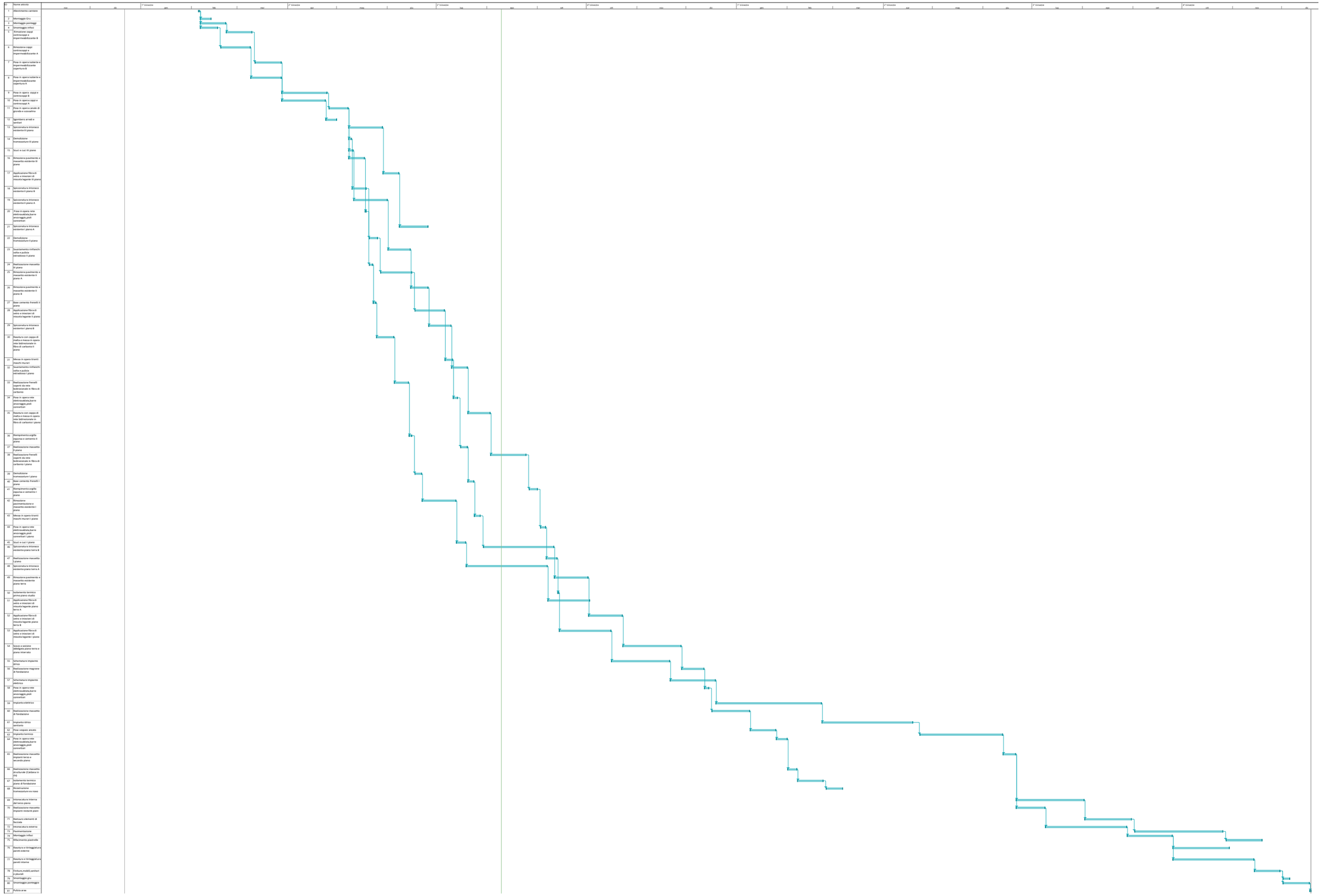
tempo min./ Tempo MAX n: giorni (durata attività)

A → B → C Percorso Critico

1-2: Allestimento cantiere
2-3: Montaggio Gru
2-4: Montaggio ponteggi
2-5: Smontaggio infissi
4-6: Rimozione coppi controcoppi e impermeabilizzante B
5-7: Rimozione coppi controcoppi e impermeabilizzante A
6-8: Posa in opera isolante e impermeabilizzante copertura B
7-9: Posa in opera isolante e impermeabilizzante copertura A
8-10: Posa in opera coppi e controcoppi B
9-11: Posa in opera coppi e controcoppi A
10-12: Posa in opera canale di gronda e scossaline
11-13: Sgombero arredi e sanitari
12-14: Spicconatura intonaco esistente III piano
12-15: Demolizione tramezzature III piano
12-16: Scuci e cuci III piano
12-17: Rimozione pavimentazione e massetto esistente III
14-18: Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante III piano
15-19: Spicconatura intonaco esistente II piano B
16-20: Spicconatura intonaco esistente II piano A
17-21: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
18-22: Spicconatura intonaco esistente I piano A
19-23: Demolizione tramezzature II piano
20-24: Svuotamento rinfianchi volta e pulizia estradosso II piano
21-25: Realizzazione massetto III piano
23-26: Rimozione pavimentazione e massetto esistente II piano A
24-27: Rimozione pavimentazione e massetto esistente II piano B
25-28: Rasatura con cappa di malta e messa in opera rete bidirezionale in fibra di carbonio II piano
26-29: Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante II piano
27-30: Spicconatura intonaco esistente I piano B
28-31: Base cemento per frenelli II piano
29-32: Messa in opera tiranti maschi murari II piano
30-33: Svuotamento rinfianchi volta e pulizia estradosso I piano
31-34: Realizzazione frenelli coperti da rete bidirezionale in fibra di carbonio II piano
32-35: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
33-36: Rasatura con cappa di malta e messa in opera rete bidirezionale in fibra di carbonio I piano
34-37: Riempimento argilla espansa e cemento II piano
35-38: Realizzazione massetto II piano
36-39: Realizzazione frenelli coperti da rete bidirezionale in fibra di carbonio I piano
37-40: Demolizione tramezzature I piano
38-41: Base cemento per frenelli I piano
42-45: Riempimento argilla espansa e cemento I piano
40-43: Rimozione pavimentazione e massetto esistente I piano
41-44: Messa in opera tiranti maschi murari I piano
42-45: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori I piano
43-46: Scuci e cuci I piano
44-47: Spicconatura intonaco esistente piano terra B
45-48: Realizzazione massetto I piano
46-49: Spicconatura intonaco esistente piano terra A
47-50: Rimozione pavimentazione e massetto esistente piano terra
48-51: Isolamento termico primo piano studio
49-52: Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante piano terra A
50-53: Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante piano terra B
51-54: Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante I piano
56-58: Scavo a sezione obbligata piano terra e piano interrato
54-57: Schemature impianto idrico
58-60: Realizzazione magrone piano di fondazione
57-59: Schemature impianto elettrico



60-62: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
59-61: Impianto elettrico
62-64: Realizzazione massetto di fondazione
61-63: Impianto idrico sanitario
64-66: Posa vespaio areato
63-65: Impianto termico
66-68: Posa in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettor
68-70: Realizzazione massetto strutturale (caldana in cls)
70-73: Isolamento termico piano di fondazione
73-76:Ricostruzione tramezzature ex novo
65-69: Realizzazione massetto impianti terzo e secondo piano
69-71: Intonacatura interna dal terzo piano
69-72: Realizzazione massetto impianti restanti piani
71-74: Restauro elementi di facciata
72-75: Intonacatura esterna
74-77: Pavimentazione
75-78: Montaggio infissi
77-79:Rifacimento piastrelle
78-80: Rasatura e tinteggiatura pareti esterna
78-81: Rasatura e tinteggiatura pareti interna
81-82: Finiture,mobili,sanitari e pluviali
82-83: Smontaggio gru
82-84: Smontaggio ponteggio
84-85: Pulizia area


ID
Nome attività
1 Allestimento cantiere
2 Montaggio Gru
3 Montaggio ponteggi
4 Smontaggio infissi
5 Rimozione cappi (controcappi e impermeabilizzante B
6 Rimozione cappi (controcappi e impermeabilizzante A
7 Pose in opera isolante e impermeabilizzante copertura B
8 Pose in opera isolante e impermeabilizzante copertura A
9 Pose in opera cappi e controcappi B
10 Pose in opera cappi e controcappi A
11 Pose in opera canale di gronda e scossalina
12 Sgombero arredi e sanitari
13 Spicconatura intonaco esistente III piano
14 Demolizione tramezzature III piano
15 Scuri e cucì III piano
16 Rimozione pavimento e massetto esistente III piano
17 Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante III piano
18 Spicconatura intonaco esistente II piano B
19 Spicconatura intonaco esistente II piano A
20 Pose in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
21 Spicconatura intonaco esistente I piano A
22 Demolizione tramezzature II piano
23 Scuotamento rinfianchi vetta e pulizia mattoneo II piano
24 Realizzazione massetto III piano
25 Rimozione pavimento e massetto esistente II piano A
26 Rimozione pavimento e massetto esistente II piano B
27 Base cemento fratelli II piano
28 Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante II piano
29 Spicconatura intonaco esistente I piano B
30 Rasatura con cappa di malta e messa in opera rete ballrezzonale in fibra di carbonio II piano
31 Messa in opera tiranti maschi murari
32 Scuotamento rinfianchi vetta e pulizia mattoneo I piano
33 Realizzazione fratelli coperti da rete ballrezzonale in fibra di carbonio
34 Pose in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
35 Rasatura con cappa di malta e messa in opera rete ballrezzonale in fibra di carbonio I piano
36 Riempimento argilla espansa e cemento II piano
37 Realizzazione massetto II piano
38 Realizzazione fratelli coperti da rete ballrezzonale in fibra di carbonio I piano
39 Demolizione tramezzature I piano
40 Base cemento fratelli I piano
41 Riempimento argilla espansa e cemento I piano
42 Rimozione pavimentazione e massetto esistente I piano
43 Messa in opera tiranti maschi murari I piano
44 Pose in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori I piano
45 Scuri e cucì I piano
46 Spicconatura intonaco esistente piano terra B
47 Realizzazione massetto I piano
48 Spicconatura intonaco esistente piano terra A
49 Rimozione pavimento e massetto esistente piano terra
50 Isolamento termico primo piano studio
51 Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante piano terra A
52 Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante piano terra B
53 Applicazione fibra di vetro e iniezioni di miscela legante I piano
54 Scavo a sezione obbligata piano terra e piano interrato
55 Schemature impianto idrico
56 Realizzazione magrone di fondazione
57 Schemature impianto elettrico
58 Pose in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
59 Impianto elettrico
60 Realizzazione massetto di fondazione
61 Impianto idrico sanitario
62 Pose vespaio areato
63 Impianto termico
64 Pose in opera rete elettrosaldata,barre ancoraggio,pioli connettori
65 Realizzazione massetto impianti terzo e secondo piano
66 Realizzazione massetto strutturale (Cadena in cls)
67 Isolamento termico piano di fondazione
68 Ricostruzione tramezzature ex novo
69 Intonacatura interna dal terzo piano
70 Realizzazione massetto impianti restanti piani
71 Restauro elementi di facciata
72 Intonacatura esterna
73 Pavimentazione
74 Montaggio infissi
75 Rifacimento pianelle
76 Rasatura e tinteggiatura pareti esterne
77 Rasatura e tinteggiatura pareti interne
78 Finiture,mobili,sanitari e placchi
79 Smontaggio gru
80 Smontaggio ponteggio
81 Pulizia aree
1° trimestre
2° trimestre
3° trimestre
4° trimestre
1° trimestre
2° trimestre
3° trimestre
4° trimestre
nov
dic
gen
feb
mar
apr
mag
giu
lug
ago
set
ott
nov
dic
gen
feb
mar
apr
mag
giu
lug
ago
set
ott
nov
dic