



# **La filosofia MultiStage**

**Palazzo dei Congressi  
28 ottobre 2006  
Bologna**

**Softing srl**

Per capire come e perché la Softing ha sviluppato la tecnologia alla quale ha dato il nome commerciale di “MultiStage”, può essere utile prendere esempio da una prescrizione della normativa antisismica attuale e più precisamente dalla distribuzione “accidentale” delle masse.

Per avere i risultati relativi a differenti distribuzioni delle masse si deve ricorrere a diversi “modelli” della struttura.

$$[-\omega_A^2 M_A + K] = 0$$

$$[-\omega_B^2 M_B + K] = 0$$

$$[-\omega_C^2 M_C + K] = 0$$

Fig. 1. Le distribuzioni A,B,C... danno luogo a differenti equazioni caratteristiche e quindi a differenti problemi di estrazione di autovalori.

Operando la maggior parte delle volte tramite analisi statiche lineari, ci troviamo più spesso a impiegare un concetto più semplice ed usuale, quello cioè delle “condizioni di carico”. Si tratta di un concetto molto diverso dal precedente. Ed è utile approfondire l'argomento.

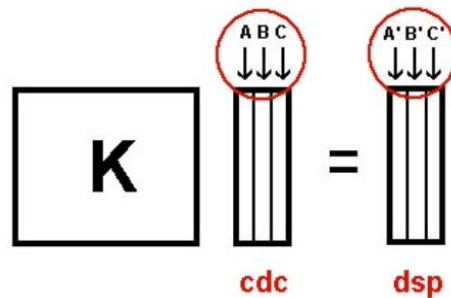


Fig. 2. L'analisi statica lineare favorisce l'abbinamento concettuale delle condizioni di carico (dati) con i risultati in quanto l'elaborazione avviene in una unica procedura di calcolo.

Perché per una distribuzione diversa di masse occorrono più modelli e per una diversa distribuzione di carichi questo non è necessario?

Per un motivo molto semplice. Se si effettua un'analisi statica lineare, e solo in questo caso, è possibile, in un solo ciclo di analisi, avere dei risultati correlati a più condizioni di carico. Ciò invece non è possibile per un'analisi dinamica o non lineare dove l'analisi va RIPETUTA per ogni diversa situazione.

Si potrebbe, per analogia con i carichi, definire una “condizione di masse” ma per ognuna di esse andrebbe eseguita una specifica analisi dinamica. Quindi la familiare procedura di pensare in termini di “condizioni di carico” è strettamente correlata alle tecniche di risoluzione adottate. E' sicuramente vi è una ragione “storica” a prediligere nell'uso la “condizione di carico” come concetto. Questa ragione storica è legata alle limitate risorse di calcolo del passato.

Il concetto di “condizione di carico” ha favorito e diffuso anche un grosso “equivoco” che limita la chiarezza procedurale delle attuali possibilità di calcolo. Si infatti abitualmente l'espressione “combinazioni dei carichi” quando si parla invece di combinazioni degli effetti.

condizione di carico	tipo analisi	nome risultati
permanente	lineare	permanente?
permanente	non lineare	permanente?
permanente	instabilità	permanente?

Fig. 3. L'equivoco tra denominazione dei dati e denominazione dei risultati favorito dall'uso del concetto di "condizioni di carico".

Questo equivoco nasce dal fatto che si usa denominare nello stesso modo sia la condizione di carico intesa come "dato" che l'insieme dei risultati correlati a tale condizione di carico. Se però pensiamo che un insieme di dati (condizione di carico) può essere processato in modi diversi ecco che si perde la biunivocità della denominazione. A esempio, una stessa condizione di carico può essere usata in un'analisi lineare ma anche in un'analisi non lineare o di instabilità: se la denominazione dei risultati restasse biunivocamente legata al nome della condizione di carico, questa molteplicità non sarebbe gestibile in modo congruente.

condizione di carico	tipo analisi	nome risultati
permanente	lineare	pippo
permanente	non lineare	pluto
permanente	instabilità	paperino

Fig. 4. MultiStage elimina l'equivoco tra denominazione di dati e risultati rendendo gli uni indipendenti dagli altri.

Del resto, nel caso delle ipotetiche "condizioni di masse", si avrebbe una duplicazione di concetti e di denominazioni che porterebbero una certa confusione. La domanda quindi è se è possibile UNIFICARE queste esigenze e questi concetti in un sistema congruente. La risposta che noi abbiamo dato a questa esigenza è MultiStage.

Innanzitutto abbiamo nettamente diviso i dati dai risultati sia nella denominazione che nella relazione funzionale che era stata mantenuta, storicamente, molto stretta nelle analisi lineari. Così con MultiStage è possibile usare gli stessi dati (condizioni di carico) per avere più insiemi di risultati che restano univocamente definiti e denominati. Inoltre, essendo con MultiStage la denominazione e identificazione dei risultati del tutto indipendente dalla denominazione delle "condizioni di carico" anche delle condizioni dinamiche diverse o addirittura dei modelli diversi portano a insiemi di risultati del tutto definiti e indipendenti.

Questa netta divisione dati-risultati, sia nella denominazione che funzionale, ha aperto la strada, o meglio è stata un premissa indispensabile, per poter gestire contemporaneamente degli insiemi di dati diversi.

Sostanzialmente, se si preferisce una spiegazione più intuitiva anche se più riduttiva, il concetto di "condizione di carico" limitata appunto ai carichi, è stata, con MultiStage, estesa a qualsiasi insieme di dati generalizzando il concetto in modo da estenderne la funzionalità a qualsiasi insieme di dati: distribuzione di masse, variazioni di geometria, addirittura di topologia.

Come si vede, si tratta di un percorso, effettuato da Softing, sia culturale che tecnologico di notevole portata.

La tecnologia MultiStage consente quindi di definire degli insiemi di dati assolutamente indipendenti che vengono detti “fasi” del modello e tali insiemi di dati possono essere assoggettati a qualsiasi metodo di analisi. I risultati di tutte le analisi effettuate su tutte le fasi sono autonomi e tutti contemporaneamente disponibili. Questo consente delle post elaborazioni assolutamente generali. Quindi le potenzialità di un simile sistema sono vastissime.

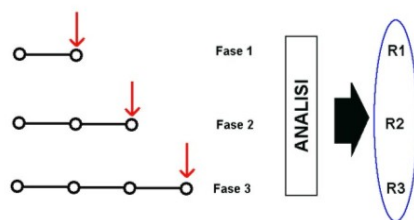


Fig. 5. Le fasi sono una generalizzazione che consente la gestione contemporanea di insiemi di dati.

Un esempio banalissimo ma noto, è quello di un carico mobile. Ogni “fase” è caratterizzata da una posizione del carico. Se effettuassimo una semplice analisi lineare per ogni fase avremmo i risultati che possiamo pensare, per semplicità, in termini di sforzi che agiscono nella struttura a ogni fase. A questo punto un semplice involucro ci consente di avere le condizioni progettuali complessive.



Fig. 6. MultiStage porta a notevoli e nuove potenzialità di postelaborazione generalizzata di risultati di fasi diverse.

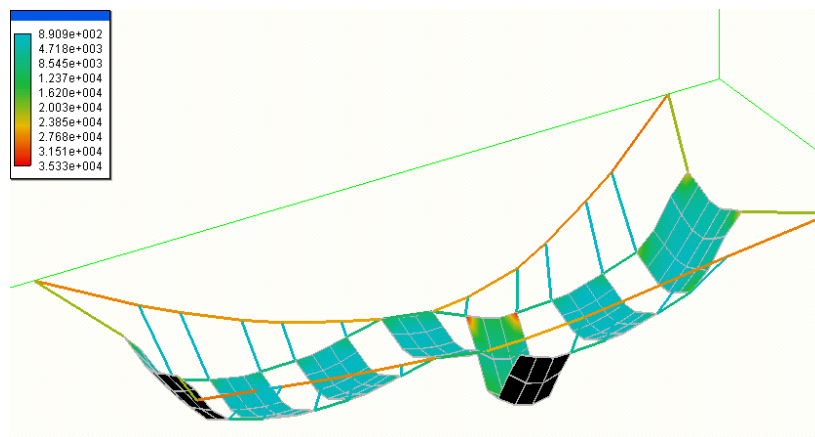
Ma questo ovviamente è l'esempio più banale e risolto in modo dedicato anche in precedenza con diverso approccio. Con MultiStage possiamo anche variare topologicamente la struttura. Basta pensare al varo di un ponte o più semplicemente a una sopraelevazione in differenti stadi costruttivi. Anche in questo caso avremmo delle fasi e i risultati di qualsiasi analisi (lineare, dinamica, non lineare etc.) per ogni fase e, per ogni fase, anche i risultati di più tipi di analisi. Anche qui un postprocessamento dei risultati porta alle condizioni progettuali complessive con molta facilità, generalità e accuratezza.

Per chi preferisce riferirsi a fatti più immediati, notiamo che una esigenza normativa, parliamo sempre della distribuzione accidentale delle masse, introdotto come nuovo concetto operativo nella normativa, con MultiStage diviene un fatto tipico e non atipico e quindi rientra immediatamente nelle possibilità di gestirlo proprie dell'approccio MultiStage. Si potrebbero avere non quattro posizioni di massa, ma il numero che si desidera per poi sottoporre i risultati a qualsiasi tipo di combinazione per generare le condizioni progettuali definitive.

E, per inciso, ci piace notare che procedure informatiche disegnate appositamente per soddisfare solo questo requisito di normativa, sono del tutto impotenti se ci si trovasse, restando sullo stesso tema, a posizioni di masse del tutto arbitrarie come può accadere nella analisi di un autosilo o di uno stabilimento polifunzionale dove i macchinari possano avere collocazioni variabili nel tempo. Questo limite notevole che impedirebbe progetti e verifiche importanti, con MultiStage non c'è. MultiStage è una generalizzazione potentissima con la quale, a noi piace pensarla in questo modo, si gestisce una nuova “dimensione” della struttura: la sua evoluzione temporale. Si tratta quindi di una conquista che effettivamente consente un approfondimento notevole della simulazione del comportamento di una struttura.

## Una presentazione (da nostro sito: [www.softing.it](http://www.softing.it))

Dal nostro sito potete scaricare un breve filmato che illustra la filosofia di MultiStage tramite l'animazione del passaggio di un carico su un ponte sospeso. Poiché non è esattamente un ponte tibetano, il file lo abbiamo chiamato "indy" pensando la ponte di un famoso film di Indiana Jones.

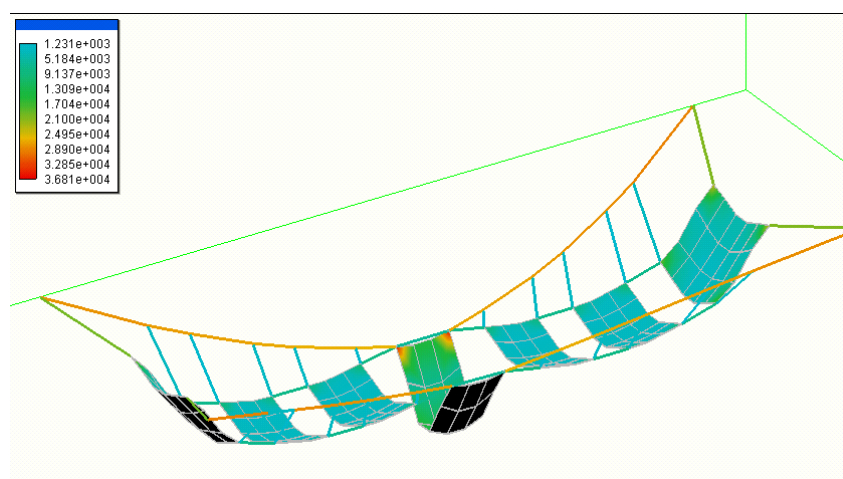


Cosa ci colpisce del filmatino "indy"?

Prima cosa che siamo in grandi spostamenti non lineari. Infatti il ponte alla "Indiana Jones" che si vede oscillare nel filmatino è un ponte di funi e l'equilibrio di un sistema di funi si può ottenere solo se si effettua un'analisi non lineare in grandi spostamenti.

Ma questo lo sapevamo già. Infatti Nòlian fa questo tipo di analisi non lineari e altre ancora da molti anni.

La novità è un'altra. Il carico si sposta nel tempo da un gradino all'altro.



Nòlian cioè ha acquisito la quarta dimensione: il tempo.

Nòlian è nato nel 1983, lo stesso anno di SAP 80, per intenderci, ed è stato uno dei primi programmi a elementi finiti per personal computer. Certamente il primo a interfaccia grafica interattiva. Allora la stragrande maggioranza dei programmi per personal computer era a telai piani o per strutture a impalcati infinitamente rigidi.

Nòlian nel 1983 conquistava a pieno titolo la terza dimensione. E ora, a pieno titolo, conquista la quarta. Questa tecnologia in Nòlian è chiamata “MultiStage”.

A cosa serve la quarta dimensione?

Serve soprattutto per poter involuppare le sollecitazioni sulla struttura legate alle varie fasi della sua vita. Il caso più semplice è il carico mobile su un ponte. O il varo di un ponte. O ancora la demolizione per fasi successive. Avendo la possibilità di studiare le singole fasi e di involupparne poi i risultati si può seguire la struttura in tutte le sue fasi e ottenere il massimo valore raggiunto in tutto la sua storia.

Ma vi sono altri casi più “quotidiani”. A esempio nell’incertezza del coefficiente di sottofondo si possono formare più fasi cambiando tale coefficiente e poi involuppare i risultati in modo da conoscere i peggiori su tutta la struttura. Un’altro esempio di incertezza è evidenziato dalla recente Ordinanza che prevede più modelli con le masse distribuite in modo differenti. E’ vero che questo problema è già oggi affrontabile con il “merge” degli sforzi nei post-processor di Nòlian. Ma qui abbiamo il vantaggio di avere un solo file, un’unica struttura le cui fasi sono attivabili in un attimo, senza dover neanche rileggere un file. E la congruenza dati-risultati è attentamente rispettata.

Inoltre l’animazione del filmatino testimonia in modo “visibile” come i risultati di più analisi condotte su fasi temporali successive siano tutte immediatamente disponibili, confrontabili, visualizzabili, involuppabili, paragonabili. Una marcia davvero in più per chi progetta!

Notate come, avvicinandosi il carico al centro, le funi si colorano di rosso indicando un aumento di tensione. Pensate che potete quindi ottenere un involuppo dei massimi che vi dà una “fotografia” dei valori massimi e quindi di progetto di tutto il “ponte”. Naturalmente potete fare qualsiasi involuppo e qualsiasi combinazione ed esaminarla con tutte le funzioni di visualizzazione e animazione di sequenze.

Per raggiungere questo risultato e per renderlo disponibile per l’uso immediato e “quotidiano” del progetto, abbiamo dovuto “reinventare” molti concetti. A esempio il significato di “condizione di carico” quando questa, come denominazione, non ha più un rapporto biunivoco con i risultati. Insomma abbiamo introdotto e precisato molti concetti per una informatica sempre più aderente ai problemi strutturali e sempre più incisiva nella loro soluzione. Questa, del resto, è la nostra “missione” aziendale e l’innovazione è la passione nel nostro lavoro.

Per chi volesse saperne di più di Nòlian, basta che scarichi la versione FreeLite dal nostro sito: 300 nodi senza limiti e documentazione completa anche delle analisi non lineari. E con la modalità MultiStage attiva.