

ScheDA: METODO DI CONTROLLO E ANALISI DEI RITARDI DI PROGETTO



Pier Luigi Guida



Giovanni Sacco

L'analisi dei ritardi di un progetto, meglio conosciuta come "Schedule Delay Analysis", è una problematica di particolare interesse nei progetti grandi e complessi. Trattasi di rilevare e risalire alle cause che originano i ritardi, attribuendone le responsabilità alle diverse parti interessate (committente, appaltatore, forza maggiore), con rilevanze anche di natura legale e contrattuale (penali). Il presente lavoro introduce nuovi strumenti di analisi, proponendo un nuovo metodo denominato ScheDA ("Schedule Delay Analysis").

Introduzione

L'analisi dei ritardi in un progetto, e la corrispondente assegnazione di responsabilità, è un problema molto dibattuto nel project management, e in particolare nel project control. Per progetti complessi (costruzioni, impiantistica, infrastrutture e simili) tale problematica è di particolare interesse sia a livello applicativo che accademico. In modo particolare a livello applicativo ha notevole importanza nei casi di contenziosi contrattuali e legali fra committente e fornitore, essendo la materia oggetto di ampie questioni che talvolta approdano in tribunale. Non si è a conoscenza ad oggi di metodi completamente risolutivi, a causa di molteplici aspetti di natura metodologica e delle possibili implicazioni in ambito contrattuale. In alcuni paesi, specie di cultura anglosassone, il tema è oggetto di particolare attenzione, quale applicazione del project management nota come "forensic delay analysis". Il presente lavoro illustra un'applicazione che si ritiene avere un certo carattere di originalità, introducendo il metodo denominato ScheDA (acronimo di *Schedule Delay Analysis*), che estende e generalizza quanto già presente in letteratura. Una versione embrionale del lavoro è stata presentata alla 16ª Conferenza Internazionale di Project Management e Scheduling di Roma nel 2018 [1] mentre lo sviluppo della ricerca ha dato origine al presente articolo, la cui applicazione ha meritato uno dei premi di laurea ISIPM 2022 [2]. Nella stessa occasione è stato realizzato un applicativo web

che implementa la logica del metodo, utilizzabile quale strumento di simulazione e di più generale validazione di altri metodi, oltre che potenziale strumento di supporto per il controllo in tempo reale dei progetti.

Le motivazioni

Il metodo trae origine dall'esigenza di dare una giustificazione razionale dei ritardi di un progetto, che possono avvenire per svariati motivi, in sintesi imputabili a tre cause o "parti" interessate:

- committente o cosiddetto "Owner" di progetto (in breve designato come O);
- fornitore, appaltatore ovvero "Contractor" (C);
- forza maggiore o cosiddetti "atti di dio" (in terminologia anglosassone "acts of god", in breve F).

Attribuire la responsabilità dei ritardi ai citati attori, nel corso di un progetto perturbato nonché oggetto di modifiche o varianti, non è infatti cosa semplice, potendosi in vario modo sovrapporsi cause ed effetti. Inoltre, anche quando si ritenga possibile una certa individuazione e assegnazione da parte di un soggetto di controllo (quale project manager), non sempre ciò risulta agevole, avendo come supporto solo metodi di registrazione manuale dei dati di "cantiere".

La durata e i possibili ritardi del progetto sono in principio riferibili e imputabili al cammino critico; ma in realtà le difficoltà insorgono quando esistono più cammini critici e nel corso dei lavori gli stessi cammini critici possono a loro volta modi-

ficarsi, facendo divenire critiche o ritardanti certe attività che non lo erano, e viceversa.

Se inoltre è vero che una attività con un certo float diventa critica all'esaurimento dello stesso, resta il problema di tracciare le cause altrui che hanno originato il consumo dello stesso float, quindi imputabile ad altri attori, che hanno agito in tempi precedenti alla rilevazione effettiva dei ritardi. In tale ambito nasce anche la problematica nota come "float ownership" ovvero la questione della proprietà dei float, se delle singole attività o dell'intero progetto, dal cui approccio possono aversi diverse soluzioni al problema. Assunzioni specie trascurate e sottaciute nei contratti. Il che produce anche contenziosi e dispute fra il committente e gli operatori economici, che spesso sfociano in costosi arbitrati, se non in cause di giudizio in tribunale, anche in sedi internazionali.

Le problematiche in oggetto possono in sintesi ricondursi a diversi tipi di questioni:

- il fatto che il o i cammini critici, imputati della durata del progetto e quindi degli eventuali ritardi, cambiano dinamicamente (fenomeno del "critical path shift"), per cui non risulta facile tracciarne la storia;
- la complessità relativa del reticolo delle attività di progetto, circa numero e relazioni fra le stesse attività, con fenomeni di impatti a cascata ("snow-ball"), non facilmente tracciabili anche con l'utilizzo degli attuali strumenti software;

A	Evento	Attività	Resp.	Impatto	TF	FF	ΔTF^+	ΔTF^-	ΔTF	ΔFF^+	ΔFF^-	ΔFF
0												
1												
2												
...												
N												

Tabella 1 - Struttura della float bank per singola attività.

- uno stesso evento può impattare più attività in parallelo, di cui solo alcune critiche;
- uno stesso evento può impattare attività con diverso impatto o responsabilità (Owner e Contractor), o viceversa eventi di diversa causa e responsabilità possono impattare nello stesso tempo una medesima attività;
- le logiche tradizionali di accertamento dei ritardi di progetto possono seguire cicli convenzionali di controllo relativamente lunghi, coincidenti con i convenzionali SAL (Stati Avanzamento Lavori), non aventi la granularità e i dettagli richiesti per la ricostruzione analitica dei ritardi e degli effetti che hanno perturbato il progetto; per cui questi si possono mascherare l'un l'altro, se rilevati in periodi relativamente lunghi di tempo;
- fenomeni di cosiddetti ritardi "concorrenti", come verrà di seguito descritto, che danno luogo a specifiche problematiche, talvolta non del tutto risolte in letteratura;
- la questione, come accennato, della cosiddetta proprietà dei float ("float ownership") ovvero chi ha diritto e quali ne sono le regole d'uso.

Inoltre spesso non esistono nella pratica dati di controllo del progetto sufficientemente completi e accurati, tali da poter ricostruire a posteriori la storia dei progetti, che rendono difficile l'applicazione di qualsiasi metodo o giudizio di terza parte, contro la tradizionale prassi di tenere aggiornati e in tempo reale i dati sul registro dei lavori in cantiere; pratica che può tuttavia migliorare con la progressiva introduzione di strumenti informatici. Tanto anche in relazione, ad esempio nel nostro paese, a specifiche direttive in materia, nonché riba-

dito dalla più recente edizione del codice degli appalti¹.

Il metodo ScheDA

Il presente metodo è stato sviluppato con l'intento di risolvere o almeno razionalizzare per quanto possibile la problematica in questione attraverso la registrazione e elaborazione automatica dei dati, mediante algoritmi relativamente classici (nonostante oggi si parli tanto anche nel project management di intelligenza artificiale). Il metodo ScheDA, acronimo di *Schedule Delay Analysis*, richiama un termine classico nella gestione progetti, ma la cui etimologia si ritrova in latino (*scheda*), e quindi in lingua italiana quale supporto di registrazione dei dati in era pre-informativa.

La logica essenziale del metodo si basa sui seguenti criteri:

- si ipotizza di partire all'inizio del progetto con riferimento a una determinata baseline;
- gli eventi e le cause di ritardo vengono rilevate e registrate con stretta cadenza, ad esempio giornaliera, imputandone la responsabilità alle diverse parti (O, C, F), attribuendo ad esempio un evento a un'attività che pertanto ne è responsabile (unitamente alla parte interessata). Nel caso di più cause contemporanee, si ripartiscono gli effetti in modo convenzionale (attraverso una equa scomposizione) ovvero sulla base di altra regola concordata (principio della causa prevalente, o diversa pesatura);
- al termine di ogni intervallo di rilevazione (nel quale sia occorso almeno un evento di interesse),

viene ricalcato lo schedule del progetto, con metodo analogo al CPM (Critical Path Method), al fine di elaborare le variazioni, e ricalcolare il o i nuovi eventuali cammini critici;

- si aggiornano, per ogni attività, le modifiche intervenute, ricollegandole alla stessa (se di propria responsabilità) nonché a tutte le altre attività eventualmente impattate;
- si consolidano i dati a livello di intero progetto sino al rispettivo termine;
- in modo specifico si memorizzano ed elaborano i dati così ottenuti in un'apposita banca dati, cosiddetta float bank o "banca dei float", dalla quale sia possibile ricostruire l'intera storia del progetto, assegnando le singole responsabilità alle parti interessate (O, C, F).

Questa definizione si basa sul concetto che il float è la risorsa disponibile per ogni attività, che può essere messa a disposizione di altre attività e del progetto per assorbire possibili ritardi "locali", e dalla cui gestione può giustificarsi ogni ulteriore modifica della durata totale e quindi il ritardo del progetto.

La logica fondante del metodo si basa sulla costante rilevazione e analisi delle variazioni dei valori dei float delle attività, con riferimento alle classiche definizioni relative a float totale o *total float (TF)* e float libero o *free float (FF)*, di cui si assumono note le definizioni.

L'idea alla base del metodo è quella per cui il valore del total float di ogni attività è strettamente correlato al valore, e quindi alle variazioni, del proprio free float e a quelle delle altre attività, per cui se ne ricalcola lo stato del progetto ad ogni variazione². Anche per le attività già critiche, cioè aventi TF ed FF nulli, è necessario rilevare tali variazioni, anche quando, ad esempio in caso di ritardo, porterebbero a valori di FF e TF negativi (cosiddette attività ipercritiche).

La banca dei float (float bank)

La logica applicativa di ScheDA si basa sulla classe di metodi noti

² Un evento ritardante è qualsiasi causa che ha un impatto di ritardo sull'attività stessa; accelerante, come si comprende, il contrario. Ogni volta che si riferirà nel presente testo per semplicità come evento o evento di ritardo, si dovrà in generale comprendere anche il caso di accelerazione. Si definiscono meglio oltre i significati di evento e impatto.

¹ Ad esempio la puntuale e giornaliera compilazione dei fatti sul libro giornale di cantiere, introducendo in modo opportuno una idonea struttura e codifica delle informazioni. Il termine qui impiegato di "cantiere" è del tutto convenzionale e può applicarsi a diversi tipi di progetti.

come *Time Impact Analysis* (TIA), utilizzati per determinare l'entità dell'impatto che un dato evento produce sull'esito temporale del progetto [5].

Si tratta di una tipologia di analisi "prospettica" poiché, dato un certo istante di rilevazione (t_r), si considera l'impatto in prospettiva o in futuro dei soli eventi che si sono già verificati o si verificano al dato istante. In termini operativi, ciò può essere utilizzato come tecnica di controllo progetto in tempo reale, ma anche come ricostruzione dello stesso a posteriori, partendo dall'inizio e procedendo in avanti, avendo la disponibilità storica degli eventi, idoneamente registrati. Nel presente caso si applica una tecnica di simulazione che ad ogni intervallo di tempo definito considera gli eventi, supposti acquisiti in tempo reale, e rischedula il progetto fino al suo termine, accumulando o aggiornando i ritardi nella float bank su ogni singola attività impattata e sull'intero progetto.

La questione di base, a parte l'impiego di tecniche algoritmiche idonee al trattamento del problema (grafi di progetto anche di notevoli dimensioni), è quindi quella di definire una struttura dati a ciò idonea e come unica fonte informativa (data base) di controllo progetto.

Activity float bank

La struttura tabellare e modulare definita per ogni attività è rappresentata come in tabella (Tabella 1). Tale tabella o *activity float bank* presenta tre sezioni:

- la prima colonna, intestata alla singola attività, rappresenta gli istanti di rilevazione degli eventi;
- il secondo riquadro, colonne dalla 2 alla 5, contiene le informazioni circa le cause delle variazioni registrate:
 - evento impattante;
 - attività direttamente impattata (può essere anche la stessa attività a cui è intestata la tabella);
 - responsabile dell'evento;
 - impatto sull'attività cui è associata la tabella. I tipi di valori possibili possono per convenzione essere -1, in caso di perdita o riduzione di TF, e 1 in caso di guadagno.
- Il terzo riquadro, colonne da 6 a 13, registra i seguenti dati aggiornati all'istante di rilevazione:
 - valore corrente del TF;

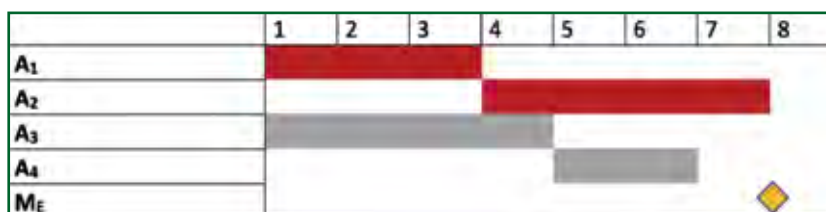


Figura 1.1 - Caso di esempio - Baseline.

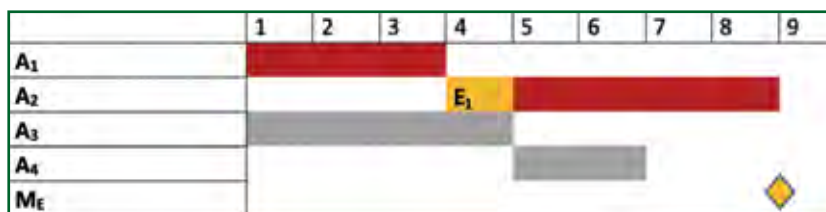


Figura 1.2 - Evento E₁.

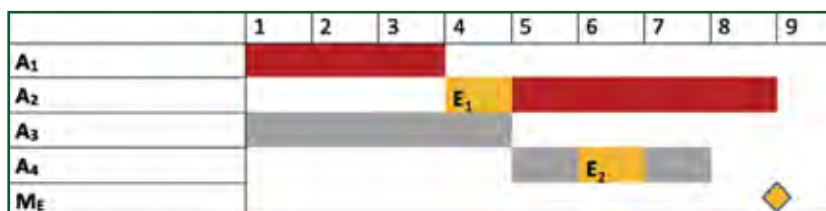


Figura 1.3 - Evento E₂.

- valore corrente del FF;
- variazioni positive del TF: $\Delta TF+$;
- variazioni negative sul TF: $\Delta TF-$ (vengono censiti come variazioni negative anche impatti dei ritardi su attività critiche);
- variazione del TF, $\Delta TF = \Delta TF+ + \Delta TF-$ (assumendo la sovrapposizione degli effetti tra variazioni positive e negative);
- variazioni positive sul FF: $\Delta FF+$;
- variazioni negative sul FF: $\Delta FF-$ (vengono censiti come variazioni negative anche gli impatti su attività critiche);
- variazione del FF, $\Delta FF = \Delta FF+ + \Delta FF-$.

Il formato di tabella così introdotto rappresenta una struttura dati utile a raccogliere tutte le informazioni circa gli impatti provocati dagli eventi, i rispettivi responsabili e le attività direttamente interessate che ne hanno, di conseguenza, propagato gli effetti. La stessa tabella è in realtà normalizzata, potendo registrare più eventi occorrenti nello stesso istante, ovvero più attività impattate dallo stesso evento.

Esempio 1

Si consideri il seguente semplice esempio (Figura 1 in tre parti):

- Baseline di progetto (Figura 1.1), con attività critiche A1, A2, nel cui schedule è rappresentata anche la milestone di fine progetto (ME).
- Rilevazione all'istante 4 dell'evento E1 che impatta, per un giorno di ritardo, l'attività critica A2 (Figura 1.2).
- Rilevazione all'istante 6 dell'evento E2 impattante, per un giorno di ritardo, l'attività non critica A4 (Figura 1.3).

Si riportano di seguito le rispettive tabelle di float bank (Tabelle 2 e 3) relative alle attività A₂ e A₄ calcolate al termine delle rispettive esecuzioni (in realtà l'applicazione ricalcola l'intero stato di progetto ad ogni intervallo di rilevazione).

Si noti che nella float bank vengono tracciati anche tutti gli impatti che le attività subiscono anche *prima* del loro inizio.

Project float bank

Si può quindi introdurre la corrispondente *float bank di progetto*, con la relativa milestone di chiusura M_E, per la quale si registrano i soli "delta" di ritardi (valori negativi) e accelerazioni (valori positivi) di percorso critico (Tabella 4 alla pagina seguente).

A ₂	Evento	Attività	Resp.	Impatto	TF	FF	ΔTF*	ΔTF	ΔTF	ΔFF*	ΔFF	ΔFF
0					0	0	0	0	0	0	0	0
1					0	0	0	0	0	0	0	0
2					0	0	0	0	0	0	0	0
3					0	0	0	0	0	0	0	0
4	E	A ₂	C ₁	-1	0	0	0	-1	-1	0	-1	-1
5					0	0	0	-1	-1	0	-1	-1
6					0	0	0	-1	-1	0	-1	-1
7					0	0	0	-1	-1	0	-1	-1
8					0	0	0	-1	-1	0	-1	-1

Tabella 2 - Registrazione Attività A2.

A ₄	Evento	Attività	Resp.	Impatto	TF	FF	ΔTF*	ΔTF	ΔTF	ΔFF*	ΔFF	ΔFF
0					1	1	0	0	0	0	0	0
1					1	1	0	0	0	0	0	0
2					1	1	0	0	0	0	0	0
3					1	1	0	0	0	0	0	0
4	E	A ₂	C ₁	1	2	2	1	0	1	1	0	1
5					2	2	1	0	1	1	0	1
6	E	A ₄	C ₁	-1	1	1	1	-1	0	1	-1	0
7					1	1	1	-1	0	1	-1	0

Tabella 3 - Registrazione Attività A4.

M _E	Evento	Attività	Resp.	Impatto	Δ*	Δ*
0					0	0
1					0	0
2					0	0
3					0	0
4	E	A ₂	C ₁	-1	-1	0
5					-1	0
6					-1	0
7					-1	0
8					-1	0
9					-1	0

Tabella 4 - Float bank consolidata di progetto.

Da tale tabella è quindi possibile risalire, oltre che agli impatti sul progetto, alle cause e ai rispettivi responsabili sia a livello di evento che di attività, per cui, riassumendo, la float bank così definita rappresenta il concetto e la struttura alla base di ScheDA al fine di:

- tracciare le variazioni dei valori di FF, TF e derivati a seguito di ogni impatto, diretto o indiretto, di eventi sia a livello di singole attività che di intero progetto;
- tracciare gli istanti di rilevazione

degli impatti e generare lo storico del progetto;

- associare gli eventi e impatti ai rispettivi responsabili;
- verificare e calibrare in modo "soggettivo" dal project manager o altri interessati il peso dei valori effettivi in caso di impatti multipli (potenzialmente di natura più complessa rispetto alla sola applicazione automatica);
- reperire e rendere agevole la consultazione da un'unica fonte informativa di tutte le informa-

zioni relative a quanto sopra, in modo da generare report e analisi di diversa natura (alcuni di tipo innovativo, come oltre indicato).

Tipi di ritardi

I tipi di ritardi convenzionalmente registrati nei casi nelle applicazioni in materia rispondono a una convenzionale in base a certi acronimi e relativo significato:

- NN: *not excusable not compensable*: trattasi di ritardi causati unicamente dal Contractor, per cui non sono né scusabili né compensabili da parte dell'Owner di progetto;
- EC: *excusable compensable*: ritardi dovuti all'Owner, per i quali il Contractor ha in genere diritto a una compensazione economica ed estensione della durata contrattuale del progetto;
- EN: *excusable not compensable*: ritardi per i quali il Contractor ha diritto ad una estensione del progetto, ma senza alcuna compensazione economica.

Le clausole contrattuali e le prassi d'uso nei diversi contesti potranno determinare più in dettaglio l'applicazione di quanto sopra. ScheDA riporta i risultati nei propri report in accordo a tali definizioni presenti in campo internazionale e facilita la loro eventuale traduzione in dati di carattere economico (ad esempio penali). L'efficacia del metodo deriva, in modo più specifico, dalla possibilità di disaccoppiare i concetti di *eventi* e *impatti*, come trattato in letteratura [7,8].

Nuovi modi di visualizzazione (Activity e Project trend chart)

Grazie alla float bank gli autori hanno cercato di creare nuovi modi sintetici per visualizzare i risultati di controllo progetto. Nell'ambito degli studi su ScheDA è stato in particolare definito un nuovo modo per presentare i dati, definito *Float Trend Chart (FTC)*, in particolare applicabile sia a singole attività (*ATC*) che all'intero progetto (*PTC*), che al momento si ritengono piuttosto originali in materia di strumenti di project management.

Activity trend chart

La "carta di andamento dei float di attività" (*ATC*) presenta:

- sull'asse delle ascisse, il tempo e gli istanti di rilevazione;
- sull'asse delle ordinate, diverse linee, associate rispettivamente a FF, TF e Δ in precedenza derivati.

Nell'esempio riportato in Tabella 5, si presenta in Figura 2 la float trend chart per la rispettiva attività (A_3 , estrapolata da un progetto, qui non illustrato, con solo le righe in cui si è rilevato almeno un impatto di evento). Questo tipo di grafico consente di rilevare il comportamento progressivo di una attività e per somma i relativi valori totali. Nel caso rappresentato si osserva ad esempio che l'attività al tempo zero era critica ($TF = 0$), al giorno 3 guadagna un giorno (TF), al giorno 4 ritarda e torna critica, al giorno 5 ritarda di un ulteriore giorno, impattando il progetto con 1 giorno di ritardo totale³.

Project trend chart

Discorso analogo vale per il progetto. Anche in questo caso è possibile fornire un grafico di andamento *Project Trend Chart (PTC)* che rappresenta in modo immediato la sintesi di quanto accaduto. Si veda ad esempio la seguente float bank (Tabella 6), relativa alla rispettiva milestone di fine progetto (M_E).

In tal caso a livello di progetto sono stati rilevati due impatti:

- ritardo al giorno 4 dovuto all'evento E2 sull'attività A4;
- accelerazione al giorno 6 dovuto all'evento E1, sempre sull'attività A4.

Si riporta in Figura 3 il corrispondente grafico.

Tale grafico relativo alla PTC di progetto riporta:

- asse delle ascisse: durata del progetto (in cui l'unità di misura utilizzata è la stessa di quella scelta come unità di avanzamento temporale della simulazione);
- sull'asse delle ordinate diverse linee, di cui:
 - una linea rappresenta la durata corrente prevista del progetto (linea blu in figura);
 - una linea per ogni evento, attività o responsabile, con andamento pari ai valori corrispondenti all'impatto globale sul progetto, nei vari istanti di rilevazione (nel caso in figura, linee in arancione e grigio per i rispettivi eventi).

A_3	Evento	Attività	Resp.	Impatto	TF	FF	ΔTF^+	ΔTF^-	ΔTF	ΔFF^+	ΔFF^-	ΔFF
0					0	0	0	0	0	0	0	0
3	E ₁	A ₁	C ₁	1	1	1	1	0	1	1	0	1
4	E ₂	A ₁	C ₁	-1	0	0	1	-1	0	1	-1	0
5	E ₃	A ₃	C ₂	-1	0	0	1	-2	-1	1	-2	-1

Tabella 5 - Esempio di float bank di attività.



Figura 2 - Esempio di float trend chart per attività.

M_E	Evento	Attività	Resp.	Impatto	Δ^-	Δ^+
0					0	0
1					0	0
2					0	0
3					0	0
4	E ₂	A ₄	C ₂	-1	-1	0
5					-1	0
6	E ₁	A ₄	C ₂	1	-1	1
7					-1	1
8					-1	1

Tabella 6 - Esempio di float bank di progetto.

Tramite tale strumento è immediato rilevare l'andamento del progetto, le rispettive performance e dare giustificazione delle singole variazioni.

Casi di concorrenza, "joint event" e "pacing"

Un cenno meritano fenomeni specifici di ritardi nei progetti, quali i casi dei cosiddetti ritardi "concorrenti", eventi congiunti e il "pacing", che pure rappresentano ad oggi le questioni più aperte e spesso discusse in letteratura di project management forense.

L'analisi dei ritardi concorrenti ri-

guarda il caso in cui due o più eventi, fra loro indipendenti e di diversa responsabilità, impattino allo stesso momento (ovvero nell'intervallo temporale minimo di rilevazione) una o più attività critiche, appartenenti a diversi percorsi critici del progetto. Si parla in tal caso di "ritardi concorrenti" e compito dell'analista è quello di riconoscerli e quindi trattarli in modo opportuno circa la suddivisione di responsabilità.

I cosiddetti *eventi congiunti* ("joint event") riguardano il caso di eventi concorrenti, ma aventi una stessa responsabilità.

³ Infatti in tal caso $DFT(\text{progetto}) = DTF^+ + DTF^-$.

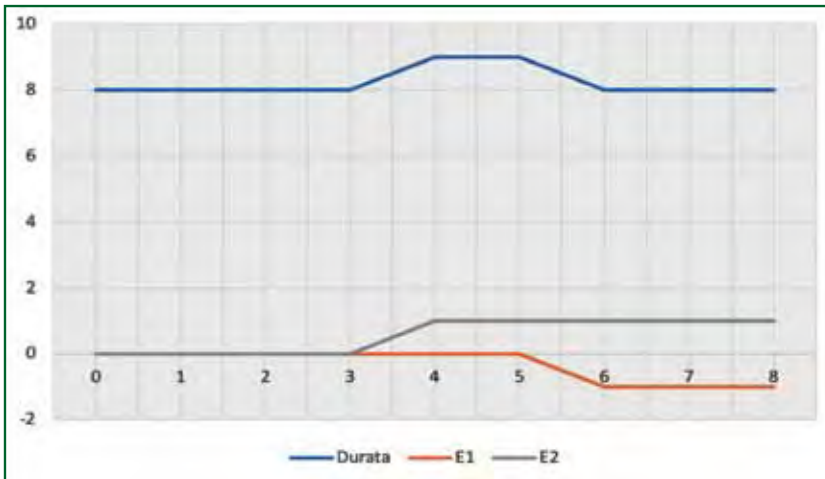


Figura 3 - Esempio di float trend chart di progetto (relativo alla Tab. X).



Figura 4 - Caso di studio [9] "as planned".

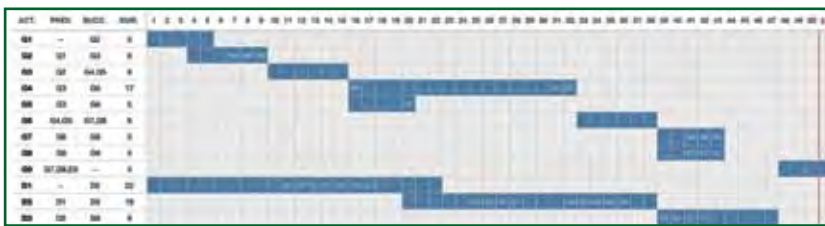


Figura 5 - Caso di studio [9] "as built".

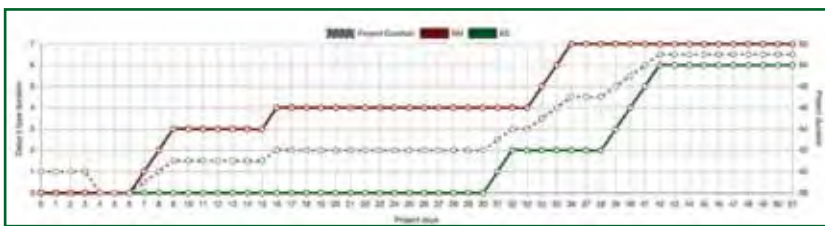


Figura 6 - Project trend chart del caso di studio.

Infine un altro fenomeno degno d'interesse è il cosiddetto "pacing" cioè "stare al passo". Ciò avviene quando una o più attività si "accodano" e, rallentando, stanno al passo o si "camuffano" alle spalle di un'altra attività critica che ritarda, per cui se ne potrebbe invocare una corresponsabilità di ritardo del progetto, a meno che non siano preventivamente concordate con il project manager.

Caso di studio

Si illustrano infine i risultati dell'applicazione del metodo su di un caso di studio esemplificativo, ma più completo, riportato in letteratura e disponibile in pubblico dominio [9]. In tal caso l'autore sviluppa lo stesso caso secondo diverse (ben 7) tecniche di delay analysis, per la cui descrizione si rimanda allo stesso articolo, dimostrando diverse soluzioni

allo stesso problema, impiegando tecniche diverse (!). Il progetto dimostrativo in questione, con 12 attività e baseline iniziale di 40 giorni, dimostra in tal caso un ritardo di 11 giorni. In particolare, ScheDA propone una soluzione uguale solo ad uno dei metodi indicati (cosiddetto "collapsed as built"), validando, in tal caso, i risultati del medesimo.

Quale presentazione del caso di studio si riportano dapprima i Gantt corrispondenti al piano iniziale (as-planned) e finale del progetto (as-built), rispettivamente in Figure 4 e 5. Le attività in blu indicano quelle concluse. I ritardi sono inseriti come estensioni delle stesse attività, con un'apposita etichetta indicante la tipologia di ritardo e/o il responsabile. In questo caso si hanno due tipologie, come visto, di ritardi: NN dovuti al Contractor, ed EC dovuti all'Owner.

Per quel che riguarda invece gli impatti a livello di progetto, si riporta il risultato illustrato dalla Project Trend Chart (Figura 6). Da tale vista è immediato comprendere come i ritardi del Contractor, NN, abbiano influito maggiormente rispetto a quelli dell'Owner, EC. L'analisi di dettaglio delle stesse informazioni è infine riportata nelle tabelle che seguono (Tabelle 7, 8 e 9).

Dagli stessi dati si ha che gli impatti sul progetto registrati sono dunque:

- 7 giorni di ritardo di tipo NN, dovuti al Contractor;
- 6 giorni di ritardo di tipo EC, dovuti all'Owner;
- 2 giorni di accelerazione AC, dovuti al Contractor.

L'unica accelerazione che ha comportato un anticipo (recupero) anche della durata del progetto è stata quella dell'attività G2 al giorno 4, ottenuta, come si evince dalla tabella 9, grazie al Contractor (C). Per tale responsabile, quindi, ai 7 giorni di ritardo sul progetto di tipo NN, vanno sottratti questi 2 giorni; per cui il ritardo globale sul progetto è pari a 11 giorni, di cui:

- 5 giorni di NN;
- 6 giorni di EC.

In tal caso, ad esempio, degli 11 giorni di ritardo sul piano originali, 5 dovrebbero essere attribuiti all'appaltatore e 6 alla stazione appaltante, mentre specifiche clausole contrattuali o prassi di riferimento dovrebbero stabilire possibili nor-

me compensative, slittamenti giustificati dei tempi, penali ecc., gestendo in modo razionale ed equo eventuali contenziosi, sulla base di un metodo convenuto e controllato in itinere.

Conclusioni e sviluppi futuri

Il metodo ScheDA, qui illustrato e dimostrato solo con alcuni esempi, è stato sottoposto alla validazione di casi di studio più complessi, quali tutti quelli presenti in letteratura di cui si ha conoscenza, dagli anni '80 (tempo in cui sono apparsi i primi lavori in materia) ad oggi. Nella maggior parte dei casi si tratta di articoli su riviste internazionali scientifiche e tesi estere di dottorato. In tutti i casi affrontati ScheDA non solo ha retto il confronto, replicandone i risultati, ma prodotto talvolta miglioramenti, con analisi e giustificazioni dei ritardi più approfondite e trasparenti.

Il metodo si presenta quindi idoneo a essere impiegato anche in applicazioni sul campo più complesse, dimostrando la sua validità quale strumento di controllo progetti e "risolutore" di casi di contenziosi e dispute fra le parti interessate di un progetto. Sul mercato della consulenza internazionale sono riportati solo rari casi di applicazioni, aventi apparente e analoga valenza, in genere di natura proprietaria.

Vale il principio che ogni nuovo strumento di controllo progetti dovrà basarsi su una rilevazione sul campo puntuale e continua, in particolare giornaliera, degli eventi di progetto. Può trattarsi di un tipo di applicazioni oggi sempre più supportate, oltre che presenti nelle raccomandazioni dei codici normativi, attraverso idonei strumenti informatici nei cantieri di grandi progetti, quali costruzioni, impianti, ma anche software e altri.

Bibliografia

- [1] Guida P.L., Sacco G. (2019). "ScheDA: Schedule Delay Analysis", *Computer & Industrial Engineering*. Vol. 128, 2/2019, 346-357
- [2] Sacco G. (2022). *Metodo unificato di analisi di Project Control*, Tesi in Ingegneria magistrale, Università di Roma Tre
- [3] AACE (2011). "Recommended Practice No.29R-03 for Forensic Sche-

EVENT ID	DAY	TYPE	ACTIVITY	IMP	CN	JE
NN_1	7	NN	G2	1	NO	NO
NN_1	8	NN	G2	1	NO	NO
NN_1	9	NN	G2	1	NO	NO
NN_1	16	NN	G4	1	NO	NO
EC_1	31	EC	G4	1	NO	NO
EC_1	32	EC	G4	1	NO	NO
NN_2	34	NN	D2	1	NO	NO
NN_2	35	NN	D2	1	NO	NO
NN_2	36	NN	D2	1	NO	NO
EC_2	39	EC	D3	1	NO	NO
EC_2	40	EC	D3	1	NO	NO
EC_2	41	EC	D3	1	NO	NO
EC_2	42	EC	D3	1	NO	NO
TOTAL				13		

Tabella 7 - Ritardi impattanti il progetto (caso di studio).

ACTIVITY	NN	EC	TOTAL
G2	3	0	3
G4	1	2	3
D2	3	0	3
D3	0	4	4
TOTAL	7	6	13

Tabella 8 - Ripartizione della responsabilità dei ritardi (caso di studio).

DAY	ACTIVITY	RESPONSIBILE	IMPACT
4	G2	C	-2

Tabella 9 - Accelerazioni impattanti il progetto (caso di studio).

- dule Analysis (RP-29R-03)", *Am. Ass. Cost Engineering*
- [4] SCL (2017). "Delay and Disruption Protocol", *The Society of Construction Law*
- [5] AACE (2017). "RP No. 52R-06, Time Impact Analysis - as Applied in Construction", *AACE International*
- [6] Hulett D. (2011). *Integrated Cost-Schedule Risk Analysis*, Gower
- [7] Sanders M. (2020). "The Theory of Delay", *AACE Int. Conf.*, CDR.3415
- [8] Sanders M. (2024). "The Theory of Delay: Timing and Basis for Identifying and Measuring Delay", *Cost Engineering*, Jan/Feb.
- [9] Braimah N. (2013). "Construction Delay Techniques", *Buildings*, 3, 506-531

Pier Luigi Guida

Già dirigente d'azienda, ingegnere, consulente e formatore, membro del comitato scientifico ISIPM e direttore scientifico de *il Project Manager*. Coordinatore della Commissione UNI di project management e membro TC258 ISO (International Standardization Organization). PMP, PgMP, Prince2, ISIPM-AV, PM certificato (Accredia); assessor di certificazione di project manager UNI 11648 e assessor ISIPM-Prado. Autore di pubblicazioni e testi in materia, fra cui "Il project management secondo le norme UNI ISO 21500 e 21502", Franco-Angeli.

Giovanni Sacco

Laureato in ingegneria informatica, con esperienza pluriennale nel coordinamento e guida di progetti in ambito Information Technology. Appassionato di algoritmi e strutture dati e applicazioni in ambienti web, project manager in un'importante gruppo nazionale di settore, è impegnato nella gestione di gruppi di lavoro trasversali su vari progetti, architetture e software applicativi oltre che responsabile di programmi di efficientamento dei progetti.