



Incontro con il Genio Civile di Firenze

Firenze, 24 marzo 2010

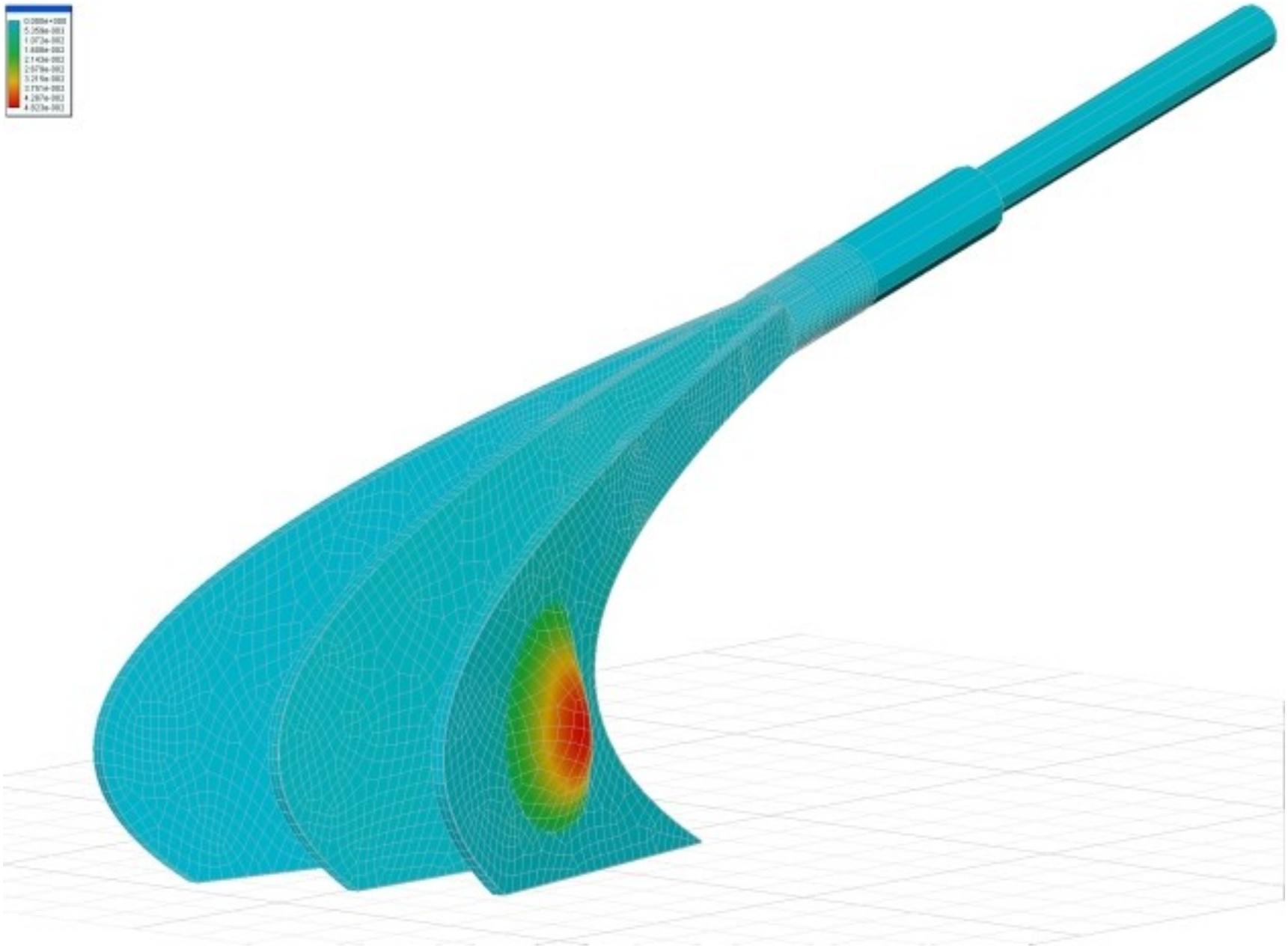
L'ingegneria strutturale si trova ad affrontare i problemi più diversificati per tipologia e complessità quindi ci si deve chiedere come questa diversità possa essere affrontata con adeguata ed uniforme sicurezza senza ricorrere a semplificazioni incontrollabili.

Abbiamo preso alcuni progetti di UN SOLO studio di progettazione che lavora da anni con i nostri programmi per illustrare questo aspetto.

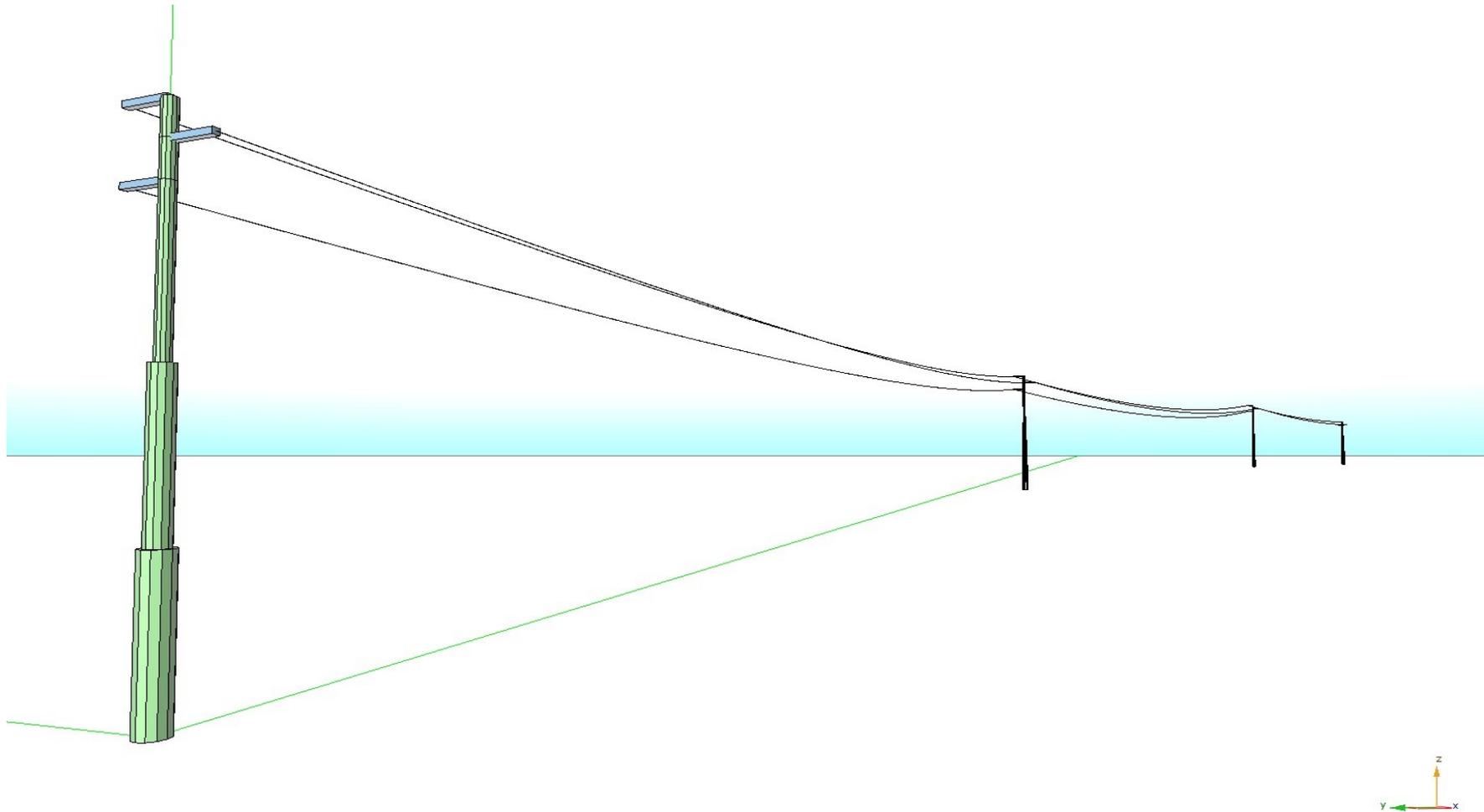
**Studio Dott. Ing. Gianluigi Platino
Cagliari**



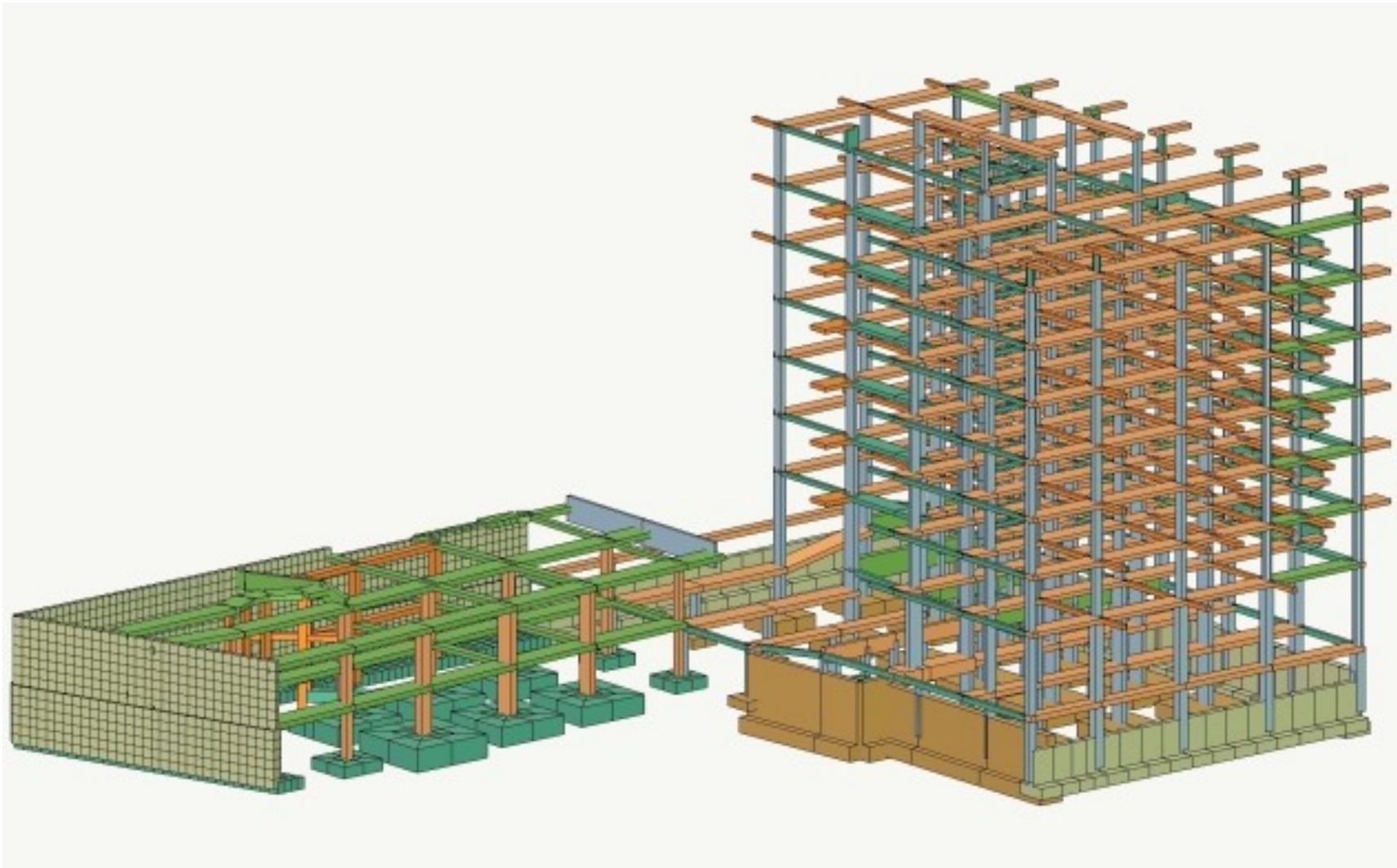
Struttura del momento commemorativo al Ten. Col. Gallus: un jet Fiat G-91 è sostenuto da un'anima tubolare che si collega a delle lame in acciaio inox imbullonate alle fondazioni. (Gentile concessione Dott. Ing. Gianluigi Platino www.platinoprogetti.com)



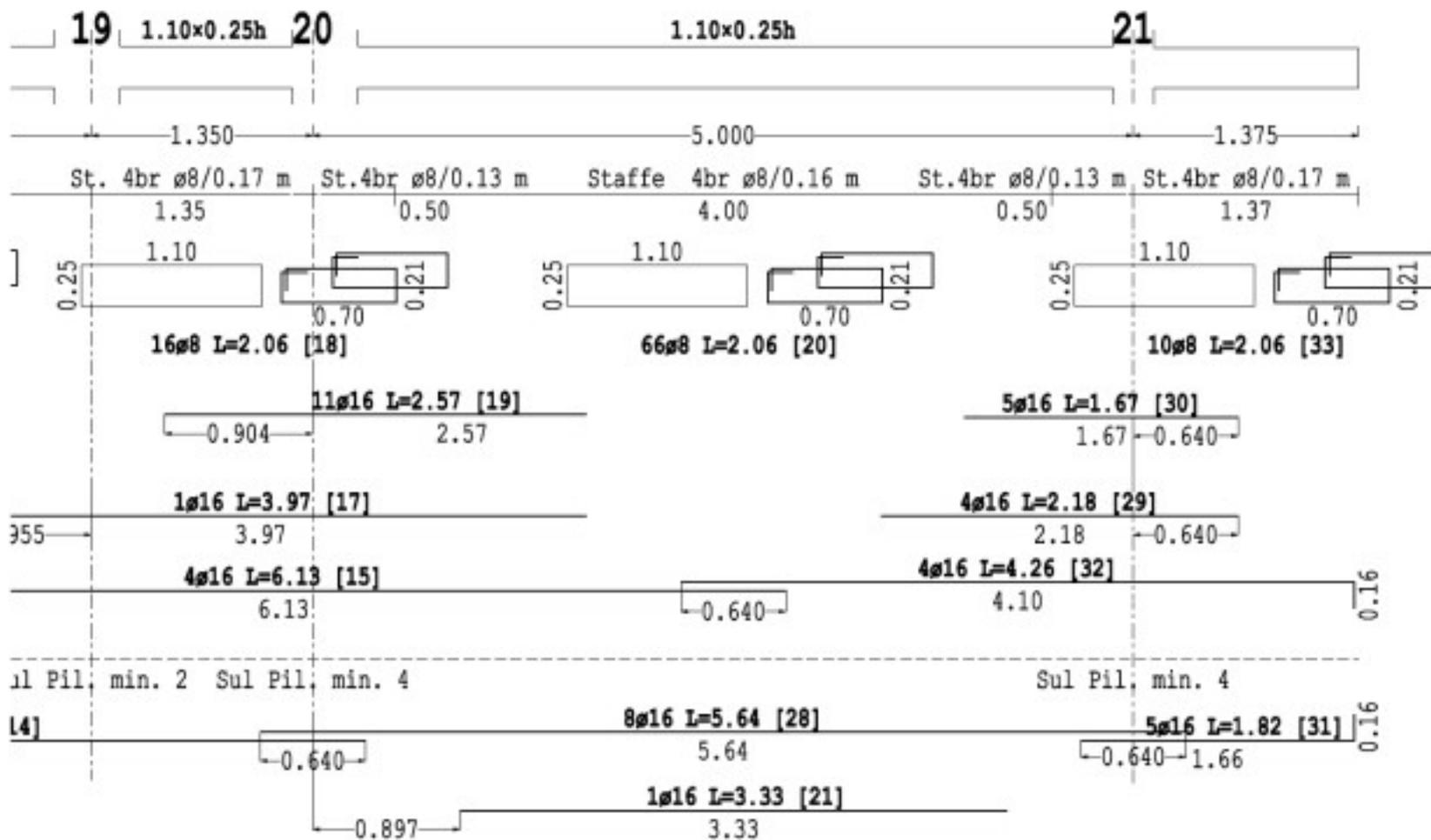
Raffinato modello ad elementi finiti e una delle forme di instabilità. (Gentile concessione Dott. Ing. Gianuigi Platino www.platinoprogetti.com)



Tralici di elettrodotto ENEL. Analisi non lineare per la determinazione dello "stato zero". (Gentile concessione Dott. Ing. Gianluigi Platino www.platinoprogetti.com)



Palazzina residenziale, Cagliari, via della Pineta. (Gentile concessione Dott. Ing. Gianluigi Platino www.platinoprogetti.com)



In automatico dal modello al disegno esecutivo (Gentile concessione Dott. Ing. Gianluigi Platino www.platinoprogetti.com)

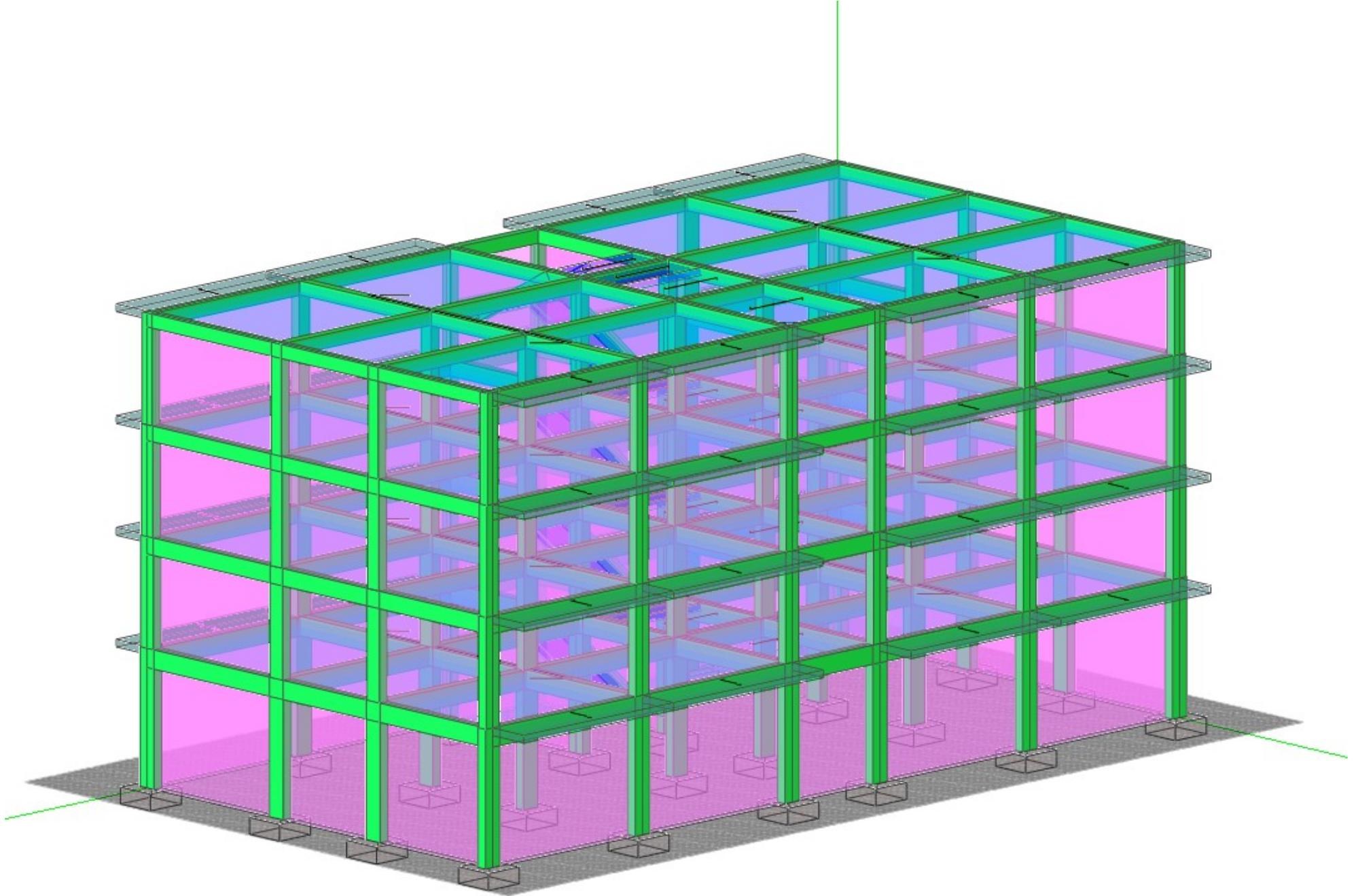
La nostra "filosofia"

Esistono fondamentalmente due approcci al problema della stesura del progetto in relazione alla normativa. L'approccio "classico" vede il sw come semplice strumento che il progettista deve usare per verificare la rispondenza ai requisiti di legge. E' l'approccio dei solutori stranieri agli EF. (SAP, Midas, Straus etc.). Poi c'è l'approccio "completamente automatizzato" in cui il progettista interviene poco e al software si demandano operazioni che deontologicamente non gli apparterebbero: è la posizione della maggior parte dei prodotti italiani.

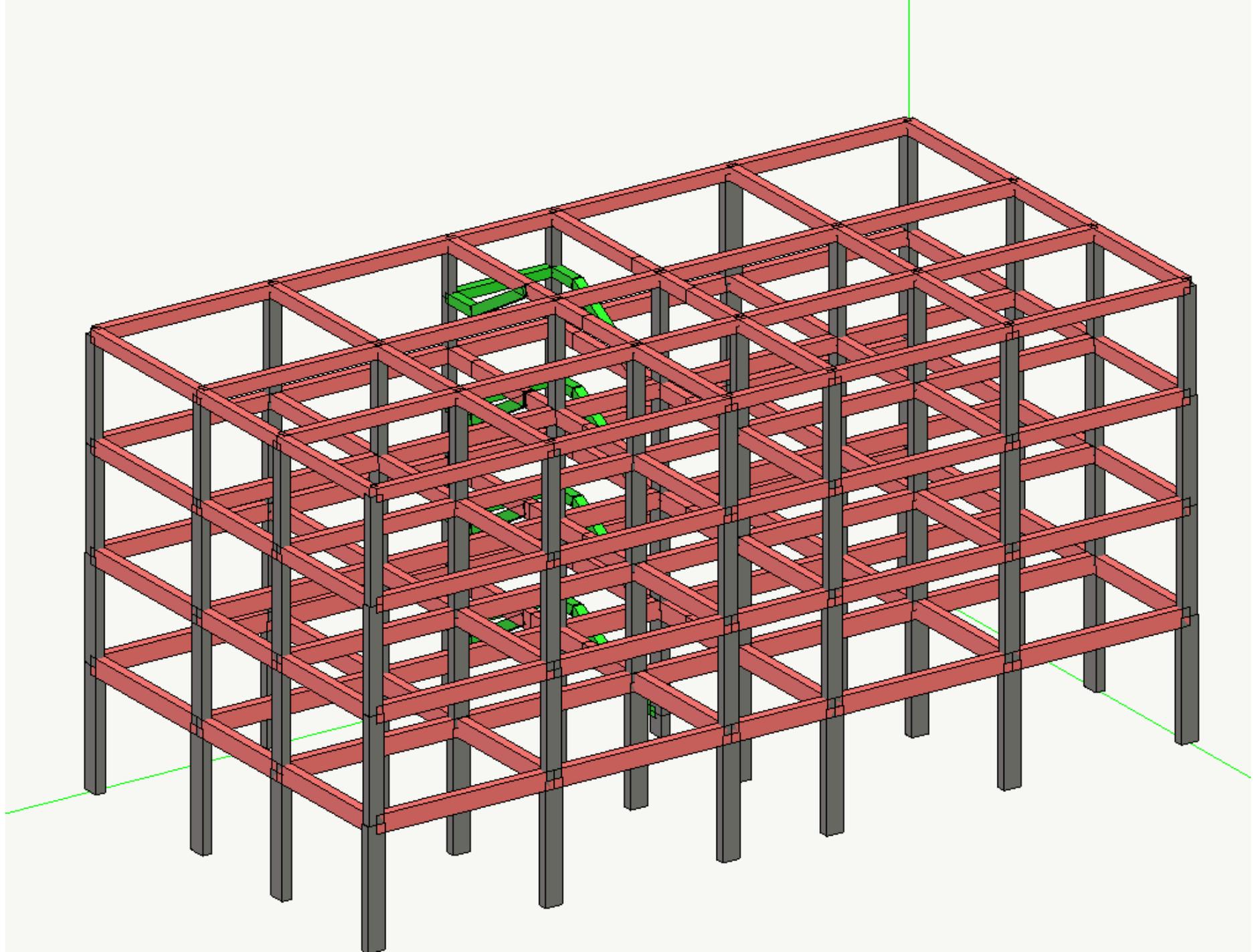
Noi abbiamo una posizione intermedia: lasciamo sempre che il progettista possa svolgere il suo **ruolo responsabilmente** ma fornendogli gli **strumenti più potenti e flessibili** per farlo con **sicurezza**. E questo approccio lo vedremo in tutti gli aspetti della nostra proposta perché è una **nostra filosofia di fondo**.

La modellazione

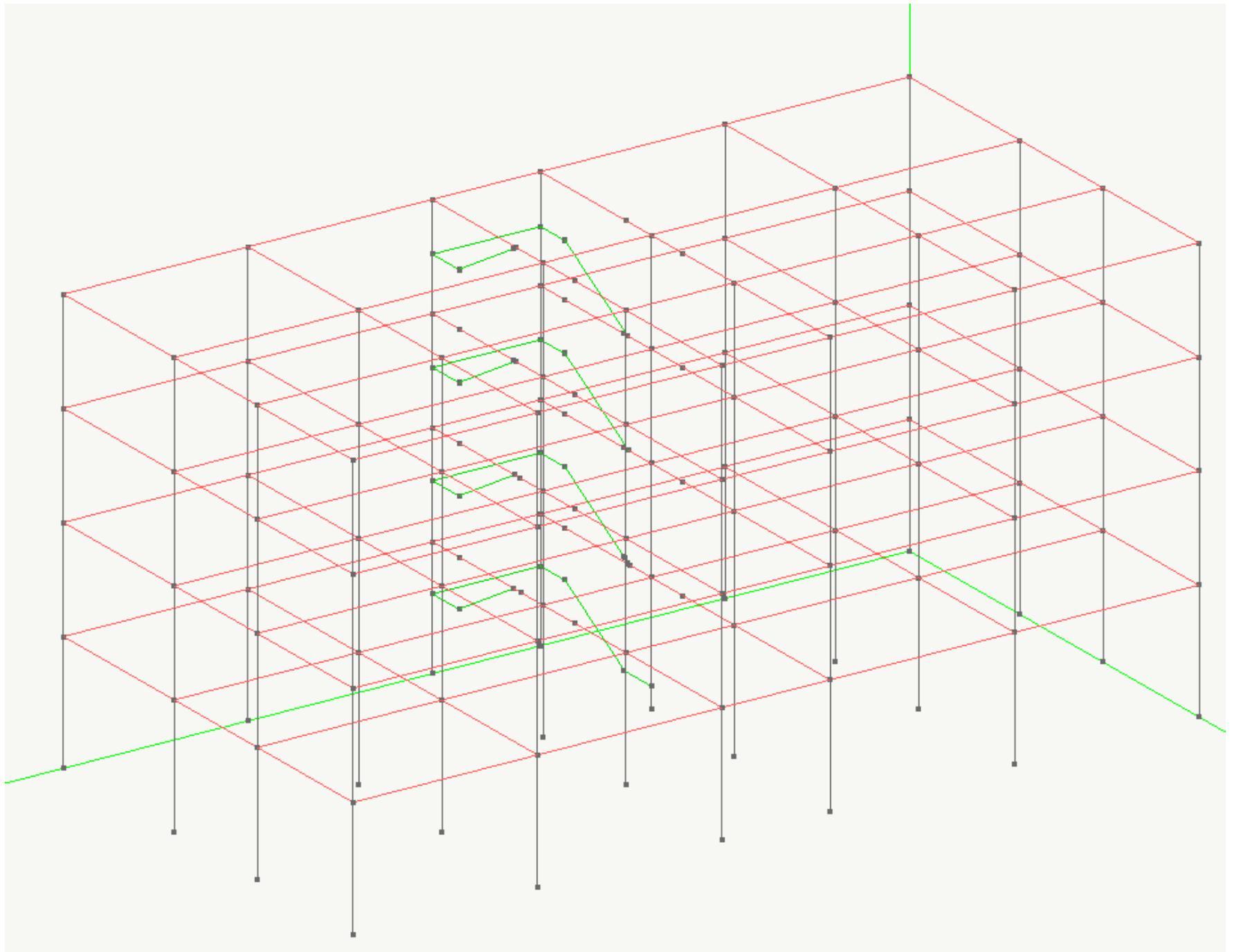
Uno degli aspetti di questa filosofia è la costruzione del modello di calcolo che tanto influisce sui risultati. Noi offriamo sia la costruzione automatica partendo da un modello solido sia il raffinamento di questo modello o la costruzione del modello interamente come mesh di elementi finiti senza passare dal modellatore solido. Questo garantisce un modello secondo le esigenze del progettista e del problema strutturale e non "bloccato" dai metodi automatici impiegati dal programma. Come è noto il FEM è un metodo potentissimo che non ha grandi possibilità di errore nel rapporto mesh-soluzione e quindi la nostra è una soluzione che consente molta accuratezza e soprattutto di affrontare il problema con la cura necessaria e non con metodi standard che si applicano indistintamente sia alla villetta che all'ospedale.



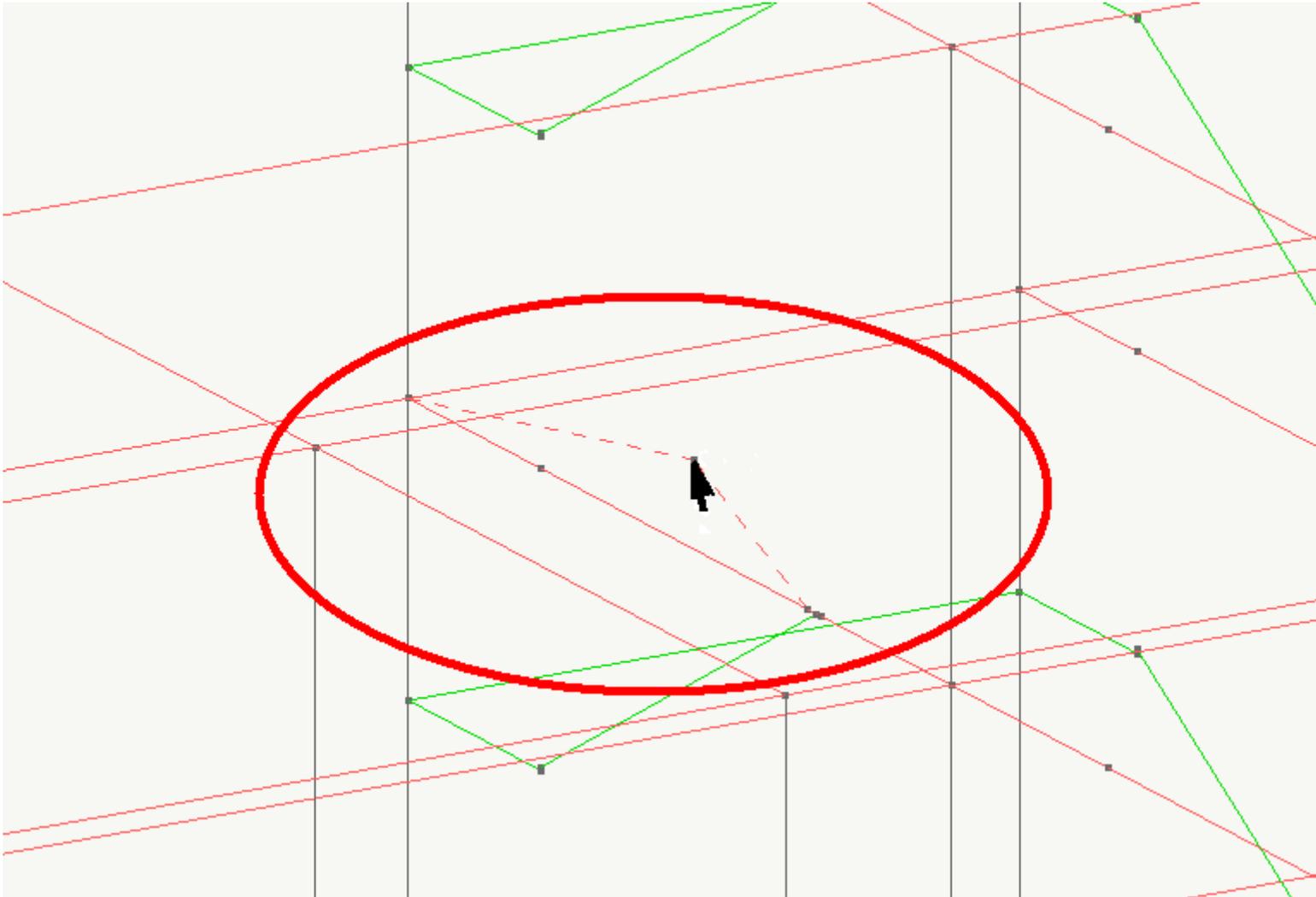
Preprocessore su modello solido (struttura proposta nel volume dell'AICAP)



Modello solido della mesh ad elementi finiti



Mesh ad elementi finiti

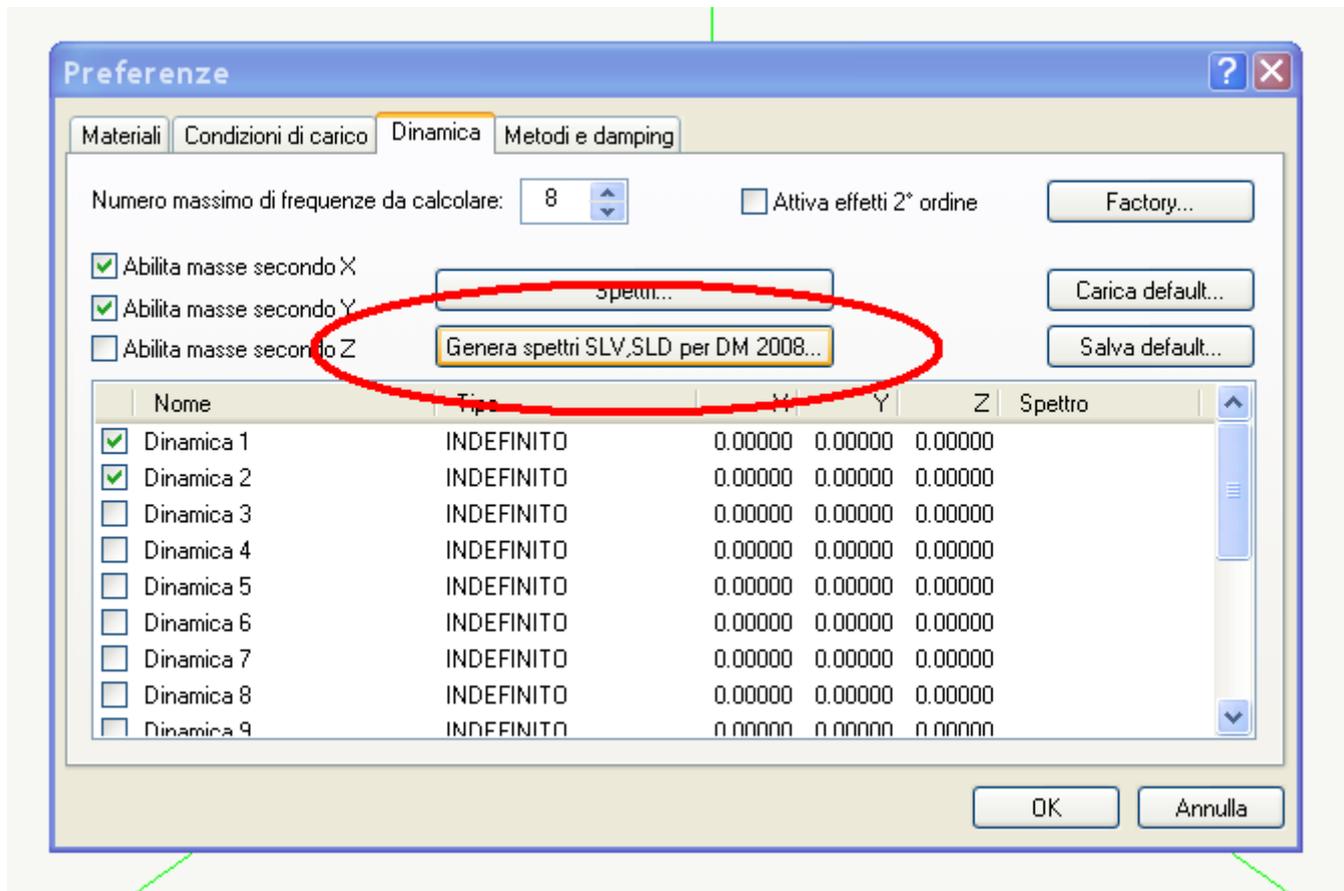


Completo editing e controllo grafico e numerico della mesh

L'immissione dei parametri

Seguendo la filosofia di fondo già esposta ogni parametro che possa influire sulle procedure non è mai predefinito ma perfettamente controllabile. A esempio, lo spettro di risposta è una funzione che il programma impiega e che può essere completamente definita dall'utente ma al lato vi sono delle funzioni che generano gli spettri secondo particolari formulazioni come quelle della normativa quindi il passaggio dell'automazione avviene sempre come modalità di processare i dati del tutto liberi da fornire al programma, Non ci sono mai procedure semplificate come "scegliere la normativa". Eventuali comandi di questi tipo servono solo a presentare i parametri in modo opportuno ma essi restano sempre verificabili modificabili singolarmente e in qualsiasi momento.

Come esempio illustreremo la gestione degli spettri di risposta



Generazione automatica degli spettri secondo DM 2008

Generazione spettro [?] [X]

Dati generali | Dati struttura | Grafico | **Dati sismici**

Ricerca valori sismici

Stato limite: Definibile (▼) Probabilità superamento: 0.10000000
Tipo spettro: Inelastico (▼) Vita: 50.000000

Coordinate geografiche in gradi sessadecimali !
Longitudine: 11.258060 Latitudine: 43.774440 [Calcola]
Zona sismica: II (▼)

Tr: 474.56108 Ag: 0.13091934 FO: 2.4093511 Tc*: 0.29998907

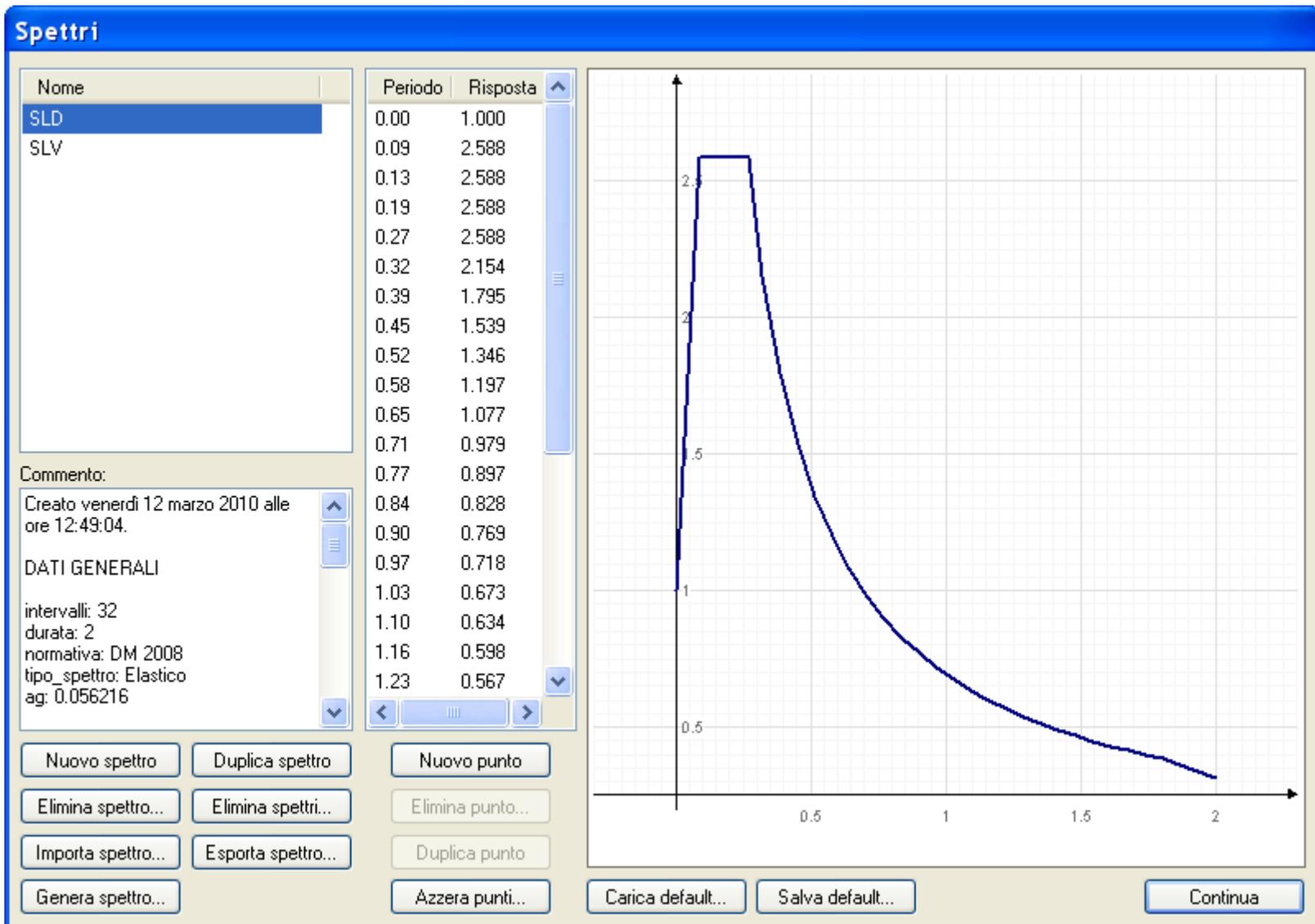
Ricerca coordinate geografiche

Località: Firenze (▼) [Cerca]

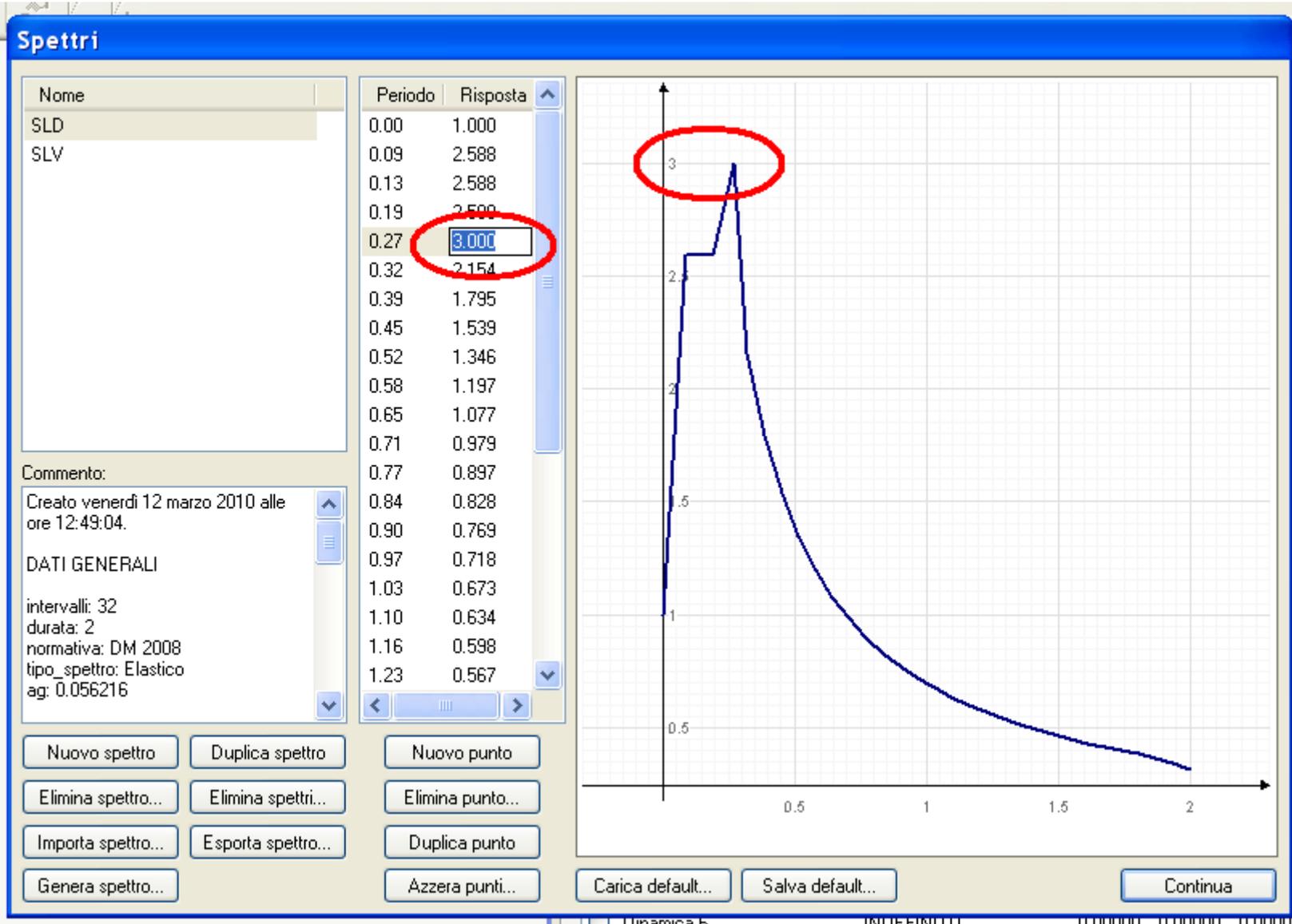
[Scegli DB Località] [Scegli DB Parametri]

[OK] [Annulla]

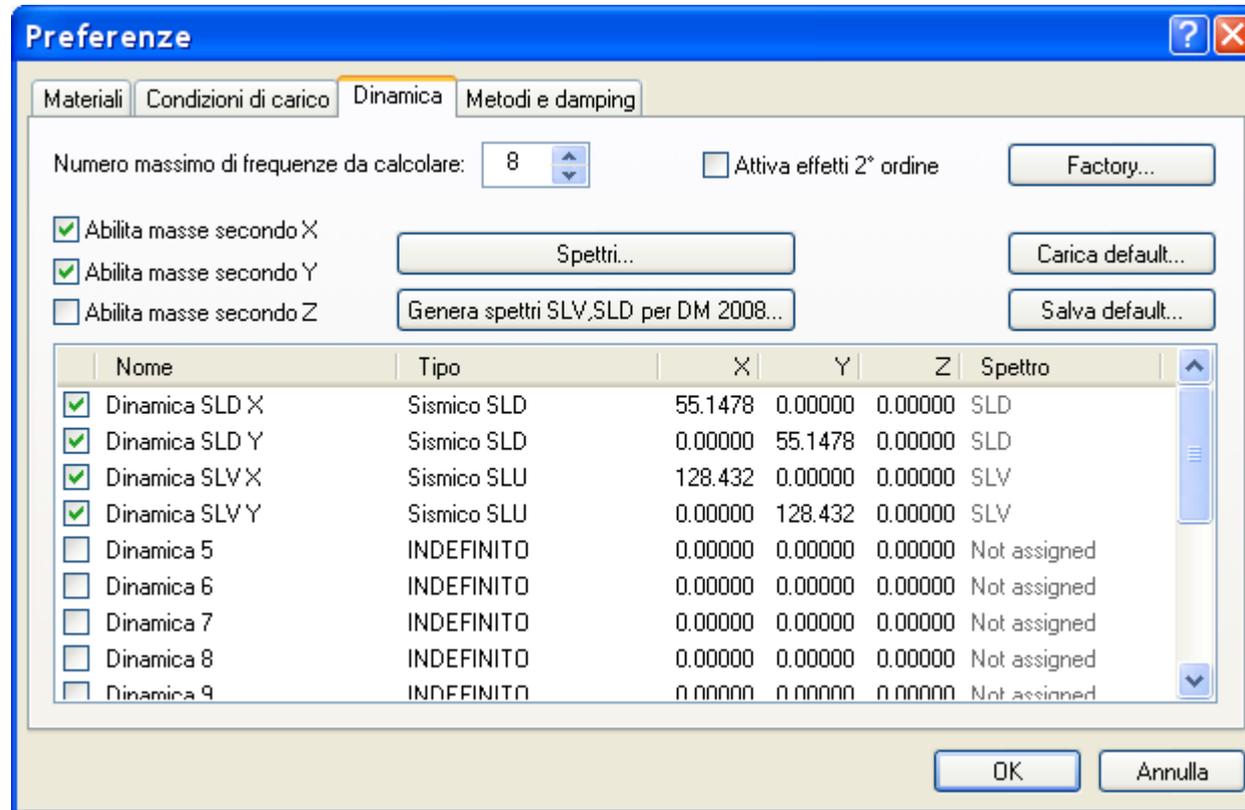
Dai dati geografici, topografici, strutturali...



... allo spettro di risposta



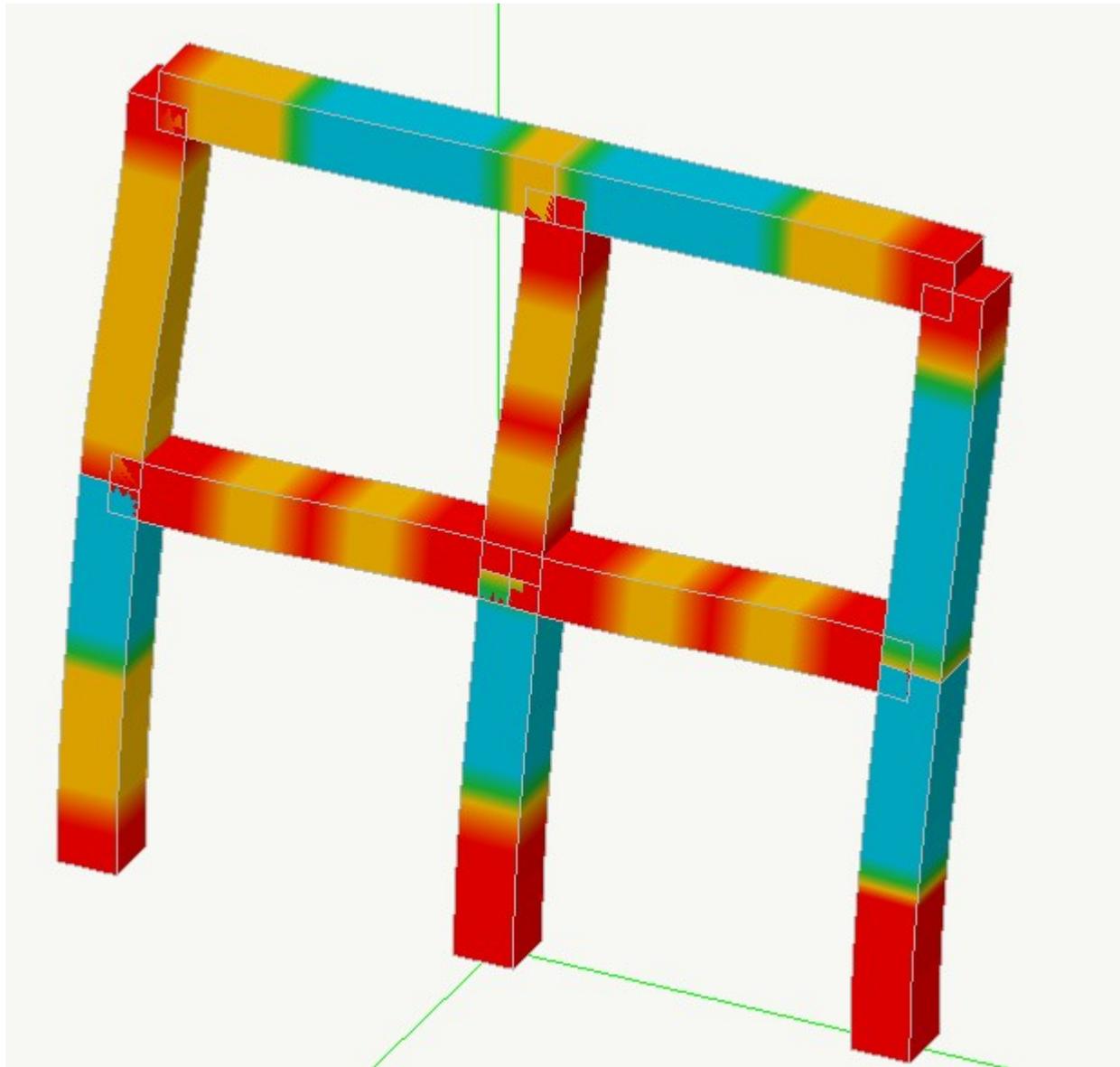
Completamente sotto controllo e eventualmente modificabile per situazioni specifiche



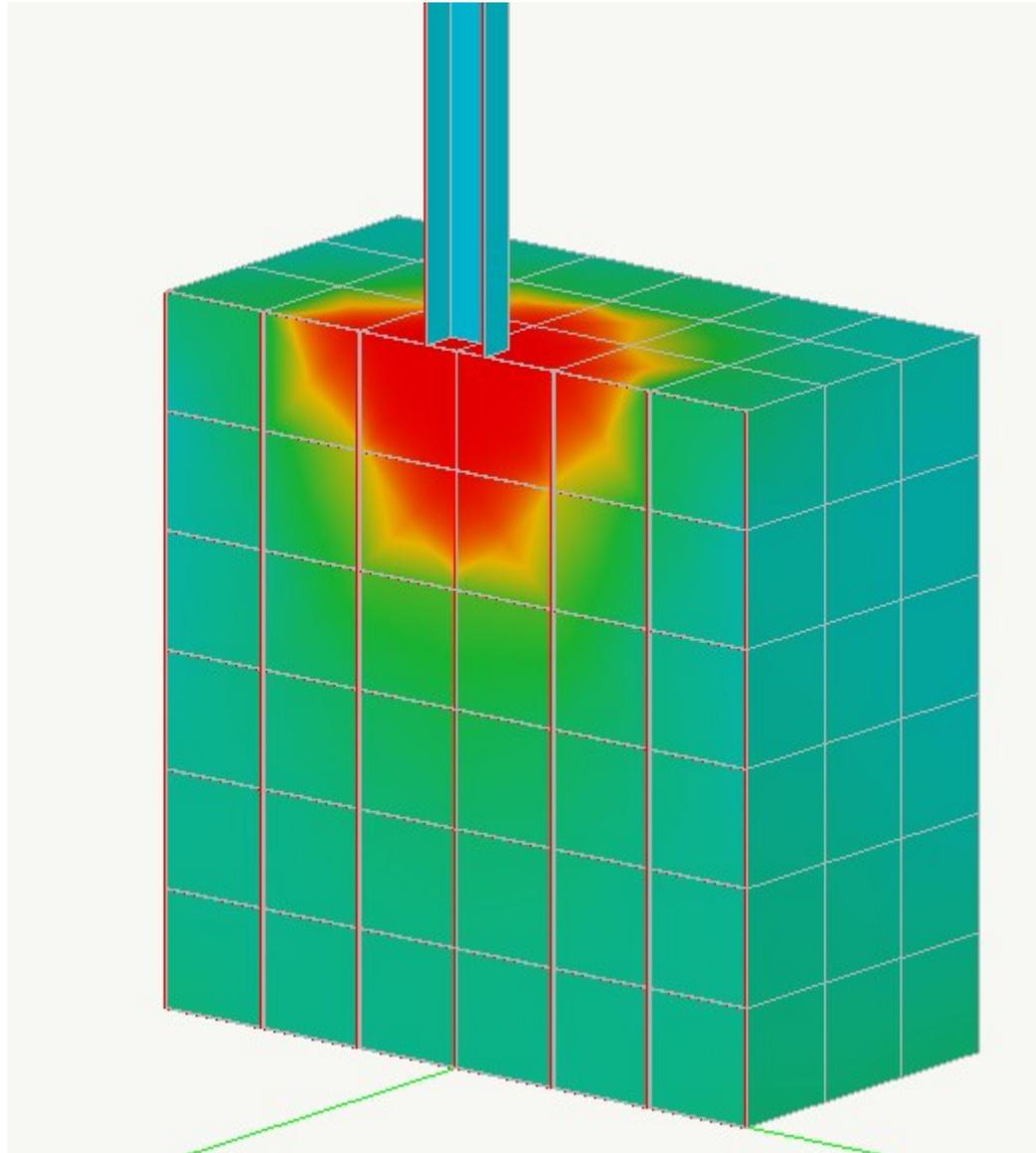
Gestione di un numero indefinito di condizioni dinamiche spettrali con definizione del vettore di accelerazione e abbinamento agli spettri.

I tipi di analisi

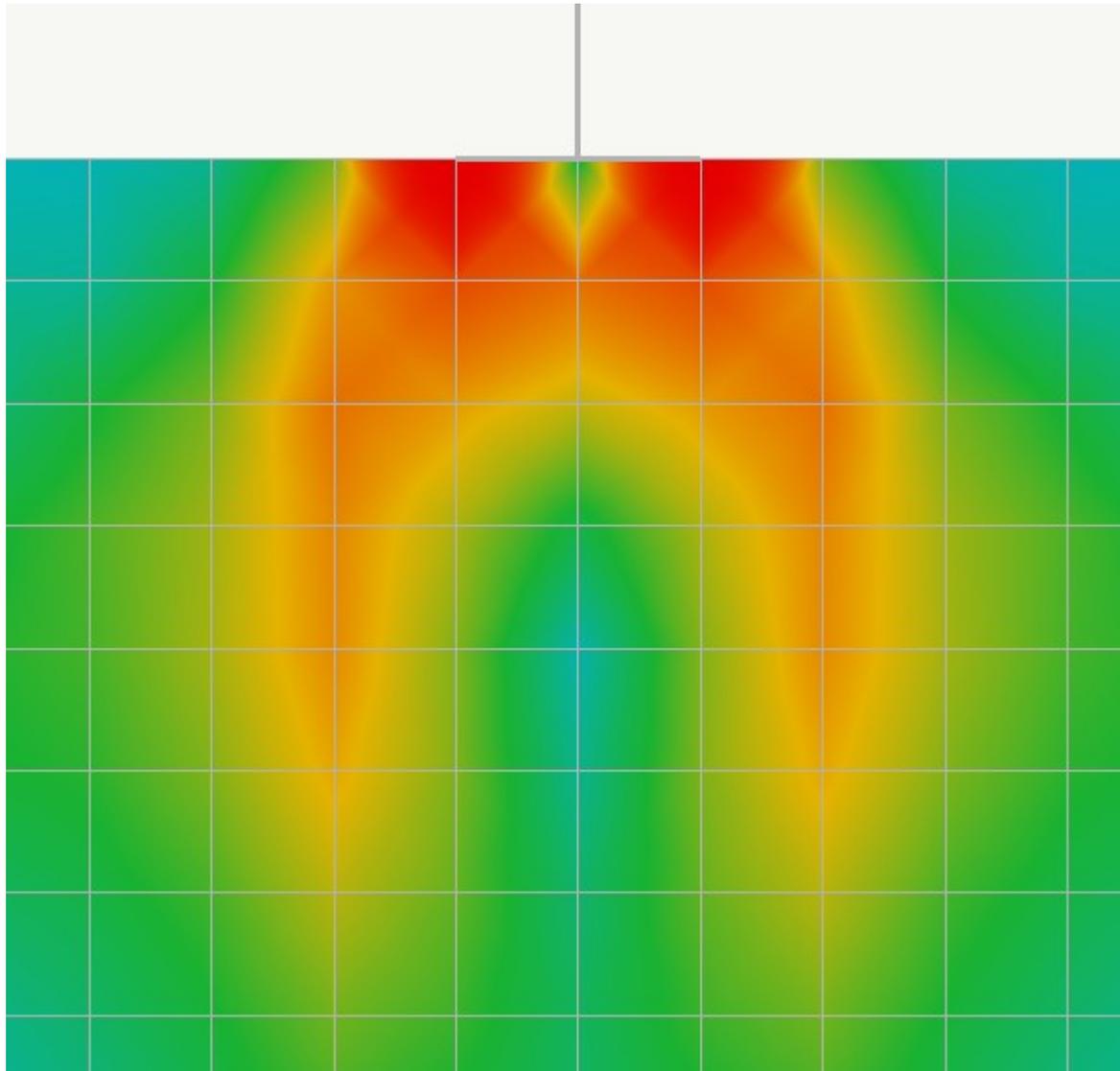
La "suite" di programmi Softing permette vari approcci di analisi dal più semplice di un'analisi elastica lineare al più sofisticato con procedimenti non lineari per non linearità di materiale o geometriche pertanto la nostra proposta lascia libero il progettista di procedere usando gli strumenti più adeguati allo specifico progetto.



Avanzamento della plasticizzazione in un'analisi di spinta (pushover)



Analisi con materiali a comportamento non lineare (la sezione consente la visualizzazione interna delle tensioni)



Semispazio elasto-plastico

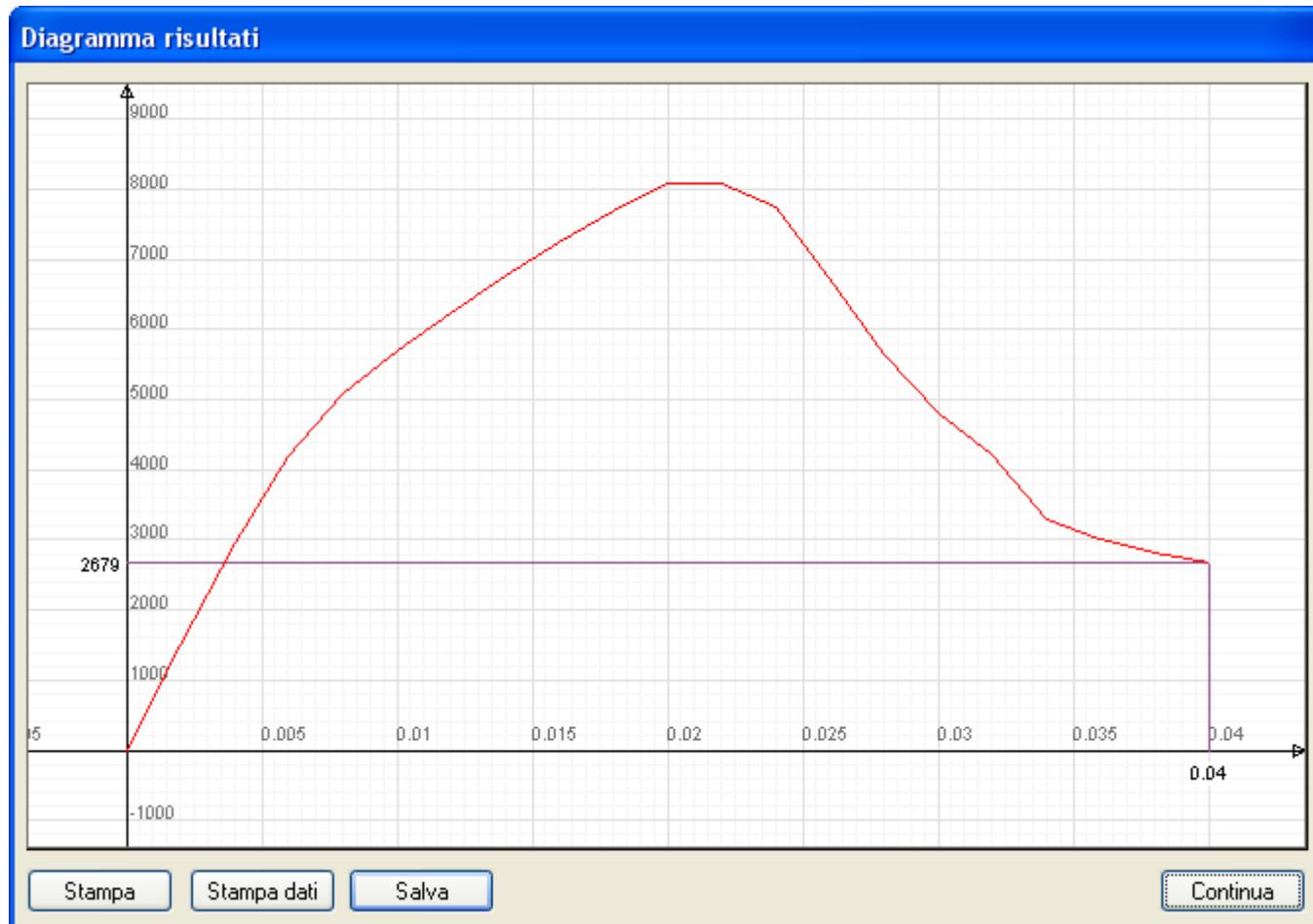
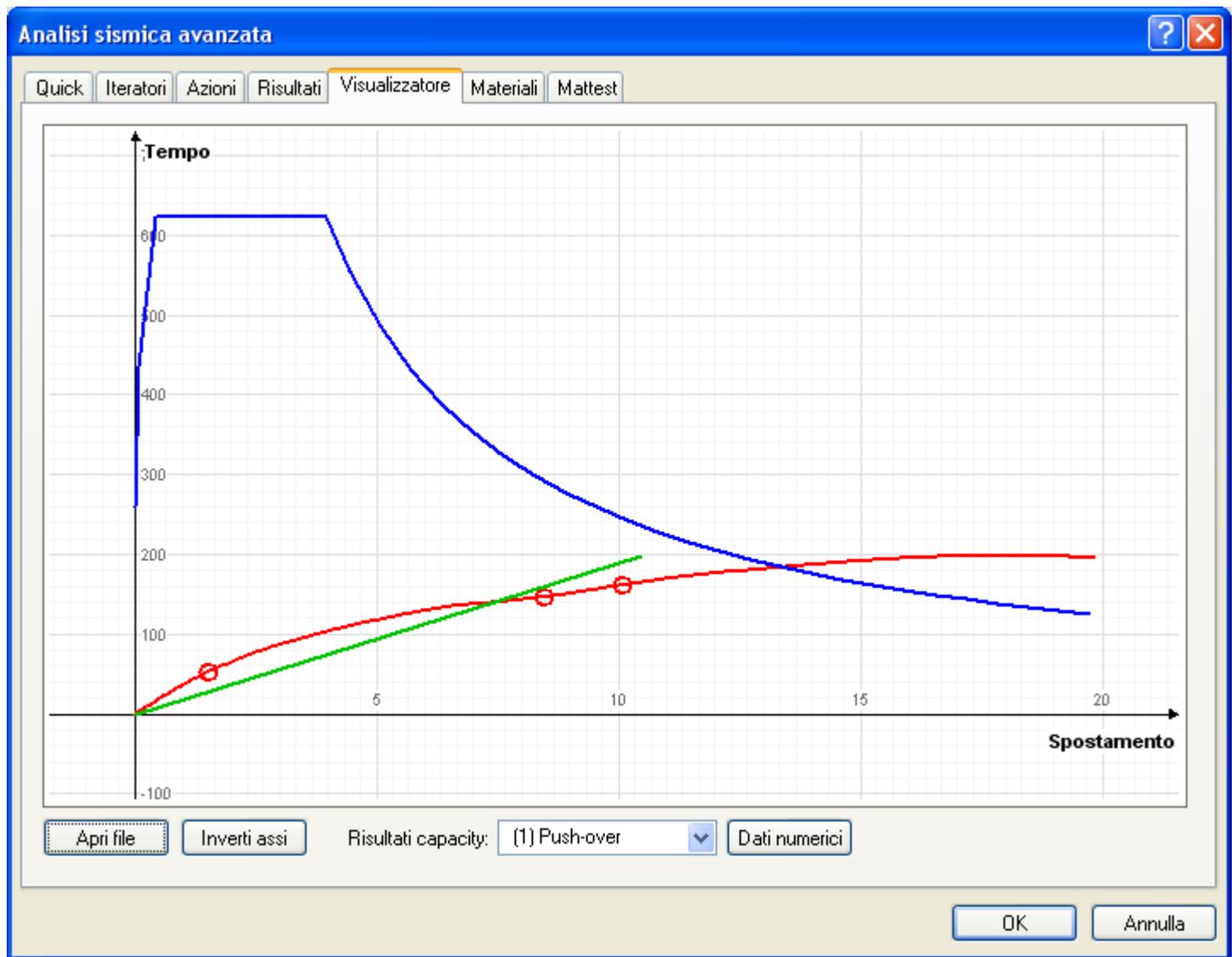


Diagramma per analisi di spinata (pushover). Si noti l'ottima gestione del ramo di softning.



Capacity design secondo attuale normativa

Dati numerici

G	1.2616159	Tc	0.50030646	
m*	29.443832	Se(T*)	264.97351	
Fy*	5848.7849	d* max	11.422569	
dy*	10.482211			
T*	1.4433467			
dc,u	18.230588	d max	14.410894	14.41 <= 18.23

Prima plasticizzazione

Spostamento	1.2000000
Elemento	6
Ascissa	500.00000
Curvatura	0.00011284
Rotazione	0.00000000
Lunghezza cp	0.00000000
PGA	39.306574

Danno severo

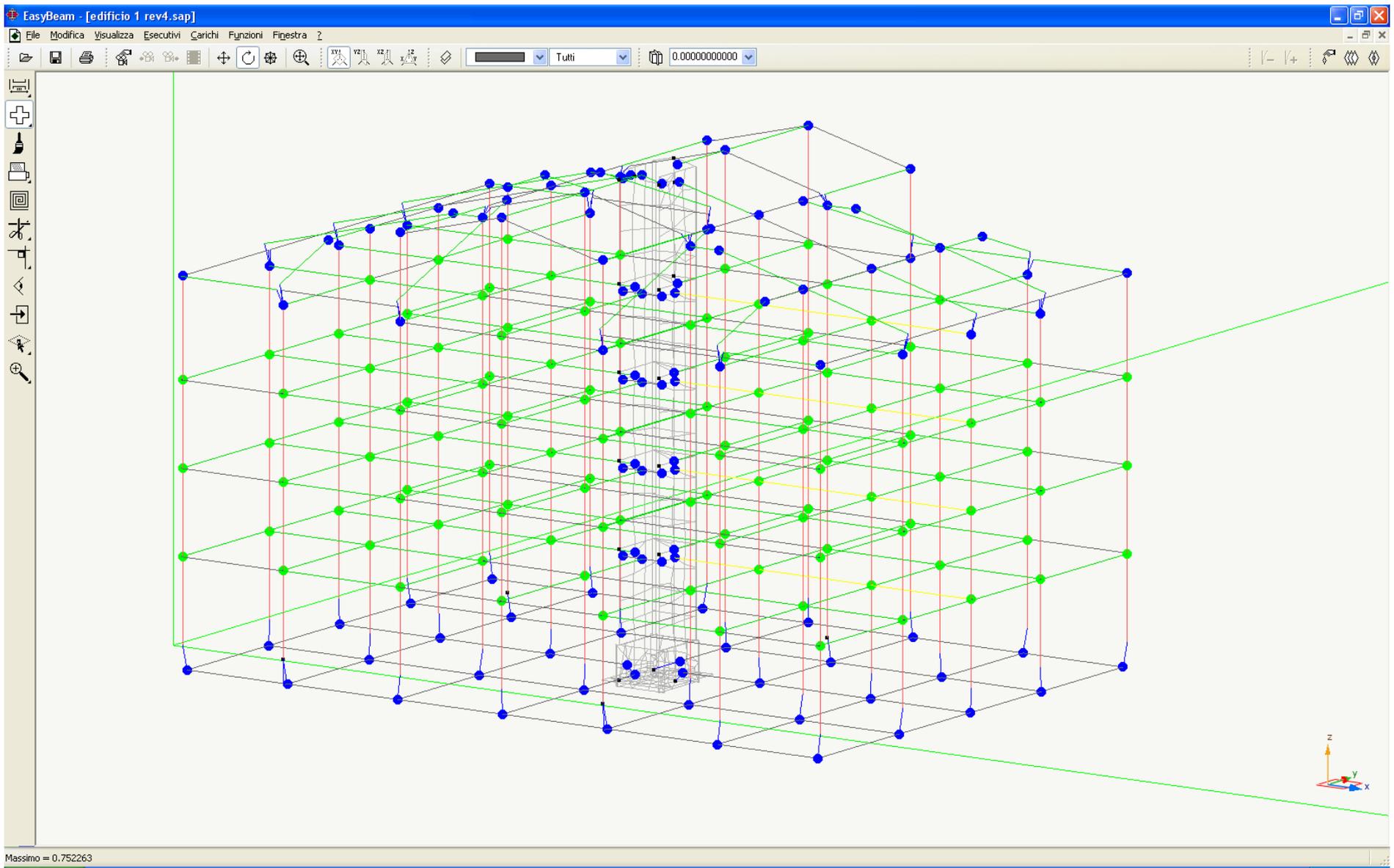
Spostamento	6.7000000
Elemento	11
Ascissa	500.00000
Curvatura	0.00143115
Rotazione	0.00000000
Lunghezza cp	0.00000000
PGA	154.91982

Prima rottura

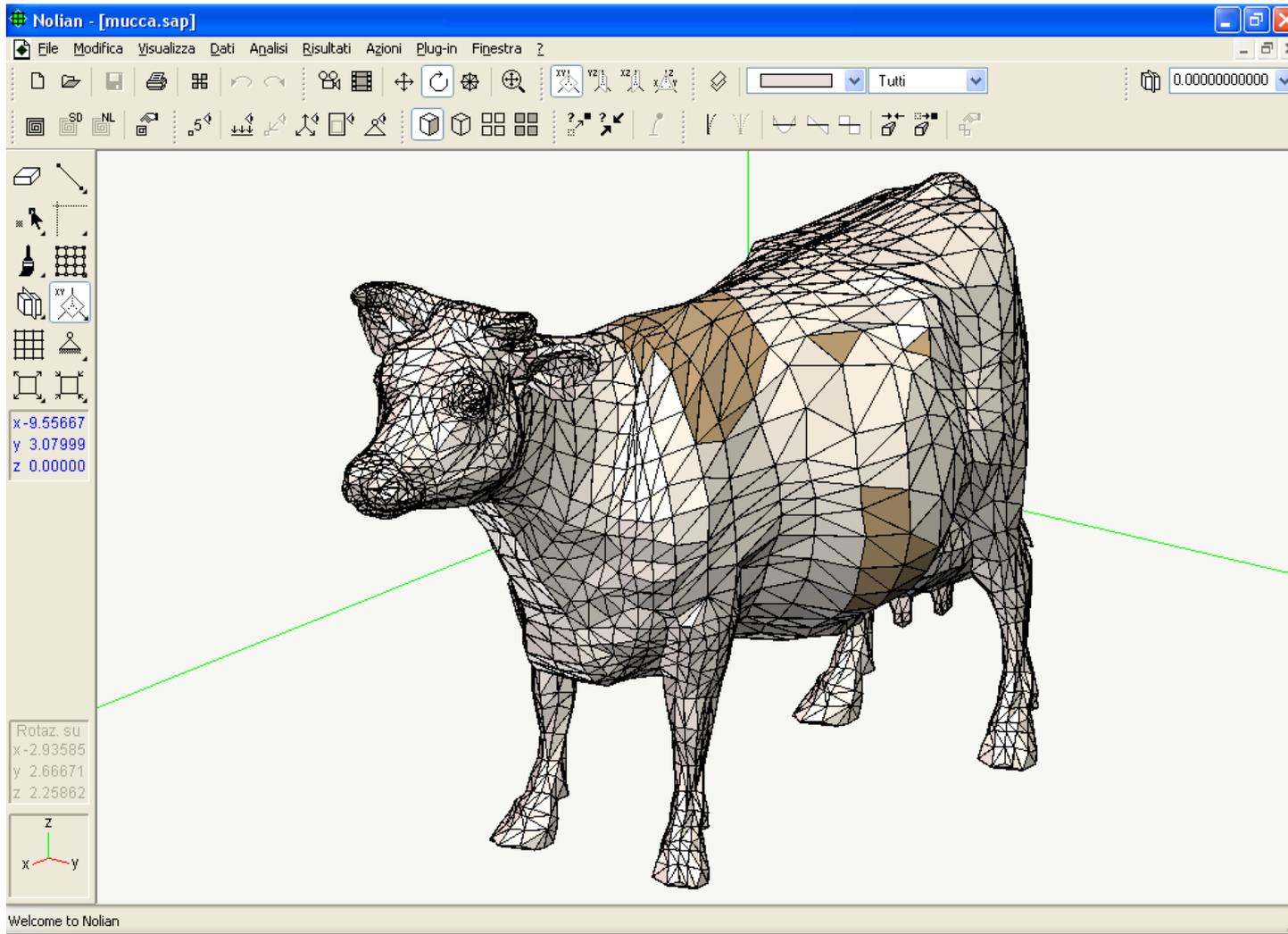
Spostamento	8.0000000
Elemento	11
Ascissa	500.00000
Curvatura	0.00193813
Rotazione	0.00000000
Lunghezza cp	0.00000000
PGA	177.71962

Continua

Dati numerici analisi pushover e calcolo PGA per vari stati limite



Rappresentazione a colori dell'esito della verifica dei giunti (gdr)



Questa è la nostra mascotte: rigorosamente modellata ad elementi finiti in Nòlian....
Si può fare di più?

La relazione tecnica

La relazione tecnica la consideriamo costituita da due parti come vuole del resto la normativa. I "tabulati" sono una descrizione completa del modello di calcolo secondo schemi di esposizione standard usati dai programmi più noti e diffusi agli elementi finiti. Da questi dati si può ricostruire il modello di calcolo in modo accurato. Cioè i tabulati non descrivono il modello architettonico ma il modello di calcolo adottato. Queste informazioni sono uno "specchio" del problema e non una interpretazione del progetto e quindi sono oggettivi.

Questi tabulati sono un allegato alla relazione tecnica che a rigore non potrebbe essere redatta in automatico in quanto dovrebbe documentare le motivazioni e le scelte del progettista. Molti programmi automatizzano questo elaborato in modo spesso incongruente. Anche qui la nostra soluzione è flessibile. Noi abbiamo un apposito programma che opera su "schemi" (template) di documenti perfettamente personalizzabili. Tali schemi possono essere fatti o modificati dal progettista stesso e si possono avere tanti schemi quanti se ne vogliono da applicare ad esempio regionalmente o secondo la tipologia dell'opera. Con i nostri programmi non vedrete mai un testo che riporta le modalità di verifica di muri di sostegno, a d esempio, nella relazione di una palazzina dove tali muri non ci sono.

Il programma che gestisce questi schemi si occupa poi di interrogare il data base del modello di calcolo per estrarre i valori che il progettista ha deciso di esplicitare per esporli dove il progettista ritiene opportuno nel testo e non dove ha scelto di farlo chi ha scritto il software. Le parti non automatizzabili della relazione sono richieste tramite dialoghi personalizzabili al progettista stesso. Questi testi "liberi" sono fondamentali per descrivere le scelte motivate del progettista, argomento che NON può essere in alcun modo automatizzato. Oltretutto questo approccio "intelligente" (in senso informatico) consente di avere delle sintesi grafiche e numeriche molto accurate che quindi documentano in modo efficace la qualità del progetto e le modalità con le quali è stato affrontato.

esempio aicap finale_1.sap

Generato venerdì 12 marzo 2010 alle ore 13:07:24.

Nolian EWS 31 (10.03.2010) build 3638

© 1984-2010, Softing srl - Versione sperimentale

COORDINATE E DATI DEI NODI (Fase 1)

Nodo	x	y	z	tx	ty	tz	rx	ry	rz
1	2.6600e+003	1.6839e-015	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
2	2.0800e+003	0.0000e+000	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
3	1.5000e+003	1.6839e-015	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
4	1.5000e+003	0.0000e+000	2.2500e+002	0	0	0	0	0	0
5	1.1600e+003	0.0000e+000	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
6	1.1600e+003	0.0000e+000	2.2500e+002	0	0	0	0	0	0
7	5.8000e+002	0.0000e+000	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
8	-1.6839e-015	0.0000e+000	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
9	2.6600e+003	5.2000e+002	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
10	2.0800e+003	5.2000e+002	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0
11	1.5000e+003	5.2000e+002	3.7250e+002	0	0	0	0	0	0

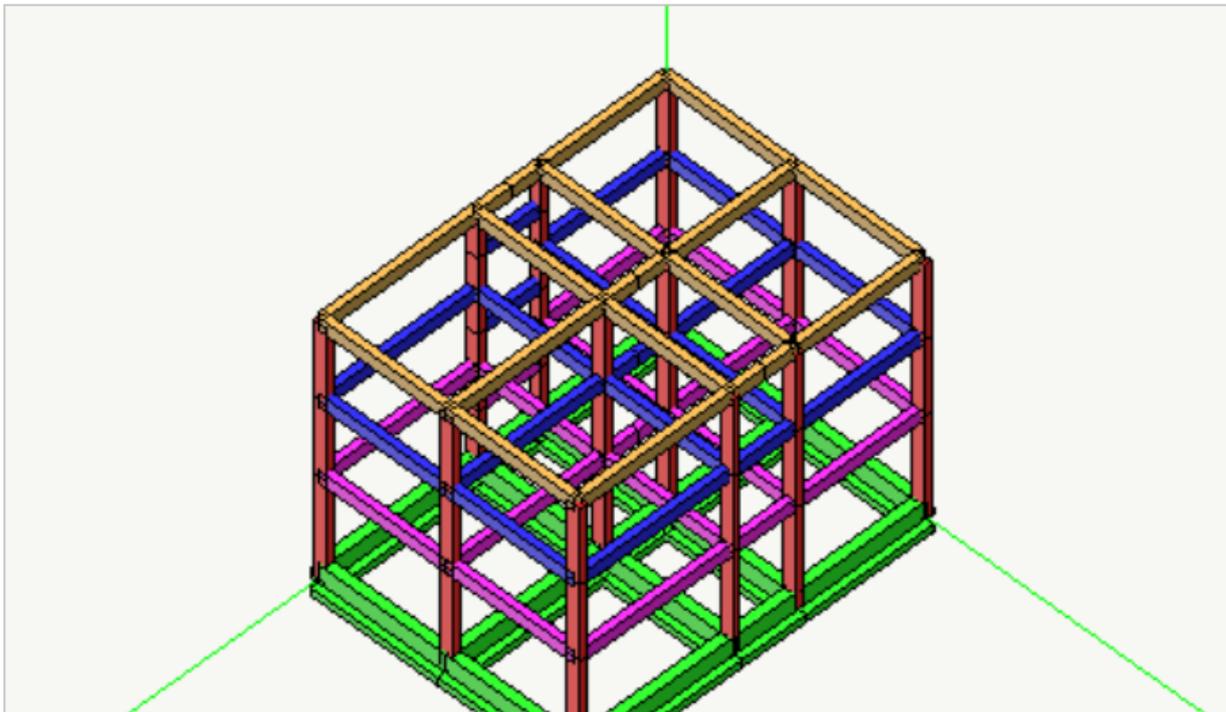
Nei tabulati il modello è descritto in modo completo secondo le metodologie dei programmi FEM

3. Concezione strutturale

In questo capitolo sono indicati i criteri che sono stati alla base della concezione strutturale.

L'edificio oggetto della relazione di calcolo è a pianta regolare e rettangolare e si sviluppa per quattro piani fuori terra; la distribuzione planimetrica prevede al piano terreno negozi e locali ad essi afferenti, nei piani superiori sono allocati due alloggi per piano dotati di balconi; l'ingresso principale al piano terreno conduce a una scala realizzata con soletta rampante che porta ai piani superiori. L'edificio non è cantinato e ha una copertura di tipo piano. La struttura si mantiene uguale come geometria per tutti i piani.

La struttura portante è organizzata con 4 telai trasversali collocati a distanza in asse di 5.00m, 2.50m e 6.00m rispettivamente e 3 telai longitudinali collocati a distanza di 5.00m e 5.00m rispettivamente.



Nella relazione possono essere inseriti brani di testo tramite comodi dialoghi configurati dal progettista in modo che le parti della relazione non automatizzabili siano inserite dal progettista stesso evitando descrizioni troppo generiche e non utili ai fini della documentazione del progetto.

$$k \phi_n = \omega_n^2 m \phi_n$$

questo rappresenta un problema agli autovalori e autovettori generalizzato e può essere ricondotto nella forma standard semplicemente premoltiplicando per la matrice inversa di m

$$m^{-1} k \phi_n = \omega_n^2 \phi_n$$

La forma standard del problema è:

$$A \phi = \lambda \phi$$

L'analisi modale, quindi, consiste nella risoluzione di un problema di autovalori e autovettori.

Il numero degli autovalori calcolati è pari a 8.000 e la tabella che segue contiene i valori dei periodi propri:

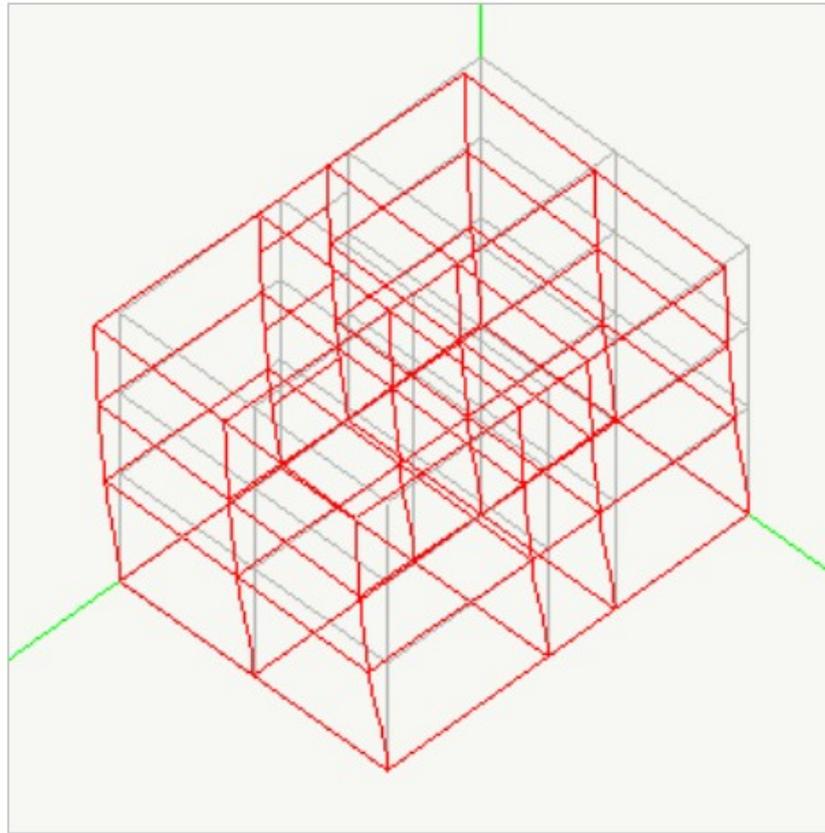
Modo	Periodo	Var. percentuale	Masse eccitate
1	0.593	0.00	46.385
2	0.495	16.46	45.345
3	0.445	10.17	1.902
4	0.177	60.12	2.157
5	0.141	20.33	3.219
6	0.133	6.07	0.237
7	0.104	21.87	0.169
8	0.077	25.92	0.185

La somma delle masse relative eccitate dai modo considerati e' il 99.599% delle masse totali maggiore del 85% come richiesto dalla normativa vigente.

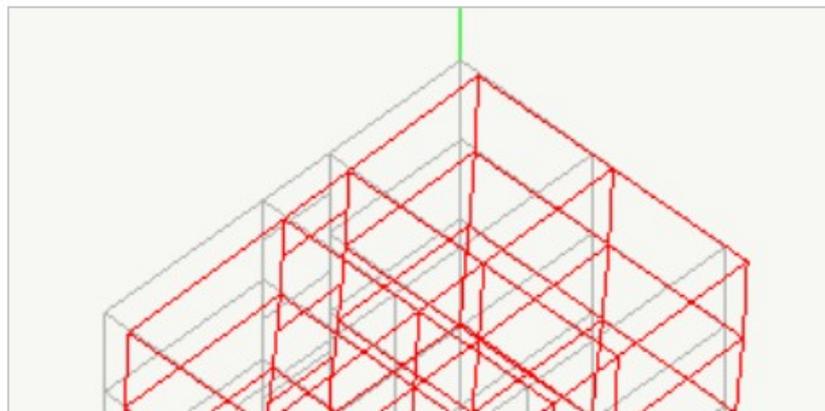
Siccome la variazione percentuale minima tra i periodi è del 6.070% ed è inferiore al 10% si utilizza nel calcolo delle azioni sismiche la combinazione quadratica completa (CQC).

I dati inseriti nella relazione possono essere estratti dai programmi ed anche post-elaborati con formule definite dall'utente.

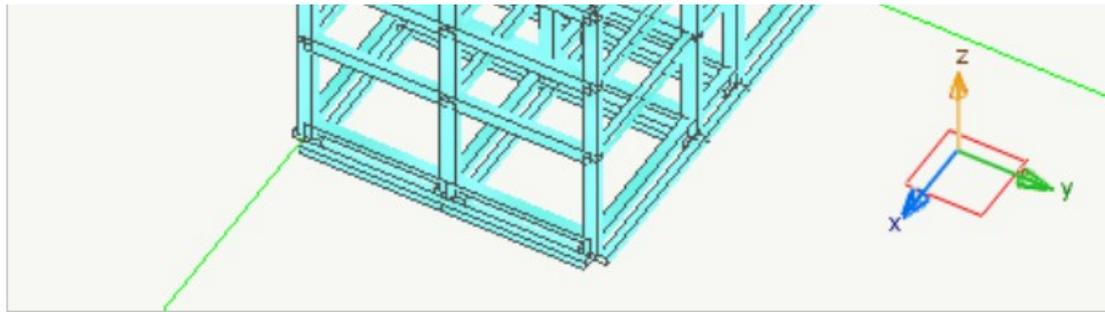
Si riportano le forme modali della struttura relative agli autovettori più significativi (solo i modi con masse eccitare maggiori del 5%) nei diagrammi seguenti.



Rappresentazione della forma modale relativa al modo 1.000
avente massa eccitata paria a 0.464

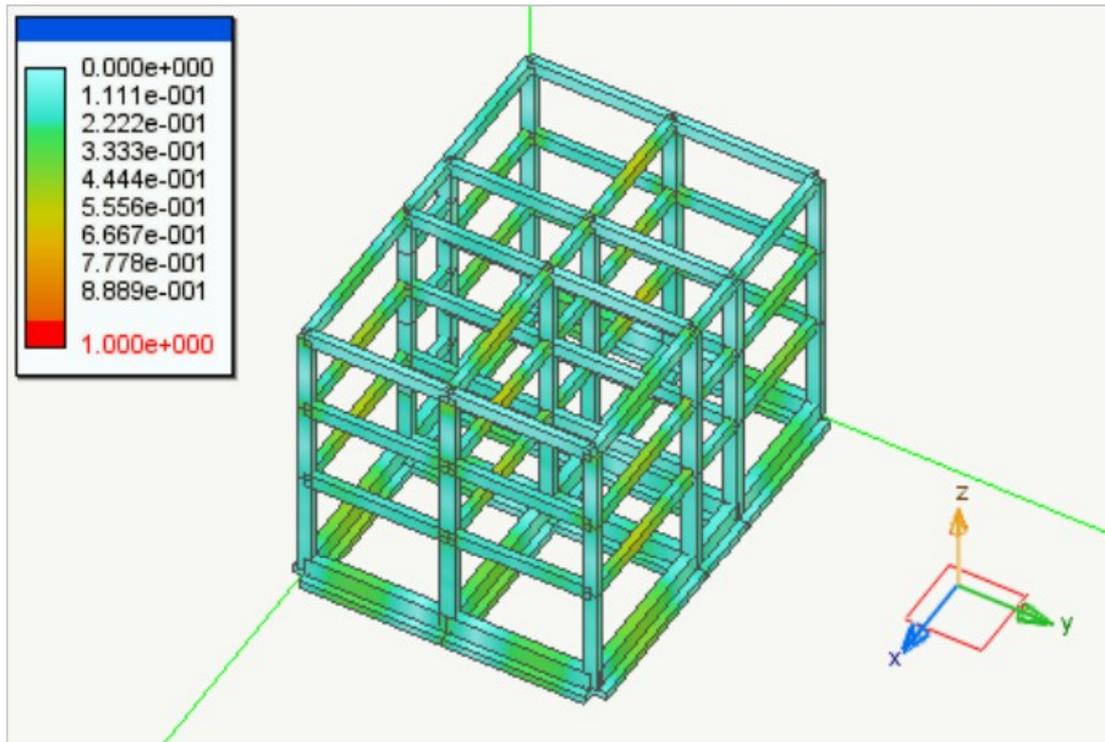


La relazione contiene immagini estratte dai programmi secondo il criterio di impaginazione del progettista che possono essere anche inserire condizionalmente (in questo caso solo i modi con masse eccitate maggiori del 5% per avere una relazione di calcolo più di più immediata e sintetica lettura.



Massima deformazione nell'acciaio

Massimo: 1.208e-003



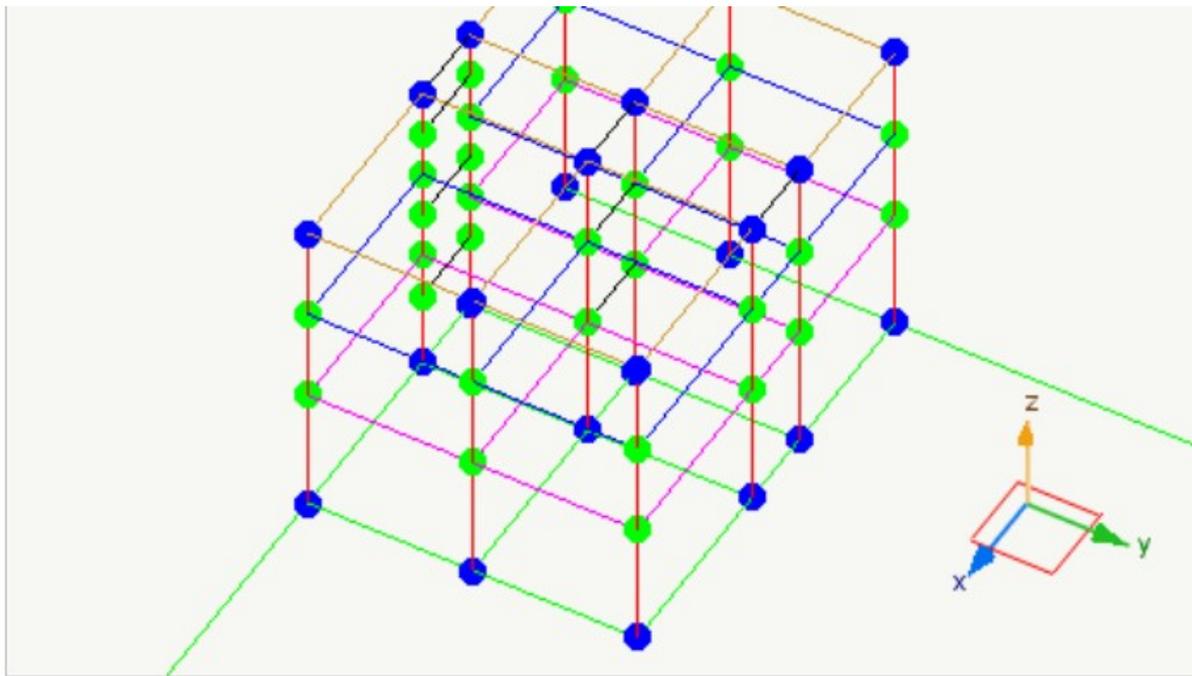
Coefficiente di sfruttamento

Massimo: 0.559

La relazione contiene immagini automaticamente estratte dai programmi secondo le richieste di impaginazione del progettista.

In questo caso immagini sintetiche delle verifiche delle membrature al limite ultimo

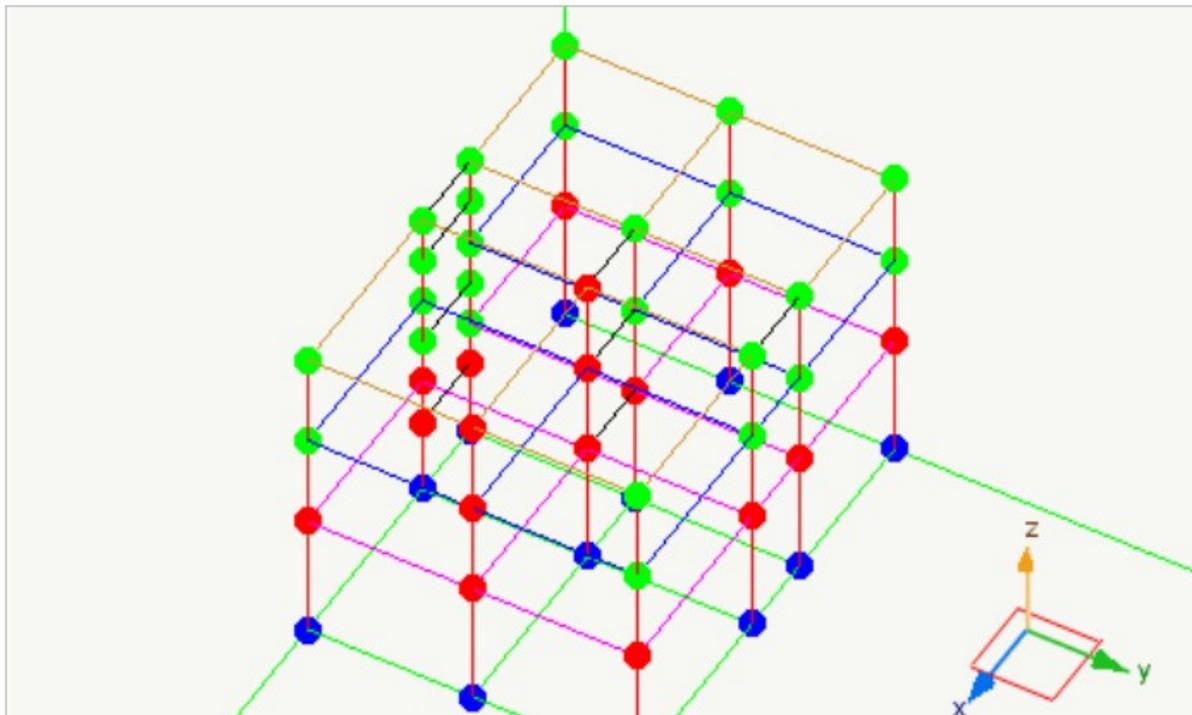
Tale coefficiente va inteso come rapporto tra azioni agenti (N_x , M_y , M_z) agente e resistenza ultima ed è quindi l'inverso del coefficiente di sicurezza. Valori pertanto superiori ad 1 indicano che la sezione non è verificata. I valori superiori



Mappatura a colori della verifica gerarchia delle resistenze

La relazione contiene immagini automaticamente estratte dai programmi secondo le richieste di impaginazione del progettista.

In questo caso immagini sintetiche delle verifiche dei nodi



Documentazione dei programmi

Noi documentiamo i metodo adottati e il modo in cui adempiono ai requisiti di normativa riportando testo della norma e nostre modalità di implementazione o non implementazione per cui il progettista è in grado di avere una visione consapevole dell'uso del software.

7.4.4.2 Pilastri

7.4.4.2.1 Sollecitazioni di calcolo

Per ciascuna direzione e ciascun verso di applicazione delle azioni sismiche, si devono proteggere i pilastri verso dell'azione sismica, la resistenza complessiva dei pilastri sia maggiore della resistenza complessiva c

Quanto sopra detto si riferisce alla così detta gerarchia delle resistenze. EasyBeam considera due condizior assegnabile $\cdot R_d$. Entrambi vengono attivati automaticamente quando si sceglie la presente normativa

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio da utilizz estremità superiore [...]

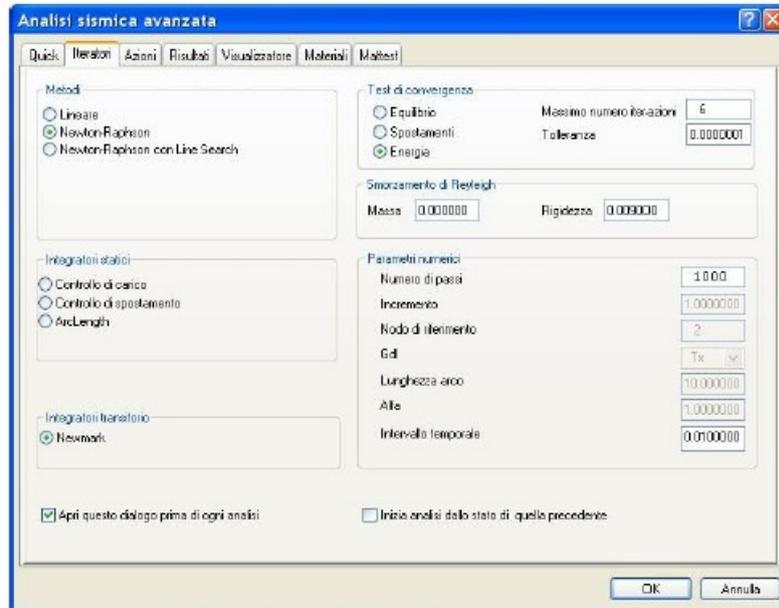
Si tratta della identica prescrizione per le travi relative a quello che abbiamo definito "**taglio sismico**" solc

Nel caso in cui i tamponamenti non si estendano per l'intera altezza dei pilastri adiacenti, le sollecitazioni d parte di pilastro priva di tamponamento.

Nei manuali dei programmi una specifica sezione è dedicata al raffronto tra singoli paragrafi di normativa e modalità sia teoriche che operative con le quali l'argomento è affrontato nei programmi.

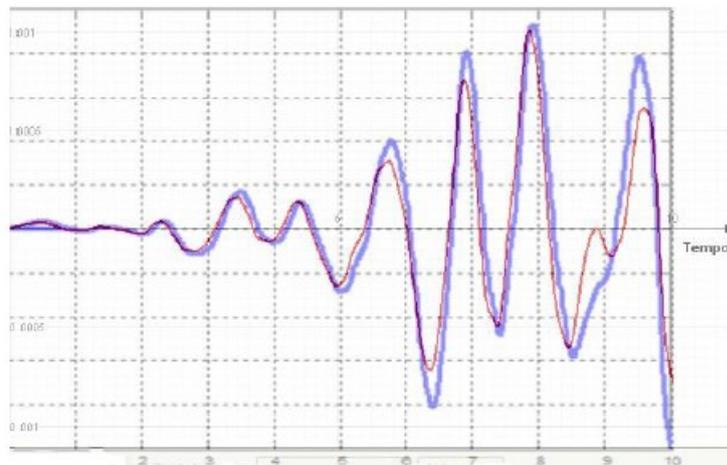
Validazione

Forniamo un manuale di validazione nel quale vengono riportati i risultati di casi prova presi dalla letteratura internazionale. Oltretutto, a documentare il nostro atteggiamento positivo verso la qualità, siamo stati i primi ad avere una validazione ben nel 1989 e dal Politecnico di Milano, fino al 2000, abbiamo avuto la certificazione di qualità da DNT e attualmente abbiamo una campagna di test e di validazione con l'Università Roma 3, Prof. Ing. Camillo Nuti.



Una pagina del manuale di validazione. Vengono confrontati i risultati di test di valenza internazionale con i risultati ottenuti con i nostri programmi.

Nella figura sottostante i risultati. In blu quelli pubblicati con l'esempio di OpenSees, in rosso quelli ottenuti con Nölian. Va precisato che nell'esempio si usa un fattore di smorzamento di Reyleigh il cui valore non è esplicitamente dichiarato. Abbiamo adottato un valore basato su 2% del primo modo.



Questo test è fondamentale in quanto consente di testare:

- le capacità di andamento ciclico del materiale
- la qualità dell'integratore nel transitorio.

The test problems

The names of the proposed test problems are listed in Table 1, which also indicates the suitability of each problem for testing various types of elements. The geometry, material properties, boundary conditions, loading, and element meshing for each problem are described in Figs. 2 through 10 in sufficient detail to permit construction of a finite element model

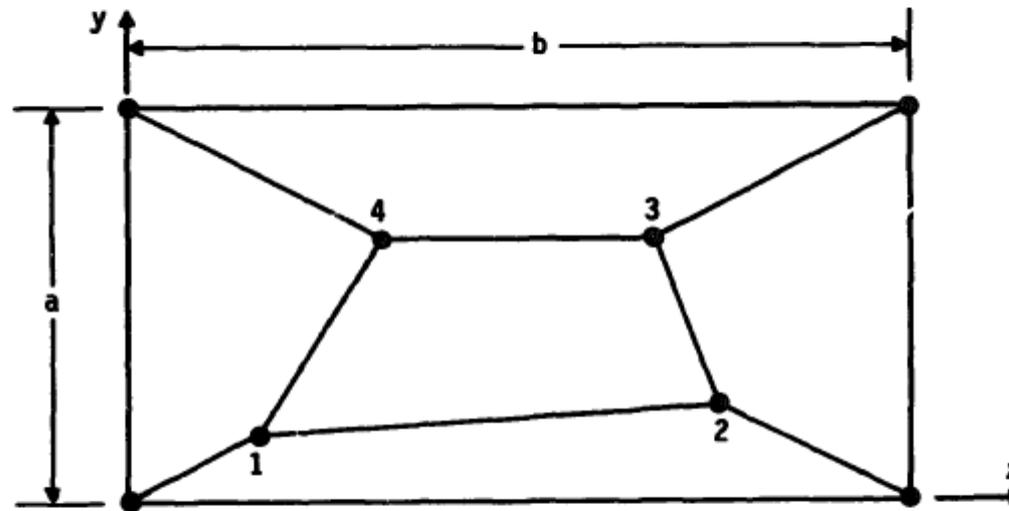


Fig. 2. Patch test for plates. $a = 0.12$; $b = 0.24$; $t = 0.001$; $E = 1.0 \times 10^6$; $\nu = 0.25$. Boundary conditions: see Table 2. Location of inner nodes:

	x	y
1	0.04	0.02
2	0.18	0.03
3	0.16	0.08
4	0.08	0.08

Il noto patch test di McNeal dalla figura originale riportata nel manuale di validazione



POLITECNICO DI MILANO
DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA STRUTTURALE

Piazza Leonardo da Vinci, 32
20133 Milano (Italy)

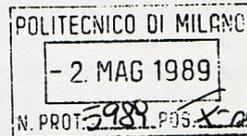
Milano: 2.5.89	
rettore	dir. ammin.
uff. generali	leg. consulti
regionaria	organismo
stipendi	personali
pers. tempo	pers. con ha.
scrivania	istruz. pers.
uff. tecnico	serv. generali
Preside Ingegneria	Preside Architettura

Esame della correttezza dei risultati offerti dal
programma di calcolo per analisi strutturale

MACSAP

prodotto dalla Softing

nella risoluzione di alcuni casi prova



Relazione preparata a cura del
Prof. Claudio Chesi

Milano, 21 Marzo 1989

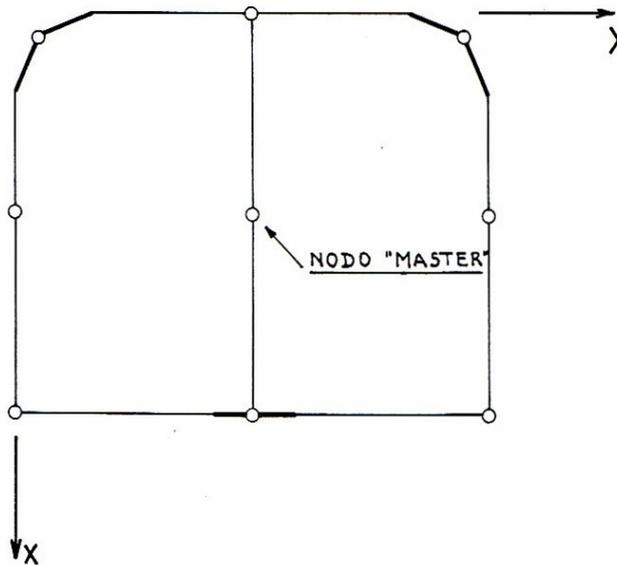
La copertina del manuale di
validazione rilasciato dal Politecnico
di Milano nel 1989

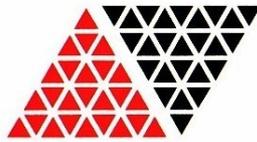
Tabella 2.1 Caso n. 2 - I condizione di carico (carico verticale) - Spostamenti dei nodi "master".

NODO N.	S A P					
	X	Y	Z	ROT-X	ROT-Y	ROT-Z
24	7.890E-5	1.4E-16	-9.033E-4	-6.8E-17	2.775E-5	6.1E-17
39	3.012E-4	4.3E-16	-1.648E-3	-9.4E-17	3.861E-5	1.9E-16
54	6.380E-4	7.8E-16	-2.240E-3	-1.1E-16	5.015E-5	3.5E-16
69	1.062E-3	1.2E-15	-2.682E-3	-1.1E-16	5.805E-5	5.3E-16
84	1.549E-3	1.6E-15	-2.977E-3	-1.1E-16	6.681E-5	7.0E-16
99	2.073E-3	1.9E-15	-3.126E-3	-1.1E-16	3.785E-5	8.7E-16

NODO N.	M A C S A P					
	X	Y	Z	ROT-X	ROT-Y	ROT-Z
24	8.080E-5	-3.2E-11	-9.078E-4	1.5E-11	2.949E-5	-2.3E-11
39	3.086E-4	-9.5E-11	-1.656E-3	2.3E-11	4.065E-5	-8.0E-11
54	6.535E-4	-2.0E-10	-2.251E-3	4.1E-11	5.265E-5	-1.7E-10
69	1.087E-3	-4.0E-10	-2.696E-3	7.0E-11	6.084E-5	-3.2E-10
84	1.586E-3	-6.8E-10	-2.992E-3	8.2E-11	6.971E-5	-5.1E-10
99	2.122E-3	-9.6E-10	-3.143E-3	8.3E-11	4.125E-5	-7.1E-10

Una pagina del manuale di validazione rilasciato dal Politecnico di Milano. Nella figura uno dei test: un telaio ad impalcati rigidi con offset rigidi alle estremità degli elementi trave





NAFEMS

The International Association for the
Engineering Analysis Community

MEMBERSHIP CERTIFICATE

Softing srl
Italy

Is a Corporate Member of NAFEMS

Issued by P Newton
.....

Chief Executive, NAFEMS

Valid Until 31 March 2003
.....

Creating Awareness

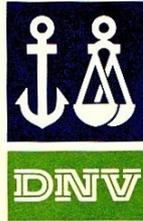


Delivering Education & Training



Stimulating Standards

Softing è membro di NAFEMS l'organizzazione internazionale per i
metodi le analisi ad elementi finiti



DET NORSKE VERITAS
QUALITY SYSTEM CERTIFICATE

Certificate No. **CERT-06947-2000-AQ-ROM-SINCERT**

Si attesta che / This is to certify that

IL SISTEMA QUALITA' DI / THE QUALITY SYSTEM OF

SOFTING S.r.l.

Via Reggio Calabria, 6 - 00161 Roma (RM) - Italy

*E' CONFORME AI REQUISITI DELLA NORMATIVA
HAS BEEN FOUND TO CONFORM TO THE QUALITY SYSTEM STANDARD*

UNI EN ISO 9002; 1994 (ISO 9002; 1994)

*Questa certificazione è valida per il seguente campo applicativo:
This certificate is valid for the following product or service ranges:*

Manutenzione e commercializzazione di pacchetti SW specialistico

Maintenance and trade of specialistic software

*Luogo e data
Place and date*
Agrate Brianza, (MI) 2000-09-22

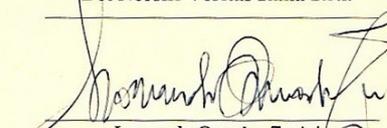
*per l'Organismo di Certificazione
for the Accredited Unit*
Det Norske Veritas Italia S.r.l.

Lead Auditor: VALENTINA THOMAI

Settore EA: 33

SINCERT

Registrazione N. 003A


Leonardo Omodeo Zorini
Management Representative

Certificato di Qualità rilasciato da DNV