

**Marco Alvise Bragadin**

Civil engineer (MSc), works as an assistant professor and researcher at the Department of Architecture (DA) of the University of Bologna (Bologna, Italy). His research work focuses on Construction Management and Building Production Technology. He is teacher of Building Site Organisation and Building Production at the School of Engineering and Architecture of the same university.

Workshop presentation: research guidelines for Construction Management

Presentazione del workshop: linee di ricerca per il Construction Management

Nowadays the European economic system challenges the construction sector to take part to industrial recovery of western countries.

In co-operation with the Construction Production research group of the Tampere University of Technology, five major lines of research about construction management tools and methods were detected.

Research guidelines:

- 1) Construction management: tools and methods to manage construction projects
- 2) environmental impact of construction projects
- 3) construction management and safety
- 4) project procurement
- 5) construction management for major public works & complex projects

Il tema della gestione del processo edilizio, sia a livello di concezione e progettazione che a livello operativo di gestione del processo costruttivo, è di centrale importanza per un settore industriale come quello delle costruzioni che è chiamato a dare il proprio importante contributo in questo difficile momento di crisi economica.

In cooperazione con il gruppo di ricerca "Construction Production" del Tampere University of Technology finlandese sono state individuate cinque linee di ricerca inerenti i metodi e gli strumenti di Construction Management.

Le linee di ricerca:

- 1) *construction management: metodi e strumenti per la gestione della costruzione*
- 2) *impatto ambientale dei cantieri di costruzione*
- 3) *gestione della sicurezza in cantiere*
- 4) *la gestione del contratto di appalto e dell'approvvigionamento*
- 5) *il management dei processi realizzativi di grandi opere*

Keywords: construction management; construction research; Project Management; health and safety; sustainability; project procurement

Parole chiave: *construction management; ricerca per l'edilizia; Project Management; sicurezza; sostenibilità; appalto edilizio e approvvigionamento*

PREMESSA

Il tema della gestione del processo edilizio, sia a livello di concezione e progettazione che a livello operativo di gestione del processo costruttivo, è di centrale importanza per un settore industriale come quello delle costruzioni che è chiamato a dare il proprio importante contributo in questo difficile momento di crisi economica.

In molti convegni gli studiosi ricordano che il termine “*crisi*” in cinese si esprime con due diversi ideogrammi (*wei – ji*) che significano rispettivamente “*pericolo*” e “*opportunità*”, “*punto cruciale*”. John F. Kennedy usava questa metafora regolarmente nei suoi discorsi, per focalizzare gli animi in chiave ottimistica. A ben vedere la necessità di modificare la visione condivisa dello status - quo per trovare nuove soluzioni è in realtà un paradigma tipico della ricerca, ovvero la discussione finalizzata alla magiutica, alla nascita del nuovo e all'innovazione.

Il settore delle costruzioni deve forse affrontare la congiuntura attuale come l'opportunità per realizzare un momento di discontinuità rispetto all'evoluzione sviluppata sino ad ora. Evoluzione che si è tradotta per le imprese in minimi margini di profitto e clienti sempre più esigenti ed impegnativi, mentre per le stazioni appaltanti sono all'ordine del giorno i problemi di finanziamento, i ritardi nella progettazione e programmazione, le varianti e il contenzioso.

Questo è il momento di dare impulso alla ricerca nel settore delle costruzioni, ed in particolare al tema gestionale ed organizzativo che forse più di altri, al momento, potrebbe dare un utile contributo all'efficienza e all'efficacia del costruire. Le ricerche presentate in questo workshop rappresentano uno sforzo nella direzione dell'approfondimento e dello studio nel campo delle tecniche gestionali dei progetti di costruzione, ovvero del Construction Management. Il Construction Management in questo contesto è interpretato come un complesso di funzioni decisionali di gestione delle informazioni che insieme, assicurino che i processi produttivi delle costruzioni producano un prodotto, l'opera, che soddisfi i requisiti del cliente posti a base dell'intervento.

PROCESSO E PRODOTTO NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI

L'industria delle costruzioni è differente dagli altri settori industriali, questo è noto e intuitivo in base alle caratteristiche del prodotto e del processo. Una analisi attenta di queste caratteristiche può fare riflettere e porre le basi per una approfondita disamina degli elementi critici e degli aspetti positivi del settore. Fondamentalmente le caratteristiche più importanti che attengono al processo edilizio, ovvero al processo produttivo nelle costruzioni, sono le seguenti (Comani 2008, Wamelink and Melles 1992, Picone 1984).

1) Temporaneità e molteplicità degli operatori.

- Per ogni commessa di costruzione viene creata una nuova “impresa produttrice” che opera nel cantiere. Si tratta di una associazione di imprese e operatori professionali, legati tra loro da varie forme contrattuali, che esiste per il breve periodo di tempo della commessa ed ha carattere di temporaneità. Infatti le attività progettuali (architetti e ingegneri) e le attività produttive (imprese di costruzione, affidatarie ed esecutrici) non sono in genere sviluppate da un singolo contraente. Di conseguenza è necessario attivare per ogni intervento di costruzione un grande numero di collaborazioni e accordi (associazioni temporanee, sub appalti, forme consortili).
- Questa molteplicità di operatori si traduce in genere nella difficoltà di avere obiettivi coincidenti, in termini di tempi, costi, qualità e ambito del progetto, ovvero nella variabilità degli obiettivi tra i vari operatori del processo edilizio.
- Sono inoltre gli operatori che per primi entrano nel processo quelli che operano le scelte strategiche e le linee guida fondamentali per la produzione. Gli obiettivi prefissati da questi operatori “di vertice” possono non coincidere con quelli derivanti da una valutazione complessiva in termini di costi-benefici.

2) Relatività dell'efficienza produttiva in termini economici.

- L'efficienza del processo costruttivo, sia in termini economici che di tempestività, può non essere rilevante rispetto agli esiti del processo, ovvero la produzione di un bene che è sempre rilevante in termini di funzioni, valenze culturali e sociali, aspetti economici. Tuttavia un deficit in termini di programmazione e progettazione può incidere notevolmente sui tempi, sui costi e sulla qualità del processo costruttivo, ovvero sulla sua efficacia e affidabilità.

3) Difficoltà nella valutazione del rapporto tra qualità globale e qualità del processo.

- Se intendiamo per qualità globale la qualità espressa nella vita utile del prodotto edilizio, comprensiva della qualità iniziale dell'opera (frutto della interazione tra qualità di prodotto, di progetto e di processo) e della qualità nel tempo (espressione delle sue modalità di obsolescenza e trasformazione), la complessità dell'opera di edilizia o di ingegneria civile rende difficile la valutazione del rapporto tra la qualità globale e la qualità del processo produttivo, intesa come la qualità procedurale codificata dalle normative internazionali.

Oltre a questo il prodotto finale del processo costruttivo, l'opera di edilizia o di ingegneria civile, ha caratteri specifici che lo differenziano profondamente dal settore industriale manifatturiero. Si tratta, anche in questo caso, di tre caratteri fondamentali.

1) Prototipicità e inamovibilità del prodotto dell'industria delle costruzioni

- La costruzione di un'opera produce un prodotto finale di per sé irripetibile, sia in relazione alla sua localizzazione, che alla sua consistenza e struttura costitutiva e morfologica, condizionata da un contesto ambientale, naturale e antropizzato, e socio culturale specifico e con caratteristiche distintive proprie.
- La localizzazione del prodotto finale e la sua inamovibilità ne determinano caratteristiche specifiche che derivano dal contesto territoriale e climatico, come ad esempio i materiali e i componenti.
- La inamovibilità del prodotto rende irripetibile la produzione che non è più possibile quando il territorio è saturato, ha esaurito la capacità edificatoria. Anche per questo il prodotto edilizio non può essere conservato in magazzino e distribuito in funzione della domanda del mercato, o meglio non è finanziariamente conveniente attuare una riserva di prodotto nel nostro contesto economico/territoriale. Questa difficoltà nella distribuzione commerciale del prodotto edilizio porta ad una differenziazione degli operatori che costituiscono la committenza dai clienti / utenti finali, con le possibilità di fenomeni di "sfasamento" delle esigenze tra i vari operatori.

2) La durata e il costo del prodotto

- La vita utile di un'opera edilizia è difficilmente stimabile, in quanto può essere prolungata con interventi di recupero e ristrutturazione edilizia. Queste trasformazioni rendono indefinibile la durata del prodotto edilizio finale e ne possono mantenere la funzionalità e quindi il valore economico.
- Il valore economico di un'opera edilizia è dipendente dalla sua localizzazione, per cui la rendita di posizione dell'area su cui insiste può essere paragonabile o addirittura superare il costo di costruzione, e quindi annullare di fatto i margini di redditività provenienti dall'efficientamento del processo produttivo. Lo stesso valore economico può variare con le alterne vicende economiche e sociali dei territori insediati.
- Il costo complessivo del prodotto finale è sempre considerevole in relazione alla media dei prodotti industriali presenti sul mercato. Sono valori economici elevati che impegnano notevolmente sia il committente che il costruttore, con la conseguente necessità di reperire risorse economiche esterne per realizzare l'intervento. La disponibilità di queste risorse è dipendente dalla congiuntura economica e dall'andamento del mercato dei finanziamenti. Di conseguenza si alternano periodi di crisi a periodi di sviluppo nel mercato edilizio anche in funzione di quello finanziario, e ad ogni modo domanda e offerta sono sostanzialmente ciclici e instabili. Questa incertezza condiziona la struttura e la consistenza produttiva degli operatori del settore.

3) Le caratteristiche del mercato del prodotto.

- Caratteristica fondamentale è l'incertezza, conseguente all'andamento dell'economia sia a livello territoriale che nazionale e globale. L'edilizia è soggetta a cicli economici di sviluppo e contrazione e dipende in buona parte dal mercato dei finanziamenti.
- D'altro canto le scelte a livello di politica territoriale, politica tecnica ed economica possono influenzare l'andamento del mercato. L'edilizia, per le sue vaste ricadute economiche sulla produzione industriale, è un settore usato come elemento anticiclico e come tale è soggetto alle scelte politiche di intervento economico, che possono incentivare / disincentivare la crescita del settore.
- La domanda è localizzata in un contesto territoriale limitato, su cui in genere insistono i potenziali clienti (ad eccezione di contesti privilegiati).

- Il contratto per l'acquisizione del prodotto è realizzato e perfezionato prima della produzione del bene edilizio. Il contratto e la documentazione allegata, capitolati, relazioni tecniche e grafici di progetto, descrivono in modo impreciso il prodotto futuro, e meno che meno descrivono il processo produttivo che porterà alla produzione del bene edilizio, con le conseguenti indeterminazioni in termini di ambito del progetto, tempi di esecuzione, costi di produzione e qualità attesa del prodotto finale. A questo si somma una generalizzata disomogeneità della normativa, sia a livello nazionale che locale.

La specificità del settore delle costruzioni ha quindi portato al fallimento del processo di industrializzazione che agisce semplicisticamente seguendo le logiche tipiche degli altri settori industriali. La difficoltà di realizzare una rivoluzione tecnologica come quella che ha caratterizzato l'industria manifatturiera negli ultimi decenni ha mantenuto la prassi artigianale del cantiere edile minimizzando le possibilità di automazione e meccanizzazione. Una maggiore efficienza del processo costruttivo si può allora ricercare:

1. nella maggiore integrazione tra le fasi di produzione di materiali e componenti edilizi ed il processo di pianificazione, programmazione e controllo della produzione in cantiere;
2. nella migliore definizione dei poteri decisionali degli operatori e del coordinamento tra progettazione e costruzione, ovvero nell'assetto degli approcci al processo edilizio.
3. nell'uso di metodologie di organizzazione del lavoro che rispettino procedure operative standardizzate, sicure e sostenibili.

Si tratta dunque di aspetti gestionali e organizzativi a livello di progetto e di produzione.

IL PROJECT MANAGEMENT NELLE COSTRUZIONI

Mentre la ricerca sul prodotto è sempre più diretta dall'industria manifatturiera di produzione di materiali, semilavorati e componenti edilizi, l'impresa di costruzioni sta finalizzando le sue ricerche sul fronte tecnico e organizzativo. Per quanto riguarda l'aspetto tecnico l'impresa di costruzione, più che alla individuazione di processi innovativi, è orientata verso la scelta di tecniche edili che migliorino il processo produttivo in termini di efficienza, sicurezza e sostenibilità, minimizzando l'impatto ambientale.

Per quanto riguarda l'aspetto organizzativo l'impresa si rivolge alla ricerca sia nel campo della sistematizzazione delle relazioni infra ed extra-settoriali tra i vari partner della costruzione con l'obiettivo di dare maggiore flessibilità, efficienza ed efficacia al processo produttivo, sia nel campo della definizione dei metodi e strumenti per l'organizzazione ottimale delle risorse produttive. Ovvero la ricerca è sostanzialmente rivolta verso temi di Project Management delle Costruzioni.

Il Project Management è inteso come la disciplina per pianificare, organizzare, motivare, e controllare le risorse per raggiungere obiettivi specifici (PMI, 2004).

Come abbiamo visto, a causa della combinazione delle sue caratteristiche specifiche, l'industria delle costruzioni ha la necessità di utilizzare metodi e strumenti gestionali di Project Construction Management specifici e realizzati ad hoc, differenziati da quelli normalmente in uso negli altri settori industriali. Il Construction Management è quindi inteso sia come approccio al processo edilizio "*the overall planning, coordination, and control of a project from the beginning to completing*" (Boyd, Paulson, 1992) che come applicazione delle tecniche di Project Management al settore delle Costruzioni: "*the Art and Science necessary to create civilization*" (Huston University of Technology, 2013). Tuttavia non sempre l'applicazione di queste metodologie ha portato a risultati soddisfacenti, per cui la ricerca di soluzioni innovative è un tema importante in ambito scientifico e universitario. Infatti i metodi e gli strumenti di gestione del progetto applicati al settore delle costruzioni si sono dimostrati adeguati in particolari situazioni ma insufficienti in altre, senza considerare, per esempio, i vincoli normativi che possono limitarne le azioni nel settore specifico delle opere pubbliche nel contesto nazionale.

Nell'industria delle costruzioni, più che in ogni altro settore, l'esperienza e l'intuizione sono i prerequisiti per il successo e la sopravvivenza sul mercato. Il Construction Manager, sia della stazione appaltante che dell'impresa appaltatrice, deve essere in grado di trarre gli insegnamenti dati dalla sua esperienza passata, dagli impegni profusi e dagli esiti ottenuti, per affrontare le sfide di un nuovo progetto da realizzare. L'incertezza è in genere l'ambiente in cui si agisce, e una volta presa una decisione è difficile che si presenti l'opportunità di una seconda (più idonea) scelta.

La complessità sempre crescente dei progetti di costruzione rendono necessarie svariate compe-

tenze specialistiche che devono essere utilizzate con prudenza dal Construction Manager, per cui è quasi sempre necessaria una organizzazione dotata di competenze specialistiche. Il manager attento riesce a valutare queste professionalità chiave e le persone che le esprimono, e riesce ad impiegarne le varie competenze rendendo coeso il team di progetto, costruendone la fedeltà e correttezza. Solo così è possibile affrontare con successo le sfide della realizzazione di un'opera. Allora prima di tutto il progetto di costruzione è basato sulle persone. Sono quindi importanti i metodi e gli strumenti di Project Control che si basano sui processi sociali nelle organizzazioni che gestiscono gli interventi. Di seguito però trascureremo gli aspetti psico-sociali e comportamentali focalizzando l'attenzione sugli strumenti di Project Management di tipo matematico e logico-organizzativo, applicati al settore delle costruzioni. Questi strumenti devono tenere conto delle seguenti caratteristiche del progetto di costruzione per l'impresa esecutrice:

- la programmazione è vincolata dalla disponibilità delle risorse (sia interne che esterne) in termini di quantità, periodo di impiego e produttività effettiva nel contesto specifico;
- sono da coordinare una molteplicità di lavorazioni e di cicli fabbricativi;
- il soddisfacimento dei requisiti di sicurezza e di impatto ambientale;
- i requisiti informativi necessari alla esecuzione dei compiti costruttivi.

In base a queste caratteristiche è possibile classificare i progetti di costruzione in quattro categorie (Melles, Wamelink, 1993).

1) PROGETTO COMPLESSO

Si tratta di una grande commessa, un'opera complessa in cui sono impiegate molteplici tipologie di materiali e di risorse produttive. La durata della costruzione in genere è di alcuni anni. Sono necessarie risorse e professionalità di alta specializzazione sia interne che esterne ed è necessario un importante sforzo di coordinamento. Generalmente quando si iniziano i lavori è ancora presente una elevata incertezza per la prosecuzione e il completamento delle opere.

2) PROGETTO SCORPORATO

Il progetto scorporato è dato dal coordinamento di vari subappalti. È una tipologia di commessa che può essere meno complessa del "Progetto complesso" in quanto in genere è caratterizzata da progetti più piccoli e più semplici, di durata limitata, senza reale impegno della capacità produttiva in cantiere, si tratta di solo coordinamento di subappaltatori. L'implicazione è che in questo caso le risorse necessarie non sono del tutto scarse, ma reperibili sul mercato. Il risultato è che non c'è la necessità della direzione di coordinarsi con altre commesse.

3) PROGETTO STANDARD / SUBAPPALTO

Questo tipo di commessa ha la caratteristica che le risorse produttive utilizzate sono impegnate in una singola categoria di lavori all'interno di un determinato contesto produttivo, semplice o complesso. Non sono necessarie informazioni dipendenti dal compito fabbricativo per eseguire le attività richieste in cantiere in quanto sono utilizzati solo metodi e tecniche ordinarie. L'incertezza non è un problema, si tratta di una tipologia di commessa molto diffusa nel settore delle costruzioni.

4) ORDINE DI PRODUZIONE

L'ordine di produzione è una commessa di piccola scala, semplice e ben definita. Si tratta di piccoli lavori, semplici e ben definiti, a volte di manutenzione.

LINEE DI RICERCA PER IL CONSTRUCTION MANAGEMENT

In cooperazione con il gruppo di ricerca "Construction Production" del Tampere University of Technology finlandese sono state individuate cinque linee di ricerca inerenti i metodi e gli strumenti di Construction Management. Si tratta di temi che potrebbero costituire i driver del cambiamento e dell'innovazione nella gestione del processo edilizio sia a livello di intervento che di costruzione. Le linee sono:

- 1) Construction Management: metodi e strumenti per la gestione della costruzione
- 2) Impatto ambientale dei cantieri di costruzione
- 3) Gestione della sicurezza in cantiere
- 4) La gestione dell'approvvigionamento e del contratto di appalto
- 5) Il management dei processi realizzativi di grandi opere

Le linee di ricerca sono state dettate dai temi di maggior interesse nell'ambito della ricerca scientifica e della applicazione operativa, con lo scopo di contribuire alla definizione di metodi e strumenti utili a rendere più efficiente ed affidabile il processo produttivo delle costruzioni, un settore complesso e diffuso che ha grande impatto sull'economia sia a livello europeo che nazionale, caratterizzato da un territorio fortemente antropizzato e densamente popolato.

1) CONSTRUCTION MANAGEMENT: METODI E STRUMENTI PER LA GESTIONE DELLA COSTRUZIONE

I metodi e gli strumenti più innovativi per la gestione della costruzione afferiscono sostanzialmente alle tecnologie per la programmazione ed il controllo delle attività costruttive. Si tratta sia di metodi di programmazione che di ottimizzazione del processo costruttivo basati su modelli matematici. Sono tecnologie che mirano all'organizzazione e automazione della programmazione e controllo delle operazioni costruttive basate su strumenti di *Information e Communication Technology* (ICT).

Infatti l'innovazione in questo campo non può che passare attraverso la definizione di metodi ICT-based per la gestione dei partner di progetto e per la ottimizzazione della gestione delle risorse produttive, sia in termini di efficientamento dell'assetto produttivo che in termini di miglioramento organizzativo. Il contributo di Kalle Kahkonen "*Project Construction Management for Construction – towards methods and tools meeting demands of modern construction operations*" si focalizza sui metodi di collaborazione tra i diversi operatori del processo edilizio. La costruzione è un processo produttivo basato su progetti realizzati da un network di players che svolgono processi diversi e coordinati. Metodi e strumenti di collaborazione sono alla base della creazione di una organizzazione virtuale (*Virtual Organization*) che possa dominare sia la turbolenza dell'ambiente di progetto che la sua complessità.

Marco Bragadin e Kalle Kahkonen presentano poi un metodo di ottimizzazione della gestione delle risorse nel cantiere: "*REPNET: Project Scheduling and workflow optimization for construction projects*". Si tratta di un metodo euristico di programmazione dei lavori basato sulla gestione delle risorse. Elemento chiave del metodo è la minimizzazione dei tempi di attesa delle risorse causati dallo svolgimento del lavoro nelle diverse unità spaziali del progetto di costruzione. L'algoritmo è una procedura semi-automatica che ottimizza l'impiego delle risorse, squadre operative, anche in base alla loro produttività e alla loro localizzazione in-situ. Il valore aggiunto della programmazione che deriva dal conseguente controllo dei costi è ricercato non solo con la definizione attenta della sequenza logico-cronologica delle attività, ma anche nella ottimizzazione dell'impiego delle risorse tramite l'eliminazione dei tempi di attesa delle unità operative e la corretta allocazione del personale nelle unità operative stesse.

2) IMPATTO AMBIENTALE DEI CANTIERI DI COSTRUZIONE

L'impatto dei cantieri di costruzione, sia edili che di infrastrutture viarie sui sistemi ambientali e socio economici può essere importante, anche in relazione alla scala dell'intervento. Infatti la costruzione produce modificazioni sull'assetto ambientale dell'area di sedime stessa, a partire proprio dalle attività costruttive sviluppate in cantiere. Ormai è chiaro come non sia sufficiente valutare l'impatto sull'ambiente delle sole opere finite, ma occorra un approfondimento sull'impatto della fase esecutiva che comprende il progetto di cantierizzazione, la gestione delle attività e le opere di mitigazione ambientale. Jouni Honkanen e Olli Terio presentano uno studio sui metodi e strumenti di gestione dell'impatto ambientale dei cantieri edili in Finlandia "*Environmental Impact of building Construction Projects in Northern Europe*". Nel Nord Europa un cantiere consuma circa 20-50 kWh per metro cubo di costruzione. Si tratta di un valore ingente. A questo si aggiungono gli impatti delle emissioni, degli scarti di lavorazione e dei rifiuti veri e propri. Gli autori propongono un indice di impatto ambientale per i cantieri, "*EICS – Environmental Index for Construction Sites*" che può essere quantificato in ogni fase del cantiere e consentire perciò l'adozione di azioni correttive per diminuirne l'impatto. Andrea Simone nella ricerca "*Low environmental Impact Technologies for road Construction*" considera di fondamentale importanza per minimizzare gli impatti ambientali dei cantieri di costruzione e manutenzione di strade la corretta progettazione sin dalle prime fasi del processo di costruzione. Si tratta dei risultati delle sperimentazioni condotte presso il laboratorio di Strade dell'Università di Bologna. L'impatto ambientale è scomposto in due categorie, il livello della Micro-Scala, che si interessa della progettazione sostenibile della pavimentazione stradale e dell'impatto ambientale del traffico, e quello delle Macro-Scala, che si interessa del riciclo dei materiali bituminosi e del fenomeno del Wash-off, contaminazione delle acque piovane da parte degli inquinanti depositati sul manto stradale.

3) GESTIONE DELLA SICUREZZA IN CANTIERE

Il tema della sicurezza degli operatori in cantiere è un tema che resta di grande attualità non solo per le prescrizioni normative ma anche per le implicazioni morali, oltre che quelle economiche e produttive. Il progetto della sicurezza è ormai elemento condizionante gli aspetti progettuali, esecutivi e di controllo delle fasi di cantiere. L'innovazione nella gestione della sicurezza è parte dalla corretta progettazione del cantiere, dallo studio della costruibilità in sicurezza delle opere sino all'impiego di nuove tecnologie ICT-based. L'automazione nel controllo operativo è un tema di grande attualità, sia per le problematiche di carattere produttivo che per quelle inerenti le esigenze di sicurezza degli operatori e di mitigazione dell'impatto ambientale delle attività costruttive. La corretta implementazione delle procedure di controllo a livello di progetto operativo della stazione appaltatrice sono sempre state ostacolate dalla difficoltà di realizzazione a causa della complessità e temporaneità del processo costruttivo. Tuttavia si ritiene che proprio per questi motivi il controllo operativo dovrebbe essere attuato tramite procedure e tecnologie ICT. La ricerca sperimentale di Bernardo Naticchia e Alessandro Carbonari "*Advanced technologies for supporting health and safety in construction management*" è il risultato di anni di studio che ha portato allo sviluppo di una tecnologia ICT di geoposizionamento, basata su di un sistema wireless *Ultra Wide Band UWB*, che realizza dei confini virtuali ai settori di lavoro per delimitare le aree sicure da quelle a maggior rischio. Il sistema può anche effettuare un controllo in tempo reale delle interferenze, oltre ad analizzare la presenza di inquinanti aerodispersi come la concentrazione di PM10. Si tratta di un sistema di controllo proattivo che può, ad esempio, verificare il rispetto delle prescrizioni del Piano di Sicurezza e Coordinamento in tempo reale. L'approccio alla gestione della sicurezza in fase progettuale è invece affrontato da Pietro Capone nel suo studio "*Constructability and Safety Assessment Design Approach*". Capone mette a fuoco la funzione di integratore di sistemi svolto dal progettista nella fase della progettazione esecutiva e cantierabile. Si tratta dei due sistemi della costruibilità/cantierabilità delle opere e della garanzia di sicurezza degli operatori. La procedura di integrazione messa a fuoco parte dalla rappresentazione grafica del dettaglio costruttivo, rappresenta le fasi di lavoro ad esso inerenti e definisce per queste l'analisi e la valutazione dei rischi individuando le specifiche misure preventive.

4) LA GESTIONE DELL'APPROVVIGIONAMENTO E DEL CONTRATTO DI APPALTO

Le forme innovative di Project Procurement, ovvero gli approcci al processo edilizio del Contraente Generale, il Project Financing e il Partenariato Pubblico – Privato, il Global Service e lo stesso Appalto di Progetto e Costruzione sono alcuni dei temi all'ordine del giorno che hanno l'obiettivo di snellire ma allo stesso tempo rendere più incisiva l'attività di committenza nella gestione dell'intervento di costruzione. Lo studio di Ernesto Antonini e Aldo Norsa "*Improve General Contracting to Strengthen the Effectiveness of the Italian Public Commissioning Bodies in managing of the Construction Process*" analizza l'approccio al processo edilizio del Contraente Generale, introdotto dalla Legge Obiettivo L. 443/2001 per l'esecuzione di grandi opere infrastrutturali. Si tratta in realtà di un approccio ibrido che mescola quello del "*turnkey contract*" con quello del "*design, build, finance and transfer*". Si tratta in realtà di una figura controversa, in particolare per l'incertezza riguardo alla allocazione dei rischi tra stazione appaltante e contraente generale, appunto. Solo una chiara definizione degli obiettivi per il successo del progetto può consentire il raggiungimento dei risultati attesi da parte del cliente pubblico. Giuseppe Di Giuda, con Valentina Villa e Antonio Devito analizzano l'approccio innovativo del Partenariato Pubblico Privato "*Models of Public – Private Partnership for the management of the process of infrastructure and urban re-generation*". Dopo aver analizzato le caratteristiche del Partenariato Pubblico Privato sono analizzati vari progetti tramite indici di efficienza finanziaria e temporale, e si propone l'impiego per i progetti di recupero e infrastrutturazione urbana, previa individuazione di un metodo analitico di controllo.

In questa linea di ricerca si inserisce il tema del controllo del progetto edilizio e della sua qualificazione e validazione, tema affrontato dal gruppo di ricerca di Di Giuda, composto da Valentina Villa e Marco Poletti. La ricerca "*Analysis of the effectiveness and efficiency of the verification for the validation*" mette a fuoco la procedura per la validazione dei progetti di opera pubbliche come definita dalla normativa e applicata dall'Unità tecnica di validazione dei progetti di MM SpA. La procedura di validazione classifica le non conformità per importanza, aree tematiche, completezza, adeguatezza e congruenza. La capacità della figura del verificatore e il metodo procedurale usato possono rendere la validazione uno strumento importante per il successo del progetto, senza trasformarlo in inutile adempimento burocratico.

5) IL MANAGEMENT DEI PROCESSI REALIZZATIVI DI GRANDI OPERE

Il management dei processi realizzativi di grandi opere, ovvero di progetti complessi ha sicuramente necessità di studio e di ricerca di strumenti innovativi dedicati. Si tratta di opere che spesso hanno importanza strategica non solo per il territorio in cui si insediano ma a volte per l'intero sistema-paese. La complessità di queste opere, a causa degli ingenti interessi in gioco ed alla ripercussione a livello sicuramente più ampio delle singole scelte produttive rendono necessaria la definizione di tecnologie e strategie gestionali e operative *ad hoc*.

L'innovazione in questo campo non può non affrontare il tema della piramide gestionale tempi-costi-qualità e ambito del progetto, e considerare tecnologie per il trade-off di questi valori. Si tratta di una ottimizzazione che può essere svolta sia in fase preventiva e progettuale che in fase di esecuzione. La valutazione degli obiettivi indicati dai valori di questi tre parametri si può effettuare in maniera sintetica tramite la definizione di una metrica di progetto sintetizzata da Key Performance Indicators che definiscono la prestazione del processo produttivo e che permettono la valutazione dello stato del progetto e l'implementazione delle azioni correttive. In questo ambito il caso di studio di Andrea Gambi, Guido Govi e Paolo Baldoni "*La gestione della realizzazione di una grande opera pubblica: l'impianto di potabilizzazione di Standiana di Ravenna*" esemplifica e descrive la concezione, il contesto, la progettazione e l'esecuzione di una grande opera a servizio del territorio Romagnolo. Sono definiti nel dettaglio gli aspetti tecnologici e realizzativi, oltre alle modalità esecutive dell'opera tutt'ora in costruzione.

Altro tema affrontato dal gruppo di ricerca di Andrea Gambi, con Matteo Camprini e Ares Frassinetti, è quello della gestione economica della commessa edile "*Il controllo di gestione operativo delle commesse per una impresa di costruzioni. nuovo impianto di trattamento e recupero di rifiuti urbani*". Partendo da una lucida analisi del settore delle costruzioni e delle sue alterne vicende negli ultimi venti anni, gli autori ripercorrono il processo organizzativo di una commessa come realizzato da una importante impresa di costruzioni del territorio, e ispirato ai principi di Project Management. Il caso di studio analizza nel dettaglio gli aspetti gestionali della commessa, ed il metodo di analisi utilizzato che è quello dell'Earned Value implementato tramite uno strumento ICT per il monitoraggio e controllo accurato dei margini economici e degli indici di prestazione chiave.

Il lavoro di ricerca di Mariarosa Sorrentino è finalizzato alla definizione di un sistema innovativo per il trade-off di tempi, costi e qualità, "*Genetic Algorithms for Construction Management time-cost-quality trade-off: a road project case study*". L'impiego dello strumento innovativo degli algoritmi genetici ha permesso di realizzare una analisi multi - obiettivo finalizzata alla scelta della soluzione più idonea per la pavimentazione stradale della costruenda strada provinciale SP4 "Galliera" nei pressi di Bologna. Lo studio del rapporto tra qualità della realizzazione, tempi di lavoro e costi dei procedimenti per le diverse opzioni progettuali e realizzative ha consentito di individuare l'insieme delle soluzioni più idonee per la realizzazione del caso di studio con il soddisfacimento dei requisiti di progetto.

Le linee di ricerca presentate, e i temi di studio svolti, non sono certo una soluzione definitiva alla complessa problematica della gestione dei progetti di costruzione, ma certo possono costituire una strada, o meglio una rete di percorsi, per progredire nella conoscenza del mondo delle costruzioni e affrontare le sue sfide.

BIBLIOGRAFIA

- Barrie, D. S., Paulson B. C. (1992), *Professional Construction Management*, MacGraw-Hill International Editions
- Bragadin M. A. (2011), *La programmazione dei lavori con i metodi reticolari*, ed. Maggioli.
- Comani, C. (2008), *Appunti di Organizzazione del Cantiere*, AMS Campus unibo
- Huston University of Technology – www.uh.edu (accesso ottobre 2013).
- Kerzner H. (2011), *Project Management Metrics, KPIs, and Dashboards: A Guide to Measuring and Monitoring Project Performance*, John Wiley & Sons, New Jersey, U.S. 2011
- Melles B., Wamelink J.W.F. (1993), *Production Control in Construction*, Delft University Press
- Picone M. (1984), *Tecnologia della produzione edilizia*, Utet
- Project Management Institute (2004), *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PM-BOK guide)*, Project Management Institute, Pennsylvania USA