

Convegno

LE ATTIVITÀ INTERFERENZIALI NEI CANTIERI EDILI.
ANALISI DELLE CRITICITÀ E PROPOSTE OPERATIVE.

14 marzo 2008

*“PIANIFICAZIONE,
GESTIONE E CONTROLLO
DELLE ATTIVITÀ
INTERFERENZIALI
NEL CANTIERE EDILE”*

FONDAZIONE
GEOMETRI
T O R I N O
P R O V I N C I A

Relatore: Geom. Luca Perricone

Consigliere del Collegio dei Geometri di Torino e Provincia
Coordinatore della Commissione Sicurezza

01 Premessa

Le esperienze e i dati di oltre un decennio di applicazione del D.LGS. 494 ci consentono di osservare il cantiere e le sue criticità in materia di sicurezza, da diverse angolature e con uno sguardo, per così dire, più "scientifico". Il tempo trascorso dal '96 ad oggi, ha fatto sì che la sicurezza cantieri di nuova generazione, portata dal 494, sia stata recepita, non senza resistenze, come patrimonio comune, dalla maggior parte degli operatori del processo edilizio. Per questo, esaurito il clamore e l'aspetto emozionale (positivo o negativo) che ogni innovazione porta con sé, è il momento di far fare alle nostre analisi e ai nostri studi, un salto di qualità verso un maggior approfondimento del tema e verso una migliore efficacia di risultato. Esaminando la materia sicurezza, senza zavorre di tipo corporativo o lobbistico o di inveterato antagonismo tra le varie aree del processo edilizio (committenza, area progettuale, area imprenditoriale, area sindacale, area professionale, vigilanza), appare evidente che le cause di un'insufficiente sicurezza sono dovute tanto a carenze nell'applicazione della normativa (adempimenti disattesi, carente idoneità dei lavoratori, carente formazione e informazione...), quanto a carenze di tipo progettuale (sotto stima dei rischi, superficialità di analisi, pianificazione inconsistente). Tra i due tipi di carenze esiste sempre una correlazione in cui, nella maggior parte dei casi, la carenza progettuale è causa, o almeno, concausa, della carenza normativa e non viceversa. La differenza tra i due tipi di carenze è importante: la carenza nell'applicazione della normativa ricade sotto il controllo degli Enti di Vigilanza a cantiere già in atto, la carenza di tipo progettuale appartiene all'ambito del coordinamento, in progettazione e in esecuzione, e può e deve essere risolta in via preventiva con un vero e proprio **progetto della sicurezza**. L'aspetto progettuale della sicurezza assume dunque, un ruolo di primo piano nel conseguimento dell'obiettivo etico della protezione delle persone sul luogo di lavoro. Per questo, la partita della sicurezza di oggi e di domani si svolgerà tutta sul campo della qualità della prestazione professionale e della cultura tecnica del **progetto della sicurezza**.

02 Le più diffuse aree di criticità

Il cantiere è un particolarissimo tipo di processo industriale. Come ogni processo industriale, è il risultato della composizione - interazione di molti fattori volti a dare un prodotto previsto da un progetto, in un tempo definito. Tuttavia, differentemente da ogni altro processo industriale, il cantiere non può, se non in ridottissima misura, poggiare la sua evoluzione sulla stabilità, sulla permanenza, sulla reiterazione del metodo o del processo: ogni cantiere è quasi

un prototipo unico. Inoltre, alla mutevolezza di luoghi e tipologia di opere corrisponde, amplificandone gli effetti, un velocissimo turn over di maestranze e delle mansioni loro affidate. Per queste peculiarità, i metodi di pianificazione provenienti dal mondo industriale e in esso efficacemente utilizzati da quasi un secolo (i primi esempi di Gantt sono del 1917) trovano ancora difficoltà di applicazione. Una sorta di “nomadismo” è un dato congenito dell’edilizia ma non può diventare un alibi per disattendere la richiesta di sicurezza. Abbiamo detto in premessa che la sicurezza è, e deve essere un progetto ma per le peculiarità sopra esposte, dovrà essere un progetto dinamico, che in particolare, analizzerà i fattori principali della produzione e il loro apporto, positivo o negativo, al fattore sicurezza. La molteplicità e la simultaneità di persone, di punti di lavorazione, di mezzi, sono caratteristiche imprescindibili del cantiere edilizio e dello scopo economico della produzione. Pertanto, esse non possono essere eliminate o forzatamente compresse entro schemi rigidi ma devono essere studiate, pianificate, gestite e controllate. Queste caratteristiche rappresentano, certamente, la complessità del cantiere ma non comportano necessariamente un danno alla sicurezza. Infatti, se esaminiamo in dettaglio i principali fattori ascrivibili agli insiemi “molteplicità” e “simultaneità” e cioè: 1) la contemporanea presenza di più persone; 2) la contemporanea presenza di lavorazioni molto diverse; 3) la contemporaneità di imprese (o lavoratori autonomi); 4) la contemporaneità di decisioni e azioni tra loro interagenti, vediamo che essi causano una riduzione della sicurezza solo con determinate condizioni o aspetti deteriori. Per esempio, il numero di imprese è sempre un dato importante per la gestione della sicurezza ma diventa un reale danno quando ci troviamo di fronte a sovrapposizioni caotiche e incontrollate. La scomposizione delle lavorazioni in blocchi o moduli è sempre auspicabile ma genera un grave problema per la sicurezza quando diventa frammentazione improvvisata o polverizzazione in micro interventi. La contemporaneità e l’immediatezza delle decisioni diventa un pericolo quando non è definita la catena funzionale di comando (chi fa che cosa?) e quando non sono definiti i protocolli di comunicazione (chi comunica a chi?). In sintesi, possiamo affermare che questi fattori generano un problema quando, in assenza di un **progetto della sicurezza**, si svolgono in modo “spontaneo” generando poi sommatorie di forze (negative) e interazioni imprevedibili.

03 Analisi qualitativa dei principali fattori di criticità e della loro interazione

L’analisi che normalmente viene svolta nel preparare il Piano della Sicurezza si basa essenzialmente sui tre parametri previsti dalla normativa: numero delle imprese presenti, uomini giorno, rischi particolari (ex D.LGS. 494 All. II) o rischi tipici delle singole lavorazioni.

Questi tre macro elementi sono certamente utili per una prima stima del grado di rischio o, se si preferisce, del grado di attenzione, che il cantiere in esame porterà con sé, ma da soli, non possono descrivere compiutamente lo scenario di rischio che incontreremo nel coordinamento in esecuzione. Infatti, ognuno dei tre macro fattori è composto o influenzato da altri elementi che ne possono amplificare o ridurre la gravità. E' quindi utile procedere a una disamina di ognuno di questi macro fattori di rischio:

03.1 Il numero delle imprese presenti.

Il numero delle imprese presenti è sicuramente un fattore determinante nella valutazione del cantiere. Un gran numero di imprese sarà sicuramente un “marker” di pericolo, che orienterà l’attenzione progettuale del Coordinatore verso un maggiore approfondimento. Infatti, al crescere del numero di imprese presenti sul cantiere, corrisponde il moltiplicarsi dei centri decisionali e di controllo cui si affianca la diversità (a volte l’antagonismo) degli obiettivi economici e delle “regole di ingaggio”. La linea di comando e di controllo, che in un cantiere con una singola impresa, appare chiara e semplice (nelle imprese di qualità), in caso di molteplicità di imprese, si ramifica, per successive scomposizioni, fino a gradi di grande complessità o di incertezza. In tal senso riveste grande importanza la struttura economico-societaria dell’organigramma di cantiere. A parità di numero di imprese avremo situazioni molto diverse, dal punto di vista della gestione e del coordinamento, a seconda che ci si trovi in presenza di A. T. I. di tipo verticale, di tipo orizzontale, o nel caso di un’impresa principale con subappaltatori, o di diverse imprese ingaggiate dal Committente con singoli contratti. La definizione del tipo di organigramma in via preventiva è possibile solo nei lavori pubblici soggetti a gara d’appalto. Tale definizione preventiva non è certo possibile nel settore privato, dove i cambiamenti di struttura sono frequentissimi e repentini e si susseguono per tutta la durata del lavoro, dal momento del piano della sicurezza, all’inizio lavori, allo svolgimento del cantiere. Il coordinamento in fase di progettazione dovrà quindi tenere in grande conto oltre al numero di imprese presenti, anche la “struttura molecolare” del cantiere, se nota in anticipo, altrimenti sarà compito del coordinamento in fase di esecuzione revisionare il piano adattandolo, di volta in volta, alla struttura di produzione in essere.

03.2 Il numero dei lavoratori presenti

Il numero dei lavoratori presenti è chiaramente connesso all’entità dell’opera e in tal senso viene definito dalla normativa con il concetto di “uomini – giorno” cioè, in altre

parole, di giornate lavorative complessive necessarie a realizzare l'intera opera prevista a progetto. Dal punto di vista strettamente normativo, questo macro fattore serve a definire se l'intervento in esame ricade o no, nell'obbligo di coordinamento ex D.LGS. 494 e, con questo, esaurisce la sua funzione. Diversamente, per l'aspetto progettuale della sicurezza, il dato delle presenze deve contribuire a modellare tutta la pianificazione e la successiva azione di coordinamento. In particolare, riveste una grande importanza, a parità di numero complessivo, la dislocazione nel tempo delle presenze sia su base quotidiana sia su base della fase lavorativa. Il dato: *“quante persone in quanto tempo e per quanto tempo?”* genera, a seconda dei casi, scenari di rischio molto diversi. Inoltre, contestualizzando il dato, e cioè esaminando lo spazio fisico in cui si collocheranno le presenze calcolate, si può avere una vera misura della densità degli spostamenti e delle lavorazioni. Questo dato ci permetterà, in sede di coordinamento in fase di progettazione, ma preferibilmente già in sede di *“prime valutazioni”* di ipotizzare il grado di sicurezza atteso, che nel coordinamento dovrà essere costantemente verificato.

03.4 I rischi particolari e i rischi tipici

La valutazione analitica e approfondita del cantiere, che riteniamo necessaria per la validità del coordinamento della sicurezza, richiede che sia i rischi particolari, definiti dall'Allegato II sia i rischi specifici di ogni lavorazione ricavati da studi di tipo statistico vengano valutati congiuntamente a tutti gli elementi che contribuiscono alla loro definizione. In particolare sarà importante stimare in quale modo incida sul grado di sicurezza la contemporaneità di più rischi, che, anche in questo caso, verrà valutata su base quotidiana o di fase lavorativa. Inoltre potrebbe avere rilevanza, la presenza contemporanea di lavorazioni (e rischi) molto diverse tra di loro come ad esempio, nel caso di cantiere la cui pianificazione per blocchi *“al finito”* (per es. un fabbricato pluripiano con una sequenza *“a rincorrere”* struttura – tamponamenti – finiture – impianti impostata per singolo piano), porti alla contemporaneità di opere strutturali (getti o tamponamenti perimetrali) e opere di finitura (impianti, finiture). Analogamente al caso precedente, dovremo ampliare la valutazione dei rischi di lavorazione con il criterio: *“quanti e quali rischi, in quanto tempo e per quanto tempo?”*.

Il tempo e il luogo di svolgimento sono, per i fattori sopra descritti, elementi molto condizionanti, tali da modificare in ognuno dei casi, in riduzione o in aumento, il rischio del cantiere. La pianificazione di fasi e durate già prevista dal D.LGS. 494 all'Art. 3 *“obblighi del committente o del responsabile dei lavori :comma 1: Al fine di permettere la pianificazione*

dell'esecuzione in condizioni di sicurezza dei lavori o delle fasi di lavoro che si devono svolgere simultaneamente o successivamente tra di loro, il committente o il responsabile dei lavori prevede nel progetto la durata di tali lavori o fasi di lavoro” e inoltre dal DPR 222/03 all'Art. 2 comma 2 lett. i: “Il PSC contiene i seguenti elementi: [...] la durata prevista delle lavorazioni, delle fasi di lavoro e, quando la complessità dell'opera lo richieda, delle sottofasi di lavoro, che costituiscono il cronoprogramma dei lavori [...]”, acquista ancora maggior importanza sia nella preparazione del piano sia nella valutazione della sua attendibilità ed efficacia. Per questo motivo, assumono una grande importanza progettuale tutte le tecniche di pianificazione e programmazione.

04 Le tecniche di pianificazione e le loro applicazioni per la sicurezza

Le principali tecniche di pianificazione possono essere di tipo lineare (diagramma di Gantt) o di tipo reticolare PERT (Project Evaluation and Review Technique). Il diagramma di Gantt è il più conosciuto e, in virtù della sua semplicità, il più usato. Tuttavia, a causa della complessità del processo che vogliamo analizzare e gestire, non proporremo l'uso di questo diagramma se non come derivato del PERT. Infatti, è proprio nella semplicità che ne ha decretato il successo e la diffusione, che si trova il limite di questo sistema. Il Gantt si compone di un elenco di attività, poste all'ordinata, ricavate da una scomposizione del progetto a livello macro (si tratta in genere di qualche decina di moduli) e all'ascissa il fattore tempo a blocchi (solitamente) di settimane. Le fasi, generalmente rappresentate da barre o segmenti, vengono riportate secondo una sequenza logica di tipo lineare che, al massimo, consente di ipotizzare dei parallelismi. La successione delle fasi dunque, è di tipo sequenziale e lineare ma non individua esattamente una connessione di tipo essenziale o di reale precedenza. Per esempio, non ci consente di apprezzare tempestivamente gli effetti del ritardo di un'azione sulle successive, né di stimare se il ritardo è, per gli obiettivi di progetto accettabile, o mette in pericolo la consegna finale. Inoltre non permette verifiche analitiche per stabilire se le sovrapposizioni ipotizzate siano reali o no. Potremmo dire che il Gantt, pur molto utile in alcuni casi, manca della necessaria trasparenza per consentire al progettista stesso o ad altri la verifica della sua congruità. Diversamente, il PERT viene descritto come *“una tecnica di pianificazione, progettazione e controllo che serve ad evidenziare le varie fasi che compongono un piano, le loro reciproche influenze e a localizzare le fasi stesse nel tempo”*. Potremmo definire il PERT, una tecnica “multifunzione” in quanto permette, con un unico mezzo, di avere: programmazione controllo ed informazione. Rimandiamo alla bibliografia per gli aspetti storici legati alla nascita e all'evoluzione di tale sistema e analizziamo (sommariamente) questa tecnica aggiungendo ai

passi fondamentali, altri passi dedicati specificamente alla valutazione e pianificazione della sicurezza negli elementi di affollamento e di grado di rischio complessivo del cantiere.

I passi fondamentali di questa metodologia sono:

04.1 Analisi e scomposizione del progetto;

Il progetto viene scomposto in Sottoprogetti, WP (Work Package) e Attività fino al livello ritenuto utile per il grado di approfondimento in cui si deve operare (preliminare, definitivo, esecutivo, cantieristico). Viene considerato “attività” tutto ciò che consuma tempo o risorse, ad esempio la maturazione del c.a. di un solaio è un’attività. Per svolgere questa analisi è importante disporre di un computo metrico estimativo dell’opera e se siamo in fase esecutiva, è anche necessario conoscere la struttura produttiva che verrà utilizzata (v. par. 3.1).

04.2 Individuazione dei vincoli (legami di precedenza e sequenza tra le attività).

Per ognuna delle attività derivate dalla scomposizione del progetto deve essere individuata quella immediatamente precedente, ovvero, secondo un criterio di gerarchia, quella attività che deve assolutamente essere ultimata perché la successiva abbia inizio. A differenza del metodo di Gandtt la sequenza tra le fasi è una connessione di tipo logico, scelta e fissata a priori, e non una semplice successione temporale. La connessione tra due ipotetiche attività “A” e “B” ove “A” è data per precedente di “B” non muterà in funzione del protrarsi (anche imprevisto) dell’attività “A” e questo vincolo consentirà di calcolare il cumulo degli slittamenti temporali.

04.3 Rappresentazione delle attività.

Le attività e i rispettivi legami vengono rappresentati con dei vettori rettilinei o curvi orientati nel senso della successione degli eventi. Questi vettori hanno inizio e fine in nodi che rappresentano l’evento di inizio e di fine dell’attività. Un singolo nodo può essere terminale di più attività, cioè possono essere previste attività con più di un’attività immediatamente precedente, ad esempio l’attività “M” è preceduta dalle attività “E”- “H”. In questo caso l’attività “M” potrà avere inizio solamente quando la più tardiva delle due attività precedenti si sarà conclusa.

04.4 Verifica e calcolo

Il risultato delle impostazioni descritte e del calcolo (che può anche essere svolto mediante software) è un grafo che rappresenta un reticolo più o meno fitto a seconda delle attività trattate. Questo grafo ci consente di comprendere, con immediatezza, lo svolgimento complessivo del processo edilizio fino al suo compimento. Inoltre, mediante

un calcolo (relativamente semplice) di somma delle singole durate delle attività si può definire il tempo massimo per completare l'opera e definire il giorno progressivo di cantiere. Il grafo così ottenuto permette di individuare due categorie di attività: "critiche" e "non critiche". Le prime sono quelle che non ammettono scorrimento del tempo di inizio o di fine, cioè quelle attività il cui ritardo genererà un sicuro ritardo all'evento di fine opera. Le attività non critiche invece, sono quelle che hanno una certa possibilità di scorrimento del tempo di inizio o di fine senza che questo ritardi la data prevista per l'ultimazione. La sequenza delle attività critiche è detta "Cammino critico" (*critical path*). Poter distinguere tra questi due tipi di attività è di grande utilità per il progetto della sicurezza. Infatti, nella necessità di rispettare come è ovvio il tempo assegnato contrattualmente, le attività critiche saranno quelle che potranno essere abbreviate solo aumentando le persone previste per la loro esecuzione; mentre gli scorrimenti liberi delle altre attività potranno essere utilizzati per ridurre le sovrapposizioni senza aumentare i costi. Dal grafo del PERT è possibile ricavare analiticamente un diagramma a barre di tipo Gantt e trasportare il tutto da giorni di cantiere a giorni di calendario.

04.5 L'inserimento dei dati per la sicurezza

Per il progetto della sicurezza possiamo aggiungere a ogni vettore attività o lavorazione il numero delle persone presenti e il rispettivo grado di rischio. Traducendo poi il PERT in Gantt su giorni di calendario, potremo svolgere due distinte e importanti valutazioni:

a) Valutazione dell'affollamento:

Mediante una semplice somma sull'ordinata possiamo conoscere il numero di persone presenti in cantiere in una certa data. Il dato è importante in sé ma soprattutto deve servire al coordinatore per la valutazione della "densità di affollamento" mediante le relazioni :

$$\text{Densità Massima} = \text{Persone/unità di tempo:}$$

$$\text{Densità Massima Ripetuta} = \text{Persone/unità di tempo} \times \text{giorni di ripetizione dell'evento}$$

Tali relazioni e i dati numerici che ne derivano, non devono essere intesi come una misura confrontabile con dei parametri standards, ma possono essere utili indicatori del tipo di cantiere che si sta progettando e inoltre, possono essere la dimostrazione, trasparente e leggibile, del rapporto tra tempo assegnato di esecuzione e difficoltà del cantiere.

Evidentemente, la **Densità Massima** di presenze e la **Densità Massima Ripetuta** sono inversamente proporzionali al tempo assegnato, ma siccome il cantiere, ampio o meno, è di sicuro uno spazio ben delimitato, innalzando progressivamente il numero di presenze

per rientrare nei tempi assegnati, incontreremo via, via, maggiori gradi di rischio da affollamento fino ad un grado inaccettabile. Pertanto, sarà compito del Coordinatore in fase di progettazione, di volta in volta, stabilire dei valori massimi accettabili della densità di presenze, scelti conoscendo il contesto in cui si svilupperà il cantiere (cantiere ampio, ristretto, nel sottosuolo...). Questi dati saranno utili per consigliare il Committente nella scelta del tempo contrattuale e nel confronto con il Progettista dell'opera e con la Direzione Lavori. La stessa valutazione dovrà essere fatta da ogni Coordinatore in fase di esecuzione per valutare la congruità del PSC affidatogli.

a) Valutazione del rischio complessivo

Come per la relazione precedente possiamo sommare i singoli gradi di rischio o coefficienti di attenzione sulla linea delle ordinate ottenendo il valore di “rischio complessivo”. Ovviamente i rischi, per loro natura, non sono addizionabili in modo meramente aritmetico: due rischi, valutati su una certa scala, di valore 3, sommati insieme non formano certo un unico rischio di valore doppio. Tuttavia, il valore della sommatoria, rapportato all'unità di tempo o di fase e alla sua ripetizione, diventa un segnalatore delle condizioni che la nostra pianificazione porterà nel cantiere.

Analogamente al punto precedente useremo le relazioni:

$$\text{Rischio Complessivo Massimo} = \square \text{ rischi} / \text{Unità di tempo}$$

$$\text{Rischio Complessivo Massimo Ripetuto} = \square \text{ rischi} / \text{Un. di tempo} \times \text{gg. ripetizione evento.}$$

Come nel caso precedente, non possiamo avere dei dati normativi, dei coefficienti assoluti da rispettare, in quanto la portata positiva o negativa del dato varia a seconda del contesto in cui verrà svolto il lavoro e sarà il professionista, progettista della sicurezza, a valutarne l'importanza. Per esempio il Coordinatore in fase di progettazione, potrà stabilire che, oltre un certo valore di Rischio Complessivo Massimo, sia necessario allungare i tempi o utilizzare sistemi compensativi quali il controllo permanente durante la fase. Quest'ultimo, così valutato, sarà senza dubbio un costo della sicurezza.

05 In conclusione

Il tempo di esecuzione dell'opera, stabilito a priori e originato dalle esigenze della Committenza o della produttività dell'imprenditore, ha un peso fondamentale nel consentire la sicurezza o nel generare insicurezza. Per questo motivo, il tempo le sue interazioni con i fattori di densità di presenza e di rischio complessivo, dovranno essere fondate su dati veri, oggettivi e riconoscibili e valutate con metodo da veri progettisti della sicurezza. La

pianificazione e la programmazione saranno così i migliori supporti per progettare e gestire il processo e permettere un confronto positivo tra le diverse esigenze dei vari attori presenti. La sicurezza e il suo progetto, la progettazione operativa del cantiere, la pianificazione, la produttività del processo, sono le diverse facce del poliedrico “sistema cantiere”. Sostenere, come fanno i detrattori della sicurezza, che tra questi fattori e le aree professionali da cui provengono ci debba inevitabilmente essere un antagonismo negativo, è infondato. Sarebbe facile smontare una tale affermazione facendo appello all’etica, ma la discussione sarebbe fuorviante in sé, in quanto, in una situazione di qualità, la sicurezza è parte integrante del processo produttivo sano cioè per noi, l’unico accettabile.

Torino, marzo 2008,

Geom. Luca Perricone

06 Bibliografia

- L. Yu Chuen-Tao, *Applicazioni pratiche del PERT e del CPM*, Milano, Franco Angeli 2000;
- Regione Piemonte, *SICURI DI ESSERE SICURI, la sicurezza nei cantieri edili: la valutazione dei rischi*, www.regionepiemonte.it;
- Regione Piemonte *SICURI DI ESSERE SICURI” la sicurezza nell’organizzazione del cantiere edile*, www.regionepiemonte.it;
- Arie Gottfried, *Ergotecnica edile*, Progetto Leonardo, Bologna, Esculapio, 2003.