

# Nòlian

## Questa guida

Questa guida si riferisce al programma Nòlian della Softing srl e ne descrive le funzioni principali.

Tutti i diritti su questo manuale sono di proprietà della Softing srl.

© 2004-2020 Softing srl. Tutti i diritti riservati.

Ultima revisione: 29 luglio 2020.

## Accordo di licenza d'uso del software Softing

**1. Licenza.** A fronte del pagamento del corrispettivo della licenza, compreso nel prezzo di acquisto di questo prodotto, e all'osservanza dei termini e delle condizioni di questa licenza la Softing s.r.l., nel seguito Softing, cede all'acquirente, nel seguito Licenziatario, un diritto non esclusivo e non trasferibile di utilizzo di questa copia di programma software, nel seguito Software.

**2. Proprietà del software.** La Softing mantiene la piena proprietà di questa copia di programma Software e della documentazione ad essa allegata. Pertanto la Softing non vende alcun diritto sul Software sul quale mantiene ogni diritto.

**3. Utilizzo del software.** Questo Software contiene segreti commerciali. È espressamente proibito effettuare copie o modifiche o reingegnerizzazioni, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo, anche parziali, del Software e della documentazione a esso allegata. Il Licenziatario è responsabile a tutti i fini legali per qualunque infrazione causata o incoraggiata dalla non osservanza dei termini di questa licenza. È consentito effettuare una sola copia del Software esclusivamente per installazione su un solo disco rigido.

**4. Cessione del software.** Il software viene ceduto in licenza unicamente al Licenziatario e non può essere ceduto a terzi. In nessun caso è consentito cedere, assegnare, affidare, affittare o disporre in altro modo del Software se non nei termini qui espressamente specificati.

**5. Cessazione.** Questa licenza ha la durata di anni dieci. Il Licenziatario può porvi termine in ogni momento con la completa distruzione del Software. Questa licenza si intende cessata, senza onere di comunicazione da parte di Softing, qualora vi sia inadempienza da parte del Licenziatario delle condizioni della licenza.

**6. Esonero della garanzia del software.** Il Licenziatario si fa carico di ogni rischio derivante, dipendente e connesso all'uso del Software. Il Software e la relativa documentazione vengono forniti nello stato in cui si trovano. Softing si esonera espressamente da ogni garanzia espressa o implicita ivi inclusa, ma senza limitazioni, la garanzia implicita di commerciabilità e di idoneità del prodotto a soddisfare particolari scopi. Softing non garantisce che le funzioni contenute nel Software siano idonee a soddisfare le esigenze del Licenziatario né garantisce una operatività ininterrotta o immune da difetti del Software né che i difetti riscontrati nel software vengano corretti. Softing non garantisce l'uso o i risultati derivanti dall'uso del Software e della documentazione né la loro correttezza, affidabilità e accuratezza. Le eventuali informazioni orali o scritte di esponenti o incaricati di Softing non inficiano questo esonero di garanzia.

**7. Limitazioni di responsabilità.** Softing è espressamente sollevata da ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, di ogni genere e specie, derivante dall'uso o dal non uso del Software e della relativa documentazione. In ogni caso i limiti di responsabilità di Softing nei confronti del Licenziatario per il complesso dei danni, delle perdite, e per ogni altra causa, sarà rappresentato dall'importo dal Licenziatario corrisposto a Softing per il relativo Software.

**8. Foro esclusivo.** In caso di controversie relative a questo accordo, sarà esclusivamente competente a decidere l'Autorità

Giudiziaria di Roma.

**9. Obbligatorietà ed interezza dell'Accordo.** Il Licenziatario, avendo letto il testo che precede ed avendo riscontrato che questa Licenza e la Garanzia Limitata che contiene sono accettabili, le accetta senza condizioni e conferma, con l'atto di accettare l'installazione del Software, la sua volontà di vincolarsi alla scrupolosa osservanza di questo Accordo. Il Licenziatario dà altresì atto che quanto precede costituisce la totalità delle intese intercorse e che pertanto esso annulla e sostituisce ogni eventuale precedente accordo o comunicazione tra le parti.

**SOFTING NON GARANTISCE CHE LE FUNZIONI CONTENUTE NEL SOFTWARE SIANO IDONEE A SODDISFARE LE ESIGENZE DEL LICENZIATARIO NÉ GARANTISCE UNA OPERATIVITÀ ININTERROTTA O IMMUNE DA DIFETTI DEL SOFTWARE NÉ CHE I DIFETTI RISCONTRATI VENGA CORRETTI. SOFTING NON GARANTISCE L'USO O I RISULTATI DERIVANTI DALL'USO DEL SOFTWARE E DELLA DOCUMENTAZIONE NÉ LA LORO CORRETTEZZA, AFFIDABILITÀ E ACCURATEZZA.**

Le informazioni contenute in questo documento sono soggette a cambiamento senza preavviso e non costituiscono impegno alcuno da parte della Softing srl. Nessuna parte di questo manuale e per nessun motivo può essere utilizzata se non come aiuto all'uso del programma.

*Nòlian è registrato presso il Registro Pubblico Speciale per i programmi per Elaboratore in data 14/07/2000 al progressivo 001629, ordinativo D002017; EasyBeam in data 14/05/96 al progressivo 000348, ordinativo D000409; EasySteel in data 14/05/96 al progressivo 000346, ordinativo D000407; EasyWall in data 14/05/96 al progressivo 000347, ordinativo D000408; MacSap in data 23/11/97 al progressivo 000222, ordinativo D000264, ArchiLink in data 14/07/2000 al progressivo 001630, ordinativo D002018.*

*Softing®, il logo Softing, Nòlian®, il logo Nòlian®, Mac-Sap®, MacBeam®, CADSap®, EasyWall®, EasySteel®, EasyBeam®, EasyFrame®, EasyWorld®, HyperGuide®, Sap-Script®, FreeLite®, inMod®, sono marchi registrati di Softing s.r.l.*

## Novità

Le novità qui elencate sono solo quelle disponibili alla data della ultimazione di questa Guida rispetto alla edizione EWS 49.

- Nuova opzione isolatori
- Miglioramento dialogo visualizzazione carichi
- Calcolo reazioni nodali anche per analisi spettrale
- Rappresentazione reazioni nodali

## Introduzione a Nòlian

In questo manuale si indicherà con la sigla **DM18** il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2018 tenendo conto anche della successiva circolare esplicativa.

**Nòlian** è un programma che consente di effettuare l'analisi elastica di strutture tridimensionali tramite il metodo degli elementi finiti.

Nòlian consente di effettuare **analisi elastiche lineari** statiche e dinamiche ed **analisi non lineari** per non linearità dei materiali o per geometria, anche nel dominio del tempo (*opzionale*).

Nòlian permette di definire la geometria di una **mesh di elementi finiti** e di usare tale modello per assegnare i dati e leggere risultati. L'interazione con il modello della struttura è completamente grafica-interattiva e non richiede l'uso di programmi esterni.

Nòlian dispone anche di un ambiente di modellazione solida, **inMod**, per la costruzione del modello (*opzionale*).

Nòlian esegue l'analisi di un modello ad elementi finiti e consente di ottenere gli stati di sforzo nei singoli elementi. Il progetto degli elementi strutturali è invece affidato a dei programmi specializzati detti *post-processor*, che interpretano il file di Nòlian e operano secondo le specifiche esigenze di progetto per la tipologia strutturale specifica.

L'architettura software comune a Nòlian e ai post-processor, basata su un unico file di dati e su una interfaccia grafica unificata, è denominata *EasyWorld*®.

## Versione FreeLite

Le versioni FreeLite® della Softing sono versioni limitate nelle dimensioni della struttura, ma con limiti così ampi da non essere più dei "dimostrativi" ma delle versioni "Lite". Poiché esse sono gratuite, la denominazione registrata della Softing è appunto **FreeLite**®.

Ogni programma della suite EasyWorld®, se installato privo di licenza, si comporta come FreeLite® e quindi consente un suo pieno uso all'interno dei limiti previsti e una eventuale valutazione prima dell'acquisto.

Le versioni FreeLite® possono anche essere utilizzate per strutture di piccole dimensioni senza necessità della protezione hardware, ad esempio su una macchina secondaria, oppure per permettere ad un collega privo di licenza la valutazione di una struttura che rispetti i limiti previsti.

Nòlian, in versione FreeLite®, permette di gestire modelli con **un massimo di 30 nodi**, senza limiti sulle opzioni attive.

È anche possibile attivare temporaneamente l'uso di Nòlian come FreeLite® dalle [preferenze](#) del programma. In questo modo è possibile utilizzare le opzioni del programma per le quali non si ha la licenza, almeno su strutture che rientrino nei limiti imposti: è ad esempio possibile modellare in inMod una struttura corrispondente ad un numero di nodi inferiore a 300.

## Manualistica e guida in linea

Oltre a questa guida, è fornita col programma la seguente documentazione, in forma esclusivamente elettronica:

- Guida alle metodologie di combinazione delle azioni
- Manuale Teorico (pdf)
- Manuale di Validazione Lineare (pdf)
- Tutorial base (pdf)
- Manuale di affidabilità (pdf)
- Guida agli esempi forniti
- Guida allo Scripting
- Guida allo Scripting interno

Le guide sono disponibili dall'help in linea del programma: dalla voce di menu ? > **Apri guida in linea...** (tasto di scelta rapida **F1**) oppure dai bottoni '?' delle finestre di dialogo.

I manuali vanno aperti dalla voce di menu ? > **Apri manuale...** (tasto di scelta rapida **Shift+F1**) e sono collocati nella cartella *Help* dell'installazione del programma.

## Aggiornamenti online

I programmi della suite EasyWorld® possono essere aggiornati tramite Internet.

Per eseguire l'aggiornamento selezionare la voce di menu ? > **Cerca aggiornamenti...**

Viene lanciato un programma esterno che permette in pochi passi di verificare la presenza su Internet di versioni più aggiornate di quelle installate, di selezionare i prodotti di cui si desidera l'aggiornamento e di eseguirlo, sostituendo le vecchie versioni con le nuove prese automaticamente da Internet (delle vecchie versioni viene comunque di norma eseguita una copia di sicurezza, all'interno della cartella *Programmi\Softing*).

L'aggiornamento è di norma disponibile solo tra versioni dello stesso rilascio EWS e potrebbe non essere disponibile per le **versioni FreeLite®** distribuite sul sito Internet.

La Softing garantisce che, durante l'aggiornamento, nessuna altra operazione viene effettuata se non quelle strettamente necessarie all'aggiornamento dei programmi di EasyWorld® e che nel collegamento ad Internet non viene inviato, da parte del software di aggiornamento, alcun dato personale dell'utente.

## Concetti principali

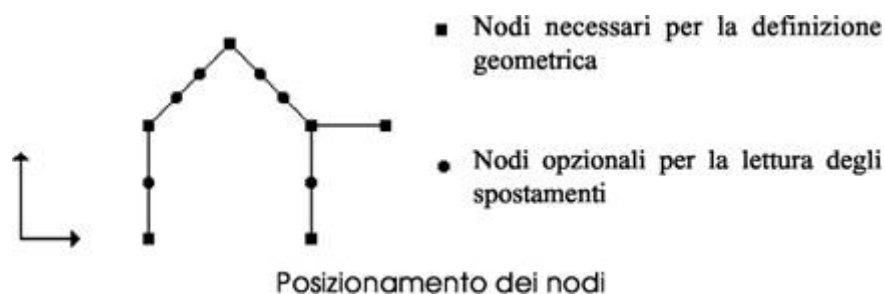
Si intende richiamare, nelle successive sezioni, alcuni concetti della modellazione ad elementi finiti e definire alcuni punti cardine per l'uso di Nòlian.

### Nodi ed elementi

Per effettuare l'analisi di una struttura, è necessario effettuare una idealizzazione della struttura reale e generare un modello geometrico a cui associare caratteristiche statiche e di carico.

La geometria della struttura viene definita posizionando nello spazio l'insieme dei **nodi**, o punti nodali, della struttura. I nodi vengono quindi connessi con **elementi finiti** di **tipo** opportuno (trave, asta, guscio...).

Il numero dei nodi deve essere sufficiente a descrivere la geometria della struttura. Ad esempio il minimo numero di nodi necessari per la seguente struttura è sei:



I nodi devono essere posizionati anche nei punti e sulle linee di discontinuità: ad esempio dove cambiano le caratteristiche dei materiali, le caratteristiche delle sezioni e così via.

Si devono posizionare nodi in tutti i punti che si intendono **vincolare**. Le condizioni di vincolo sono simulate nella struttura impedendo lo spostamento dei nodi coinvolti nelle direzioni volute.

È necessario posizionare i nodi anche nei punti dove si vogliono valutare gli **spostamenti** o gli **sforzi** e ovunque sia necessario

applicare [forze](#) o [masse](#) nodali.

La suddivisione in elementi finiti bidimensionali (mesh) deve essere sufficientemente fitta per cogliere le variazioni di sforzo di spostamento nelle regioni importanti ai fini dell'analisi.

Le caratteristiche di carico possono essere associate alla struttura sia come forze concentrate agenti sui nodi sia come [carichi agenti sugli elementi](#).

## Riferimenti

[Costruzione del modello](#)

[Assegnazione dei dati](#)

[La libreria di elementi finiti](#)

[Carichi e forze](#)

## Gradi di libertà

Ogni nodo di un modello strutturale tridimensionale ha **sei componenti di spostamento**: il nodo può traslare nelle direzioni globali X, Y e Z e può ruotare intorno agli assi globali X, Y e Z. Le direzioni associate a queste sei componenti di spostamento sono dette **gradi di libertà del nodo**.

Se lo spostamento di un nodo lungo uno qualsiasi dei suoi sei gradi di libertà è noto essere nullo, come nel caso di un vincolo quel grado di libertà si dice vincolato. I gradi di libertà invece per i quali gli spostamenti non sono noti sono detti gradi di libertà liberi.

In generale si può dire che, secondo il metodo detto degli spostamenti, lo spostamento di un grado di libertà libero non è noto mentre è noto il carico applicato, anche nullo: lo scopo dell'analisi è quello di trovare il corrispondente spostamento.

Ogni grado di libertà libero della struttura è associato ad una equazione: se vi sono  $n$  gradi di libertà vi saranno  $n$  equazioni nel sistema e la **matrice di rigidità** della struttura si dirà di ordine  $n$ .

Se vi sono dei gradi di libertà ai quali non è associata alcuna rigidità essi devono essere vincolati: ad esempio nell'analisi piana di un sistema piano, gli spostamenti fuori del piano aumentano inutilmente il numero di equazioni del sistema introducendo delle componenti nulle nell'analisi.

Alcuni tipi di elemento non prevedono rigidità per alcuni gradi di libertà: i corrispondenti gradi di libertà dei nodi ad essi collegati vanno quindi vincolati. Ad esempio l'elemento [trave](#) ha rigidità per tutti e sei i gradi di libertà, ma l'elemento [asta](#) ha rigidità solo per le tre traslazioni e non per le tre rotazioni: le rotazioni dei nodi connessi da aste devono essere eliminate dal problema e quindi vincolate.

## Riferimenti

[Vincoli dei nodi](#)

[La libreria di elementi finiti](#)

[Spostamenti di un nodo](#)

## Tipi di elementi

Nòlian è dotato di elementi [monodimensionali](#), [bidimensionali](#) e [solidi](#), tutti utilizzabili nello spazio tridimensionale e compatibili tra loro.

### Elementi monodimensionali

Tipo elemento	Uso tipico
<a href="#">Asta</a>	Strutture reticolari
<a href="#">Trave a sezione generica</a>	Strutture intelaiate
<a href="#">Trave a sezione a doppio T</a>	Strutture intelaiate
<a href="#">Trave poligonale</a>	Strutture intelaiate
<a href="#">Trave Winkler</a>	Fondazioni
<a href="#">Boundary</a>	Molle assiali e torsionali
<a href="#">Rigel</a>	Connessioni infinitamente rigide

### Elementi bidimensionali

Tipo elemento	Uso tipico
<a href="#">Guscio</a>	Elementi strutturali piani orizzontali, verticali e curvi
<a href="#">Piastra Winkler</a>	Platee di fondazione
<a href="#">Assialsimmetrico</a>	Strutture con simmetria radiale
<a href="#">Deformazione piana</a>	Stati di deformazione piana

### Elementi solidi

Tipo elemento	Uso tipico
---------------	------------

## Elementi non-lineari

Nòlian è dotato anche di elementi con comportamento non-lineare, sia per materiali che per geometria.

## Controllo sulla forma degli elementi

Dare una forma regolare agli elementi finiti è essenziale affinché essi siano efficaci, ovvero affinché il modello risulti affidabile.

Come ausilio alla modellazione, il programma effettua alcuni controlli sulla forma degli [elementi bidimensionali](#), che impediscono la generazione di elementi poco efficaci.

L'insieme di questi controlli, detto *controllo della geometria degli elementi*, può essere disattivato dalle [preferenze](#) del programma, purché si sia consapevoli di cosa questo comporti.

I controlli effettuati sugli elementi bidimensionali da generare sono:

<b>Planarità</b>	gli elementi devono essere piani: le normali nei vertici al piano formato dai lati concorrenti non devono formare tra loro un angolo maggiore di circa 5°.
<b>Convessità</b>	gli elementi (con alcune eccezioni per gli elementi ad 8 nodi) non devono essere concavi.
<b>Intersezione tra lati</b>	i lati di un elemento non si possono intersecare tra loro.
<b>Fattore di forma</b>	il rapporto tra il lato di lunghezza maggiore e quello di lunghezza minore non può eccedere il valore 3 (tre o quattro nodi) o 4 (otto nodi).
<b>Angoli interni</b>	gli angoli interni non devono essere inferiori a 25° (tranne che per elementi a tre nodi) o superiori a 155°.
<b>Concavità di lato</b>	il nodo intermedio sul lato di un elemento ad otto nodi non può discostarsi dal punto medio della congiungente dei vertici del lato di una quantità maggiore di 0.3 volte la lunghezza della componente in direzione ortogonale e 0.15 volte in direzione parallela alla congiungente.

## Condizioni di carico

Una **condizione di carico** raccoglie tutte le caratteristiche di carico assegnate a nodi ed elementi che siano logicamente associate: ad esempio una condizione di carico può contenere tutti i carichi permanenti assegnati agli elementi di una struttura.

Nòlian esegue contemporaneamente l'[analisi](#) per tutte le condizioni di carico definite, in modo indipendente l'una dall'altra.

Un concetto diverso è quello delle **combinazioni di carico**: esse infatti sono combinazioni delle *sollecitazioni* derivate dalle

caratteristiche di carico assegnate, non dei carichi stessi, e sono utilizzate dai post-processor di Nòlian per il progetto degli elementi strutturali, secondo esigenze tecniche e di normativa specifiche.

Sebbene sia comune indicare con il termine di condizione di carico anche il gruppo di risultati dell'analisi relativi alle azioni definite per una certa condizione, Nòlian distingue i due concetti: un gruppo di risultati (di sforzi o spostamenti) prende il nome di [blocco di risultati](#).

## Riferimenti

[Gestione delle condizioni di carico](#)

[Carichi agenti sugli elementi](#)

[Forze agenti sui nodi](#)

[I blocchi dei risultati](#)

## Sistemi di riferimento globale e locale

Tutti i dati ed i risultati associati ai nodi vengono riferiti ad un sistema tridimensionale di coordinate cartesiane destrorso, che in Nòlian assume il nome di **sistema di riferimento globale**.

Esempi di dati e risultati che vengono riferiti al sistema globale sono le coordinate dei nodi, i vincoli, le forze e le masse nodali, gli spostamenti dei nodi.

I dati e i risultati associati agli elementi sono riferiti ad un sistema di coordinate specifico per ogni elemento, detto **sistema di riferimento locale**.

Ad esempio le caratteristiche delle sezioni degli elementi, i carichi, gli sforzi sono riferiti al sistema locale dell'elemento a cui sono associati.

Il sistema di riferimento locale di un elemento viene determinato in base alla sua geometria.

### Sistema di riferimento locale di elementi monodimensionali

I due nodi di un elemento monodimensionale vengono indicati con le lettere *i* e *j*, in base all'ordine dato nella definizione dell'elemento.

L'origine del sistema di riferimento locale coincide col nodo *i*.

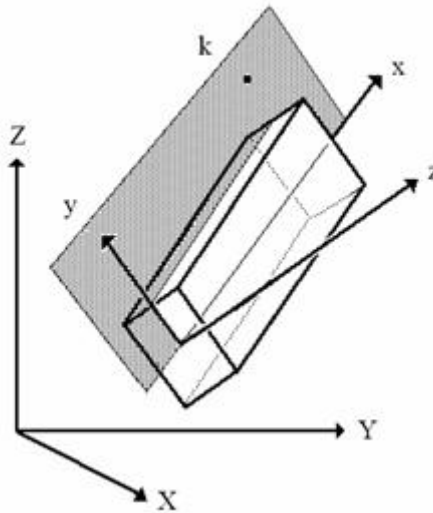
L'asse X locale coincide con l'asse dell'elemento, diretto dal primo nodo al secondo.

Se l'elemento è verticale, l'asse Y locale coincide con l'asse X globale, altrimenti il piano XY locale è un generico piano verticale nel riferimento globale.

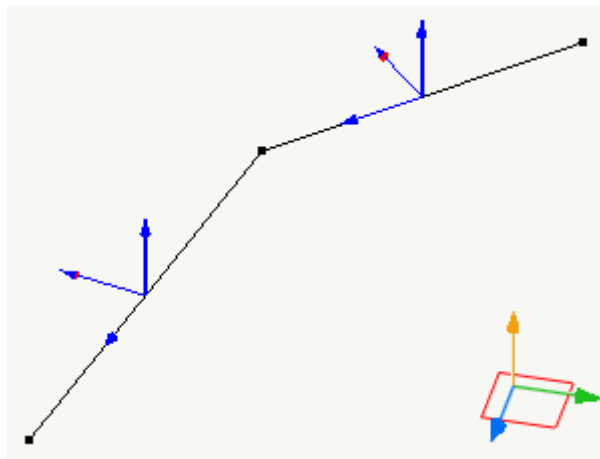
L'asse Z locale viene determinato con la regola della mano destra a partire dagli altri due.

L'utente può controllare il sistema di riferimento di un elemento monodimensionale associandogli un terzo nodo, detto **nodo k** (cfr. [Riferimento locale degli elementi](#)). Se anche questo nodo è stato specificato, il piano XY locale dell'elemento è quello che li contiene tutti e tre, con l'asse Y locale positivo verso il nodo *k*:





Nella seguente figura sono rappresentati i sistemi locali di due elementi monodimensionali messi a confronto col sistema globale; le frecce blu più marcate indicano gli assi Y locali:



### Denominazione dei nodi degli elementi bidimensionali

I nodi di un elemento bidimensionale a tre o quattro nodi sono indicati con le lettere da  $i$  a  $I$ , in base all'ordine dato nella definizione dell'elemento.

I nodi intermedi dei lati di un elemento ad otto nodi vengono indicati con la stessa lettera del nodo precedente e un apice: a esempio il quarto nodo è indicato come  $j'$ .

### Sistema di riferimento locale di elementi piani a tre nodi

L'origine del sistema di riferimento locale coincide col nodo  $i$ .

L'asse X locale è diretto dal nodo  $i$  al nodo  $j$ .

Il piano XY locale è il piano che contiene il primo e l'ultimo lato dell'elemento e l'asse Y locale è positivo verso il nodo  $k$ .

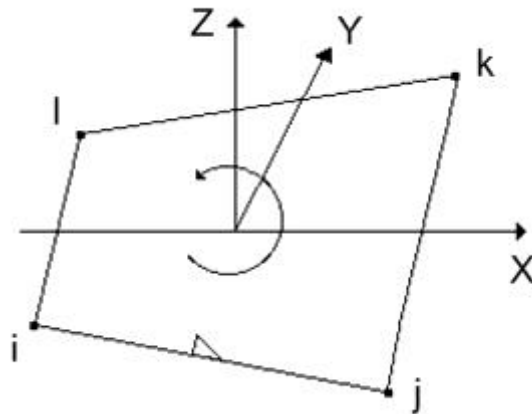
L'asse Z locale viene determinato con la regola della mano destra a partire dagli altri due.

### Sistema di riferimento locale di elementi piani a quattro nodi

L'asse X locale passa per i punti medi dei lati  $j-k$  e  $i-l$ .

L'asse Z locale è normale al piano formato dall'asse X e dal segmento congiungente i punti di mezzo dei lati  $i-j$  e  $k-l$ .

L'asse Y è normale ai primi due assi.



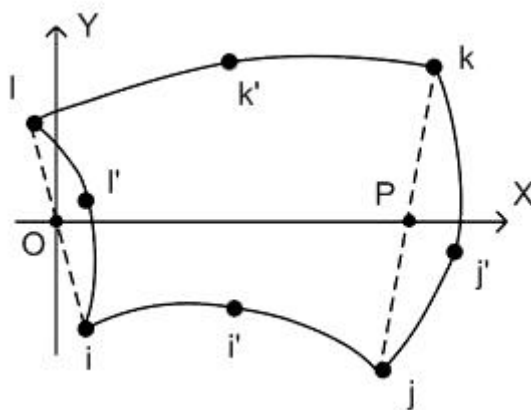
### Sistema di riferimento locale di elementi piani a otto nodi

L'origine del riferimento locale è posta nel punto medio del segmento congiungente i nodi  $i$  e  $l$ .

L'asse X locale passa per il punto medio del segmento congiungente i nodi  $j$  e  $k$ .

L'asse Y locale è perpendicolare all'asse X locale e positivo verso il nodo  $l$ .

L'asse Z locale viene determinato con la regola della mano destra a partire dagli altri due.



### Sistema di riferimento locale di elementi solidi

I nodi della prima faccia di un elemento solido sono indicati con le lettere da  $i$  a  $l$ , in base all'ordine dato nella definizione dell'elemento. I nodi della faccia opposta vengono indicati con la stessa lettera del corrispondente nodo della prima faccia e un apice: ad esempio il sesto nodo è indicato come  $j'$ .

Per l'elemento solido non è definito un unico sistema di riferimento locale. Ogni faccia dell'elemento ha un suo sistema di riferimento locale determinato in modo analogo a quello degli elementi bidimensionali.

## Unità di misura

In Nòlian **non vi sono unità di misura prefissate**: si può utilizzare un qualunque sistema di unità di misura, purché consistenti tra l'assegnazione dei dati e i risultati che ci si aspettano dal programma.

A esempio, si può decidere di specificare tutte le lunghezze in centimetri e tutte le forze in chilogrammi. Le caratteristiche dei materiali e i risultati ottenuti saranno anch'essi conformi a queste unità: il modulo di elasticità andrà espresso in  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; gli sforzi assiali saranno espressi in kg, i momenti flettenti in  $\text{kg} \times \text{cm}$ ; gli spostamenti saranno espressi in centimetri. Le masse andranno espresse in chilogrammi massa, ricordando che se si vuole convertire una forza nella massa corrispondente occorre dividere la sua intensità per l'accelerazione di gravità. Anche l'accelerazione di gravità dovrà essere espressa in unità di misura consistenti e quindi, in questo esempio, scegliendo come unità di tempo il secondo, in  $\text{cm}/\text{sec}^2$  (cioè circa 981).

Le rotazioni, qualunque siano le unità di misura impiegate, sono sempre espresse in radianti.

Tuttavia in alcune funzioni è utile siano disponibili. Ciò avviene:

- Nella lettura del file sagomario
- Nel salvataggio dei dati per i post-processor
- Nella definizione della accelerazione di gravità.

A tal fine le unità di misura possono essere definite nel dialogo della gestione dei materiali di default. Tale definizione agisce sulle funzioni dette e il cambiamento della unità di misura non altera le assegnazioni.

## Sistemi Master-Slave

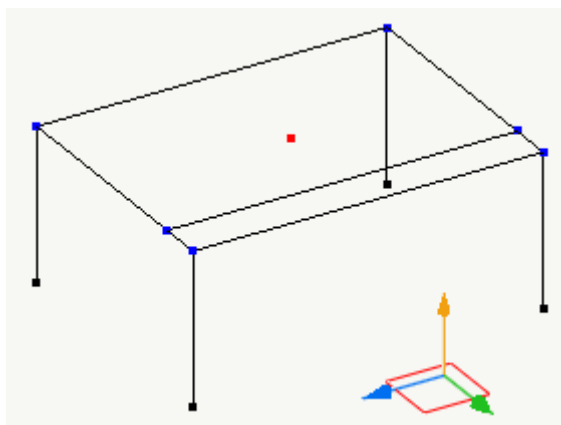
La rigidità nel proprio piano della maggior parte dei solai in cemento armato è generalmente molto elevata: questo permette di semplificare il modello, eliminando un numero sostanziale di gradi di libertà dei nodi, impedendo spostamenti relativi tra i nodi del piano del solaio. Un altro vantaggio che si ottiene è una maggiore accuratezza numerica nei casi in cui gli impalcati siano modellati con elementi [guscio](#) molto rigidi.

Nòlian consente di modellare direttamente qualsiasi parte infinitamente rigida della struttura attraverso un metodo detto Master-Slave.

Nel caso molto frequente di un impalcato orizzontale, esso viene modellato come un piano rigido orizzontale parallelo al piano globale XY, in modo che tutti i punti di tale diaframma rigido non possano avere spostamenti relativi tra loro nel piano XY.

Ogni diaframma ha un unico nodo, detto nodo Master, di cui vengono calcolati gli spostamenti nel piano rigido: tutti gli altri nodi del diaframma, detti nodi Slave, sono considerati connessi al nodo Master e ne condividono gli spostamenti nel piano rigido.

Nella seguente figura è rappresentato un semplice sistema Master-Slave, in cui il nodo rosso è il Master e i nodi blu, posti sullo stesso piano orizzontale, sono i corrispondenti nodi Slave:



Sebbene in generale il nodo Master possa essere collocato arbitrariamente, nel caso dell'[analisi dinamica](#) il nodo Master va posto in posizione baricentrica, per localizzare nel baricentro anche le masse ed i momenti di inerzia dell'impalcato, riducendo considerevolmente il problema del calcolo dei modi propri di vibrare.

Per un uso condizionale del metodo Master Slave, si vedano anche gli attributi delle [condizioni di carico](#).

## Riferimenti

[Sistemi Master-Slave tra i nodi](#)

[Generazione del nodo baricentrico](#)

[Generazione automatica degli impalcati rigidi](#)

[Constraint sui nodi](#)

## Analisi e gestione dei risultati

Nòlian mette a disposizione dell'utente un numero considerevole di [metodi di analisi](#), ognuno adatto ad una precisa esigenza progettuale o ad una specifica fase del progetto.

Gli stati di sollecitazione e gli altri risultati determinati dalle analisi sono immediatamente disponibili dall'interno dell'ambiente di Nòlian, sia [in forma numerica](#) che rielaborati per generare [rappresentazioni grafiche](#) di diverso genere (deformate, diagrammi, mappe di colori, grafici...), anche animate.

I risultati possono essere [combinati](#) e [raggruppati](#) tra loro e quindi memorizzati per l'uso da parte dei post-processor per la verifica e il progetto degli elementi strutturali.

## Riferimenti

[Analisi del modello](#)

[Gestione dei risultati dell'analisi](#)

## Le fasi

Nòlian permette di modellare l'evoluzione di una struttura nel tempo, attraverso la definizione di stadi successivi, o **fasi**, che fotografano diversi stati della stessa struttura.

La modellazione delle diverse fasi è molto semplice: a partire da uno stadio si genera una nuova fase a cui applicare differenze rispetto a quella precedente. Le differenze tra le fasi possono essere di ogni genere: presenza o assenza di elementi, variazioni nelle caratteristiche degli elementi, nei carichi assegnati, nei vincoli...

Il sistema delle fasi permette non solo di modellare ed analizzare ogni fase in modo indipendente rispetto alle altre ma anche di **combinare i risultati di diverse fasi tra loro**. In questo modo è ad esempio possibile calcolare gli involuppi delle sollecitazioni derivanti da distribuzioni delle masse diverse; oppure analizzare la variazione delle sollecitazioni nel tempo in corrispondenza di un carico mobile.

## Riferimenti

[Gestione delle fasi](#)

[Funzioni MultiStage](#)

[Combinazioni di risultati](#)

## Lo scripting

Nòlian può essere controllato da istruzioni testuali, interpretate da un motore di scripting interno. Tramite le funzioni offerte è possibile automatizzare gran parte delle funzionalità del programma, eseguire calcoli ed accedere a funzioni aggiuntive di uso avanzato.

Si accede al sistema di scripting interno dalla voce di menu **Visualizza > Console di scripting**.

Si rimanda all'apposita sezione del manuale per maggiori informazioni sullo scripting interno.

In alternativa Nòlian può essere attivato e controllato anche da uno script esterno, definito dall'utente in un linguaggio di sua scelta per ottenere l'esecuzione automatica delle operazioni volute.

Si rimanda all'apposita sezione del manuale per maggiori informazioni sullo scripting esterno.

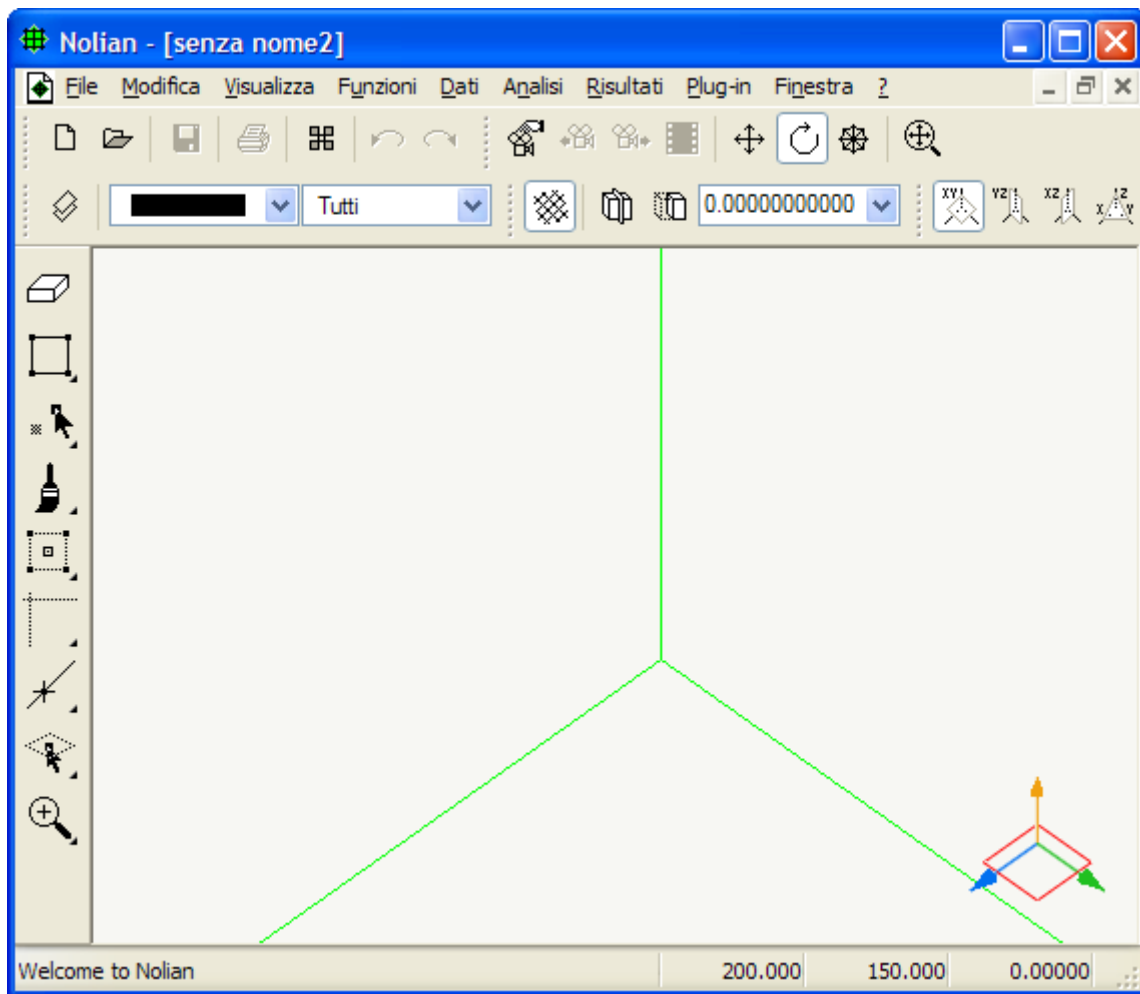
## L'interfaccia utente

Nòlian si basa su un ambiente operativo integrato, completamente grafico, che permette sia la [definizione del modello](#) che l'[analisi](#) e la [valutazione dei risultati](#).

Nelle sezioni successive vengono descritte le parti e i meccanismi dell'interfaccia utente di Nòlian.

## La finestra principale

La finestra principale di Nòlian si presenta come in figura:



In alto, sotto la barra del titolo, c'è [la barra dei menu](#).

Sotto la barra dei menu, appaiono [le toolbar](#).

Lungo il lato sinistro della finestra è posizionata [la palette](#).

In fondo alla finestra è visibile [la barra di stato](#).

Al centro della finestra è visibile la rappresentazione grafica del modello, su cui avviene la modellazione, la rappresentazione e l'interrogazione dei risultati. La vista viene controllata attraverso gli [Strumenti di visualizzazione](#).

Nell'angolo in basso a destra della finestra è sempre visualizzato il sistema di riferimento globale.

## La barra dei menu

Attraverso la barra dei menu è possibile accedere alla maggior parte delle funzionalità di Nòlian: operazioni sul modello, controllo della visualizzazione, esecuzione dell'analisi, interrogazione dei risultati...

Le funzioni sono raggruppate nei seguenti menu:

**File** contiene le funzioni per il salvataggio ed il caricamento del modello (cfr. [Operazioni sui file](#)), l'importazione e l'esportazione (cfr. [Importazione ed esportazione della geometria](#)), la [stampa](#) e la scelta del [file sagomario](#).

**Modifica** contiene le funzioni per annullare le operazioni eseguite, [copiare ed incollare i dati assegnati](#), controllare [la selezione](#) ed

accedere alle [preferenze](#).

<b>Visualizza</b>	contiene le voci di menu per visualizzare le finestre accessorie e <a href="#">le toolbar</a> , per controllare la vista ed il piano di lavoro (cfr. <a href="#">Strumenti di visualizzazione</a> ), per gestire i <a href="#">layer</a> .
<b>Funzioni</b>	contiene alcune operazioni sui dati, per la generazione di nodi ed elementi e per la gestione dei <a href="#">gruppi di elementi</a> .
<b>Dati</b>	le funzioni contenute permettono la <a href="#">rappresentazione grafica dei dati</a> , l' <a href="#">evidenziamento</a> , la <a href="#">gestione delle fasi</a> e dei <a href="#">carichi</a> .
<b>Analisi</b>	raccoglie le voci per avviare e controllare l'esecuzione delle <a href="#">analisi</a> .
<b>Risultati</b>	contiene le funzioni per l' <a href="#">interrogazione dei risultati</a> e per la generazione delle relative <a href="#">rappresentazioni grafiche</a> .
<b>Finestra</b>	menu predefinito per la navigazione tra le finestre dell'applicazione.
<b>?</b>	contiene le funzioni per l'accesso alla <a href="#">manualistica</a> e per l' <a href="#">aggiornamento</a> del programma.

## Le toolbar

Le barre degli strumenti (toolbar) sono insiemi di pulsanti ed altri controlli che aumentano l'accessibilità alle funzioni più comuni del programma.

A tutte le funzioni corrispondono voci nel menu, a cui sono affiancate le stesse icone utilizzate nella toolbar.

Le funzioni sono raggruppate in più toolbar, in modo che l'utente possa scegliere quali strumenti visualizzare, per gruppo logico.

Per visualizzare o meno una toolbar, attivare la voce corrispondente nel menu **Visualizza > Barre degli strumenti** oppure nel menu contestuale che appare cliccando il tasto destro del mouse su una qualunque toolbar.

Ogni toolbar può essere spostata relativamente alle altre: è sufficiente cliccare il tasto sinistro del mouse sulla zona tratteggiata alla sinistra di una toolbar e trascinare il mouse tenendo il tasto premuto.

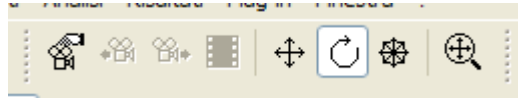
Lo stato di visualizzazione e la posizione delle toolbar sono memorizzati nelle preferenze e quindi mantenuti alla chiusura del programma.

Le toolbar disponibili, e relative funzioni contenute, sono:

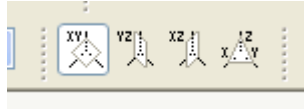
<b>Standard</b>	nuovo documento, apri, salva (cfr. <a href="#">Operazioni sui file</a> ), <a href="#">stampa</a> , passa ad inMod, annulla, ripristina:
-----------------	---



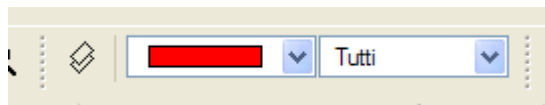
<b>Viste</b>	gestione <a href="#">viste utente</a> , vista precedente, vista successiva, animazione, trasla vista, ruota vista, zoom vista, zoom panoramico (cfr. <a href="#">Il controllo del punto di vista</a> ):
--------------	---



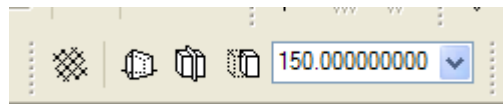
**Piano di lavoro**      [piano di lavoro XY, YZ, XZ, generico](#):



**Layer e colori**      gestione dei [layer](#), [colore di tracciamento](#), [colore di selezione](#):



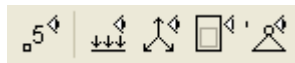
**Sezione**      [griglia](#), [prospettiva](#), [sezione](#), [sezione in proiezione](#) (cfr. [Vista in proiezione e in sezione](#)), [quota piano di sezione](#):



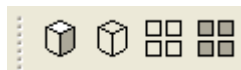
**Analisi**      [analisi statica](#), [analisi dinamica](#), [analisi non lineari](#), [opzioni analisi](#) ([metodi di fattorizzazione](#) e [parametri per l'analisi dinamica](#)):



**Dati**      mostra [numerazione](#), [carichi](#), [forze](#), [momenti](#), [masse](#), [riferimenti locali](#), [lati liberi](#), [vincoli](#):

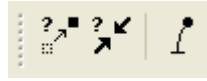


**Rendering**      [modello solido](#), [rimozione linee nascoste](#), [shrink](#), [shrink solido](#) (cfr. [Modalità di rendering](#)):



**Risultati numerici**      [spostamenti](#), [sforzi](#), [periodi propri](#):





**Rappresentazione risultati** [diagramma deformato](#), [forme modali](#), momenti, sforzi di taglio, sforzi assiali (cfr. *Diagrammi degli sforzi*), [isosforzi equivalenti guscio](#), [isospostamenti](#), [grafici](#), modifica scala diagrammi:



**Gestione risultati** [catalogo dei risultati](#), [gruppi di risultati](#), [combinazioni](#):

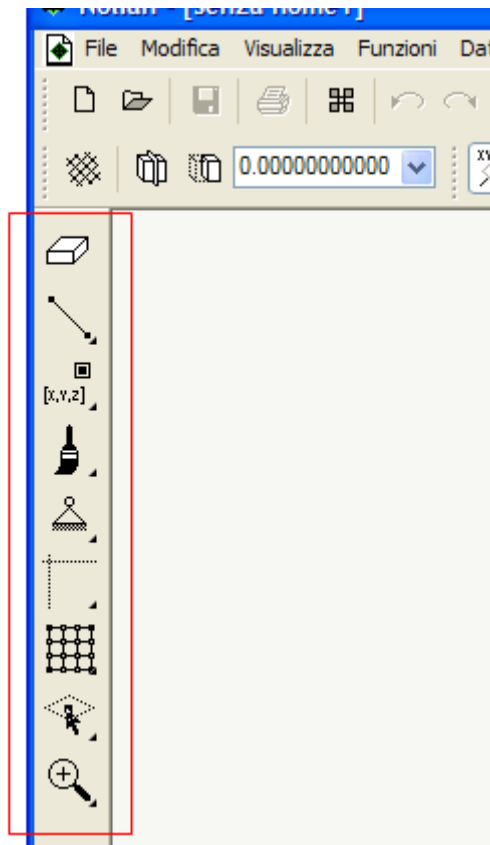


**Fasi** gestione fasi, nuova fase, fase precedente, indice fase corrente, fase successiva (cfr. [Gestione delle fasi](#)):



## La palette

La maggior parte degli strumenti per la modifica del modello sono disponibili su una palette verticale collocata lungo il bordo sinistro della finestra di Nòlian:

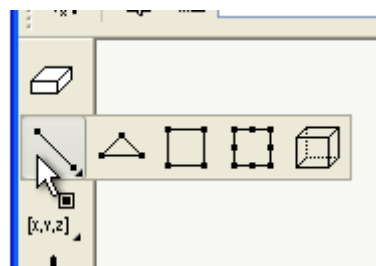


Per attivare uno strumento è sufficiente un clic sinistro del mouse. La funzione attiva è evidenziata come in figura:

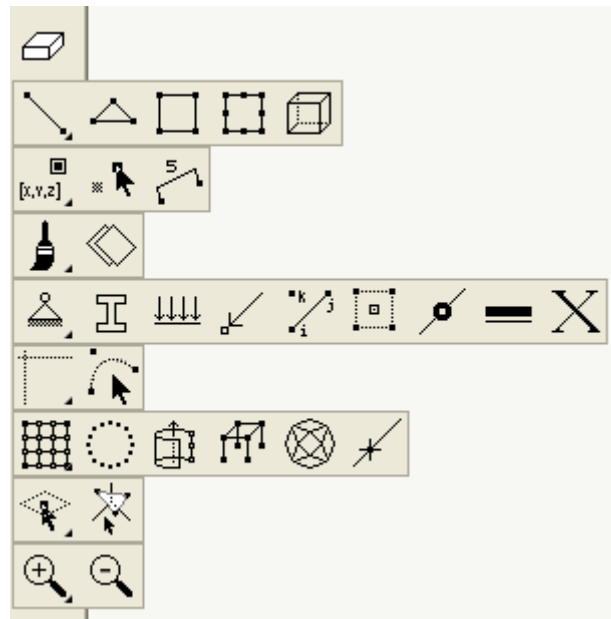


È possibile fare un singolo clic col tasto destro del mouse oppure un doppio clic con il tasto sinistro su un'icona per accedere ad una funzione correlata oppure alla finestra di dialogo corrispondente alle opzioni dello strumento cliccato.

Se in basso a destra dell'icona è presente una piccola freccia, è possibile cliccare col tasto sinistro del mouse e tenerlo premuto per qualche istante per far apparire altri strumenti associati alla stessa posizione della palette. Ad esempio in figura viene mostrato il gruppo di strumenti che appare tenendo premuto il tasto del mouse sulla seconda icona della palette:



Tutti gli strumenti disponibili nella palette sono mostrati nella seguente figura, dove sono raffigurati tutti i gruppi "aperti":



Gli strumenti presenti sono, in ordine dall'alto verso il basso (tra parentesi eventuali funzioni eseguite con un doppio clic sul bottone):

- **Cancella** (cfr. [Eliminare oggetti dal modello](#); doppio clic: *nuovo documento*)
- **Strumenti di tracciamento** (cfr. [Tracciare gli elementi](#))
  - *Traccia nodo o elemento 2 nodi*
  - *Traccia elemento 3 nodi*
  - *Traccia elemento 4 nodi*
  - *Traccia elemento 8 nodi*
  - *Traccia elemento solido* (doppio clic: *opzioni tracciamento brick*)
- **Strumenti di modifica di nodi ed elementi** (cfr. [Modificare i nodi](#) e [Indice e offset degli elementi](#); doppio clic: *crea nodo da coordinate*)
  - *Coordinate nodo*
  - *Sposta nodo*
  - *Indice e offset elemento*
- **Assegnazione colore e layer**
  - *Assegna colore* (doppio clic: *dialogo colori*)
  - *Assegna layer* (doppio clic: *gestione layer*)
- **Assegnazione dati**
  - *Assegna vincoli* (doppio clic: *opzioni analisi*)
  - *Assegna caratteristiche elementi* (doppio clic: *opzioni analisi*)
  - *Assegna carichi elementi* (doppio clic: *dialogo condizioni di carico*)

- *Assegna forze nodali* (doppio clic: *dialogo condizioni di carico*)
- *Assegna nodo k*
- *Assegna Master-Slave* (doppio clic: *dialogo constraint*)
- *Assegna masse nodali* (doppio clic: *opzioni analisi dinamica*)
- *Assegna masse elementi* (doppio clic: *opzioni analisi dinamica*)
- **Linee di costruzione** (cfr. [Le linee di costruzione](#))
  - *Traccia linee costruzione* (doppio clic: *crea linea da coordinate*)
  - *Traccia arco di costruzione* (doppio clic: *crea arco da coordinate*)
  - *Traccia curva Bézier di costruzione* (doppio clic: *crea bézier da coordinate*)
  - *Traccia poligono di costruzione* (doppio clic: *crea poligono da coordinate*)
  - *Modifica linee costruzione* (doppio clic: *opzioni linee di costruzione*)
  - *Modifica numerica oggetti di costruzione* (doppio clic: *opzioni oggetti di costruzione*)
- **Autogenerazioni**
  - *Genera elementi in un quadrilatero* (doppio clic: *opzioni generazione in un quadrilatero*)
  - *Genera elementi lungo un segmento o un arco* (doppio clic: *opzioni generazione lungo una linea*)
  - *Genera elementi per estrusione* (doppio clic: *opzioni*)
  - *Genera telai*
  - *Genera mesh* (doppio clic: *opzioni generazione mesh*)
  - *Suddividi elementi* (doppio clic: *opzioni suddivisione*)
- **Operazioni sui piani di lavoro**
  - *Seleziona quota piano di lavoro* (doppio clic: *dialogo quota di lavoro*)
  - *Definisci piano di lavoro generico* (doppio clic: *opzioni scelta piano generico*)
- **Operazioni di zoom** (cfr. [Il controllo del punto di vista](#); doppio clic: *zoom panoramico*)
  - *Zoom-in*
  - *Zoom-out*

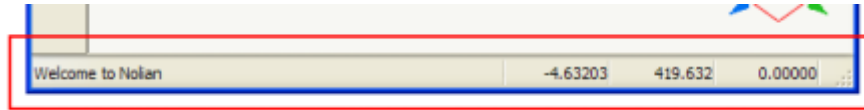
Attraverso le icone delle assegnazioni dei dati è possibile accedere velocemente alle funzioni di [evidenziamento](#). È sufficiente selezionare lo strumento voluto tenendo premuto il tasto *shift*. Ad es. premendo il tasto *shift* e selezionando lo strumento di assegnazione dei vincoli, si apre il dialogo di evidenziamento dei vincoli.

Passando col mouse su un'icona della palette appare la descrizione del relativo comando in un tooltip. Durante la selezione di uno strumento in un gruppo, la descrizione dello strumento su cui si trova il mouse appare nella barra di stato della finestra di Nòlian.

Gli strumenti presenti sulla palette possono essere tutti attivati attraverso tasti di scelta rapida. I tasti possono essere configurati dall'apposita sezione delle preferenze di Nòlian (cfr. [Tasti di scelta rapida](#)).

## La barra di stato

Nella parte inferiore della finestra dell'applicazione è localizzata una barra di stato:



La parte sinistra riporta informazioni sullo strumento in uso oppure mostra il progresso di un'operazione in corso.

La parte destra include tre campi con le coordinate attuali del mouse sul modello. Se il punto di vista non è favorevole al piano di lavoro corrente le coordinate non sono disponibili e vengono sostituite da trattini.

## Il colore di sfondo

Il colore di sfondo della finestra può essere scelto accedendo alla voce di menu **Visualizza > Colore di sfondo...**

Per la migliore visibilità della mesh, qualora il colore assegnato alla mesh sia troppo simile a quello dello sfondo, la mesh viene disegnata nel colore complementare: se, ad esempio, si attiva uno sfondo di colore nero, una mesh nera apparirà in colore bianco. Questa modifica è solo temporanea e non altera il valore del colore assegnato agli elementi (ed impiegato ad esempio nella selezione filtrata per colore).

## I menu contestuali

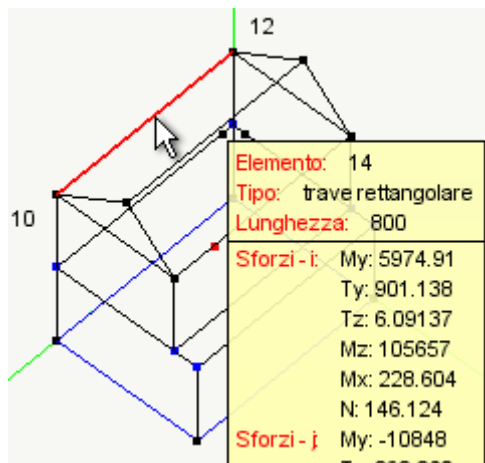
Cliccando col tasto destro del mouse su un nodo o su un elemento nella finestra del documento, viene mostrato un menu contestuale che consente di accedere ad alcune funzioni di [assegnazione](#) e di [lettura dei risultati](#) relative all'elemento od al nodo selezionato.

Il menu contestuale relativo ad un nodo è mostrato in figura:

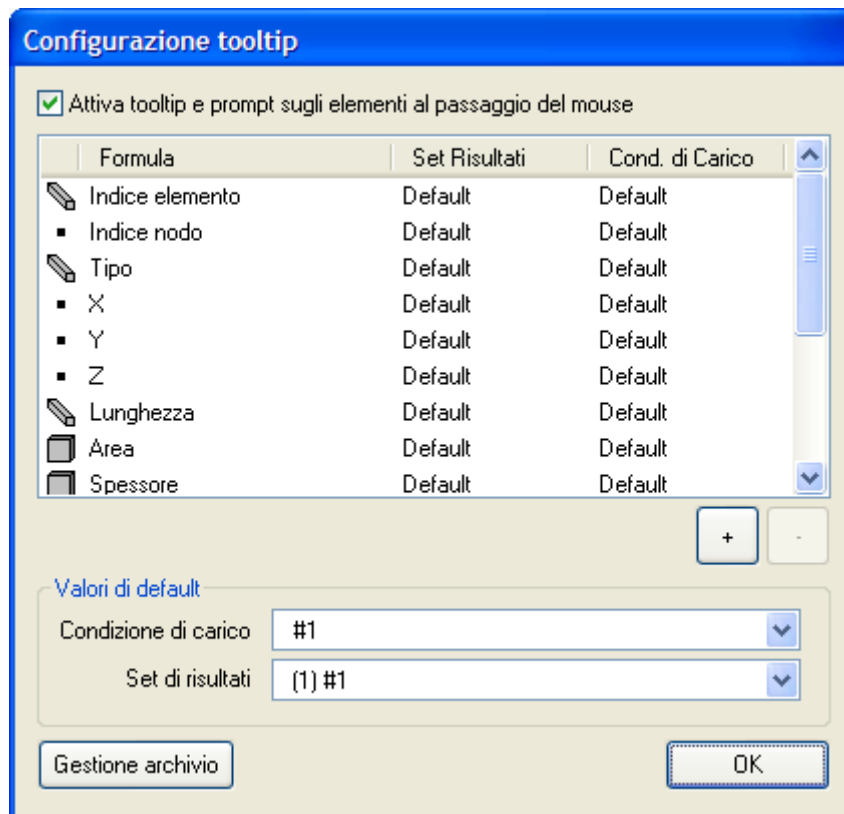


## I tooltip

Al passaggio del mouse su un nodo o su un elemento, l'oggetto viene evidenziato e appare un tooltip che mostra alcune informazioni personalizzabili:



Per controllare i campi stampati nei tooltip o per disattivare i tooltip, scegliere la voce di menu **Dati > Mostra > Tooltip...**. Viene mostrato il dialogo in figura:



Per controllare la visibilità dei tooltip, attivare o disattivare la casella in alto **Attiva tooltip e prompt**.

La condizione di carico e il set di risultati a cui si riferiscono, per default, i tooltip vanno indicati negli opportuni campi in fondo al dialogo, scegliendo tra quelli disponibili per il modello corrente.

La lista al centro del dialogo elenca, in ordine, tutte le voci da mostrare nei tooltip. Il tipo di oggetto a cui si riferisce una voce è indicato dall'icona nella prima colonna della lista.

Per cambiare l'ordine delle voci, selezionare la riga corrispondente e trascinarla col mouse nella posizione desiderata.

Per eliminare una voce, selezionare la riga corrispondente e premere il tasto *meno* posizionato in fondo alla lista.

Per aggiungere una voce, premere il tasto *più* posizionato in fondo alla lista.

Per scegliere una delle voci presenti nell'archivio predefinito, selezionare una voce e scegliere nel menu a tendina che appare cliccando sulla colonna **Formula** il nome della formula desiderata.

### Modifica della formula di una voce del tooltip

Per modificare la formula o i set di risultati utilizzati da una voce, selezionare la riga della lista corrispondente e effettuare un doppio clic del mouse. Viene aperto il seguente dialogo:

Nome

Etichetta  Tipo oggetti

Codice della formula

```
if e.idx<=0 then return'(indice non assegnato)' end  
return e.idx
```

Condizione di carico

Set di risultati

Nel campo **Nome** va specificato l'identificatore della formula che appare nella lista delle voci da mostrare o nell'archivio.

Nel campo **Etichetta** va specificata l'etichetta che appare nel tooltip in corrispondenza della voce, per identificare il valore calcolato dalla formula.

Il campo **Tipo oggetti** permette di specificare per quali tipi di oggetti la voce sarà mostrata nel tooltip: per i nodi, per tutti i tipi di elementi, solo per elementi monodimensionali, bidimensionali o solidi.

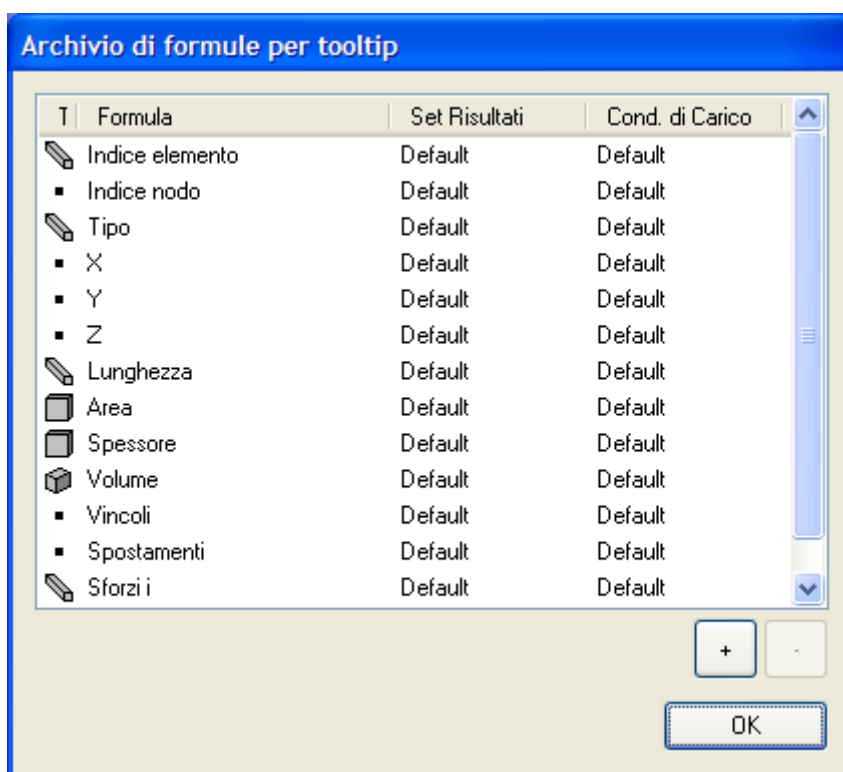
Nel campo centrale del dialogo va specificato il codice che restituisce il valore da stampare nel tooltip. Cfr. [Linguaggio di definizione dei tooltip](#).

Nei campi in basso è possibile specificare una condizione di carico o un set di risultati utilizzati dalla formula se diversi da quelli predefiniti per i tooltip (indicati nel dialogo principale dei tooltip).

Per memorizzare la formula corrente nell'archivio, premere il tasto **Salva in archivio**.

### Archivio delle formule

Per visualizzare e modificare l'archivio delle formule, memorizzato nelle preferenze del programma, scegliere, nel dialogo principale dei tooltip, il tasto **Gestione archivio**. Viene aperto il dialogo in figura:



Il funzionamento della lista è simile a quella del dialogo principale: in particolare per modificare una formula dell'archivio è sufficiente eseguire un doppio clic sulla riga corrispondente.

Per modificare il nome di una formula, selezionare la riga corrispondente nella lista e cliccare sulla colonna del nome.

### Linguaggio di definizione dei tooltip

Le formule dei **tooltip** vanno scritte secondo la stessa sintassi dello scripting interno, in modo simile a quelle della [rappresentazione secondo formula definibile](#). Per una descrizione dettagliata di tale sintassi si rimanda al manuale specifico dello scripting interno.

Ogni formula è composta da un blocco di codice che termina con un'istruzione di tipo:

```
return v
```

dove *v* è un valore di testo o numerico da stampare nel tooltip.

Per facilitare l'inserimento delle formule è possibile utilizzare, oltre a tutte le funzioni definite dallo scripting interno, due "oggetti" speciali, uno per ogni blocco: **n**, nel blocco dei nodi, è un oggetto relativo al nodo evidenziato; **e**, nel blocco degli elementi, è un oggetto relativo all'elemento evidenziato.

Questi due oggetti offrono una serie di "proprietà" che possono essere lette per calcolare il valore da mostrare nel tooltip.

L'oggetto **n**, utilizzato nel blocco dei nodi come riferimento al nodo corrente, definisce le seguenti proprietà:

**n.idx**                                      indice del nodo

**n.x, n.y, n.z**                            posizione del nodo nel sistema di riferimento globale



<b>n.loc_x, n.loc_y, n.loc_z</b>	posizione del nodo nel sistema di riferimento del <a href="#">piano di lavoro</a> corrente
<b>n.color</b>	indice nella palette del colore assegnato nella rappresentazione al nodo
<b>n.tx, n.ty, n.tz, n.rx, n.ry, n.rz</b>	spostamento del nodo calcolato per il blocco di risultati corrente
<b>n.rtx, n.rty, n.rtz, n.rrx, n.rry, n.rrz</b>	vincoli assegnati al nodo, come valori booleani <b>true</b> / <b>false</b>
<b>n.fx, n.fy, n.fz, n.mx, n.my, n.mz</b>	forze e momenti concentrati assegnati al nodo relativi alla condizione di carico corrente
<b>n.msx, n.msy, n.msx, n.mrx, n.mry, n.mrz</b>	masse concentrate assegnate al nodo
<b>n.master</b>	indice del nodo Master (0 se il nodo non fa parte di un sistema Master–Slave)

L'oggetto **e**, utilizzato nel blocco degli elementi come riferimento all'elemento corrente, definisce le seguenti proprietà:

<b>e.idx</b>	indice dell'elemento
<b>e.color</b>	indice nella palette del colore assegnato nella rappresentazione all'elemento
<b>e.nodes</b>	array ordinato degli indici dei nodi che formano l'elemento
<b>e.typecode</b>	codice del tipo dell'elemento, uno tra i valori restituiti da <b>_e.type( i )</b> (cfr. manuale scripting interno)
<b>e.typename</b>	descrizione testuale del tipo dell'elemento (es. "asta", "brick"...)
<b>e.data</b>	dati dell'elemento, una tabella che segue lo stesso formato di <b>_e.type( i )</b> (cfr. manuale scripting interno)
<b>e.length</b>	lunghezza degli elementi monodimensionali; per elementi non monodimensionali è pari a <b>nil</b>
<b>e.area</b>	area degli elementi bidimensionali; per elementi non bidimensionali è pari a <b>nil</b>
<b>e.volume</b>	volume degli elementi solidi; per elementi non solidi è pari a <b>nil</b>
<b>e.load</b>	carichi assegnati all'elemento per la condizione corrente, una tabella che raggruppa tutti i valori restituiti da <b>_e.load( i, lc, t )</b> (cfr. manuale scripting interno); il sistema locale del carico trapezoidale ha chiave <b>tpz_system</b> anziché <b>system</b> per risolvere l'ambiguità rispetto a quello del carico uniforme
<b>e.mass</b>	massa assegnata all'elemento, una tabella che segue lo stesso formato di <b>_e.mass( i )</b> (cfr. manuale scripting interno)
<b>e.xdir,</b>	tre tabelle {x,y,z} che indicano le direzioni degli assi del sistema di riferimento locale dell'elemento

**e.ydir,**  
**e.zdir**

**e.stress** array di sforzi dell'elemento calcolati per il blocco di risultati corrente, ogni elemento dell'array è una tabella il cui formato è lo stesso di **\_r.stress( i )** (cfr. manuale scripting interno)

**e.disp** array ordinato degli spostamenti dei nodi dell'elemento calcolati per il blocco di risultati corrente, ogni elemento dell'array è una tabella {tx, ty, tz, rx, ry, rz}

## Esempi di formule per i tooltip

Un esempio molto semplice, compreso tra le formule predefinite, per stampare nel tooltip la coordinata X globale di un nodo:

```
return n.x
```

Per stampare nel tooltip la magnitudine dello spostamento di un nodo secondo il set di risultati corrente:

```
return (n.tx^2 + n.ty^2 + n.tz^2)^0.5
```

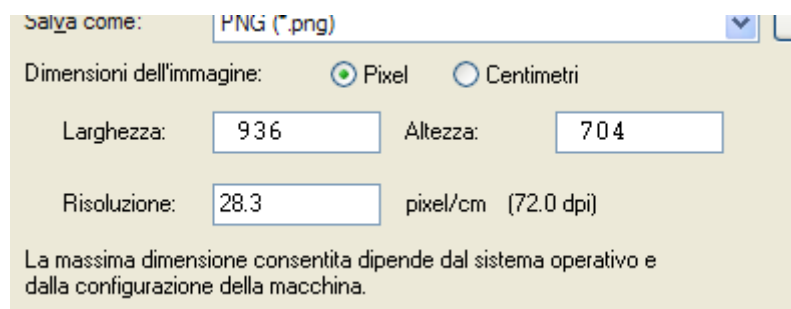
Per stampare valori su più linee per un solo tooltip, è sufficiente inserire nella stringa di testo restituita dei caratteri di accap **'\n'**. Ad esempio per stampare gli indici dei due estremi degli elementi monodimensionali (cfr. la formula predefinita per stampare gli sforzi o gli spostamenti per un esempio più complesso):

```
return 'i: ' .. e.nodes[1] .. '\n' ..  
      'j: ' .. e.nodes[2]
```

## Salvataggio e stampa della schermata

La rappresentazione del modello mostrata nella [finestra principale](#) può essere memorizzata in ogni momento come file immagine su disco oppure inviata alla stampante.

Per memorizzare l'immagine su disco, selezionare la voce di menu **File > Salva schermo....** Apparirà un dialogo di salvataggio di file con in fondo il pannello di opzioni mostrato in figura:



Nel dialogo va specificato il formato dell'immagine da generare (BMP, JPEG o PNG), la dimensione dell'immagine e la risoluzione.

La dimensione dell'immagine da salvare può essere espressa in punti dello schermo o in centimetri (più adatta per la

successiva stampa). L'impostazione predefinita è quella di creare un'immagine grande quanto la finestra a schermo. Se si specifica una dimensione diversa, la rappresentazione viene rigenerata alla dimensione voluta, quindi senza perdita di definizione. La massima dimensione impostabile dipende dal sistema operativo utilizzato e dalla quantità di memoria centrale disponibile sul computer.

La stampa diretta dell'immagine a schermo si ottiene dalla voce di menu **File > Stampa schermo...**. Selezionandola appare direttamente il dialogo da cui avviare la stampa.

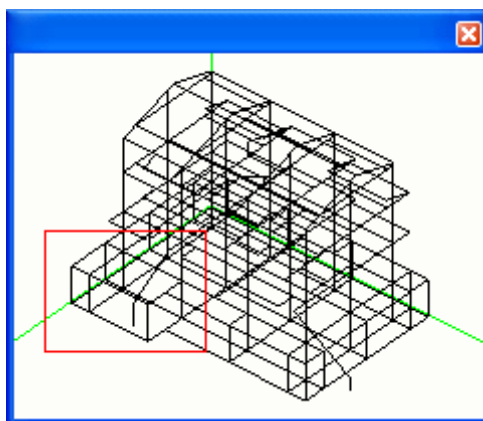
Per copiare una porzione dell'immagine a schermo sugli appunti di Windows, scegliere la voce di menu **Modifica > Copia immagine** (tasto di scelta rapida **Ctrl+D**) e effettuare la selezione a rettangolo nella finestra del documento. Effettuata quest'operazione, l'immagine potrà essere facilmente importata in un programma esterno, ad esempio un editor di immagini o un word-processor, o in EasyQuill, attraverso il classico *Incolla*.

## Il navigatore

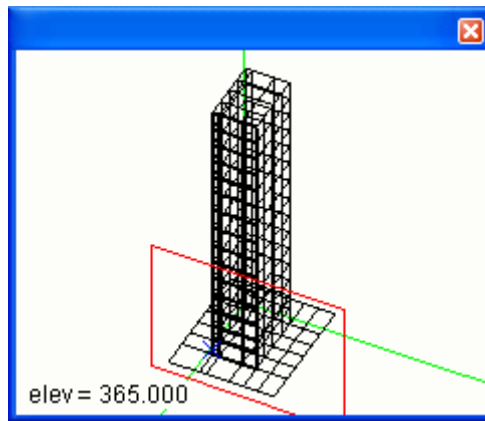
Il navigatore è una funzionalità che consente la visualizzazione di alcuni risultati, tra i quali gli "stati critici" potendo appunto "navigare" tra i risultati di più analisi, generalmente ottenute in una sequenza temporale. Il navigatore si attiva dal dialogo delle Rappresentazioni dei risultati.

Il navigatore è una finestra separata da quella dell'applicazione, sempre in primo piano, tramite la quale è possibile controllare la visualizzazione del modello nella [finestra principale](#).

Il navigatore mostra sempre una rappresentazione tridimensionale dell'intero modello, con cui è possibile interagire con il mouse per modificare la vista nella finestra principale, sempre identificata nel navigatore da un riquadro rosso:



Se la vista nella finestra principale è in sezione e il piano di lavoro è perpendicolare ad uno degli assi coordinati del sistema di riferimento globale, nel navigatore viene mostrata anche la quota del piano e una X blu nel punto di intersezione tra il piano e l'asse coordinato ad esso ortogonale. Inoltre gli elementi sul piano di lavoro sono evidenziati:



Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse e spostando il cursore, è possibile muovere il riquadro che rappresenta l'area visibile nella finestra principale, sia che la visualizzazione sia tridimensionale, sia che essa sia in sezione.

Tenendo premuto il tasto destro del mouse e spostando il cursore, si agisce sugli angoli di rotazione della vista: un movimento lungo l'asse orizzontale dello schermo ruota la vista intorno all'asse verticale, e viceversa. Se la finestra principale sta mostrando una vista in sezione, la rotazione non influenza la vista della finestra principale, ma solo quella della finestra di posizione. Il **centro di rotazione** coincide con quello della finestra principale: quello predefinito è l'origine degli assi; in caso contrario esso viene mostrato come un nodo rosso sulla finestra del navigatore.

Agendo sulla rotella del mouse si aumenta o si diminuisce la dimensione dell'area visibile nella finestra principale, ottenendo una riduzione o un aumento, rispettivamente, del fattore di zoom.

Con un doppio clic del tasto sinistro del mouse si effettua l'operazione di zoom panoramico, ovvero i parametri di visualizzazione vengono cambiati affinché l'intero modello sia visibile, senza però modificare gli angoli di rotazione della vista.

Nei recenti mouse, con cinque o più pulsanti, è possibile utilizzare il quarto ed il quinto bottone per tornare indietro o andare avanti nelle viste utilizzate: se ad esempio si sta osservando un particolare e si effettua l'operazione di zoom panoramico, è possibile tornare ad osservare il particolare, e quindi tornare nuovamente alla vista panoramica.

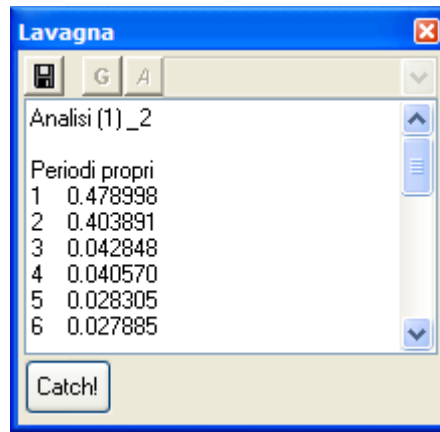
Con un singolo clic del tasto destro del mouse, senza alcun trascinamento, appare un menu a tendina in cui sono presenti le seguenti voci:

- **Vista precedente** e **Vista successiva**, per navigare tra le viste già utilizzate;
- Sei impostazioni predefinite di visualizzazione;
- **Mostra quota** che abilita o meno la presentazione della quota del piano di lavoro quando si è in sezione;
- **Colore di sfondo...** che permette la scelta del colore di sfondo della finestra di posizione.

Alcune caratteristiche della finestra di posizione vengono salvate nelle preferenze del programma e recuperate al nuovo avvio: la posizione e la dimensione della finestra; il colore di sfondo; l'opzione per la stampa della quota in sezione; la presenza o meno della finestra alla chiusura del programma.

## La lavagna

La lavagna è un dialogo che permette di acquisire e quindi gestire come semplice testo il contenuto di alcuni dialoghi: ad esempio dal dialogo dei [periodi propri](#) vengono acquisiti i valori di tutti i periodi calcolati e delle rispettive masse relative dell'analisi attiva.



Ad ogni acquisizione il nuovo testo viene aggiunto in fondo a quello già presente. Il contenuto della lavagna può essere modificato e salvato come file di testo.

La lavagna consente quindi di ottenere una rapida registrazione dei dati che si desiderano. Il testo può essere ad esempio utilizzato per confrontare rapidamente diverse ipotesi progettuali o, estremizzando, per formare una piccola relazione di calcolo altamente personalizzata.

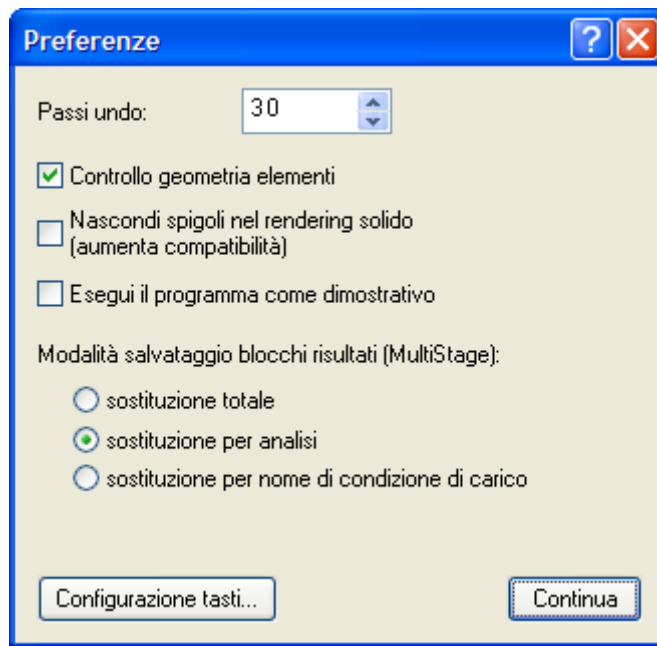
Per utilizzare la lavagna, essa dev'essere aperta prima del dialogo da cui acquisire i dati. Per mostrare la lavagna, scegliere la voce di menu **Visualizza > Lavagna** (tasto di scelta rapida **Ctrl+B**).

Il dialogo della lavagna non interferisce nella normale interazione con la finestra principale o con gli altri dialoghi del programma. Può essere spostato o ridimensionato in ogni momento.

Per acquisire i dati da un dialogo, premere il bottone **Catch!** e spostare il cursore del mouse su un dialogo aperto. Se il dialogo su cui si trova il cursore è in grado di inviare dati alla lavagna, nella parte inferiore del dialogo della lavagna appare la descrizione del tipo di dati che verrebbero trasferiti. Per eseguire il trasferimento, cliccare col tasto sinistro del mouse sul dialogo. Per annullare il trasferimento, cliccare fuori dai dialoghi.

## Preferenze

Per accedere alle preferenze del programma, scegliere la voce di menu **Modifica > Preferenze....** Viene aperto il seguente dialogo:



Le opzioni disponibili sono:

- il numero di passi di *undo* da memorizzare: più alto è il numero indicato, più operazioni di modifica sul modello consecutive potranno essere annullate ma maggiore sarà anche l'occupazione in memoria;
- se il [controllo sulla forma degli elementi](#) deve essere attivo o meno durante la generazione e la modifica degli elementi;
- se il rendering di tipo solido deve mostrare o meno gli spigoli degli elementi: disattivare il disegno degli spigoli può aumentare la compatibilità del programma con alcune schede grafiche;
- se eseguire il programma come dimostrativo: in questo modo è possibile valutare tutte le opzioni e i moduli del programma anche senza averne la licenza, seppur nei limiti della [versione FreeLite](#);
- la modalità di salvataggio dei blocchi di risultati (cfr. [Funzioni MultiStage](#)).

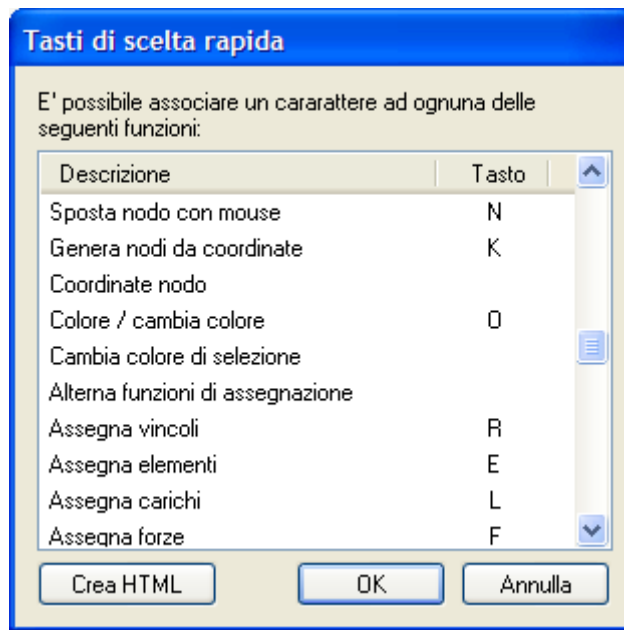
Per accedere alla configurazione dei [tasti di scelta rapida](#), premere il pulsante **Configurazione tasti...**

## Tasti di scelta rapida

Tutti gli strumenti della palette e altre funzionalità del programma possono essere attivati anche dalla tastiera, con la pressione di **tasti di scelta rapida**.

I tasti di scelta rapida delle voci di menu sono fissi e sono indicati all'interno del menu stesso, accanto alle rispettive voci.

I tasti di scelta rapida degli strumenti della palette e delle altre funzionalità sono configurabili scegliendo il bottone **Configurazione tasti...** nelle [preferenze](#) del programma. Viene aperto il seguente dialogo:



Per modificare il tasto associato ad una funzione, selezionare la riga della funzione nella lista e quindi cliccare sulla colonna del tasto associato, inserire il singolo carattere e premere **Invio**.

Dal dialogo è anche possibile creare un file HTML che elenchi tutti i tasti di scelta rapida definiti, in modo che la lista possa essere stampata.

I tasti predefiniti sono:

Tasto	Funzione
Q	Gomma
T	Funzioni di tracciamento
K	Dialogo generazione nodi da coordinate
N	Spostamento grafico nodo
O	Assegnazione del colore
Y	Dialogo dei layer
V	Dialogo delle viste
S	Attiva / disattiva vista in sezione
C	Attiva / disattiva sezione in proiezione

-	Passa al piano di lavoro inferiore
+	Passa al piano di lavoro superiore
P	Cambia piano di lavoro XY / YZ / XZ / generico
R	Assegnazione dei vincoli
E	Assegnazione delle caratteristiche agli elementi
L	Assegnazione dei carichi
F	Assegnazione delle forze
M	Assegnazione delle masse ai nodi / agli elementi
G	Attiva / disattiva griglia
B	Attiva o cambia il tipo di snap
Spazio	Cambia funzione di trasformazione
Z	Zoom in a finestra / su punto
X	Zoom out a finestra / su punto
A	Zoom panoramico

## Il configuratore

Il Configuratore è un sistema per assegnare a i parametri di processo ed è configurato come un “wizard” e cioè come un insieme di dialoghi concatenati che consentono di effettuare ordinatamente e in sequenza tutte le operazioni necessarie. Ad esso si può accedere dal menu Modifica->Configurazione generale. Tutte le operazioni possibili sul configuratore possono però essere eseguite o modificate nei singoli ambienti.

Le modifiche fatte nei singoli ambienti NON vengono riportate nel configuratore.

Se gli ambienti non sono disponibili, il Configuratore non ne dà avviso ma le funzioni relative non verranno ovviamente eseguite.

I dati da inserire sono sostanzialmente di tre tipi:

- i dati informativi impiegati dalla relazione tecnica e sui cartigli
- i dati relativi alle modalità di produzione delle relazioni e degli elaborati (formato, stili etc.)



- i dati necessari al progetto vero e proprio.

I primi due sono di natura molto intuitiva, gli ultimi riguardano essenzialmente la determinazione dei dati di rischio sismico per l'analisi dinamica e le modalità di progetto delle armature. P

I dialoghi del wizard sono i seguenti:

[Dati del progettista](#)

[Dati del progetto](#)

[Dati struttura](#)

[Progetto armature](#)

[Esecutivi armature](#)

[Esecutivi carpenterie](#)

## Dati del progettista

**Configuratore**

**Dati progettista**  
Inserire i dati relativi al progettista.

Denominazione studio	<input type="text" value="Softing srl"/>	\$\$studio
Progettista	<input type="text" value="Softing srl"/>	\$\$progettista
Indirizzo	<input type="text" value="Via Reggio Calabria, 6 - 00161 Roma"/>	\$\$indirizzo
Telefono fisso	<input type="text" value="06 44290900"/>	
Telefono cellulare	<input type="text" value="000 0000000"/>	
E-mail	<input type="text" value="softing@softing.it"/>	

I nomi preceduti da \$\$ sono i nomi delle variabili da impiegare eventualmente nel cartiglio

Factory...    Carica default...    Salva default...

Avanti >    Annulla

Questi dati, di significato intuitivo, sono impiegati nella relazione tecnica per le intestazioni e nel cartiglio.

Il cartiglio può riportare dei nomi predefiniti di variabili che sono nomi preceduti da un doppio segno \$. Queste variabili saranno sostituite nel cartiglio dal valore assegnato nel dialogo.  
In questo wizard, le variabili gestite dal cartiglio, con i loro relativi nomi, sono riportati affianco al campo di assegnazione. Quindi se, a esempio, nel cartiglio riporteremo la dicitura:

In tutti i dialoghi del configuratore troveremo i bottoni: Factory  
Carica default  
Salva Default

Il bottone **Factory** consente di ripristinare i valori di assegnazione a quelli con i quali è stato rilasciato il programma.

I bottoni **Carica default** e **Salva default** consentono di salvare come preferenze "personali" quelle impostate e ricaricarle all'occorrenza.

Se, a esempio si legge un file, nel dialogo appariranno ovviamente le assegnazioni relative a quel file. Se però si vogliono usare delle proprie impostazioni standard diverse da quelle, è sufficiente il comando "Carica default" perché le personali impostazioni di default vengano assegnate. Analogamente, quando si ha una impostazione che si ritiene di proprio uso di default, si attivi "Salva default" per conservarla e ripristinarla all'occorrenza.

## Dati del progetto

**Configuratore**

**Dati progetto**  
Inserire i dati relativi al progetto.

**Localizzazione**

Comune: Roma \$\$comune

Regione: Lazio Cerca coordinate

Provincia: Roma

Sito: \$\$sito

Zona sismica: 1      Latitudine: 41.907000      Longitudine: 12.483000 Modifica DB località...

Altitudine: 0.0000      Distanza dalla costa: 0.0000 V

**Denominazioni**

Nome progetto: Quilian \$\$progetto

Committente: Softing srl \$\$committente

Descrizione: Struttura intelaiata in conglomerato cementizio armato per edificio destinato a civile abitazione.  
Pianta regolare. Fondazioni superficiali realizzate con travi rovesce.

Factory...      Carica default...      Salva default...

< Indietro      Avanti >      Annulla

In questo dialogo le informazioni sono in parte necessarie agli elaborati di documentazione.

Però i dati della posizione geografica, zona sismica, altitudine e distanza dalla costa, sono necessari al calcolo dei parametri c

normativa e quindi vanno assegnati.

Assegnando il comune e premendo "Cerca coordinate" la gran parte di questi dati viene automaticamente letto in un data base di località.

Tale data base, fornito con il programma, è in formato testo e può anche essere modificato o ampliato dall'utilizzatore. Il bottone "Modifica DB" località consente di localizzare il database dei comuni se lo si vuole cambiare.

In questo dialogo si può assegnare una descrizione della struttura che avverrà portata nella relazione.

## Dati struttura

**Configuratore**

**Dati struttura**

Inserire i dati relativi alla struttura.

Unità di misura  
Lunghezza  Forza

Classe d'uso  Materiale

Classe duttilità  Tipologia

Categoria suolo  Regolarità altezza  Vita nominale

Categoria topografica  Regolarità pianta  Numero periodi

% quota pendio (0-1)  Normativa applicata

Generazione spettri

Non modificare gli spettri assegnati

Calcola (q) automaticamente

Fattore di comportamento (q)

Usa spettri elastici per SLV

Kw

Spettro	q	Accelerazione
SLDh	1.00	52.360
SLVh	5.85	112.709

Verifiche (Modalità Quilian)

Effetti del secondo ordine      Rotazione max SLD

Verifica automatica di regolarità

Assegna

Tamponamenti collegati rigidamente

Tamponamenti non collegati rigidamente

Questo dialogo è dedicato alla formazione degli spettri di risposta secondo DM 14 aprile 2018. I dati da assegnare sono autoesplicativi. Si precisa che il valore del fattore di comportamento q può essere assegnato con il valore voluto, ma scegliendo il tipo di Duttilità (alta, bassa oppure non-duttile) e la tipologia strutturale viene calcolato in automatico nella ipotesi di fattore di amplificazione topografica pari a 1.0. In questo dialogo è possibile anche assegnare il numero di autovalori da calcolare Verranno generati due spettri di risposta (SLV e SLD) con le relative accelerazioni nelle direzioni X ed ' globali.

Qualora si scelga di impiegare strutture con caratteristiche non dissipative, il fattore q sarà grave; valutato come da DM2011 formula 7.3.2. Se si hanno nella struttura delle pareti in calcestruzzo, è anche necessario assegnare il fattore riduttivo kw. (si veda il punto 7.3.6 del NM2018);

## Costruzione del modello

**Configuratore**

**Costruzione modello**  
Inserire i dati relativi alla costruzione del modello.

**Mesher**

Impostazioni standard Per personalizzare i parametri di generazione del modello di calcolo, premere 'Impostazioni avanzate!'.

**Opzioni modello**

Impalcati rigidi

Torcente di piano

Variazione temperatura  C\*

Queste impostazioni riguardano l'ambiente inMod, se è installato. Dal modello solido deve essere generato un modello di calcolo a elementi finiti. Il "mesher" che si occupa di questo compito può essere guidato da alcuni parametri. Generalmente settaggio standard è sufficiente. Si può decidere se modellare gli impalcati come infinitamente rigidi nel loro piano (con il metodo master-slave) e se si desidera che ai nodi master si assegni il torcente di piano dovuto alla distribuzione accidentale delle masse. Qualora si desideri accedere al completo controllo su tutti i parametri disponibili, premere il bottone Avanzate. In questo caso il checkbox Settaggio standard si disabilita e vengono mantenute le impostazioni assegnate. Per la descrizione delle opzioni avanzate, vedere il manuale di inMod.

## Progetto armature

The image shows a software configuration window titled 'Configuratore' with a sub-header 'Progetto armature'. Below the sub-header is the instruction 'Inserire i dati relativi al progetto delle armature.' and a decorative image of a rebar network. The window is divided into three sections: 'Opzioni di progetto', 'Opzioni di disposizione e denominazione', and 'Opzioni di gestione'. The 'Opzioni di progetto' section includes a checked checkbox for 'Impostazioni standard', a button for 'Impostazioni avanzate...', a dropdown menu for 'Ambiente' set to 'Poco Aggressivo', a text input for 'Massima lunghezza barre' set to '1200.00', and an unchecked checkbox for 'Interruzione preferenziale armature pilastri all'interpiano'. The 'Opzioni di disposizione e denominazione' section has three radio buttons: 'Continuità armature travi alle estremità' (checked), 'Interruzione preferenziale armature pilastri all'interpiano', and 'Interruzione preferenziale armature pilastri ripresa di getto'. The 'Opzioni di gestione' section has a checked checkbox for 'Interrompere in caso di errore'. At the bottom, there are buttons for 'Factory...', 'Carica default...', 'Salva default...', '< Indietro', 'Avanti >', and 'Annulla'.

In questo dialogo sono raccolte tutte le opzioni necessarie a guidare il progetto delle armature dell'ambiente EasyBeam. Si ricorda che le caratteristiche dei materiali e le barre da impiegare, come altre caratteristiche, possono sempre essere modificate e controllate dall'ambiente EasyBeam.

La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2018. Le prescrizioni di tale normativa per progetto in alta o bassa duttilità vengono impostate secondo la classe di duttilità precedentemente selezionata. Vengono quindi automaticamente definiti tutti i parametri a essa legati, quali i massimi e i minimi di armatura.

L'aggressività dell'ambiente definisce i parametri per le verifiche agli stati limite di servizio. La massima lunghezza delle barre (tipicamente 1200 cm) consente la interruzione delle barre che superino la lunghezza assegnata.

L'opzione "Continuità armatura travi agli estremi" impone la continuità delle barre alle estremità, tipicamente in corrispondenza dei pilastri, se tale opzione è disattivata, ogni campata presenterà le barre compresse interrotte in corrispondenza dei pilastri.

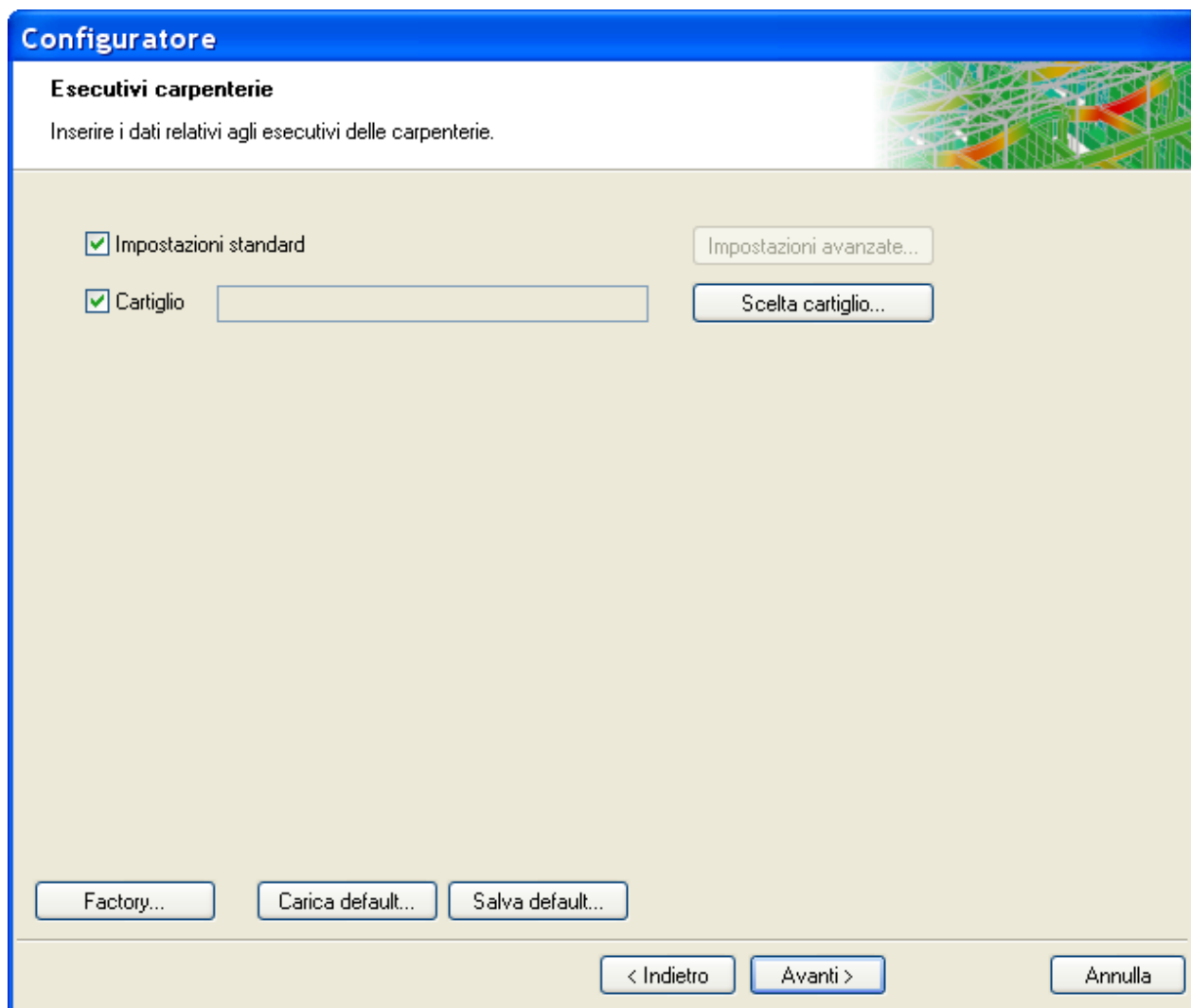
L'opzione "Interruzione preferenziale armatura pilastri all'interpiano" consente di avere una armatura dei pilastri disposta in modo che l'interruzione delle armature non avvenga alla ripresa di getto del solaio, ma nella mezzeria del pilastro dove tipicamente il momento dovuto all'azione sismica è minimo. Diversamente avviene attivando l'opzione di interruzione alla ripresa di getto.

## Esecutivi armature

The image shows a software configuration window titled 'Configuratore' with a sub-header 'Esecutivi armature'. Below the sub-header is the instruction 'Inserire i dati relativi agli esecutivi delle armature.' and a decorative graphic of a network. The window is divided into two main sections: 'Formato foglio' and 'Dati cartiglio'. The 'Formato foglio' section contains radio buttons for 'Impostazioni standard', 'Cartiglio' (checked), 'Libretto A4 completo (consigliata)', and 'Foglio A0'. It also includes buttons for 'Impostazioni avanzate...' and 'Scelta cartiglio...', and a checkbox for 'Disegni minimi di test'. The 'Dati cartiglio' section has a note 'Impiegati solo se esiste un cartiglio contenente le variabili indicate' and five text input fields labeled with double-dollar signs: '\$\$architetonico', '\$\$direttore\_lavori', '\$\$impresa', '\$\$var1', and '\$\$var2'. At the bottom, there are buttons for 'Factory...', 'Carica default...', 'Salva default...', '< Indietro', 'Avanti >', and 'Annulla'.

Questo dialogo consente di personalizzare le tavole degli esecutivi delle armature. Qualora sia vistata l'opzione "Assegnazione standard" verrà eseguita una configurazione standard, altrimenti è possibile accedere alle opzioni avanzate per la selezione del formato e della scala dei disegni. Da questo dialogo è possibile scegliere il formato A4 a libretto di lunghezza indefinita con un elemento strutturale (pilastrata o travata) per ogni foglio con keyplan, distinta e cartiglio, se assegnato, oppure il formato A0 con più elementi strutturali per tavola, ordinati per piano e per dimensioni. Se si desidera si inserito un cartiglio, occorre selezionare il file del disegno del cartiglio. L'opzione "Disegni minimi di test" può essere impiegata solo in fase di apprendimento dell'uso del programma riducendo il numero delle tavole formate e quindi i tempi del percorso progettuale. Infine possono essere assegnati i valori delle variabili usate nel cartiglio. Si ricorda che il cartiglio deve essere realizzato come un disegno in formato BIC e può riportare delle variabili che saranno sostituite al momento del disegno; tali variabili sono identificate dal doppio segno \$ che ne deve precedere il nome.

## Esecutivi carpenterie

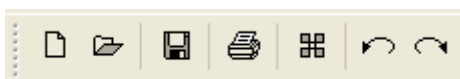


Anche in questo dialogo è possibile attuare una configurazione standard o una personalizzata. La configurazione standard avviene attivando la relativa opzione prima di passare al successivo dialogo. Queste opzioni riguardano la formazione dei disegni esecutivi delle carpenterie di piano. Se si desidera un cartiglio in queste tavole, scegliere il file del cartiglio.

## Operazioni sui file

La definizione della geometria del modello, tutti i dati assegnati a nodi ed elementi, tutti i risultati calcolati dalle analisi sul modello e altri dati ausiliari vengono memorizzati da Nòlian in un unico file su disco che l'utente può facilmente gestire con gli strumenti offerti dal sistema operativo: spostarlo, copiarlo, inviarlo per e-mail...

Le operazioni sui documenti effettuabili dall'interno di Nòlian sono quelle comuni alla maggior parte delle applicazioni in commercio: creazione di un nuovo documento, apertura di un file su disco, salvataggio, apertura di file recenti. Queste operazioni sono tutte accessibili dal menu **File**; alcune sono disponibili anche dalla toolbar **Standard**:



Cfr. anche [Note sull'uso dei file nei post-processor](#).

## Note sull'uso dei file nei post-processor

### Fasi e post-processor

Al contrario di Nòlian, i post-processor lavorano sempre sui dati relativi ad un'unica [fase](#), quella attiva nel momento in cui il documento viene memorizzato in Nòlian: se si desidera effettuare la post-elaborazione su più fasi del modello, è sufficiente creare più copie attivando le diverse fasi e utilizzando la voce di menu **File > Salva come....**

I risultati delle analisi memorizzati nel documento sono invece sempre tutti disponibili nei post-processor, a prescindere dalla fase a cui si riferiscono.

### Dati dei post-processor e congruenza del modello

Come i dati e i risultati prodotti da Nòlian, anche quelli prodotti dai post-processor sono memorizzati nel file al momento del salvataggio e aggiunti a quelli già presenti per la fase attiva.

Se, dopo aver memorizzato dati nei post-processor, il documento viene aperto e modificato in Nòlian, è necessario che il programma controlli se le modifiche apportate rendono non più congruo il modello con i dati dei post-processor: in alcuni casi la congruenza si perde e i dati dei post-processor vengono eliminati dal modello.

In particolare i casi in cui vengono eliminati i dati dei post-processor sono due:

- se viene modificata la geometria o la topologia del modello della fase a cui si riferiscono i dati dei post-processor;
- se in Nòlian si salva il file con attiva una fase diversa da quella a cui si riferiscono i dati dei post-processor (l'indice della fase a cui si riferiscono è mostrato nel dialogo di [gestione delle fasi](#)).

I dati quindi non vengono eliminati, in particolare, semplicemente modificando i dati assegnati a nodi ed elementi: è possibile quindi assegnare nuovi carichi o forze al modello dopo aver già effettuato operazioni di progetto o verifica ed utilizzare i risultati di nuove analisi per nuove verifiche senza eliminare le assegnazioni già effettuate nei post-processor.

È inoltre possibile modificare la geometria o la topologia del modello in una fase diversa da quella a cui si riferiscono i dati memorizzati dai post-processor, purché si attivi la fase corretta prima di memorizzare nuovamente il documento.

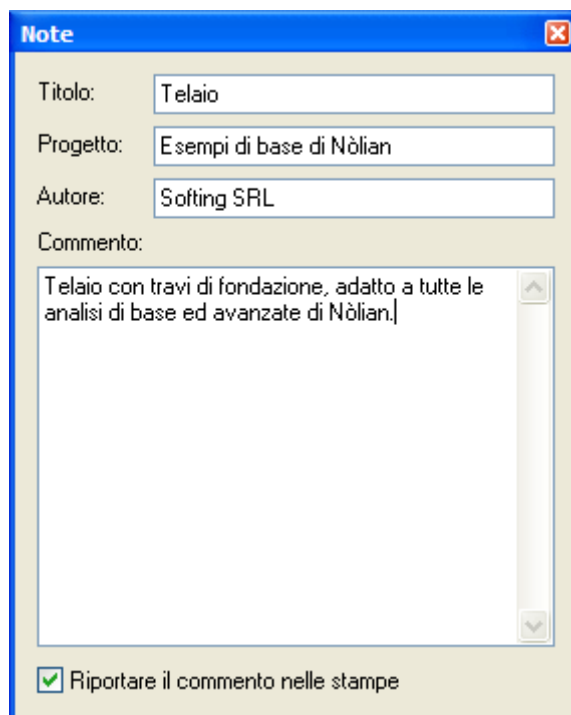
Utilizzando le [funzioni MultiStage](#) è possibile aggiungere nuove condizioni di carico alla stessa fase per cui sono memorizzati dati dei post-processor, eseguire una nuova analisi e ottenere l'aggiunta dei nuovi risultati a quelli vecchi, applicabili direttamente ai risultati già ottenuti nei post-processor.

## Note sul modello

L'utente può associare al modello alcune brevi informazioni di testo che possono essere utilizzate nelle stampe, nei report o come semplici annotazioni ad uso personale e che vengono memorizzate insieme al resto dei dati del modello durante il salvataggio.

Per visualizzare e modificare queste informazioni, scegliere la voce di menu **Dati > Note** (tasto di scelta rapida **Ctrl+I**). Viene mostrato il pannello in figura:





Attivando la casella **Riportare il commento nelle stampe**, il testo immesso nel campo **Commento** viene utilizzato dalle funzioni di [stampa di dati e risultati](#).

## Strumenti di visualizzazione

In Nòlian l'interazione con l'interfaccia grafica e in particolare con la rappresentazione grafica del modello è fondamentale.

Risulta quindi particolarmente importante la comprensione dei parametri di visualizzazione del modello e degli strumenti offerti il loro controllo.

I parametri di visualizzazione e gli strumenti ad essi collegati sono descritti nelle successive sezioni.

## Il controllo del punto di vista

La vista della [finestra principale](#) può essere controllata tramite il mouse o tramite i tasti freccia, interagendo con la finestra stessa o con la finestra del [navigatore](#).

### Le funzioni di trasformazione della vista

Per controllare la vista dalla finestra principale, trascinare il cursore del mouse mentre si tiene premuto il tasto destro oppure utilizzare i tasti freccia.

L'effetto sulla vista del movimento del mouse dipende dalla **funzione di trasformazione** corrente, visibile nella parte centrale della toolbar **Viste**:



Le funzioni di trasformazione disponibili sono tre, nell'ordine:

- Trasla** il punto di vista si muove coerentemente col mouse, rimanendo sul piano dello spazio su cui giace.
- Ruota** il punto di vista ruota intorno all'origine o a un nodo prescelto; un movimento lungo l'asse orizzontale dello schermo genera una rotazione intorno all'asse verticale, e viceversa; la rotazione non è disponibile nelle viste in sezione.
- Zoom** il punto di vista si muove avanti o indietro nello spazio lungo una direzione ortogonale allo schermo, lasciando fisso il punto del clic del mouse iniziale; un movimento del mouse verso l'alto o verso destra sposta il punto di vista in avanti, un movimento verso il basso o verso sinistra lo sposta indietro.

Oltre che attraverso la toolbar, la funzione di trasformazione può essere visualizzata e modificata anche dal menu **Visualizza > Controllo vista**. Inoltre il tasto di scelta rapida *Spazio* permette di passare alla successiva funzione di trasformazione, ciclicamente (il tasto può essere personalizzato dalle preferenze del programma).

Per attivare una diversa funzione di trasformazione in modo temporaneo, può essere tenuto premuto un tasto modificatore durante il trascinamento del mouse: *shift* per la traslazione; *ctrl* per la rotazione; *ctrl+shift* per lo zoom.

### Rotazione della vista intorno ai nodi

Per definire un punto di rotazione della vista diverso dall'origine, attivare la voce di menu **Visualizza > Controllo vista > Rotazione sui nodi**. Quando la funzione è attiva e il trascinamento del mouse per la rotazione inizia su un nodo, esso viene assunto come centro di rotazione fino a quando non ne viene selezionato un altro. Per ripristinare la rotazione della vista intorno all'origine, selezionare la voce di menu **Visualizza > Controllo vista > Ripristina rotazione sull'origine**.

### Strumenti per lo zoom nella palette

Il fattore di zoom della vista può essere anche modificato attraverso gli strumenti di zoom presenti nella palette, zoom-in e zoom-out:



Con lo strumento di **Zoom-in** attivo, un clic sinistro del mouse sposta il punto di vista in avanti, nella direzione del cursore. Un clic con trascinamento invece permette di definire il rettangolo della vista che si vuole ingrandire in modo che occupi tutta la finestra.

Con lo strumento di **Zoom-out** attivo, un clic sinistro del mouse sposta il punto di vista indietro, nella direzione del cursore. Un clic con trascinamento invece permette di definire il rettangolo della finestra in cui si vuole che finisca la vista attualmente visualizzata.

### Ulteriori funzioni sul mouse per il controllo della vista

Il movimento avanti o indietro del punto di vista può essere effettuato anche con **la rotella del mouse**, ruotandola rispettivamente verso l'alto e verso il basso. Durante il movimento, il punto rimane fisso sulla posizione del cursore del mouse.

Per i mouse forniti di quarto e quinto bottone, chiamati nella nomenclatura Windows **tasto "X1" e tasto "X2"**, è possibile anche passare alla vista precedente e a quella successiva rispettivamente, con un semplice clic. Ad esempio è possibile

visualizzare un particolare, passare allo zoom panoramico, e successivamente tornare alla vista del particolare semplicemente premendo il tasto X1; sarà poi possibile tornare ancora allo zoom panoramico con il tasto X2.

### Zoom panoramico

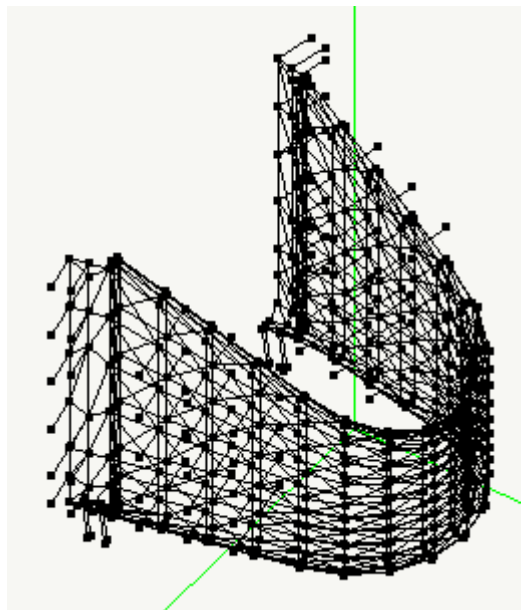
Lo zoom panoramico imposta il punto di vista (con una traslazione ed uno zoom) in modo che tutti i nodi del modello siano visualizzati nella finestra del documento col maggiore ingrandimento possibile.

Questa funzione viene attivata dall'ultimo bottone della toolbar **Viste**, attraverso la voce di menu **Visualizza > Controllo vista > Panoramica**, con un doppio clic del mouse su uno strumento di zoom della palette oppure con il tasto di scelta rapida **A** (personalizzabile dalle preferenze del programma).

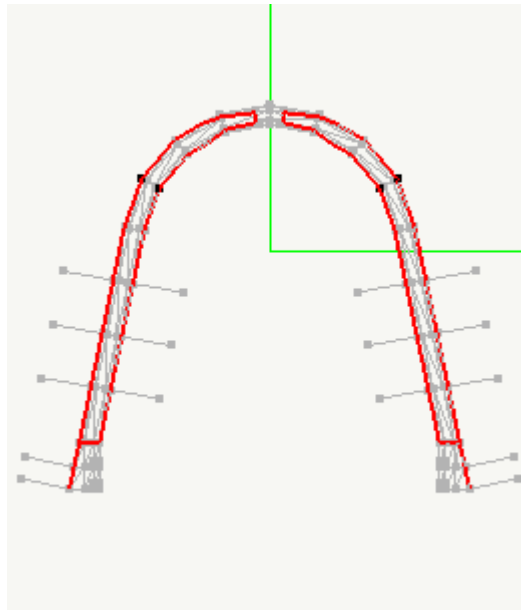
## Vista in proiezione e in sezione

Nòlian offre la possibilità di lavorare con tre tipi di vista:

**Proiezione  
assonometrica** il modello tridimensionale viene mostrato con una proiezione assonometrica sullo schermo, ovvero linee parallele nello spazio vengono mostrate come parallele anche sullo schermo:

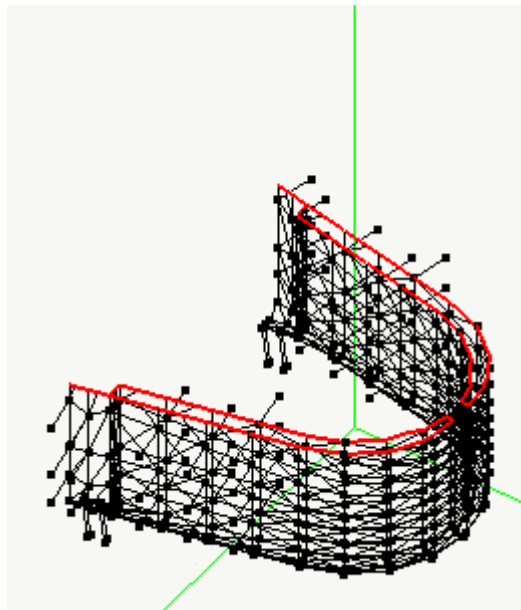


**Sezione** viene rappresentata una sezione dello spazio tridimensionale condotta sul piano di lavoro:

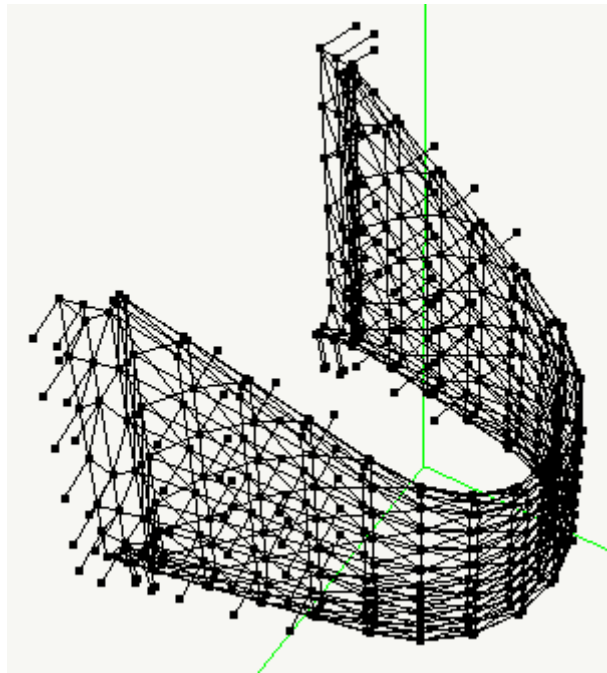


**Sezione in proiezione**

viene rappresentato il modello in proiezione assonometrica "tagliato" dal piano di lavoro: saranno visibili solo gli oggetti che sono sul piano di lavoro o "sotto" di esso (Z locale decrescente):



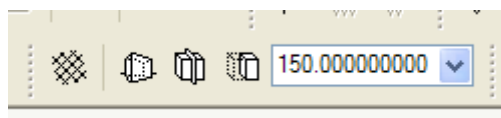
Le viste tridimensionali possono essere, oltre che assonometriche, anche prospettive, come in figura:



Per modificare il tipo di vista, scegliere la voce **Sezione** o **Sezione in proiezione** nel menu **Visualizza > Controllo vista**. Se una delle voci è contrassegnata, può essere selezionata per tornare alla vista in proiezione assonometrica.

Per attivare la vista in prospettiva, al posto di quella in assonometria, scegliere la voce di menu **Visualizza > Controllo vista > Prospettiva**.

Il tipo di vista può essere scelto anche dalla toolbar **Sezione**. Il secondo bottone attiva (disattiva se già attiva) la prospettiva, terzo la sezione, il quarto la sezione in proiezione:



Il tipo di vista può essere scelto anche da tastiera attraverso tasti di scelta rapida che possono essere personalizzati dalle preferenze (cfr. [Tasti di scelta rapida](#)).

La sezione è sempre condotta sul piano di lavoro attivo. Per cambiare il piano di sezione, cambiare il piano di lavoro (cfr. [Piano di lavoro](#)).

## Piano di lavoro

Il piano nello spazio su cui si desidera operare prende il nome di **piano di lavoro**.

Il piano di lavoro viene utilizzato da Nòlian per stabilire univocamente la posizione nello spazio del cursore del mouse, per generare le viste in sezione (cfr. [Vista in proiezione e in sezione](#)) e come sistema di riferimento per alcune funzioni e rappresentazioni (secondo la regola che gli assi X e Y locali si trovano sul piano e la Z locale è stabilita con la regola della mano destra).

La scelta del piano di lavoro è distinta nel tipo e nella quota del piano. I tipi di piano disponibili sono:

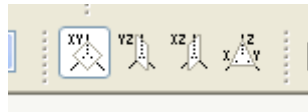
**Piano XY** piano orizzontale con quota specificata; la quota aumenta lungo le Z positive.

**Piano YZ** piano verticale perpendicolare all'asse X; la quota aumenta lungo le X positive.

**Piano XZ** piano verticale perpendicolare all'asse Y; la quota aumenta lungo le Y positive; in questo caso il sistema di riferimento locale non è destrorso, così da avere l'asse locale Z corrispondente anche in segno all'asse globale Y.

**Piano generico** piano generico assegnato dall'utente (cfr. [Definire il piano di lavoro generico](#)); la quota indica lo spostamento lungo la Z locale rispetto al piano definito inizialmente dall'utente.

Per selezionare il tipo di piano attivo, scegliere quello desiderato nel menu **Visualizza > Piano di lavoro** oppure nella toolbar **Piano di lavoro**:



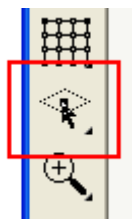
La quota attuale del piano di lavoro è visualizzata in un campo di testo nella toolbar **Sezione**:



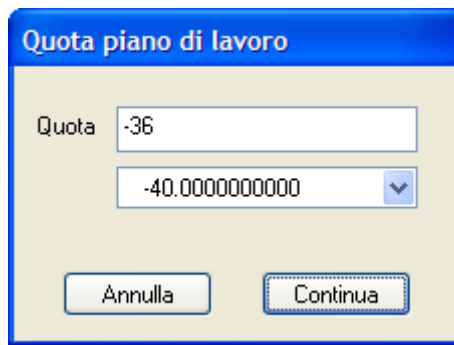
La quota può essere modificata direttamente dal campo di testo della toolbar (il tasto *invio* conferma il valore e sposta il piano) oppure scelta dal menu a tendina tra quelle disponibili, corrispondenti a quelle dei nodi del modello più vicini alla quota attuale.

La quota può essere assegnata a partire da un nodo: in questo caso viene utilizzata la coordinata Z locale del nodo selezionato come quota del piano di lavoro.

Per assegnare la quota a partire da un nodo, scegliere lo strumento **Selezione quota piano di lavoro** nella palette e cliccare col tasto sinistro del mouse su un nodo del modello:



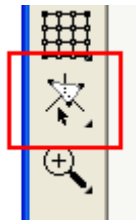
Con un doppio clic del mouse sullo stesso bottone della palette o dalla voce di menu **Visualizza > Piano di lavoro > Quota piano...**, viene aperto un dialogo in cui la quota può essere specificata numericamente, scelta dal menu a tendina oppure assegnata selezionando un nodo del modello:



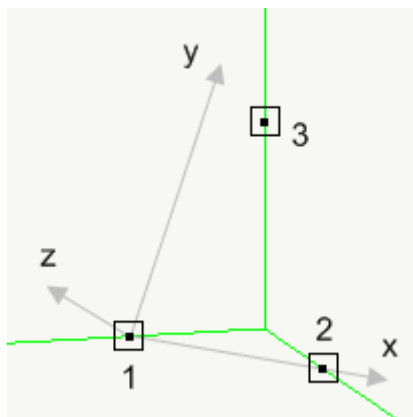
La quota del piano può essere cambiata in ogni momento anche con i tasti + e -, che spostano il piano sul primo nodo di quota rispettivamente superiore e inferiore di quella attuale. Questi tasti possono essere personalizzati dalle preferenze del programma.

## Definire il piano di lavoro generico

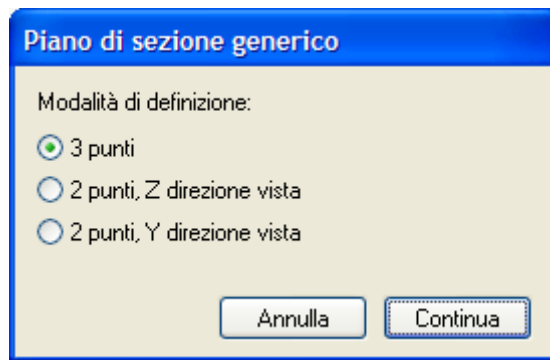
Il piano di lavoro generico viene normalmente definito selezionando tre nodi del piano, attivando lo strumento **Definisci piano di lavoro generico** della palette:



Il primo nodo selezionato definisce l'origine del relativo sistema di riferimento locale, per il secondo passa l'asse X locale (cor verso positivo dal primo al secondo) e il terzo indica la direzione dell'asse Y locale. L'asse Z locale viene stabilito con la regola della mano destra:



Con un doppio clic sull'icona della palette appare un dialogo per modificare il tipo di definizione del piano:

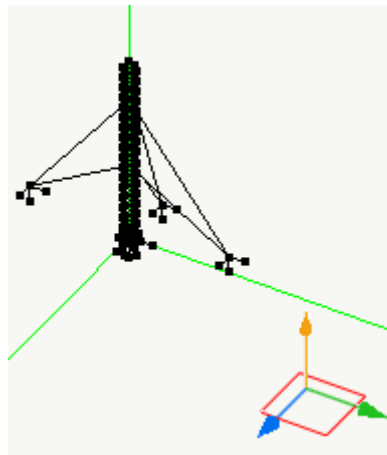


Scegliendo il tipo di definizione "2 punti, Z direzione vista", è sufficiente scegliere i primi due nodi: il terzo punto viene automaticamente definito alla stessa quota del primo nodo, lungo la perpendicolare alla retta congiungente i primi due. Si ottiene quindi un asse Z locale nella stessa direzione generale di quello corrente.

Scegliendo il tipo di definizione "2 punti, Y direzione vista", è sufficiente scegliere i primi due nodi: il terzo punto viene automaticamente definito lungo l'asse Z locale attuale. Selezionando due punti sul piano di lavoro corrente si ottiene quindi un piano ad esso ortogonale.

## Visibilità degli assi coordinati

Gli assi coordinati sono normalmente raffigurati sia nel modello che nell'angolo in basso a destra della finestra del documento:



Nel modello gli assi sono sempre rappresentati in verde; nell'angolo sono raffigurati in blu (asse X), verde (asse Y) e arancione (asse Z). Inoltre un quadrilatero rosso esemplifica il tipo di piano di lavoro corrente.

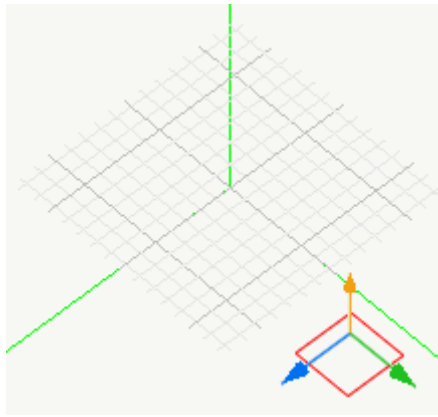
La rappresentazione degli assi coordinati nel modello può essere disattivata o riattivata dalla voce di menu **Visualizza > Mostra assi**.

## La griglia

La griglia facilita l'uso del mouse per la definizione o la selezione dei nodi della struttura.

Quando la griglia è attiva, viene visualizzata sul piano di lavoro una maglia di linee parallele agli assi X e Y del sistema di riferimento locale:





Insieme alla griglia può essere opzionalmente attivato il sistema di **snap**, che vincola i movimenti del mouse ai punti di intersezione della maglia (snap alla griglia) o ai nodi e alle linee di costruzione già presenti nel modello (smart cursor sui nodi). Quando il sistema di snap è attivo, il cursore di tracciamento appare in un colore diverso dal normale nero (l'impostazione predefinita lo fa apparire rosso).

La griglia va attivata o disattivata dalla voce di menu **Visualizza > Mostra griglia** oppure dal primo bottone della toolbar **Sezione:**



La griglia può essere anche controllata dal tasto di scelta rapida **G**, il sistema di snap dal tasto **B**. Entrambi i tasti possono essere personalizzati nelle preferenze del programma.

Le numerose opzioni di disegno della griglia e di controllo dello snap sono accessibili dal dialogo di configurazione che si apre dalla voce del menu **Visualizza > Opzioni griglia...**:



La prima casella in alto a sinistra permette di abilitare o meno il disegno della griglia quando la si attiva. Tale controllo può essere utile ad esempio per abilitare lo snap alla griglia o lo smart cursor sui nodi senza però visualizzare la griglia.

In alto a destra è possibile scegliere il tipo di griglia da visualizzare: a linee o a punti.

Per le dimensioni, si può esprimere la dimensione minima della griglia intorno all'origine del piano di lavoro, lungo le due direzioni del piano di lavoro; si può inoltre specificare se esse vanno aumentate automaticamente per contenere l'intero modello a schermo.

L'origine della griglia coincide normalmente con quella del piano di lavoro; si può comunque scegliere di specificare un punto qualunque nelle coordinate del piano. L'utente può anche impostare l'origine cliccando col mouse su un nodo nella finestra del documento mentre il pannello di configurazione è aperto: le coordinate del nodo saranno convertite in coordinate del piano di lavoro e inserite come origine della griglia.

I passi della griglia indicano, in coordinate piano, la distanza tra due linee successive. Se la casella "Diverso passo lungo Y" non è selezionata, i passi sono modificati simmetricamente; viceversa è possibile specificare due passi diversi per le due direzioni (**griglia bimetrica**).

La selezione della casella delle linee primarie indica che si desidera associare alle linee di griglia due colori diversi: il numero di passi indica la distanza in numero di linee tra due considerate primarie. Ad esempio, con un valore pari a 5, si avrà una linea ogni cinque considerata "primaria" e le altre quattro "secondarie". Le linee sono considerate a partire dall'origine: con un qualunque numero di passi specificato, le linee di griglia passanti per l'origine sono sempre considerate primarie.

Nella parte del dialogo denominata "Snapping" è possibile selezionare il tipo di interazione del mouse con la griglia e con i nodi durante il tracciamento ed altre funzioni interattive, quando la griglia è attiva. Selezionare uno tra i seguenti tipi:

<b>Disabilitato</b>	il mouse si muove liberamente sullo schermo
<b>Snap alla griglia</b>	il mouse si muove solo sui punti della griglia
<b>Smart cursor sui nodi</b>	il mouse si aggancia automaticamente ad un nodo o ad una linea di riferimento quando ci si avvicina oltre una soglia; questa funzione può rallentare significativamente la velocità di tracciamento in presenza di molti nodi o linee di riferimento. Se ne sconsiglia pertanto l'utilizzo per modelli di grandi dimensioni.

Nella parte del dialogo denominata "Colori" è possibile specificare i colori delle linee primarie, delle linee secondarie e del cursore di tracciamento quando il sistema di snap è attivo.

## I layer

Il layer è un "contenitore" di elementi che permette l'assegnazione di uno **stato di visibilità** a tutti i membri contemporaneamente: nascondendo un layer, vengono nascosti tutti gli elementi in esso contenuti e i relativi nodi.

Il nome *layer* (*strato*, in inglese) è comunemente utilizzato nei programmi di CAD per indicare il foglio di disegno virtuale sul quale sono tracciati alcuni oggetti. I fogli sono idealmente sovrapposti per formare il disegno completo.

In Nòlian i layer assumono un significato analogo e vengono intesi come spazi di disegno tridimensionale che, idealmente sovrapposti, rappresentano l'intero modello di una struttura.

Lo stato di visibilità di un layer si riflette su quello degli elementi contenuti ed è uno tra i seguenti: **visibile** (elementi mostrati normalmente), **invisibile** (elementi non visibili), **grigio** (elementi disegnati in grigio).

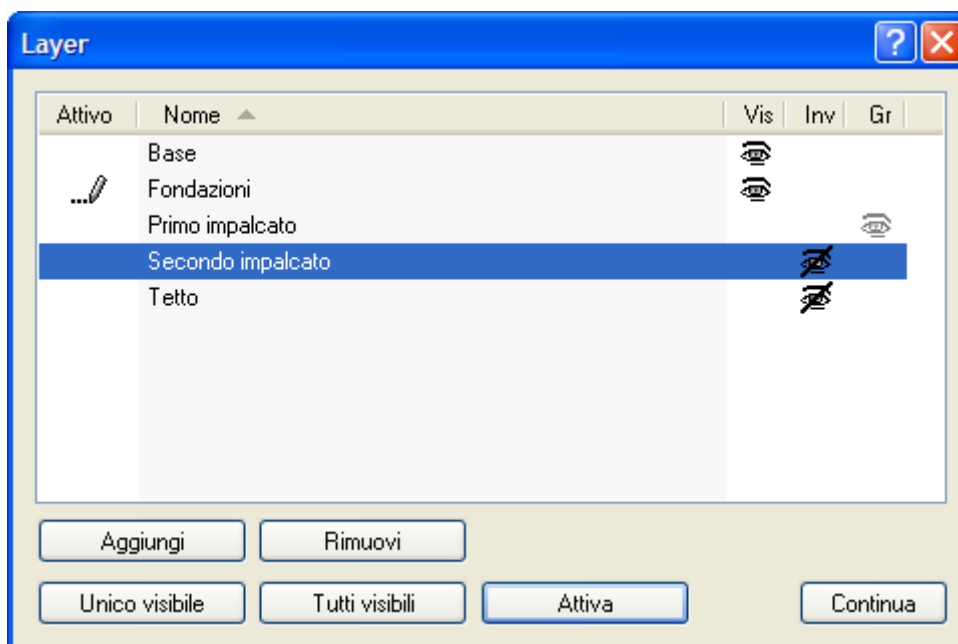
Gli elementi e i nodi possono essere selezionati solo se il loro layer è visibile: questo permette di scegliere facilmente la parte della struttura su cui operare.

Lo stato di visibilità dei layer si riflette su qualunque tipo di rappresentazione, anche quelle legate ai risultati dell'analisi. Al contrario **l'analisi avviene sempre tenendo conto dell'intero modello**, indipendentemente dalla visibilità degli elementi.

Il numero di layer definibili è illimitato ed ogni layer è identificato da un nome di massimo 36 caratteri, assegnato dall'utente. Un modello ha sempre almeno un layer predefinito, denominato **Base**, che non può essere eliminato e che contiene tutti gli elementi che non hanno un layer specifico a loro assegnato.

Quando viene creato un nuovo elemento, esso viene automaticamente associato al **layer attivo**, che può essere scelto dal dialogo di gestione dei layer.

Per accedere al dialogo di gestione dei layer, scegliere la voce di menu **Visualizza > Layer....** Viene aperto il dialogo mostrato in figura:



Il dialogo può essere aperto anche con un doppio clic sullo strumento di assegnazione dei layer nella palette o dalla prima icona della toolbar **Layer e colori** :



Il dialogo mostra la lista dei layer definiti. Lo stato di visibilità viene indicato dalla posizione dell'icona ad occhio nella colonna relativa (nell'ordine: visibile, invisibile, grigio). L'icona della matita nella lista indica il layer correntemente attivo. La lista può essere ordinata cliccando sulle intestazioni delle sue colonne.

Per aggiungere un nuovo layer, premere il bottone **Aggiungi**.

Per eliminare un layer, selezionarlo nella lista e quindi scegliere il tasto **Rimuovi**. Gli eventuali elementi ad esso associati saranno associati al layer *Base*.

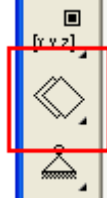
Per cambiare nome ad un layer, selezionare la riga del layer nella lista e quindi cliccare sul nome del layer e modificarlo nella casella di testo che appare.

Per modificare lo stato di visibilità di un layer, cliccare nella colonna dello stato di visibilità voluto, accanto al nome del layer. Per rendere visibile un solo layer, selezionarlo nella lista e quindi scegliere il bottone **Unico visibile**. Per rendere visibili tutti i

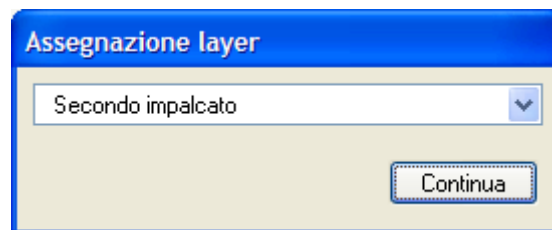
layer, scegliere il bottone **Tutti visibili**.

Per attivare un layer, selezionarlo nella lista e scegliere il bottone **Attiva**. Un layer attivo non può mai essere impostato come invisibile o grigio.

Per associare un elemento ad un layer, selezionare lo strumento **Assegna layer** nella palette:



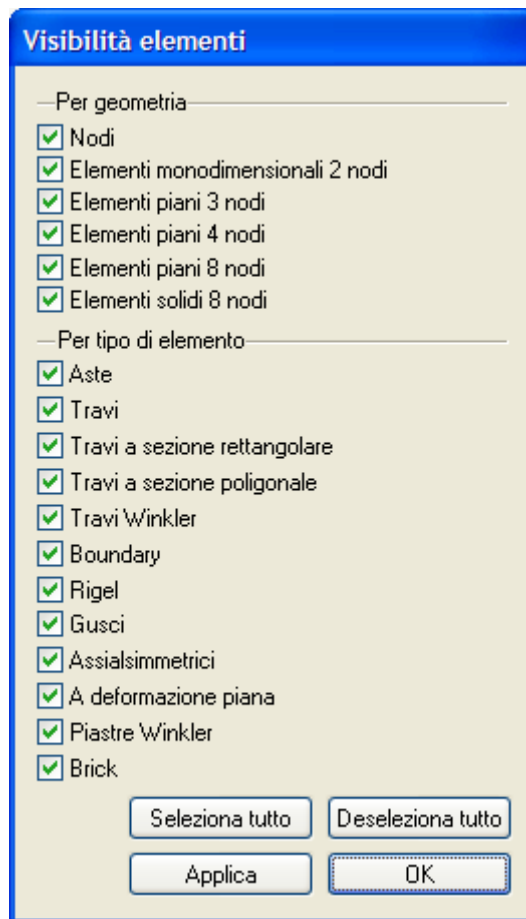
Quindi effettuare la selezione e confermarla. Verrà chiesto di specificare il nome del layer da assegnare agli elementi selezionati:



## Filtri di visualizzazione

Nòlian permette di disabilitare temporaneamente il disegno degli oggetti, scelti in base alla loro geometria (nodi, monodimensionali...) o al tipo di elemento finito (aste, travi...). Questo permette di ottenere facilmente una rappresentazione alleggerita, soprattutto per strutture di grandi dimensioni, senza dover ricorrere all'uso dei layer.

Per modificare la visibilità degli oggetti, scegliere la voce di menu **Dati > Mostra > Visibilità elementi...**. Viene aperto il dialogo mostrato in figura:



Le caselle attive corrispondono agli elementi da visualizzare, e viceversa.

Premere il tasto **Applica** per rigenerare subito la rappresentazione in base alla scelta effettuata senza chiudere il dialogo. Il tasto **OK** conferma la selezione e chiude il dialogo.

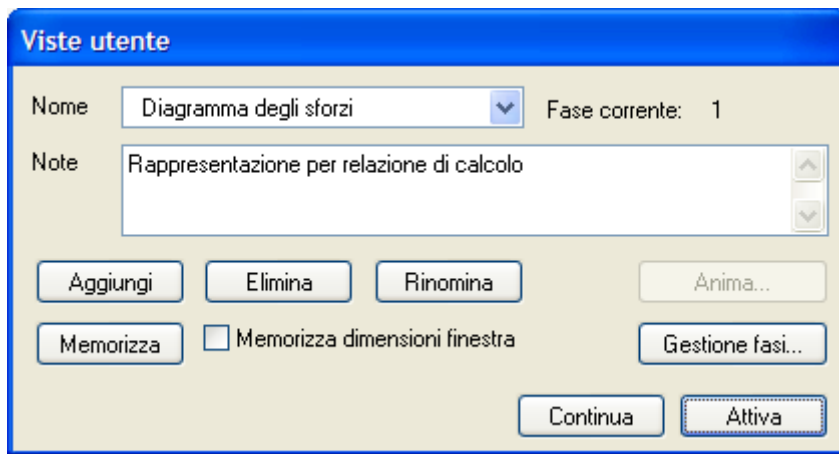
## Le viste utente

Nòlian permette di memorizzare l'intero stato della visualizzazione corrente per poterlo recuperare in un momento successivo o per poterlo utilizzare in una animazione. Lo stato memorizzato prende il nome di vista utente.

Le viste utente possono essere anche utilizzate per definire immagini da inserire nella stampa dei dati o in una relazione di calcolo generata da **EasyQuill**.

### Gestione delle viste utente

Le viste utente definite vengono memorizzate insieme al modello e sono gestibili attraverso un dialogo a cui si accede dalla voce di menu **Visualizza > Viste utente > Gestione...**:



Per memorizzare lo stato di visualizzazione in una nuova vista utente, scegliere il bottone **Aggiungi**: viene chiesto il nome della nuova vista e lo stato corrente viene salvato.

Per sovrascrivere lo stato di visualizzazione di una vista utente già definita, sceglierla nel menu a tendina in alto e premere **Memorizza**.

Per includere le dimensioni della finestra dell'applicazione nello stato da memorizzare, attivare la casella **Memorizza dimensioni finestra**.

Per modificare le note che descrivono una vista utente, è sufficiente sceglierla e modificare il testo mostrato nel campo **Note**.

Per attivare una vista utente, selezionarla nel menu a tendina in alto e premere **Attiva**. Il dialogo di gestione viene chiuso.

Per attivare in qualsiasi momento la vista utente precedente o successiva all'ultima attivata, selezionare le voci di menu **Visualizza > Viste utente > Precedente** o **Visualizza > Viste utente > Successiva** rispettivamente.

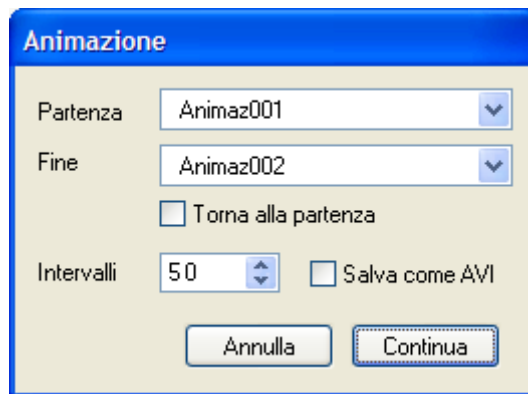
Le funzioni relative alle viste utente sono anche accessibili dalla toolbar **Viste**, in cui i primi tre bottoni servono rispettivamente ad aprire il dialogo di gestione, passare alla vista precedente e passare alla vista successiva:



### Animazione tra viste utente

Quando sono state definite almeno due viste utente, è possibile visualizzare a schermo una animazione composta di  $n$  passi, generati per interpolazione lineare dei parametri di visualizzazione memorizzati nelle due viste.

Per accedere alla funzione, scegliere la voce di menu **Visualizza > Viste utente > Anima...** oppure il quarto bottone della toolbar **Viste**. Viene aperta la finestra di dialogo mostrata in figura:



Nel dialogo vanno indicate le viste utente di partenza e di arrivo ed il numero di intervalli  $n$  in cui effettuare l'interpolazione. Quindi premere **Continua** per generare l'animazione.

Se viene attivata la casella **Torna alla partenza**, l'animazione raggiunge la vista finale nella metà dei passi e poi effettua l'interpolazione inversa verso la vista iniziale.

Se viene attivata la casella **Salva come AVI**, prima della generazione viene chiesto di specificare il nome di un file e l'animazione viene memorizzata su disco in formato AVI.

Per interrompere la generazione dell'animazione, premere il tasto **Esc** in qualsiasi momento.

## La selezione

Tutte le funzioni di Nòlian che operano su oggetti del modello (elementi, nodi, linee di costruzione) prevedono un paradigma **verbo-oggetto**: l'utente sceglie prima lo strumento da utilizzare e quindi seleziona gli oggetti su cui eseguire l'operazione.

A seconda dell'operazione scelta può essere richiesto di specificare un tipo e un numero preciso di oggetti (ad esempio il singolo nodo di cui modificare le coordinate o i tre nodi per definire un piano generico), oppure un numero qualsiasi di oggetti di uno o più tipi (ad esempio tutti gli oggetti da eliminare con la gomma o tutti gli elementi a cui assegnare un certo carico).

Il tipo di selezione richiesta è in genere indicato nella barra di stato del programma quando un certo strumento è attivo.

## Modalità di selezione

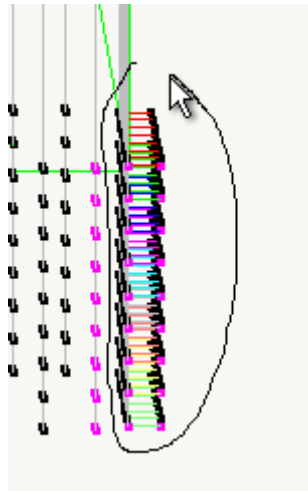
Per selezionare un nodo è sufficiente cliccare con il tasto sinistro del mouse sul nodo stesso nella rappresentazione a schermo.

Per selezionare un elemento monodimensionale o una linea di costruzione è sufficiente cliccare lungo la linea che li rappresenta.

Per selezionare un elemento bidimensionale è sufficiente cliccare all'interno del poligono che lo rappresenta o lungo uno dei lati.

Per selezionare un elemento solido si può cliccare all'interno del solido che lo rappresenta o, per maggiore precisione, sul quadratino di "hotspot" che appare nel centroide del solido.

Gli oggetti possono essere anche selezionati tracciando una curva o un rettangolo: al termine del tracciamento vengono selezionati gli oggetti completamente interni al tracciato (per gli elementi solidi è sufficiente che l'hotspot sia interno):



## Prompt di selezione

Ad ogni tipo di oggetto corrisponde un particolare segno (**prompt**) visualizzato quando l'oggetto è selezionato:

- il nodo viene circondato da un quadratino;
- all'elemento monodimensionale viene aggiunta una freccia lungo l'asse che punta dal primo vertice al secondo;
- agli elementi bidimensionali viene aggiunta una freccia lungo il primo lato che punta dal primo vertice al secondo: in questo modo viene mostrato anche l'ordine dei vertici di definizione e il sistema di riferimento locale dell'elemento;
- l'hotspot dell'elemento solido viene circondato da un quadratino; se si sta assegnando il carico vengono disegnati segmenti più spessi dal primo vertice verso il secondo ed il quinto, per mostrare l'ordine delle facce del solido;
- le linee di costruzione appaiono più spesse e colorate in blu.

La seguente figura mostra i prompt di tutti i tipi di oggetto:



## Palette di strumenti per la selezione

Se lo strumento attivo prevede una selezione variabile di oggetti e non un numero preciso, viene mostrata una palette mobile sopra la finestra dell'applicazione che permette di modificare le opzioni per la selezione:





La finestra degli strumenti di selezione può essere spostata a piacimento sullo schermo ed è visibile solo quando è richiesta all'utente una selezione multipla non limitata in numero di oggetti (ad esempio non viene mostrata quando viene chiesto il nodo di cui cambiare le coordinate ma viene mostrata quando si seleziona lo strumento gomma).

Il gruppo di icone in alto a sinistra controlla il **tipo di selezione** da effettuare col successivo clic:

<b>Selezione singola</b>	al termine di ogni selezione, essa viene conclusa e l'operazione viene eseguita.
<b>Aggiungi a selezione</b>	ogni scelta sul modello aggiunge oggetti alla selezione corrente senza concluderla; se viene scelto un singolo oggetto già selezionato, esso viene deselezionato.
<b>Elimina da selezione</b>	se gli oggetti scelti sul modello sono già selezionati, essi vengono rimossi dalla selezione corrente, senza concluderla.

Il tipo di selezione corrente è controllato anche dai tasti: se si tiene premuto il tasto *shift* la selezione è sempre additiva; se si tiene premuto il tasto *alt* la selezione è sempre sottrattiva.

I bottoni in alto a destra permettono la scelta del **tipo di selezione multipla** da utilizzare in corrispondenza di un trascinamento del mouse mentre il tasto sinistro rimane premuto:

<b>Selezione a lazo</b>	viene tracciata una curva a mano libera e quando il tasto del mouse viene rilasciato vengono selezionati tutti gli oggetti interni alla curva.
<b>Selezione a rettangolo</b>	il punto iniziale del tracciamento ed il punto corrente identificano due vertici opposti di un rettangolo; quando il tasto del mouse viene rilasciato vengono selezionati tutti gli oggetti interni al rettangolo.

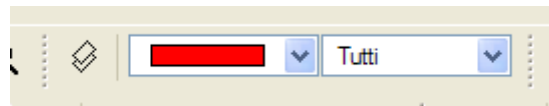
I primi tre bottoni sulla seconda riga della palette definiscono il **filtro sugli oggetti da selezionare**. I tre bottoni, se attivi e premuti, permettono di includere nella selezione rispettivamente nodi, elementi e linee di costruzione. Non tutti gli strumenti possono essere applicati a tutti i tipi di oggetto: un bottone è attivo solo se lo strumento corrente può operare sul tipo di oggetto relativo.

L'ultimo bottone, **Invio**, conclude la selezione ed esegue l'operazione sugli oggetti correntemente selezionati. Lo stesso effetto si ha premendo il tasto *Invio*.

## Filtro sul colore

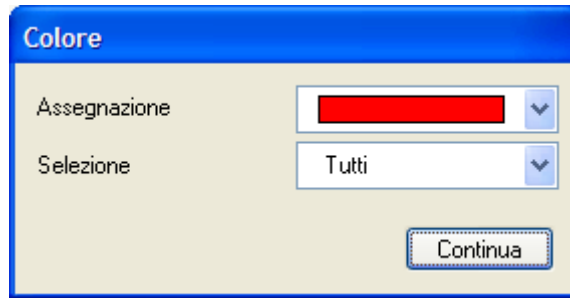
È possibile limitare la selezione ad oggetti di un singolo colore: questo può essere utile nel caso in cui a oggetti con proprietà simili (che verosimilmente andranno modificate insieme) sia stato assegnato lo stesso colore.

Il colore di selezione corrente è mostrato a destra del colore di tracciamento corrente sulla toolbar **Layer e colori**:



La voce **Tutti** corrisponde a nessun filtro attivo, in caso contrario vengono selezionati solo gli oggetti del colore scelto.

La stessa scelta può essere compiuta dal dialogo del colore a cui si accede con un doppio clic sull'icona **Assegna colore** della palette:



## Operazioni sulla selezione

Ulteriori operazioni di selezione sono disponibili nel menu **Modifica > Selezione**:

- Selezione tutto** vengono aggiunti alla selezione tutti gli oggetti visibili che rientrano nei filtri attivi; come tasto di scelta rapida può essere utilizzata la combinazione Ctrl+A; se il tipo di selezione attivo è quella singola essa viene conclusa e viene eseguita l'operazione sugli oggetti selezionati.
  
- Inverti selezione** vengono selezionati tutti gli oggetti visibili che rientrano nei filtri attivi ma che non sono attualmente selezionati e deselezionati tutti gli altri; come tasto di scelta rapida può essere utilizzata la combinazione Ctrl+Shift+I; se il tipo di selezione attivo è quella singola essa viene conclusa e viene eseguita l'operazione sugli oggetti selezionati.
  
- Azzera selezione** vengono deselezionati tutti gli oggetti selezionati; si ottiene lo stesso effetto con il tasto esc.
  
- Ripeti ultima selezione** vengono aggiunti alla selezione tutti gli oggetti che erano stati scelti nella selezione precedente; se il tipo di selezione attivo è quella singola essa viene conclusa e viene eseguita l'operazione sugli oggetti selezionati.

## Costruzione del modello

Il primo passo per l'analisi di una struttura in Nòlian è la costruzione di un suo modello geometrico, definito da un insieme di nodi posizionati nello spazio e collegati da elementi attraverso cui associare relazioni cinematiche tra essi.

Il tracciamento di **nod**i ed **elementi** in Nòlian può avvenire per via completamente grafica, attraverso l'uso del mouse, oppure con l'ausilio di **funzioni di generazione automatica**, generalmente controllate da finestre di dialogo.

## Riferimenti

[Nodi ed elementi](#)

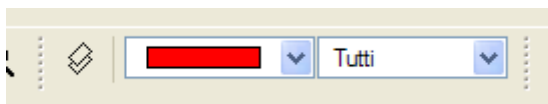
[Unità di misura](#)

## I colori

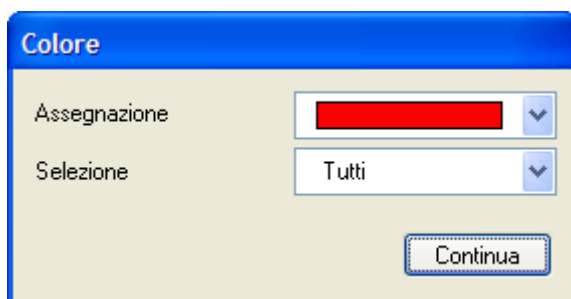
I nodi e gli elementi del modello hanno associato un colore di visualizzazione scelto dall'utente. Il colore può essere scelto da una tavola di colori, personalizzabile e memorizzata nel documento del modello.

La scelta del colore di nodi ed elementi non ha solo senso estetico ma anche funzionale: può infatti essere utile per raggruppare cromaticamente nodi ed elementi con proprietà simili. In questo modo si crea un'associazione visuale immediata e si facilita la modifica contemporanea di tutti gli oggetti del gruppo con le funzioni di [filtro sul colore](#) nella selezione.

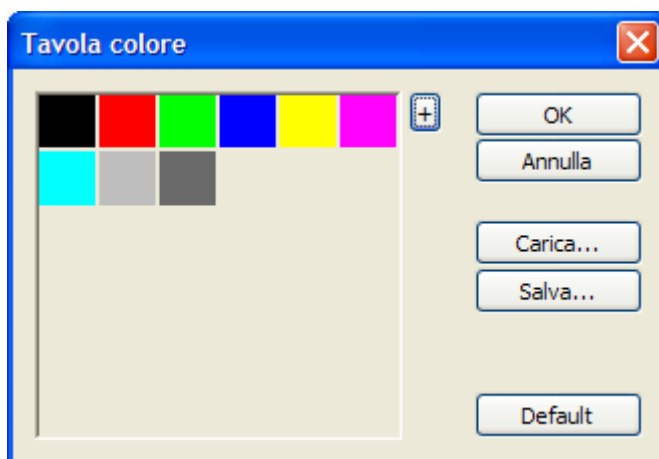
Tutti i nuovi [nodi](#) ed [elementi](#) creati dalle funzioni di tracciamento e di [generazione automatica](#) assumono il colore di tracciamento corrente, mostrato nel primo menu a tendina della toolbar **Layer e colori** (in figura il colore corrente è il rosso)



Il colore corrente può essere cambiato selezionando quello voluto nel menu a tendina della toolbar, oppure dalla voce **Assegnazione** del dialogo del colore a cui si accede con un doppio clic sull'icona **Assegna colore** della palette:



L'ultima voce di entrambi i menu a tendina è **Personalizza....** Selezionandola viene aperto il dialogo per la personalizzazione della tavola dei colori:



Da questo dialogo è possibile:

- modificare i colori della palette (basta un clic sul colore da modificare);
- aggiungere un colore, fino a 36;
- eliminare un colore, dal dialogo di modifica;
- caricare da file o salvare su file la tavola dei colori corrente;
- ripristinare la tavola ai colori predefiniti.

Per assegnare il colore corrente ad un nodo o ad un elemento già esistenti, utilizzare lo strumento **Assegna colore** della palette:

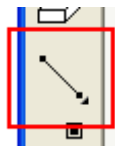


Dopo aver scelto lo strumento dalla palette, selezionare tutti gli oggetti a cui assegnare il colore corrente e confermare la selezione.

## Creare i nodi

Un singolo nodo può essere generato con un tracciamento del mouse oppure inserendo numericamente le coordinate in un dialogo.

Per aggiungere un nodo con il mouse, selezionare lo strumento **Traccia nodo o elemento 2 nodi** della palette:

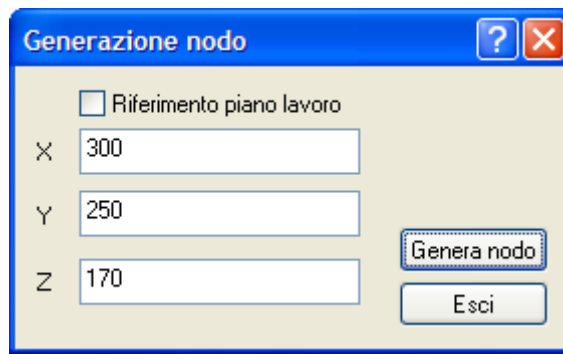


Posizionare quindi il cursore nel punto voluto del piano di lavoro ed effettuare un singolo clic del mouse.

Durante il movimento del mouse, la posizione del cursore viene mostrata nella barra di stato dell'applicazione; se vengono mostrati dei trattini al posto dei numeri, il punto di vista non è adeguato al tracciamento sul piano di lavoro corrente ed è necessario ruotare la vista.

Per facilitare il tracciamento, è possibile attivare lo snap alla griglia o lo smart cursor sui nodi, che effettua lo snap anche sulle linee di riferimento.

Per generare un nodo numericamente, fare un doppio clic sulle icone **Coordinate nodo** o **Sposta nodo** della palette per aprire il dialogo **Generazione nodo**:



Specificare le coordinate nel riferimento globale e scegliere **Genera nodo** per creare il nodo. L'inserimento può essere ripetuto più volte per generare più nodi, senza chiudere il dialogo.

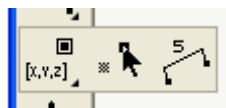
Per specificare coordinate nel sistema di riferimento del piano di lavoro anziché in quello globale, attivare la casella **Riferimento piano lavoro**.

Mentre il dialogo è aperto, può essere scelto un nodo nel documento per acquisirne le coordinate nel dialogo: in questo modo è possibile generare un nuovo nodo a partire dalle coordinate di uno già esistente, ad esempio per crearne una copia ad una quota differente.

## Modificare i nodi

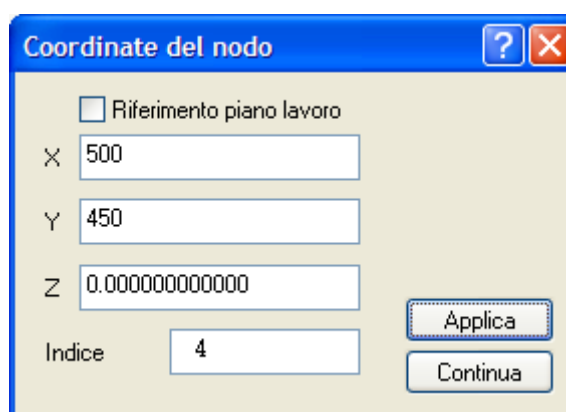
È possibile modificare la posizione di un nodo già esistente, sia da finestra di dialogo, modificandone le coordinate numeriche, che per via grafica con il mouse.

I due strumenti, **Coordinate nodo** e **Sposta nodo**, sono nello stesso gruppo della palette:



### Modifica da dialogo

Attivare lo strumento **Coordinate nodo** della palette e selezionare un nodo del modello. Viene aperto il dialogo **Coordinate del nodo**:



Nel dialogo è possibile modificare le coordinate del nodo (sia nel sistema di riferimento globale che in quello del piano di lavoro corrente) e cambiarne l'indice. Per confermare le modifiche, scegliere **Applica**.

Se viene cambiato l'indice del nodo e viene specificato un numero già utilizzato da un altro nodo, i due indici vengono di fatto scambiati. Ad es. se al nodo con indice 9 viene assegnato l'indice 6, al nodo che aveva indice 6 viene automaticamente assegnato l'indice 9.

Se si desidera cambiare le coordinate o l'indice di più nodi è sufficiente, dopo aver confermato le modifiche al nodo selezionato, selezionare un nuovo nodo nel documento, senza chiudere la finestra di dialogo: indice e coordinate del nuovo nodo vengono riportate nel dialogo e possono essere modificate liberamente.

### Spostamento con il mouse

Attivare lo strumento **Sposta nodo** della palette, spostare il cursore su un nodo e trascinarlo tenendo premuto il tasto sinistro del mouse: il nodo viene spostato lungo un piano parallelo al piano di lavoro passante per il nodo di partenza.

Se, al termine dello spostamento col mouse, il cursore si trova sopra un altro nodo, i due nodi vengono fatti collasare in un unico nodo.

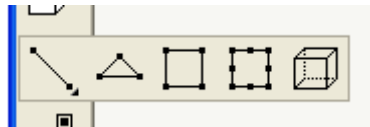
Se il nodo spostato aveva degli elementi collegati, al termine dello spostamento la loro nuova geometria viene controllata e vengono eliminati gli elementi non più validi (secondo i principi enunciati nella sezione [Controllo sulla forma degli elementi](#)).

Per facilitare lo spostamento grafico, è possibile attivare lo snap alla griglia o lo smart cursor sui nodi, che effettua lo snap sia ai nodi che alle linee di riferimento.

## Tracciare gli elementi

Il tracciamento degli elementi avviene sempre graficamente, attraverso l'uso del mouse: come vertici degli elementi possono essere scelti nodi del modello già esistenti oppure punti qualsiasi del piano di lavoro in cui creare nuovi nodi.

Gli strumenti di tracciamento sono raccolti in un unico gruppo della palette:



Durante il tracciamento di un elemento può essere premuto in ogni momento il tasto **Esc** per annullare il tracciamento corrente.

### Tracciare elementi monodimensionali

Attivare lo strumento **Traccia nodo o elemento 2 nodi** della palette, posizionare il cursore sul nodo o sul punto del piano di lavoro corrispondente al primo vertice dell'elemento e trascinarlo tenendo premuto il tasto sinistro del mouse fino al secondo vertice dell'elemento.

Se il tasto viene rilasciato sulla posizione del primo vertice, viene creato solo un nodo in quel punto, se non è già presente (cfr. [Creare i nodi](#)).

L'ordine di selezione dei vertici si riflette sul sistema di riferimento locale dell'elemento creato, secondo quanto detto nella sezione [Sistemi di riferimento globale e locale](#). L'ordine può essere cambiato a posteriori con lo strumento **Inversione elemento** (cfr. [Operazioni geometriche sugli elementi](#)).

### Tracciare elementi bidimensionali

Attivare uno degli strumenti **Traccia elemento N nodi** della palette, dove  $N$  (3, 4 o 8) è il numero di nodi dell'elemento voluto. Quindi cliccare sugli  $N$  nodi o punti del piano di lavoro corrispondenti ai vertici dell'elemento. Se vengono selezionati punti in cui non è già presente un nodo, esso viene creato.

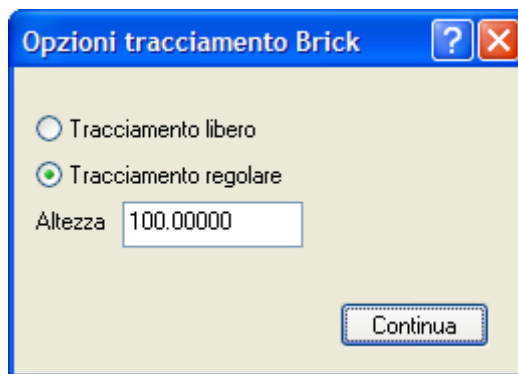
Al termine del tracciamento la geometria specificata viene controllata secondo le regole enunciate nella sezione [Controllo sulla forma degli elementi](#). Se la geometria è valida, l'elemento viene creato.

L'ordine di selezione dei vertici si riflette sul sistema di riferimento locale dell'elemento creato, secondo quanto detto nella sezione [Sistemi di riferimento globale e locale](#).

### Tracciare elementi solidi

L'elemento solido ad otto nodi (o brick) può essere tracciato specificando singolarmente tutti gli otto vertici (*tracciamento libero*) oppure solo i vertici della base inferiore e lasciando generare al programma quelli della base superiore per estrusione ad una quota fissata in direzione ortogonale al piano di lavoro (*tracciamento regolare*).

L'impostazione predefinita prevede il tracciamento regolare. Per modificare la quota di estrusione o il metodo di tracciamento, fare doppio clic sullo strumento della palette **Traccia elemento solido**. Viene aperto il dialogo in figura:



Per un *tracciamento regolare*, attivare lo strumento **Traccia elemento solido** della palette e cliccare sui quattro nodi o punti del piano di lavoro corrispondenti ai vertici della base inferiore. Se vengono selezionati punti in cui non è già presente un nodo, esso viene creato. I quattro nodi della base superiore vengono generati ad una distanza fissata in direzione ortogonale al piano di lavoro corrente, nel verso della Z locale crescente.

Per un *tracciamento libero*, attivare lo strumento **Traccia elemento solido** della palette e cliccare sui quattro nodi o punti del piano di lavoro corrispondenti ai vertici di una base. Quindi specificare la posizione del primo nodo della base opposta, lungo una retta perpendicolare al piano di lavoro corrente e passante per l'ultimo vertice specificato (se è attivo lo snap alla griglia, questo spostamento segue il passo della griglia). Il piano di lavoro viene spostato alla nuova quota per poter specificare i restanti tre vertici. Se vengono selezionati punti in cui non è già presente un nodo, esso viene creato.

Al termine di ogni tracciamento la geometria specificata viene controllata secondo le regole enunciate nella sezione [Controlli sulla forma degli elementi](#). Se la geometria è valida, l'elemento solido viene creato.

L'ordine di selezione dei vertici di una base è influente sui sistemi di riferimento locale, utilizzati comunque solo in rari casi visto che l'elemento è isoparametrico agli spostamenti. I vertici scelti vengono quindi riordinati per massimizzare la regolarità dell'elemento.

## Indice e offset degli elementi

Ad ogni elemento il programma assegna automaticamente un indice numerico, utile per l'identificazione nel caso di errori in analisi, per l'uso nello scripting o nella generazione delle denominazioni nei post-processori. Gli indici degli elementi possono essere visualizzati attraverso l'[opportuna rappresentazione](#).

È possibile assegnare agli elementi monodimensionali offset esclusivamente geometrici che non influiscono sul modello di calcolo in analisi. Tali offset trovano utilizzo in particolare nei post-processori di Nòlian per la generazione delle carpenterie possono essere generati automaticamente da InMod in base agli allineamenti assegnati agli elementi strutturali.

Per attivare la rappresentazione degli offset geometrici, attivare la voce di menu **Dati > Mostra > Offset sui monodimensionali**. Quando tale opzione è attiva, vengono influenzate le sole [rappresentazioni standard](#) e non quelle dei [risultati](#).

### Modifica da dialogo

Indice ed offset degli elementi possono essere modificati attraverso il dialogo che viene aperto attivando lo strumento **Indice e offset elemento** nella palette e selezionando un elemento:



Alternativamente è possibile cliccare su un elemento col tasto destro del mouse e scegliere la voce **Indice e offset** dal menu contestuale.

Il dialogo di modifica dei dati appare come in figura:

Dati dell'elemento	
Indice	42
Offset primo estremo	
X	0.000000000000
Y	0.000000000000
Z	12.000000000000
Offset secondo estremo	
X	0.000000000000
Y	0.000000000000
Z	12.000000000000
<input type="button" value="Applica"/>	
<input type="button" value="Continua"/>	

I campi relativi agli offset sono attivi solo se l'elemento selezionato è un monodimensionale con caratteristiche assegnate (cfr. [Caratteristiche degli elementi](#)) e non un rigel. I campi indicano le componenti degli offset geometrici nel [riferimento locale](#) dell'elemento.



Per assegnare i dati inseriti nel dialogo, scegliere il bottone **Applica**. Se è attiva la visualizzazione degli offset, le modifiche sono mostrate immediatamente a schermo.

È possibile selezionare un nuovo elemento mentre il dialogo è aperto per passare all'assegnazione dei suoi dati.

### Conversione degli offset in rigel

Gli offset assegnati agli elementi monodimensionali hanno significato esclusivamente geometrico: essi non vengono infatti considerati nel momento dell'analisi.

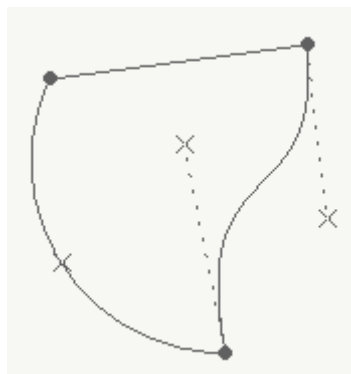
A seguito della definizione degli offset degli elementi potrebbe essere utile valutare la differenza tra un modello che non considera gli offset nell'analisi ed uno che al contrario ne tiene conto. È quindi possibile convertire gli offset assegnati in elementi [rigel](#) opportuni.

Per effettuare la conversione degli offset in rigel, scegliere la voce di menu **Funzioni > Converti offset in rigel** e selezionare gli elementi per cui convertire gli offset.

## Le linee di costruzione

In Nòlian è possibile tracciare delle linee di riferimento per agevolare la costruzione del modello di calcolo ma non considerate nell'analisi.

Le linee di riferimento possono essere segmenti, archi di circonferenza o spline di tipo Bézier e possono essere tracciate graficamente con il mouse oppure costruite a partire dalle coordinate numeriche:



La figura mostra i tre tipi di linea con i relativi punti di controllo, mostrati solo quando sono attivi gli strumenti di creazione e modifica delle linee:

- un segmento, in alto, definito da due estremi;
- un arco di circonferenza, a sinistra, definito da due estremi e un terzo punto;
- una curva di Bézier (spline), a destra, definita da due estremi e due punti di controllo per cui passano le tangenti alla curva negli estremi, indicate dalle linee tratteggiate.

Quando è attivo lo [smart cursor sui nodi](#), durante il tracciamento, il cursore viene "attratto" dai nodi e dalle estremità delle linee di costruzione più vicine. Se si è nella vista in sezione, il cursore è vincolato a muoversi lungo le linee di costruzione presenti e attratto dai punti di intersezione tra esse.

Le linee di costruzione possono essere anche utilizzate per definire un contorno entro cui generare una mesh di elementi bidimensionali. Si rimanda alla sezione [Mesh delimitata da linee di costruzione](#).

### Tracciare linee di costruzione col mouse

Per attivare il tracciamento grafico dei segmenti selezionare l'icona **Traccia linee di costruzione** della palette:

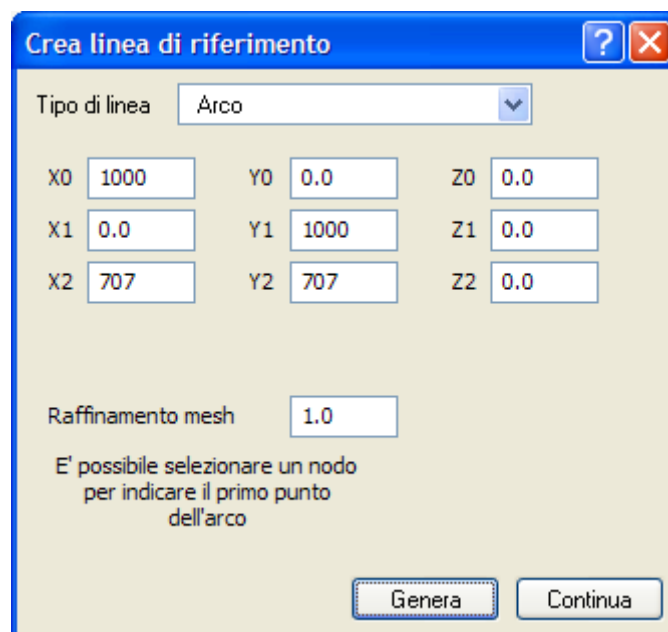


Quindi posizionare il cursore sul primo vertice della linea e trascinarlo tenendo premuto il tasto sinistro del mouse sul secondo. Se i clic avvengono in prossimità di un nodo o dell'estremità di una linea già esistente, il vertice assume la posizione del punto notevole.

Per convertire un segmento in arco di circonferenza o spline, selezionarlo con il tasto destro e scegliere la voce corrispondente nel menu a tendina che appare.

### Generare linee di costruzione numericamente

Per generare una linea di costruzione a partire da coordinate numeriche, fare doppio clic sull'icona **Traccia linee di costruzione** della palette. Viene aperto un dialogo in cui specificare il tipo e le coordinate della linea da generare:

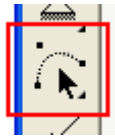


Nel dialogo può essere anche specificato il grado di raffinamento della mesh lungo la linea, utilizzato nella generazione della mesh in un contorno.

Mentre è aperto il dialogo si può selezionare un nodo nel modello per acquisire le coordinate di un punto da utilizzare nella generazione.

### Modificare le linee di costruzione

Per modificare graficamente una linea di riferimento attivare l'icona **Modifica linee costruzione** della palette:



Quindi spostare il cursore su una linea o su un punto di controllo e trascinarlo tenendo il tasto sinistro del mouse premuto per spostare la linea o il punto di controllo selezionati.

Per modificare una linea numericamente, selezionarla con lo stesso strumento attivo tenendo premuto il tasto *Alt*, oppure selezionare la voce **Modifica numerica...** dal menu contestuale che appare selezionando una linea col tasto destro del mouse. Appare il seguente dialogo, in cui poter modificare le coordinate dei punti di controllo ed il raffinamento della mesh per la linea selezionata:

**Modifica linea di riferimento**

X0	<input type="text" value="100"/>	Y0	<input type="text" value="300"/>	Z0	<input type="text" value="0.0"/>
X1	<input type="text" value="500"/>	Y1	<input type="text" value="700"/>	Z1	<input type="text" value="0.0"/>
X2	<input type="text" value="0.0"/>	Y2	<input type="text" value="0.0"/>	Z2	<input type="text" value="0.0"/>
X3	<input type="text" value="0.0"/>	Y3	<input type="text" value="0.0"/>	Z3	<input type="text" value="0.0"/>

Sconnetti punti

Raffinamento mesh

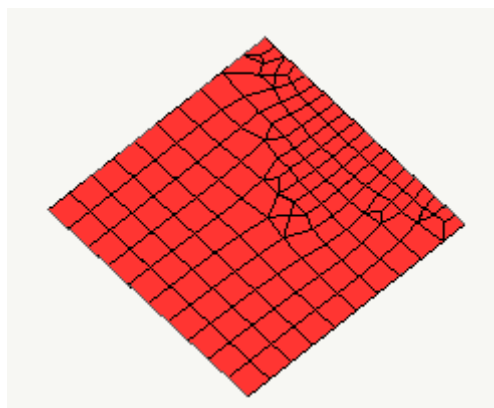
E' possibile selezionare un nodo per indicare il secondo punto di controllo della linea di riferimento

Attivare la casella **Sconnetti punti** se non si desidera applicare le modifiche ai vertici eventualmente condivisi con altre linee di costruzione.

### Fattore di raffinamento

Se si utilizzano le linee di costruzione per la generazione di una mesh, può essere utile specificare un fattore di raffinamento diverso per ogni linea. Il fattore di raffinamento permette di controllare localmente la densità della mesh (cfr. [Mesh generati in geometrie di riferimento](#)).

Ad esempio nella seguente figura un lato della mesh ha un fattore di raffinamento doppio rispetto a quello degli altri:



È possibile impostare il fattore di raffinamento di una linea sia nel dialogo di creazione da coordinate sia in quello della

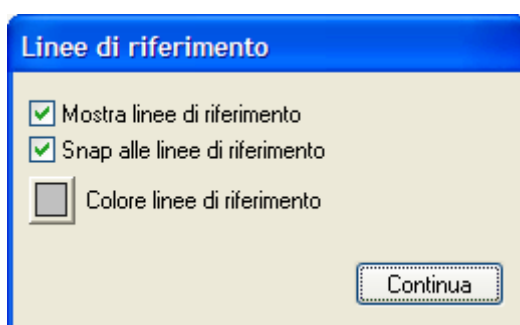
modifica numerica.

Per specificare contemporaneamente il fattore di raffinamento di più linee, attivare l'icona **Modifica linee costruzione** della palette. Quindi, tenendo premuto il tasto **Control**, cliccare su una singola linea oppure tracciare una selezione di tipo lazo per selezionare più linee. Appare un dialogo in cui va specificato il nuovo fattore da associare a tutte le linee selezionate.

### Opzioni di visualizzazione

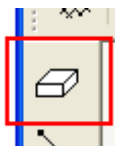
Per modificare le opzioni di visualizzazione delle linee di costruzione, scegliere la voce di menu **Visualizza > Linee di riferimento...** o fare un doppio clic sull'icona **Modifica linee costruzione** della palette.

Viene mostrato il seguente dialogo, in cui poter scegliere il colore con cui disegnare le linee, nascondere temporaneamente tutte le linee di riferimento e includere o meno le linee di riferimento nello smart cursor sui nodi del sistema di snap (cfr. [La griglia](#)):



### Eliminare oggetti dal modello

Per eliminare dal modello un oggetto (un nodo, un elemento o una linea di costruzione), attivare lo strumento **Cancella** della palette:

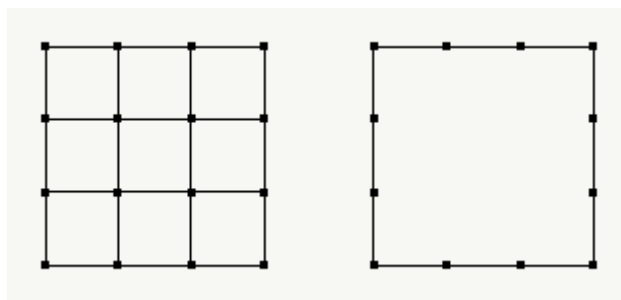


Quindi selezionare gli oggetti da rimuovere e confermare la selezione.

Per azzerare il modello, fare doppio clic sullo strumento **Cancella** della palette o scegliere la voce di menu **File > Nuovo...**, quindi confermare l'eliminazione nella finestra di dialogo che appare. Questa operazione non è annullabile.

### Creare gruppi di elementi

Gli elementi piani possono essere raggruppati in modo da essere visualizzati e gestiti insieme come un unico gruppo. Gli elementi di un gruppo possono anche non formare una superficie continua. In figura sono mostrati a sinistra nove elementi bidimensionali non raggruppati, a destra gli stessi elementi raggruppati:



L'uso dei gruppi facilita l'assegnazione di dati comuni a tutti gli elementi di un gruppo ma non ha nulla a che fare con la formulazione numerica degli elementi finiti di cui il gruppo è composto.

La visualizzazione per gruppi può essere disattivata per accedere agli elementi ed ai nodi interni al gruppo (per modificare dati o accedere a risultati), agendo sulla voce di menu **Funzioni > Gruppi attivi**.

Per formare un gruppo, attivare la funzione dalla voce di menu **Funzioni > Forma gruppo** e selezionare gli elementi voluti.

Per sciogliere un gruppo, attivare la funzione dalla voce di menu **Funzioni > Sciogli gruppo** e selezionare il gruppo da sciogliere.

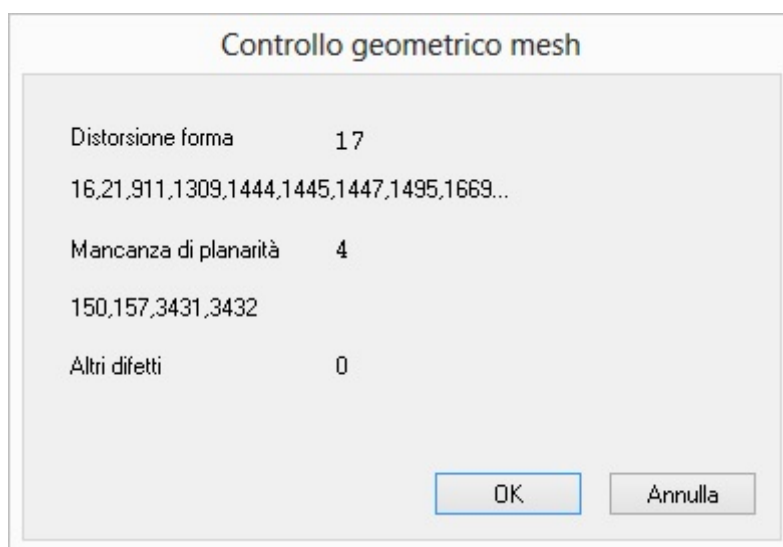
## Controllo della geometria della mesh

Questa funzione consente di controllare la qualità della geometria della mesh sotto i seguenti aspetti:

- Planarità degli elementi
- Geometria dell'elemento: rapporto tra i lati, angolo tra i lati, rapporto di forma etc.
- Altri difetti: brick irregolari, elementi coincidenti, elementi collassati

A questa funzione si accede dal menu delle Funzioni.

La funzione riporta i risultati in termini del numero di elementi con un difetto e degli indici dei primi elementi che presentano tale difetto.



Se si tracciano gli elementi direttamente, queste verifiche vengono eseguite all'atto stesso del tracciamento, se la funzione d

controllo è attivata, se però la mesh viene generata automaticamente, possono esservi delle distorsioni che possono portare ad una inefficienza dell'elemento finito anche significativa. Se pertanto si hanno dei dubbi sulla qualità della mesh ottenuta automaticamente, si può usare questa funzione unitamente a quelle che forniscono la qualità della mesh.

Si ricorda che elementi non piani ma distorti anche di poco possono portare a risultati inaccurati soprattutto se si assegnano ad elementi guscio spessori elevati che non sono tipici dello stato di tensioni rappresentato da questi elementi.

## Funzioni di generazione automatica

Nòlian offre, oltre agli strumenti per la generazione "manuale" del modello, ovvero per definire singolarmente la posizione dei nodi e le connessioni degli elementi, anche una serie di strumenti per la generazione "automatica" di oggetti.

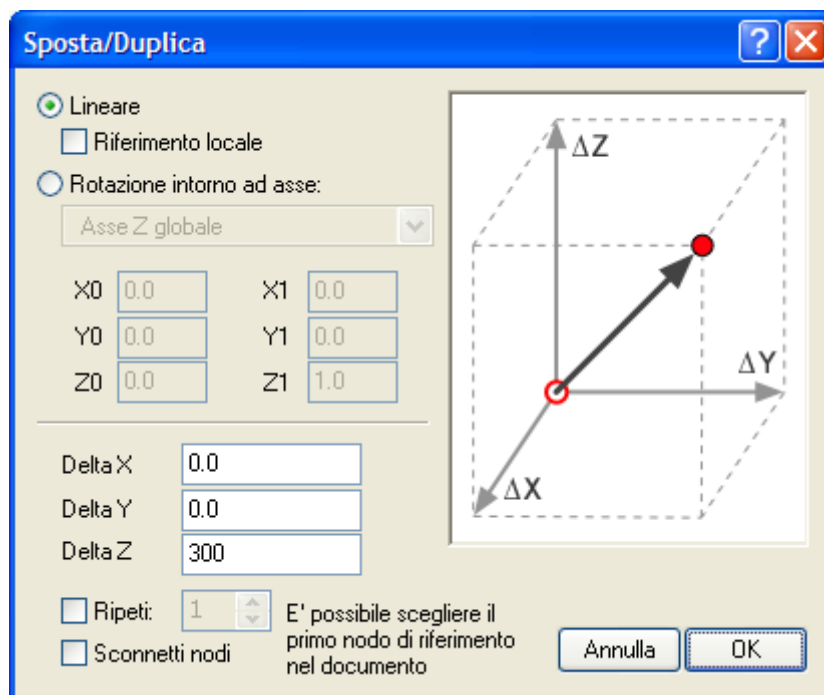
Le funzioni di generazione automatica (anche dette **autogenerazioni**) permettono la creazione o la modifica di nodi, elementi e linee di costruzione sulla base dei parametri e degli oggetti di più alto livello scelti dall'utente.

## Spostare o duplicare un oggetto

Uno o più oggetti possono essere spostati o duplicati lungo una certa direzione oppure intorno ad un certo asse.

Attivare la funzione selezionando la voce di menu **Funzioni > Sposta / Duplica** (tasto di scelta rapida **Ctrl+L**).

Viene mostrato il seguente dialogo:



Va scelto il tipo di spostamento: lineare o per rotazione intorno ad un asse.

Se lo spostamento è lineare va specificato il delta di spostamento effettuato ad ogni passo lungo i tre assi coordinati del sistema di riferimento globale o locale.

Se si sceglie lo spostamento intorno ad un asse, occorre per prima cosa assegnare l'asse stesso, quindi l'entità dello spostamento relativo in coordinate cilindriche (cfr. [Sistema di coordinate cilindriche](#)).

Per copiare gli oggetti anziché spostarli, attivare la casella **Ripeti** e specificare il numero di copie da effettuare. Copie multipli

vengono generate applicando per ognuna un passo aggiuntivo di spostamento in base alle impostazioni specificate. Ad es. specificando uno spostamento lineare lungo Z di 100 unità, la prima copia viene creata a distanza 100 lungo Z dagli oggetti originali, la seconda a distanza 200 lungo Z, la terza a 300 e così via.

Durante uno spostamento, se vengono selezionati dei nodi a cui sono connessi elementi non selezionati a loro volta, si ottiene normalmente una modifica della geometria degli elementi. Se si desidera invece che gli elementi non selezionati rimangano non modificati, attivare la casella **Sconnetti nodi**: in questo caso i nodi originali verranno copiati, anziché spostati nella nuova posizione.

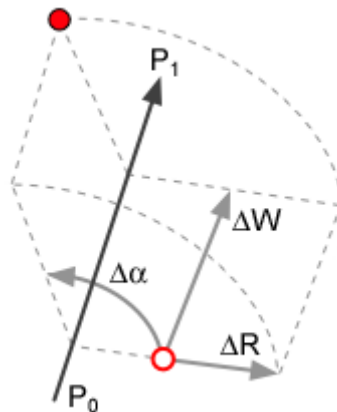
Confermate le impostazioni con **OK**, il dialogo viene chiuso e viene chiesto di selezionare gli oggetti: l'operazione viene effettuata confermando la selezione.

### Sistema di coordinate cilindriche

Alcune autogenerazioni (ad esempio lo spostamento o la generazione per estrusione) possono essere effettuate in un sistema di coordinate cilindriche: lo spostamento di un punto può essere cioè indicato in termini della sua rotazione intorno ad un asse e del suo spostamento nelle direzioni longitudinale e normale allo stesso asse. Le coordinate relative vengono indicate con **Alpha**, **W** e **R** rispettivamente.

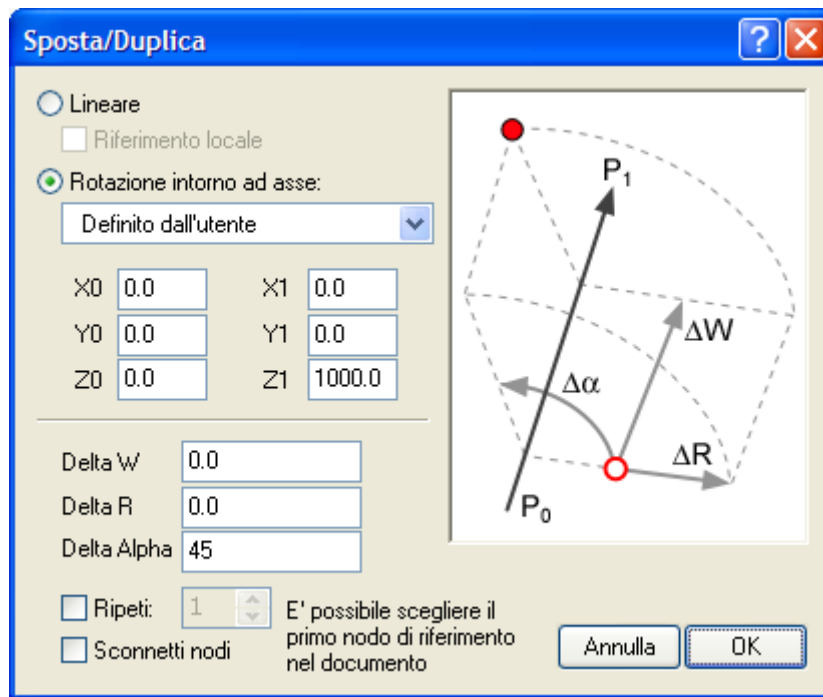
L'asse del cilindro è scelto dall'utente ed è normalmente identificato da due punti nello spazio per cui passa, con direzione che va dal primo al secondo. Un valore di Alpha positivo indica una rotazione in gradi intorno all'asse in senso antiorario se vista dal secondo punto dell'asse verso il primo ("dall'alto"). Un valore di W positivo indica uno spostamento nella stessa direzione e verso dell'asse, specificato nelle unità di misura del riferimento globale. Un valore di R positivo indica un allontanamento in direzione normale all'asse, specificato nelle unità di misura del riferimento globale.

Lo spostamento di un nodo definito in coordinate cilindriche intorno ad un asse passante per i punti  $P_0$  e  $P_1$  appare come in figura, dove il nodo di partenza è rappresentato dal cerchio vuoto e quello di arrivo dal cerchio pieno e tutti i delta di spostamento sono positivi:



L'asse del cilindro può essere scelto tra quelli predefiniti oppure indicando le coordinate di due punti  $P_0$  e  $P_1$  per cui passa, con verso che va dal primo al secondo. Gli assi predefiniti sono quelli del riferimento globale e quelli del riferimento del piano di lavoro corrente. I punti dell'asse possono essere scelti anche direttamente sul modello, selezionando due nodi mentre il dialogo della scelta dell'asse è aperto.

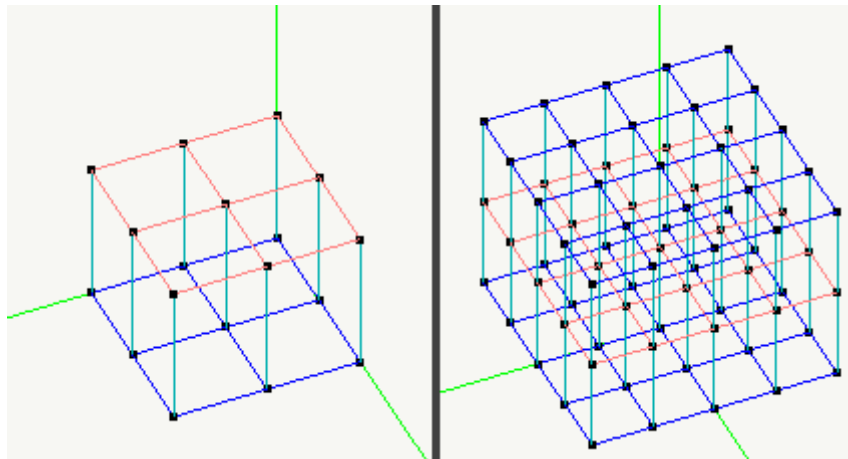
La scelta dell'asse per lo spostamento degli oggetti è mostrata in figura:



## Copia speculare

Nòlian permette di generare facilmente nodi, elementi e linee di costruzione per proiezione speculare rispetto al piano di lavoro corrente.

Questa funzione permette di approfittare delle simmetrie di una struttura per generarne più rapidamente il modello. Ad esempio in figura gli elementi mostrati a destra sono stati generati a partire da quelli mostrati a sinistra applicando la funzione di copia speculare tre volte, una per ognuno dei tre piani di lavoro predefiniti (XY, YZ e XZ):



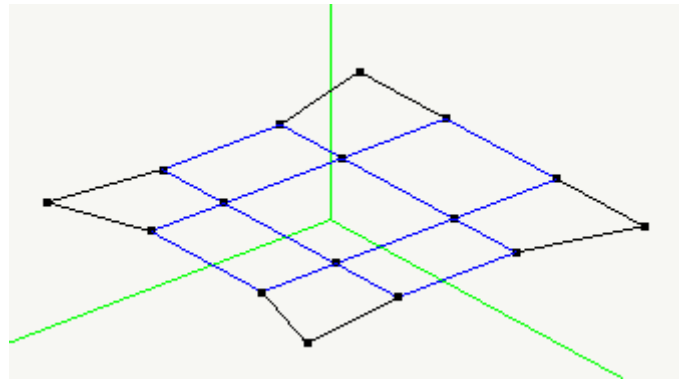
Per effettuare una copia speculare, attivato il piano di riflessione voluto (cfr. [Piano di lavoro](#)) e scegliere la voce di menu **Funzioni > Specchia**. Quindi selezionare gli oggetti da proiettare e confermare la selezione per effettuare l'operazione.

## Generare un telaio

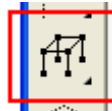
Nòlian permette di generare un telaio tridimensionale per estrusione dei pilastri dai nodi e per duplicazione di travi orizzontali. La generazione avviene esclusivamente in direzione Z globale e cioè presupponendo impalcati paralleli al piano globale XY.



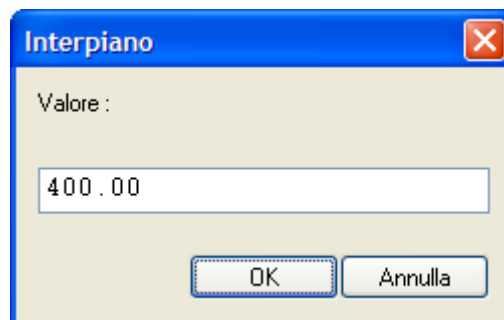
Per generare un telaio, tracciare su un piano i nodi da cui far partire i pilastri e gli eventuali elementi a due nodi che si vogliono duplicare per costituire le travi di impalcato:



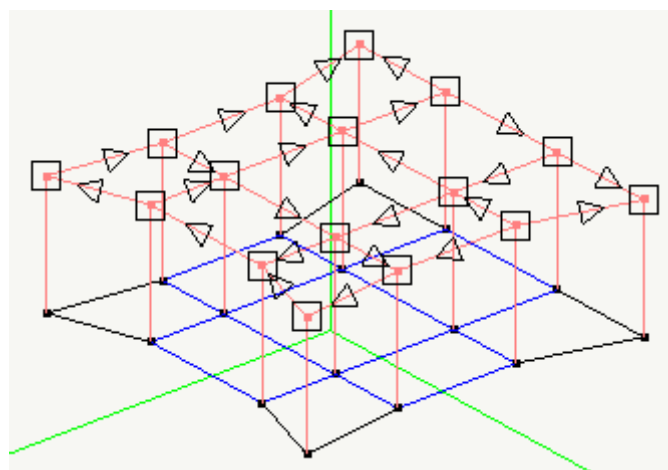
Attivare l'icona **Genera telai** della palette:



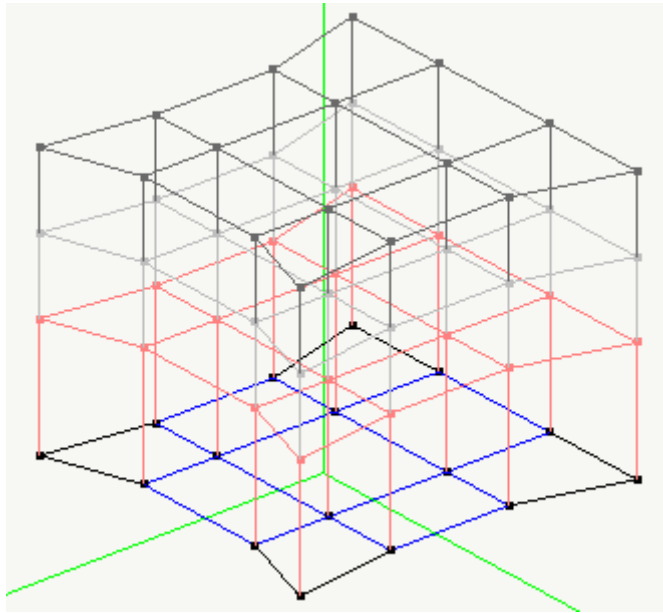
Quindi selezionare i nodi e gli elementi tracciati e confermare la selezione. Viene aperto un dialogo in cui specificare la quota relativa del nuovo impalcato:



Confermata la quota, i nuovi elementi vengono generati (utilizzando il colore corrente) e quelli sul nuovo impalcato vengono selezionati:



È possibile modificare la selezione e confermarla per generare nuovi impalcati, specificando eventualmente una nuova quota relativa, finché necessario:



Le caratteristiche degli elementi generati vengono assegnate in base a quelle eventualmente associate agli elementi sottostanti.

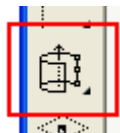
## Generazione per estrusione

Una superficie, intesa come un insieme connesso di elementi bidimensionali, può essere ottenuta generando elementi dalla proiezione, in una direzione voluta, di una generatrice, descritta da una selezione ordinata di nodi.

La proiezione della generatrice avviene lungo la direzione data per passi: ad ogni passo vengono creati nodi lungo la generatrice corrente, eventualmente connessi da elementi a quelli generati nel passo precedente.

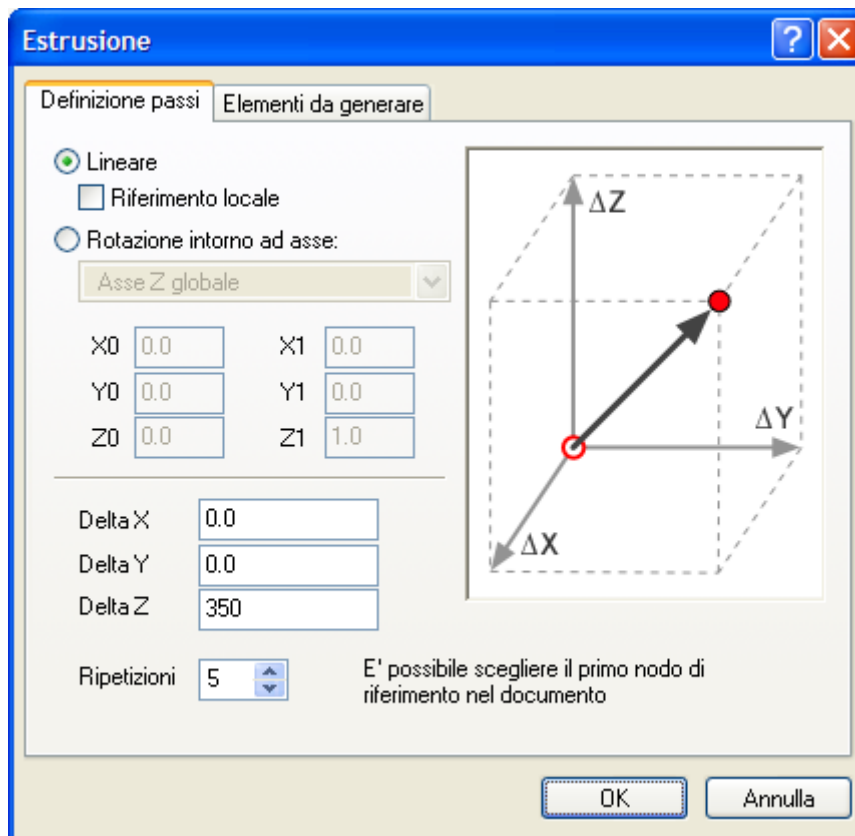
La direzione della proiezione può essere specificata come vettore di spostamento in un sistema di riferimento cartesiano (estrusione) oppure di coordinate cilindriche (estrusione o rivoluzione).

Per effettuare l'operazione, scegliere lo strumento **Genera elementi per estrusione** della palette:



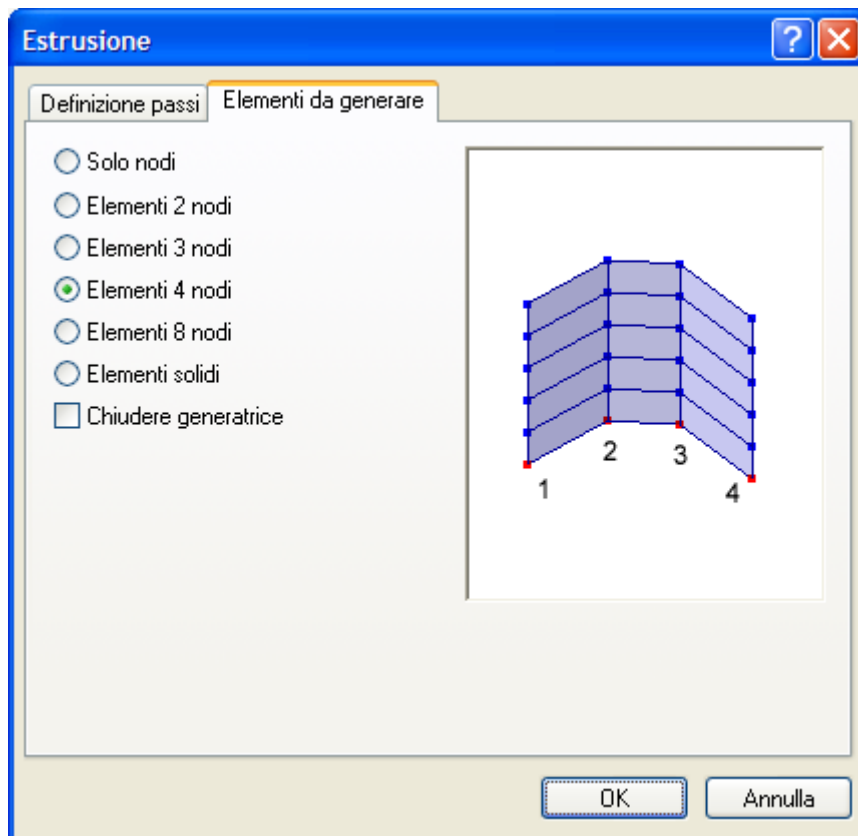
Quindi selezionare in ordine i nodi che descrivono la generatrice e confermare la selezione per avviare l'autogenerazione.

Per modificare i parametri dell'estrusione, fare doppio clic sull'icona **Genera elementi per estrusione della palette**. Viene aperto il seguente dialogo:



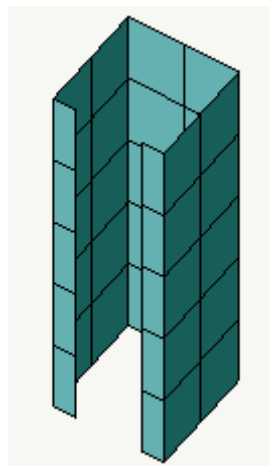
In questo dialogo può essere modificato il vettore di spostamento dei nodi della generatrice ad ogni passo ed il numero di passi da effettuare. Il vettore di spostamento può essere specificato nel sistema di riferimento globale, in quello locale o in un sistema di coordinate cilindriche (cfr. [Sistema di coordinate cilindriche](#)).

Selezionare la linguetta **Elementi da generare** per passare alla seconda parte del dialogo:

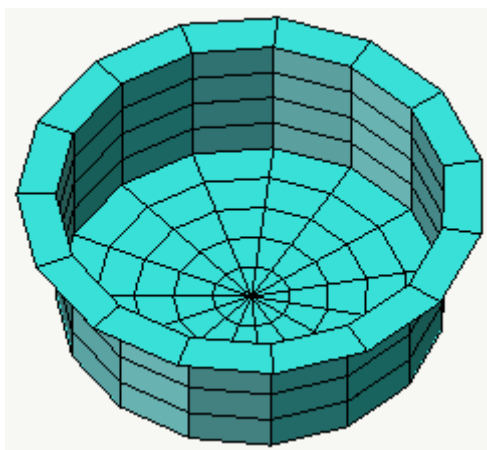


In questa parte del dialogo è possibile specificare il tipo di elementi da generare e se considerare la generatrice indicata come chiusa, ovvero se l'ultimo nodo va considerato collegato al primo.

Con i parametri mostrati nelle figure precedenti è possibile ad esempio generare un semplice vano ascensore, a partire dai pochi nodi di base:



Specificando uno spostamento in coordinate cilindriche è facile generare modelli per rivoluzione da un profilo:

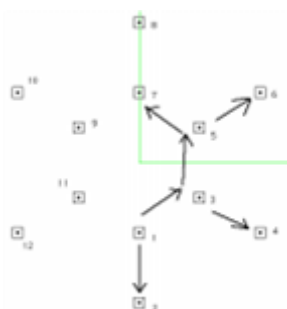


### Generare elementi solidi per estrusione

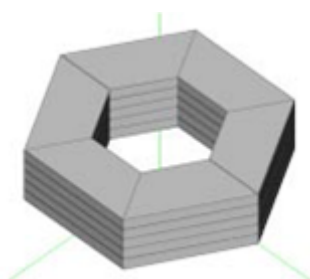
Nel caso si vogliono generare elementi solidi per estrusione, la linea formata dalla connessione ordinata dei nodi selezionati non è più adeguata come generatrice: è necessario indicare anche lo spessore degli elementi solidi da generare.

Per questo motivo è necessario specificare una sequenza di nodi in cui i pari e i dispari vengono connessi separatamente per ottenere le linee che delimitano la generatrice: è necessario quindi alternare la selezione di un punto "interno" e del corrispondente punto "esterno", o viceversa.

Ad esempio nella seguente figura è indicato un ordine di selezione dei nodi in cui si distingue una linea descritta dai nodi dispari interna a quella descritta dai nodi pari:



Tale selezione, scegliendo di chiudere la generatrice e con cinque passi di estrusione lineare, permette di generare il modello in figura:

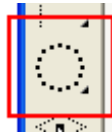


### Generazione lungo una linea

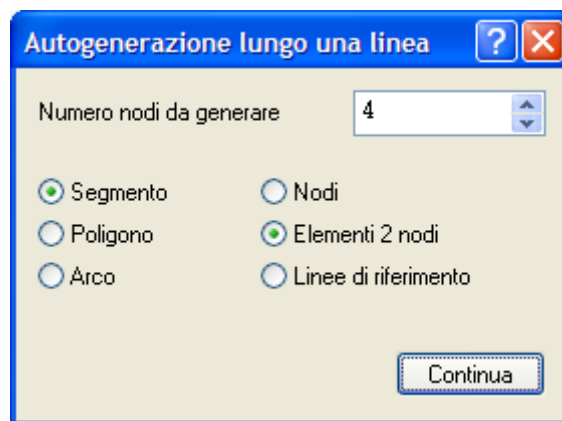
È possibile generare nodi e linee di riferimento lungo un segmento, un poligono o un arco di circonferenza. I nodi possono essere eventualmente connessi da elementi monodimensionali.

Se si generano linee di riferimento, esse sono segmenti nel caso si tracci un segmento o un poligono; archi se si traccia un arco.

Per scegliere il tipo di linea da tracciare, fare un doppio clic sull'icona **Genera elementi lungo una linea** della palette:



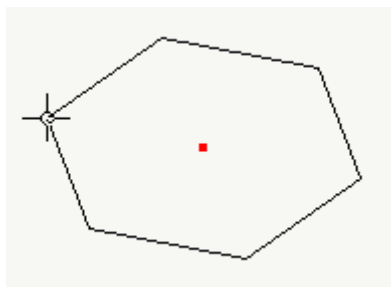
Viene aperto il seguente dialogo di configurazione, in cui poter scegliere il numero di suddivisioni della linea tracciata, il tipo di linea (segmento, arco o poligono) ed il tipo di oggetti da generare (nodi, elementi monodimensionali, linee di costruzione)



Per eseguire l'autogenerazione, attivare l'icona **Genera elementi lungo una linea** della palette. Quindi posizionare il cursore sul primo punto di controllo della linea voluta e trascinarlo tenendo premuto il tasto sinistro del mouse sul secondo.

Se si sta tracciando un segmento, i punti di controllo corrispondono ai suoi estremi: il segmento viene suddiviso in base alle impostazioni date e gli oggetti voluti vengono generati.

Nel caso del tracciamento del poligono, il primo punto di controllo specificato corrisponde al centro del poligono. Il secondo punto corrisponde ad un vertice del poligono che si trova lungo la circonferenza in cui è inscritto:



Se si sta tracciando un arco, vengono richiesti tre punti di controllo: il centro dell'arco, il primo estremo dell'arco e un punto lungo il raggio che parte dal centro e passa per il secondo estremo dell'arco:



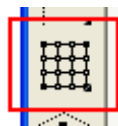
## Generazione in un quadrilatero

Nòlian permette di generare una maglia di elementi all'interno di un quadrilatero specificato dall'utente, in base ad una suddivisione dei lati fissa (un lato viene diviso in  $n$  elementi) oppure variabile in base alla lunghezza massima dei lati da generare.

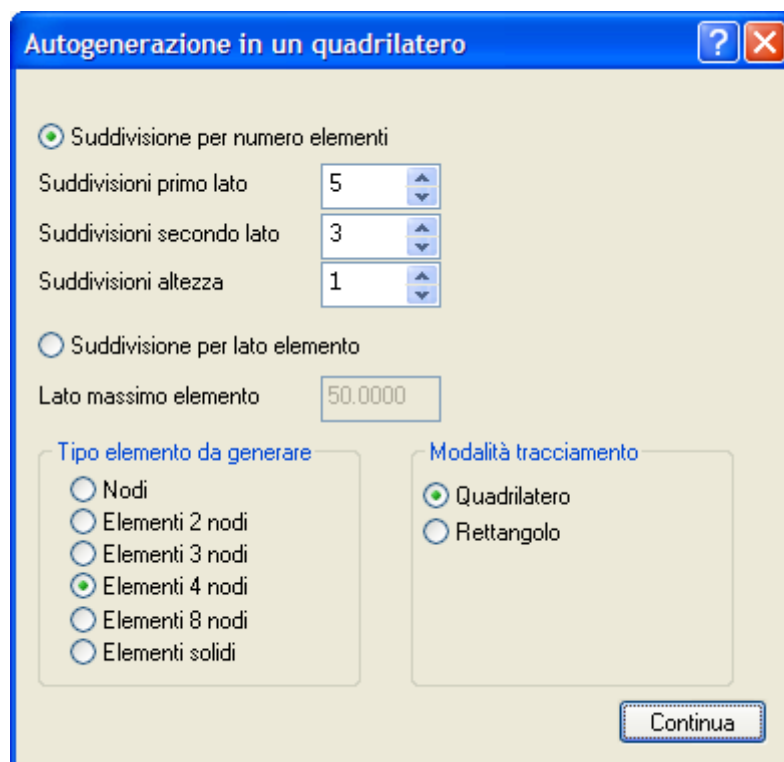
La maglia generata è sempre regolare: il numero di suddivisioni di un lato corrisponde sempre a quello del lato opposto.

Il tipo di elementi da generare può essere scelto tra tutti quelli disponibili, oppure si possono generare soltanto i nodi della maglia. Se si sceglie di generare elementi solidi, viene applicata anche una suddivisione in altezza.

Per modificare le opzioni di generazione, fare doppio clic sull'icona **Genera elementi in un quadrilatero** della palette:



Viene mostrato il dialogo in figura, in cui poter scegliere il tipo e i parametri della suddivisione, il tipo degli elementi da generare e il tipo di tracciamento da utilizzare:



Per effettuare l'autogenerazione, attivare l'icona **Genera elementi in un quadrilatero** della palette. Quindi tracciare il

quadrilatero:

- se è stata scelta la modalità di tracciamento *Quadrilatero*, vanno indicati i quattro vertici del poligono con altrettanti clic del mouse;
- se è stata scelta la modalità  *Rettangolo*, vanno indicati i due estremi opposti di un rettangolo allineato agli assi del sistema di riferimento del piano di lavoro corrente.

Se si stanno generando elementi solidi, il tracciamento avviene come per un singolo elemento solido, in base alle impostazioni indicate nella sezione **Tracciare elementi solidi** del manuale (cfr. [Tracciare gli elementi](#)).

## Generare una mesh in un contorno

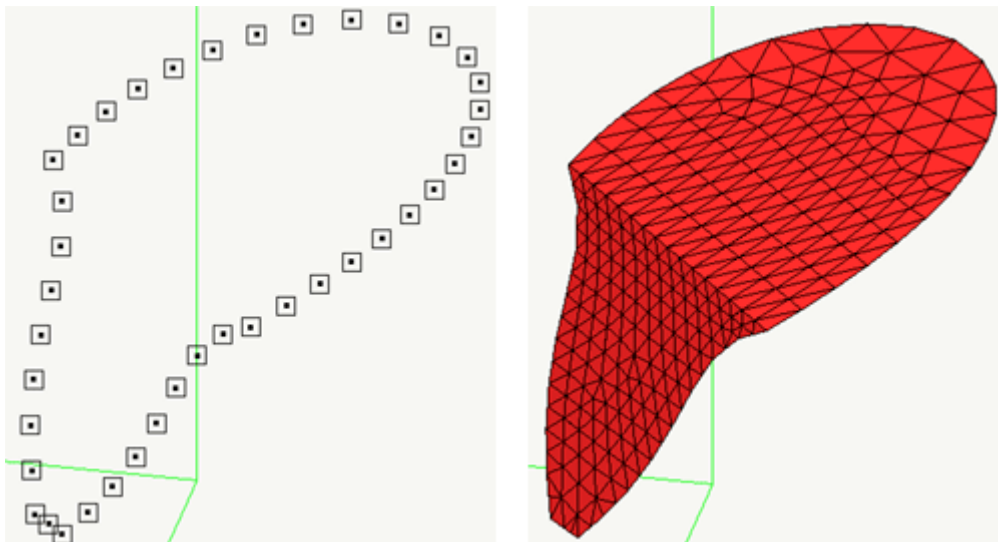
Nòlian consente di costruire una mesh di elementi bidimensionali in un'area assegnata, delimitata da nodi oppure da linee di riferimento.

La mesh viene calcolata secondo algoritmi di generazione frontale e non è quindi regolare: la sua densità dipende dalla geometria e dalla complessità del contorno. Per ottenere una mesh regolare, utilizzare le funzioni di [generazione in un quadrilatero](#) o di [generazione per estrusione](#).

### Mesh delimitata da nodi

La prima possibilità per costruire una mesh è quella di descrivere un poligono monoconnesso tramite selezione dei suoi vertici. Il metodo non è limitato al piano e cioè il poligono può anche essere sghembo.

Il metodo di costruzione è "frontale" e cioè procede dal contorno verso l'interno, costruendo gli elementi e formando ad ogni passo un nuovo poligono di contorno, fino ad arrivare alla chiusura della mesh:



La mesh generata può essere costituita da elementi a tre, quattro o otto nodi. Si ricorda che la distorsione del piano di elementi a quattro o otto nodi ne limita l'accuratezza: si consiglia quindi di generare mesh preferibilmente piane o di utilizzare in alternativa elementi a tre nodi.

Il metodo non garantisce il raggiungimento di una mesh topologicamente accettabile: la chiusura della mesh può avvenire con elementi intrecciati o sovrapposti. Se non si ottiene una mesh topologicamente accettabile, questa viene "riequilibrata", secondo il criterio di rendere più uniformi possibili gli elementi. Se durante la generazione la geometria calcolata non viene



ritenuta adeguata al metodo degli elementi finiti (secondo i criteri enunciati in [Controllo sulla forma degli elementi](#)), l'utente ne viene avvisato: se è possibile risolvere il problema sostituendo la generazione di un elemento a quattro nodi con due a tre nodi, viene chiesta la conferma all'utente.

Il contorno della mesh va definito dall'utente, selezionando i nodi per cui esso passa. La selezione può avvenire in un ordine qualsiasi, lasciando al programma il compito di trovare un ordine dei nodi che descriva un poligono convesso valido. In alternativa può essere operata una scelta ordinata dei nodi, in senso orario o antiorario.

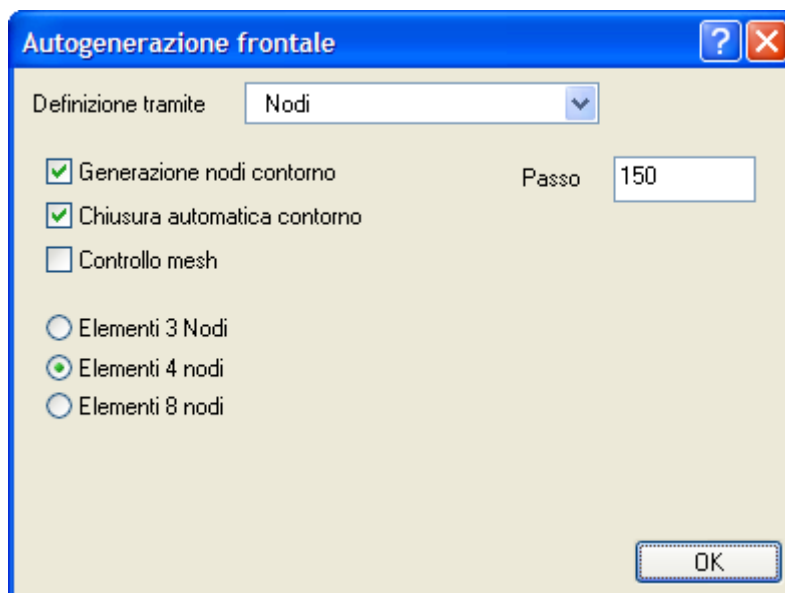
Opzionalmente lungo il contorno definito vengono creati nuovi nodi, affinché la lunghezza massima dei lati degli elementi sia controllata: come lunghezza massima può essere scelta una quantità arbitraria espressa nelle unità di misura correnti oppure può essere utilizzata la minima distanza tra i nodi selezionati per il contorno. Se si stanno generando elementi a quattro o otto nodi e viene scelto di non generare nuovi nodi lungo il contorno, i nodi selezionati devono essere in numero pari.

Se si stanno generando mesh di elementi a quattro o otto nodi, è possibile fare in modo che la mesh abbia alcuni vertici interni fissati: qualunque nodo di colore rosso interno al contorno definito viene tenuto in conto nella generazione della mesh. Questo permette ad esempio di modellare una platea di fondazione tenendo conto della posizione dei pilastri.

Per modificare le opzioni di generazione della mesh e scegliere il tipo di generazione delimitata dai nodi, fare doppio clic sull'icona **Genera mesh** della palette:



Viene aperto il dialogo di configurazione, in cui va scelta la voce **Definizione tramite nodi** e il tipo di elementi da generare (tre, quattro o otto nodi):



Per creare nodi lungo il contorno selezionato, attivare la casella **Generazione nodi contorno** e specificare il passo voluto. Se il passo indicato è nullo, viene utilizzata la distanza minore tra i nodi selezionati per il contorno.

Per permettere al programma di scegliere l'ordine dei nodi selezionati affinché definiscano un poligono convesso valido, attivare la casella **Chiusura automatica contorno**. Se la casella è disattivata, la selezione dei nodi del contorno deve essere ordinata.

Se si desidera che, alla fine della generazione, il programma mostri un dialogo in cui viene fornito un resoconto della validità

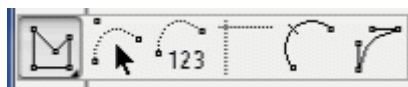
geometrica degli elementi generati (in particolare quando viene disattivato il controllo della geometria nelle preferenze), attivare la casella **Controllo mesh**.

Per generare una mesh delimitata da nodi, attivare lo strumento **Generazione mesh** della palette. Quindi selezionare i nodi del contorno (in modo ordinato se non è selezionata l'opzione **Chiusura automatica contorno**) e confermare la selezione per avviare la generazione della mesh.

## Mesh generata in geometrie di riferimento

Il mesher automatico è una funzionalità che permette di generare in maniera molto semplice e veloce elementi bidimensionali (a 3 e 4 nodi) su geometrie a forma anche molto complessa. Per il suo utilizzo devono essere realizzate nel modello le entità geometriche atte a definire il dominio di meshatura.

Nella palette, si trovano i comandi necessari per definire le entità geometriche del dominio di meshatura.



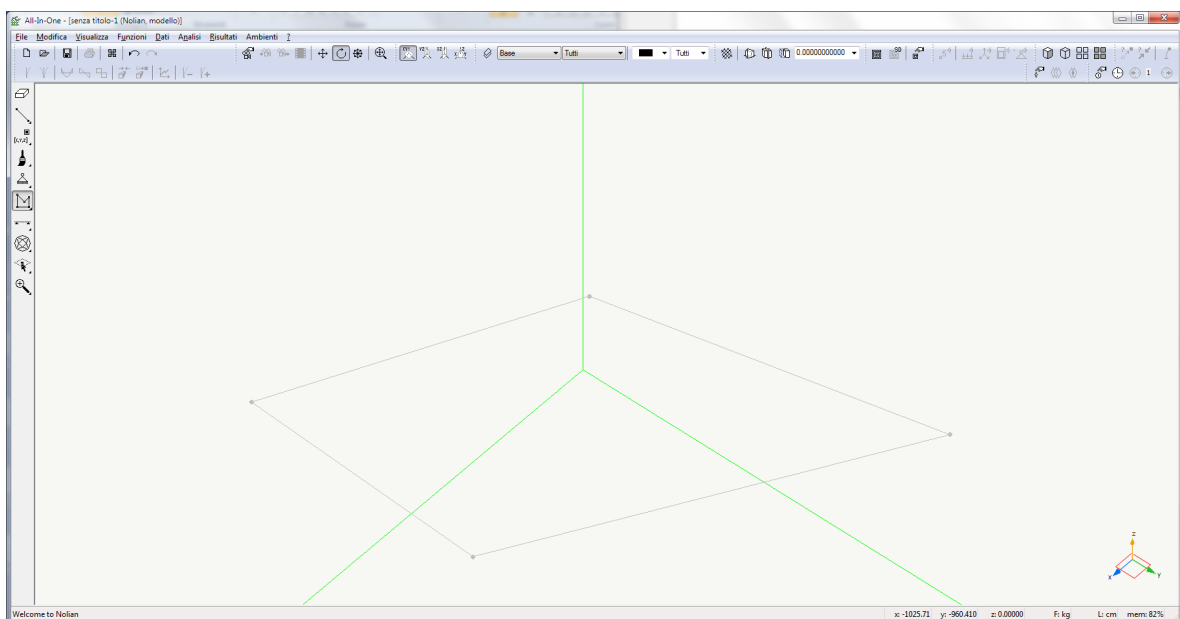
## Tracciamento del poligono di costruzione

Con tale comando si può andare a definire un poligono, che può avere dimensioni, piano di contenimento, numero di lati, grandi a piacere.

Il suo tracciamento può essere libero, o eseguendo lo snap su nodi precedentemente inseriti o sulla griglia di riferimento. L'unico vincolo per la corretta generazione dei poligoni è che tutti i punti lungo il perimetro, siano contenuti sul medesimo piano.

Selezionato il comando, si deve cliccare sul primo punto, il primo lato del poligono deve essere tracciato mantenendo premuto il pulsante del mouse, rilasciandolo solo una volta posizionato il cursore sul secondo punto, successivamente ogni ulteriore punto appartenente al perimetro del poligono potrà essere definito con un singolo click del mouse.

Una volta definito l'ultimo punto sarà possibile chiudere il poligono o con doppio click del mouse, o andando a "snappare" il punto iniziale:

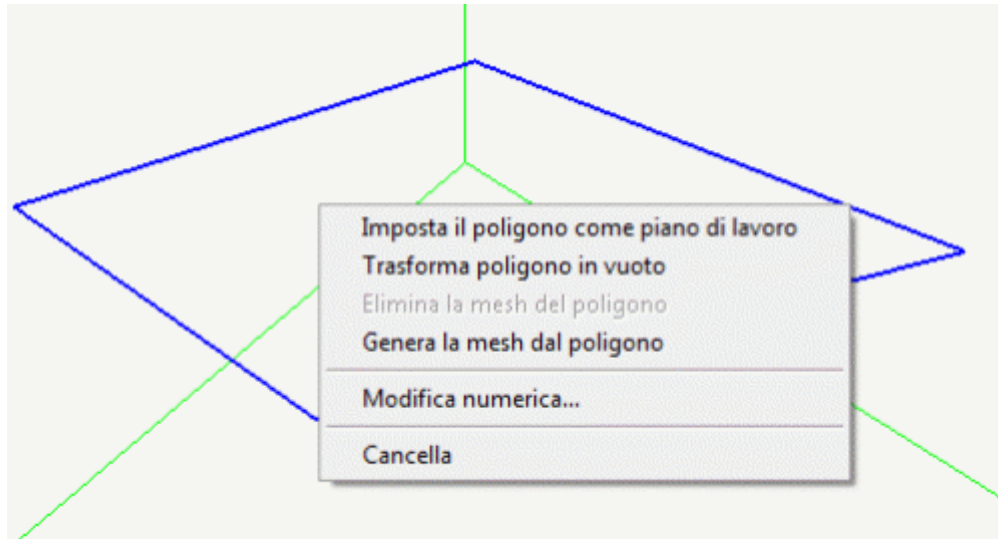


NOTA: La funzione "Undo" non è applicabile alle operazioni eseguite sui poligoni.

## Opzioni del poligono

Una volta tracciato il poligono, passando sopra di esso con il cursore, viene evidenziato il perimetro, ed è mostrato al suo interno un punto (baricentro dei vertici).

Cliccando con il tasto destro del mouse sull'area del poligono, è possibile selezionare una serie di opzioni.



### Imposta poligono come piano di lavoro

Permette di posizionare automaticamente il piano di lavoro coincidente con il piano sul quale è contenuto il poligono;

### Trasforma poligono in un foro

: Se si deve realizzare una parete con una finestra si crea il poligono che delimita il perimetro esterno della parete, ed al suo interno un poligono che delimita il perimetro della finestra. Definendo quest'ultimo come poligono "vuoto", quando si eseguirà la meshatura automatica il programma non inserirà elementi all'interno del vuoto.

Per distinguere visivamente i poligoni "vuoti" sono rappresentati con linea tratteggiata;

### Elimina la mesh del poligono

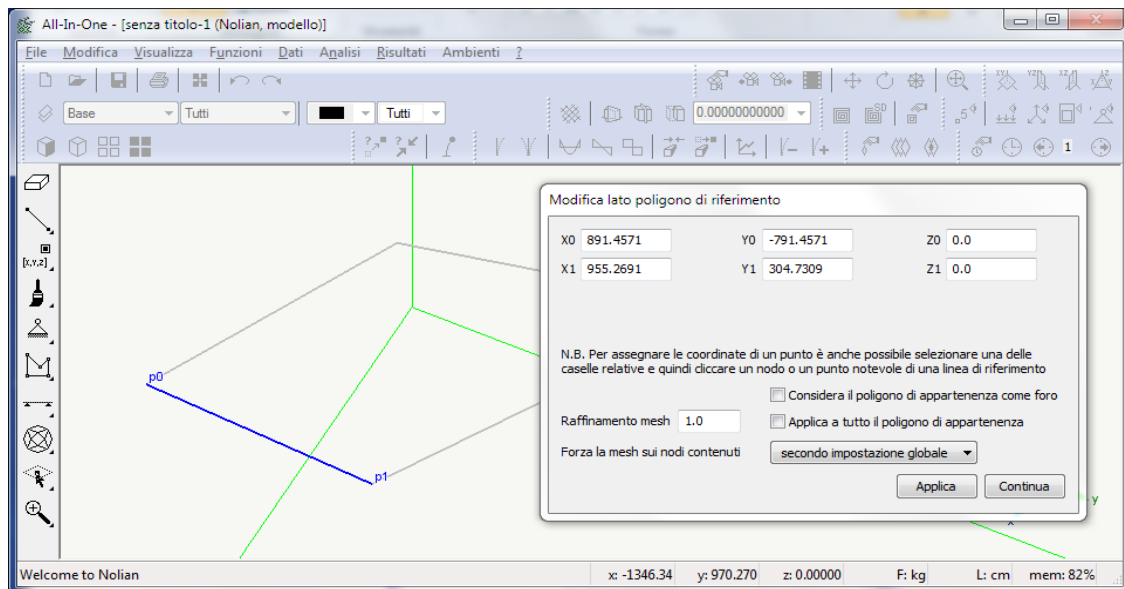
Se su un poligono sono stati già generati gli elementi della mesh, tramite questo comando è possibile eliminare tutti gli elementi della mesh interni al poligono;

### Genera la mesh dal poligono

Comando per generare gli elementi della mesh solo nel poligono selezionato e non su tutto il modello che invece si attua cor il comando [genera mesh](#)

### Modifica numerica

Questo comando consente l'accesso ad un dialogo che permette di operare modifiche o di impostare alcuni parametri di generazione della mesh.



Con questo comando si accede ad un dialogo. Nella parte parte in alto vengono riportate le coordinate (editabili) del lato più vicino al punto cliccato (che viene evidenziato).

Oltre alla modifica diretta dei valori, è possibile modificare le coordinate di un punto notevole del poligono, cliccando prima sulla cella della coordinata del nodo nel dialogo, e poi cliccando nel modello il nodo di destinazione.

Sia la modifica interattiva che quella numerica mantengono la planarità dei poligoni. Se il nodo di destinazione cliccato nel modello, non è contenuto nel piano del poligono, il punto finale sarà proiettato sul piano del poligono.

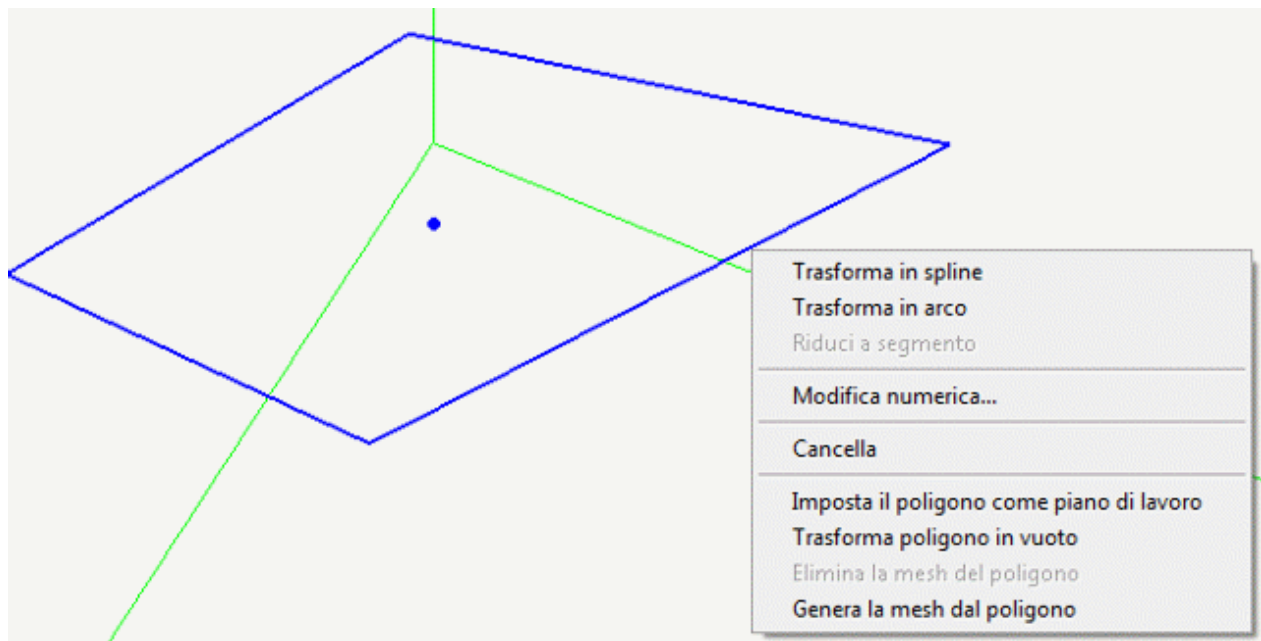
Nella parte inferiore del dialogo sono presenti alcune opzioni che illustreremo nella sezione [genera mesh](#)

### Cancello

Comando di cancellazione del poligono selezionato.

### Opzioni dei lati dei poligoni

Cliccando con il destro del mouse su un lato del poligono, è possibile selezionare una serie di opzioni che in parte sono simili a quelle già viste per i poligoni ma alle quali si aggiungono le seguenti.



### **Trasforma in spline**

Permette di trasformare il lato del poligono in una curva descritta da 4 punti, modificabili attivando successivamente il comando "Modifica numerica"

### **Trasforma in arco**

Permette di trasformare il lato del poligono in una curva descritta da 3 punti, modificabili attivando successivamente il comando "Modifica numerica"

### **Riduci a segmento**

Permette di riconvertire in segmento un lato precedentemente definito o spline o arco;

### **I comandi della palette**

Questi comandi sono già stati descritti nelle loro funzionalità in quanto esse sono attivabili anche dal menu contestuale. Qui le si riepiloga brevemente.

### **Modifica grafica**

Questo comando permette di modificare il contorno dei poligoni spostando con il mouse i punti notevoli del perimetro.

### **Modifica numerica**

Cliccando sul lato desiderato, si apre la finestra di dialogo vista precedentemente.

### **Traccia linee di costruzione**

Vedi [Tracciamento del poligono di costruzione](#)

### Traccia arco di costruzione

Permette di tracciare archi, in prima battuta vengono richiesti i punti notevoli di inizio e fine, successivamente tramite il comando "Modifica numerica" è possibile modificare le coordinate del punto intermedio.

### Traccia spline di costruzione

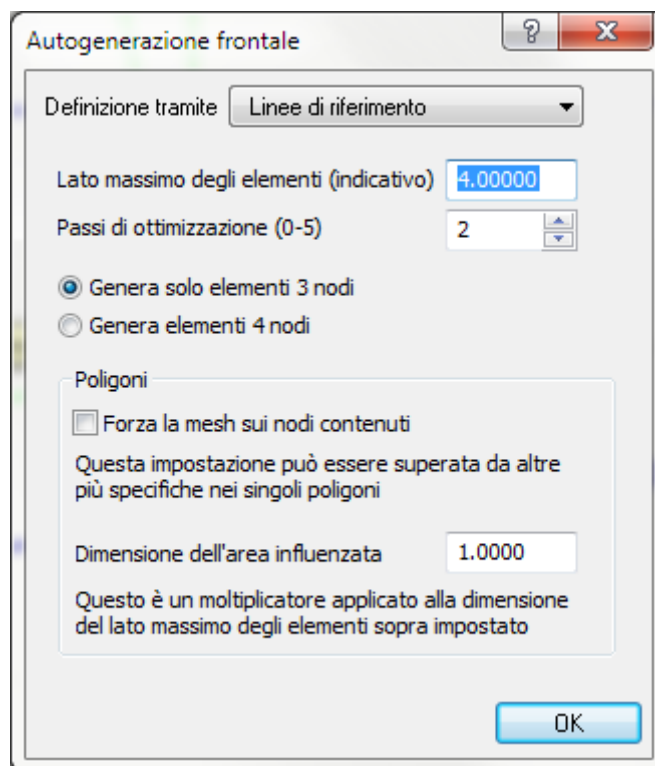
Permette di tracciare spline, in prima battuta vengono richiesti i punti notevoli di inizio e fine, successivamente tramite il comando "Modifica numerica" è possibile modificare le coordinate dei due punti intermedi.

### Genera mesh

Dopo aver generato tutti i poligoni che descrivono il dominio di meshatura, si deve attivare il comando "Genera mesh" della palette.



Con doppio clic sull'icona viene aperta la finestra di dialogo per l'impostazione delle opzioni di generazione della mesh.



Le opzioni che sono disponibili in questo dialogo consentono di operare sulle funzionalità seguenti.

Per generare la mesh tramite le linee e i poligoni di riferimento occorre selezionare la voce Linee di Riferimento mentre per generare la mesh da una serie di nodi occorre impostare la voce Nodi.

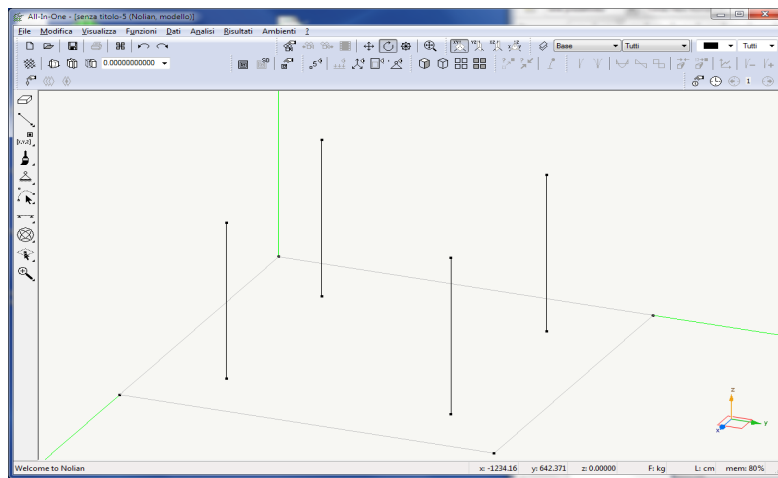
Il lato massimo degli elementi indica la lunghezza massima del lato degli elementi bidimensionali che vengono generati dal meshatore automatico, la dimensione inserita è indicativa, e l'unità di misura è quella corrente impostata nel file di lavoro;

I passi di ottimizzazione è un parametro che indica il numero di iterazioni volte a regolarizzare la mesh in modelli a geometria irregolare (poligoni triangolari o trapezoidali molto distorti, ecc.), generalmente si consiglia di lasciare il valore di default (2), ed operare modifiche solo se la qualità della mesh generata risulta insoddisfacente.

L'opzione Genera elementi 3 o 4 nodi definisce il tipo di elemento bidimensionale che deve essere generato. Se viene impostato l'elemento a 4 nodi, il meshatore inserirà fin quando possibile elementi a 4 nodi, ma molto spesso negli spazi risulta è necessario inserire elementi a 3 nodi per garantire la congruenza tra tutti i nodi.

L'opzione Forza la mesh sui nodi contenuti, consente di costruire una mesh che contenga i nodi già presenti all'interno del poligono.

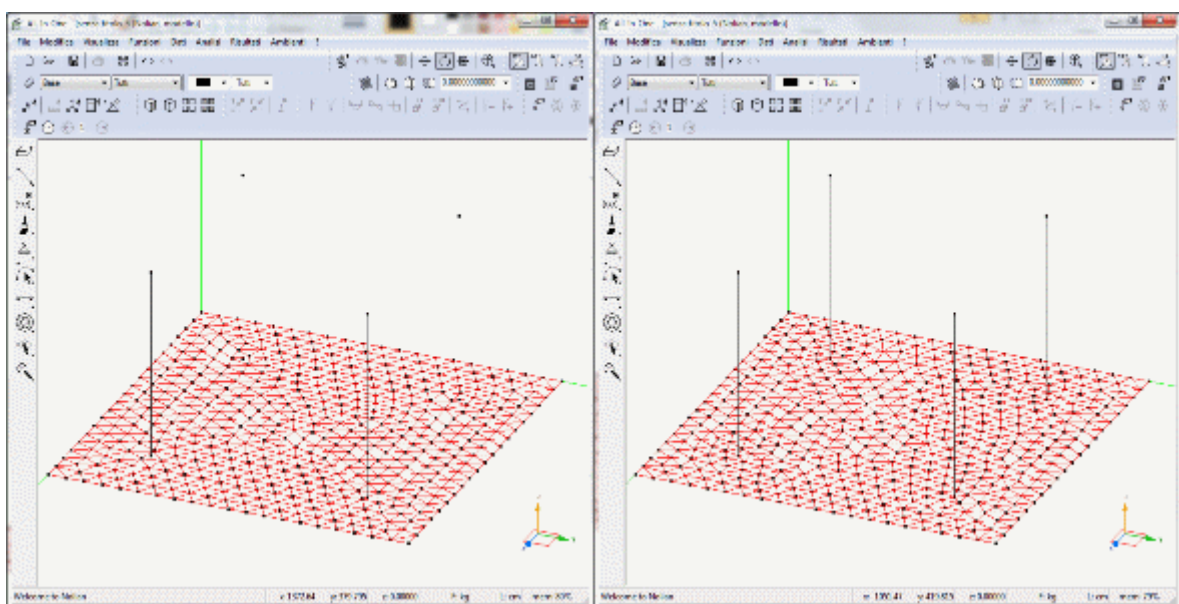
Poiché nel punto di discontinuità tensionale generalmente generato da un nodo è opportuno infittire la mesh, la mesh intorno al nodo interno viene infittita e poi gradatamente raccordata al passo assegnato. Il grado di questo infittimento è governato dal parametro Dimensione dell'area influenzata.



Ad esempio, avendo una platea di fondazione sulla quale sono impostati dei pilastri e rappresentati in figura.

A sinistra non attivando la connessione ai nodi interni del poligono (nodi al piede dei pilastri) tali nodi risultano connessi con nodi della platea.

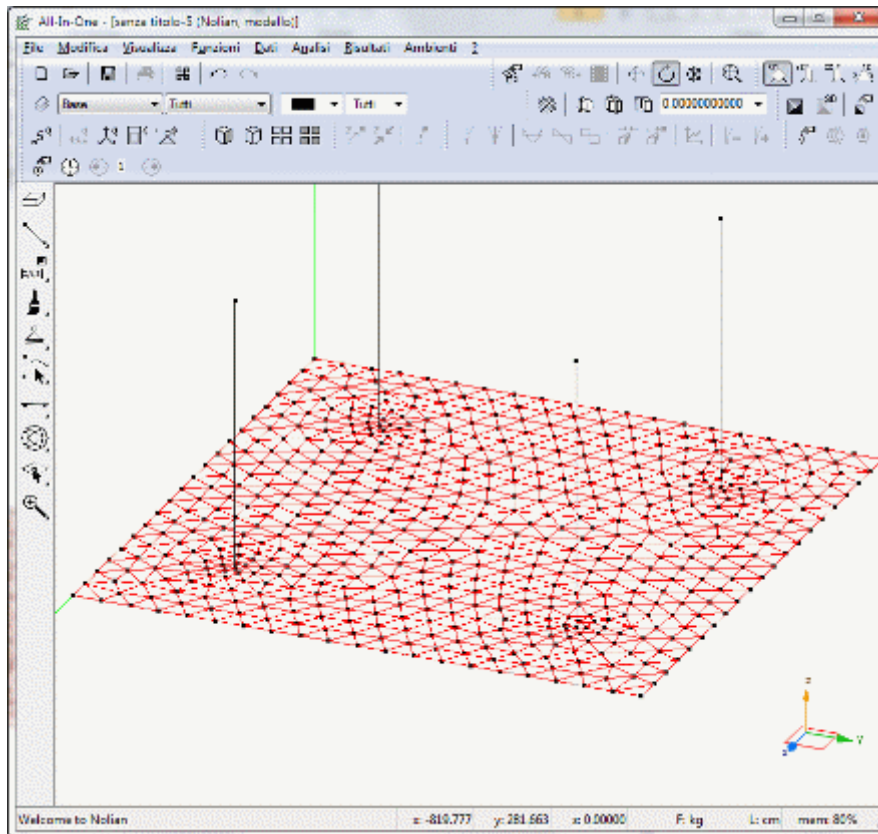
A destra invece, attivando tale opzione, i nodi al piede dei pilastri risultano connessi e congruenti con i nodi della platea.



In molti casi può essere utile eseguire un infittimento della mesh in corrispondenza di alcuni punti, nell'esempio sopra è utile operare tale infittimento all'intorno del piede del pilastro, pertanto spuntando l'opzione "Forza la mesh sui nodi contenuti" €

assegnando come "Dimensione dell'area influenzata" il valore 0.3, questo moltiplicherà il valore inserito come lato massimo degli elementi, e sarà utilizzato per generare gli elementi prossimi all'emettitore, raccordandosi poi in maniera graduale al passo ordinario degli altri elementi guscio interni al poligono.

Si otterrà quindi una meshatura come in figura.



Nella figura risulta evidente l'infittimento operato nei punti di "singolarità" del modello, ed i conseguenti vantaggi sui risultati di analisi.

Tale opzione è utile anche per trattare punti in cui sono applicati carichi concentrati.

Una volta impostati tutti i parametri del meshatore, si deve chiudere la finestra di dialogo e, attivando il comando "Genera mesh" si devono selezionare, eventualmente anche con lo strumento lazo di selezione, tutti i poligoni che si desidera meshare.

## Modifica numerica

Descriviamo altre opzioni presenti nel dialogo dei parametri associati al poligono.

Il comando Modifica numerica, viene richiamato dalla relativa icona della palette, o cliccando col tasto destro sul poligono e selezionandolo dal menù a comparsa. La finestra di dialogo di modifica numerica permette di operare modifiche locali (su un singolo poligono o su un singolo lato del poligono) rispetto a quelle che sono le impostazioni globali, per la generazione della mesh.

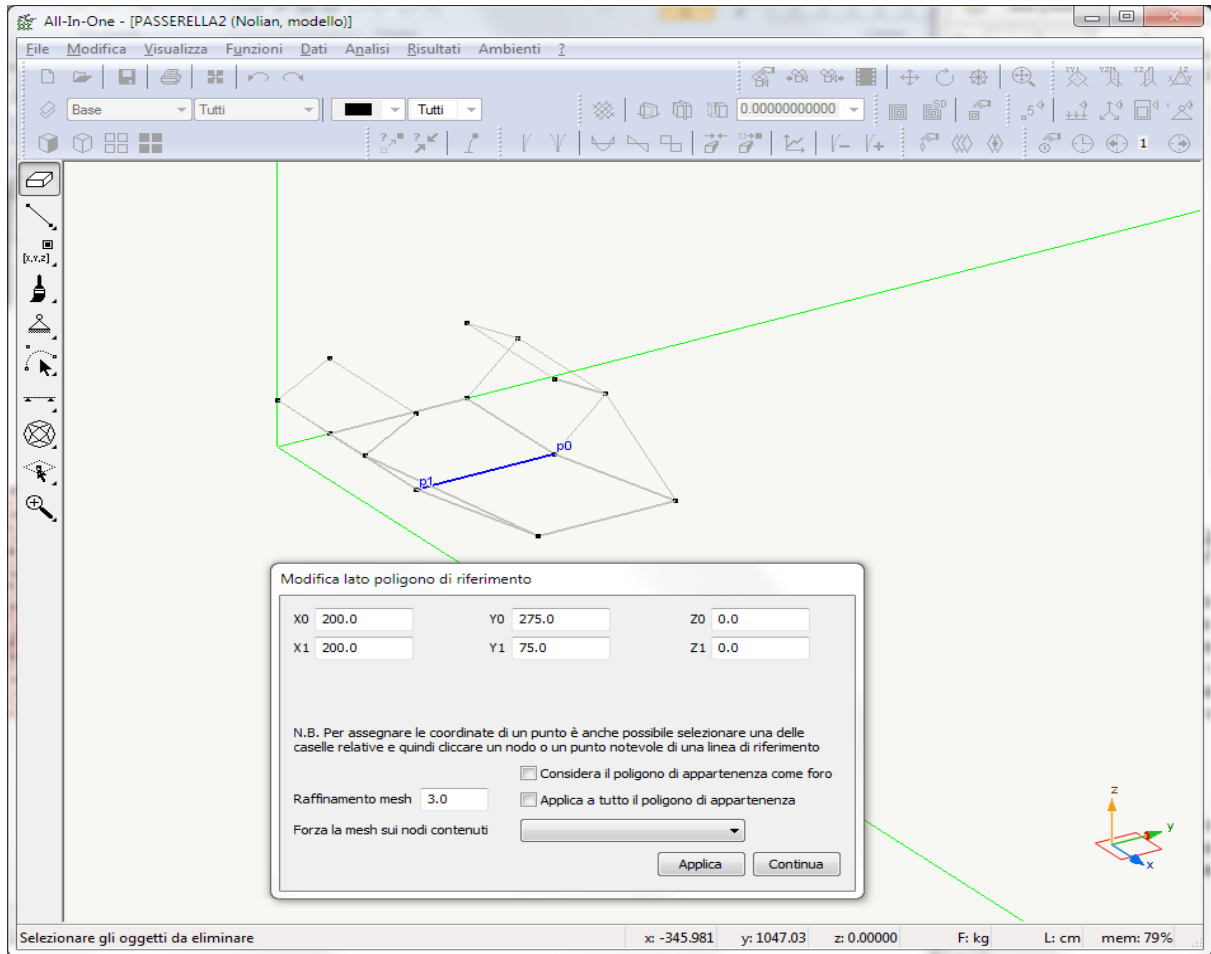
E' possibile Considerare il poligono di appartenenza come un foro: spuntando tale opzione si definisce il poligono come "vuoto"

E' possibile che per vari motivi, si voglia realizzare su un singolo lato del poligono una meshatura più fitta, e questo si ottiene operando opportunamente su tale parametro. Il valore inserito nella cella agisce come divisore del valore assegnato come lato massimo degli elementi. Se viene spuntata anche l'opzione "Applica a tutto il poligono di appartenenza" il valore viene

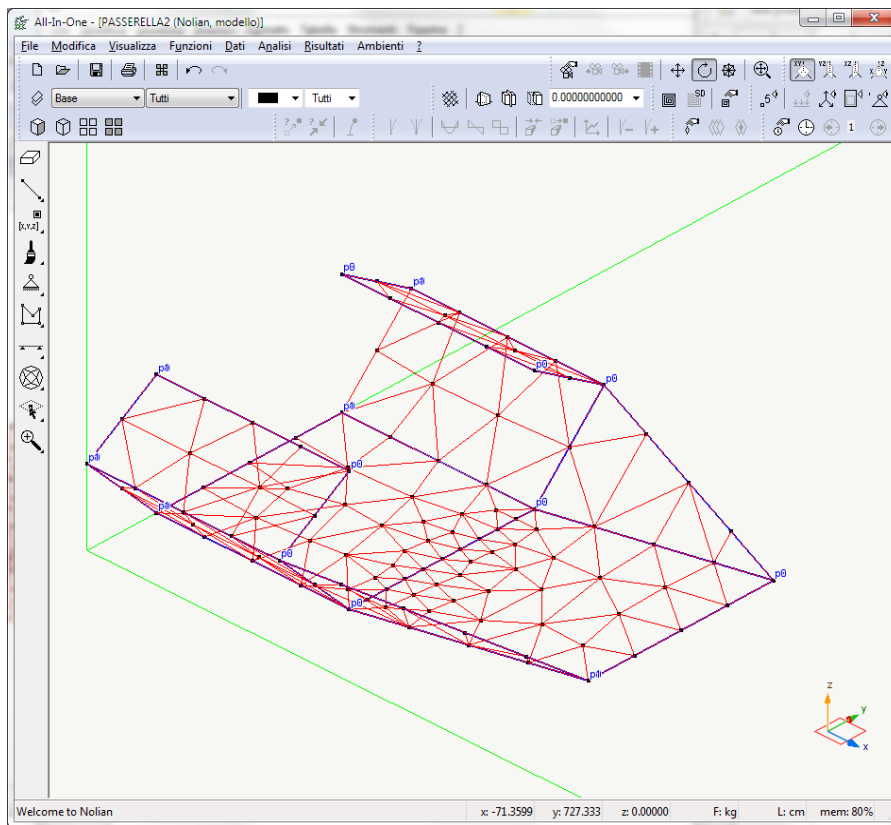


assegnato automaticamente a tutti i lati del poligono.

Avendo una situazione di questo tipo:

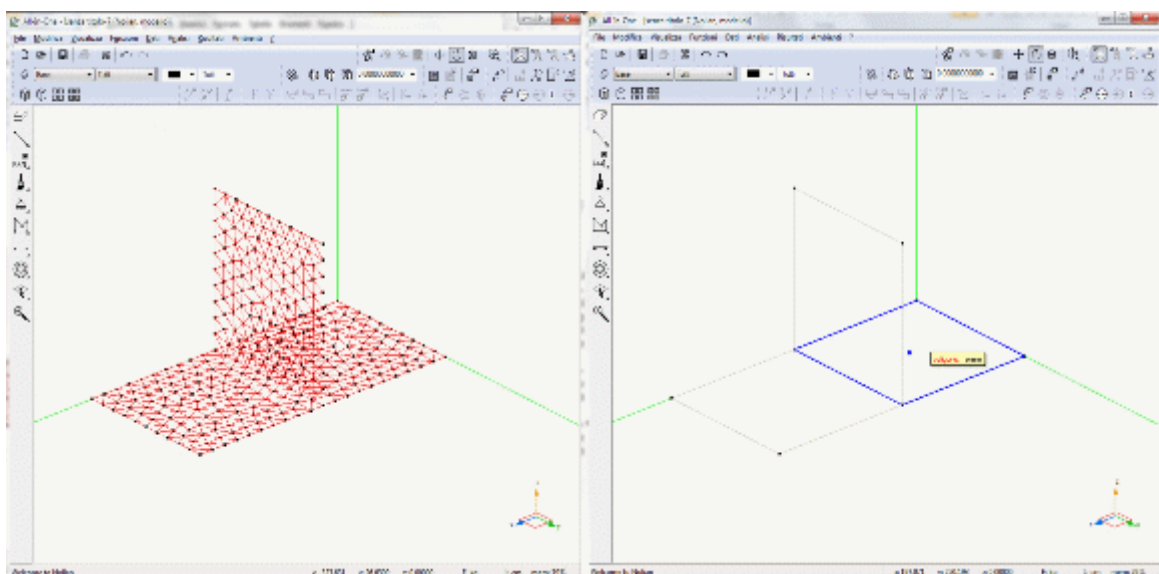


Impostando come Raffinamento mesh per il lato evidenziato, il valore 3,0, avviando la meshatura automatica con lato massimo elementi pari a 60.0 cm, lungo quel lato il passo della mesh sarà realizzato con dimensione massima pari a 20.0 cm:



## Osservazioni

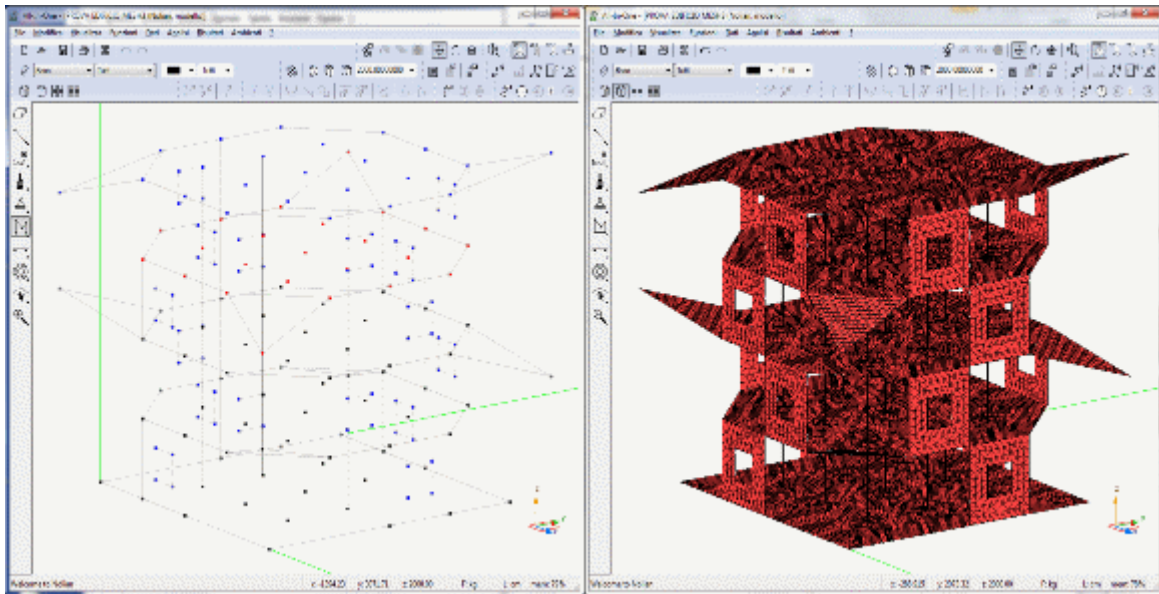
Il meshatore automatico garantisce la congruenza della mesh tra pannelli differenti, con la condizione però che pannelli posti su piani differenti abbiano un lato del perimetro in contatto; ad esempio una situazione come quella rappresentata in figura,



richiede la suddivisione della piastra di base in due poligoni, interrotti in corrispondenza dell'intersezione con il poligono verticale. Alla fine di ogni operazione di meshing automatico, si consiglia un controllo della congruenza con l'apposito comando "mostra lati liberi";

Lo strumento di meshing automatico è una funzione molto versatile, veloce e potente, e permette di operare su geometrie molto complesse. Tuttavia, se il modello in cui si opera è composto da molti poligoni, con forme varie ed articolate, e se il

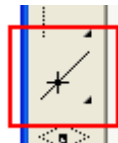
passo di meshatura assegnato è molto piccolo, tale da richiedere un elevato numero di elementi, i tempi di attesa per la generazione automatica possono richiedere qualche minuto, ma i risultati possono essere molto soddisfacenti.



## Operazioni geometriche sugli elementi

Nòlian offre alcuni strumenti per modificare a posteriori la geometria di un elemento con algoritmi di varia complessità, controllati da parametri forniti dall'utente.

Queste funzioni sono raccolte nello strumento **Operazioni geometriche** della palette:



Per selezionare il tipo di funzione e specificarne i parametri, fare doppio clic sull'icona della palette. Viene aperto un dialogo in cui scegliere il tipo di operazione da eseguire:

**Operazioni geometriche sugli elementi**

Inserimento nodo libero

Inserimento nodo su ascissa

Ascissa   Ascissa parametrica

Inserimento nodo su intersezione

Suddivisione elemento

Numero suddivisioni

Inversione elemento

Suddivisione asimmetrica

Nodi su sfera

Suddivisione su nodi esistenti

## Spezzare un monodimensionale o una linea di costruzione

Le prime due operazioni consentono di spezzare un oggetto già esistente in due tramite l'inserimento di un nuovo vertice, scelto per via grafica o numericamente.

Se si sceglie di spezzare un elemento monodimensionale, le eventuali assegnazioni di dati già effettuate sull'elemento si trasmettono ad entrambi i due elementi risultanti.

Per specificare il nuovo vertice per via grafica con il mouse, selezionare l'operazione **Inserimento nodo libero**. Per effettuare l'operazione è sufficiente cliccare col mouse sul punto di un elemento monodimensionale o di una linea di riferimento in cui creare un nuovo vertice.

Per aggiungere il nuovo vertice numericamente, scegliere l'operazione **Inserimento nodo su ascissa** e indicare un'ascissa parametrica (da 0 a 1 non compresi) o espressa come distanza (in unità di misura correnti) dal primo vertice lungo l'oggetto. Per effettuare l'operazione, selezionare l'elemento monodimensionale o la linea di riferimento da spezzare.

## Suddividere gli elementi e le linee di costruzione

Con l'operazione **Suddivisione elemento**, gli elementi o le linee di costruzione selezionati vengono divisi nel numero di oggetti specificati.

Nel caso di elementi bidimensionali o solidi il numero di suddivisioni si intende su ogni lato: Specificando come suddivisione 2, ad esempio, un elemento quattro nodi viene diviso in quattro elementi, mentre un elemento solido viene diviso in otto elementi.

L'elemento ad otto nodi accetta solo la suddivisione in 2 x 2 elementi. L'operazione non ha effetto su elementi bidimensionali a tre nodi.

## Invertire gli estremi di un elemento

Poiché il sistema di riferimento locale degli elementi viene utilizzato dalle funzioni di assegnazione dei dati e da quelle che lavorano sui risultati dell'analisi, può essere utile controllarne la generazione.

Come spiegato nella sezione [Sistemi di riferimento globale e locale](#), il sistema di riferimento locale viene determinato in base all'ordine di definizione dei vertici di un elemento.

Se si desidera modificare l'ordine dei vertici e quindi controllare il sistema di riferimento locale, è possibile utilizzare la funzione **Inversione elemento**.

Applicando l'operazione ad un elemento monodimensionale, l'ordine dei vertici viene scambiato e quindi l'asse X locale dell'elemento viene invertito.

Applicando l'operazione ad un elemento bidimensionale, l'ordine dei vertici viene invertito e quindi l'asse X locale dell'elemento si sposta lungo l'ultimo lato anziché lungo il primo e di conseguenza l'asse Y cambia direzione e l'asse Z cambia verso.

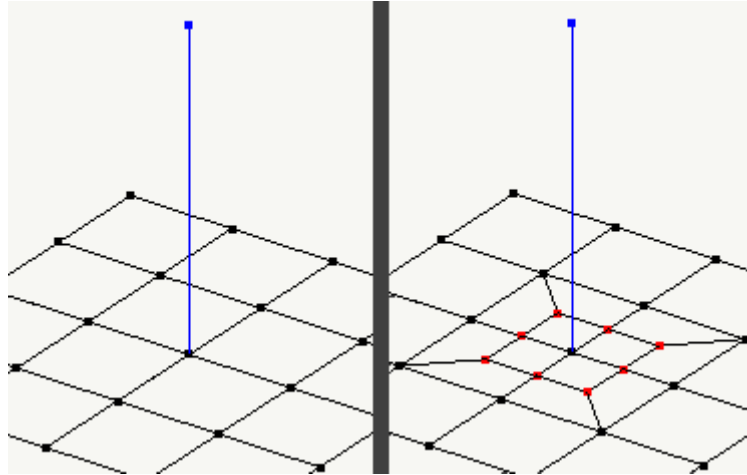
## Suddivisione asimmetrica

L'operazione **Suddivisione asimmetrica** consente di dividere un elemento a quattro o otto nodi in tre elementi: è una funzione utile per infittire la mesh intorno a un nodo, ad esempio in corrispondenza di un pilastro o in analoghe situazioni per passare da una mesh più rada ad una più fitta.

Per effettuare l'operazione, selezionare uno o più elementi bidimensionali e quindi il nodo dove effettuare l'infittimento. Tal

nodo deve appartenere a tutti gli elementi selezionati.

In figura è mostrato un esempio di raffittimento intorno al nodo di un pilastro:



### Nodi su una sfera

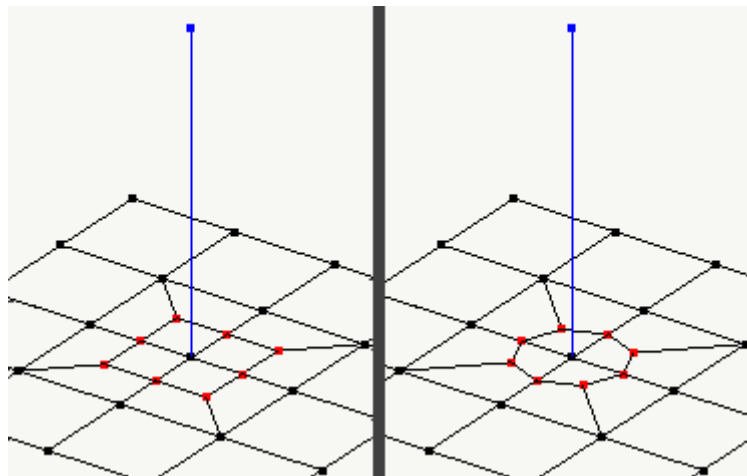
La funzione **Nodi su sfera** consente di spostare dei nodi già esistenti su una sfera di centro e raggio specificati. Nel caso più comune, in cui i nodi sono tutti su uno stesso piano, la funzione consente di spostarli su un arco di circonferenza.

Questa funzione è particolarmente utile per formare dei fori circolari o per spostare i nodi di una mesh in modo che siano posizionati lungo circonferenze di raggio crescente intorno ad uno stesso punto.

Per effettuare l'operazione, attivare l'icona della palette e selezionare i nodi da spostare. Aggiungere alla fine della selezione un nodo sulla superficie della sfera e il centro della sfera.

Confermando la selezione, i nodi selezionati vengono spostati in modo che la distanza di ognuno dall'ultimo nodo sia pari a quella del penultimo.

Ad esempio, volendo spostare i nodi generati nell'esempio della suddivisione asimmetrica su una circonferenza intorno al pilastro, è sufficiente selezionare tutti i nodi generati (in rosso) e per ultimo quello del pilastro:



Un altro uso interessante è quello di generare una mesh su un cubo o su un semi-cubo, assegnare quindi come centro della sfera il centro del cubo per ottenere una sfera o una semisfera con la mesh che avevamo generato proiettata sulla sfera o sulla semisfera. Funzione molto utile per modellare cupole emisferiche.

## Suddivisione su nodi esistenti

Questa funzione consente di tracciare un elemento monodimensionale sovrappoendolo ad una serie di nodi già esistenti per poi suddividere automaticamente l'elemento in segmenti connessi ai nodi intercettati e con le stesse caratteristiche dell'elemento iniziale. Quest funzione è molto comoda pe definire travi di bordo e cerchiature.

## Importazione ed esportazione della geometria

Nòlian contiene funzioni dedicate all'importazione ed all'esportazione della geometria del modello. Tali funzioni possono essere utilizzate ad esempio per lo scambio di dati con applicazioni di diversi produttori o per creare una libreria personalizzata di oggetti geometrici di uso abituale in Nòlian.

### Importazione della geometria

Le funzioni di importazione sono accessibili dalle voci del menu **File > Importa**. Fa eccezione il formato IFC che, generando un nuovo documento, si trova direttamente nel menu **File**. I formati disponibili sono:

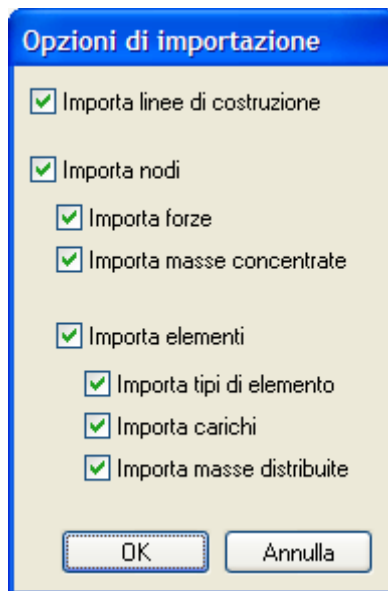
- File binario di scambio (estensione **NLB**): formato proprietario per lo scambio di modelli geometrici all'interno di Nòlian, permette di importare file creati precedentemente col comando **Esporta**.
- File **DXF**: formato molto diffuso in ambiente CAD e per lo scambio di geometria in ambiente FEM.
- Vecchio file di scambio (estensione **TXT**): formato proprietario per lo scambio di modelli geometrici all'interno di Nòlian, permette di importare la geometria da file creati dalla funzione **Esporta** delle versioni di Nòlian precedenti all 20.
- File **SAP**: geometria e dati vengono importati nel modello corrente direttamente da un altro modello memorizzato su disco.
- File **IFC**: il formato di riferimento per l'interoperabilità nella progettazione con metodologia BIM.

### Importazione da file proprietari

Per importare un file nel formato binario di scambio (nlb o txt) o da un modello memorizzato su disco (sap), le operazioni da svolgere sono le seguenti:

- scegliere il formato di importazione dal menu **File > Importa**;
- selezionare fino a tre nodi per stabilire il sistema di riferimento per l'importazione (cfr. [Sistema di riferimento per il file di scambio](#)) e premere **Invio**;
- selezionare il file da importare.

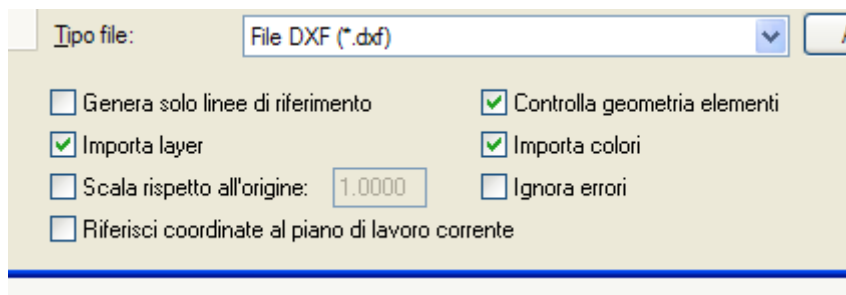
Se si sta importando il modello da un file sap, viene mostrato un dialogo in cui poter scegliere gli oggetti e i dati da importare:



### Importazione da file DXF

Per importare un file in formato DXF, selezionare la voce del menu **File > Importa > File DXF**.

Viene aperto il dialogo di scelta del file, in cui è possibile specificare alcune impostazioni nel pannello inferiore:



- se generare solo linee di riferimento a partire dalla geometria del file anziché direttamente elementi finiti; questa opzione è particolarmente utile nel caso si voglia importare da un CAD un file DXF 2D da utilizzare come riferimento per la definizione del modello ad elementi finiti;
- se importare i layer definiti nel file DXF come layer di Nòlian; non disponibile se si stanno importando solo linee di riferimento;
- se controllare la geometria degli elementi durante l'importazione; gli elementi ritenuti non validi sono scartati; la lettura del file viene interrotta se esso contiene elementi non validi e non è selezionata l'opzione per ignorare gli errori;
- se importare i colori definiti nel file DXF come colori di Nòlian; Poiché il numero di colori disponibili in Nòlian è limitato, i colori importati potrebbero non corrispondere esattamente a quelli originali del file DXF;
- se scalare il modello rispetto all'origine; questa opzione è utile per modificare la scala utilizzata nel programma da cui il file è stato generato; lo scalamento avviene semplicemente moltiplicando le tre coordinate X, Y e Z di ogni punto per il fattore di scala;
- se riferire le coordinate degli oggetti importati al piano di lavoro corrente o al riferimento globale;
- se ignorare gli errori più lievi nell'importazione, cercando di leggere quanti più dati possibile dal file.

Al contrario di quanto avviene per i file di formato proprietario, nell'importazione dei file DXF non può essere specificato un sistema di riferimento: il file viene sempre importato considerando il sistema di riferimento originale come quello globale in Nòlian.

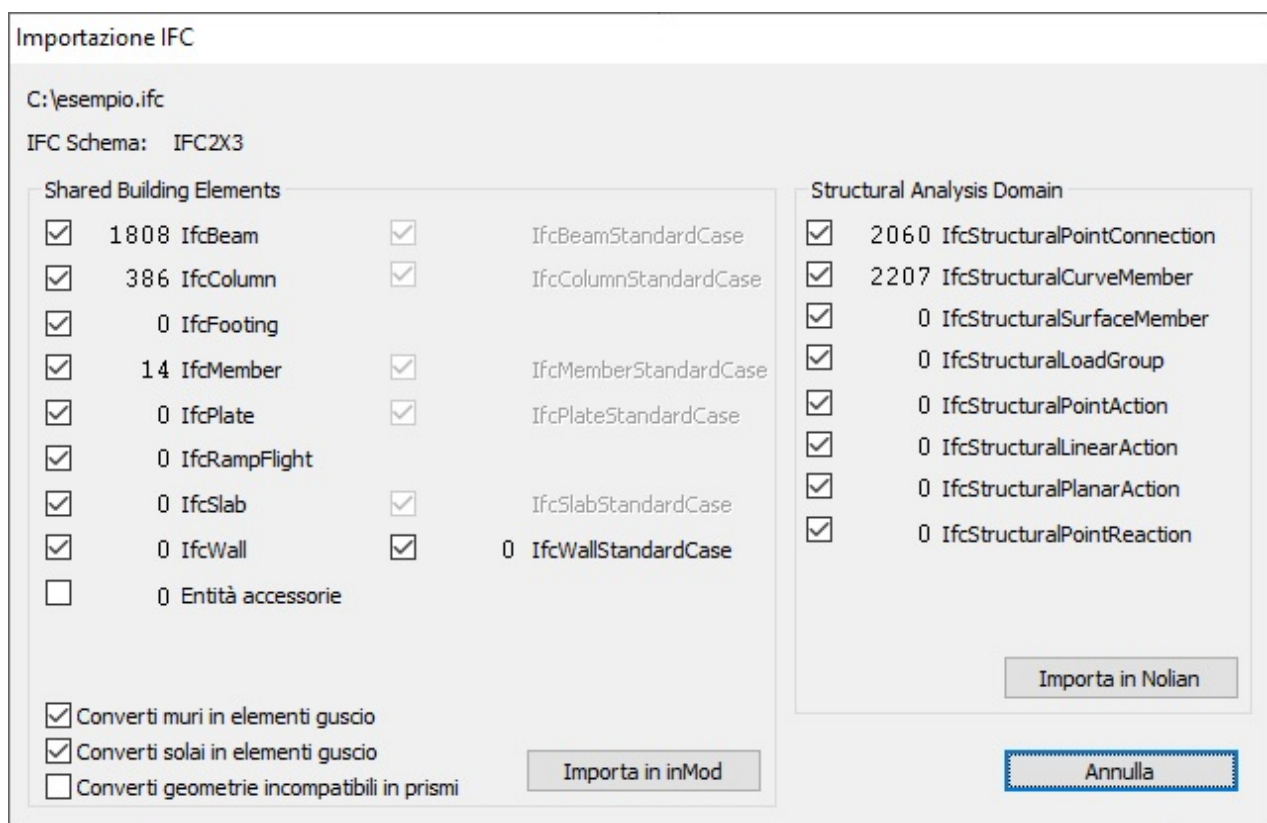
### Importazione da file IFC

IFC (Industry Foundation Classes) è un formato pubblico e neutrale per l'interscambio di modelli nel settore delle costruzioni. Il suo scopo è di integrare tutte le informazioni utili a gestire il ciclo di vita del manufatto, dalla progettazione alla costruzione, dalla manutenzione alla demolizione. In tal senso costituisce il formato standard per l'interoperabilità nell'ambito della metodologia BIM.

Data questa premessa, è facile capire come i dettagli tecnici di questo formato siano estremamente complessi. Le componenti del modello sono descritte attraverso un gran numero di tipi di entità dei quali solo alcuni risultano di interesse per il progetto strutturale. Nòlian riconosce entità appartenenti al gruppo *Structural Analysis Domain*.

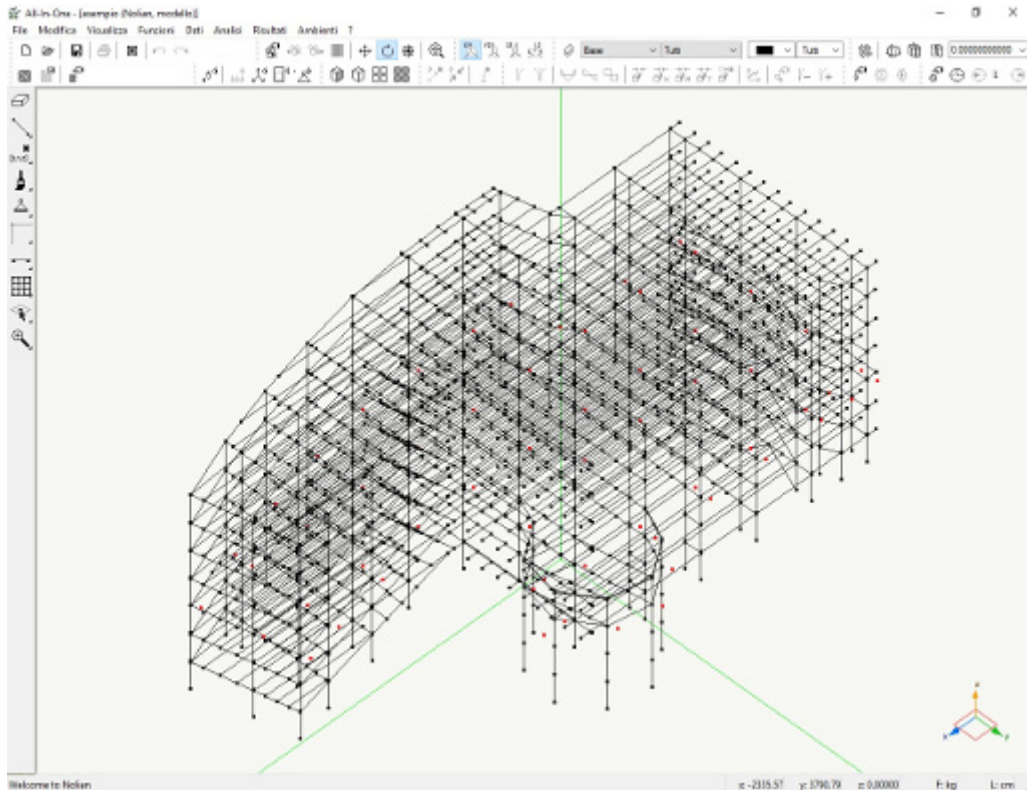
Nòlian è in grado di importare file IFC nelle versioni **IFC2x3 TC1** e **IFC4 ADD2 TC1**. Le entità riconosciute e convertite in oggetti nativi sono: *IfcStructuralPointConnection*, *IfcStructuralCurveMember*, *IfcStructuralSurfaceMember*, *IfcStructuralPointAction*, *IfcStructuralLinearAction*, *IfcStructuralPlanarAction*.

Quando si trascina un file IFC sulla finestra di All In One o si attiva il comando "Apri modello IFC", appare una finestra che indica la versione del file, il suo contenuto e consente di filtrare le entità in base al tipo.



Qui sotto un esempio di modello IFC importato in Nòlian.





## Esportazione della geometria

### Esportazione su file proprietari

La geometria del modello corrente può essere esportata su un file binario di scambio (estensione **NLB**) per l'importazione successiva in altri modelli o per la gestione dall'esterno: sebbene il formato sia proprietario, è anche pubblico e descritto nella sezione [Formato del file binario di scambio \(NLB\)](#).

Per esportare la geometria su file NLB, scegliere la voce di menu **File > Esporta > File binario di scambio**.

Selezionare gli elementi e le linee di costruzione da esportare e confermare la selezione; quindi selezionare fino a tre nodi per stabilire il sistema di riferimento (cfr. [Sistema di riferimento per il file di scambio](#)) e premere **Invio**.

Indicare la posizione su disco e il nome del file da generare per eseguire l'esportazione.

### Esportazione modello su file DXF

Nòlian permette di esportare la geometria del modello tridimensionale su un file in formato DXF. Questo consente ad esempio di importare la geometria in un programma CAD, in un software di modellazione o in un altro ambiente ad element finiti.

Gli oggetti che vengono salvati su file DXF rispettano quanto detto nella sezione [Formato DXF riconosciuto da Nòlian](#).

Per generare un file DXF, scegliere la voce di menu **File > Esporta > Modello su file DXF** e scegliere la posizione su disco e il nome del file da generare. L'intera geometria del modello viene esportata sul file indicato.

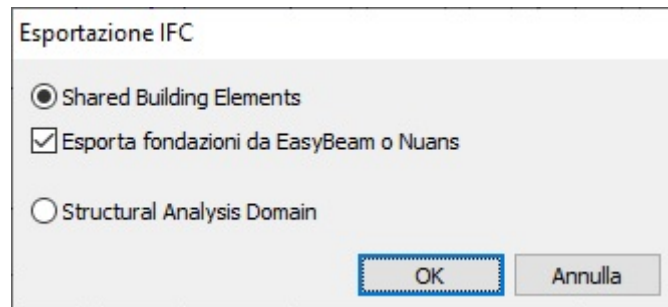
### Esportazione modello su file IFC

IFC (Industry Foundation Classes) è un formato pubblico e neutrale per l'interscambio di modelli nel settore delle costruzioni

Il suo scopo è di integrare tutte le informazioni utili a gestire il ciclo di vita del manufatto, dalla progettazione alla costruzione, dalla manutenzione alla demolizione. In tal senso costituisce il formato standard per l'interoperabilità nell'ambito della metodologia BIM.

Nòlian è in grado di esportare file IFC nelle versioni **IFC2x3 TC1** e **IFC4 ADD2 TC1**. È possibile scegliere se esportare il modello strutturale, nel qual caso le entità generate apparterranno al gruppo *Shared Building Elements*, oppure il modello analitico, nel qual caso le entità generate apparterranno al gruppo *Structural Analysis Domain*.

Per iniziare la procedura, attivare il comando "File/Esporta/Modello come file IFC..." e scegliere nome, posizione e formato del file da esportare.



## Sistema di riferimento per il file di scambio

Nell'importazione e nell'esportazione del file di scambio e nell'importazione del modello da un file SAP, il posizionamento avviene in un sistema di riferimento definito dall'utente assegnando tre nodi non collineari nello spazio tridimensionale:

- il primo nodo è l'origine del sistema;
- il versore formato dal primo e dal secondo nodo costituisce l'asse x del sistema;
- il terzo nodo determina il piano x-y del sistema, secondo il quale vengono formati gli altri assi.

Quando si esporta la geometria su file di scambio binario viene chiesto di definire il sistema di riferimento per l'esportazione. Nel caso invece di un modello su file SAP, il sistema di riferimento va cambiato esplicitamente attraverso la voce di menu **File > Esporta > Imposta riferimento file SAP...**

Per scegliere il sistema di riferimento in esportazione è anche possibile selezionare meno di tre nodi:

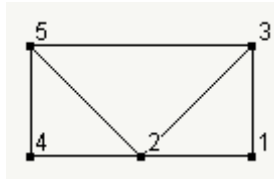
- nessun nodo: si assume come riferimento quello del piano di lavoro corrente;
- un nodo: si assume il riferimento del piano di lavoro corrente ma con origine nel punto indicato;
- due nodi: si assume l'asse X passante per i due nodi selezionati e l'asse z ortogonale al piano di lavoro corrente.

In importazione va definito il sistema di riferimento sul quale si vuole che venga trasformato il gruppo di elementi importati. La trasformazione avviene traslando il punto di origine indicato in esportazione con il punto di origine indicato in importazione e poi ruotando l'insieme degli elementi importati in modo che i due riferimenti vengano a coincidere.

Per scegliere il sistema di riferimento in importazione è anche possibile selezionare meno di tre nodi:

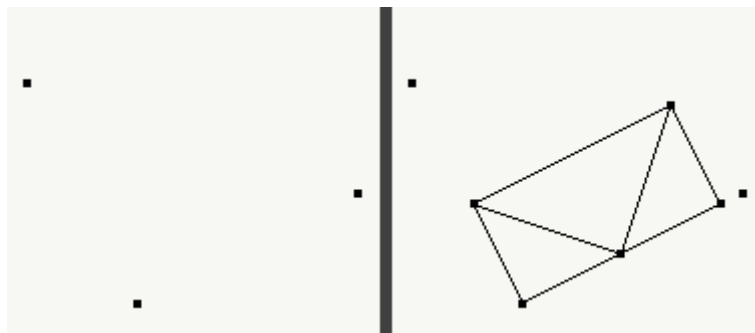
- nessun nodo: viene utilizzato il sistema di riferimento definito nell'esportazione;
- un nodo: viene utilizzato il sistema di riferimento definito nell'esportazione ma con l'origine traslata nel nodo scelto;
- due nodi: l'asse X definito in esportazione passa per i due nodi, con origine nel primo; l'asse Z viene considerato ortogonale al piano di lavoro corrente.

Prendiamo come esempio una semplice mesh che vogliamo esportare e quindi importare in un'altra struttura. In figura sono mostrati gli indici dei nodi:



Decidiamo di assegnare un sistema di riferimento alla geometria esportata con origine nel nodo di indice 4, asse X passante per i nodi della base inferiore e asse Y passante per il nodo 5: quindi, quando richiesto durante l'esportazione, scegliamo in ordine il nodo 4, il nodo 1 ed il nodo 5.

Ora decidiamo di importare questa semplice geometria in un altro modello, in cui però desideriamo che essa si adatti ad un certo orientamento della struttura già modellata. A sinistra in figura sono mostrati i nodi utilizzati per importare la geometria, selezionando quello più in basso come primo nodo (origine), quello a destra come secondo (altro estremo sull'asse X) e quello in alto a sinistra per ultimo (altro estremo asse Y). La geometria viene importata come mostrato nella parte destra della figura:



## Formato DXF riconosciuto da Nòlian

Nonostante il formato DXF sia un formato standard "de facto", il suo utilizzo da parte dei vari software è tutt'altro che standard: in particolare nel mondo FEM è necessario colmare le lacune inerenti la descrizione geometrica esatta degli elementi finiti.

Per questo motivo il metodo "best effort" che Nòlian utilizza nella lettura dei file DXF potrebbe non essere adatto alla lettura di un file DXF esportato da un particolare pacchetto software.

Le convenzioni adottate nella generazione degli elementi finiti a partire dalla geometria sono le seguenti:

- le entità **LINE** rappresentano elementi monodimensionali;
- le entità **3DFACE** rappresentano elementi bidimensionali aventi numero di nodi pari al numero di vertici; i vertici devono essere tre o quattro;
- le entità **POLYLINE** con flag 9 (*3D polyline*) con all'interno tre, quattro o otto vertici rappresentano elementi bidimensionali;
- le entità **POLYLINE** con flag 64 (*polyface mesh*) e una mesh definita come 8x6 vertici rappresentano elementi brick tridimensionali; se la geometria non è valida, vengono importate come facce bidimensionali;
- le altre entità **POLYLINE** con flag 64 (*polyface mesh*) rappresentano una lista di elementi bidimensionali a tre, quattro

o otto nodi;

- le altre entità **POLYLINE** rappresentano una lista di elementi monodimensionali;
- le *polyface* a otto nodi non sono contemplate nello standard DXF; alcuni programmi esportano comunque file DXF in cui i primi quattro vertici corrispondono a quelli di primo ordine e i secondi quattro a quelli di secondo ordine di un elemento ad otto nodi; tale convenzione è quella adottata e riconosciuta da Nòlian; notare che file che utilizzano questa convenzione potrebbero non essere letti da alcuni programmi più rigidi nel rispetto del formato standard.

Per ottenere i migliori risultati nell'importazione di un file DXF generato da un pacchetto CAD da usare come linee di costruzione si consiglia l'uso del formato DXF più vecchio disponibile, a partire dalla versione 12 o 13 del formato.

## Formato del file binario di scambio (NLB)

È un file binario a blocchi. Ogni blocco è identificato da un tag di tipo short (2 byte). La convenzione binaria utilizzata è quella delle architetture *little-endian* (i byte meno significativi sono scritti per primi).

Tag sempre presenti ed in ordine:

Tag 0: intestazione scritta come long 'NLBB' (nolian block binary).

Tag 10: 3 punti di riferimento (3 float per punto), 9 float in tutto (36 byte).

Tag 20: inizio lista nodi, 1 long per il numero di nodi. Per ogni nodo:

Tag 21: inizio nodo, nessun dato. Gli altri tag seguono in ordine sparso.

Tag 22: colore, rappresentato come un indice short (opzionale).

Tag 23: coordinate del nodo (3 double).

Tag 24: gradi di libertà nodo (1 long come maschera di bit) (opzionale).

Tag 40: inizio lista elementi, 1 long per il numero di elementi. Per ogni elemento:

Tag 41: inizio elemento, tipo di elemento rappresentato con uno short.

2: elemento mono 2 vertici;

3: elemento bidi 3 vertici;

4: elemento bidi 4 vertici;

5: elemento bidi 8 vertici;

6: elemento brick 8 vertici.

Gli altri tag seguono in ordine sparso:

Tag 42: colore, rappresentato come un indice short (opzionale).

Tag 43: lista indici nodi relativi, 1 long per ogni nodo in numero adeguato al tipo specificato nel tag 41. Da usare in alternativa al tag 44.

Tag 44: lista coordinate nodi, 3 double per nodo in numero adeguato al tipo specificato nel Tag 41. Da usare in alternativa al tag 43.

Tag 50: inizio lista linee di riferimento, 1 long per il numero di linee. Per ogni linea:

Tag 51: inizio linea, tipo di linea rappresentato con uno short.

1: segmento;

3: arco;

4: curva di Bézier.

Tag 52: raffinamento mesh, 1 double (opzionale - default 1.0).

Tag 53: coordinate primo punto della linea, 3 double.

Tag 54: coordinate secondo punto della linea, 3 double.

Tag 55: coordinate terzo punto della linea, solo per archi e bézier, 3 double.

Tag 56: coordinate quarto punto della linea, solo per bézier, 3 double.

## Codici di errore per importazione ed esportazione

In questa sezione sono riportati i codici di errore che Nòlian può emettere durante le operazioni di importazione o di esportazione dei file.

### Errori in esportazione su file binario di scambio

1. Nessun elemento da esportare

2. Errore nella creazione del file
3. Errore nella scrittura dell'intestazione
4. Errore nella scrittura dei punti di riferimento
5. Errore nella scrittura dei dati dei nodi
6. Errore nella scrittura dei dati degli elementi
7. Errore nella scrittura dei dati delle linee di riferimento

#### **Errori in importazione da file binario di scambio**

1. Errore nell'apertura del file
2. Errore nella lettura dell'intestazione
3. Tag non riconosciuto o errore nella lettura del tag
4. Contesto del tag errato (struttura errata del file)
5. Errore nella lettura dei punti di riferimento
6. Errore nella lettura del numero di nodi
7. Errore nella lettura del colore dei nodi
8. Errore nella lettura delle coordinate dei nodi
9. Errore nella lettura dei gradi di libertà dei nodi
10. Errore nella lettura del numero di elementi
11. Errore nella lettura del tipo di elemento
12. Errore nella lettura del colore dell'elemento
13. Errore nella lettura dei nodi dell'elemento (possono dipendere anche dal controllo geometrico degli elementi)
14. Errore nella lettura delle coordinate dell'elemento
15. File non completo
16. Errore nella lettura del numero di linee di riferimento
17. Errore nella lettura del tipo delle linee di riferimento
18. Errore nella lettura del fattore di raffinamento delle linee di riferimento
19. Errore nella lettura delle coordinate delle linee di riferimento

#### **Errori in importazione da vecchio file di scambio**

1. Errore nell'apertura del file
2. Errore nella lettura dei punti di riferimento
3. Errore nella lettura del numero di nodi

4. Errore nella lettura del tipo di elemento
5. Errore nella lettura delle coordinate dell'elemento
6. Errore nella creazione dei nodi
7. Tipo di elemento errato
8. Errore nella creazione degli elementi

#### **Errori in importazione da DXF**

1. Errore nella creazione di una faccia bidimensionale
2. Errore nella creazione di un nodo
3. Errore nella creazione di un elemento monodimensionale
4. Errore nella creazione di una linea di riferimento
5. Errore generico in lettura

## **Assegnazione dei dati**

Conclusa la costruzione geometrica del modello è necessario, prima di poter arrivare all'analisi, assegnare dati ai nodi e agli elementi del modello in base ai quali calcolare la risposta alle sollecitazioni.

Le assegnazioni dei dati possono essere effettuate attraverso alcuni strumenti della palette, selezionando direttamente gli oggetti da modificare e indicando le loro proprietà tramite finestre di dialogo; oppure attraverso algoritmi di assegnazione semi-automatica, i cui parametri possono essere controllati dall'utente.

## **Copiare ed incollare i dati assegnati**

#### **Copia dai dialoghi di assegnazione**

Dall'interno della maggior parte dei dialoghi di assegnazione è possibile copiare o incollare i dati dell'intero dialogo attraverso il menu contestuale che appare con un singolo clic del tasto destro del mouse all'interno del dialogo. Alternativamente è possibile premere i tasti di scelta rapida **Ctrl+Shift+C** (copia dati) e **Ctrl+Shift+V** (incolla dati).

Questa funzione permette di copiare velocemente dati assegnati ad un elemento o ad un nodo ad una nuova selezione di elementi o nodi. Naturalmente i dati copiati possono essere incollati solo mentre si sta effettuando lo stesso tipo di assegnazione.

La copia non viene effettuata in alcuni casi, quando il dialogo presenta dati non assegnati o valori diversi per la selezione di oggetti corrente.

#### **Copia per via grafica**

Nel caso dei carichi e delle caratteristiche degli elementi, è possibile copiare quelli assegnati ad un elemento ed incollarli su uno o più elementi direttamente dalla finestra del modello.

Per copiare i dati, attivare nella palette l'icona **Assegna caratteristiche elementi** o l'icona **Assegna carichi elementi**, quindi





Se, ad esempio, si sono assegnati i vincoli alla base dei pilastri di un telaio piano e poi ci si ricorda che è opportuno eliminare anche gli spostamenti fuori piano di tutti i nodi del modello, si può eseguire una selezione multipla e impostare solo i gradi di libertà per gli spostamenti fuori piano, bloccando gli altri: in questo modo si mantengono i vincoli già assegnati alla base del telaio e rimangono liberi quelli degli altri nodi.

Se si esegue una selezione multipla, vengono attivate le caselle relative ai vincoli dell'ultimo nodo selezionato. Inoltre vengono bloccati automaticamente i gradi di libertà che non sono uguali per tutti i nodi selezionati rispetto alla configurazione mostrata nel dialogo.

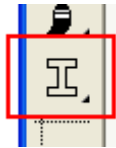
Il bottone **Filtra** consente di eliminare dalla selezione corrente tutti i nodi che non hanno lo stesso schema di vincolo mostrato nel dialogo.

Il bottone **Elimina** consente di eliminare dalla selezione corrente tutti i nodi che rispettano lo stesso schema di vincolo mostrato nel dialogo.

Riprendendo il precedente esempio del telaio piano, una procedura alternativa per ottenere lo stesso risultato può essere quella di effettuare la selezione di tutti i nodi, scegliere la configurazione predefinita *incastro* e premere il bottone **Elimina**: vengono quindi deselezionati i nodi con tutti i gradi di libertà bloccati. Quindi si può scegliere la configurazione predefinita *spostamenti fuori piano* per vincolare correttamente i nodi restanti.

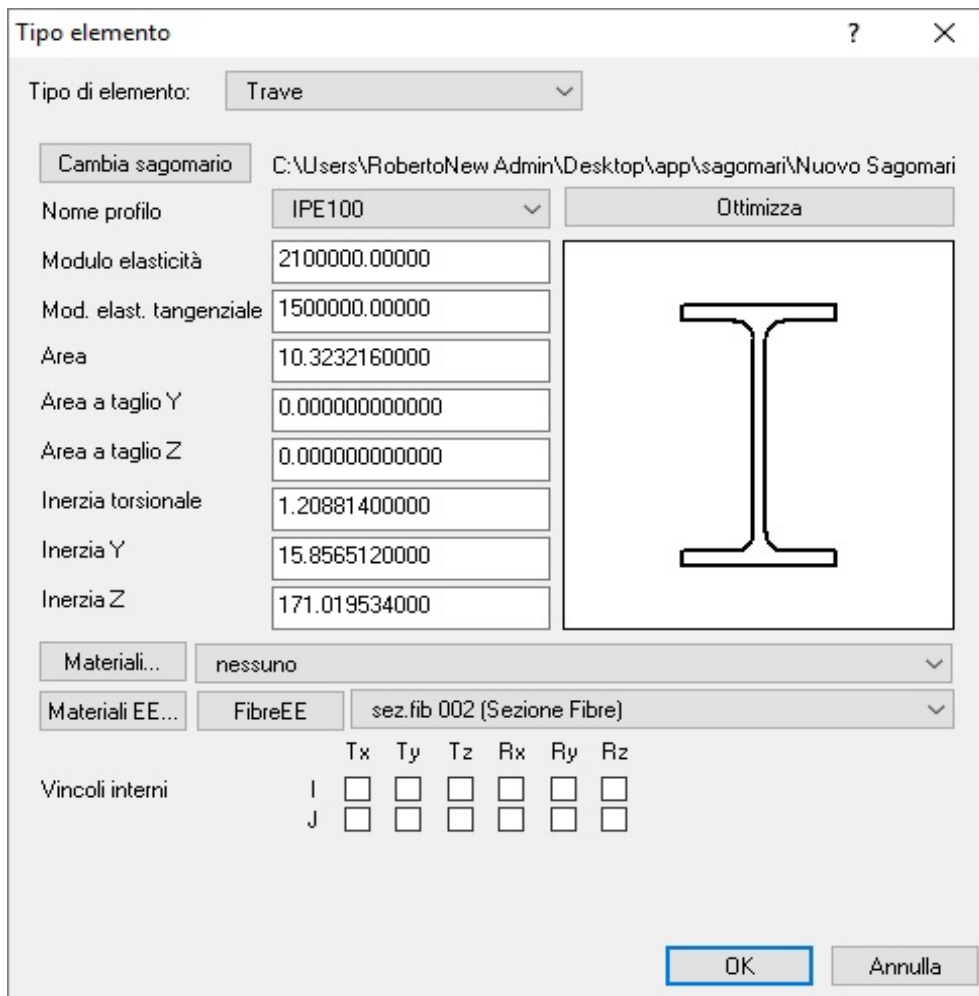
## Caratteristiche degli elementi

Le caratteristiche degli elementi possono essere assegnate attivando l'icona **Assegna caratteristiche elementi** della palette:



Selezionare gli elementi di cui modificare le caratteristiche e confermare la selezione.

Viene aperto un dialogo in cui poter scegliere il tipo e le caratteristiche da assegnare. I tipi e i parametri disponibili dipendono dalla geometria e dal tipo degli elementi. Ad esempio il dialogo per assegnare le caratteristiche di una trave generica appare come in figura:



Per la descrizione dei dialoghi e dei parametri specifici dei tipi di elemento si rimanda alla sezione [La libreria di elementi finit](#)

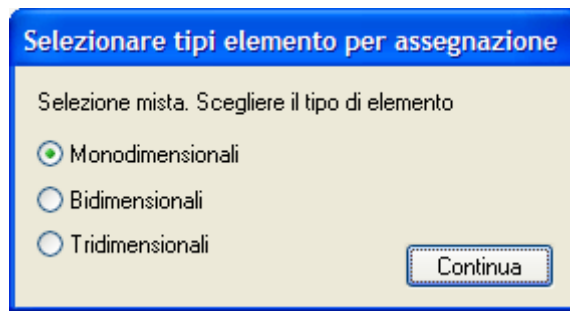
Tutti i pannelli presentano un pulsante **Materiali**, con cui è possibile accedere al dialogo di gestione dei Metamateriali (vedi Scegliendo un Metamateriale di default i parametri del materiale scelto vengono inseriti nel dialogo di assegnazione delle caratteristiche degli elementi.

A tutti gli elementi è possibile associare un **materiale con caratteristiche non lineari** che verrà impiegato esclusivamente nell'ambiente opzionale Earthquake Engineering. È possibile selezionare un materiale non lineare (EE) già definito nell'ambiente EE, oppure accedere all'ambiente di definizione dei materiali EE tramite il pulsante apposito nel dialogo.

Nel caso della trave a sezione rettangolare, poligonale o generica con sezione assegnata da sagomario, è possibile accedere direttamente al dialogo per la generazione di una sezione a fibre. Per le caratteristiche della sezione a fibre, vedere il capitolo relativo all'ambiente Earthquake Engineering.

In alcuni pannelli è possibile scegliere un profilo da un sagomario (cfr. [Letture delle sezioni da file sagomario](#)). Il sagomario può essere scelto premendo il pulsante **Scegli sagomario**.

Se vengono selezionati elementi di tipo geometrico diverso, prima di mostrare il dialogo di assegnazione delle caratteristiche viene mostrato un dialogo in cui scegliere il tipo geometrico degli elementi da modificare:



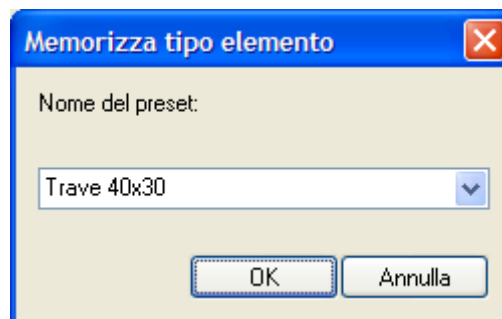
Se vengono selezionati elementi dello stesso tipo geometrico ma a cui sono già stati assegnati tipi di elemento diversi, vengono mostrati in partenza i parametri del primo elemento selezionato. Se gli elementi selezionati differiscono solo nei parametri assegnati su uno stesso tipo di elemento, questi parametri sono mostrati nel dialogo con la dicitura *Diverso*.

Per assegnare caratteristiche di un elemento ad altri elementi è anche possibile utilizzare le tecniche descritte nella sezione [Copiare ed incollare i dati assegnati](#).

### L'uso dei preset

Le caratteristiche di un elemento possono essere associate ad un nome scelto dall'utente e memorizzate nelle preferenze del programma per essere richiamate nelle assegnazioni successive.

Per creare un nuovo *preset* a partire dai dati mostrati nel dialogo per un certo tipo di elemento, cliccare col tasto destro del mouse sulla parte vuota del dialogo. Nel menu contestuale che appare scegliere la voce **Salva preset...** Viene mostrato il dialogo in figura, in cui poter specificare il nome del nuovo preset o scegliere, dal menu a tendina, il preset da sovrascrivere tra quelli già definiti per il tipo di elemento corrente:



Per caricare i dati da un preset definito per il tipo di elemento corrente, accedere al menu contestuale cliccando col tasto destro del mouse sulla parte vuota del dialogo e scegliere il preset voluto dalla lista mostrata nel menu stesso.

Per eliminare un preset definito per il tipo di elemento corrente, accedere al menu contestuale e scegliere la voce **Elimina preset...** Nel dialogo che viene mostrato scegliere quindi il nome del preset nel menu a tendina e confermare la scelta per eliminare il preset corrispondente.

### Lettura delle sezioni da file sagomario

Le caratteristiche della sezione di un elemento *trave* o *asta* possono essere lette da un archivio su disco detto **sagomario**.

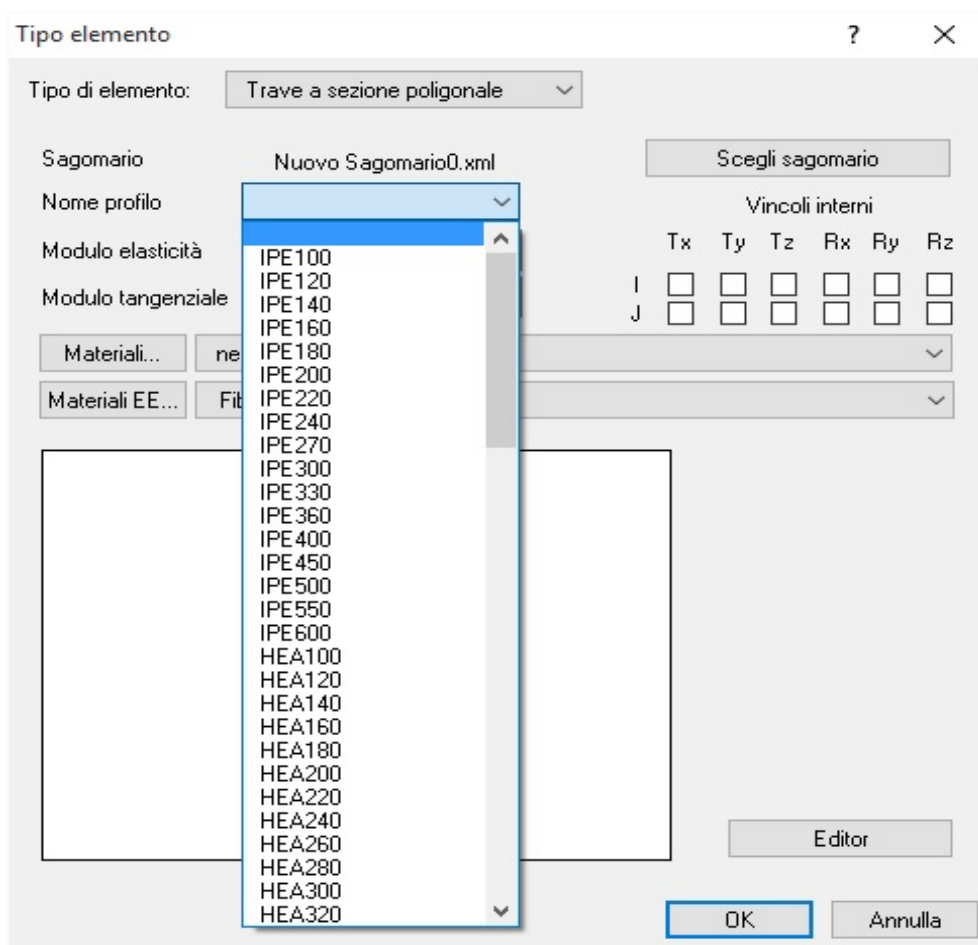
I file sagomario sono file di testo che elencano una serie di profili e le caratteristiche ad essi associate. Questi file possono essere creati o modificati manualmente oppure attraverso la funzione Modifica Sagomario del menu File.

Con Nòlian vengono forniti alcuni file sagomario predefiniti, contenenti profili di uso comune e che possono essere facilmente estesi o presi come modello dall'utente. Questi file vengono installati nella cartella **File Ausiliari\Sagomari**

all'interno della cartella di installazione di Nòlian.

La scelta del file sagomario da utilizzare va effettuata al primo tentativo di assegnazione di una trave o di un'asta effettuato dall'installazione del programma o, in qualsiasi momento, scegliendo dal dialogo di assegnazione il bottone **Scegli sagomario** o dal menu la voce **File > Scegli sagomario....** Poiché alcuni parametri dei profili sono geometrici ed espressi in specifiche unità metriche (ad es. l'area è espressa in  $\text{cm}^2$  e la geometria della sezione in mm), nella scelta del sagomario va indicata l'unità di misura delle lunghezze che si sta utilizzando nel modello.

L'uso del sagomario è molto semplice: i profili presenti nel file scelto sono elencati nel menu a tendina **Nome profilo** dei dialoghi di assegnazione delle caratteristiche degli elementi:



Scegliendo il profilo voluto (nell'immagine ad esempio è stato scelto il profilo *IPE220*) esso viene associato all'elemento e i parametri pertinenti relativi vengono copiati nei campi di testo del dialogo. I parametri mostrati possono essere ulteriormente modificati dall'utente, senza influenzare altri elementi non selezionati che eventualmente condividono lo stesso profilo.

Dopo l'assegnazione le caratteristiche dell'elemento sono indipendenti dal file sagomario: può essere quindi scelto un diverso file sagomario per le assegnazioni successive, oppure può essere modificato il file sagomario corrente, senza influenzare le caratteristiche già assegnate agli elementi.

Se in particolare viene modificato, sul file sagomario corrente, un profilo già assegnato a elementi del modello, le caratteristiche non vengono aggiornate automaticamente. Per aggiornarle è necessario perciò assegnare agli elementi un profilo o un tipo di elemento diverso e quindi riassegnare il profilo voluto dal menu a tendina.

Per informazioni sul formato e sul modo di modificare o creare un file sagomario vedere, [Il sagomario](#).

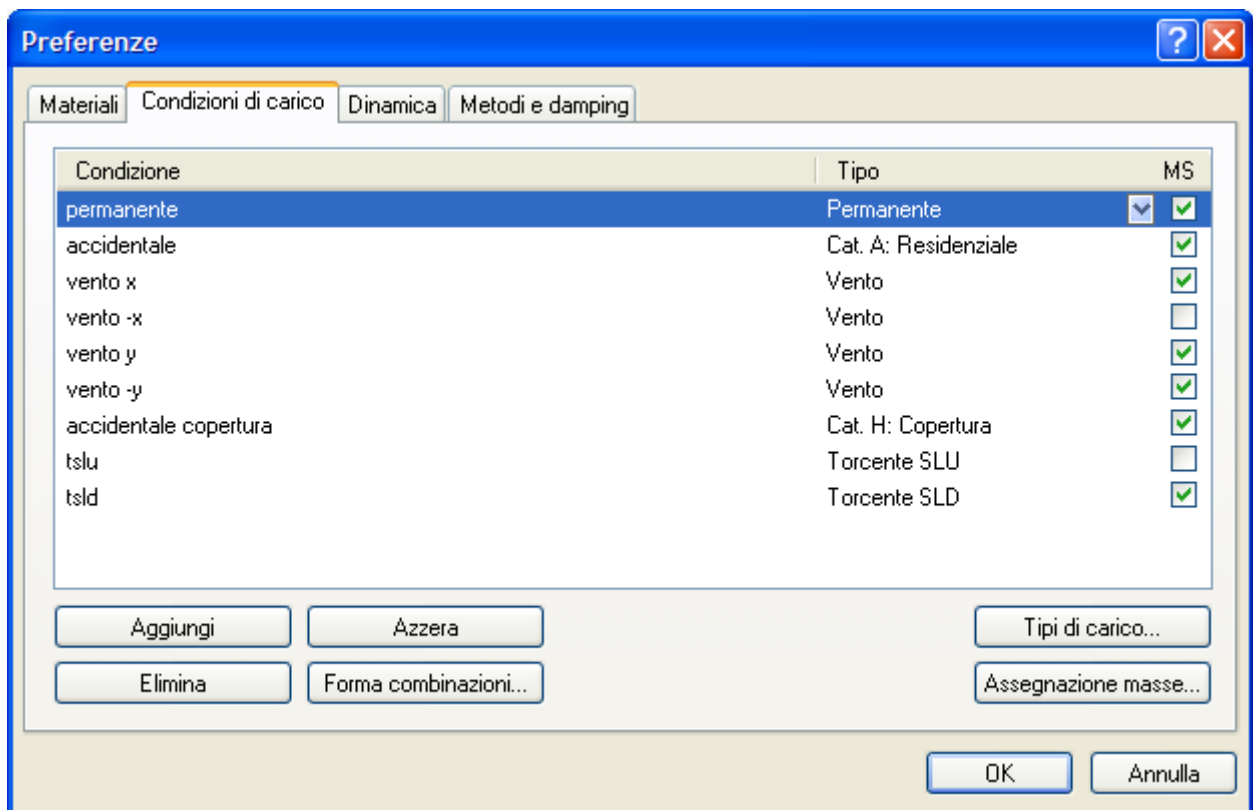
## Gestione delle condizioni di carico

Come spiegato nei concetti introduttivi, una condizione di carico raccoglie tutte le caratteristiche di carico assegnate a nodi ed elementi che siano logicamente associate (cfr. [Condizioni di carico](#)).

Prima di assegnare carichi o forze agli oggetti è quindi opportuno definire le condizioni di carico del modello, in numero opportuno per una gestione agevole delle azioni e dei loro effetti.

Ad ogni condizione di carico è associato un tipo, utilizzato in particolare dai post-processor per la generazione automatica delle combinazioni dei risultati a scopo di progetto e verifica (cfr. Tipi di carico).

La gestione delle condizioni di carico viene effettuata dal pannello **Condizioni di carico** del dialogo di impostazioni che si apre con la voce di menu **Dati > Carichi > Condizioni...** o con un doppio clic sulla maggior parte degli strumenti di assegnazione della palette, oppure premendo il bottone **Condizioni** presente nel dialogo di assegnazione dei carichi agli elementi o delle forze ai nodi:



Il dialogo mostra una tabella delle condizioni definite, identificate da un nome e da un tipo di condizione. Il nome può essere modificato selezionando la linea relativa alla condizione e quindi cliccando sulla cella del nome col mouse. Il tipo può essere scelto dal menu a tendina che appare cliccando sulla cella relativa.

L'ordine delle condizioni può essere cambiato semplicemente trascinando una riga della tabella col mouse. Sebbene non abbia conseguenze sull'analisi, l'ordine delle condizioni di carico nella tabella si riflette ad esempio sull'ordine in cui sono mostrate le condizioni nei dialoghi di assegnazione e di visualizzazione dei risultati.

Per aggiungere una nuova condizione di carico in fondo alla lista, scegliere il bottone **Aggiungi**. Il nome della nuova condizione viene autogenerato e il tipo inizialmente assegnato non è definito.

Per eliminare una condizione di carico, selezionarla nella tabella e premere il bottone **Elimina**. Poiché eventuali dati assegna-

per una condizione di carico si perdono nell'eliminarla, se ce ne sono per quella selezionata viene chiesta la conferma dell'eliminazione.

Per azzerare i dati associati agli oggetti del modello per una condizione di carico, senza eliminarla, scegliere la condizione nella tabella e premere il bottone **Azzerà**.

Per formare una combinazione tra carichi, scegliere il bottone **Forma combinazioni...** (cfr. [Formazione delle combinazioni di carico](#)).

Per modificare le definizioni dei tipi delle condizioni di carico, scegliere il bottone **Tipi di carico...**

Per modificare i parametri per la conversione automatica dei carichi in massa, scegliere il bottone **Assegnazione masse...** (cf [Conversione dei carichi in massa](#)).

## Uso condizionato del metodo master slave

Per alcuni tipi di carico, soprattutto le azioni termiche, l'ipotesi degli impalcati infinitamente rigido nel proprio piano conduce a tensioni elevatissime dovute al modello, - per altro fisicamente corretto - di infinita rigidità. In questi casi è necessario disattivare il metodo master slave.

Per una questione di praticità, Nòlian consente di effettuare due distinte analisi modificando automaticamente il modello di calcolo: uno con il sistema master slave attivo e uno con tale sistema disattivo.

Si nota che questa operazione sarebbe anche possibile attivando due fasi, ma in questo modo la si è voluta rendere più agevole.

Questa funzionalità entra in azione esclusivamente se si effettua un'analisi dinamica.

Nel dialogo delle condizioni di carico si possono levare i contrassegni relativi all'uso del master slave (colonna contrassegnata con le lettere MS) alle condizioni che si desidera non facciano uso del metodo master slave. Le condizioni dinamiche, se è presente un sistema master slave, forniscono risultati esclusivamente con tale metodo attivo.

## Formazione delle combinazioni di carico

Nòlian permette di generare con facilità combinazioni dei carichi e delle forze assegnati agli oggetti del modello: è possibile ad esempio generare un'unica condizione di carico da utilizzare per l'analisi non lineare; oppure semplicemente raggruppare carichi e forze per una più agevole valutazione dei risultati dell'analisi.

La combinazione viene generata assegnando ad ogni condizione di carico definita un moltiplicatore (eventualmente nullo): la somma pesata dei dati di tutte le condizioni di carico viene assegnata ad una singola condizione di carico scelta tra quelle presenti o creata ex novo. Ad esempio è possibile generare una nuova condizione di carico a cui è assegnato il 100% del carico permanente ed il 30% del carico accidentale.

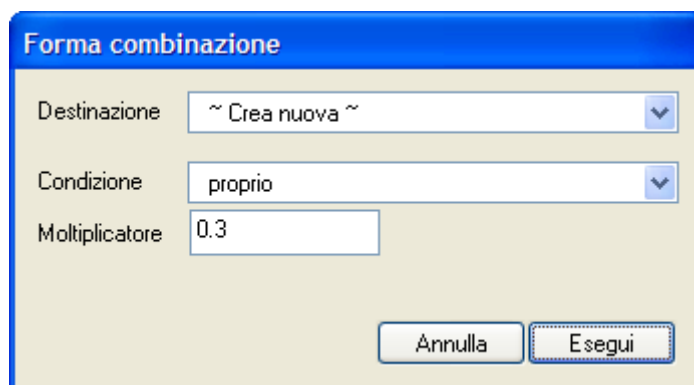
Alcuni dati di carico non vengono influenzati dalla combinazione perché l'operazione sarebbe priva di senso: ad esempio non vengono toccati i valori di peso specifico, i sistemi di riferimento e il coefficiente di dilatazione termica. Se questi valori differiscono tra le varie condizioni di partenza, il loro valore finale è indefinito.

La formazione di una combinazione può essere limitata ad una selezione di elementi e nodi oppure estesa a tutto il modello.

Per limitare la combinazione ad una selezione di oggetti, scegliere la voce di menu **Funzioni > Forma combinazione carichi**. Quindi effettuare la selezione e confermarla.

Per effettuare la combinazione sull'intero modello, scegliere il bottone **Forma combinazioni...** nel dialogo di definizione delle condizioni di carico (cfr. [Gestione delle condizioni di carico](#)).

Con entrambe le modalità viene aperto un dialogo in cui impostare i parametri per la combinazione:



Nel campo **Destinazione** va scelta la condizione di carico su cui aggiungere i dati, oppure la voce **Crea nuova** per generarne una nuova, il cui nome viene chiesto alla chiusura del dialogo.

Per assegnare i moltiplicatori con cui i dati delle condizioni di carico vengono pesati nella somma finale, scegliere una alla volta le condizioni nel menu a tendina **Condizione** e assegnare ad ognuna il fattore voluto nel campo **Moltiplicatore**. Un moltiplicatore nullo indica che la condizione non sarà considerata nella combinazione.

Al termine dell'assegnazione dei parametri, scegliere **Esegui** per effettuare l'operazione ed eventualmente specificare il nome della nuova condizione di carico quando richiesto.

### Esempio

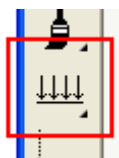
Si abbia per un elemento il carico *Variabile A* con valore 10.0 ed il carico *Variabile B* con valore 20.0.

Assegnando come destinazione la condizione *Variabile C* ed i moltiplicatori 1.0 per la condizione *Variabile A* e 2.0 per la condizione *Variabile B*, il valore della condizione *Variabile C* di quell'elemento risulterà 50.0.

Se come destinazione si usa la condizione *Variabile A*, il valore 50.0 sovrascrive quello precedentemente assegnato per quell'elemento.

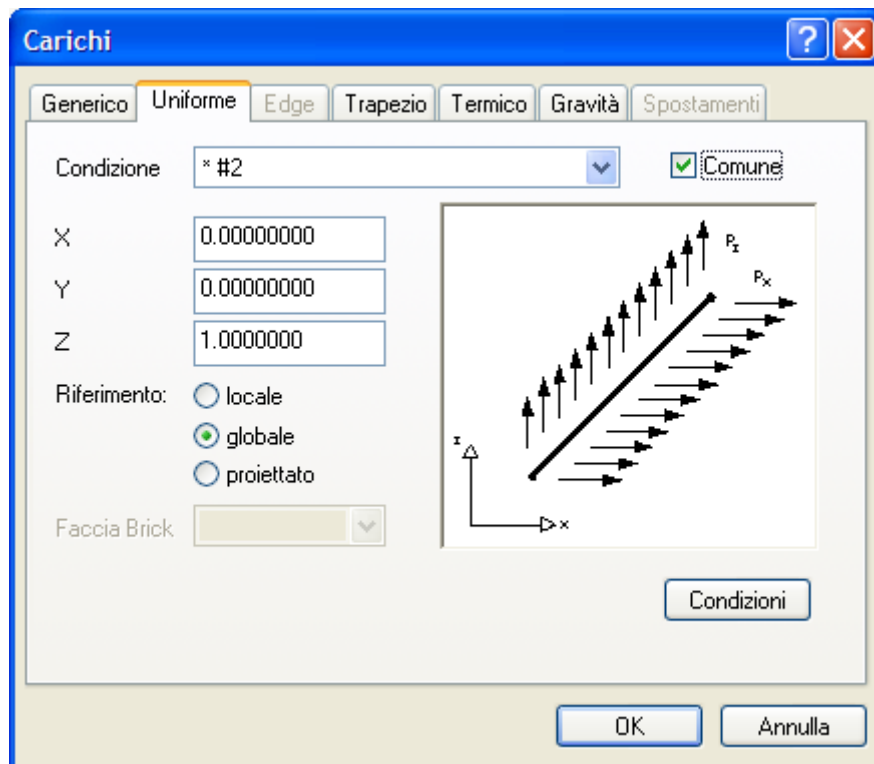
## Carichi agenti sugli elementi

Per assegnare i carichi agli elementi, attivare l'icona **Assegna carichi agli elementi** della palette:



Quindi selezionare uno o più elementi e confermare la selezione. Se gli elementi selezionati accettano carichi di tipo diverso, viene mostrato un avviso che consiglia una selezione più omogenea. Se nella selezione sono presenti elementi le cui caratteristiche non sono ancora state assegnate, viene mostrato un avviso che consiglia di eseguire prima l'assegnazione delle caratteristiche e quindi quella dei carichi (altrimenti vengono mostrati solo i tipi di carico validi a prescindere dal tipo di elemento, per evitare l'assegnazione di carichi non applicabili).

Viene quindi aperto il dialogo di assegnazione dei carichi, che appare come in figura:



Ogni linguetta attiva del dialogo corrisponde ad un tipo di carico che è possibile assegnare agli elementi selezionati. I tipi di carico disponibili e i relativi parametri specifici sono discussi nella sezione [Carichi e forze](#).

Ad un elemento possono essere associati contemporaneamente più tipi di carico. Per ogni tipo di carico possono essere assegnati valori su un numero qualsiasi di condizioni di carico. Per accedere in qualsiasi momento al dialogo di gestione delle condizioni di carico, selezionare il bottone **Condizioni** (cfr. [Gestione delle condizioni di carico](#)).

Se nella selezione sono compresi elementi di tipo diverso, vengono attivati solo i pannelli e i campi relativi ai carichi applicabili a tutti gli elementi selezionati. Ad esempio selezionando un elemento che supporta un delta termico lineare (com la trave rettangolare) e uno che non lo supporta (come la trave generica), il relativo campo nel pannello del carico termico risulterà disattivato.

### Condivisione delle condizioni di carico

Se i dati su una condizione di carico sono condivisi tra una parte degli elementi selezionati, mentre gli altri non hanno alcun dato associato alla stessa condizione, è possibile decidere se assegnare quei dati agli elementi che ne sono privi oppure modificarli solo sugli elementi che li condividono già.

Ad esempio se vengono selezionati due elementi e solo uno dei due ha assegnato un carico sulla condizione di carico A, è possibile decidere se, alla chiusura del dialogo, i dati relativi ad A (eventualmente modificati) vanno assegnati anche all'altro elemento, oppure se devono restare assegnati solo ad uno dei due.

Per controllare la condivisione delle condizioni di carico, attivare o disattivare la casella **Comune** accanto al menu a tendina da cui viene scelta la condizione corrente. Se la casella è attiva, tutti i dati della condizione di carico corrente vengono assegnati a tutti gli elementi selezionati. Se la casella non è attiva, i dati della condizione di carico corrente restano assegnati ai soli elementi che avevano già dati assegnati.

Se i dati assegnati agli elementi selezionati su una stessa condizione di carico differiscono, l'assegnazione modifica sempre i dati di tutti gli elementi.



## Generazione di carichi da solaio

Nòlian consente di generare automaticamente carichi derivanti da solai a travetti appoggiati su elementi monodimensionali.

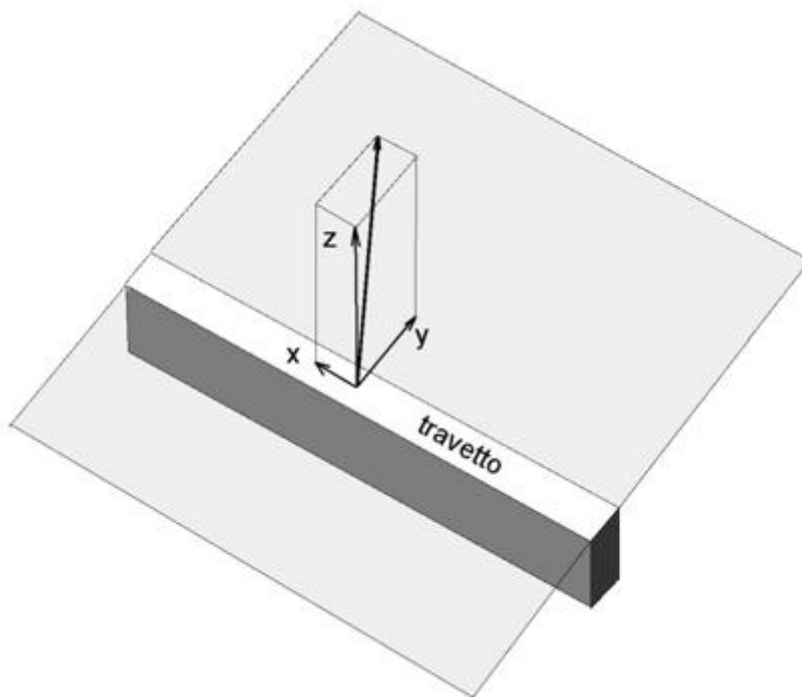
Questa funzione è ritenuta obsoleta in quanto funzionalmente sostituita dai più potenti "operatori di carico" (vedi).

Questa funzione si limita ad assegnare normali carichi agli oggetti selezionati, cioè automatizza una procedura che è possibile eseguire anche direttamente a mano. Non viene generata alcuna informazione "nascosta" o utilizzata esclusivamente nell'analisi: l'utente è quindi libero di controllare e modificare i carichi generati con le consuete operazioni dedicate (cfr. [Carichi agenti sugli elementi](#)).

Il carico viene assegnato considerando le travi come appoggi del solaio e quindi assegnando loro **le reazioni di appoggio di una trave continua** sotto forma di opportuni carichi uniformi, trapezoidali o di bordo.

Per poter assegnare carichi ad andamento continuo, senza sbalzi, e per avere campi di solaio con continuità corretta, i campi di solaio vengono formati automaticamente spezzando le travi nel numero necessario di segmenti. Gli elementi bidimensionali non vengono invece modificati e il carico totale incidente su un lato viene sempre ripartito in modo uniforme sull'intero lato.

Il carico da solaio è inteso come sola componente verticale, con riferimento illustrato in figura:



Il carico viene assegnato per unità di superficie, espresso nelle unità di misura con le quali si sta modellando la struttura.

Per comodità di assegnazione, il carico ha segno positivo se è diretto verso "il basso", ovvero nel verso negativo dell'asse Z locale del solaio. L'asse Z locale del solaio ha verso concorde con l'asse globale Z per solai non subverticali e con l'asse X globale o Y globale, in dipendenza dall'orientamento, per gli altri.

Il carico del solaio può essere assegnato nel riferimento globale, locale o globale proiettato. Nel caso di solai orizzontali (paralleli al piano globale XY) questi tre riferimenti coincidono.

Nel caso del **riferimento globale**, il carico è sempre parallelo all'asse Z globale. È il caso tipico dei carichi da peso proprio. Si

noti che in questo caso, per solai molto inclinati, la distribuzione secondo le reazioni di una trave continua non è esatta.

Nel caso del **riferimento locale**, tipico dei carichi da pressione, il carico è diretto secondo l'asse Z locale del solaio. In questo caso la distribuzione a trave continua è sempre corretta.

Il carico in un **riferimento globale proiettato** agisce secondo l'asse Z globale, ma viene applicato sulla proiezione verticale dell'area di applicazione. È il caso tipico dei carichi da neve, espressi con riferimento alla unità orizzontale. Anche questo carico, come quello nel riferimento globale, ha una ripartizione non esattamente coincidente con il criterio della trave continua se il solaio è molto inclinato.

## Utilizzo

Selezionare la voce di menu **Funzioni > Genera carichi da solaio**. Quindi selezionare gli appoggi del solaio: può essere selezionato un numero qualsiasi di travi. La "forma del solaio" viene derivata automaticamente dalla geometria degli appoggi selezionati.

La **direzione di orditura del solaio** viene assunta ortogonale al primo appoggio selezionato.

Confermata la selezione, viene mostrato il modo in cui il programma ha interpretato la suddivisione in campi di solaio. La ripartizione avviene come reazioni di appoggio di una trave continua, quindi la continuità dei campi di solaio è rilevante.

Se la suddivisione è valida, premere il tasto *Invio*. Per annullare la selezione corrente e cominciarne un'altra, è sufficiente un clic del mouse sullo schermo.

Accettata la suddivisione, si apre un dialogo in cui assegnare, per ogni condizione di carico, un valore di carico di superficie:

Condizione ▲	Carico Z	Riferimento
#1	1.000000	Globale
#2	0.300000	Locale
#3	0.300000	Locale
#4	0.000000	Globale

Cancella carichi già assegnati

Minima differenza percentuale carico trapezio:

Per ogni condizione è possibile definire il sistema di riferimento in cui si vuole assegnare il carico (globale, locale o globale proiettato — cfr. sopra).

Se la casella **Cancella carichi già assegnati** non è attiva, i carichi generati vengono aggiunti a quelli eventualmente già assegnati agli oggetti selezionati; se la casella è attiva, i carichi già assegnati vengono sovrascritti. Per evitare confusione si raccomanda di assegnare prima i carichi da solaio con l'opzione di sostituzione dei carichi attiva e quindi gli altri carichi derivanti da altre circostanze.

Il campo **Minima differenza percentuale carico trapezio** permette di specificare la soglia percentuale entro la quale un carico trapezio che andrebbe assegnato ad una trave viene reso comunque uniforme, per trascurare piccole differenze nelle inclinazioni degli appoggi e rendere più semplice la modifica dei carichi generati.

### **Avvertenze**

La componente di carico eventualmente ortogonale ai travetti nel piano del solaio viene ignorata e non genera reazioni sugli appoggi. Poiché la ripartizione avviene solo per le componenti di carico nel piano del travetto ortogonale al solaio, e cioè quelle per le quali è valido il modello di ripartizione a trave continua, la componente Y della figura in alto non viene considerata nella ripartizione dei carichi sugli appoggi.

Nel caso di appoggi inclinati tra loro, il carico non è uniformemente distribuito (costante) ma varia lungo l'asse dell'appoggio. Nel caso in cui l'appoggio sia una trave, il carico viene assegnato calcolando la reazione ai due estremi della trave e considerando il carico a variazione lineare (trapezio). Nel caso in cui l'appoggio sia il lato di un elemento bidimensionale, la quantità totale viene assegnata come carico uniforme lungo tutto il lato (edge).

In caso vi siano più appoggi con diverse inclinazioni, il carico non dovrebbe avere un andamento lineare ma viene comunque linearizzato per le travi o reso uniforme lungo i lati degli elementi bidimensionali.

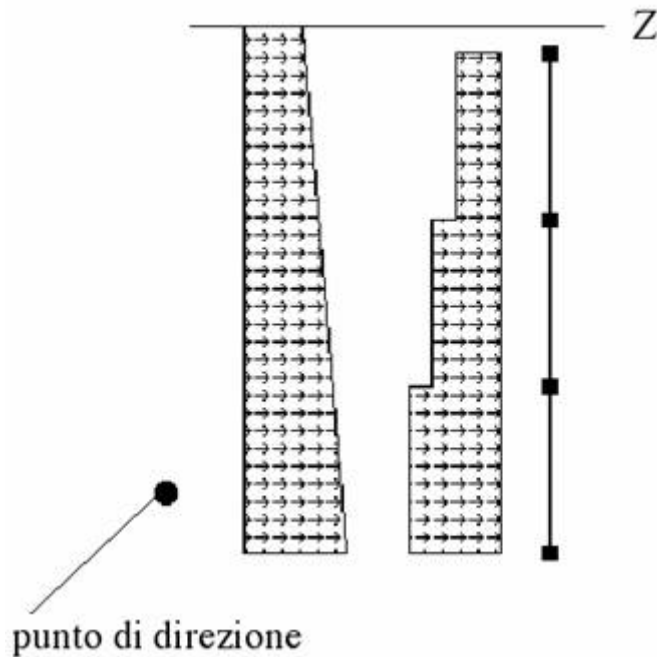
Poiché si considerano le reazioni di una trave continua si assume che la trave continua (i travetti del solaio) sia a inerzia costante. In caso di solai a variazione di spessore questa ripartizione non è rigorosa.

Non è possibile considerare carichi che varino da campata a campata. In questo caso occorre fare assegnazioni separate.

Non è possibile assegnare carichi derivanti da sbalzi.

### **Pressione idrostatica**

Questa funzione consente di assegnare ad elementi bidimensionali una pressione di tipo idrostatico. La pressione si intende variare linearmente da una quota Z assegnata aumentando linearmente nel verso negativo dell'asse globale Z. La pressione viene assegnata come un carico uniformemente distribuito sull'elemento nel sistema locale di riferimento secondo la componente locale normale al piano dell'elemento. La faccia dell'elemento sulla quale agisce la pressione viene determinata indicando le coordinate di un punto la cui posizione relativa all'elemento determina la faccia sulla quale agisce la pressione.



La pressione nel punto viene calcolata con la relazione:  $p = (q + h * g) * r$   
dove:

q = pressione iniziale alla quota superiore iniziale

h = differenza di quota

g = densità

r = coefficiente di pressione del terreno

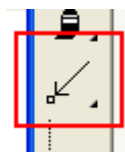
Il coefficiente di pressione del terreno viene determinato secondo Rankine:  $r = \text{tg}^2 ( 45^\circ - f / 2 )$  dove f è l'angolo di attrito interno. Assegnando  $f = 0^\circ$  si ha  $r = 1$  per cui la densità g consente di assegnare un carico idrostatico o comunque una pressione linearmente variabile secondo g. È quindi possibile sia assegnare una pressione dovuta alla spinta attiva del terreno secondo Rankine che una pressione idrostatica. La pressione iniziale consente anche di considerare un'eventuale pressione sul terrapieno.

## Attivazione

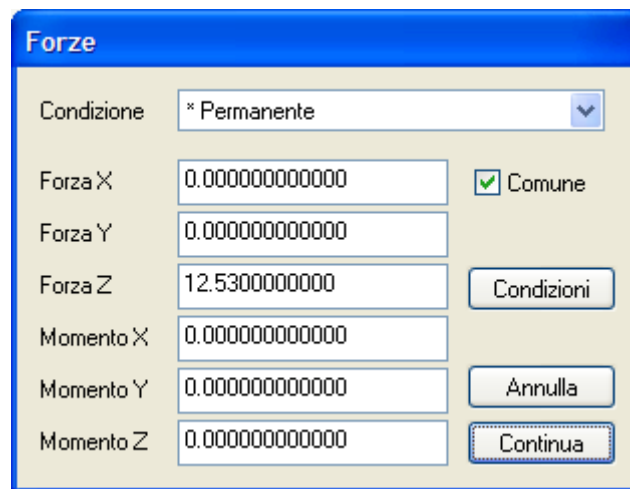
Attivare la funzione dal menu Funzioni e quindi selezionare gli elementi ai quali si vuole applicare il carico. Il dialogo consente di assegnare i parametri del carico. Per default la quota superiore viene assunta quella massima (secondo l'asse globale Z) dei nodi degli elementi selezionati. I campi definiti "Punto di direzione" consentono di assegnare le coordinate X ed Y globali di un punto di riferimento per la pressione. Queste coordinate si possono assegnare anche cliccando su un nodo opportuno già esistente. Nel caso di una vasca, ad esempio, tale punto deve trovarsi all'interno della vasca stessa. Nel caso di un muro di sostegno, deve trovarsi dalla parte dove si trova il terreno.

## Forze agenti sui nodi

Per assegnare le forze ai nodi, attivare l'icona **Assegna forze nodali** della palette:



Quindi selezionare uno o più nodi e confermare la selezione. Viene aperto il dialogo di assegnazione delle forze, che appare come in figura:



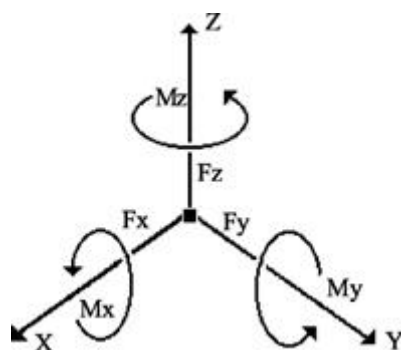
Forze	
Condizione	* Permanente
Forza X	0.000000000000 <input checked="" type="checkbox"/> Comune
Forza Y	0.000000000000
Forza Z	12.530000000000
Momento X	0.000000000000
Momento Y	0.000000000000
Momento Z	0.000000000000

Condizioni

Annulla

Continua

Specificare, per ogni condizione di carico, le componenti delle forze (nel sistema di riferimento globale) da applicare ai nodi selezionati e confermare con **Continua**. Il significato delle componenti, come detto nella sezione [Carichi e forze](#), è quello della seguente figura:



Per accedere in qualsiasi momento al dialogo di gestione delle condizioni di carico, selezionare il bottone **Condizioni** (cfr. [Gestione delle condizioni di carico](#)).

Per assegnare le forze anche ai nodi a cui, in una selezione multipla, non erano applicate forze per una certa condizione di carico, attivare la casella **Comune** relativa alla condizione di carico voluta (cfr. [Condivisione delle condizioni di carico in Carichi agenti sugli elementi](#)).

## Masse di nodi ed elementi

Nòlian permette di definire nel modello sia masse concentrate, applicate ai nodi, sia masse distribuite sugli elementi, espresse come distribuzione lineare o superficiale oppure come densità di massa sul volume di un elemento. Poich' Nòlian usa un modello dinamico a masse concentrate, durante un'analisi dinamica le masse assegnate agli elementi vengono concentrate nei loro nodi di vertice automaticamente.

### Masse e gradi di libertà

Il numero dei modi di vibrare di una struttura reale è infinito. Ai modi di vibrare di periodo più lungo (autovalore più piccolo) è associata però la maggiore energia: per questo il comportamento dinamico di una struttura può essere valutato considerando solo un numero limitato dei primi modi di vibrare.

Al contrario il modello numerico della struttura si basa su un numero finito di gradi di libertà e quindi il numero dei modi di vibrare è finito e pari al numero di gradi di libertà ai quali è associato un valore di massa.

Per quanto detto, se si desidera calcolare solo i primi modi di vibrare eccitati da un'accelerazione in una determinata direzione, è opportuno associare il valore di massa solo ai relativi gradi di libertà, per evitare che vengano calcolati, tra i primi modi di vibrare, anche quelli che non interessano.

Per questo motivo le masse nodali, invece di essere associate ad un nodo con un unico valore, possono essere associate a ciascun grado di libertà traslazionale del nodo. Se, ad esempio, si effettua un'analisi sismica per eccitazioni ondulatorie (nel piano XY) è opportuno non associare masse per le traslazioni secondo Z, per evitare che vengano calcolati tra i primi autovettori quelli per accelerazioni sussultorie che non interessano.

Le masse possono anche essere dissociate facilmente dai gradi di libertà traslazionali voluti per l'intero modello: questo è anche l'unico modo per attivare o disattivare i gradi di libertà traslazionali delle masse associate agli elementi. L'attivazione è controllata dalle caselle **Abilita masse secondo X, Y e Z** del pannello **Dinamica** del dialogo di opzioni dell'analisi, a cui si accede dalla voce di menu **Analisi > Opzioni...** o con un doppio clic sulla maggior parte degli strumenti di assegnazione della palette:

### Valori della massa nell'analisi sismica

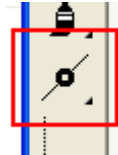
Nel caso dell'analisi sismica le masse hanno una correlazione con i carichi per cui, in genere, si usa assegnare le masse corrispondenti ai carichi agenti staticamente sulla struttura. Poiché la massa è legata alla forza dall'accelerazione di gravità ( $g$ )

=  $mg$ ) va rispettata la congruenza delle unità di misura. Se, ad esempio, si usano kg, cm e secondi, l'accelerazione di gravità sarà  $981 \text{ cm/sec}^2$  e quindi 1 kg forza equivale ad una massa pari a  $1/981 \text{ kg sec}^2/\text{cm}$ .

Nell'analisi sismica alcuni regolamenti consentono delle riduzioni di natura probabilistica del valore delle masse da assegnare per l'analisi dinamica in relazione ad un certo tipo di carico statico: nell'assegnazione delle masse per l'analisi sismica quindi si deve tener conto di tale eventuale fattore di riduzione.

### Assegnazione delle masse nodali

Per modificare la massa assegnata ad un nodo, attivare lo strumento **Assegna masse nodali** della palette:



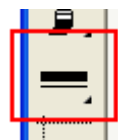
Selezionare i nodi di cui modificare le masse. Confermando la selezione viene aperto un dialogo in cui poter specificare le sei componenti di massa per i nodi selezionati:

Masse nodali	
Massa X	<input type="text" value="0.000000000000"/>
Massa Y	<input type="text" value="0.000000000000"/>
Massa Z	<input type="text" value="1.340000000000"/>
Inerzia X	<input type="text" value="0.000000000000"/>
Inerzia Y	<input type="text" value="0.000000000000"/>
Inerzia Z	<input type="text" value="0.250000000000"/>
	<input type="button" value="Annulla"/>
	<input type="button" value="Continua"/>

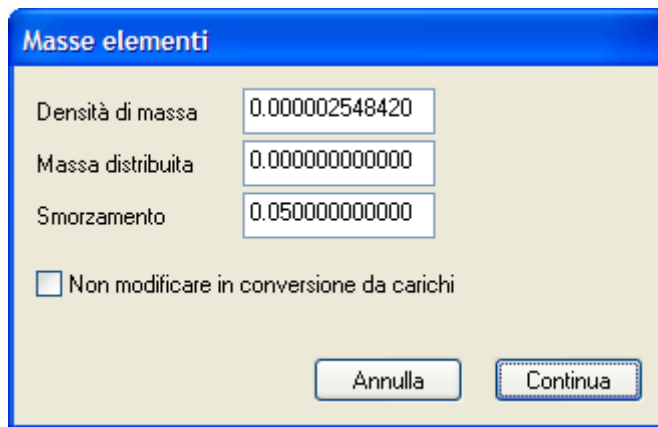
La massa non viene associata ai tre gradi di libertà traslazionali per distinguerne le componenti vettoriali ma per escludere dall'analisi modale, se richiesto, i modi propri relativi a certe direzioni.

### Assegnazione delle masse degli elementi

Per assegnare le masse degli elementi, attivare l'icona **Assegna masse elementi** della palette:



Selezionare quindi gli elementi voluti. Confermando la selezione viene aperto il dialogo di assegnazione delle masse:



Nel dialogo è possibile specificare la densità di massa (sul volume dell'elemento) e la massa distribuita (lineare per elementi monodimensionali, superficiale per elementi bidimensionali, non utilizzata sugli elementi solidi) degli elementi selezionati.

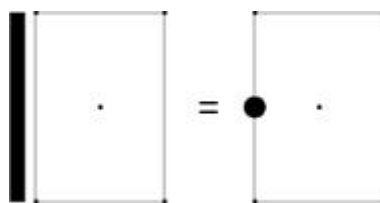
Nel dialogo può essere anche indicato il fattore di smorzamento modale specifico per gli elementi selezionati, utilizzato nel metodo di combinazione modale CQC. Il valore predefinito è quello del pannello **Metodi e damping** del dialogo di opzioni dell'analisi (cfr. [Metodi di combinazione modale](#)). Il fattore di smorzamento è inteso come frazione dello smorzamento critico.

La casella **Non modificare in conversione da carichi** permette di bloccare la massa assegnata agli elementi selezionati nel caso in cui venga effettuata la conversione automatica dei carichi in massa (cfr. [Conversione dei carichi in massa](#)). Se la casella è attiva, la generazione automatica delle masse non modifica il valore di massa assegnato agli elementi selezionati.

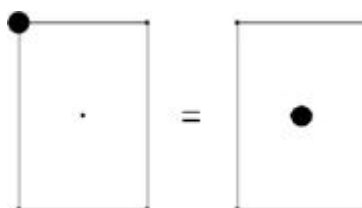
### Sistemi di rigel e master–slave

Le masse applicate ad elementi i cui estremi siano secondari per elementi [rigel](#) vengono trasferite ai nodi primari, senza trasferire i momenti d'inerzia né del primo né del secondo ordine.

Se gli estremi dell'elemento sono connessi ad un nodo slave (cfr. [Sistemi master-slave tra i nodi](#)), le masse vengono trasferite al nodo master insieme ai relativi momenti d'inerzia del primo ordine. I momenti del secondo ordine non vengono considerati (vedere manuale teorico). Pertanto il trasferimento è corretto solo se il nodo master è nel baricentro del sistema di masse dei nodi slave (cfr. [Generazione del nodo baricentrico](#)):



Le masse applicate direttamente a nodi secondari per elementi rigel e a nodi slave vengono trasferite direttamente ai nodi primari e master, senza considerare i momenti di trasporto o i momenti d'inerzia:





## Conversione dei carichi in massa

Poiché è molto frequente il caso in cui i valori di massa del modello dipendono dai carichi, Nòlian permette di generare automaticamente le masse degli elementi, a partire dai carichi ad essi assegnati (le forze agenti sui nodi non vengono considerate).

La generazione delle masse può essere effettuata manualmente in qualsiasi momento oppure automaticamente a monte di ogni analisi dinamica: il primo metodo permette di aggiungere le masse a quelle già esistenti e di verificare ed eventualmente modificare le masse generate, prima dell'analisi; la generazione automatica permette invece di lavorare esclusivamente sui carichi ed ottenere il calcolo sempre sui valori più aggiornati delle masse.

Nella generazione delle masse vengono considerate le sole componenti verticali, nel riferimento globale, del carico uniforme trapezoidale, da peso proprio e di bordo (cfr. [Carichi e forze](#)). Il carico trapezoidale, Poiché non è ammessa una massa a distribuzione lineare, genera una massa distribuita corrispondente alla media dei valori di estremità. Il carico di bordo viene convertito solo per elementi a tre o quattro nodi e genera masse sui nodi di estremità, non sugli elementi.

**Nota bene:** La conversione automatica NON avviene per gli elementi Trave Winkler.

La conversione avviene su tutti gli elementi del modello, tranne quelli per cui sia stata attivata la casella **Non modificare in conversione da carichi** del dialogo di assegnazione delle masse (cfr. [Masse di nodi ed elementi](#)).

Per impostare i parametri della generazione automatica delle masse o per effettuare la conversione manualmente su tutto il modello, scegliere il bottone **Assegnazione masse...** dal pannello **Condizioni di carico** (cfr. [Gestione delle condizioni di carico](#)). Viene aperto il dialogo in figura:

Condizione	Moltiplicatore
Tsld	0.000000
Tslu	0.000000
accidentale	0.150000
accidentale copertura	0.200000
accidentale scale	0.400000
permanente	1.000000
proprio	1.000000
tamponatura	1.000000

Accelerazione di gravità:   Usa moltiplicatori dei tipi

Forma prima dell'analisi

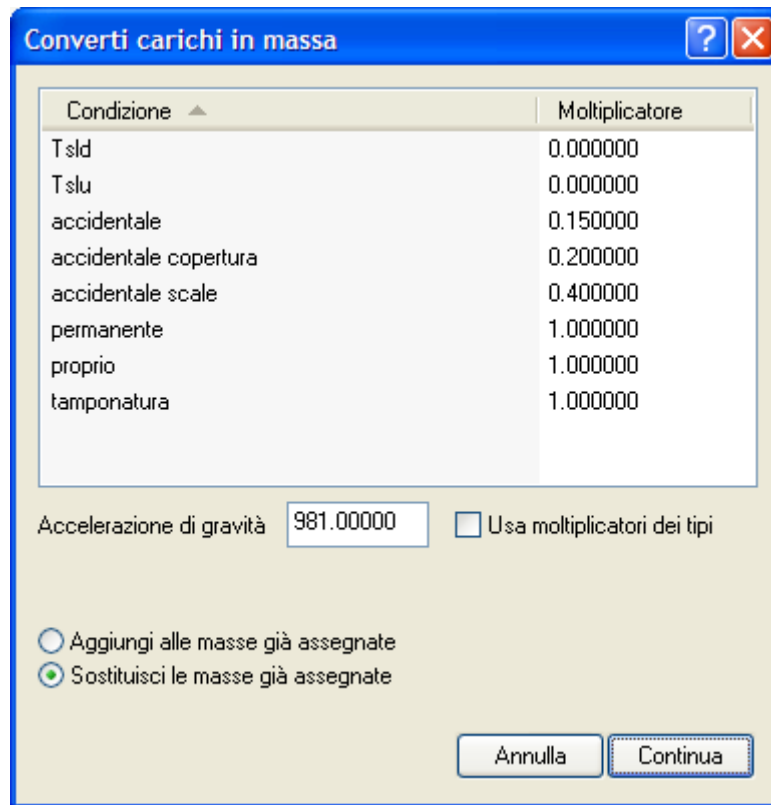
Aggiungi alle masse già assegnate  Sostituisci le masse già assegnate

Nel dialogo vanno specificati i moltiplicatori da applicare ai carichi di ogni singola condizione di carico (oppure attivare la casella **Usa moltiplicatori dei tipi** per desumerli dai tipi dichiarati per le condizioni di carico) e il valore dell'accelerazione di gravità espresso nelle unità di misura utilizzate.

Per eseguire manualmente la conversione, va indicato se aggiungere i valori calcolati della massa a quelli eventualmente già assegnati agli elementi oppure se si desidera sostituire i precedenti. Quindi va scelto il bottone **Forma subito**.

Per abilitare la generazione automatica delle masse prima di ogni analisi dinamica, in base alle opzioni visualizzate, attivare la casella **Forma prima dell'analisi**.

La generazione delle masse a partire dai carichi può anche essere effettuata solo su alcuni elementi, scegliendo la voce di menu **Funzioni > Converti carichi in massa** ed effettuando la selezione degli elementi voluti. Viene aperto un dialogo analogo a quello descritto sopra:



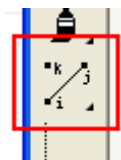
Dopo aver verificato e modificato i parametri di conversione, premere **Continua** per effettuare l'operazione sui soli elementi selezionati.

## Riferimento locale degli elementi

Come spiegato nella sezione [Sistemi di riferimento globale e locale](#), l'orientamento del riferimento locale di un elemento monodimensionale viene stabilito in base ad una convenzione: l'asse X locale coincide con l'asse dell'elemento e il suo verso va dal primo estremo al secondo; l'asse Y locale coincide con l'asse X globale se l'elemento è verticale, altrimenti il piano XY locale è un generico piano verticale del riferimento globale; l'asse Z locale viene stabilito con la regola della mano destra a partire dagli altri due.

Per poter meglio controllare il sistema di riferimento locale di un elemento monodimensionale, che viene utilizzato nell'assegnazione dei dati (sezioni, carichi...) e nella rappresentazione di dati e risultati, è possibile associare all'elemento un terzo nodo non collineare ai due estremi, detto **nodo k**, che fissi il piano XY locale: se il nodo k è assegnato, l'asse Y locale è un asse perpendicolare all'asse X locale con direzione e verso che "puntano" verso il nodo k.

Per assegnare il nodo k ad un elemento, attivare l'icona **Assegna nodo k** della palette:



Quindi selezionare prima un elemento monodimensionale e poi il suo nodo k.

Se un elemento ha già un nodo k associato, esso viene selezionato insieme all'elemento. Per eliminare l'associazione, cliccare sul nodo k selezionato. Per assegnare un altro nodo è sufficiente cliccare direttamente sul nuovo nodo k.

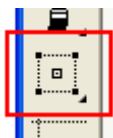
## Sistemi Master-Slave tra i nodi

Come detto nella sezione [Sistemi Master-Slave](#), i sistemi Master–Slave consentono di imporre rapporti cinematici tra i gradi di libertà traslazionali X e Y e rotazionale Z di un gruppo di nodi (detti Slave) e quelli di un singolo nodo (detto Master), per modellare un impalcato rigido sul piano orizzontale a cui appartiene il Master.

I nodi Slave trasferiscono al nodo Master le rigidezze per i gradi di libertà traslazionali secondo X e Y e rotazionali secondo Z. Non è necessario che il nodo Master sia connesso alla struttura; in questo caso è però indispensabile vincolare i gradi di libertà per i quali il nodo Master non ha rigidezza: traslazione secondo Z e rotazione secondo X e Y (cfr. [Vincoli dei nodi](#)).

Il sistema Master–Slave è solo il più comune tra i tipi di legami cinematici che è possibile definire in Nòlian. Per gli altri tipi si rimanda alla sezione [Constraint sui nodi](#).

Per impostare un sistema Master–Slave, attivare l'icona **Assegna Master–Slave** della palette:



Selezionare i nodi Slave. Confermare la selezione con **Invio**. Quindi selezionare il nodo Master del sistema.

Se i nodi Slave selezionati hanno già assegnato uno stesso nodo Master, esso viene contrassegnato.

Per eliminare una relazione master-slave, selezionare i nodi slave voluti. verrà evidenziato il nodo master associato, cliccando su di esso si elimina la associazione tra tale nodo master e i nodi slave selezionati.

Poiché un nodo Slave non può essere anche il secondario di un elemento [rigel](#), l'assegnazione non avviene per i nodi selezionati che siano estremi secondari di un rigel: in questo modo la selezione degli elementi di un impalcato può essere effettuata molto facilmente, non preoccupandosi dell'eventuale presenza di rigel.

## Generazione del nodo baricentrico

Nòlian consente di generare facilmente un nodo posto nel baricentro del sistema di masse associate ai nodi ed agli elementi voluti. Questa funzione è particolarmente utile per generare i nodi Master degli impalcati rigidi (cfr. [Sistemi Master-Slave tra nodi](#)).

Per generare un nodo baricentrico, selezionare la voce **Funzioni > Genera nodo baricentrico**. Quindi selezionare i nodi e gli elementi da considerare e confermare la selezione per effettuare l'operazione.

Si noti che per poter effettuare l'operazione è necessario che le masse degli elementi e dei nodi siano state già assegnate.

## Generazione automatica degli impalcati rigidi

Nòlian permette di generare automaticamente il vincolo cinematico Master-Slave per i nodi di impalcati orizzontali formati da elementi trave, nell'ipotesi che tali impalcati siano infinitamente rigidi nel proprio piano.

La funzione individua tutti gli elementi trave suborizzontali connessi tra loro, anche tramite elementi rigel, con nodi giacenti sullo stesso piano orizzontale. Per ogni impalcato così individuato, essa genera un nodo nel baricentro delle masse (cfr. [Generazione del nodo baricentrico](#)) a cui vengono assegnati vincoli opportuni e che viene impostato come nodo Master per tutti i nodi dell'impalcato (cfr. [Sistemi Master-Slave tra i nodi](#)).

Prima di poter eseguire il calcolo le masse devono essere state già assegnate agli elementi, manualmente dall'utente o attraverso le funzioni di [conversione dei carichi in massa](#).

Nel calcolo vengono considerati solo gli elementi monodimensionali e le masse ad essi associati: eventuali impalcati definiti da pareti verticali, modellate con elementi bidimensionali, non sono trattati da questa funzione. Allo stesso modo vengono ignorate eventuali masse nodali presenti nel modello.

Nel caso di connessione con elementi bidimensionali atti a formare pareti, una discontinuità a livello interrompe la continuità di connessione: potrebbero essere quindi generati più nodi Master allo stesso livello.

Per effettuare il calcolo, selezionare la voce di menu **Funzioni > Genera impalcati rigidi**: l'operazione viene effettuata subito.

Al termine della generazione è opportuno verificare, soprattutto in presenza di mesh di forma complessa, che gli impalcati individuati da questa funzione siano effettivamente quelli voluti per le esigenze di modellazione.

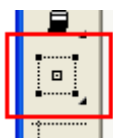
## Constraint sui nodi

Nòlian permette di definire relazioni cinematiche tra i nodi, dette genericamente **constraint**, in modo che uno o più gradi di libertà di un nodo (Slave) dipendano da quelli di un altro (Master).

Un esempio classico e comune di constraint è quello dell'impalcato rigido, in cui gli spostamenti su un piano orizzontale dei nodi che lo formano dipendono da quelli di un solo nodo, detto Master, vincolato a muoversi rigidamente sul piano. Questo caso è così comune che in Nòlian esso è il tipo di constraint predefinito e viene trattato in modo semplificato rispetto agli altri (cfr. [Sistemi Master-Slave tra i nodi](#)).

I constraint implementati in Nòlian si riflettono sulla costruzione della matrice di rigidezza del modello durante l'analisi, senza squilibrarla, a differenza dei metodi di penalità, come quello dei moltiplicatori di Lagrange.

Per configurare l'uso dei constraint, fare un doppio clic sull'icona **Assegna Master-Slave** della palette:



Viene aperto un dialogo in cui va specificato il tipo di constraint da applicare e gli eventuali parametri relativi:



Ogni tipo di constraint viene definito in base a parametri specifici che vengono discussi nella sezione [Tipi di constraint](#).

Per assegnare un constraint, attivare l'icona **Assegna Master–Slave** della palette e selezionare i nodi Slave. Se per il tipo di constraint scelto è possibile selezionare più nodi Slave, al termine della selezione è necessario premere **Invio**. Selezionare quindi i nodi Master (uno o due a seconda del tipo di constraint scelto).

Se un nodo selezionato come Slave ha già un constraint assegnato, quando viene selezionato vengono automaticamente selezionati anche tutti gli altri nodi Slave e contrassegnati i relativi Master. Per eliminare un constraint esistente selezionare, quando richiesto, uno dei Master contrassegnati. Per scegliere nuovi Master per il constraint visualizzato, è sufficiente cliccare direttamente sui nodi voluti. Se si desidera cambiare l'insieme dei nodi Slave di un constraint è necessario eliminare constraint e ricrearlo.

Per visualizzare (ed eventualmente cambiare) i parametri assegnati ad un constraint, selezionare un nodo Slave e quindi cliccare a vuoto sul documento tenendo premuto il tasto **Alt**. Viene aperto il dialogo di configurazione del constraint che mostra il tipo e i parametri del constraint selezionato.

## Avvertenze sui constraint

I constraint diversi dal piano orizzontale rigido (Master–Slave classico) sono disponibili solo utilizzando il metodo di fattorizzazione **Sparse**, che può essere scelto, se attivo, nel pannello **Metodi e damping** delle opzioni di analisi.

### Massimo di un constraint per nodo

Non sono ammesse dipendenze dello stesso nodo Slave da più Master. Ad esempio un nodo non può far parte contemporaneamente di due impalcati rigidi.

### Elementi non gestiti dai constraint

Attualmente l'implementazione dei constraint non gestisce elementi piani ad otto nodi ed elementi solidi: se viene assegnato un constraint che comprende elementi non gestiti viene generato un errore in fase di analisi.

### Assegnazione di vincoli ai nodi Slave

Poiché non vi è trasferimento di vincoli tra i nodi Slave e quelli Master, le relazioni cinematiche potrebbero essere alterate se si assegnano ad un nodo Slave vincoli sui gradi di libertà coinvolti dal constraint.

Ad esempio, se in un impalcato rigido orizzontale si vincolano le traslazioni X e Y di un nodo Slave, tale nodo non subisce le traslazioni degli altri nodi Slave: viene quindi violato il legame di spostamento rigido.

### Connessione della struttura

I nodi Master di un constraint di tipo diverso dal piano orizzontale rigido devono essere connessi alla struttura. In caso contrario si ottiene un avviso di struttura non connessa durante l'analisi.

### Forze e masse concentrate

Nell'attuale implementazione le forze e le masse concentrate assegnate a nodi Slave non sono trasferite al nodo Master.

## Tipi di constraint

### Piano orizzontale rigido

È il metodo Master-Slave "classico", applicabile per impalcati rigidi, limitatamente ai piani orizzontali. È descritto nella sezione [Sistemi Master-Slave tra i nodi](#).

### Membrana rigida

Impone una dipendenza cinematica tra i gradi di libertà traslazionali e di rotazione normali al piano definito dai nodi Slave. È la generalizzazione a piani qualunque del piano orizzontale rigido.

Il nodo Master non deve necessariamente trovarsi nel baricentro del sistema di masse, in quanto la matrice delle masse è consistente e vengono considerati anche i momenti di inerzia del secondo ordine. Il nodo Master può anche essere uno dei nodi Slave.

I nodi Slave devono formare un piano univoco (almeno tre nodi non in asse), altrimenti il constraint non viene accettato.

Le equazioni di legame cinematico sono le seguenti:

$$x_s = x_m + r_{zm} (y_s - y_m)$$

$$y_s = y_m + r_{zm} (x_s - x_m)$$

$$r_{zs} = r_{zm}$$

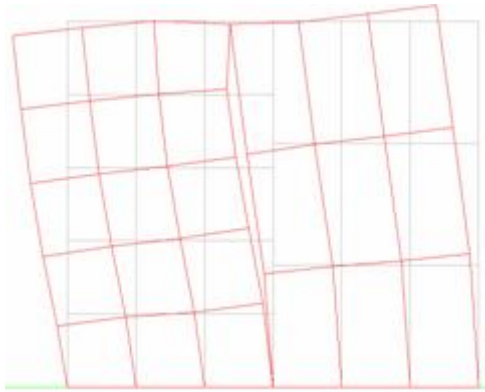
dove il pedice *s* sta per Slave e *m* per Master; *x*, *y* e *r* indicano gli spostamenti di traslazione e rotazione sul piano.

### Weld

Il constraint di tipo *Weld* costringe un nodo Slave a mantenere al stessa posizione parametrica tra due nodi Master assegnati. In altre parole, la rigidità del nodo Slave viene trasferita sui due nodi Master, tenendo conto delle posizioni relative.

Per questo tipo di constraint va selezionato un singolo nodo Slave e due nodi Master, che possono anche essere condivisi tra più Slave.

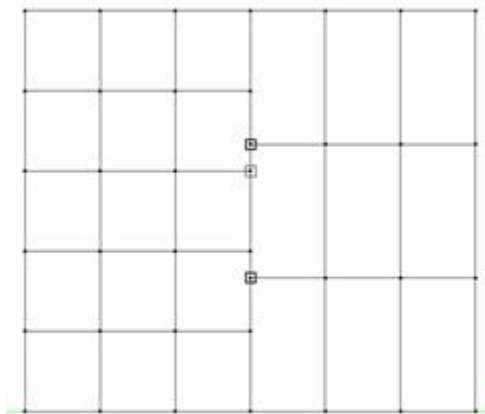
Questo constraint serve soprattutto a "saldare" (da cui il nome) mesh di passo diverso, che altrimenti presenterebbero discontinuità negli spostamenti, come in figura:



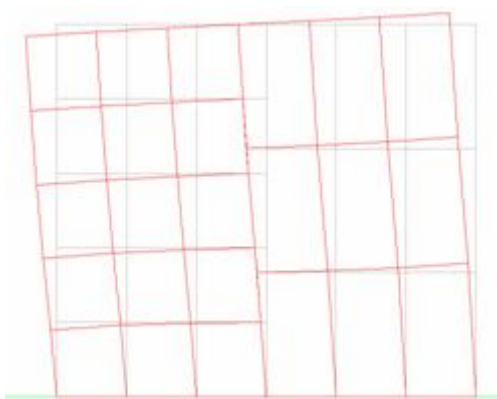
Uno schema comune di utilizzo, riferito alla retta lungo cui si interfacciano le mesh di passo diverso, potrebbe essere:

M --- S --- M --- S --- M

Ad esempio, possono essere utilizzati quattro constraint di tipo *Weld* per saldare le due mesh della figura precedente:



In questo modo si ottengono spostamenti continui:

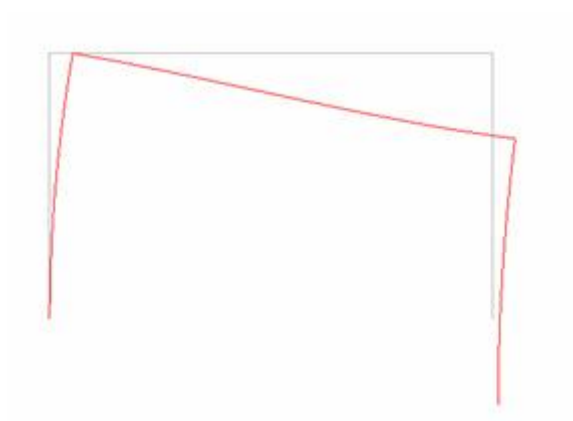


### On Plane

Costringe gli spostamenti di un nodo a giacere su un piano, o ad una distanza fissata da esso. Il piano è ortogonale alla coppia di nodi Master-Slave e passa per il nodo Slave: questo constraint permette quindi di modellare vincoli inclinati.

Questo tipo di constraint si applica ad un singolo nodo Slave e ad un nodo Master.

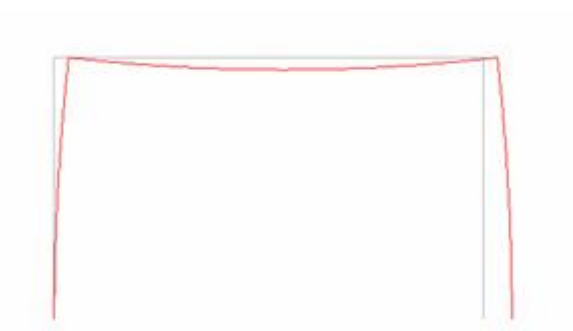
Prendiamo ad esempio un classico portale. Senza alcun vincolo al piede del ritto di destra, la sua deformata sia:



Assegniamo il constraint *On Plane* al nodo di destra, selezionando come Master un nodo più in basso:

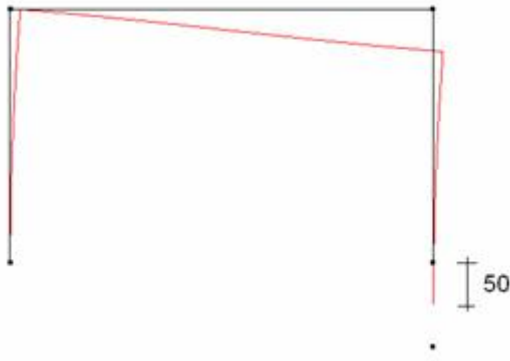


In questo modo abbiamo forzato il nodo a restare sul piano del constraint, come mostrato dalla nuova deformata:



In alternativa possiamo indicare, dal dialogo del tipo di constraint, uno spostamento imposto. In questo caso si costringe il nodo ad una distanza fissata dal piano, con i valori positivi che vanno dallo Slave al Master, come nel caso della figura:





### Corpo Rigido

Impone legami cinematici di corpo rigido. Questo constraint può essere usato anche come legame rigido tra due nodi. I legami cinematici sono i seguenti:

$$x_s = x_m + r_{ym} (z_s - z_m) + r_{zm} (y_s - y_m)$$

$$y_s = y_m + r_{xm} (z_s - z_m) + r_{zm} (x_s - x_m)$$

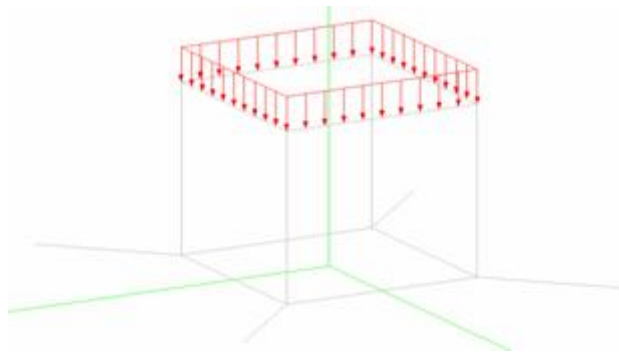
$$z_s = z_m + r_{xm} (y_s - y_m) + r_{ym} (x_s - x_m)$$

$$r_{xs} = r_{xm}$$

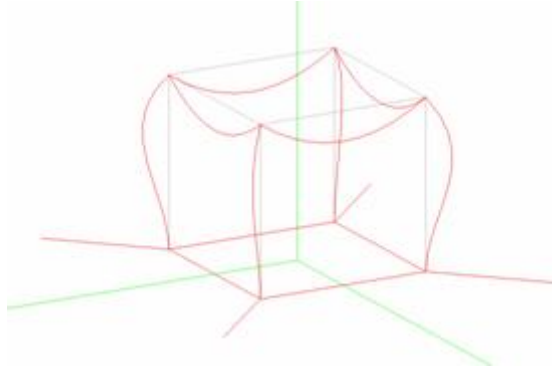
$$r_{ys} = r_{ym}$$

$$r_{zs} = r_{zm}$$

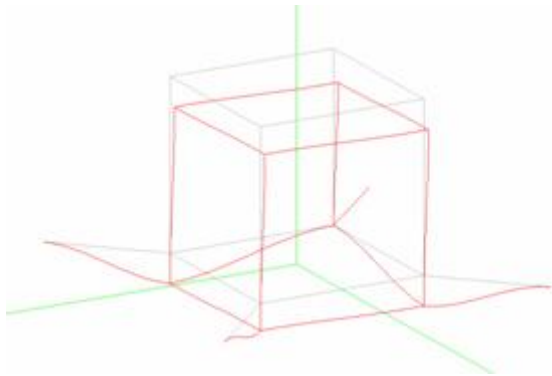
Prendiamo come esempio un telaio formato da travi molto flessibili, caricato sui traversi e appoggiato, alla base, su travi molto rigide:



Nell'ipotesi di corpo flessibile si ha una deformata quella in figura:



Nell'ipotesi di corpo rigido, esteso al telaio, le travi del telaio non si deformano e la deformata interessa solo le travi di supporto, come evidenziato in figura (con la deformazione molto più amplificata rispetto alla precedente):



### Spostamento imposto

Impone uno spostamento fissato secondo uno dei gradi di libertà del nodo, secondo quanto indicato nel dialogo di configurazione dei constraint.

In questo constraint, il nodo master e il nodo slave coincidono. Quindi, per imporlo, cliccare due volte sullo stesso nodo.

**NOTA BENE** Nell'ambiente non-lineare Earthquake Engineering, solo i constraint "Master-slave" e membrana rigida sono supportati.

## La libreria di elementi finiti

Nòlian offre una vasta libreria di elementi finiti tra cui poter scegliere per rappresentare al meglio la struttura in esame, permettendo all'utente di modellare facilmente e senza compromessi situazioni molto eterogenee.

L'assegnazione del tipo di elemento e dei relativi parametri avviene secondo quanto descritto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Le seguenti sezioni descrivono invece in dettaglio i singoli tipi di elemento e i parametri specifici.

### Elementi monodimensionali

Gli elementi monodimensionali più comuni offerti da Nòlian sono elementi a due nodi a geometria lineare ed a sezione costante:

- [Asta](#)
- [Trave generica](#)
- [Trave a doppio T](#) (o a sezione rettangolare)
- [Trave poligonale](#)
- [Trave Winkler](#)
- [Boundary](#)
- [Rigel](#)

Per le modalità con cui viene stabilito il sistema di riferimento locale degli elementi monodimensionali, si rimanda alla sezione [Sistemi di riferimento globale e locale](#).

### L'elemento trave e la discretizzazione del modello

L'elemento finito *trave*, nelle tre varianti a sezione generica, a doppio T o a sezione poligonale, è l'elemento più comune della serie di elementi a due nodi, per l'impiego massiccio nella modellazione delle strutture a telaio.

La funzione interpolante degli elementi trave è la funzione esatta che descrive la deformazione della trave priva di carichi in campata. Pertanto la discretizzazione tramite elementi trave (ma anche *asta*) può avvenire usando direttamente i "nodi naturali", ovvero quelli che individuano cambiamenti della geometria o della fisica della struttura. Questo significa che un modello costituito da questi elementi non ha in genere bisogno di una mesh legata ad una corretta discretizzazione del problema sotto il profilo numerico, cosa che invece è obbligatoria per gli elementi piani.

Si fa notare che il modello *dinamico* della struttura è invece *a masse concentrate* e cioè le masse, anche se associate ad un elemento lineare, vengono concentrate ai suoi estremi. Ciò approssima il modello dinamico consistente per cui in alcuni casi una discretizzazione più fitta degli elementi può condurre ad una migliore distribuzione delle masse. Nelle usuali analisi sismiche in campo edile, comunque, tale discretizzazione non è in genere necessaria.

### Vincoli interni delle travi

L'elemento trave trasferisce rigidità a tutti i sei gradi di libertà dei nodi a cui è connesso.

È possibile impedire ("svincolare") il trasferimento di rigidità per alcuni gradi di libertà, modificando i vincoli interni dell'elemento nel dialogo di assegnazione: in questo modo si ottiene un tipo di connessione diversa tra trave e nodo, ovvero fisicamente, un vincolo diverso dall'incastro tra elementi concorrenti nel nodo.

Tale operazione può rendere l'elemento labile: in questo caso si ottiene un messaggio di errore in analisi. Un caso frequente di labilità di questo tipo deriva dallo svincolare le rotazioni assiali di entrambi i nodi.

Nel caso di selezione multipla di più elementi, i vincoli interni differenti tra gli elementi selezionati vengono disattivati senza nessun'altra segnalazione.

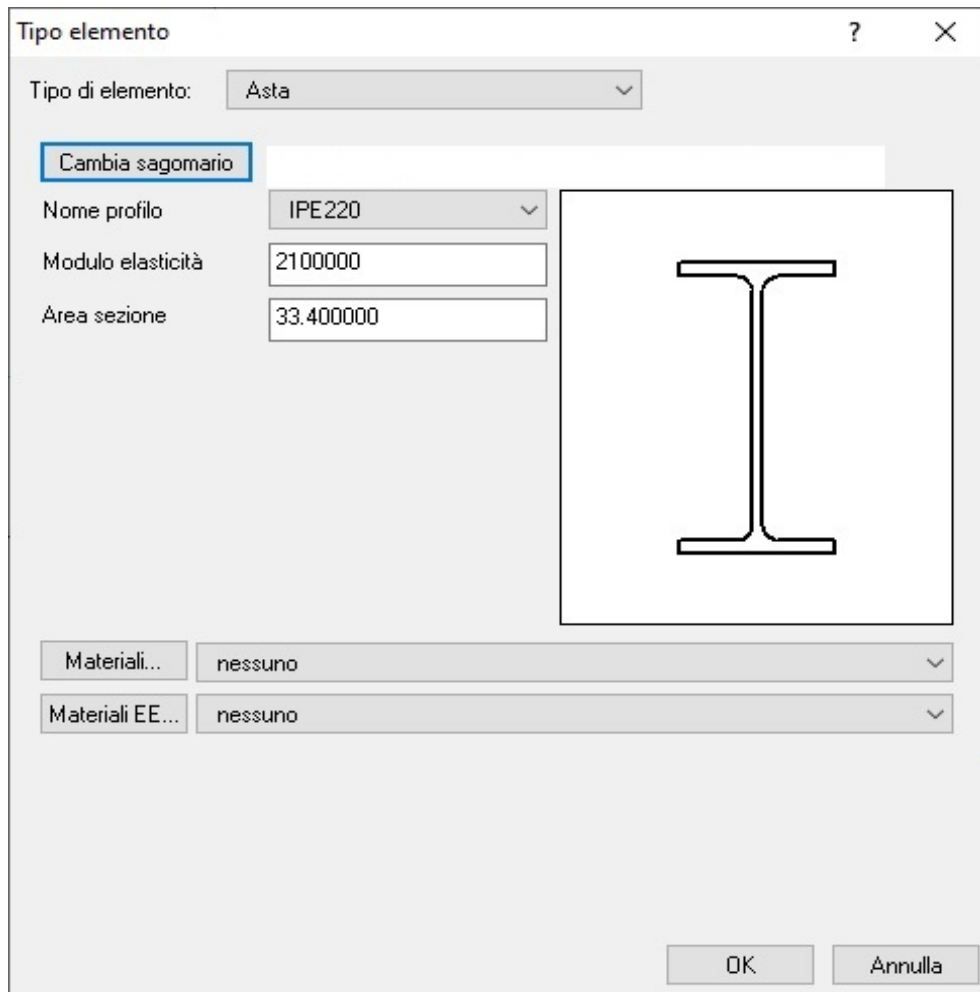
### Asta

Elemento a due nodi a sezione costante, dotato di cerniere sferiche alle estremità, atto a trasmettere forze assiali.

Utilizzato per strutture reticolari.

### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#)  
Il pannello specifico del tipo *asta* appare come in figura:



Il modulo di elasticità del materiale può essere specificato manualmente o scelto attraverso il Metamateriale.

L'area della sezione può essere indicata manualmente o desunta dalla sezione scelta dal sagomario alla voce **Nome profilo** (cfr. [Lettura delle sezioni da file sagomario](#)).

### Carichi supportati

L'elemento accetta [differenze di temperatura costante](#), [carichi da peso proprio](#) e [uniformemente distribuiti](#).

### Sforzi calcolati dall'analisi

L'unico sforzo calcolato è lo sforzo assiale.

### Vincoli ausiliari

Poiché gli elementi asta hanno rigidità solo per le traslazioni, i gradi di libertà rotazionale di tutti i nodi in cui concordano solo elementi asta devono essere vincolati.

### Note sul sistema di riferimento locale

Poiché l'elemento ha solo rigidezza assiale, il sistema di riferimento locale assegnato è influente sul calcolo.

## Trave generica

Elemento a due nodi a sezione costante, descritta tramite le sue caratteristiche statiche, atto a trasmettere forze assiali, di taglio e di momento.

Impiegato nelle strutture a telaio.

### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *trave* appare come in figura:

The screenshot shows a dialog box titled "Tipo elemento" with the following fields and options:

- Tipo di elemento: Trave
- Cambia sagomario: C:\Users\RobertoNew Admin\Desktop\app\sagomari\Nuovo Sagomari
- Nome profilo: IPE100
- Modulo elasticità: 2100000.00000
- Mod. elast. tangenziale: 1500000.00000
- Area: 10.3232160000
- Area a taglio Y: 0.000000000000
- Area a taglio Z: 0.000000000000
- Inerzia torsionale: 1.20881400000
- Inerzia Y: 15.8565120000
- Inerzia Z: 171.019534000
- Materiali...: nessuno
- Materiali EE...: FibreEE, sez.fib 002 (Sezione Fibre)
- Vincoli interni: A grid of checkboxes for Tx, Ty, Tz, Rx, Ry, Rz for nodes I and J.

Buttons: OK, Annulla

Devono essere assegnati almeno i due moduli di elasticità, l'area della sezione ed i tre momenti d'inerzia.

Se le aree di rigidezza al taglio non vengono assegnate, la deformabilità al taglio non viene considerata.

I valori possono essere indicati manualmente o tratti dalla sezione scelta dal sagomario alla voce **Nome profilo** (cfr. [Lettura delle sezioni da file sagomario](#)).

I valori si intendono riferiti al sistema di riferimento locale dell'elemento (cfr. [Sistemi di riferimento globale e locale](#)).

Per il significato dei vincoli interni, si veda la sezione [Elementi monodimensionali](#).

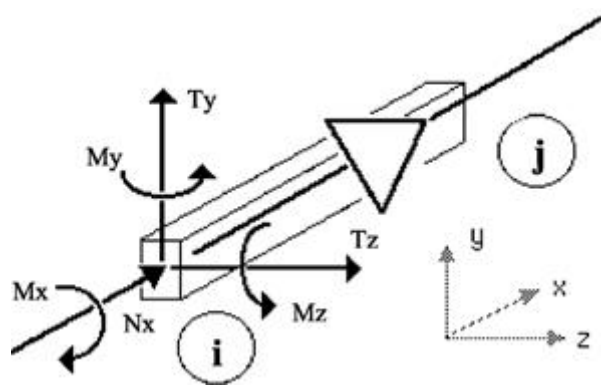
## Carichi supportati

Vengono accettati tutti i tipi di carico sia nel riferimento locale che globale, eccetto la differenza di temperatura a variazione lineare.

Il [carico generico](#), ammesso solo per l'elemento trave, è inteso come reazione di incastro perfetto agli estremi, nel riferimento locale dell'elemento.

## Sforzi calcolati dall'analisi

Vengono calcolati gli sforzi assiali, di taglio e di momento per i due estremi (*i* e *j*):



## Trave a doppio T

Denominata anche **Trave a sezione rettangolare**.

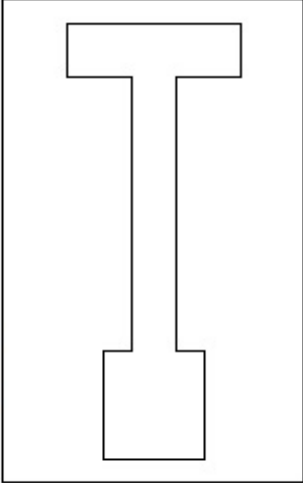
Trave con le stesse caratteristiche della [trave generica](#), ma a sezione di forma predefinita a doppio T per una più facile assegnazione delle caratteristiche della sezione.

## Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *trave a sezione rettangolare* appare come in figura:

Tipo elemento ? X

Tipo di elemento: Trave a sezione rettangolare ▼

Modulo elasticità	<input style="width: 90%;" type="text" value="300000"/>	
Modulo elasticità tangenziale	<input style="width: 90%;" type="text" value="150000"/>	
Altezza anima	<input style="width: 90%;" type="text" value="100"/>	
Larghezza anima	<input style="width: 90%;" type="text" value="15"/>	
Larghezza ala superiore	<input style="width: 90%;" type="text" value="60"/>	
Spessore ala superiore	<input style="width: 90%;" type="text" value="20"/>	
Larghezza ala inferiore	<input style="width: 90%;" type="text" value="35"/>	
Spessore ala inferiore	<input style="width: 90%; border: 2px solid blue;" type="text" value="40"/>	
Molt. rigidità flessionale Y	<input style="width: 90%;" type="text" value="1.000000000000"/>	
Molt. rigidità flessionale Z	<input style="width: 90%;" type="text" value="1.000000000000"/>	

Materiali... nessuno ▼  
Materiali EE... Fibre EE... nessuno ▼

		Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
Vincoli interni	I	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	J	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OK
Annulla

È necessario assegnare i moduli di elasticità ed almeno una coppia di valori della geometria che descrivano una sezione rettangolare.

A seconda dei valori nulli nella geometria delle ali o dell'anima, si ottiene un profilo rettangolare, a T, a T rovescio o a doppio T.

I valori si intendono riferiti al sistema di riferimento locale dell'elemento (cfr. [Sistemi di riferimento globale e locale](#)).

Per il significato dei vincoli interni, si veda la sezione [Elementi monodimensionali](#).

li coefficienti di riduzione delle rigidità flessionali agiscono nella direzione di spostamento indicata dal pedice. Consentono di considerare la ridotta rigidità per gli effetti della fessurazione. Non alterano la rigidità assiale o a taglio.

Il bottone "Fibre EE" è attivo solo se si dispone dell'ambiente Nòlian Earthquake Engineering. Esso consente di generare direttamente una sezione a fibre con le dimensioni assegnate in questo stesso dialogo e con i valori di default dei materiali. Generata la sezione a fibre, si apre il dialogo standard per l'editing della sezione e quindi è possibile modificare immediatamente, se necessario, i materiali ed inserire le armature. Viene generato automaticamente un metamateriale che viene associato al tipo di elemento. In questo modo l'uso della sezione e fibre è molto facilitato.

### Caratteristiche statiche della sezione

Le caratteristiche statiche della sezione vengono calcolate in base alla geometria specificata.

L'area al taglio è  $A_t = A/k$ , dove  $A$  è l'area della sezione resistente e  $k$  è:

$$k = (12+11\nu)/10(1+\nu)$$

dove  $\nu$  indica il coefficiente di Poisson.

L'inerzia torsionale  $J_x$  viene calcolata con la formula di de Saint Venant:

$$J_x = A^4/40 (J_y + J_z)$$

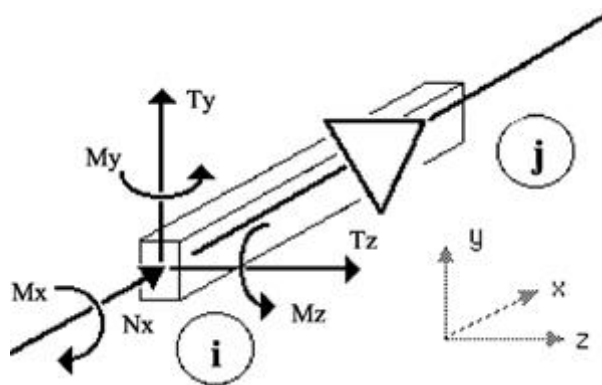
dove  $A$  è l'area della sezione,  $J_y$  e  $J_z$  i momenti d'inerzia intorno agli assi  $Y$  e  $Z$  locali.

### Carichi supportati

Sono applicabili tutti i tipi di carico, compresa la [variazione lineare di temperatura](#), intesa come variazione di temperatura lungo l'asse locale  $Y$ .

### Sforzi calcolati dall'analisi

Vengono calcolati gli sforzi assiali, di taglio e di momento per i due estremi ( $i$  e  $j$ ):



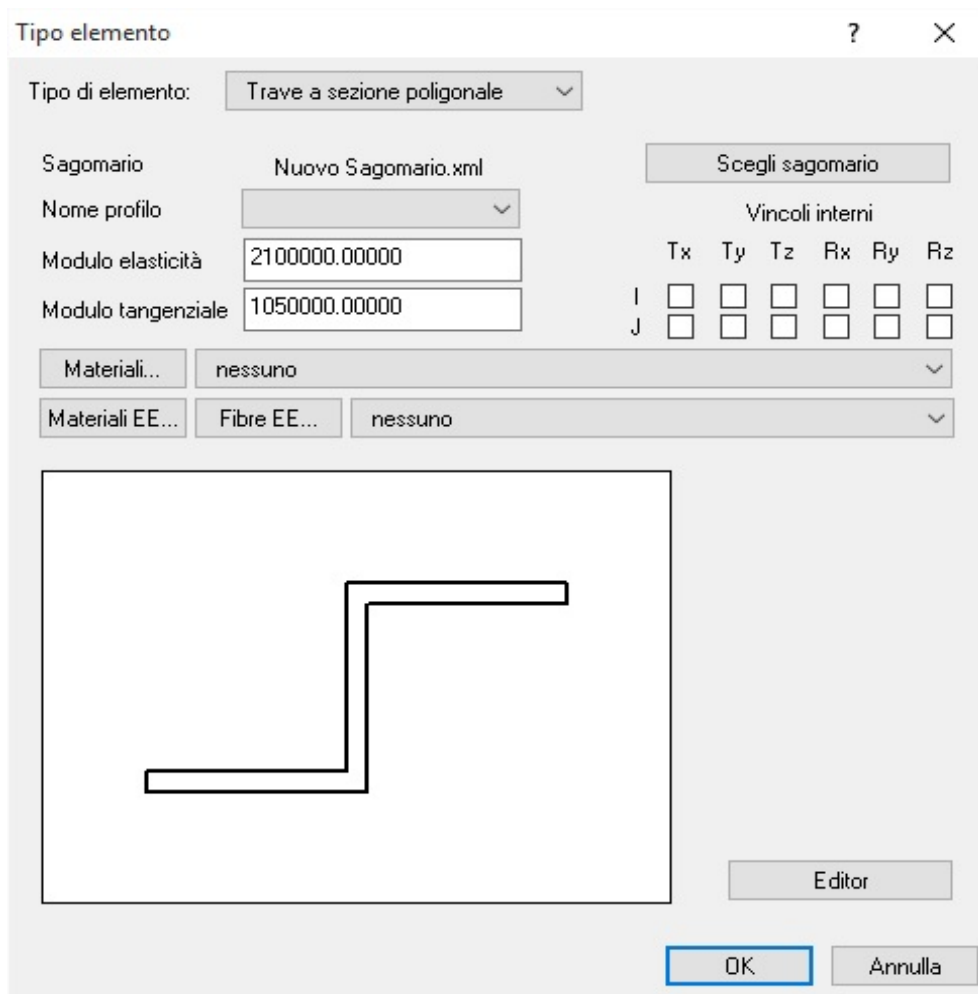
### Trave poligonale

Trave con le stesse caratteristiche della [trave generica](#) ma con sezione definita tramite una poligonale monoconnessa.

### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *trave a sezione poligonale* appare come in figura:





Modulo di elasticità e di elasticità tangenziale possono essere specificati manualmente o scelti col il Metamateriale.

La sezione viene definita accedendo al dialogo di editing del poligono che rappresenta la sezione tramite il bottone Editor. Questo dialogo ha le stesse modalità di impiego del dialogo per la definizione della sezione poligonale del sagomario. Si rimanda alla descrizione del [sagomario](#).

È anche possibile importare una sezione poligonale definita nel sagomario. Questa operazione serve esclusivamente ad importare la geometria e non le altre caratteristiche registrate sul file sagomario. Se si desidera usare una sezione poligonale descritta nel sagomario importando tutte le caratteristiche relative, associarla al tipo Trave generica.

Per il significato dei vincoli interni, vedi la sezione [Elementi monodimensionali](#).

### Caratteristiche statiche della sezione

L'area al taglio viene considerata sempre nulla: quindi la deformabilità al taglio è nulla.

L'inerzia torsionale  $J_x$  viene calcolata con la formula di de Saint Venant:

$$J_x = A^4/40 (J_y + J_z)$$

dove  $A$  è l'area della sezione,  $J_y$  e  $J_z$  i momenti d'inerzia intorno agli assi Y e Z locali.

### Note sul sistema di riferimento locale

La matrice di rigidità dell'elemento viene calcolata nel riferimento degli assi principali della sezione e quindi traslata e

ruotata nel riferimento locale dell'elemento.

La traslazione della matrice avviene assumendo un legame cinematico tra gli spostamenti e le rotazioni baricentriche ed il sistema di riferimento adottato per descrivere la sezione.

La trave può quindi immaginarsi, sotto tale aspetto, con il suo asse baricentrico connesso all'asse di riferimento tramite connessioni infinitamente rigide: pertanto il sistema di riferimento adottato per descrivere la sezione **è significativo per il problema statico**.

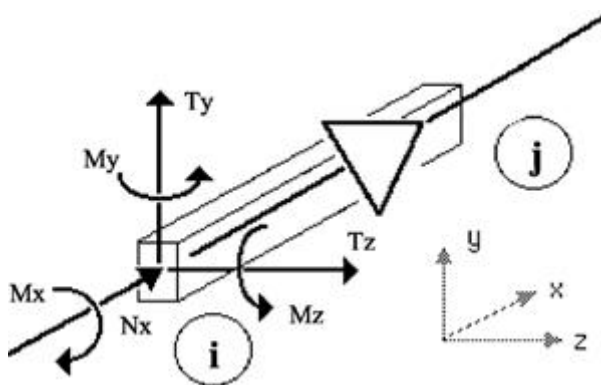
### Carichi supportati

Sono applicabili tutti i tipi di carico, tranne la variazione lineare di temperatura.

I carichi si intendono assegnati rispetto all'asse della trave (sistema di riferimento della sezione) e non al suo baricentro.

### Sforzi calcolati dall'analisi

Vengono calcolati gli sforzi assiali, di taglio e di momento per i due estremi ( $i$  e  $j$ ):



### Trave Winkler

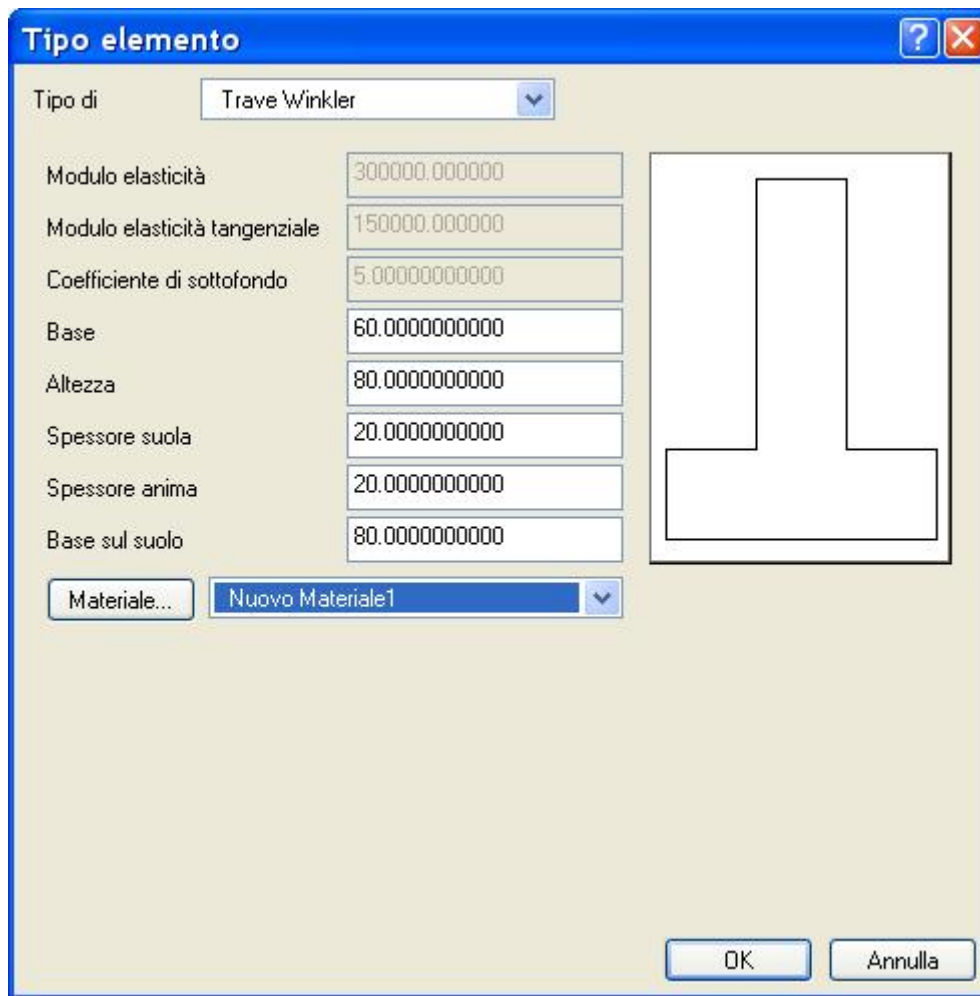
Elemento a due nodi a sezione costante, con comportamento analogo alla [trave generica](#) ma vincolato al suolo tramite un vincolo elastico lineare continuo.

Utilizzato per travi di fondazione.

Impiega il modello elastico del suolo dovuto a Winkler, da cui trae il nome.

### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *trave Winkler* appare come in figura:



È necessario assegnare i moduli elastici, il coefficiente di sottofondo, la larghezza dell'appoggio al suolo e almeno base e altezza della sezione.

Se gli spessori di suola ed anima sono nulli, la sezione è rettangolare.

I valori si intendono riferiti al sistema di riferimento locale dell'elemento (cfr. [Sistemi di riferimento globale e locale](#)).

### Caratteristiche statiche della sezione

La deformabilità al taglio non viene considerata.

L'inerzia torsionale  $J_x$  viene calcolata con la formula di de Saint Venant:

$$J_x = A^4/40 (J_y + J_z)$$

dove  $A$  è l'area della sezione,  $J_y$  e  $J_z$  i momenti d'inerzia intorno agli assi  $Y$  e  $Z$  locali.

### Il modello del suolo

Il modello del suolo di Winkler prevede una reazione elastica lineare del terreno ortogonale alla superficie del terreno: le forze di attrito non sono previste.

Occorre pertanto **vincolare opportunamente l'insieme di travi** per evitare la labilità per traslazione sul terreno: mentre il suolo reagisce solo a compressione, il vincolo elastico lineare della trave reagisce anche a trazione.

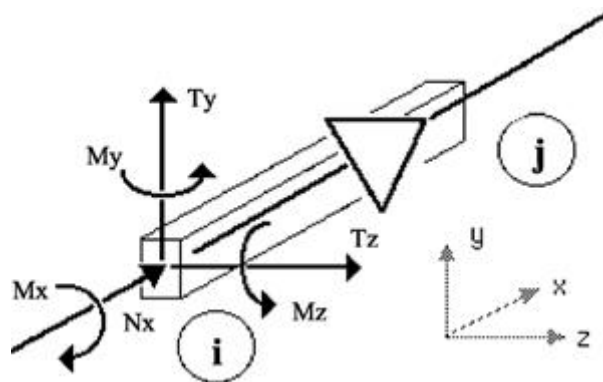
Il vincolo elastico lineare agisce sempre nel piano locale XY: se esso non corrisponde ad un piano globale orizzontale, la reazione del suolo non sarà verticale.

### Carichi supportati

L'elemento accetta [differenze di temperatura costante](#), [carichi da peso proprio](#) e [uniformemente distribuiti](#).

### Sforzi calcolati dall'analisi

Vengono calcolati gli sforzi assiali, di taglio e di momento per i due estremi (*i* e *j*):



### Pressione di contatto

La pressione di contatto  $p$  si ottiene dall'abbassamento  $d$  tramite la relazione  $p = d k$ , dove  $k$  è il coefficiente di sottofondo assegnato.

### Avvertenze sulle rappresentazioni grafiche

Le funzioni che descrivono la deformata e gli sforzi di momento e di taglio nella trave su suolo elastico sono trascendenti.

Poiché le rappresentazioni grafiche di Nòlian usano un'interpolante cubica dei valori nodali per motivi di generalità ed efficienza, esse non approssimano correttamente le curve di deformazione e sforzo delle travi Winkler. La differenza è tanto più significativa quanto più il sistema trave-terreno è flessibile.

Pertanto si invita a impiegare le rappresentazioni di deformate e sforzi di travi di fondazione solo per interpretazioni qualitative e solo in situazioni di flessibilità contenuta.

Si invita a non utilizzare i grafici per scopi progettuali e di ricorrere a nodi ausiliari per ottenere valori numerici di deformazione e di sforzo nei punti voluti.

### Boundary

Elemento a due nodi dotato di rigidzze assiali e torsionali esplicite secondo gli assi del suo riferimento locale (cfr. [Sistemi di riferimento globale e locale](#)).

La lunghezza dell'elemento è indifferente e utile solo alla manipolazione grafica.

L'elemento boundary è utilizzato per:

- assegnare spostamenti definiti;
- valutare reazioni vincolari;
- modellare vincoli elastici;
- modellare vincoli inclinati.

### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *boundary* appare come in figura:

The image shows a software dialog box titled "Tipo elemento". It contains several input fields and dropdown menus. The "Tipo di" dropdown is set to "Boundary". Below it are six input fields for axial and torsional stiffness:  $N_x$  (1.000000.000000),  $R_x$  (0.000000000000),  $N_y$  (0.000000000000),  $R_y$  (0.000000000000),  $N_z$  (0.000000000000), and  $R_z$  (0.000000000000). At the bottom, there is a "Materiale..." dropdown set to "nessuno". The dialog has "OK" and "Annulla" buttons at the bottom right.

È necessario specificare almeno un valore tra le rigidezze assiali  $N$  e torsionali  $R$  rispetto ai tre assi locali dell'elemento.

### Carichi supportati

L'elemento accetta solo [spostamenti imposti](#), specificati nel suo riferimento locale e valutati solo in corrispondenza di valori di rigidezza dell'elemento molto elevati.

Valori positivi assegnati al carico corrispondono a contrazioni assiali e rotazioni sinistrorse dei nodi di estremità. Pertanto, vincolando uno dei due estremi, si ottiene uno spostamento imposto dell'altro pari ai valori assegnati (ad esempio un cedimento in fondazione).

## Sforzi calcolati dall'analisi

Vengono calcolati gli sforzi assiali ed i momenti torcenti relativamente agli assi locali dell'elemento.

## Comportamento nell'analisi dinamica

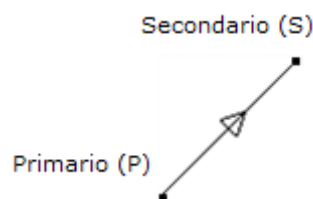
Gli spostamenti imposti sono ignorati nell'analisi dinamica, ma le rigidità artificiali introdotte per la loro valutazione alterano il comportamento dinamico della struttura.

## Rigel

L'elemento a due nodi *rigel* non è un elemento finito ma un "indicatore" di connessione rigida tra nodi: esso immette condizioni cinematiche e non elastiche di spostamento tra i suoi estremi.

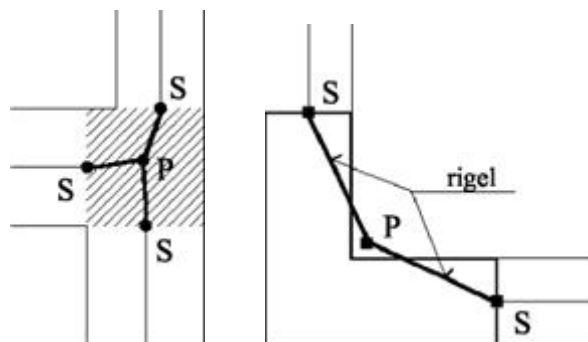
L'elemento *rigel* è utilissimo per la modellazione di elementi strutturali dotati di connessioni rigide agli estremi. Tutti gli elementi a due nodi possono essere connessi ad elementi *rigel* per disassare la connessione degli estremi e possono fare parte di un impalcato infinitamente rigido nel suo piano tramite il metodo master-slave.

La dipendenza cinematica dei nodi è stabilita dall'ordine di tracciamento: il primo estremo è detto *primario*, il secondo è detto *secondario*:



Il nodo primario risulta rigidamente connesso al nodo secondario. Pertanto l'uso principale dell'elemento *rigel* è quello di modellare una interconnessione infinitamente rigida tra membrature della struttura.

Ad esempio può essere utilizzato per modellare il cambio di sezione di un pilastro o le connessioni tra un pilastro ad L e le travi circostanti:



Vedere anche la sezione [Avvertenze e limiti d'utilizzo dei rigel](#)

## Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *rigel* è vuoto, poiché non è previsto alcun parametro.

### Carichi supportati

Carico uniforme. In analisi, viene trasferita la reazione al nodo primario.

### Masse supportate

Poiché l'elemento non ha volume, è supportata solo la massa distribuita che in analisi dinamica verrà trasferita interamente al nodo primario.

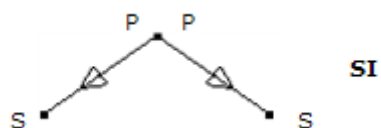
### Sforzi calcolati dall'analisi

Poiché l'elemento rappresenta un legame cinematico, non vi possono essere sforzi associati ad esso.

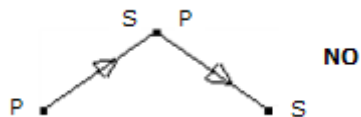
### Avvertenze e limiti d'utilizzo dei rigel

#### Regole di connessione

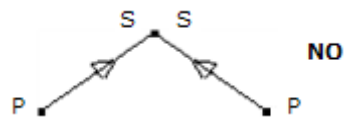
- Più estremi primari degli elementi rigel possono essere connessi allo stesso nodo:



- Ad un nodo al quale è connesso un estremo primario, non possono essere connessi estremi secondari:



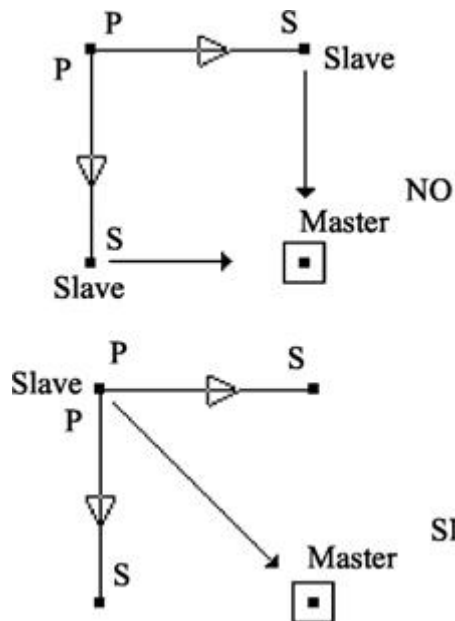
- Più estremi secondari non possono essere connessi tra loro:



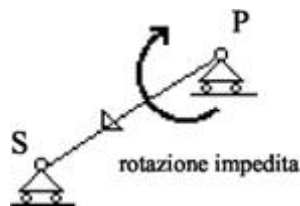
- I due estremi di un elemento elastico non possono essere connessi allo stesso nodo tramite elementi rigel:



- I nodi ai quali sono connessi estremi secondari non possono essere anche nodi Slave di un sistema Master-Slave:

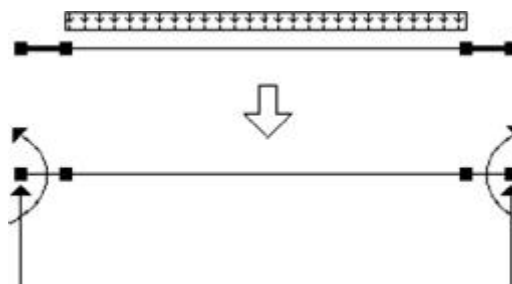


- I vincoli assegnati ai nodi ai quali sono connessi estremi secondari, vengono trasferiti ai nodi primari.
- I vincoli rotazionali derivanti da più vincoli traslazionali di un sistema rigido ottenuto tramite più elementi rigel, non vengono considerati:



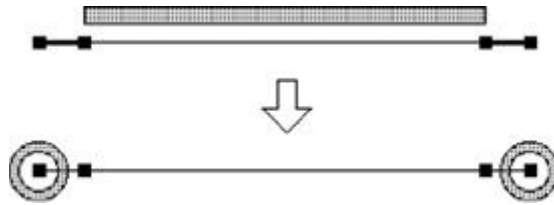
### Trasferimento di carichi e forze

- Se i vertici di un elemento sono anche estremi secondari di elementi rigel, i carichi applicati all'elemento vengono trasferiti ai nodi primari dei rigel, nelle componenti per le quali esiste una dipendenza:

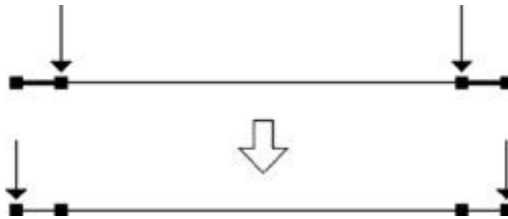


- Se i vertici di un elemento sono anche estremi secondari di elementi rigel, le masse applicate all'elemento vengono trasferite sui nodi primari, senza trasferire i momenti d'inerzia né del primo né del secondo ordine:





- Le masse e le forze applicate a estremi secondari di elementi rigel vengono trasferite agli estremi primari, senza considerare i momenti di trasporto o i momenti d'inerzia:



## Elementi bidimensionali

Gli elementi finiti bidimensionali supportati da Nòlian hanno geometria poligonale piana, definita da tre, quattro o otto vertici. I tipi di elemento supportati sono:

- [Guscio](#)
- [Piastra Winkler](#)
- [Deformazione piana](#)
- [Assialsimmetrico](#)

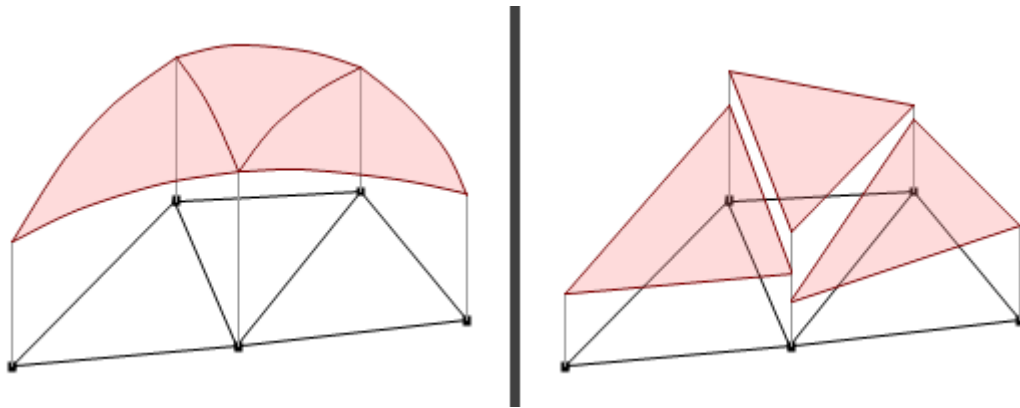
La geometria dell'elemento determina, in genere, il grado del polinomio interpolante e influisce sull'approssimazione alla soluzione. La scelta del tipo di elemento, invece, dipende dal fenomeno fisico che si intende rappresentare nel modello.

L'elemento *guscio* è l'elemento più frequentemente impiegato. Esso presenta contemporaneamente stati membranali e flessionali di tensione (lastra e piastra), in modo che siano gli uni completamente indipendenti dagli altri.

Mentre negli elementi a due nodi l'interpolante (o "funzione di forma") per elementi scarichi è in genere "esatta", negli elementi bidimensionali non è mai così: pertanto il modo con cui si suddivide il continuo strutturale in elementi (mesh) è molto significativo per la qualità della soluzione.

Le funzioni di forma utilizzate negli elementi bidimensionali sono in genere "conformi", ovvero esse rispettano la congruenza degli spostamenti ai bordi degli elementi. Ciò non assicura però che la funzione di sforzo assuma lo stesso valore ai bordi di elementi continui.

Si possono avere ad esempio, come in figura, campi di spostamento a "spicchi" di funzioni cubiche (a sinistra), mentre gli sforzi variano con un andamento "a gradoni" (a destra):



Generalmente quanto più è accentuata la discontinuità del valore degli sforzi in elementi adiacenti, tanto più c'è differenza con la soluzione "esatta".

Il sistema di riferimento locale degli elementi piani è definito dai loro vertici: Poiché il poligono è formato da almeno tre punti non collineari tra loro, è ben definito il piano XY locale. Il riferimento viene stabilito come spiegato nella sezione [Sistemi di riferimento globale e locale](#).

La forma degli elementi è fondamentale per un buon comportamento numerico dell'elemento. Gli elementi devono essere di dimensioni uniformi e rigorosamente piani. Elementi concavi non sono accettati (salvo che per l'elemento ad otto nodi, per il quale c'è una certa tolleranza). Il programma controlla, dove possibile, la plausibilità di forma, secondo quanto spiegato nella sezione [Controllo sulla forma degli elementi](#).

## Guscio

Elemento piano di uso generale a tre, quattro o otto nodi a spessore costante.

Ha un campo di sforzo membranale rappresentato da una funzione di grado elevato (discussa per l'elemento ad otto nodi nel manuale teorico) ed ha rigidità per le rotazioni intorno all'asse perpendicolare al suo piano di giacenza (drilling).

La denominazione "tecnica" corretta di questo tipo di elemento è *lastra-piastra* in quanto è formulato per sovrapposizione di due stati tensionali indipendenti: stato di sforzo membranale e stato di sforzo flessionale. Nòlian utilizza il termine *guscio* per adeguarsi alla terminologia più comune nei programmi di analisi.

Nòlian offre anche un "vero" tipo di elemento *guscio* (elemento curvo a spessore variabile e a comportamento elasto-plastico) ma il suo uso è appropriato solo per analisi avanzate.

### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *guscio* appare come in figura:



Va specificato lo spessore nelle unità di misura correnti.

Il materiale è definito dal modulo di elasticità (della componente membranale) e dal coefficiente di Poisson, che possono essere indicati manualmente o importati dal metamateriale (vedi) assegnato all'elemento.

Può essere specificato un moltiplicatore del modulo di elasticità della componente membranale per assegnare quello della componente flessionale dell'elemento. Se il moltiplicatore è unitario, il materiale è isotropo, altrimenti è ortotropo in direzione dello spessore dell'elemento.

### Eliminazione della componente flessionale

In alcune situazioni può essere utile non considerare la rigidità flessionale di un elemento guscio: ad esempio se la struttura è in muratura o se si stanno utilizzando elementi piani su un impalcato rigido.

In questi casi si può assegnare un valore molto basso (ma non nullo) al fattore del modulo di elasticità flessionale.

Così facendo si possono però presentare situazioni in cui la rigidità flessionale risulti troppo bassa e di conseguenza la matrice di rigidità mal condizionata: il modello richiede allora che i gradi di libertà relativi siano eliminati tramite un vincolo esterno sui nodi di estremità.

### Materiale ortotropo

Si hanno due moltiplicatori che agiscono sulla elasticità flessionale e membranale del materiale secondo la direzione locale y. Ponendo un valore minore di uno, l'elasticità in direzione y diminuisce.

cioè  $E_x = E$ ;  $E_y = \alpha * E$  e analogamente  $\nu_x = \alpha * \nu$ .

Per il modulo di elasticità tangenziale G si è impiegata l'espressione:

$$G = (E_x E_y)^{1/2} / 2 (1 + (\nu_x \nu_y)^{1/2})$$

dove, ponendo  $a = \alpha^{1/2}$  si ha:

$$G = a E / 2 (1 + a \nu)$$

Questa possibilità è associata SOLO agli elementi Guscio a 4 nodi.

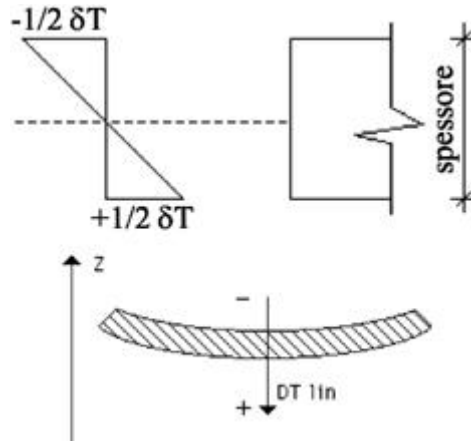
### Vincoli interni

È possibile generare dei vincoli interni che agiscono come cerniere cilindriche con asse coincidente con il lato dell'elemento. Questa possibilità è associata agli elementi Guscio a 4 nodi.

**ATTENZIONE: il grafico della deformata della struttura non rappresenta gli effetti deformativi dovuti a queste cerniere.**

### Carichi supportati

L'elemento accetta carichi uniformi, di bordo, da peso proprio e variazioni di temperatura, sia uniforme che lineare nello spessore:



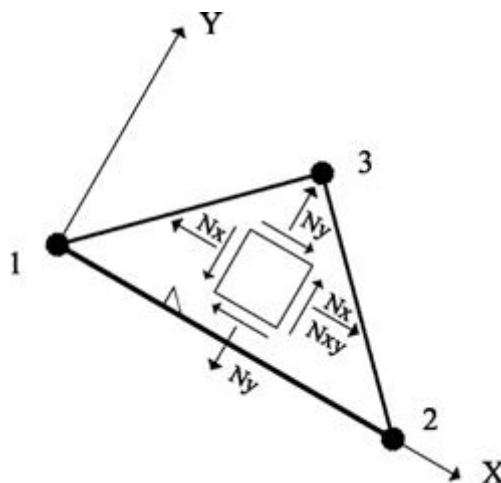
### Sforzi calcolati dall'analisi

Gli sforzi calcolati sono sia quelli di membrana che quelli flessionali.

Negli elementi a tre nodi gli sforzi sono costanti; in quelli a quattro e ad otto nodi gli sforzi hanno andamento quadratico nell'elemento.

Gli sforzi membranali calcolati sono le tensioni piane nel riferimento locale dell'elemento ( $N_x$  ed  $N_y$ ) e la tensione tangenziale ( $N_{xy}$ ), sempre nel piano dell'elemento.

Gli sforzi membranali si intendono per unità di superficie dello spessore (esempio  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) e i valori positivi corrispondono a una trazione.

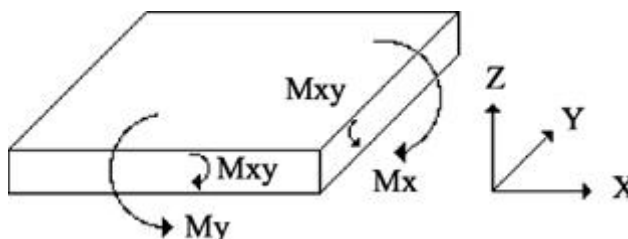


Gli sforzi flessionali calcolati sono i momenti flettenti nel riferimento locale dell'elemento. I momenti sono per unità di lunghezza (esempio  $\text{kg} \times \text{cm}/\text{cm}$ ) e sono positivi se tendono le fibre "superiori" dell'elemento, cioè quelle del lato dal quale

esce il semiasse positivo locale Z.

Le tensioni delle fibre più lontane dall'asse neutro si ottengono tramite la relazione:

$$S_x = 6 M_x / \text{spessore}^2$$



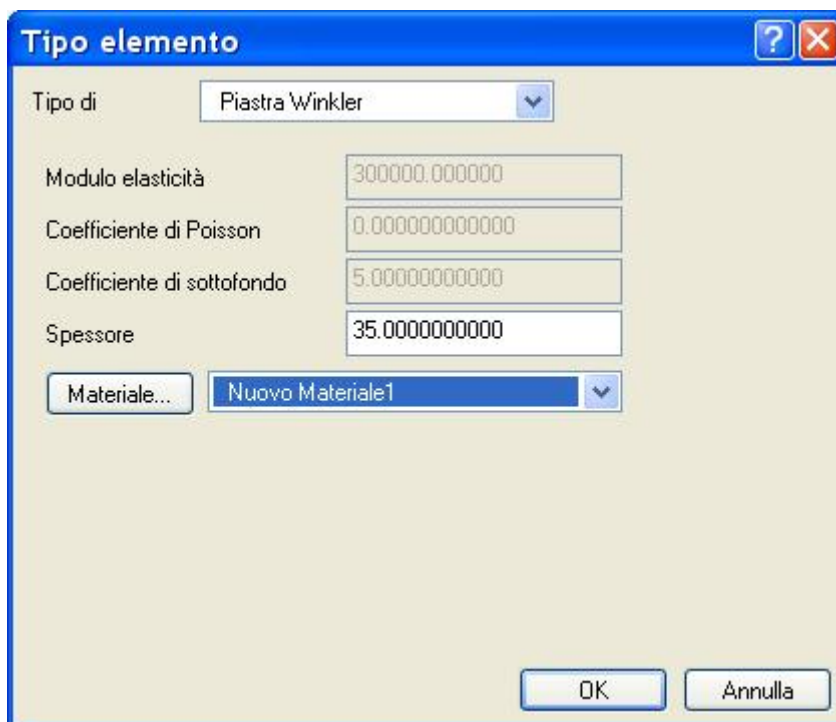
### Piastra Winkler

Elemento piano a tre, quattro o otto nodi a spessore costante, costituito da materiale isotropo.

È implementato come un elemento di tipo [guscio](#) al quale vengono aggiunte le rigidzze derivanti da un vincolo elastico lineare, distribuito su tutta la superficie dell'elemento, in direzione dell'asse Z locale: il vincolo elastico lineare simula il comportamento del suolo secondo il modello di Winkler, in base al coefficiente di sottofondo assegnato.

#### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *piastra Winkler* appare come in figura:

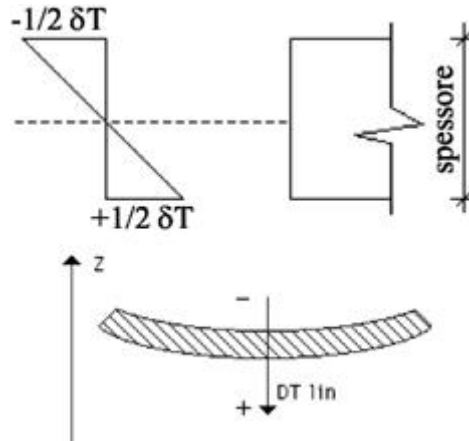


Va specificato lo spessore nelle unità di misura correnti.

Il materiale, isotropo, è definito dal modulo di elasticità e dal coefficiente di Poisson, che possono essere indicati manualmente o scelti col Metamateriali.

## Carichi supportati

L'elemento accetta **carichi uniformi, di bordo, da peso proprio** e **variazioni di temperatura**, sia uniforme che lineare nello spessore:



## Sforzi calcolati dall'analisi

Gli sforzi calcolati sono sia quelli di membrana che quelli flessionali, analoghi a quelli dell'elemento [guscio](#).

## Vincoli ausiliari

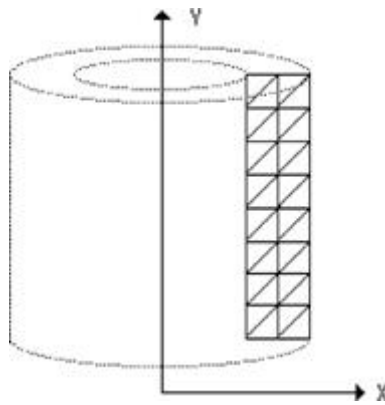
Le piastre Winkler a tre e quattro nodi non hanno rigidità per le rotazioni ortogonali al loro piano di giacenza. Per questo motivo i gradi di libertà relativi vanno vincolati.

L'attrito suolo-elemento è considerato sempre nullo, quindi la piastra Winkler non ha rigidità esterna per la traslazione nel suo piano: devono pertanto essere predisposti opportuni vincoli per evitare la labilità del modello.

Nel caso comune in cui il piano di giacenza dell'elemento sia un piano orizzontale nel riferimento globale, queste avvertenze si traducono nell'aggiunta, ai vincoli dovuti alla situazione da modellare, di vincoli nelle traslazioni lungo X e Y e nelle rotazioni intorno a Z a tutti i nodi di estremità dell'elemento.

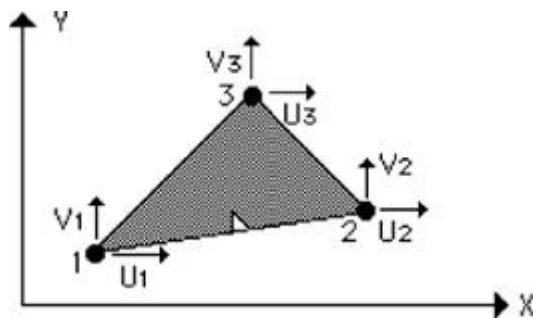
## Assialsimmetrico

Elemento bidimensionale a tre, quattro o otto nodi che rappresenta la sezione su un piano di una parte di struttura a simmetria radiale e costituita da materiale isotropo:



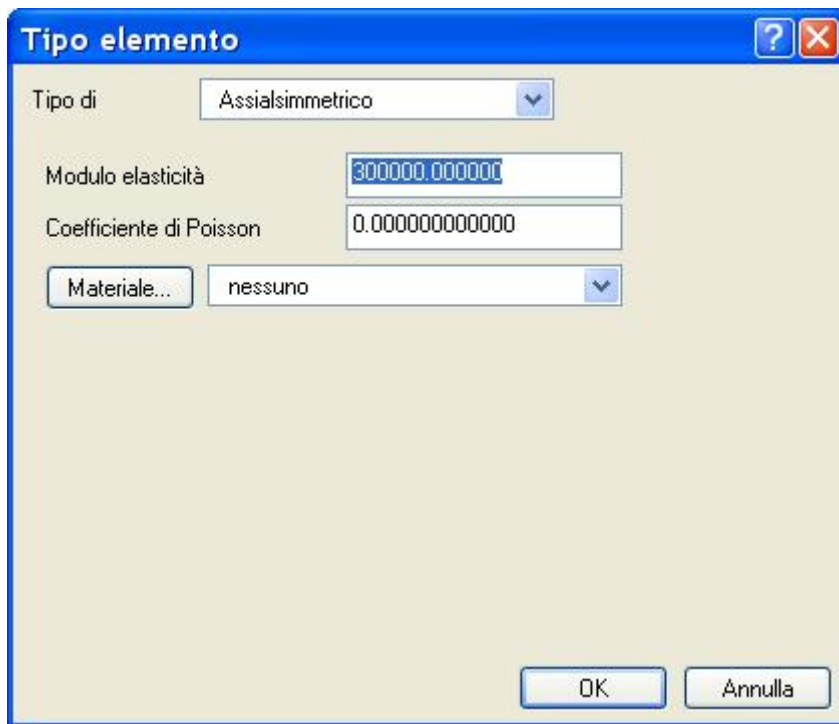
È in grado di rappresentare stati di tensione triassiali nel riferimento cilindrico: la tensione  $N_z$ , quindi, è intesa come tensione circonferenziale.

L'elemento deve essere tracciato nel primo quadrante del piano XY globale a quota 0 e l'asse Y globale viene utilizzato come asse di simmetria. Il verso di tracciamento degli elementi deve essere antiorario. Le tensioni calcolate sono nel riferimento globale e non locale come nel caso degli altri elementi.



### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *assialsimmetrico* appare come in figura:



Il materiale, isotropo, è definito dal modulo di elasticità e dal coefficiente di Poisson, che possono essere indicati manualmente o scelti con il Metamateriali.

### Carichi supportati

L'elemento accetta **carichi uniformi** (solo nel sistema di riferimento globale), **di bordo** (intesi come pressione sulla superficie del solido di rivoluzione), **da peso proprio** e **variazioni di temperatura costanti**.

Poiché l'elemento rappresenta una struttura a simmetria radiale anche i carichi si intendono radialmente simmetrici. Quindi, ad esempio, una pressione assegnata sull'elemento, va intesa applicata a tutta la superficie cilindrica da esso rappresentata.

### Sforzi calcolati dall'analisi

Gli sforzi calcolati sono le tensioni triassiali in coordinate cilindriche, espresse nel riferimento globale:  $N_x$  rappresenta la tensione radiale,  $N_y$  quella secondo l'asse di simmetria,  $N_z$  la tensione circonferenziale.

Gli sforzi nell'elemento sono costanti e sono espressi per unità di superficie (ad esempio  $\text{kg/cm}^2$ ).

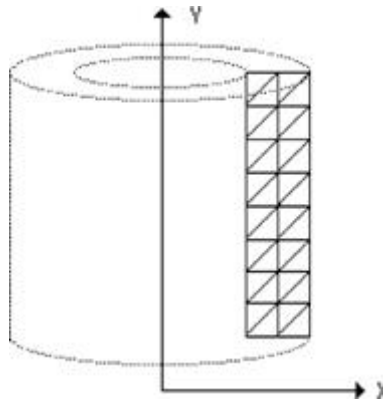
### Vincoli ausiliari

L'elemento ha rigidzze solo per gli spostamenti radiali ed assiali (lungo gli assi globali X ed Y) e pertanto tutti gli altri gradi di libertà devono essere vincolati per eliminarli dal problema. Quindi i nodi di un elemento assialsimmetrico vengono tipicamente vincolati rispetto alle traslazioni lungo Z e a tutte le rotazioni.

### Esempio d'uso degli elementi assialsimmetrici

Si voglia modellare un cilindro di raggio  $r$  e lunghezza indefinita, a parete sottile di spessore  $t$ , soggetto ad una pressione interna  $P$ , simile a quello in figura:





Questo è un caso tipicamente adatto all'uso degli elementi assialsimmetrici. Creiamo quindi una mesh di elementi nel piano XY globale a quota nulla, con l'accortezza di tracciarli tutti in senso antiorario.

Gli elementi formano una striscia parallela all'asse Y (asse di simmetria) e i nodi hanno ascissa X tra  $(t - r)$  ed  $r$  e ordinata da C ad un valore arbitrario.

Tutti i nodi sono vincolati rispetto alle traslazioni lungo Z e a tutte le rotazioni. Inoltre i nodi che si trovano lungo l'asse X hanno vincolate anche le traslazioni lungo Y.

La pressione viene applicata al lato interno degli elementi della fascia più esterna, in modo che essa risulti applicata alla superficie cilindrica media e possa essere direttamente confrontata con il valore teorico del cilindro sottile sottoposto a pressione interna.

Viene quindi assegnato un carico distribuito per una componente, che corrisponde ad una pressione unitaria  $p$ , ai soli elementi della fascia esterna.

La forza circonferenziale teorica per il cilindro sottile è  $N = p r$ , per cui la tensione media risulterà  $S = N / t$  e lo spostamento radiale  $dr = S r / E$ .

Nel caso reale, che è meglio interpretato dal modello ad elementi finiti, lo spessore non è trascurabile, per cui la tensione circonferenziale  $Nz$  varia nello spessore; nonostante questo il suo valore medio è in ottimo accordo con quello teorico. Analogamente anche lo spostamento radiale della linea mediana è in ottimo accordo con il valore teorico.

Per comprendere a fondo la natura dell'elemento assialsimmetrico, applichiamo delle forze concentrate equivalenti alla pressione applicata.

Ricordando che l'elemento rappresenta un settore di un radiante, la superficie alla quale è applicata la pressione è  $r \cdot 1^{rad} = r$ ; pertanto il carico unitario secondo X deve essere  $F = p r$ . Tale valore deve poi essere suddiviso sui singoli nodi secondo la specifica lunghezza d'influenza: tipicamente la dimensione dell'elemento, salvo i nodi estremi che hanno distanza d'influenza dimezzata rispetto agli altri.

A scopo informativo facciamo notare che, anche se impropriamente, la pressione può essere vista come un carico distribuito nella direzione globale X.

Per ottenere la stessa deformazione teorica, la pressione deve essere distribuita su tutto lo spessore dell'elemento strutturale. Se lo spessore è di cm 100 e la pressione è di 1 kg/cm, può essere assegnato un carico distribuito pari a  $1/100 = 0.01$  kg/cm (il carico si intende come forza su unità di raggio e non su unità di superficie della sezione dell'elemento).

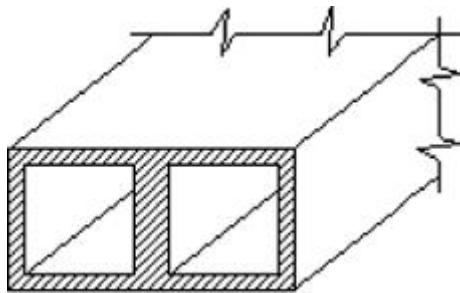
Le tensioni secondo l'asse di simmetria  $Ny$  sono nulle nel modello teorico, ma la contrazione trasversale e la variazione di tensione nello spessore possono dar luogo a tensioni non nulle (di modesta entità) nel modello di calcolo.

## Deformazione piana

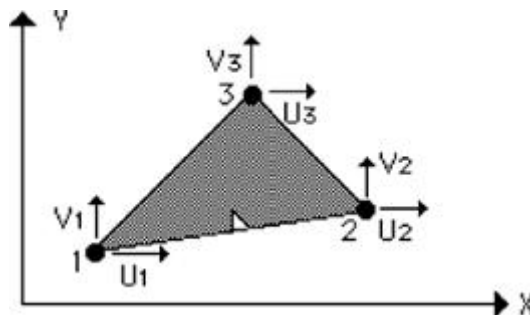
Elemento bidimensionale a tre, quattro o otto nodi che rappresenta la sezione su un piano di un elemento solido a spessore infinito, costituito da materiale isotropo.

Lo stato di deformazione si considera piano, mentre quello di tensione è triassiale e si riferisce all'elemento solido di estrusione che l'elemento piano rappresenta.

L'elemento è comunemente impiegato in analisi di strutture in cui lo spessore è prevalente sulle altre dimensioni: ad esempio una conduttura di lunghezza prevalente sulle dimensioni della sezione si adatta perfettamente alla modellazione con questo elemento.

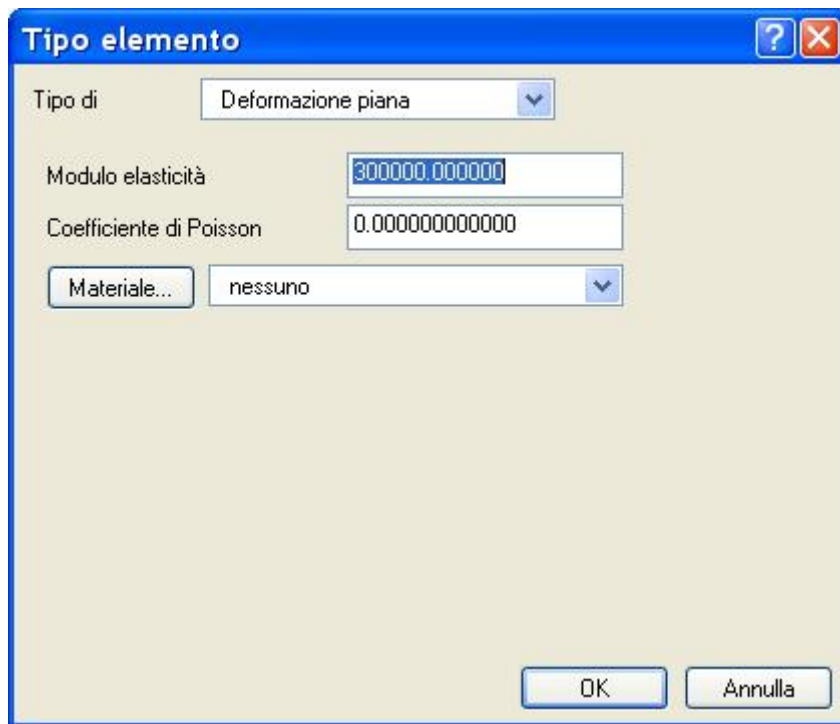


L'elemento deve essere tracciato sul piano XY globale a quota 0 e l'asse Z globale viene inteso come asse di estrusione. Il verso di tracciamento degli elementi deve essere antiorario. Le tensioni calcolate sono nel riferimento globale e non locale come nel caso degli altri elementi.



### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *deformazione piana* appare come in figura:



Il materiale, isotropo, è definito dal modulo di elasticità e dal coefficiente di Poisson, che possono essere indicati manualmente o scelti con il Metamateriale.

### Carichi supportati

L'elemento accetta [carichi uniformi](#) e [da peso proprio](#) (espressi nel sistema di riferimento globale e solo per le componenti X e Y), [carichi di bordo](#) (intesi come pressione sulla superficie del solido di estrusione) e [variazioni di temperatura costanti](#).

Poiché l'elemento rappresenta la sezione di un elemento solido di spessore infinito, qualsiasi carico viene inteso applicato lungo tutto lo spessore dell'elemento: una pressione applicata ai lati esterni della mesh, ad esempio, viene intesa come applicata alla superficie del solido infinito, per tutta la sua lunghezza.

### Sforzi calcolati dall'analisi

Gli sforzi calcolati sono le tensioni nel piano dell'elemento ( $N_x$ ,  $N_y$  e  $N_z$ ) e la tensione ortogonale al piano dell'elemento ( $N_z$ ).

Gli sforzi nell'elemento sono costanti e sono espressi per unità di superficie (ad esempio  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) nel sistema di riferimento globale.

### Vincoli ausiliari

L'elemento ha rigidzze solo per gli spostamenti nel proprio piano (che è forzatamente il piano XY globale a quota 0) e pertanto tutti gli altri gradi di libertà devono essere vincolati per eliminarli dal problema. Quindi i nodi di un elemento a deformazione piana vengono tipicamente vincolati rispetto alle traslazioni lungo Z e a tutte le rotazioni.

## Elementi solidi

Nòlian include, nella sua libreria di elementi finiti, un tipo di elemento solido esaedrico definito da otto nodi, detto [brick](#).

Come spiegato nella sezione [Elementi bidimensionali](#), solo per gli elementi a due nodi l'interpolante (o "funzione di forma")

per elementi scarichi è in genere "esatta". Al contrario negli elementi bidimensionali e solidi non è mai così: pertanto il modo con cui si suddivide il continuo strutturale in elementi (mesh) è molto significativo per la qualità della soluzione.

Si raccomanda, nella modellazione degli elementi solidi, di creare elementi il più possibile regolari in forma, per non intaccare l'affidabilità dei risultati. Come ausilio il programma controlla la geometria degli elementi generati e non accetta quelli di forma non valida, secondo quanto spiegato nella sezione [Controllo sulla forma degli elementi](#).

A differenza di altri tipi di elemento, i dati degli elementi solidi si riferiscono al sistema globale. Pertanto l'ordine di tracciamento dei nodi dell'elemento influenza solo la numerazione delle facce, utilizzata esclusivamente per l'assegnazione dei carichi di superficie.

## Brick

Elemento esaedrico ad otto nodi, costituito da materiale isotropo.

Interpreta uno stato di tensione tridimensionale e caratterizzato da un tensore doppio di sforzo.

È implementato come elemento iperparametrico agli spostamenti: il sistema di riferimento usato per le azioni esterne o per gli sforzi è sempre quello globale.

È dotato di sei gradi di libertà per nodo: questo si traduce in una velocità di convergenza analoga a quello del più noto elemento solido a venti nodi ma con una maggiore facilità in modellazione.

La rigidità completa associata ai nodi consente di evitare l'uso di vincoli ausiliari per il suo impiego e ne permette la connessione diretta ad elementi con rigidità rotazionale, ad esempio le travi.

### Assegnazione delle caratteristiche

L'assegnazione delle caratteristiche dell'elemento avviene secondo quanto detto nella sezione [Caratteristiche degli elementi](#). Il pannello specifico del tipo *brick* appare come in figura:



Il materiale, isotropo, è definito dal modulo di elasticità e dal coefficiente di Poisson, che possono essere indicati manualmente o scelti con il Metamateriale.

### Carichi supportati

L'elemento accetta [carichi uniformi](#) (intesi come carichi di superficie su una delle sei facce), [da peso proprio](#) e [variazioni di temperatura costanti](#).

## Sforzi calcolati dall'analisi

Vengono calcolate le sei componenti simmetriche del tensore tridimensionale di sforzo nel sistema di riferimento globale.

I valori di sforzo sono tensioni, e quindi espressi per unità di superficie (ad esempio  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ). Valori positivi corrispondono a una tensione.

## Regole di connessione

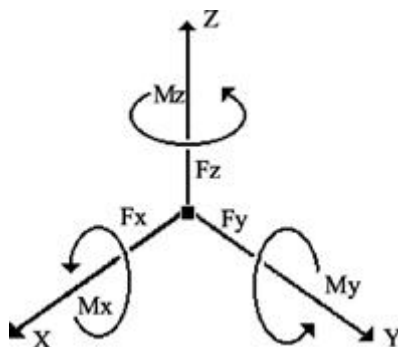
Poiché sugli estremi di un elemento brick vengono considerati sei gradi di libertà, i nodi dei brick possono essere direttamente connessi anche ad elementi che abbiano rigidità rotazionale, come le travi.

I nodi di estremità di un elemento brick non possono essere nodi secondari di elementi [rigel](#) oppure Slave di [Sistemi Master-Slave](#).

Non si consiglia la connessione di elementi brick con elementi piani ad otto nodi, per il diverso significato dei nodi interni ai lati di questi ultimi.

## Carichi e forze

Le *forze* generalizzate (in senso fisico) che agiscono sui nodi sono sempre riferite al sistema di riferimento globale e possono essere assegnate secondo quanto spiegato nella sezione [Forze agenti sui nodi](#):



Le azioni esterne che agiscono sugli elementi prendono genericamente il nome di *carichi*. Nòlian mette a disposizione diversi tipi di carico, ognuno adatto a modellare una specifica configurazione di azioni esterne, riferite al sistema di riferimento globale o a quello locale dell'elemento. L'assegnazione avviene secondo quanto spiegato nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). I tipi di carico disponibili e i relativi parametri di configurazione sono descritti nelle successive sezioni del manuale.

I carichi sugli elementi vengono trasformati, nell'analisi, in azioni equivalenti sui nodi. Le modalità di conversione dipendono sia dal tipo di carico che dal tipo di elemento e non tutti i tipi di carico sono compatibili con tutti i tipi di elemento. Per questo motivo è sempre consigliabile assegnare prima i tipi di elemento e quindi i carichi agli elementi, in modo che il programma mostri quali carichi possano essere effettivamente applicati agli elementi selezionati.

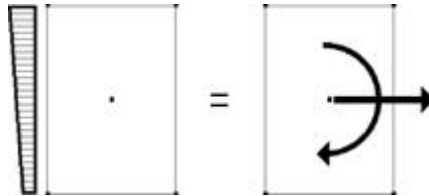
**Nota:** Poiché la compatibilità tra tipo di carico e tipo di elemento può essere verificata in modo certo solo in fase di analisi (ad esempio il tipo di elemento potrebbe essere cambiato dopo l'assegnazione dei carichi e il nuovo tipo potrebbe risultare incompatibile con i carichi precedentemente assegnati), non si può assumere che tutti i tipi di carico applicati ad un element siano effettivamente tenuti in conto durante l'analisi solo in base al fatto che si è riusciti ad eseguire l'assegnazione.

## I carichi e le forze nei sistemi Master-Slave

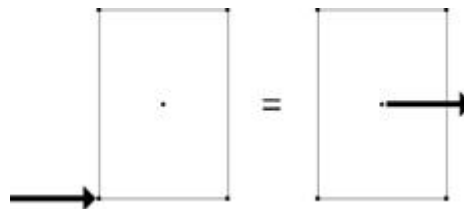
Come spiegato nelle sezioni [Sistemi Master-Slave](#) e [Rigel](#), le componenti di spostamento di un nodo possono essere legate

cinematicamente a quelle di un altro. In questi casi le componenti di tutte le azioni applicate al nodo (forze direttamente assegnate al nodo e carichi applicati agli elementi di cui il nodo è estremo) vengono trasferite, in fase di analisi, al nodo Master o al nodo primario del rigel collegato.

In figura un esempio di carico trapezio applicato alla trave di un impalcato rigido, trasferito come forza sul nodo Master del relativo sistema Master–Slave:



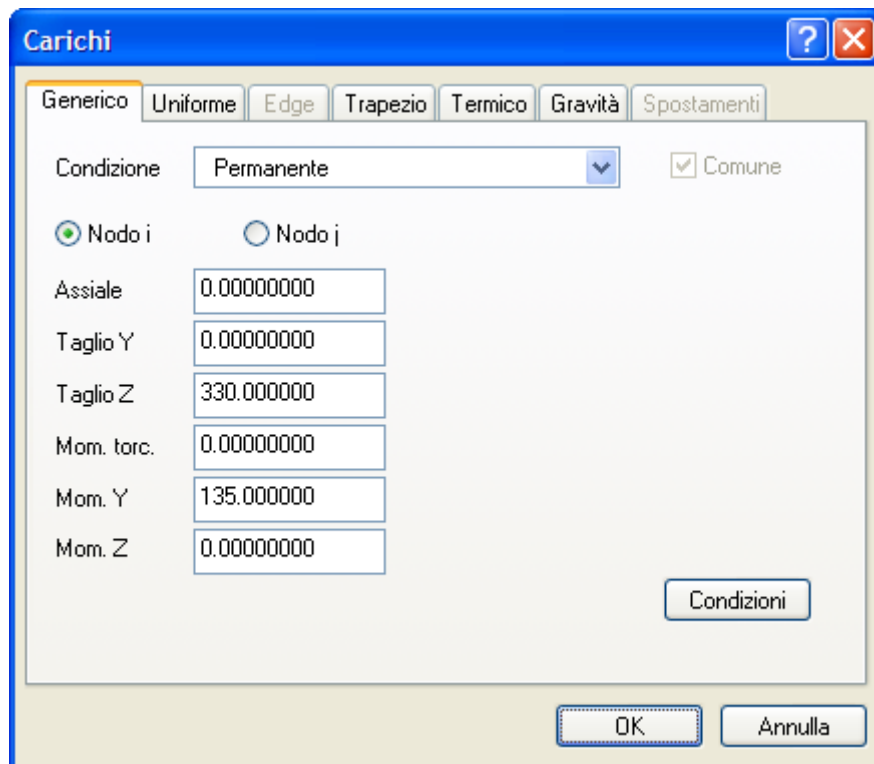
**Nota:** le forze applicate a nodi Slave vengono trasferite direttamente ai nodi Master, senza considerare i momenti di trasporto o i momenti d'inerzia:



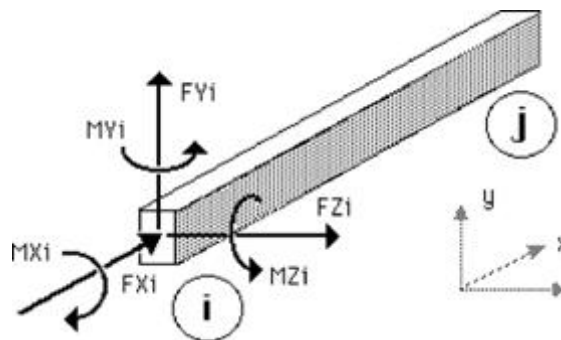
## Carico generico

É definito dalle reazioni di incastro perfetto di un carico comunque distribuito, agente su un elemento di tipo trave.

Le modalità di assegnazione sono spiegate nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). Il pannello di assegnazione specifico, mostrato alla linguetta **Generico**, appare come in figura:



Va specificata la forza nodale generalizzata applicata ad ognuna delle due estremità dell'elemento, espressa nel riferimento locale dell'elemento, secondo le convenzioni in figura:



Per qualsiasi andamento del carico su una trave, le regole per il calcolo delle reazioni di incastro perfetto relative sono ben definite: questo consente di assegnare un qualsiasi tipo di carico ad una trave, anche non esplicitamente supportato da Nòlian.

Poiché il concetto di reazioni di incastro perfetto non ha significato per altri tipi di elemento, questo tipo di carico è applicabile solo ad elementi di tipo [trave generica](#), [trave a doppio T](#) e [trave poligonale](#).

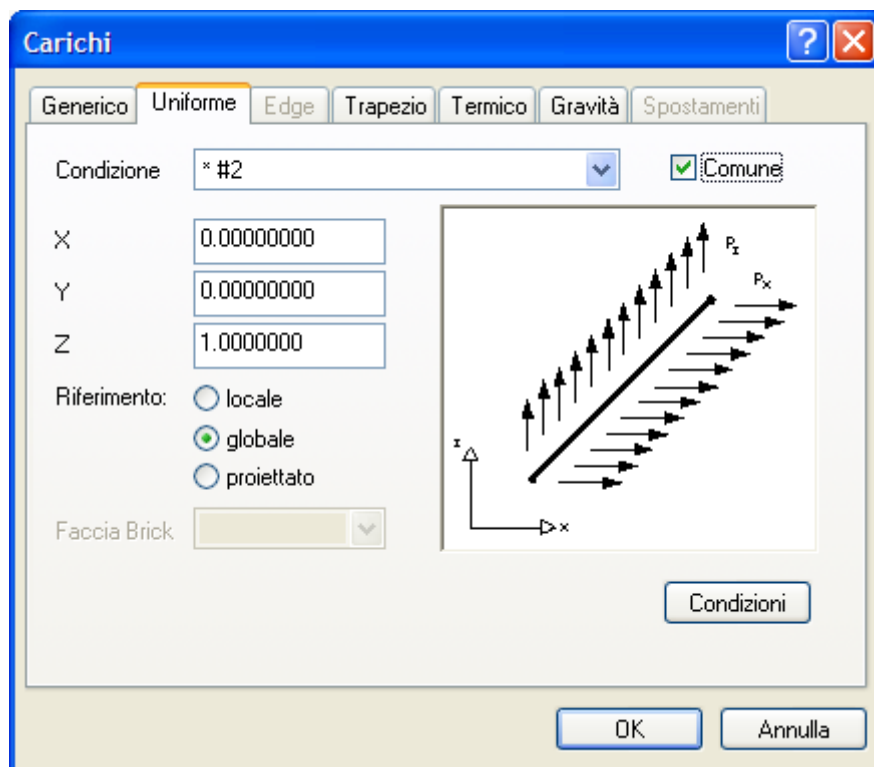
## Carico uniforme

È un carico uniformemente distribuito su una lunghezza o su una superficie, caratterizzato da tre componenti vettoriali espresse nel sistema di riferimento globale, locale dell'elemento o globale proiettato.

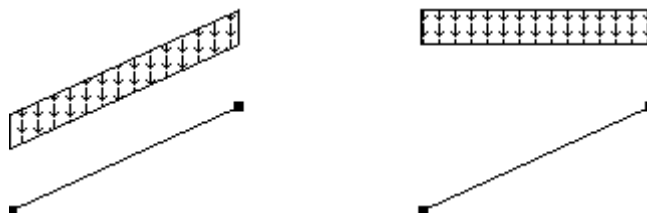
Nel caso degli elementi bidimensionali o solidi (in cui viene applicato ad una specifica faccia), è misurato come una forza su unità di superficie (ad esempio  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ); nel caso di elementi monodimensionali, è invece misurato come forza su unità di lunghezza (ad esempio  $\text{kg}/\text{cm}$ ).

Le modalità di assegnazione sono spiegate nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). Il pannello di assegnazione specifico,

mostrato alla linguetta **Uniforme**, appare come in figura:



In figura è mostrato un carico uniforme applicato al sistema di riferimento globale (a sinistra) e uno applicato a quello global proiettato (a destra):



L'uso del riferimento globale proiettato ha senso solo per elementi di tipo trave, per gli altri elementi esso è equivalente a quello globale.

Il carico uniforme può essere applicato a tutti i tipi di elemento, tranne ai **boundary**. Per alcuni tipi di elemento i parametri disponibili potrebbero essere diversi e il pannello potrebbe apparire non disponibile se la selezione effettuata comprende elementi di tipo diverso.

### Elementi assialsimmetrici e deformazioni piane

Nel caso di elementi di tipo **assialsimmetrico** o **deformazione piana**, il carico uniformemente distribuito viene interpretato come una pressione agente su tutta la superficie dell'elemento.

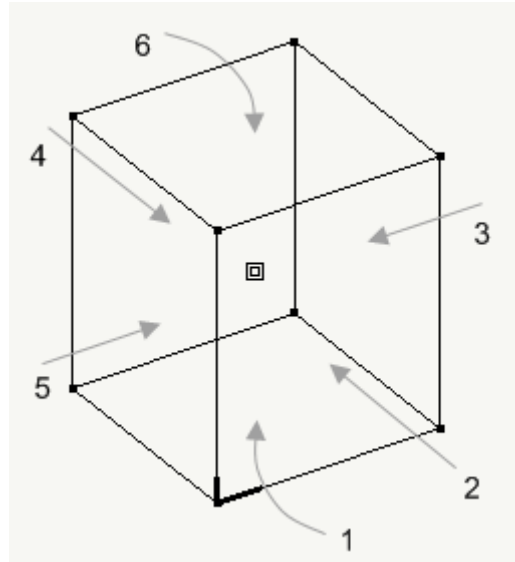
Questi tipi di elemento accettano solo carichi uniformi espressi nel sistema di riferimento globale secondo le componenti X e Y: i controlli del pannello relativi agli altri parametri risultano disabilitati e l'assegnazione non può essere effettuata se la selezione comprende elementi di tipo diverso.

### Elementi brick



Nel caso di elementi di tipo **brick**, il carico uniforme viene interpretato come carico di superficie su una faccia: nel pannello v quindi specificato l'indice della faccia voluta, da 1 a 6, in base all'ordine di tracciamento dell'elemento.

Durante l'assegnazione viene mostrato, sugli elementi brick selezionati, un prompt nell'angolo tra le facce 1, 2 e 5 per facilitare l'identificazione della faccia voluta, come in figura (le frecce puntano al centro della faccia relativa, in modo normal alla superficie):



Nel caso di riferimento locale, viene utilizzato il riferimento locale della faccia scelta, determinato in modo che l'asse Z locale sia normale alla superficie e positivo verso l'interno del solido.

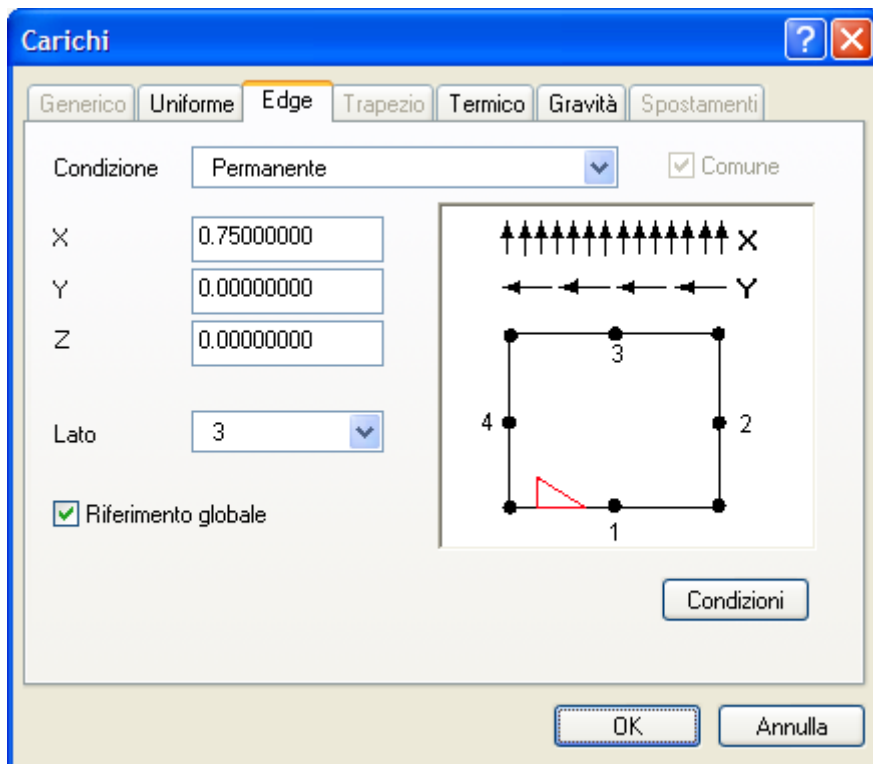
L'asse X locale della faccia 1 è indicato dal segmento spesso più lungo mostrato durante l'assegnazione; nel caso delle facce da 2 a 5 è orientato seguendo una rotazione antioraria intorno al segmento spesso più corto mostrato durante l'assegnazione; nel caso della faccia 6, il riferimento è ruotato di 90° rispetto a quello della faccia 1.

L'asse Y locale viene calcolato con la regola della mano destra in base agli altri due.

## Carico di bordo

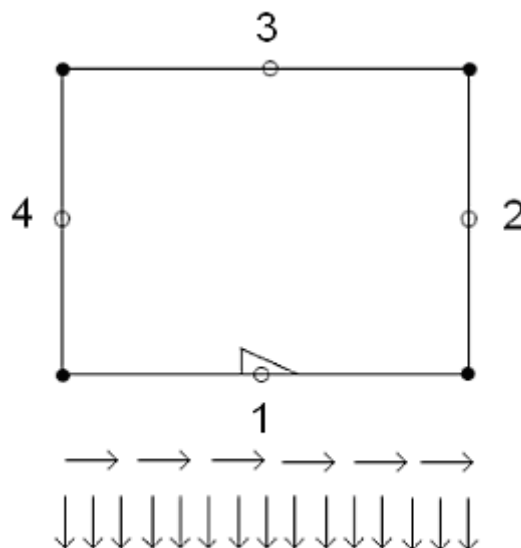
È un carico lineare, uniformemente distribuito lungo il lato scelto di un elemento bidimensionale, espresso con tre componenti della forza per unità di lunghezza, nel sistema di riferimento globale o in quello locale dell'elemento.

Le modalità di assegnazione sono spiegate nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). Il pannello di assegnazione specifico, mostrato alla linguetta **Edge**, appare come in figura:



Nel caso di sistema di riferimento locale, la componente X indica un carico normale alla faccia; la componente Y un carico tangenziale alla faccia; la componente Z un carico normale al piano dell'elemento.

Per ogni condizione di carico possono essere indicate componenti diverse per tutti i lati dell'elemento, scegliendo quello da modificare nel menu a tendina **Lato**: l'indice 1 corrisponde al primo lato di tracciamento, indicato da un triangolino sull'elemento nel modello durante l'assegnazione. Nel caso degli elementi ad otto nodi, il lato comprende anche il nodo intermedio:



Il carico tangenziale è parallelo al lato e con verso positivo concorde con la rotazione indicata dal triangolino. Il carico normale è positivo se "uscente" dal lato.

Il carico di bordo può essere applicato a tutti gli elementi piani.

Nel caso di elementi di tipo [assialsimmetrico](#) o [deformazione piana](#), non è possibile indicare la componente Z del carico e il

sistema di riferimento si assume sempre globale (per le regole di tracciamento di questi elementi, il sistema locale è coincidente a quello globale).

## Carico trapezoidale

È un carico ad andamento lineare applicabile ad elementi trave, definito tramite le componenti del vettore del carico ai due estremi dell'elemento, espresse in unità di forza per unità di lunghezza (ad esempio kg/cm).

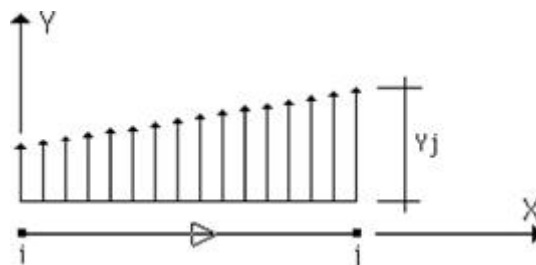
Le modalità di assegnazione sono spiegate nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). Il pannello di assegnazione specifico, mostrato alla linguetta **Trapezio**, appare come in figura:

The screenshot shows a software dialog box titled "Carichi" with a "Trapezio" tab selected. The "Condizione" dropdown is set to "Solai" and the "Comune" checkbox is checked. The "Riferimento" section has "globale" selected. The input fields for the load components are as follows:

Componente	Valore
$X_i$	0.00000000
$Y_i$	0.00000000
$Z_i$	10.3333333
$X_j$	0.00000000
$Y_j$	0.00000000
$Z_j$	17.3916435

Buttons for "Condizioni", "OK", and "Annulla" are present at the bottom of the dialog.

Il nome è dovuto alla caratteristica forma che il carico assume per una componente. In figura è mostrato un esempio in cui sia stata specificata la sola componente Y nel riferimento locale dell'elemento:

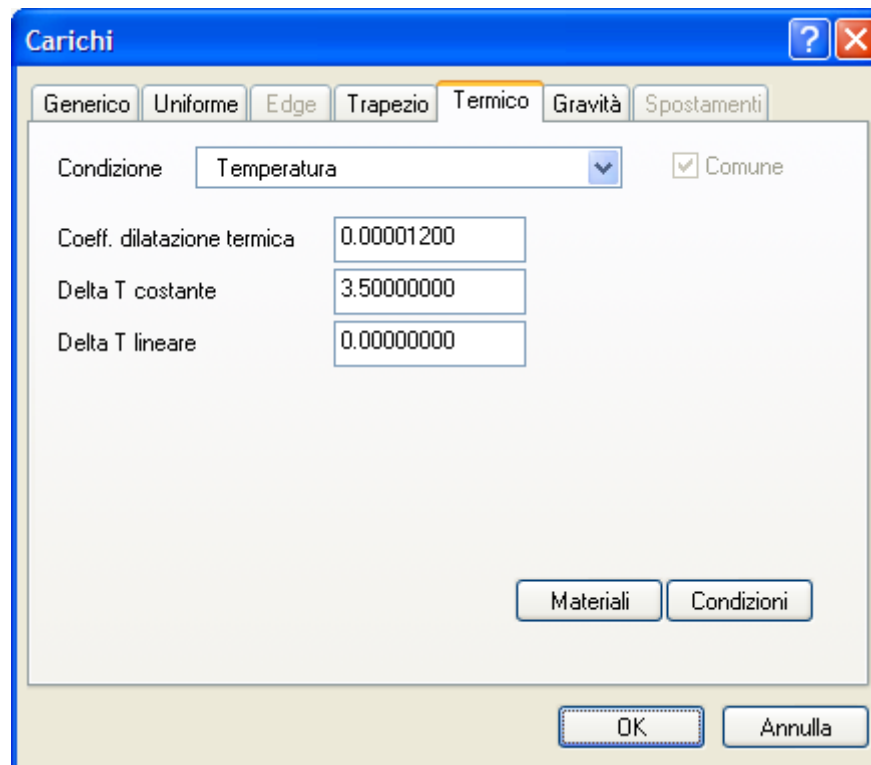


Questo tipo di carico è applicabile solo ad elementi di tipo [trave generica](#), [trave a doppio T](#), [trave poligonale](#) e [trave Winkler](#).

## Carico termico

Rappresenta l'azione derivante da una differenza di temperatura, costante su tutto l'elemento oppure variabile lungo lo spessore.

Le modalità di assegnazione sono spiegate nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). Il pannello di assegnazione specifico, mostrato alla linguetta **Termico**, appare come in figura:



Nel pannello va specificato il coefficiente di dilatazione termica del materiale e i due delta di temperatura, costante e lineare

### **Coefficiente di dilatazione termica**

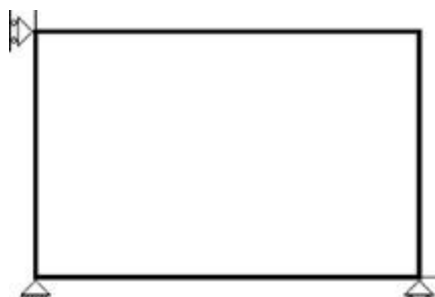
Il coefficiente di dilatazione termica è la dilatazione lineare di un materiale in corrispondenza dell'aumento di temperatura unitario: la sua unità di misura è l'inverso di una temperatura.

Ad esempio, se si decide di utilizzare i gradi centigradi come unità di misura della temperatura, per l'acciaio va specificato un coefficiente pari a 0.000012 (1/C), indipendentemente dall'unità di misura scelta per le lunghezze.

### **Differenza di temperatura uniforme**

Se, ad una certa temperatura  $T_0$  di riferimento, un elemento risulta indeformato e privo di tensioni, per conoscere lo stato tensionale alla temperatura  $T_1$ , è sufficiente assegnare una differenza di temperatura costante  $T_1 - T_0$ .

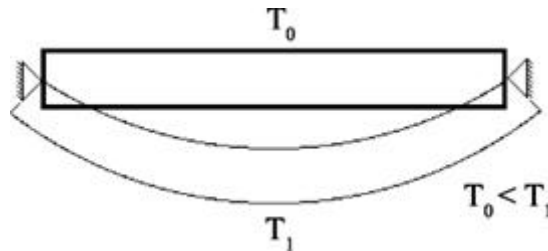
Un delta di temperatura costante e un coefficiente di dilatazione positivi provocano una dilatazione dell'elemento:



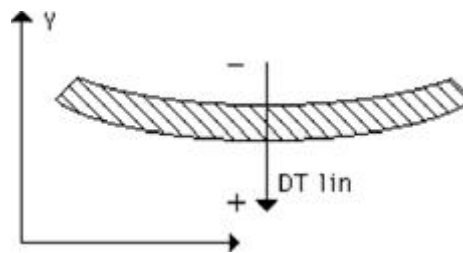
La differenza di temperatura uniforme può essere assegnata a tutti i tipi di elemento, eccetto gli elementi [boundary](#).

### Differenza di temperatura lineare

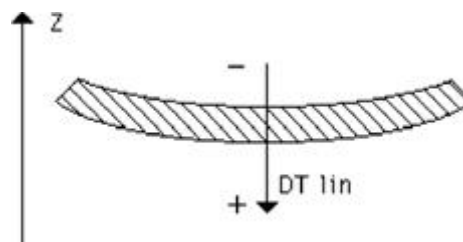
Per conoscere il comportamento di un elemento quando una delle sue facce si trova alla temperatura  $T_0$  e quella opposta si trova alla temperatura  $T_1$ , si può assegnare una variazione di temperatura  $T_1 - T_0$ . Si assume che la temperatura all'interno dell'elemento vari linearmente:



Un delta di temperatura lineare e un coefficiente di dilatazione positivi applicati ad un elemento trave provocano una rotazione sinistrorsa intorno all'asse Z locale:



Un delta di temperatura lineare e un coefficiente di dilatazione positivi applicati ad un elemento bidimensionale provocano una rotazione sinistrorsa intorno agli assi X e Y locali:



Poiché la differenza di temperatura lineare provoca distorsioni rotazionali, essa può essere applicata solo ad elementi per cui sono valide tale distorsioni e che abbiano una sezione ben definita: elementi [trave a doppio T](#) (in cui la variazione è assunta solo nel piano locale XY), [piastra Winkler](#) e [guscio](#).

### Somma dei contributi delle due differenze di temperatura

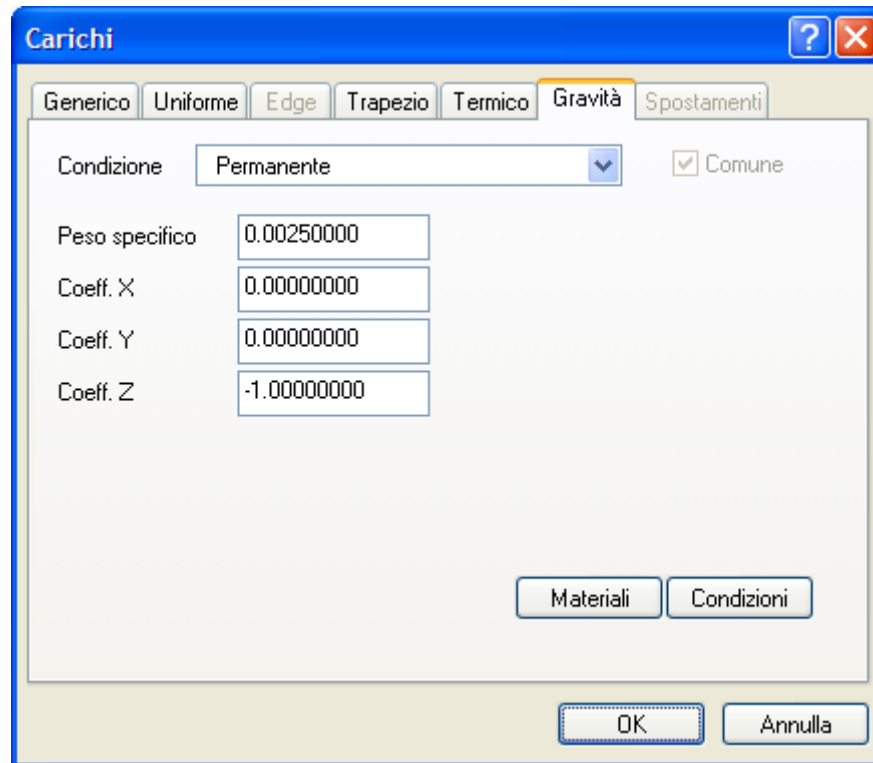
Se necessario, i due delta possono essere specificati contemporaneamente per la stessa condizione di carico.

Se si assume che l'elemento sia indeformato alla temperatura  $T_0$ , che una faccia sia a temperatura  $T_1$  e quella opposta a temperatura  $T_2$ , basterà assegnare come variazione uniforme il valore  $T_1 - T_0$  e come variazione lineare il valore  $T_2 - T_1$ , tenendo conto delle convenzioni sul verso positivo della variazione in relazione al riferimento locale dell'elemento.

## Carico da peso proprio

Corrisponde ad un carico uniformemente distribuito che agisce nella stessa direzione dell'accelerazione di gravità.

Le modalità di assegnazione sono spiegate nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). Il pannello di assegnazione specifico, mostrato alla linguetta **Gravità**, appare come in figura:



Va specificato il peso specifico del materiale e la direzione, nel riferimento globale, dell'accelerazione di gravità: il carico uniformemente distribuito corrispondente viene calcolato automaticamente dal programma durante l'analisi, in base alla geometria dell'elemento.

Nelle applicazioni più comuni in campo edile la struttura viene modellata considerando il piano XY parallelo al suolo. In questo caso l'accelerazione di gravità agisce in direzione del semiasse globale Z negativo: pertanto è sufficiente assegnare il valore -1 alla componente Z dell'accelerazione e lasciare gli altri nulli.

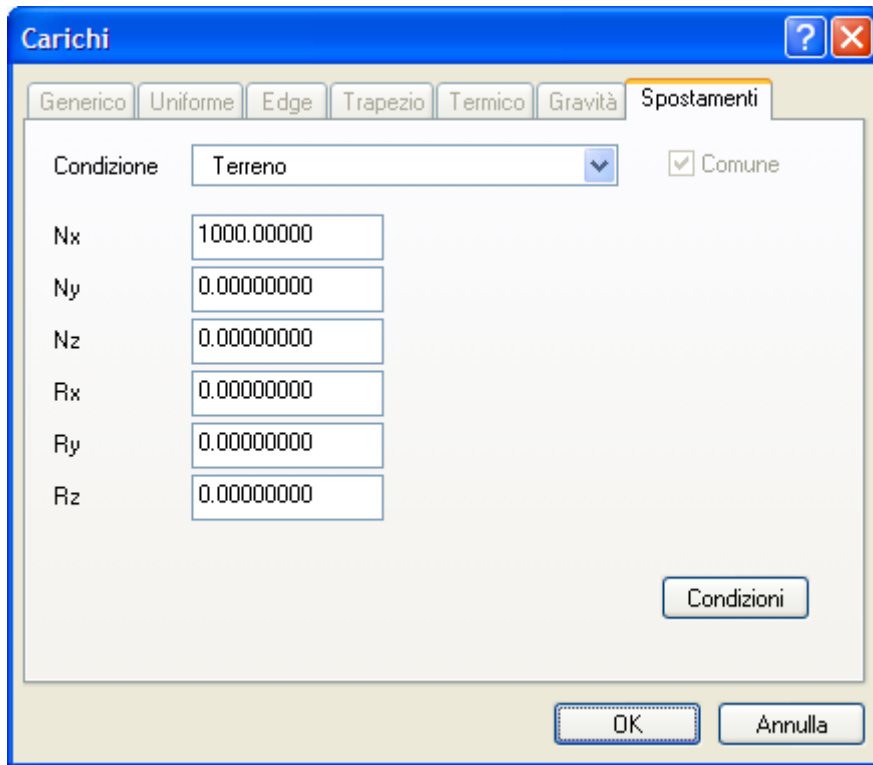
Questo tipo di carico è applicabile ad elementi di qualunque tipo, tranne ai [boundary](#).

Nel caso di elementi di tipo [assialsimmetrico](#) o [deformazione piana](#), non è possibile indicare la componente Z dell'accelerazione, analogamente a quanto accade per il [carico uniforme](#).

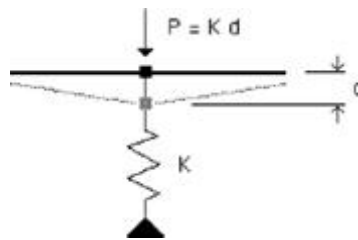
## Spostamenti imposti

Rappresenta l'azione necessaria per forzare gli estremi di un elemento [boundary](#) ad uno spostamento assegnato.

Le modalità di assegnazione sono spiegate nella sezione [Carichi agenti sugli elementi](#). Il pannello di assegnazione specifico, mostrato alla linguetta **Spostamenti**, appare come in figura:



Sebbene questo carico possa avere usi diversi, normalmente esso viene impiegato per modellare uno spostamento imposto (ad esempio un cedimento in fondazione):



Per ottenere questo effetto all'elemento boundary deve essere assegnato un elevato valore di rigidezza in corrispondenza dello spostamento imposto voluto.

Numericamente, la rigidezza  $K$  della componente voluta di rigidezza dell'elemento boundary viene assemblata nella matrice di rigidezza; lo spostamento imposto  $d$  viene invece assegnato al vettore dei termini noti dopo averlo moltiplicato per la rigidezza  $K$ :

$$\begin{bmatrix}
 | & | & | \\
 - + - & - + - & - + - \\
 | & \mathbf{K} & | \\
 - + - & - + - & - + - \\
 | & | & |
 \end{bmatrix}
 \begin{bmatrix}
 | \\
 | \\
 \mathbf{u} \\
 | \\
 |
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 | \\
 | \\
 \mathbf{d K} \\
 | \\
 |
 \end{bmatrix}$$

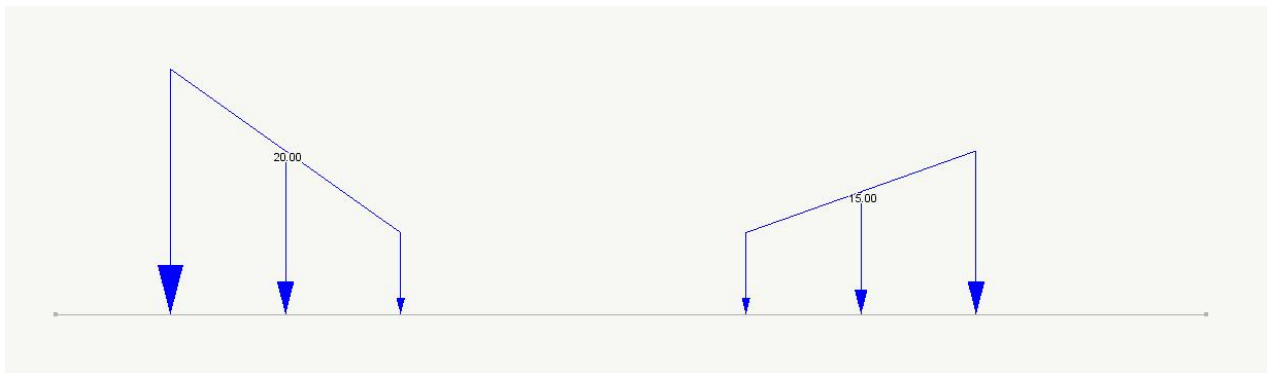
Se il termine  $K$  è sufficientemente grande rispetto agli altri coefficienti della matrice, dopo l'inversione si avrà, schematicamente:

$$\begin{bmatrix} | & | & | \\ -+ & -+ & -+ \\ | & | & | \\ | & | & | \\ -+ & -+ & -+ \\ | & | & | \end{bmatrix} \begin{bmatrix} | \\ | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} | \\ | \\ | \\ | \\ | \\ | \end{bmatrix}$$

Si ottiene pertanto l'effetto desiderato: il valore di spostamento specificato viene assegnato al grado di libertà corrispondente.

Lo spostamento assegnato è nel riferimento locale dell'elemento e, quando positivo, corrisponde ad una contrazione assiale dei due nodi di estremità o ad una rotazione sinistrorsa (espressa in radianti). Se uno dei due nodi dell'elemento è vincolato, l'altro nodo è forzato a spostarsi esattamente della quantità specificata.

## Carico definito a tratti



Questo tipo di assegnazione consente di definire un carico che agisce solo su tratto di lunghezza assegnata e con una intensità iniziale ed una finale per cui tale carico può essere costante o lineare (trapezio) in ogni tratto.

Il numero di tratti è illimitato. L'assegnazione avviene per lunghezza di tratto di carico e per intensità finali ed iniziali.

Pertanto se si hanno tratti di carico nullo vanno assegnati come tali. A esempio un carico di intensità -10 e -20 di lunghezza 100 che parta dall'ascissa 200 va assegnato come segue:

```
200 0.0 0.0
100 -10 -20
```

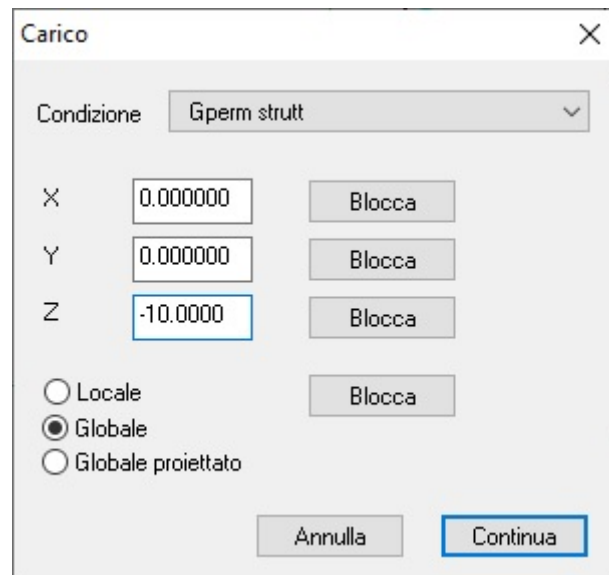
Il carico agisce su un piano passante per l'asse della trave e il versore della direzione di tale piano deve essere assegnato. Il verso dunque secondo il quale agisce il carico è determinato esclusivamente dal vettore direzione in quanto l'intensità è sempre assegnata in valore assoluto. Un carico verticale gravitazionale di 10.0 ad esempio, si deve assegnare con intensità 10.0 e vettore [0.0; 0.0; -1.0].

### Nota bene

Questo carico si può assegnare solo a elementi Trave e solo ad un elemento per volta in quanto non può essere comune a più elementi. Nella stampe le ascisse sono parametriche, cioè 1.0 rappresenta la lunghezza totale dell'elemento.



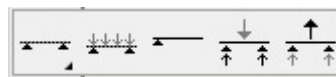
## Gli operatori di carico



L'operatore di carico consente di trasferire un carico di superficie agli elementi di appoggio secondo diverse modalità. Non si tratta di un elemento finito e non altera la rigidità della struttura. Si tratta di un "operatore" finalizzato alla attribuzione di carichi di superficie agli appoggi con molta immediatezza. L'impiego più ovvio è quello della distribuzione dei carichi di solaio alle travi di appoggio. Si ripete, perché ciò è importante, che questo operatore non è un elemento dotato di rigidità per cui anche se lo si immagina come un "solaio", esso non modella affatto un solaio ma consente di ripartire efficacemente i carichi del solaio sugli elementi di appoggio.

Abbiamo adottato il termine "operatore di carico" per evitare il possibile fraintendimento sopra descritto.

Le operazioni relative agli operatori di carico sono le seguenti e sono tutte attivabili esclusivamente dai comandi di palette.



Seguendo lo stesso ordine di rappresentazione delle icone della palette nella precedente figura le funzioni sono:

- Generazione
- Assegnazione dei carichi di superficie
- Assegnazione degli sbalzi
- Trasferimento delle reazioni a trave continua agli elementi di appoggio
- Operazione inversa della precedente

L'operatore di carico viene generato con una geometria trapezoidale con due lati paralleli in modo tale che uno o più elementi finiti monodimensionali siano presenti sui lati trasversali ed altri eventualmente, all'interno, trasversalmente ai lati paralleli. Questa geometria è indispensabile perché il carico di superficie sia univocamente distribuito sugli appoggi. Il metodo di ripartizione più corretto e più impiegato è secondo il modello a trave continua costituito da travetti del solaio. La

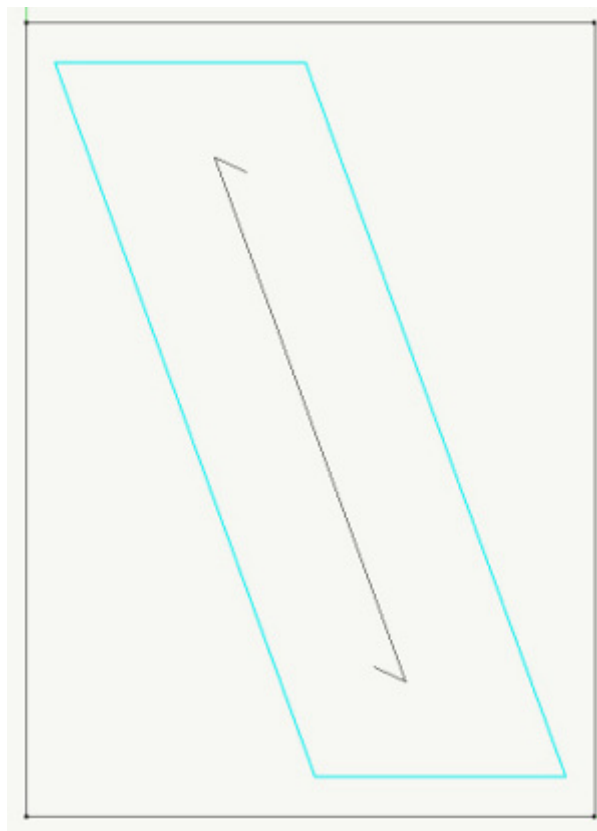
metodologia di interfaccia impiegata assicura che tale geometria sia rispettata.

Per assegnare un operatore di carico, selezionare gli elementi finiti monodimensionali sui quali si intende ripartire il carico. L'ordine con il quale si selezionano non è importante in quanto verrà ordinato automaticamente, ma è importante tener presente che:

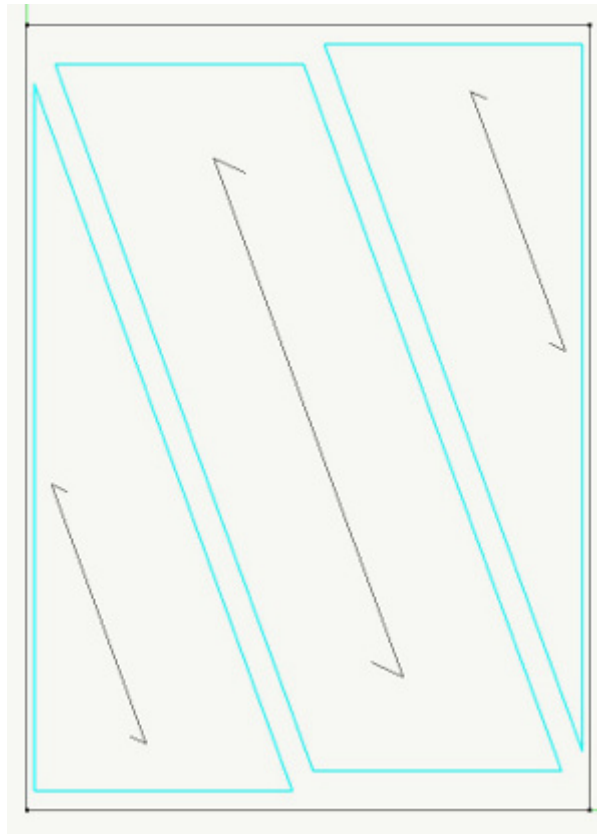
**la tessitura dei travetti e il riferimento locale dell'operatore dipende dall'orientamento del primo elemento selezionato.** L'orientamento non può essere modificato nel seguito.

E' possibile assegnare una inclinazione del travetto rispetto alla perpendicolare all'asse del primo elemento selezionato. Al dialogo per l'assegnazione di tale rotazione si accede tramite un doppio clic sull'icona della palette relativa alla assegnazione dell'elemento di carico.

Le due figure seguenti mostrano come l'inclinazione influisca sulla formazione dei campi dell'elemento di carico.



In questa prima figura, sono stati selezionati i lati orizzontali. L'unico campo possibile che abbia come appoggi tali due lati, è quella indicata in figura. Infatti gli spazi laterali lasciati liberi coinvolgerebbero l'appoggio sui lati, e cioè su elementi non selezionati.



In questa seconda figura si sono selezionati tutti gli elementi di bordo e pertanto gli elementi di carico possono essere generati anche impiegando gli elementi laterali come appoggi.

Qualora ad un appoggio laterale corrisponda un elemento monodimensionale opposto di diversa lunghezza, verranno generati più elementi di carico per rispettare la geometria trapezoidale con due lati paralleli.

Si deve fare attenzione che gli appoggi interni vengono considerati solo se selezionati espressamente alla generazione dell'operatore di carico.

Una volta generati gli operatori di carico, essi sono "persistenti" e cioè vengono registrati su file e possono essere eliminati solo su comando dell'operatore.

Agli operatori di carico può essere assegnata una intensità di carico di superficie per ogni condizione di carico, nei riferimenti locale, globale, globale proiettato. Il carico verrà distribuito sugli elementi di appoggio solo su comando dell'operatore. E' possibile eventualmente, con comando opposto, rimuovere il carico trasferito dall'operatore agli appoggi. A livello di interfaccia grafica, gli operatori che hanno già trasferito il carico sono rappresentati in colore grigio, mentre gli operatori ancora con carico da trasferire in colore azzurro.

E' molto importante notare che questo approccio consente di mantenere la congruenza, anche "culturale", del modello ad elementi finiti senza "ibridarla". Infatti i carichi, una volta trasferiti, vengono trattati come tutti gli altri carichi assegnati agli elementi.

Per assegnare gli sbalzi, attivare la relativa icona del comando e cliccare su un campo dell'operatore di carico eterno. Assegnare la misura dello sbalzo. Per eliminare lo sbalzo o cambiarne la lunghezza, cliccare sullo sbalzo stesso ed operare nel dialogo come necessario.

Ancora puntualizziamo sulla congruenza dei carichi. Se non vengono trasferiti i carichi dell'operatore essi, benché assegnati a livello di interfaccia non agiscono nell'analisi, i carichi che fanno parte del modello ad elementi finiti sono quelli assegnati agli elementi finiti. E' quindi opportuno trasferire i carichi degli operatori di carico e controllare o modificare i carichi trasferiti consultando i carichi sulle trave di appoggio. Questi carichi (sulle travi di appoggio) possono anche essere modificati dal

progettista ma NON modificano i carichi sugli operatori di carico. Con un esempio. Se l'operatore di carico trasferisce un carico A ad una trave di appoggio e poi l'operatore azzerà questo valore, nell'analisi il carico considerato è nullo. In più se si ripristina il carico dell'operatore di carico, questo leverà il carico ad esso assegnato per cui sull'appoggio si avrà un carico -A. Si consiglia un uso molto procedurale di questi operatori se non si è capita a fondo il loro modo di operare. Nel caso si modifichi un carico sull'operatore e si esegua di nuovo l'operazione di assegnazione, non verrà assegnato nuovamente il carico ma la differenza di carico assegnato. Cioè, l'operatore di carichi mantiene una perfetta congruenza, è l'operatore che può alterare inavvertitamente tale congruenza senza che ciò sia esplicitamente impedito.

Quando si effettua un'analisi, se vi sono operatori di carico ed il carico non è stato trasferito, si ha un messaggio di avviso. L'operatore può o meno far trasferire i carichi dell'operatore di carico agli appoggi. In caso si cancelli un operatore di carico quando il carico era stato già trasferito agli appoggi, tale carico verrà sottratto ai carichi sulle travi di appoggio.

Il carico viene trasferito agli appoggi considerando le reazioni di appoggio di una trave continua. Se si vuole trasferire il carico per aree di influenza si devono selezionare le campate singolarmente.

Operativamente, per assegnare un carico, selezionare l'icona della palette e quindi gli operatori voluti. Per attuare il trasferimento di carico o la rimozione del carico, operare analogamente selezionando le icone della palette relative all'operazione che si intende compiere.

#### **Limiti attuali:**

- Non si possono definire variazioni di carico tra due travi di appoggio
- Non è supportato l'undo
- Non sono supportate le fasi

## **Isolatori sismici**

### **Informazioni generali**

Questa funzionalità è opzionale e pertanto deve essere acquisita specificamente.

Questa funzionalità consente di definire il modello di una struttura sismicamente isolata consentendo un'analisi lineare o non lineare.

Nel caso dell'analisi non lineare è richiesto l'ambiente Earthquake Engineering.

### **Concetti operativi**

La procedura si articola su tre dialoghi attivabili da tre icone gerarchiche della palette dell'ambiente Nòlian.

Il modello dell'isolatore è associato, sia per l'analisi lineare che non lineare (seppur con metodi diversi) agli elementi Boundary.

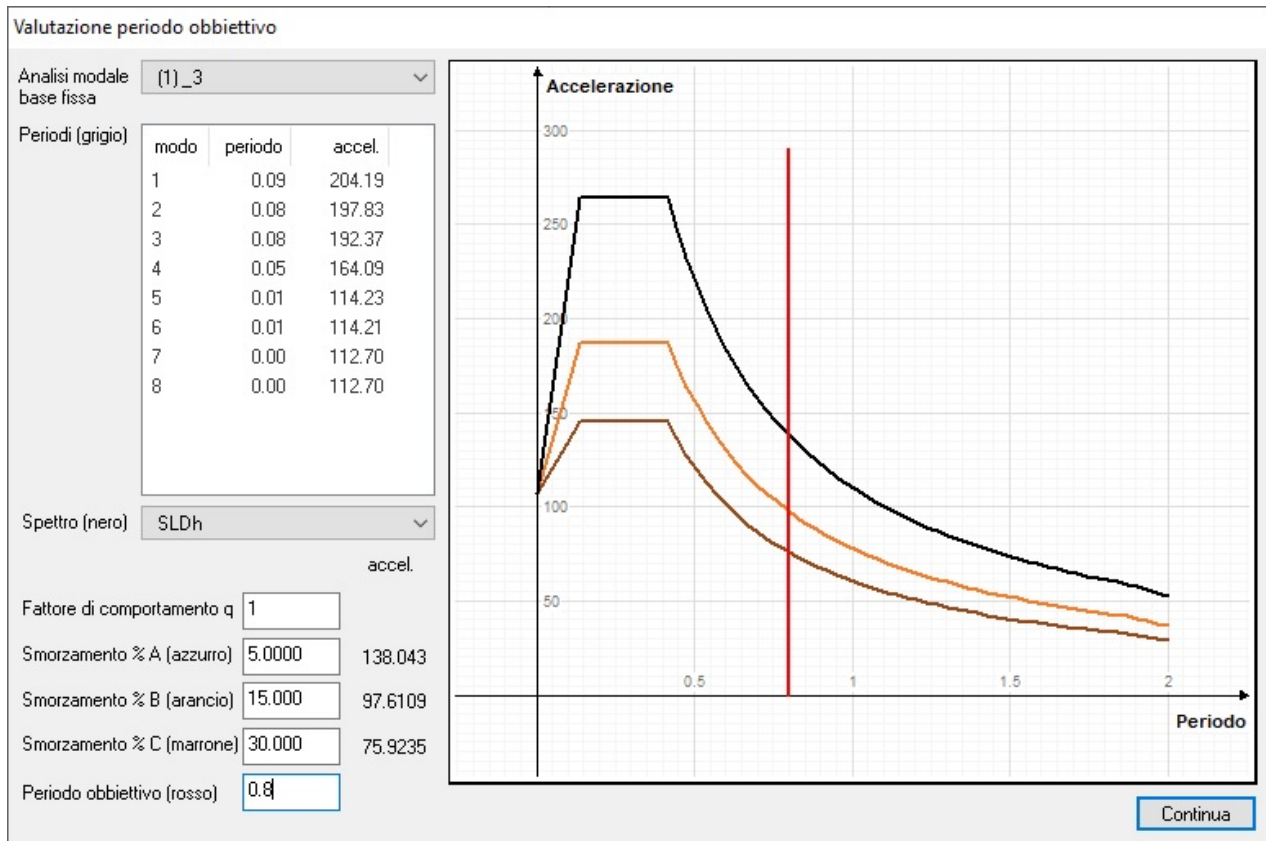
Gli elementi Boundary vengono generati in una apposita fase per consentire all'operatore di avere due modelli da porre facilmente a confronto.

Nel caso dell'analisi lineare, agli elementi Boundary vengono associate le rigidità e lo smorzamento derivanti dalle assegnazioni dell'utente e dalle pre-elaborazioni necessarie e l'eventuale massa dell'isolatore. Nel caso dell'analisi non lineare, viene generato un materiale Isolatore ed associato all'elemento Boundary. Per le informazioni relative al modello non lineare, si veda il manuale di Earthquake Engineering.

### **Generazione degli elementi Boundary e degli isolatori**

Il primo dialogo, accessibile dalla prima icona gerarchica della palette, consente di generare una nuova fase per accogliere gli

isolatori. Gli isolatori e i relativi Boundary possono essere generati automaticamente sia selezionando i nodi voluti, sia tramite una funzione automatica che genera gli isolatori con nodo superiore posto ad una quota specificata dall'utente. Gli isolatori comportano la generazione e la presenza di un elemento Boundary per cui da qui in poi dicendo "isolatori" intenderemo anche l'elemento Boundary al quale i dati dell'isolatore sono associati. Gli isolatori possono essere associati ai nodi di base ma anche a qualsiasi nodo in elevazione. In questo caso il programma automaticamente modifica l'elemento inferiore e inserisce il Boundary tra i due nuovi nodi generati.



Questo primo dialogo consente anche di esaminare i risultati di una eventuale analisi modale per poter operare secondo i periodi ottenuti, infatti in genere - si ricorda - l'isolamento ha lo scopo di allungare il periodo in modo che risulti inferiore l'accelerazione cui è sottoposta la struttura. Pertanto il periodo (generalmente il primo) è un elemento decisionale per scegliere il periodo obiettivo (quello della struttura isolata) e le relative rigidità degli isolatori. In questo dialogo si possono assegnare periodi e smorzamenti per visualizzare le differenti ipotesi progettuali solo a scopo di indagine, senza agire sul modello.

### Criteri di assegnazione degli isolatori

Il programma non consente una assegnazione di isolatori di tipologia mista. Le tipologie di isolatori supportate sono: elastomerico, elastomerico a nucleo di piombo, a scorrimento su superficie curva (detti anche "a pendolo"). E' possibile anche assegnare delle "slitte" che supportano i carichi verticali ma non hanno rigidità traslazionali per cui esse possono essere impiegate per far coincidere i centri di massa e rigidità dosando opportunamente isolatori e slitte. Appena generati Boundary-isolatore essi hanno di default la tipologia "slitta". Se si vuole cambiare il tipo di isolatore già assegnato, occorre prima disattivare gli isolatori di tipo diverso. Ciò si ottiene tramite una selezione totale e la assegnazione della tipologia slitta agli isolatori. Poi si possono assegnare isolatori di diversa tipologia. Una rappresentazione molto efficace consente infatti di visualizzare i centri di rigidità e di massa. Se si assegna una tipologia di isolatore, le ulteriori assegnazioni saranno vincolate alla stessa tipologia. Si può scegliere dal menu a tendina il tipo "slitta" se si vuole eliminare una precedente assegnazione. Si ricorda che in una struttura isolata non è auspicabile lasciare dei pilastri non isolati in quanto soffrirebbero delle sollecitazioni indotte dal forte spostamento. In tal caso egrave opportuno inserire delle slitte.

Attivare la seconda icona gerarchica dalla palette e selezionare i Boundary voluti, che all'inizio non hanno dati associati (sono per default di tipo "slitta"). Scegliere il tipo di isolatore e procedere con le assegnazioni secondo la tipologia di isolatori. Si può avere una selezione singola, multipla o totale.

### Analisi lineare o non lineare

Il comportamento degli isolatori è piuttosto complesso per cui il modello lineare è: accettabile solo in un ambito piuttosto ristretto. La stessa normativa prescrive dei limiti oltre i quali il modello lineare non è accettabile. Alla assegnazione delle caratteristiche dell'isolatore, viene eseguita una verifica sulla ammissibilità del modello lineare e ne vengono esposti i risultati. Se un'analisi lineare non è ammessa, occorre eseguire una analisi non lineare assegnando gli isolatori non lineari tramite l'apposito comando.

Se si desidera eseguire un'analisi non-lineare, nel dialogo del tipo di isolatore si deve agire sul pulsante "Genera per Earthquake Engineering". Verrà generato un isolatore con i materiali con le caratteristiche assegnate che verrà associato all'elemento Boundary. Accedendo all'ambiente Earthquake Engineering si potranno eseguire le analisi non lineari che si desiderano.

### Indicazioni generali sull'assegnazione

**Proprietà isolatore**

Proprietà isolatore: Elastomerico con nucleo in piombo

Spettro di riferimento: SLDh

Carichi e masse			
Verticale singolo	4000.000	Verticale totale	16000.000
Verticale singolo massimo	4000.0000	Massa totale	16.309888

Valutazione periodo o spostamento - smorzamento

Periodo     Spostamento

e/(T o d)	1.0000	1.4000	1.8000
<input type="radio"/> 5.0000	110.435	78.8657	61.3413
Smorzamento % <input checked="" type="radio"/> 15.000	78.0892	55.7665	43.3748
<input type="radio"/> 30.000	60.7392	43.3761	33.7377

Spostamento: 2.7686601      Rigidezza totale: 328.51457

Mostra sui grafici

**Dati isolatore**

Ke	1000.000	Nome	non assegnato	d	10.00000
Kv	1.0e+009	Smorzamento %	10.00000	Altezza	20.00000
Fzd	100000.0	Snervamento (EE)	30000.00	Massa	100.0000
v	100000.0	Molt. Mod. Plast. (EE)	0.0000000	F2	100000.0

**Isolamento globale effettivo**

Periodo	0.80242667	Rigidezza totale	1000.0000
Spostamento	1.8328639	Smorzamento %	10.0
Distanza tra centri di massa e rigidezza: 291.54759			

**Verifiche globali di ammissibilità**

Carico verticale <= Fv    soddisfatta

Assegna in Earthquake Engineering

Assegna    Annulla

Proprietà isolatore

Proprietà isolatore A scorrimento a superficie curva

Spettro di riferimento SLDh

Carico verticale singolo 4000.000  
 Carico verticale singolo massimo 4000.0000  
 Carico verticale totale 16000.000  
 Massa totale del sistema 16.309888

Dati isolatore

Ned  Nome  Altezza   
 R  Massa   
 d   
 mu  Assegnato  
 Kv

Isolamento globale effettivo

	min	max	
Periodo	0.95395005	0.95395005	Distanza tra centri di massa e rigidezza 291.54759
Spostamento	1.4673953	1.4673953	
Rigidezza	176.88844	176.88844	Rigidezza totale 176.88844
Smorzamento %	58.863323	58.863323	

Verifiche globali di ammissibilità

Carico verticale  $\leq$  Ned soddisfatta  
 Spostamento  $\geq$  R \* 3 mu fallita del 97.3%  
 Spostamento  $\geq$  0.05 R fallita del 90.2%  
 Smorzamento  $\leq$  30% fallita del 96.2%

Assegna in Earthquake Engineering

La parte superiore dei dialoghi di assegnazione riporta dei dati comuni ai diversi tipi di isolatore. Il programma esegue automaticamente un'analisi lineare e una combinazione dei carichi quasi-permanenti e da questa ottiene le azioni gravitazionali sugli isolatori e la massa totale del sistema. E' possibile, per gli isolatori elastomerici, avere una graficizzazione di valutazione dei periodi o degli spostamenti voluti. Sulla base di questi dati è possibile scegliere il dispositivo che meglio rappresenta i valori obiettivo proposti. Tali valori sono desumibili dai cataloghi dei produttori.

Assegnati i valori, essi vengono elaborati fornendo le indicazioni di periodo, spostamento, smorzamento ottenuto con i dati assegnati. Nel caso degli isolatori a pendolo questa elaborazione è più complessa in quanto è necessaria una procedura iterativa per definire i valori mantenendo la congruenza tra spostamento spettrale e spostamento del pendolo.

### Significati dei simboli

Isolatori elastomerici

Ke rigidezza orizzontale equivalente

Kv rigidezza verticale

Fzd carico verticale massimo agente sull'isolatore in assenza di sisma (SLU) e in assenza di rotazione

V carico verticale massimo agente sull'isolatore in presenza di sisma corrispondente allo SLC

Isolatori a scorrimento a superficie curva (pendolo)

Ned Massimo carico verticale nelle combinazioni di carico compressive dell'azione sismica (SLC), o in qualsiasi combinazione di carico che preveda spostamento orizzontale

R raggio di curvatura equivalente  
d spostamento ammesso  $\mu$  coefficiente di attrito  
Kv rigidezza verticale

Per l'attrito, può essere assegnato il valore oppure quello calcolato con le relazioni:

$\mu = 5.5 (N_{sd}/N_{ed}) - 0.563$  (attrito medio)

$\mu = 2.5 (N_{sd}/N_{ed}) - 0.834$  (attrito basso)

dove  $N_{sd}$  è il carico quasi-permanente agente sull'isolatore automaticamente già calcolato.

### Verifiche degli isolatori

Eseguita un'analisi modale, si può procedere alla verifica dei singoli isolatori. Attivare la terza icona gerarchica e selezionare l'isolatore voluto. Non è possibile effettuare una verifica sintetica di tutti gli isolatori; è necessario selezionare l'isolatore che si intende verificare. Non sono attualmente implementate le verifiche degli isolatori non lineari.

Le verifiche effettuate sono illustrate nella immagine seguente.

Verifica isolatore	
Sforzo normale per combinazione quasi permanente ( $N_{qp}$ )	4000.0000
Sforzi normali per combinazioni statiche	
Minimo ( $N_s$ Min)	4000.0000
Massimo ( $N_s$ Max)	5200.0000
Sforzi normali per combinazioni dinamiche SLC	
Minimo ( $N_d$ Min)	4000.0000
Massimo ( $N_d$ Max)	4000.0000
Spostamenti orizzontali per combinazioni dinamiche SLC	
Minimo ( $d$ Min)	0.31164256
Massimo ( $d$ Max)	0.31164256
$N_s$ Max $\leq$ Fzd	soddisfatta
$N_s$ Max $\leq$ V	soddisfatta
$N_d$ Max $\leq$ V	soddisfatta
$d$ Max $\leq$ d	soddisfatta
<input type="button" value="Continua"/>	

### Appunti operativi

Si consiglia di eseguire un'analisi modale sulla struttura non isolata. Accedendo al primo dialogo del sistema di gestione degli isolatori, si possono visionare i risultati dell'analisi modale. Lo scopo principale dell'isolamento è allungare il periodo di vibrazione. Le funzionalità disponibili in questo dialogo consentono di prendere delle decisioni operative in quanto si può agire sul periodo, sullo spostamento, sullo smorzamento. A questo punto si deve decidere quali tipi di isolatori si intende



adottare. E' sconsigliato usare isolatori di tipo diverso ed è opportuno usare isolatori eguali per facilità di manutenzione. Un elemento importante È quello di ottenere la coincidenza tra centro di massa e centro di rigidezza. La posizione di entrambe viene rappresentata per aiutare ad ottenere questa occorrenza. Si ricorda che sul piano degli isolatori non si devono avere elementi connessi al suolo in quanto lo spostamento di una struttura isolata è notevole ed un pilastro incastrato al suolo subirebbe sollecitazioni inaccettabili. Per questo motivo è necessario porre sotto i pilastri non isolati una slitta. Generalment il dosaggio di slitte ed isolatori consente di impiegare un numero ragionevole di isolatori (posti ad esempio in periferia) e di slitte. Sulla scorta della rigidezza della struttura non isolata e del periodo, si deve scegliere il dimensionamento dell'isolatore Si ottengono i dati di nuova rigidezza e nuovo periodo. Ottenuti i risultati desiderati, si deve controllare che tali dati siano ammissibili. Una funzione fornisce in tempo reale i risultati della verifica secondo normativa, inoltre se non è ammessa l'analisi lineare in quella particolare configurazione, il programma ne dà avviso. Ottenuta una scelta opportuna ed ammissibile, si può eseguire un'analisi dinamica spettrale. Con i risultati ottenuti si possono eseguire nel modo consueto la verifica della struttura. Si devono anche verificare gli isolatori e il programma offre la funzionalità di verifica secondo normativa. Oltre alle stampe che documentano le scelte effettuate, si può ottenere una stampa con i dati necessari al fornitore degli isolatori per eseguire le specifiche verifiche, questo file può anche essere prodotto nel formato adatto ad un foglio elettronico.

## Gestione delle fasi

Come spiegato nella sezione [Le fasi](#), Nòlian permette di modellare l'evoluzione di una struttura nel tempo, attraverso la definizione di stadi successivi che fotografano diversi stati della geometria, della topologia o dei dati assegnati.

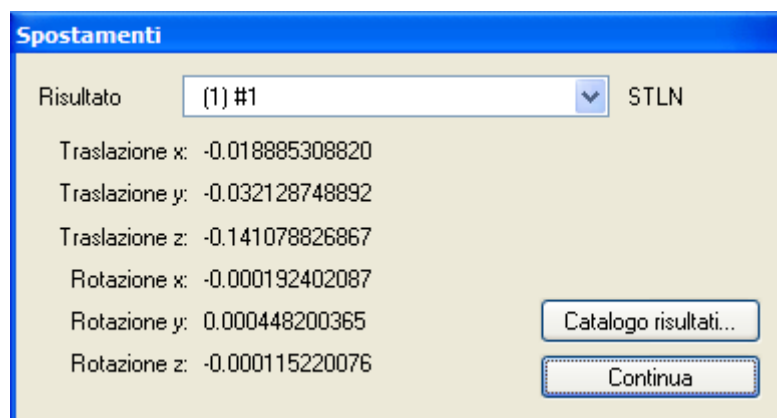
Ogni fase è identificata da un codice numerico progressivo (*id*) e da un nome.

I dati del modello utilizzati per le [rappresentazioni standard](#) e per l'[assegnazione](#) sono sempre relativi alla fase attiva.

Quando si lancia un'[analisi](#), essa viene eseguita sui dati della fase attiva, senza alterare gli eventuali risultati già presenti relativi ad altre fasi.

I risultati calcolati nelle diverse fasi sono sempre disponibili nelle [rappresentazioni grafiche](#) e nei [dialoghi di interrogazione](#) dei risultati, indipendentemente dalla fase attiva, in modo che essi possano essere elaborati, visualizzati e confrontati senza problemi.

L'*id* della fase a cui si riferisce un blocco di risultati è sempre mostrato tra parentesi prima del nome del blocco. Ad esempio nella seguente figura, il blocco di spostamenti selezionato è relativo alla prima fase ("(1)"):



### Toolbar Fasi

Per aggiungere in qualsiasi momento una nuova fase al modello, senza aprire il dialogo di gestione delle fasi, scegliere l'icona **Nuova fase...** della toolbar **Fasi**:



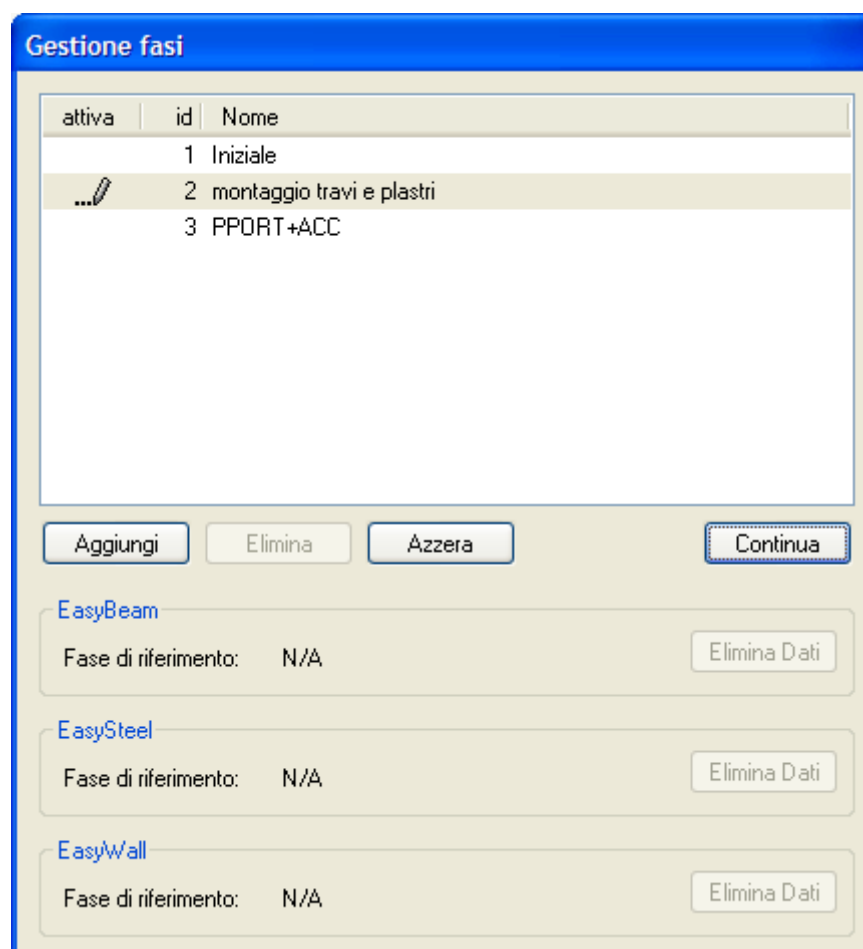
Per attivare in qualsiasi momento la fase precedente o successiva a quella corrente, senza aprire il dialogo di gestione delle fasi, selezionare una delle icone **Fase successiva** o **Fase precedente** della toolbar **Fasi**.

Tra le due icone della toolbar è visualizzato l'indice (*id*) della fase attiva.

### Dialogo di gestione delle fasi

Per accedere al dialogo di gestione delle fasi, selezionare la voce di menu **Dati > Fasi > Gestione fasi...** (tasto di scelta rapida **Ctrl+G**) oppure l'icona **Gestione fasi...** della toolbar **Fasi**.

Viene mostrato il seguente dialogo:



Per rinominare una fase, selezionarla nella lista e quindi cliccare col mouse sul nome.

Per attivare una fase, cliccare sulla fase voluta in corrispondenza della colonna **Attiva**. Un simbolo nella colonna contrassegna la fase attiva.

Per creare una nuova fase premere il tasto **Aggiungi** e specificare il nome per la fase.

Per eliminare una fase, selezionarla nella lista e premere il tasto **Elimina**. La fase attiva (contrassegnata da un simbolo sulla colonna **Attiva** della lista) e quella iniziale non possono essere eliminate.

Per eliminare le modifiche effettuate su una fase rispetto a quella precedente, selezionare la fase nella lista e premere il tasto **Azzera**.

Se il modello è stato già utilizzato per progetto o verifica in uno dei post-processori di Nòlian, la fase a cui si riferiscono i dati memorizzati nel file è indicata nella relativa sezione del dialogo. È possibile eliminare tali dati dai rispettivi pulsanti **Elimina dati**.

### Estensione delle modifiche

Se si attua una modifica al modello in una fase, per lo scopo stesso delle fasi, tale modifica è attiva solo nella fase in cui essa è stata effettuata.

In alcune situazioni però si può desiderare che la modifica venga *estesa* anche alle fasi successive o a tutte le fasi del modello.

Se, ad esempio, si è definita una struttura in più fasi e poi si torna a una fase precedente e si assegna un carico, normalmente tale carico non sarà attivo nelle fasi successive: può quindi essere utile estendere la modifica fatta a un nodo o a un elemento a tutte le fasi o alle fasi successive.

Un altro esempio è la cancellazione e sostituzione di un elemento presente in più fasi. A quel punto questo elemento cancellato e sostituito esiste solo in quella fase e sarà distinto, anche se geometricamente coincidente, da quelli "rimasti" nelle altre fasi. Si può invece desiderare che la modifica venga estesa in modo che il nuovo elemento sia presente (anche con i suoi sforzi per involucri e rappresentazioni) nelle fasi successive.

Vi sono due possibilità:

- estendere le modifiche già effettuate al modello per una certa fase con le voci di menu **Dati > Fasi > Estendi stato alle fasi successive** e **Dati > Fasi > Estendi stato a tutte le fasi**, selezionando quindi gli oggetti di cui estendere lo stato;
- estendere le modifiche nel momento stesso in cui vengono effettuate, attivando una delle voci di menu **Dati > Fasi > Applica modifiche alle fasi successive** e **Dati > Fasi > Applica modifiche a tutte le fasi** e quindi effettuando le modifiche al modello desiderate.

## Rappresentazioni grafiche dei dati

In tutte le fasi di lavoro in Nòlian la rappresentazione grafica del modello di calcolo riveste un'importanza fondamentale.

La rappresentazione grafica del modello parte dalle [informazioni geometriche](#) e dai [dati assegnati](#) a nodi ed elementi e viene composta in base alle modalità scelte dall'utente, tra le molte rese disponibili dal programma e che vengono discusse nelle sezioni del manuale successive.

## Modalità di rendering

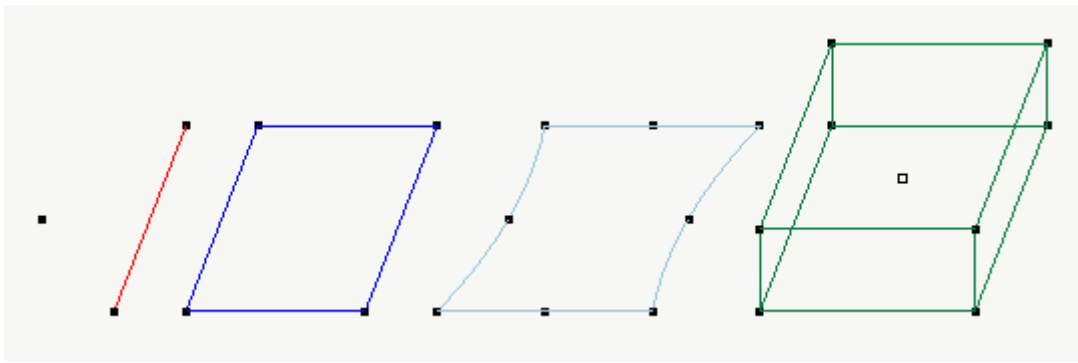
Il *rendering* è il processo di generazione di un'immagine su schermo a partire dai dati del modello e dai [parametri di visualizzazione](#) correnti.

### Wireframe

La modalità di rendering predefinita per la modellazione e l'assegnazione dei dati in Nòlian è detta **wireframe**: la rappresentazione è composta da linee e punti, in corrispondenza di nodi ed elementi del modello, e si presta ad una visualizzazione molto rapida e adatta a visualizzare tutte le connessioni topologiche del modello.

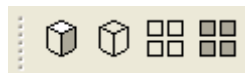
Nella seguente figura sono rappresentati, da sinistra verso destra, un nodo, un elemento monodimensionale, un elemento

piano a quattro nodi, un elemento piano a otto nodi ed un elemento solido in modalità *wireframe*:

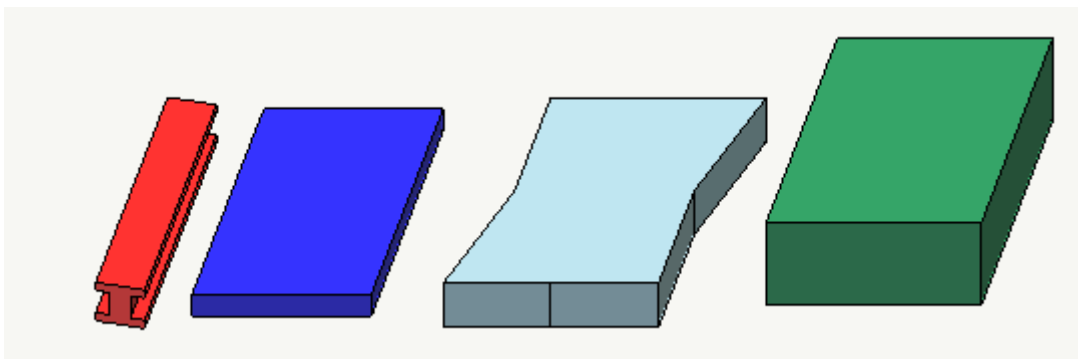


### Modello solido

Il modo migliore per visualizzare velocemente l'ingombro del solido di un elemento, tenendo ad esempio conto delle sezioni degli elementi monodimensionali o degli spessori degli elementi piani, è quello di attivare la modalità **Modello solido**, dal menu **Dati > Rendering**, oppure premere il tasto di scelta rapida **Ctrl+1**, oppure attivare la prima icona della toolbar **Rendering**:



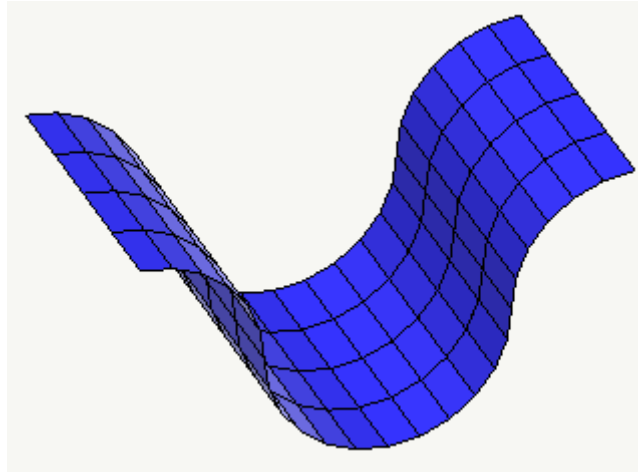
Ad esempio il modello solido degli elementi mostrati più in alto in wireframe, appare come in figura:



Notare come nella rappresentazione del modello solido vengano rappresentati solo gli elementi e non i nodi. Inoltre gli elementi monodimensionali privi di informazioni sulla sezione sono sempre rappresentati come linee.

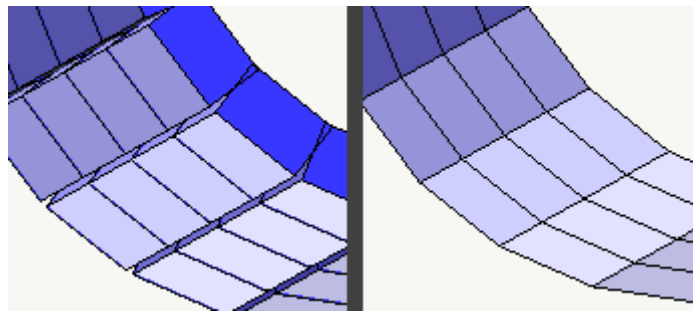
### Rimozione delle linee nascoste

Nel caso si sia interessati alla visualizzazione delle superfici piane, in particolare se curve, la rappresentazione più adatta è quella attivata dalla voce di menu **Dati > Rendering > Rimozione linee nascoste** (tasto di scelta rapida **Ctrl+2**) o dal secondo bottone della toolbar **Rendering**:



Questo tipo di rappresentazione è più adatta di quella del modello solido nel caso di superfici curve, Poiché quest'ultimo genera il solido relativo ad ogni elemento in modo indipendente dagli altri e provoca l'erronea rappresentazione di superfici non continue.

In figura è mostrato il confronto tra un ingrandimento della rappresentazione del modello solido (a sinistra) e con rimozione delle linee nascoste (a destra) della stessa superficie discretizzata da elementi piani a quattro nodi mostrata sopra:

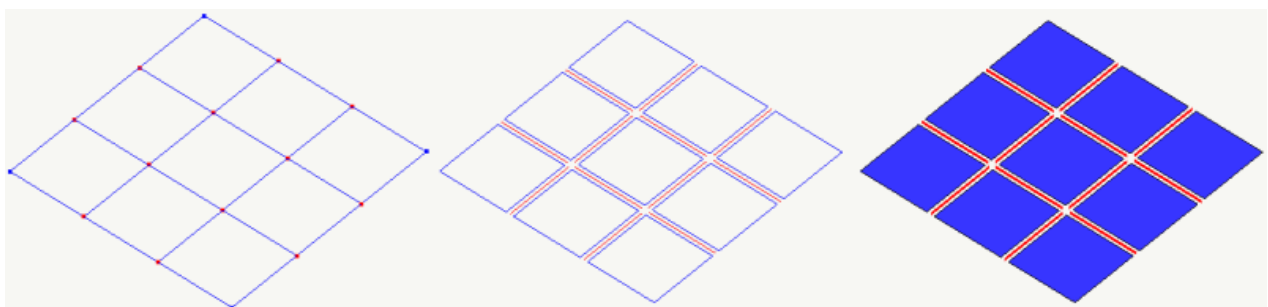


### Shrink e shrink solido

Le rappresentazioni generalmente più adatte per controllare la sovrapposizione di elementi o la mancanza di un elemento in una mesh sono quelle chiamate **shrink** e **shrink solido**, che possono essere attivate dal menu **Dati > Rendering**, con i tasti di scelta rapida **Ctrl+3** e **Ctrl+4** o dalle icone della toolbar **Rendering**.

Il nome di queste rappresentazioni viene dal verbo inglese che indica una riduzione forzata nelle dimensioni di qualcosa. In Nòlian vengono ridotte le dimensioni degli elementi rispetto al loro centroide: in questo modo i lati e i vertici di elementi vicini non vengono più a coincidere nella rappresentazione ed è più facile capire, ad esempio, se lungo il lato di un elemento bidimensionale c'è anche un monodimensionale o se ci sono due elementi monodimensionali sovrapposti.

Confrontare le tre rappresentazioni in figura dello stesso modello:



La prima rappresentazione da sinistra è quella in wireframe, in cui non è possibile distinguere il numero ed il tipo degli elementi rappresentati.

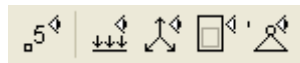
La rappresentazione centrale è la *shrink*, in cui è chiaro che sono presenti nove elementi bidimensionali e dodici monodimensionali lungo i lati interni della mesh. Gli elementi e la mesh sono resi ancora più evidenti dalla rappresentazione *shrink solido* a destra in figura.

## Indici di nodi ed elementi

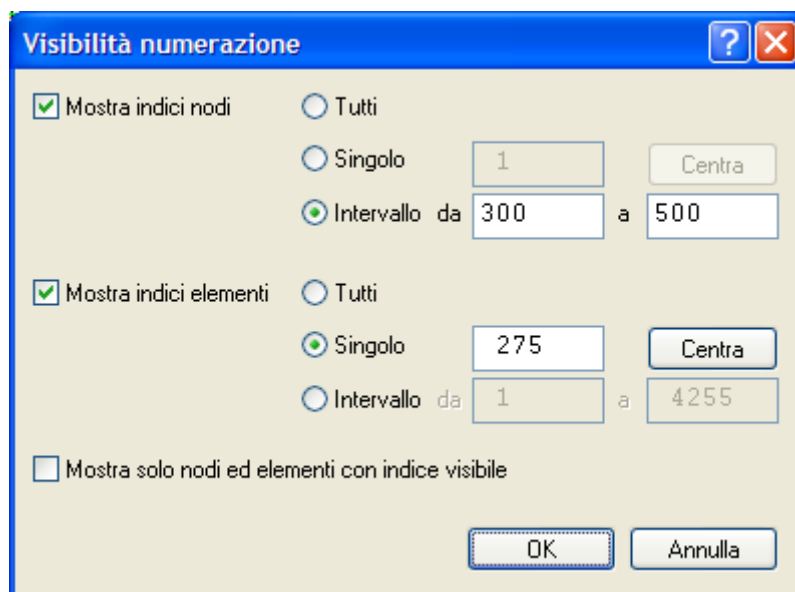
L'identificazione univoca di nodi ed elementi può risultare utile: nelle stampe, nei post-processor, nello scripting... Per facilitarla Nòlian assegna automaticamente degli indici a nodi ed elementi che normalmente vanno rispettivamente da 1 al numero di nodi e da 1 al numero di elementi e dipendono dall'ordine di generazione degli oggetti.

Gli indici degli elementi non possono essere modificati dall'utente. Gli indici dei nodi possono essere cambiati dal dialogo di [modifica dei nodi](#).

La numerazione di nodi ed elementi può essere visualizzata dalla voce di menu **Dati > Mostra > Numerazione...** o attivando la prima icona della toolbar **Dati**:



Viene mostrato il seguente dialogo:



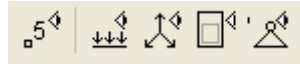
Nel dialogo si può scegliere quale numerazione mostrare (nodi, elementi o entrambe) e, per ognuna, scegliere l'intervallo di indici da mostrare.

Se si sceglie di mostrare un solo indice, si può selezionare il bottone **Centra** per posizionarlo al centro della rappresentazione corrente.

Attivando la casella **Mostra solo nodi ed elementi con indice visibile**, tutti gli oggetti con indice fuori dall'intervallo specificato verranno mostrati in grigio (nella modalità di rendering *wireframe*, nelle altre non vengono mostrati affatto) e non potranno essere selezionati nelle operazioni di modifica del modello.

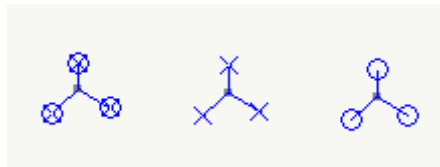
## Vincoli

I **vincoli dei nodi** possono essere visualizzati attivando la voce di menu **Dati > Mostra > Vincoli** o l'ultima icona della toolbar **Dati**:



La rappresentazione mostra, in corrispondenza dei nodi vincolati, assi blu che terminano con un cerchio o con una croce (o con entrambi) se il vincolo rispetto all'asse globale corrispondente è su una rotazione o su una traslazione rispettivamente.

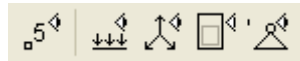
Nella figura seguente sono mostrati tre nodi: il primo da sinistra ha tutti i gradi di libertà vincolati; il secondo ha tutte le traslazioni vincolate; il terzo ha tutte le rotazioni vincolate:



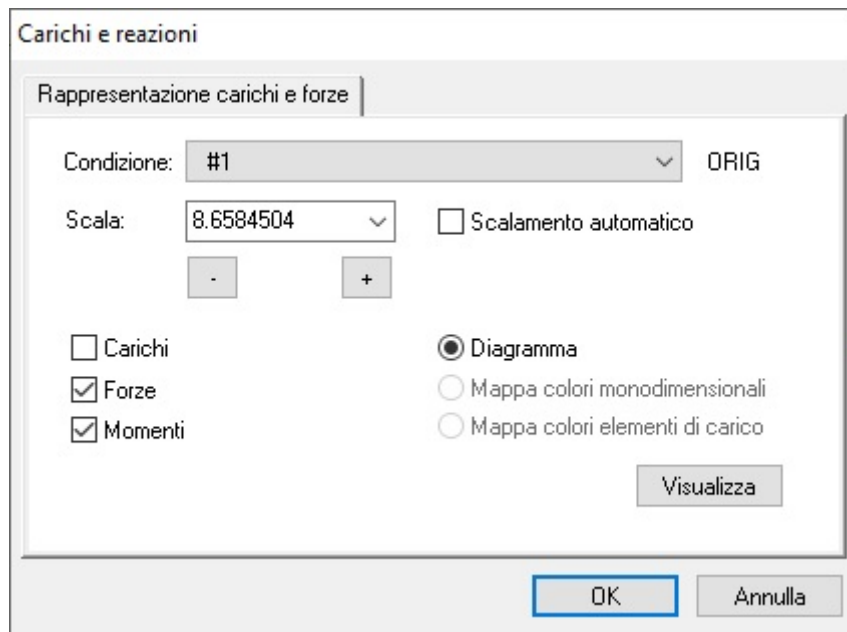
La lunghezza degli assi è determinata in base al fattore di zoom impostato nel momento in cui viene attivata la rappresentazione. Se si cambia successivamente il fattore di zoom, potrebbe essere necessario riattivare la rappresentazione per ottenere una visualizzazione più chiara dei vincoli.

## Rappresentazione dei carichi

È possibile visualizzare il diagramma dei **carichi agenti sugli elementi** o delle forze generalizzate agenti sui nodi scegliendo la voce di menu **Dati > Mostra > Carichi...** o attivando la seconda icona della toolbar **Dati**:



Viene mostrato il seguente dialogo di configurazione della rappresentazione:



Nel dialogo va scelta la condizione di carico di cui rappresentare i carichi e il moltiplicatore da applicare alla rappresentazione. Oppure si può attivare la funzione di scalamento automatico. Il moltiplicatore può anche essere scelto dal menu a tendina della casella del moltiplicatore oppure agendo sui bottoni + e -.

Si possono rappresentare contemporaneamente carichi, forze e momenti oppure disattivarne la rappresentazione contemporanea. La rappresentazione a mappa di colori è attivabile solo se è attiva la sola rappresentazione dei carichi.

Qualsiasi modifica dei valori oppure la scelta del bottone "Visualizza" provoca la rappresentazione con il dialogo aperto e pertanto è possibile visualizzare qualsiasi condizione di carico o cambiare scala senza dover chiudere e poi riaprire il dialogo.

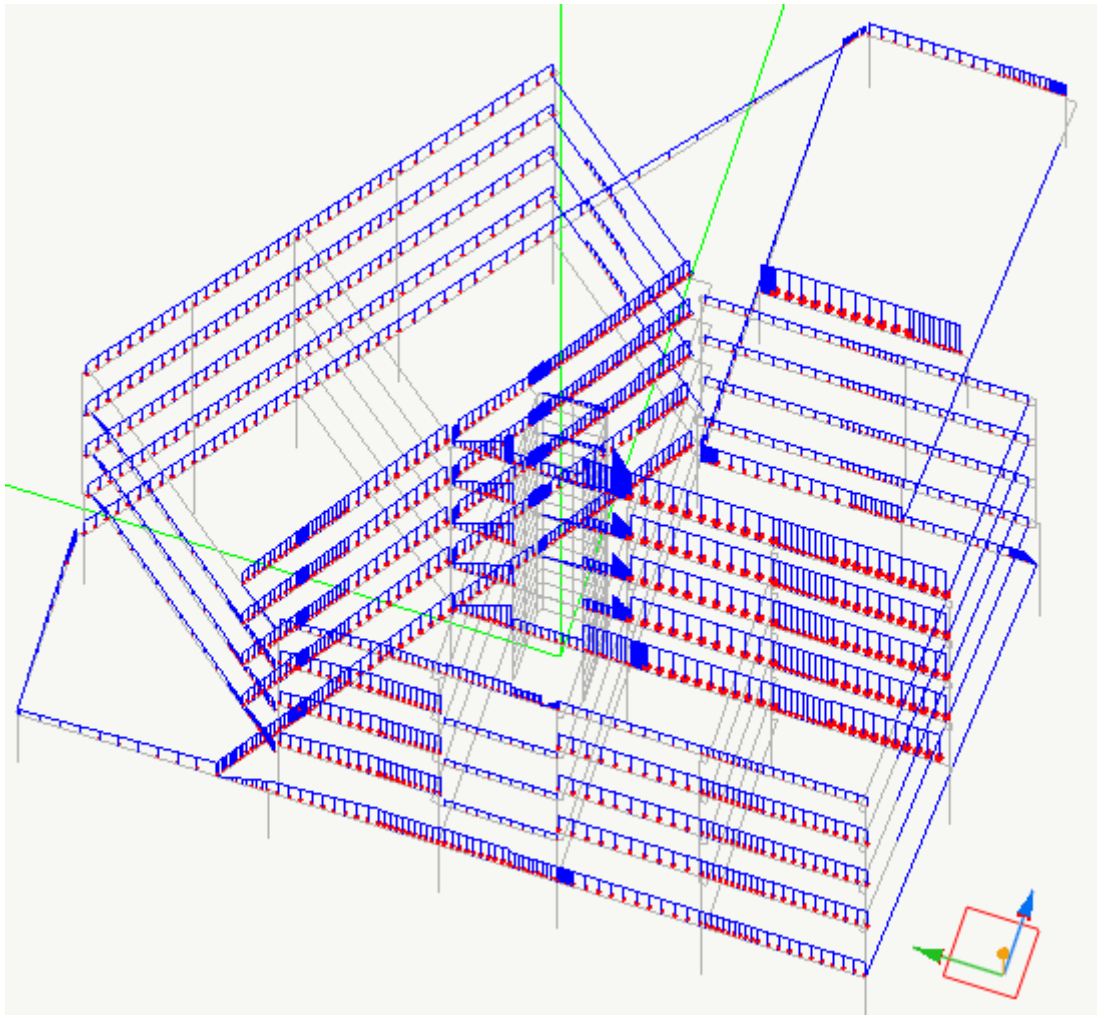
Per gli elementi monodimensionali vengono rappresentati il [carico generico](#) (di cui viene mostrato il carico lineare che meglio equilibra il sistema di forze assegnato), il [carico uniforme](#), il [carico trapezoidale](#) ed il [carico da peso proprio](#). Vengono considerate tutte le componenti di carico, a meno che la rappresentazione non sia in sezione: in questo caso vengono considerate solo le componenti giacenti sul piano di lavoro.

Per gli elementi bidimensionali vengono rappresentati il [carico uniforme](#) ed il [carico da peso proprio](#), considerando le sole componenti normali al piano dell'elemento, e il [carico di bordo](#) nelle tre componenti.

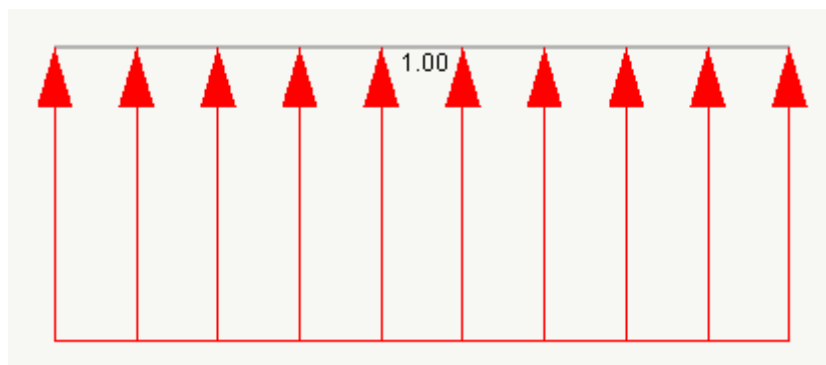
Per gli elementi solidi viene rappresentato il [carico uniforme](#), considerando la sola componente normale alla faccia a cui è associato.

Una tipica rappresentazione dei carichi è mostrata in figura:

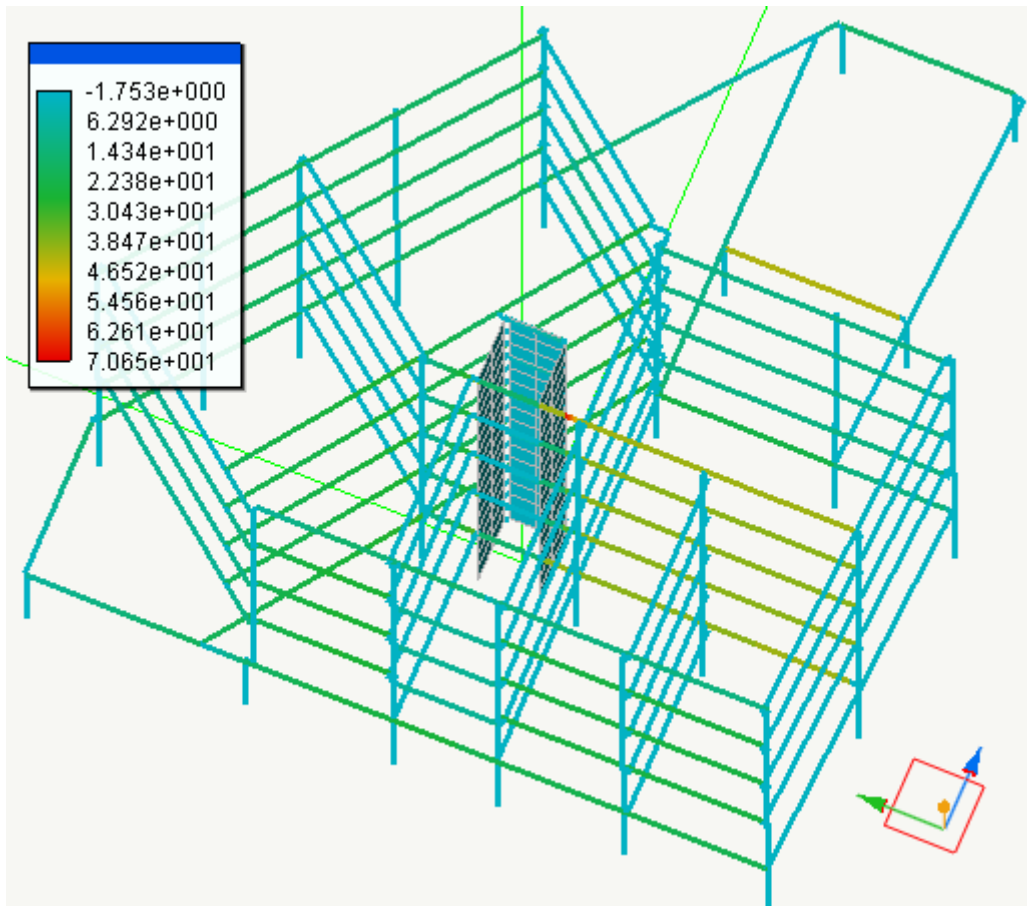




Se la vista è in **sezione** e il fattore di zoom è adeguato, viene mostrato il valore del carico in prossimità degli elementi:



Attivare la casella **Mappa di colori** nel dialogo per creare una rappresentazione a mappa di colore dei carichi:



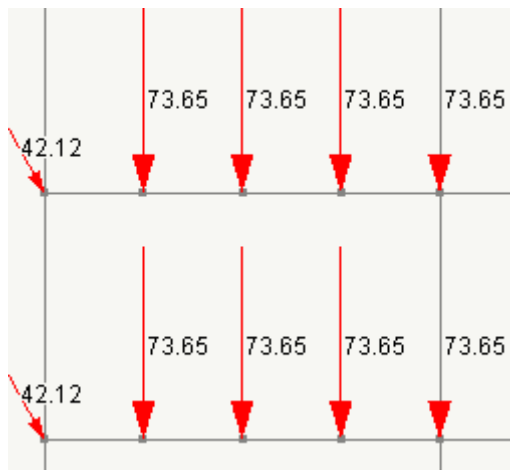
La rappresentazione a mappa di colore viene costruita sui soli elementi monodimensionali, considerando la componenti di carico ortogonale al piano di lavoro attivo e con segno positivo se in direzione opposta all'asse Z locale del piano: se ad esempio il piano di lavoro è di tipo XY, i carichi sono assunti di segno positivo se diretti "verso il basso", come ci si aspetta per i carichi gravitazionali agenti sulla struttura.

Se si stanno visualizzando le forze, per ogni forza applicata ad un nodo viene mostrata una freccia che rappresenta il vettore della forza applicata. Se si stanno visualizzando i momenti, per ogni momento applicato ad un nodo viene mostrata una freccia che rappresenta il vettore del momento secondo le convenzioni del sistema destrorso. Nel caso della rappresentazione dei momenti, per avere una rappresentazione più uniforme insieme alle forze, la lunghezza del vettore rappresentato viene scalata del fattore 100. Il valore, se riportato, non è scalato.

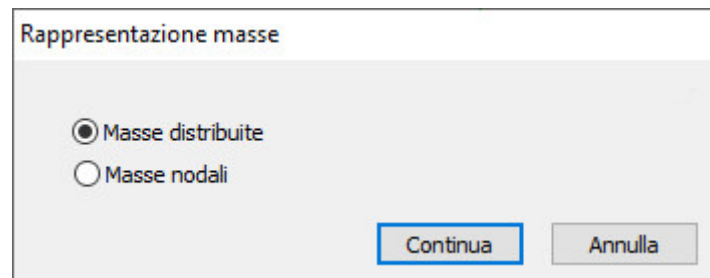
Se la vista è in [sezione](#) viene rappresentata la proiezione delle forze o dei momenti sul piano di sezione.

Se il fattore di scala è adeguato, accanto alle frecce viene visualizzato il modulo della forza o del momento.

Una tipica rappresentazione delle forze appare come in figura:



## Rappresentazione delle masse

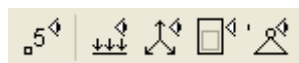


Questa funzione consente di rappresentare a mappa di colori le masse assegnate agli elementi monodimensionali oppure ai nodi.

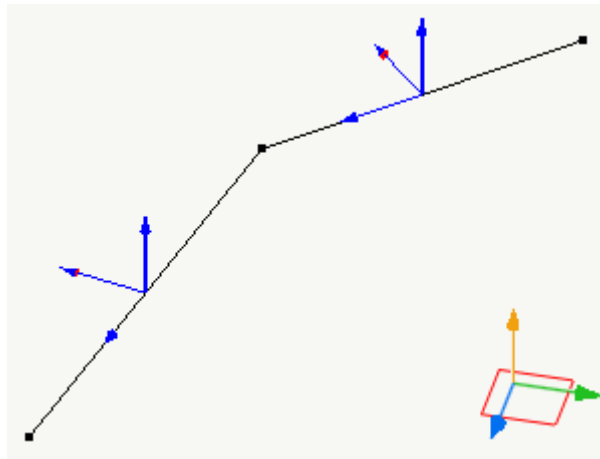
Non occorrono assegnazioni: attivata la funzione e scelta la tipologia, si ottiene subito la rappresentazione.

## Riferimenti locali

È possibile visualizzare il [sistema di riferimento locale](#) associato ad elementi monodimensionali e bidimensionali scegliendo la voce di menu **Dati > Mostra > Riferimento locale** o attivando la quinta icona della toolbar **Dati**:



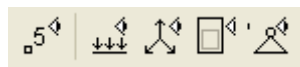
Per ogni elemento, il suo riferimento viene rappresentato come una terna di frecce con origine nel suo centroide. La freccia corrispondente all'asse Y locale ha spessore doppio rispetto alle altre due:



La lunghezza degli assi è determinata in base al fattore di zoom impostato nel momento in cui viene attivata la rappresentazione. Se si cambia successivamente il fattore di zoom, potrebbe essere necessario riattivare la rappresentazione per ottenere una visualizzazione più chiara dei riferimenti locali.

## Rappresentazione lati liberi

Il modo più immediato per riconoscere parti della struttura non connesse, errori nella definizione delle superfici tramite mesh di elementi bidimensionali, o semplicemente per visualizzare chiaramente i bordi delle mesh, è l'utilizzo della rappresentazione dei lati liberi, che può essere attivata dalla voce di menu **Dati > Mostra > Lati liberi** o dalla sesta icona della toolbar **Dati**:

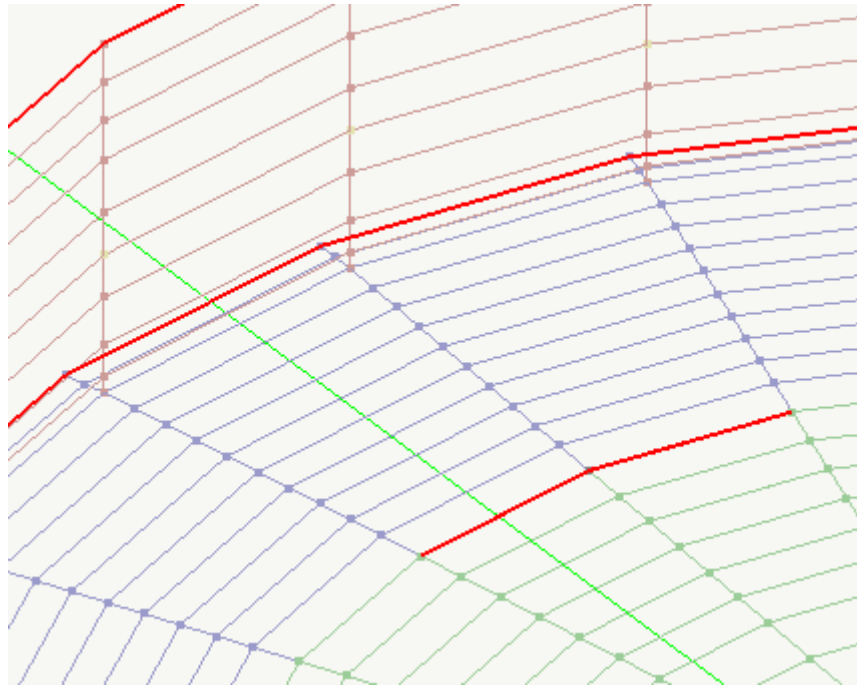


In questa rappresentazione vengono evidenziati in rosso tutti i "liberi" degli elementi, ovvero non in comune tra più elementi, e tutti i nodi non connessi ad alcun elemento oppure connessi ad un solo elemento monodimensionale.

Questa rappresentazione può essere utilizzata per valutare velocemente errori nella modellazione. Nell'esempio in figura, due elementi monodimensionali non sono connessi: seppur vicine, le estremità corrispondono a due nodi distinti, evidenziati da due cerchi rossi sovrapposti:



Un altro esempio in cui questa rappresentazione può rivelarsi utile è quello di una superficie in cui, malgrado le apparenze, la mesh non è continua:



## Evidenziamento

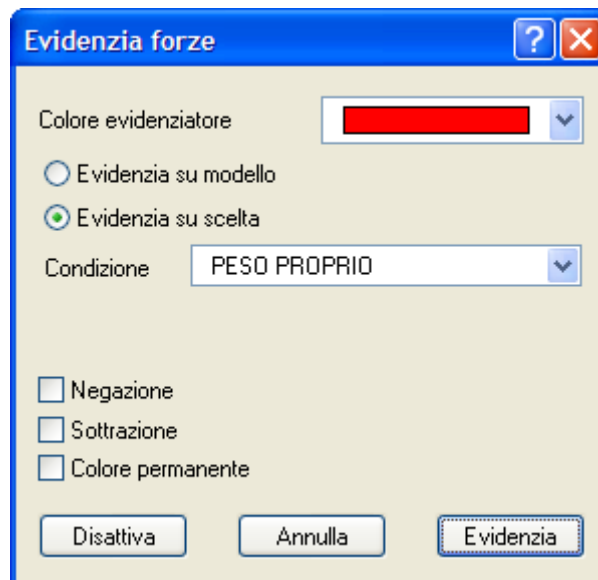
Le funzioni di *evidenziamento* sono utili per verificare rapidamente le caratteristiche del modello, cercare nodi o elementi, limitare le modifiche solo ad alcuni nodi o elementi.

L'evidenziamento assegna un colore temporaneo ai nodi e agli elementi che rispettano determinate caratteristiche, indicate dall'utente. Il colore assegnato può quindi essere impiegato come [filtro di selezione](#), per limitare le successive modifiche ai soli oggetti evidenziati.

L'evidenziamento può essere effettuato sia specificando parametri standard in dialoghi specifici (descritti nelle sezioni seguenti), sia attraverso una formula definibile (questo uso avanzato è spiegato nella sezione [Rappresentazione secondo formula definibile](#)).

Le funzioni di evidenziamento per parametri standard sono contenute nel menu **Dati > Evidenzia**.

Un tipico dialogo di assegnazione dei parametri per l'evidenziamento appare come in figura, in cui è mostrato quello per evidenziare tutti i nodi per cui è definita una forza sulla condizione di carico specificata (cfr. [Evidenziare le forze](#)):



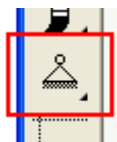
Tipicamente è sufficiente:

- scegliere il colore di evidenziazione (tutti gli oggetti non evidenziati avranno assegnato il colore nero);
- scegliere se eseguire l'evidenziazione su una certa proprietà specificata nel dialogo (casella **Evidenzia su scelta**) oppure se trarre la proprietà da un oggetto selezionato dopo la chiusura del dialogo (casella **Evidenzia su modello**);
- indicare se la condizione scelta dev'essere negata (attivando la casella **Negazione**), ovvero se devono essere evidenziati tutti gli oggetti che *non* corrispondono ai parametri specificati (il parametro è ignorato se viene utilizzato l'evidenziazione su modello);
- indicare se gli oggetti che corrispondono ai parametri specificati vanno in realtà sottratti agli oggetti attualmente evidenziati anziché aggiunti (attivando la casella **Sottrazione**);
- indicare se il colore dev'essere assegnato in modo permanente agli oggetti, attivando la casella **Colore permanente**.

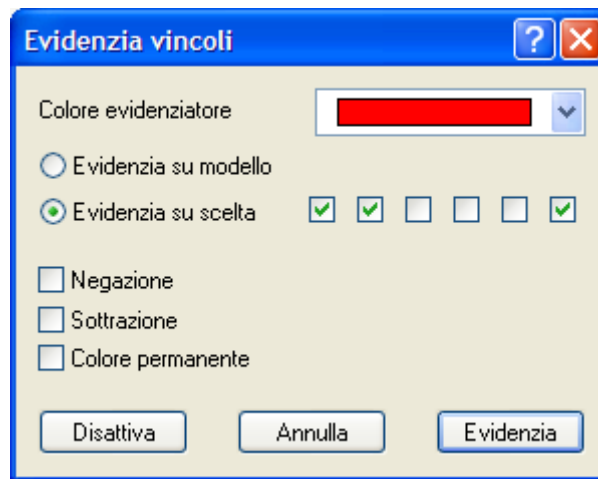
Una volta attivato l'evidenziazione, esso può essere disattivato in ogni momento scegliendo la voce di menu **Dati > Evidenzia > Disattiva** o il bottone **Disattiva** presente in tutti i dialoghi di evidenziazione.

## Evidenziare i vincoli

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Vincoli...** oppure attivare l'icona **Assegna vincoli** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



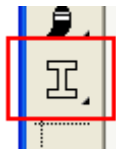
Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con il colore voluto tutti i nodi con un tipo di vincolo identico a quello del nodo che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo.

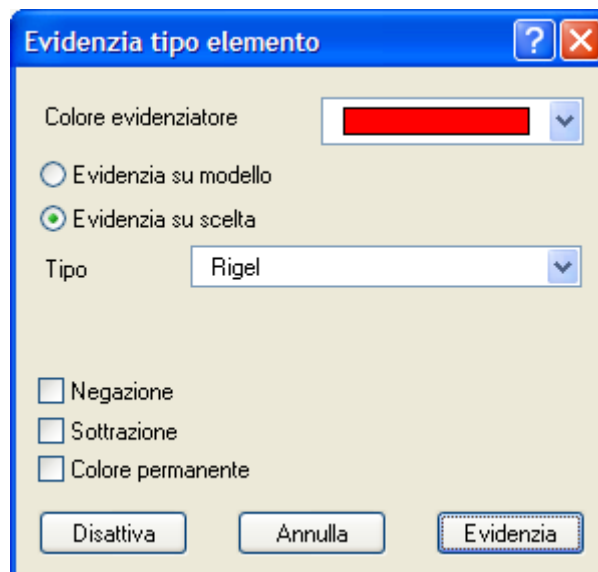
L'evidenziamento su scelta consente di definire il tipo di vincolo (tre traslazioni e tre rotazioni, nell'ordine) che devono avere nodi da evidenziare.

## Evidenziare i tipi di elemento

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Elementi...** oppure attivare l'icona **Assegna caratteristiche elementi** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



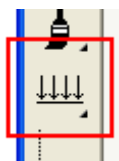
Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con il colore voluto tutti gli elementi dello stesso tipo dell'elemento che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo.

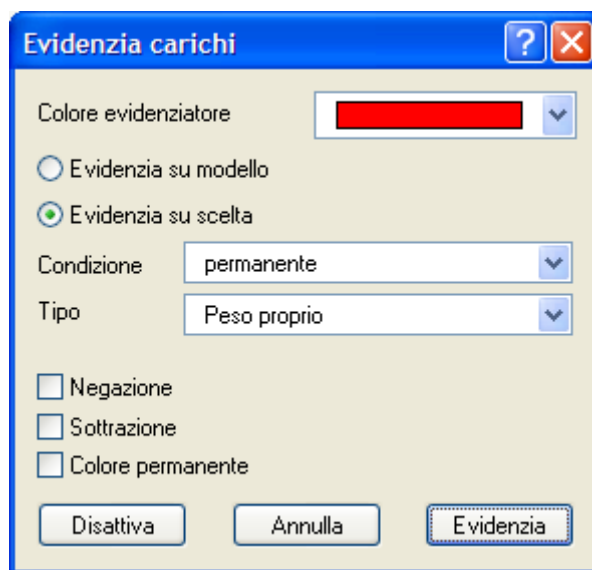
L'evidenziamento su scelta consente di definire il tipo di elemento (asta, rigel, guscio...) che deve essere assegnato agli elementi da evidenziare. Scegliendo *TUTTI* vengono evidenziati tutti gli elementi, tranne quelli che non hanno un tipo assegnato.

## Evidenziare i carichi

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Carichi...** oppure attivare l'icona **Assegna carichi elementi** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

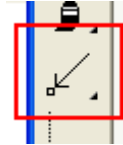
L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con il colore voluto tutti gli elementi che hanno un insieme di carichi agenti identico a quello dell'elemento che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo.

L'evidenziamento su scelta consente di definire la condizione ed il tipo di carico (uniforme, termico...) che deve essere assegnato agli elementi da evidenziare. Scegliendo come condizione *TUTTE*, si indica che il tipo di carico richiesto va cercato in una condizione qualunque. Scegliendo come tipo di carico *TUTTI*, si indica che vanno evidenziati tutti gli elementi per cui è definito un carico di tipo qualunque sulla condizione specificata.

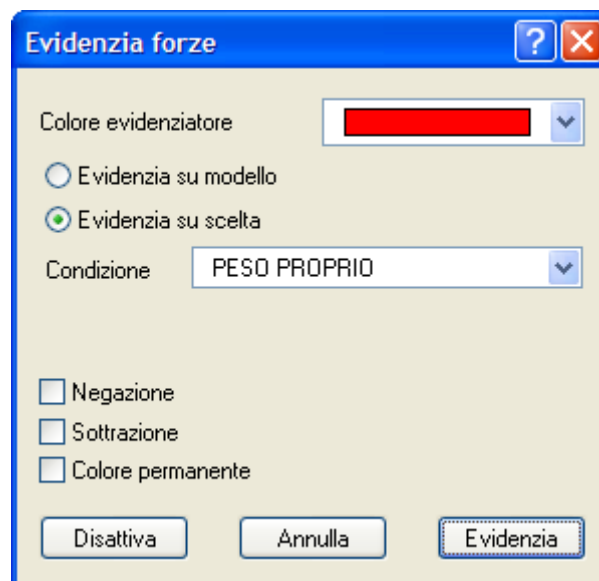


## Evidenziare le forze

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Forze...** oppure attivare l'icona **Assegna forze nodali** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



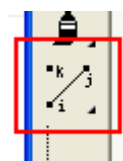
Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con il colore voluto tutti i nodi con un insieme di forze agenti identico a quello del nodo che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo.

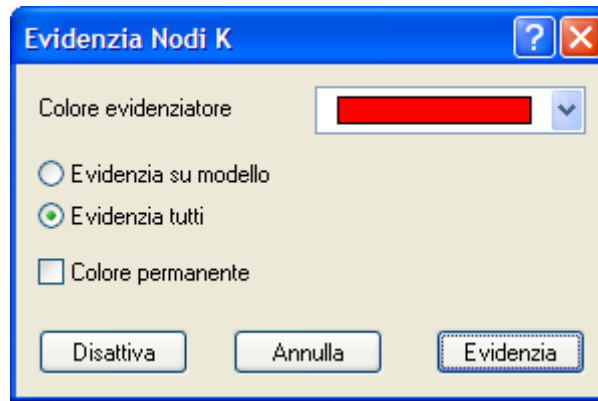
L'evidenziamento su scelta consente di definire la condizione di carico per la quale dev'essere assegnata almeno una componente della forza ad un nodo affinché esso sia evidenziato. Scegliendo *TUTTE*, vengono evidenziati tutti i nodi a cui è stata assegnata una forza su una condizione qualunque.

## Evidenziare i nodi k

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Nodo K...** oppure attivare l'icona **Assegna nodo k** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



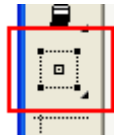
Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con il colore voluto tutti gli elementi che condividono lo stesso nodo k con l'elemento che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo. Viene inoltre evidenziato, con lo stesso colore, il nodo k dell'elemento scelto.

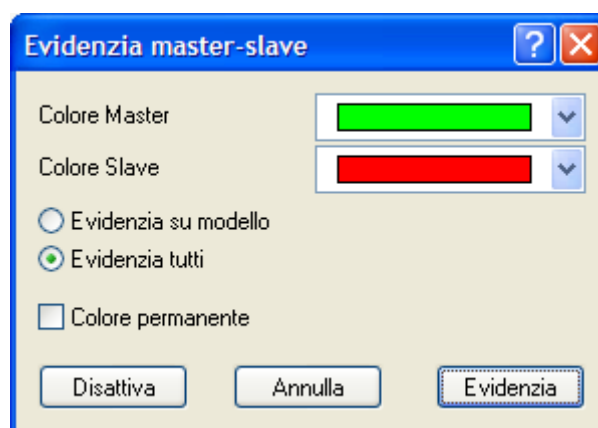
Scegliendo la casella **Evidenzia tutti**, vengono evidenziati tutti gli elementi a cui è associato un nodo k e tutti i relativi nodi k.

## Evidenziare i nodi Master e Slave

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Master/slave...** oppure attivare l'icona **Assegna Master-Slave** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



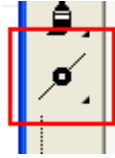
Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con i due colori specificati tutti i nodi che appartengono allo stesso sistema Master-Slave del nodo (Master o Slave) che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo.

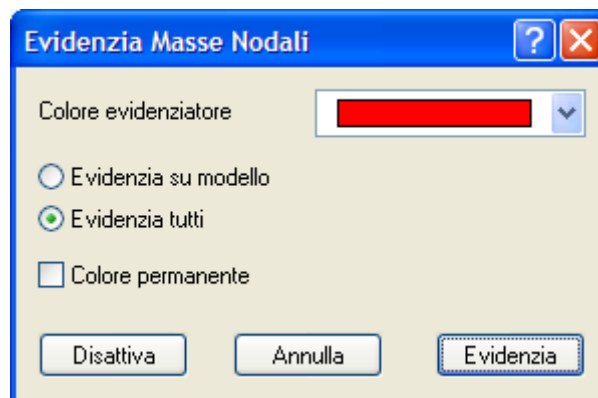
Scegliendo la casella **Evidenzia tutti**, vengono evidenziati tutti i nodi che fanno parte di sistemi Master-Slave.

## Evidenziare le masse sui nodi

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Masse nodali...** oppure attivare l'icona **Assegna masse nodali** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



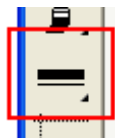
Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con il colore voluto tutti i nodi a cui è assegnata una massa identica a quella del nodo che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo.

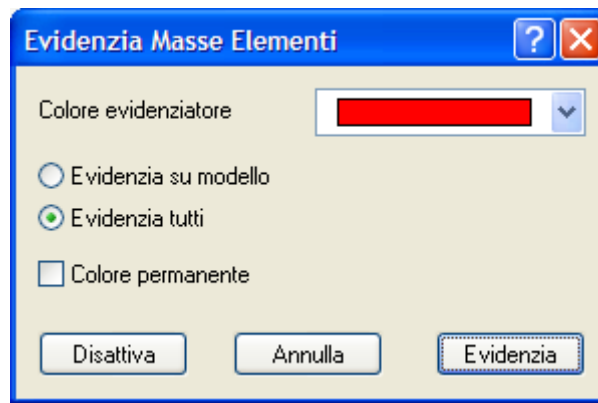
Scegliendo la casella **Evidenzia tutti**, vengono evidenziati tutti i nodi a cui è assegnata una massa.

## Evidenziare le masse sugli elementi

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Masse elementi...** oppure attivare l'icona **Assegna masse elementi** della palette tenendo premuto il tasto **Shift**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



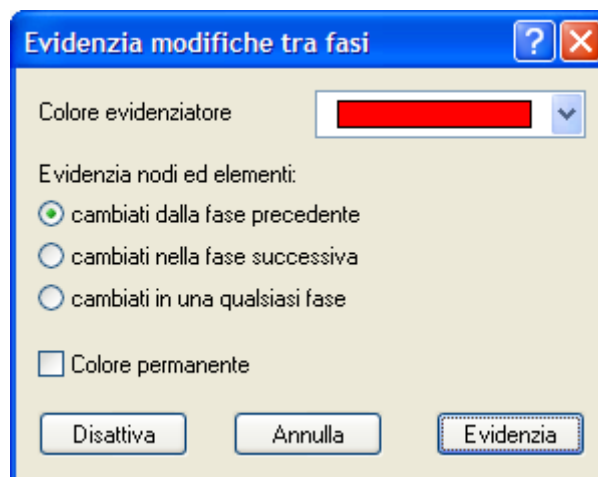
Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

L'evidenziamento su modello consente di evidenziare con il colore voluto tutti gli elementi a cui è assegnata una massa identica a quella dell'elemento che si sceglierà dopo aver chiuso il dialogo.

Scegliendo la casella **Evidenzia tutti**, vengono evidenziati tutti gli elementi a cui è assegnata una massa.

## Evidenziare le modifiche tra le fasi

Scegliere la voce di menu **Dati > Evidenzia > Modifiche tra fasi...** Viene mostrato il dialogo in figura:



Per una descrizione generale del dialogo, vedere la sezione [Evidenziamento](#).

La funzione evidenzia con il colore scelto, in base alla casella attiva, gli elementi ed i nodi del modello cambiati rispetto alla fase precedente a quella corrente, cambiati nella fase successiva a quella corrente oppure che hanno modifiche in una fase qualunque del modello.

## Analisi del modello

Dopo aver definito la [geometria del modello](#) ed aver [assegnato i dati](#) a nodi ed elementi, può essere eseguita l'analisi ad elementi finiti del modello, secondo il metodo più consono al problema tra quelli disponibili, lineari e non lineari:

- [Analisi statica](#)
- [Analisi dinamica](#) (modale, sismica), anche [per effetti del secondo ordine](#)

- Analisi non lineari per Earthquake Engineering
- [Analisi di instabilità](#)

La disponibilità di alcuni di questi metodi è soggetta al tipo di licenza di cui è in possesso l'utente.

Si ricorda che le finalità delle analisi non lineari sono generalmente piuttosto diverse da quelle delle analisi lineari: mentre queste ultime possono essere adatte anche per gestire modelli completi, complessi e definitivi della struttura, le analisi non lineari sono tipicamente utilizzate per valutare in modo più preciso e puntuale piccole parti di una struttura più estesa, al fine di comprendere meglio comportamenti ed eventuali errori nella progettazione a livello locale.

Per le loro caratteristiche, le analisi avanzate si prestano quindi all'utilizzo come ausilio nelle fasi di progettazione, più che come strumenti di verifica globale e finale delle soluzioni adottate, compito a cui assolvono più agevolmente le analisi lineari.

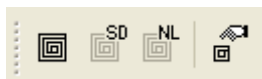
Oltre a diversi metodi di analisi, Nòlian mette a disposizione diversi [metodi di fattorizzazione](#), da valutare soprattutto nelle analisi non lineari.

## Metodi di fattorizzazione

Una delle fasi più importanti ed onerose dell'analisi di un modello è la fattorizzazione della matrice di rigidezza, allo scopo di poter risolvere agevolmente il sistema di equazioni che modella il problema.

Nòlian dispone di tre metodi di fattorizzazione: *skyline*, *sparse in-core*, *sparse out-of-core*. Tutti i metodi si basano sul metodo di fattorizzazione di Cholewsky multifrontale con ordinamento per grado minimo.

Per scegliere il metodo di fattorizzazione da utilizzare, scegliere la voce di menu **Analisi > Opzioni...** oppure fare un doppio clic sulla maggior parte degli strumenti di assegnazione dei dati nella palette, oppure scegliere il bottone **Opzioni analisi...** della toolbar **Analisi**:



Nel dialogo di preferenze che si apre, scegliere il pannello **Metodi e damping**:

### **Metodo skyline**

È uno dei metodi storicamente adottati nell'analisi ad elementi finiti, adatto a problemi di dimensioni contenute e alle analisi lineari statiche e dinamiche.

Si basa sul riconoscimento del "profilo" (skyline) dei valori non nulli intorno alla diagonale della matrice, tutti contenuti in una banda di dimensione minima: in questo metodo tutti e soli i valori di questa banda (compresi quelli nulli) vengono tenuti in memoria (centrale o su disco) per effettuare la fattorizzazione e i successivi calcoli.

I valori da memorizzare vengono quindi divisi in blocchi di dimensione fissata, che vengono memorizzati su disco. Durante le fasi dell'analisi vengono di volta in volta caricati in memoria solo i blocchi necessari, in modo che non venga mai superata la soglia della memoria fisicamente disponibile nel computer.

Nonostante la matrice venga costruita sempre minimizzando la dimensione della banda, in alcuni problemi potrebbe essere raggiunta una soglia superiore per l'indirizzamento dei dati nel computer (usualmente 2GB) e il metodo risulterebbe inadeguato. In questi casi è necessario utilizzare uno dei metodi *sparse*.

### **Metodi sparse**

Sono metodi di recente sviluppo, adatti a problemi di ogni dimensione e tipo, particolarmente efficienti per analisi avanzate modelli di grandi dimensioni.

Si basano sulla memorizzazione dei soli valori non nulli della matrice: se il numero di valori non nulli viene minimizzato in modo efficiente e la matrice viene riordinata in modo opportuno, si ottengono una occupazione di memoria molto inferiore e prestazioni di calcolo molto superiori a quanto possibile con il metodo skyline (differenze tra uno e due ordini di grandezza sono comuni).

Nòlian offre due metodi sparse: uno *in-core* e uno *out-of-core*. I nomi derivano dal fatto che il primo utilizza, per mantenere tutti i dati, esclusivamente la memoria centrale (*core*); il secondo, al contrario, immagazzina i dati su disco e lavora per blocchi, in modo analogo al metodo skyline.

Poiché il metodo sparse in-core utilizza solo la memoria centrale è soggetto, come il metodo skyline, al limite sull'indirizzamento dei dati. Esso risulta comunque molto superiore a quello riscontrato col metodo skyline Poiché quest'ultimo è normalmente molto penalizzato dalla presenza dei valori nulli.

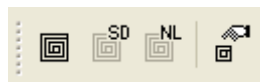
Il metodo sparse in-core lavora indifferentemente su memoria fisica o virtuale, gestita dal sistema operativo: in quest'ultimo caso si avverte però un netto calo di prestazioni, Poiché in effetti l'uso della memoria virtuale corrisponde ad un algoritmo out-of-core non ottimizzato e ignaro della struttura di più alto livello. Per questo motivo si consiglia di utilizzare questo metodo in tutti i casi in cui la memoria richiesta rimanga sotto la soglia di quella effettivamente disponibile nel sistema. Per problemi di dimensioni superiori il metodo out-of-core offre prestazioni decisamente superiori.

Il metodo sparse out-of-core è quello più adatto per problemi di dimensione molto grande. La soglia sull'indirizzamento dei dati è molto maggiore di quella degli altri metodi e la gestione dei blocchi è molto ottimizzata rispetto a quella del metodo skyline.

**Testo di riferimento:** *J.S. Duff, A.M. Erisman, J.K. Reid "Direct Methods for Sparse Matrices", Oxford Science Publications.*

## Analisi statica

Per eseguire l'analisi statica lineare, scegliere la voce del menu **Analisi > Statica** o l'icona **Analisi statica** della toolbar **Analisi**:



L'analisi può essere interrotta in ogni momento premendo il tasto **Esc**.

L'analisi viene eseguita utilizzando il [metodo di fattorizzazione](#) specificato nelle preferenze.

Se il modello non è mai stato salvato, al termine dell'analisi viene chiesto il nome del file su cui memorizzare il modello ed i risultati calcolati.

## Analisi dinamica

L'analisi dinamica si compone di un'analisi modale e di un'analisi spettrale.

L'analisi modale determina gli autovettori e gli autovalori (e quindi i periodi propri) della matrice dinamica della struttura, secondo un metodo di *subspace iteration*.

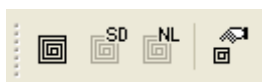
L'analisi spettrale è una tecnica comune per l'analisi sismica. Essa determina una accelerazione di progetto in funzione dei periodi propri determinati dall'analisi modale, secondo una funzione assegnata dall'utente, detta *spettro di risposta*.

Nell'uso comune lo spettro di risposta è tratto dalla normativa di riferimento per il progetto della struttura. Nòlian permette di generare spettri di risposta compatibili con la normativa italiana a partire da parametri specificati dall'utente. Vedere [Generazione degli spettri di risposta](#).

Al termine dell'analisi spettrale viene calcolato l'involuppo dei contributi trovati per ogni modo di vibrare, secondo il metodo di combinazione scelto: *SRSS* o *CQC* (cfr. [Metodi di combinazione modale](#)).

Il tipo di analisi effettuato è normalmente lineare. Opzionalmente è disponibile l'[analisi dinamica per effetti del secondo ordine](#) (P-Delta).

Per eseguire l'analisi dinamica, necessariamente preceduta da un'analisi statica opportuna, scegliere la voce del menu **Analisi > Statica e dinamica** o l'icona **Analisi statica e dinamica** della toolbar **Analisi**:



L'analisi può essere interrotta in ogni momento premendo il tasto **Esc**.

L'analisi viene eseguita utilizzando il [metodo di fattorizzazione](#) e i [parametri per l'analisi dinamica](#) specificati nelle preferenze

Se non sono stati assegnati spettri di risposta nelle preferenze, vengono richiesti durante l'analisi. Se l'assegnazione viene annullata, viene eseguita solo l'analisi modale ma non quella spettrale.

Se il modello non è mai stato salvato, al termine dell'analisi viene chiesto il nome del file su cui memorizzare il modello ed i risultati calcolati.

### Analisi per la componente verticale dell'azione sismica

Molto spesso un'analisi per la componente verticale dell'azione sismica non soddisfa la percentuale richiesta di masse attivate. Ciò in genere è dovuto all'elevata rigidità assiale degli elementi verticali.

In questi casi le normative consentono di eseguire analisi delle sole parti della struttura interessate dalla componente verticale del sisma: questo significa in molti casi la creazione, per eliminazione delle masse non coinvolte, di un nuovo modello, i cui risultati dell'analisi possono essere combinati a quelli del modello di partenza attraverso le [funzioni MultiStage](#)

### Analisi dinamica per effetti del secondo ordine

Utilizzando il [metodo di fattorizzazione sparse](#) è possibile attivare, nel pannello di [preferenze](#), l'opzione per includere gli effetti del secondo ordine della matrice di rigidità geometrica degli elementi nell'analisi dinamica.

Il metodo effettua un'analisi statica lineare per calcolare gli sforzi assiali in tutti gli elementi; quindi esegue un'analisi modale con la matrice di rigidità che include le matrici di rigidità geometrica degli elementi.

All'avvio dell'analisi dinamica, se attiva l'opzione per gli effetti del secondo ordine, si apre un dialogo che offre due possibilità. Può essere calcolata automaticamente una combinazione dei carichi gravitazionali secondo i tipi di carico assegnati, oppure si può selezionare la condizione di carico per cui calcolare gli sforzi assiali negli elementi.

Questo metodo è comunemente detto, nella terminologia dell'ingegneria civile, "metodo P-Delta", con riferimento però ad un approccio di tipo più ingegneristico: l'effetto P-Delta può infatti essere linearizzato. La soluzione del problema è quindi diretta ed esatta, senza dover utilizzare un metodo iterativo, nelle strutture edili dove le forze verticali restino costanti durante lo spostamento laterale e lo spostamento globale si può assumere piccolo rispetto alle dimensioni dell'edificio (rif.: [Edward L. Wilson, "Three Dimensional Static and Dynamic Analysis of Structures", Computer and Structures, Inc. Berkeley, California](#)).

Questo metodo consente una più esatta valutazione delle sollecitazioni:

- i periodi propri vengono calcolati tenendo conto dello sforzo assiale nelle membrature (negli edifici lo sforzo assiale tende ad allungare il periodo di vibrazione);
- gli spostamenti e le forme modali ed i periodi ottenuti tengono conto automaticamente del softening della struttura;
- gli sforzi nelle membrature soddisfano le condizioni di equilibrio considerando gli effetti P-Delta;
- non è necessario, per la verifica delle membrature, valutare la "lunghezza libera di inflessione", che si assume pari alla lunghezza fisica dell'elemento;
- eventuali fenomeni di instabilità *globale* vengono evidenziati dal metodo (la matrice risulta non definita positiva);



- è possibile valutare l'ampiezza degli effetti P-Delta: un confronto con un'analisi che non tenga conto di tali effetti consente di valutare l'efficacia della struttura

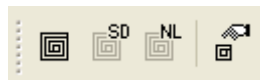
<<p>**Nota sull'angolo di sbandamento per effetti del secondo ordine.** Esaminiamo la nota relazione  $Pd/Vh$ . Per analisi lineari si ha sempre  $d=0$  ( $d$  = spostamento per effetti del secondo ordine) e quindi il momento agente è legato al fattore  $V$  ed  $h$ . L'incremento del momento per effetti del secondo ordine rispetto a quelli lineari è sostanzialmente un indicatore di fattore di instabilità. Poiché quest'analisi è in grado di valutare fenomeni di instabilità. Inoltre la vigente normativa recita (§ 7.3.1): "Le non linearità geometriche sono prese in conto attraverso..." e indica un metodo semplificato. Impiegando l'analisi dinamica con effetti del secondo ordine le non linearità geometriche sono prese in conto in modo corretto e quindi a nostro avviso le verifiche semplificate di normativa sono comunque soddisfatte.

Per comprendere meglio l'influenza della forza assiale sui periodi propri si pensi al caso delle corde di una chitarra: in questo caso solo tenendo conto delle forze assiali (di trazione), si otterrà la frequenza propria della corda.

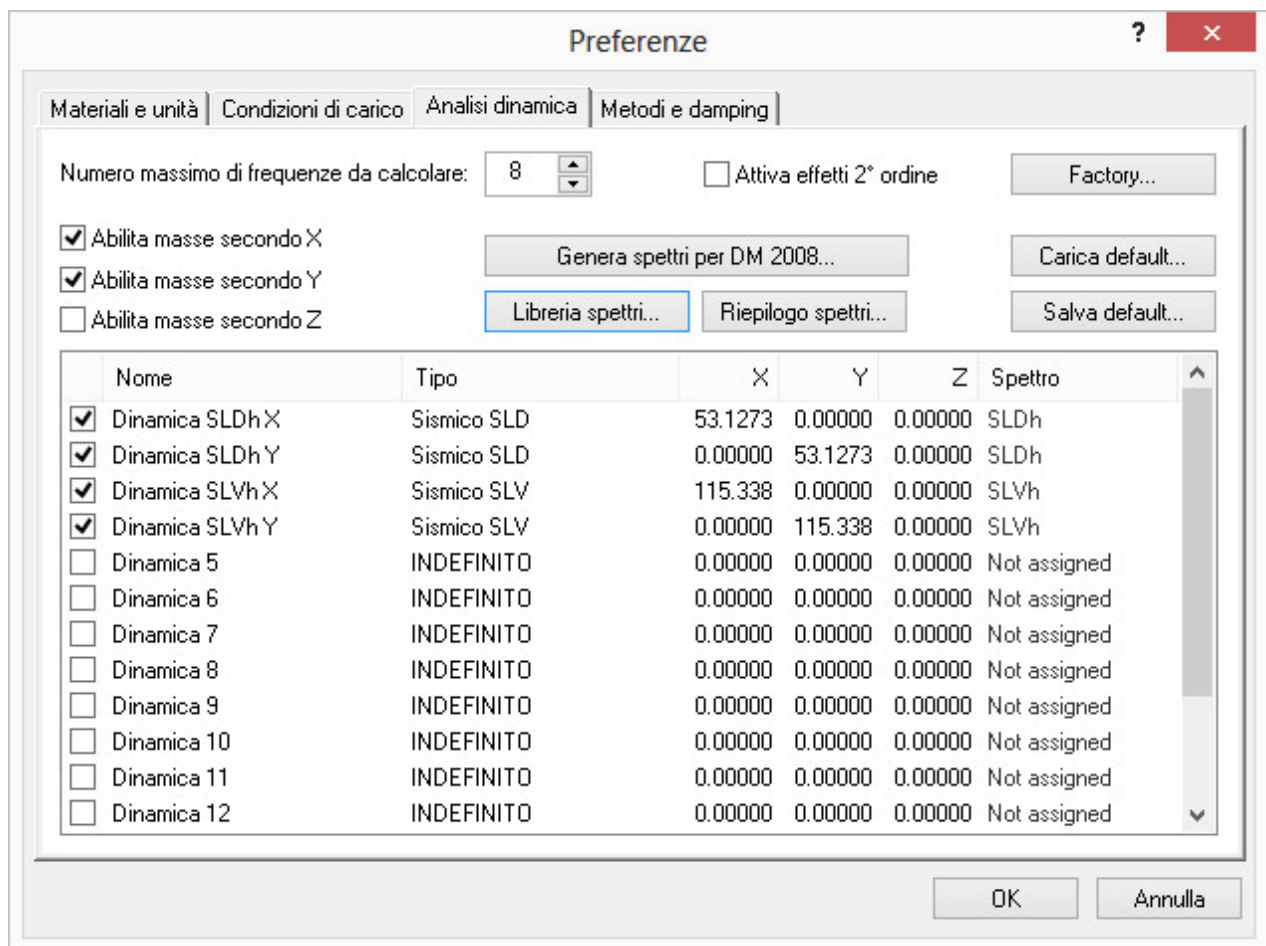
**Nota:** questa analisi supporta gli elementi finiti di tipo trave, asta e guscio (solo a quattro nodi). Se il modello contiene tipi di elementi diversi (ad esempio travi di fondazione) non viene generato alcun errore, ma per tali elementi gli effetti non lineari non vengono considerati.

## Parametri per l'analisi dinamica

I parametri dell'analisi dinamica sono tutti accessibili nel dialogo di preferenze dell'analisi che si apre scegliendo la voce di menu **Analisi > Opzioni...**, con un doppio clic sulla maggior parte degli strumenti di assegnazione della palette o dall'icona **Opzioni analisi...** della toolbar **Analisi**:



La maggior parte dei parametri sono contenuti nel pannello **Dinamica**, mostrato in figura:



Per i parametri che riguardano la combinazione modale, si rimanda alla sezione [Metodi di combinazione modale](#).

### Numero di autovalori da calcolare

Poiché il metodo di analisi modale è iterativo, va indicato, nel pannello **Dinamica** delle preferenze, il numero massimo di periodi propri da calcolare per limitare il tempo di calcolo.

Il numero massimo di periodi propri da calcolare dipende dal modello ed è tipicamente legato alla percentuale di massa eccitata: va scelto un numero di periodi tale che la maggior parte della massa della struttura risulti eccitata.

In strutture intelaiate in cui è impiegato il metodo Master–Slave per modellare impalcati rigidi, si usa tipicamente chiedere tre modi di vibrare per impalcato: per una struttura con tre impalcati andrebbero quindi chiesti un massimo di nove periodi propri.

**Nota:** il numero di autovalori calcolati non è mai inferiore a tre e mai superiore alla metà dei gradi di libertà del modello, per assicurare precisione e velocità di convergenza adeguati. Per questo motivo il numero di autovalori calcolati potrebbe essere inferiore al numero richiesto.

### Attivazione delle componenti delle masse

Per controllare velocemente i gradi di libertà lungo cui attivare o meno le masse associate a nodi ed elementi, il pannello **Dinamica** delle preferenze contiene tra caselle **Abilita massa secondo X, Y, Z**.

Sebbene sui nodi i gradi di libertà possano essere dissociati direttamente agendo sulle [assegnazioni](#), l'uso di queste caselle è necessario per stabilire i gradi di libertà attivi per le masse associate agli elementi e comunque permette una rapida attivazione o disattivazione che può anche avere carattere solo temporaneo.

## Effetti del 2° ordine

Attivando la casella **Attiva effetti 2° ordine**, disponibile solo se il [metodo di fattorizzazione](#) corrente è di tipo *sparse*, viene effettuata un'analisi sismica che tiene conto di questi effetti (cfr. [Analisi dinamica per effetti del secondo ordine](#)).

## Definizione delle analisi spettrali

Nòlian permette di eseguire contemporaneamente fino a sedici analisi spettrali. Ognuna può avere nome, tipo, vettore di azione sismica e spettro di risposta diversi e indipendenti dalle altre.

La definizione delle analisi spettrali da eseguire avviene attraverso la tabella presente nel pannello **Dinamica** delle preferenze di analisi. Le analisi da effettuare sono contrassegnate da una spunta all'inizio di ogni riga della tabella.

I nomi vengono utilizzati per identificare i risultati delle analisi. Quelli predefiniti sono "Dinamica 1", "Dinamica 2" e così via, ma possono essere modificati a piacimento dall'utente, selezionando la riga della tabella corrispondente e quindi cliccando sul nome.

Il tipo, se assegnato, viene copiato sui risultati corrispondenti all'analisi spettrale e utilizzato dai post-processor. Tipicamente assume il valore *Sismico SLD* o *Sismico SLU*.

La funzione dello spettro di risposta si intende normalizzato a meno della accelerazione. Il vettore tridimensionale di accelerazione va assegnato per ogni analisi spettrale da eseguire e indica le componenti di azione sismica nelle tre direzioni. Il modulo dell'accelerazione è in genere indicato dalle normative. Ad esempio, se  $a=98.1 \text{ cm/sec}^2$  e si vogliono due azioni ortogonali ondulatorie, si può assegnare il vettore  $[98.1, 0, 0]$  a "Dinamica 1" e  $[0, 98.1, 0]$  a "Dinamica 2". Se si ha anche un'azione sussultoria si può infine assegnare  $[0, 0, 98.1]$  a "Dinamica 3".

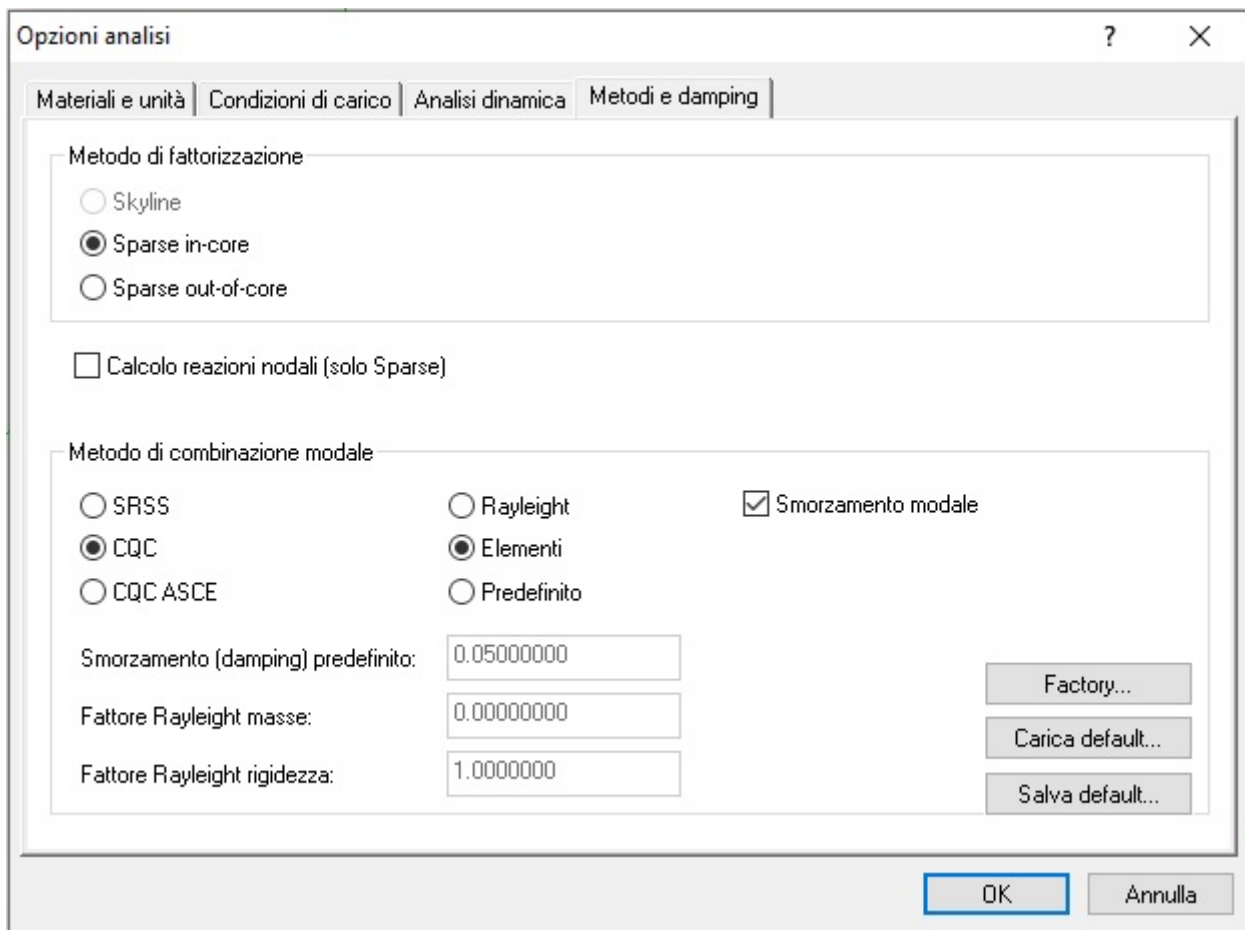
Per ogni analisi spettrale da eseguire può essere assegnato una diversa funzione di spettro di risposta. Ogni funzione è contenuta in un [Archivio degli spettri di risposta](#)

Per assegnare uno spettro ad un'analisi spettrale, fare un clic col tasto destro del mouse sulla casella dello spettro della riga voluta: le voci del menu contestuale che appare permettono di scegliere uno spettro, assegnare lo spettro selezionato a tutte le altre analisi spettrali, selezionare uno degli spettri assegnati alle altre analisi per l'analisi selezionata.

Il bottone "Spettri" consente di accedere al dialogo per la [gestione dell'archivio degli spettri](#). Il bottone "Genera spettri per DM18" consente di accedere al dialogo per [generare automaticamente](#) tutti gli spettri necessari secondo DM18 e associarli alle condizioni dinamiche.

## Metodi di combinazione modale

I contributi ai risultati calcolati per ogni modo di vibrare nell'analisi dinamica vengono combinati secondo il metodo di sovrapposizione modale specificato dall'utente nel pannello **Metodi e damping** delle preferenze di analisi:



I metodi disponibili sono l'**SRSS** (*square root of sum of square*, somma in media quadratica), il **CQC** (*complete quadratic combination*, combinazione quadratica completa, secondo l'Eurocodice 8) e il CQC secondo la normativa americana (*ASCE*).

Il metodo CQC è basato, come esposto nell'appendice D dell'Eurocodice 8: "Variabilità spaziale e componenti rotazionali del moto sismico, sugli smorzamenti modali assegnati agli elementi, secondo il metodo di Der Kiureghian. Questo metodo ha il grande pregio di consentire di considerare smorzamenti modali diversi e anche, secondo quanto previsto dal DM18, al caso di smorzamenti modali uguali per tutti gli elementi.

Lo smorzamento modale può essere assegnato in tre modi:

- Un fattore di smorzamento eguale per tutti i modi
- Uno smorzamento secondo Rayleigh tramite due coefficienti
- Assegnando, insieme alle masse sugli elementi, il fattore di smorzamento

Il coefficiente è assegnato come frazione dello smorzamento critico e quindi con valori compresi tra 0 ed 1 e non è assegnato in percentuale. Ad esempio 0.05 e non 5%.

Nel caso dello smorzamento assegnato agli elementi, lo smorzamento modale è ottenuto in relazione all'energia di deformazione come segue:

$$\zeta_j = \frac{\sum^m \zeta_m E_m}{\sum^m E_m}$$

dove  $E_m = 0.5 * \Phi^T K_m \Phi$

Per il calcolo dei fattori di accoppiamento modale si opera come segue.

Indicando con  $r = \omega_m / \omega_N$  e con  $\zeta_m$  lo smorzamento viscoso per il modo m-esimo, si ha:

$$\rho_{mn} = \frac{8 r^{3/2} (\zeta_m + r \zeta_n) \sqrt{\zeta_m \zeta_n}}{(1 - r^2)^2 + 4 \zeta_m \zeta_n r (1 + r^2) + 4 r^2 (\zeta_m^2 + \zeta_n^2)}$$

Nel caso di smorzamento viscoso eguale per ogni modo si ha  $\zeta_m = \zeta_n = \zeta$ , l'espressione si riduce a:

$$\rho_{mn} = \frac{8 r^{3/2} \zeta^2}{(1 + r) [(1 - r)^2 + 4 r \zeta^2]}$$

I due metodi CQC sono disponibili solo se il [metodo di fattorizzazione](#) scelto è di tipo *sparse*.

### Smorzamenti modali degli elementi

Gli smorzamenti modali (o *damping*) degli elementi sono assegnati nel pannello **Metodi e damping** delle preferenze di analisi.

Un valore diverso da quello predefinito può essere assegnato ai singoli elementi nel dialogo di [assegnazione delle masse agli elementi](#):

**Masse elementi**

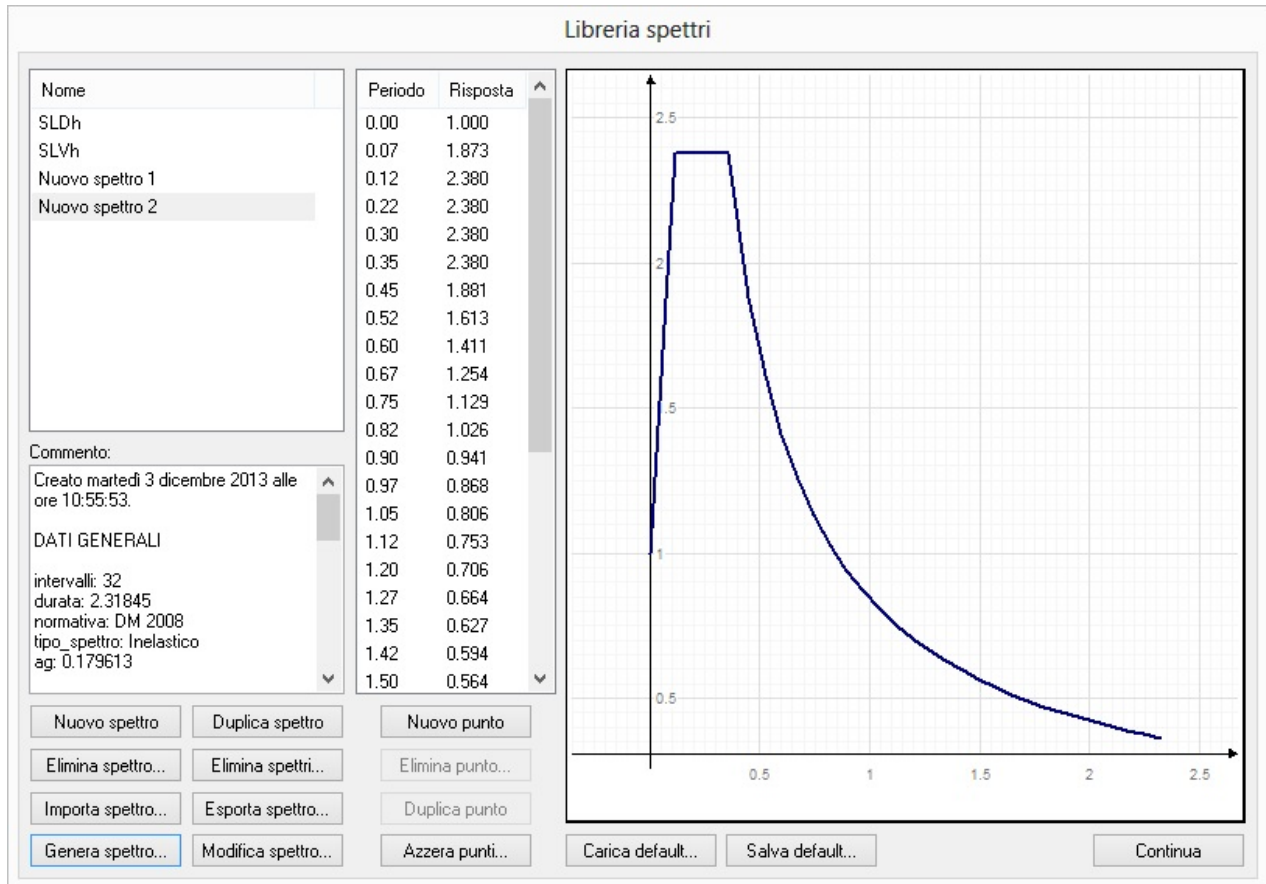
Densità di massa	0.000002548420
Massa distribuita	0.000000000000
Smorzamento	0.050000000000

Non modificare in conversione da carichi

Annulla      Continua

Gli smorzamenti modali sui nodi sono calcolati in base a quelli assegnati agli elementi di cui sono estremi.

## Archivio degli spettri di risposta



Questo dialogo consente la gestione dell'archivio degli spettri. È possibile quindi effettuare le normali funzioni di creazione di un nuovo spettro per assegnazione numerica dei valori, di editing di uno spettro, di cancellazione, di duplicazione. Un grafico consente di visualizzare la funzione dello spettro. Da questo dialogo è possibile accedere immediatamente alle funzioni di [generazione automatica](#) degli spettri secondo normativa.

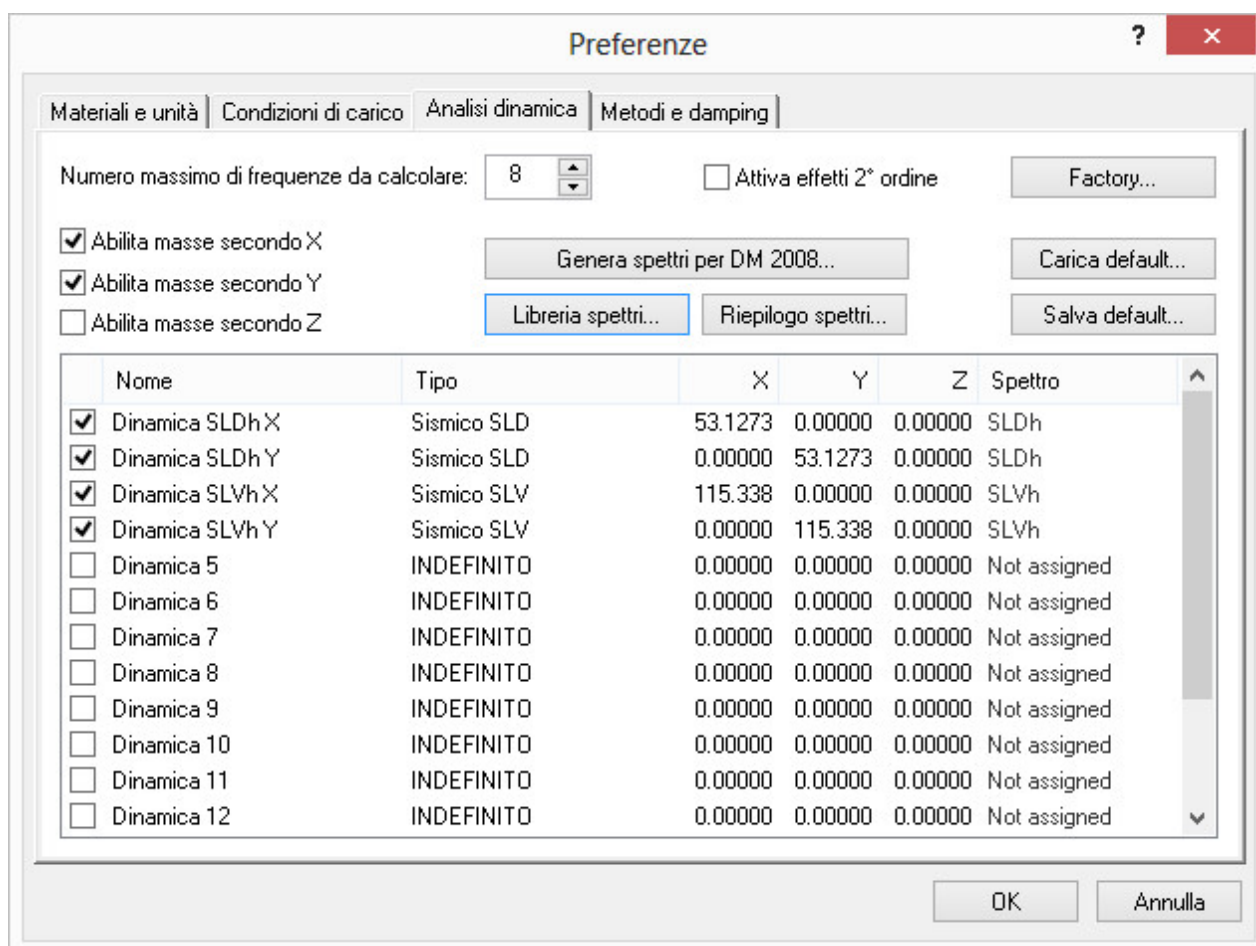
### Nota bene

Per mantenere una perfetta congruenza tra dati e risultati, se si modifica uno spettro usato in una precedente analisi, i risultati di questa vengono cancellati in quanto non più congruenti con lo spettro dopo la modifica. Ciò garantisce da accidentali azioni che possano far perdere tale correlazione.

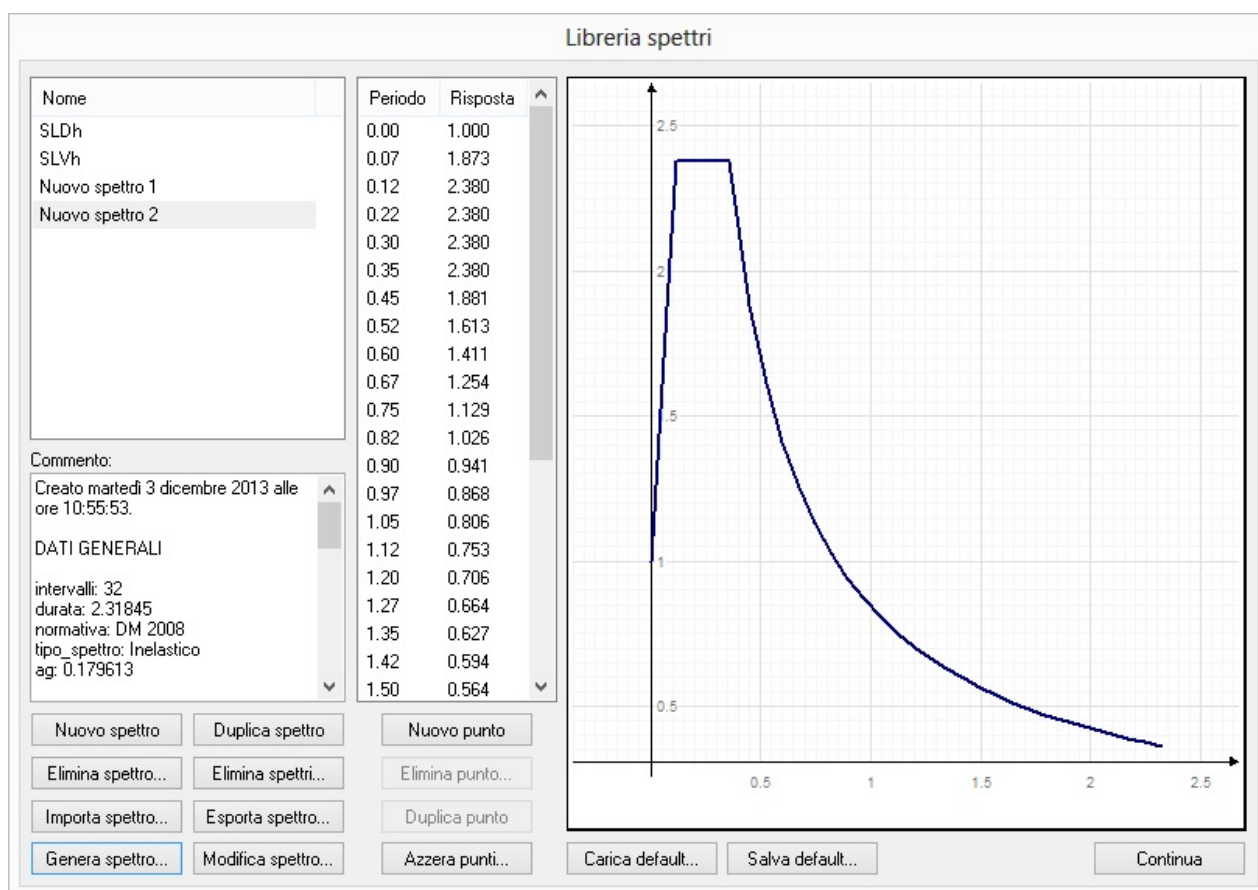
## Generazione degli spettri di risposta

Nòlian impiega un archivio di spettri di risposta ([vedi](#)).

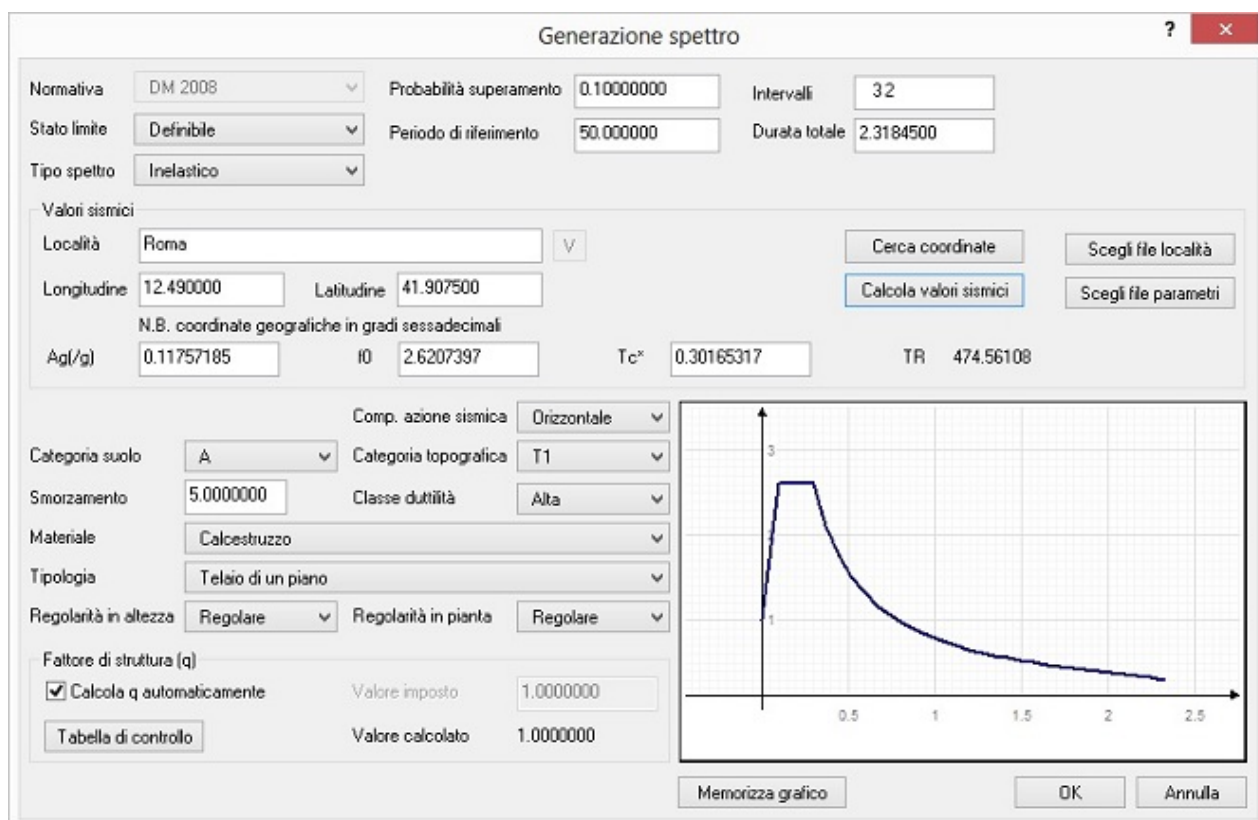
A questo dialogo si accede normalmente dal dialogo delle azioni dinamiche



Premendo il bottone Libreria spettri si accede al dialogo di [gestione dell'archivio](#) e da tale dialogo è possibile, generare uno spettro come coppia di valori in modo del tutto generale, oppure, attivare il dialogo qui di seguito descritto in modalità di generazione di uno spettro secondo DM18. Tale spettro viene archiviato e può essere gestito dal dialogo stesso. cioè, se si usa questa modalità, si può generare qualsiasi spettro sia assegnandolo come coppia di valori periodo-accelerazione sia con lo strumento per la gestione degli spettri secondo DM18. In ogni caso va notato che gli spettri voluti e archiviati vanno successivamente associati alle azioni dinamiche nel dialogo apposito. Ciò, tra l'altro consente anche di avere spettri DIVERSI per diverse direzioni del sisma.



Premendo il bottone Genera spettro si accede al dialogo in modalità di generazione automatica ed eventuale assegnazione a tutti gli spettri e dei parametri di analisi dinamica previsti dal DM18.





I dati per la generazione del file di spettro sono affidati a un dialogo al quale si accede dai dialoghi della [gestione dell'archivio degli spettri](#) o dal dialogo di assegnazione dei [parametri per l'analisi dinamica](#). I dati da assegnare sono intuitivi e previsti dalla normativa e quindi non riteniamo necessitino di commento. La normativa prevista è attualmente il DM18. I parametri  $A_g$ ,  $f_0$  e  $T_c^*$  sono previsti dal DM18 e da esso sono resi disponibili su una griglia geografica. L'assegnazione di tali parametri può essere fatta automaticamente desumendoli dalla tabella di normativa. Con il programma è disponibile la tabella, in formato file di testo, con i dati della normativa. Il bottone Salva consente di mettere in archivio i dati dello spettro.

Il fattore  $q$  può essere calcolato automaticamente dai parametri detti ma può anche essere assegnato direttamente per casi non previsti dai dati di normativa. Si ricorda che gli spettri anelastici dipendono dal fattore "q". Disattivando il check-box Calcola automaticamente, il fattore non viene più calcolato automaticamente ma può essere assegnato e la assegnazione non è alterata dalle assegnazioni degli altri parametri. È anche utile conoscere questo fattore, quando viene calcolato automaticamente, per la valutazione degli spostamenti relativi dei nodi.

I valori del coefficiente di struttura assegnati automaticamente in base alla tipologia e ai criteri di regolarità sono riportati nelle seguenti tabelle. Se si desidera o si rendesse necessario assegnare coefficienti diversi da questi, si ricorda che è sempre possibile assegnare, con le modalità già dette, il coefficiente che il progettista ritiene più opportuno.

#### Calcestruzzo, bassa duttilità

Tipologia	regolare	irregolare pianta	irregolare altezza	irregolare
Telaio di un piano	3.30	3.15	2.64	2.52
Telaio più piani una campata	3.60	3.30	2.88	2.64
Telaio più piani più campate	3.90	3.45	3.12	2.76
Strutture con solo due pareti non accoppiate	3.00	3.00	2.40	2.40
Altre strutture a pareti non accoppiate	3.00	3.00	2.40	2.40
Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti	3.60	3.30	2.88	2.64
Strutture deformabili torsionalmente	2.00	2.00	1.60	1.60

#### Calcestruzzo, alta duttilità

Tipologia	regolare	irregolare	irregolare	irregolare
-----------	----------	------------	------------	------------

		pianta	altezza	
Telaio di un piano	4.95	4.73	3.96	3.78
Telaio più piani una campata	5.40	4.95	4.32	3.96
Telaio più piani più campate	5.85	5.17	4.68	4.14
Strutture con solo due pareti non accoppiate	4.00	4.00	3.20	3.20
Altre strutture a pareti non accoppiate	4.40	4.20	3.52	3.36
Strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti	5.40	4.95	4.32	3.96
Strutture deformabili torsionalmente	3.00	3.00	2.40	2.40

Acciaio, bassa duttilità

Tipologia	regolare	regolare pianta	irregolare altezza	irregolare
Telaio di un piano	4.00	4.00	3.20	3.20
Telaio più piani una campata	4.00	4.00	3.20	3.20
Telaio più piani più campate	4.00	4.00	3.20	3.20
Controventi eccentrici più piani	4.00	4.00	3.20	3.20
Controventi concentrici diagonale attiva	4.00	4.00	3.20	3.20
Controventi concentrici a V	2.00	2.00	1.60	1.60

A mensola a pendolo inverso	2.00	2.00	1.60	1.60
Telaio controventi concentrici un piano	4.00	4.00	3.20	3.20
Telaio controventi concen. più piani una campata	4.00	4.00	3.20	3.20
Telaio controventi concen. più piani più campate	4.00	4.00	3.20	3.20
Telaio tamponatura in muratura	2.00	2.00	1.60	1.60

Acciaio, alta duttilità

Tipologia	regolare	irregolare pianta	irregolare altezza	irregolare
Telaio di un piano	5.50	5.25	4.40	4.20
Telaio più piani una campata	6.00	5.50	4.80	4.40
Telaio più piani più campate	6.50	5.75	5.20	4.60
Controventi eccentrici più piani	6.00	5.50	4.80	4.40
Controventi concentrici diagonale attiva	4.00	4.00	.20	3.20
Controventi concentrici a V	2.50	2.50	2.00	2.00
A mensola a pendolo inverso	2.00	2.00	1.60	1.60
Telaio controventi concentrici un piano	4.40	4.40	3.52	3.52
Telaio controventi concen. più piani una campata	4.80	4.40	3.84	3.52

Telaio controventi concen. più piani più campate	5.20	4.60	4.16	3.68
Telaio tamponatura in muratura	2.00	2.00	1.60	1.60

Viene immediatamente rappresentato il diagramma dello spettro di risposta aggiornato ai dati assegnati. Si ricorda che lo spettro, in Nòlian, è "normalizzato" e cioè a meno dell'accelerazione quindi, tipicamente l'accelerazione di picco è unitaria. È possibile memorizzare il diagramma rappresentato agendo sul bottone "Memorizza". Aprendo un altro grafico è possibile il confronto tra spettri ottenuti con differenti parametri. Premendo due volte sul bottone Memorizza, il diagramma memorizzato viene disabilitato.

Il bottone Calcola valori sismici consente di estrarre dalla tabella allegata al DM18 (rilasciata in formato testo con il programma) i valori  $A_g$ ,  $f_0$  e  $T_c^*$  in funzione delle coordinate del punto geografico, della probabilità di eccedenza  $P_v$  e del periodo di riferimento  $V_r$ .

Le coordinate vanno assegnate in gradi sessadecimali.

Il periodo di riferimento (in anni) va assegnato direttamente. La probabilità di eccedenza può essere assegnata direttamente oppure, selezionando lo stato limite voluto dal menu popup posto al lato.

Selezionando lo stato limite voluto, viene settato il valore di probabilità da normativa (DM18). La probabilità va assegnata come numero puro e non come percentuale: a esempio 0.05 e non 5%.

Con scelta dello stato limite viene proposto il tipo di spettro da costruire: elastico o inelastico. Il tipo di spettro così proposto è quello previsto dal DM18 quindi non è necessario modificare questa assegnazione.

In casi particolari (isolamento sismico, analisi pushover, etc.) può essere richiesto l'uso di uno spettro elastico. In questo caso si può selezionare il tipo di spettro voluto (elastico o anelastico) dall'apposito menu.

Al termine della ricerca, i valori trovati vengono riportati per un controllo immediato ma vengono anche assegnati dove necessario per poter eseguire immediatamente la costruzione dello spettro.

Le coordinate geografiche delle località italiane possono essere ricercate automaticamente inserendo il nome della località e accedendo a un file di testo anch'esso rilasciato con il programma. In caso di omonimia, si attiva il controllo a freccia accanto al campo del nominativo della località permettendo di scorrere i valori delle località omonime. La tabella dei dati geografici non è stata controllata per ogni singola località e non sono disponibili dati ufficiali quindi si raccomanda di controllarne la correttezza prima di impiegarli. Ovviamente per località di grande estensione le coordinate si riferiscono solo a un punto di tale località.

Alla località è associata la **zona sismica** che viene mostrata a dialogo.

## Generazione automatica degli spettri secondo DM18

Dal dialogo delle preferenze dinamiche, premendo Genera spettri per DM 2018, si accede ad un dialogo del tutto analogo a quello descritto nel capitolo [Generazione degli spettri di risposta](#) il quale però consente di generare automaticamente gli spettri per tutti gli stati limite previsti dalla normativa e di assegnarli alle condizioni dinamiche.

**Generazione spettri multipli** ? x

Normativa DM 2008 Intervalli 32  
 Periodo di riferimento 50.000000 Durata totale 2.0000000  
 Genera automaticamente torcenti di piano

**Valori sismici**  
 Località Roma V Cerca coordinate Scegli file località  
 Longitudine 12.490000 Latitudine 41.907500 Zona sismica III Calcola valori sismici Scegli file parametri  
N.B. coordinate geografiche in gradi sessadecimali  
 Ag(g) 0.11757185 I0 2.6207397 Tc\* 0.30165317 TR 474.56108

Classe d'uso 1 Comp. azione sismica Orizzontale  
 Categoria suolo A Categoria topografica T1  
 Smorzamento 5.0000000 Classe duttilità Alta  
 Materiale Calcestruzzo  
 Tipologia Telaio di un piano  
 Regolarità in altezza Regolare Regolarità in pianta Regolare

Fattore di struttura (q)  
 Calcola q automaticamente  
Tabella di controllo

OK Annulla

In questo dialogo, ovviamente, non è disponibile la scelta dello stato limite essendo generati tutti gli spettri necessari e poiché vengono generati più spettri, non è disponibile la visualizzazione del grafico. In questo dialogo, a differenza di quello per la generazione del singolo spettro, è possibile attivare un checkbox per la generazione dei torcenti di piano.

Questa funzione opera come quella accessibile dal menu Funzioni ([vedi](#)), ma il calcolo dei parametri è estremamente automatizzato.

Viene calcolato il primo autovalore. Tramite tale periodo si calcola la risposta spettrale.

Se non si dispone dell'opzione Sparse o vi fossero altre impossibilità nel calcolo del primo periodo, viene adottato un valore di risposta unitario.

L'accelerazione e lo spettro sono quelli assegnati nelle caratteristiche dinamiche. Se tali spettri non fossero disponibili, viene assunta un'accelerazione pari a 0.1 g.

## Generazione delle forze statiche equivalenti

Questa funzione consente di assegnare a una condizione di carico voluta, le forze statiche orizzontali equivalenti all'azione sismica. Inoltre, è in grado di assegnare, sempre ad una condizione di carico voluta, i momenti torcenti di piano assegnandoli agli eventuali nodi master.

Nel dialogo procedere come segue:

- Scegliere la condizione di carico voluta dal menu popup in alto. Se la condizione deve essere generata, si può accedere al dialogo di gestione delle condizioni di carico tramite il bottone Genera.
- Vi sono due modi di operare: assegnare "manualmente" l'accelerazione (PGA) qui detto "moltiplicatore dell'accelerazione" ed il moltiplicatore di questa, R, qui detto "Coefficiente di risposta". In questo caso l'accelerazione sarà data dal prodotto di questi due termini. Se invece si desidera che la risposta venga calcolata tramite un'analisi modale che fornisce il periodo e per la quale si desume la PGA dallo spettro assegnato, premere "Calcola".
- Assegnare il moltiplicatore dell'accelerazione di gravità che è dato dai coefficienti moltiplicativi previsti dalla norma (se è presente uno spettro assegnandolo dal bottone "Assegna spettro...", il moltiplicatore viene assegnato automaticamente), escluso il coefficiente di Risposta, R, che viene assegnato a parte.
- Assegnare il coefficiente di risposta R. Tipicamente esso è unitario. Se si vuole calcolare questo coefficiente, assegnare lo spettro di risposta sulla destra e quindi agire sul bottone Calcola. Il programma esegue un'analisi modale e calcola primo periodo di oscillazione e da questo, impiegando lo spettro assegnato, deriva il coefficiente di risposta R. Quest'ultimo calcolo viene eseguito solo se si ha il metodo Sparse attivo.
- L'accelerazione di gravità è assegnata automaticamente nelle unità di misura del modello.
- La quota del suolo, ovviamente riferita al modello, consente di distinguere le masse che si trovano "sopra" il suolo. Quelle sottostanti questa quota, sono ignorate. Si ricorda che la generazione avviene considerando la struttura posta sul piano globale XY e con elevazione in direzione Z.
- Assegnare la direzione secondo la quale si vogliono assegnare le forze statiche equivalenti. Il menu popup al lato consente di scegliere rapidamente l'asse X o Y. La direzione va assegnata in gradi sessadecimali.
- Il tipo di distribuzione può essere lineare o costante. La distribuzione lineare è quella più usata e serve a simulare l'andamento dovuto al primo modo di vibrare. La distribuzione costante invece è proporzionale alla massa non è dipendente dall'altezza.

Se si sceglie Torcente di piano, vengono generate le forze statiche equivalenti con distribuzione lineare secondo l'altezza e quindi, da queste forze di piano, traslandone il punto di applicazione della quantità percentuale assegnata della larghezza della struttura, viene calcolato il torcente di piano che viene quindi applicato ai nodi master.

Se si richiede un solo torcente, cioè il massimo, i valori per le due direzioni sono già involuppati del 30% come richiesto dalla normativa. Se invece si desiderano due momenti torcenti distinti, calcolati per le due direzioni globali x ed y, e quindi non involuppati, selezionare il checkbox relativo e scegliere la condizione di carico alla quale applicare quest'ultimo torcente.

Perché questa funzione abbia effetto devono essere stati assegnati i sistemi master-slave a ogni piano.

**Per la generazione automatizzata del torcente di piano si veda anche: [Generazione degli spettri di risposta](#).**

La generazione delle forze statiche equivalenti avviene convertendo le masse già assegnate. E quindi essa opera solo se tali masse sono già state assegnate.

## Analisi di instabilità

L'analisi di instabilità, o *buckling*, è implementata in nell'ambiente Earthquake Engineering come un'analisi di instabilità elastica linearizzata, eseguita sul problema:

$$\det (K + m K_G) = 0$$

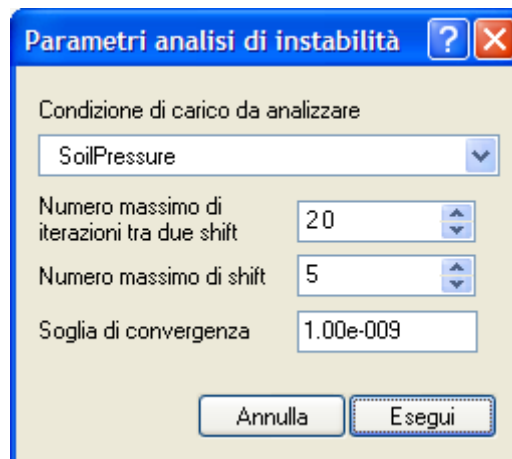
dove  $K$  è la matrice di rigidezza,  $K_G$  la matrice di rigidezza tangente, che contiene i termini del secondo ordine linearizzati nella configurazione iniziale (indeformata), ed  $m$  il più piccolo autovalore del problema, ignoto.

L'autovalore  $m$  corrisponde al moltiplicatore critico dei carichi ed il corrispondente autovettore alla forma di instabilità: infatti la matrice  $K_G$  dipende dai carichi ed  $m$  è il moltiplicatore che, applicato a tutti tali carichi, rende instabile la struttura.

Tale moltiplicatore è lo stesso che comporterebbe una irrisolvibilità per malcondizionamento della matrice durante una analisi non lineare.

### Configurazione e avvio dell'analisi

Per eseguire l'analisi d'instabilità, scegliere la voce del menu **Analisi > Instabilità...** Viene mostrato il seguente dialogo per la configurazione dell'analisi:



Nel dialogo va scelta la condizione di carico su cui eseguire l'analisi, il numero massimo di *shift* (vedere sotto), il numero massimo di iterazioni da eseguire prima di ogni *shift* e il valore utilizzato dal controllo di convergenza.

Il controllo di convergenza viene eseguito sugli autovalori calcolati in due iterazioni successive. Il calcolo termina quando è vera la condizione:

$$(r_n - r_{n-1}) / r_n < \varepsilon$$

dove  $\varepsilon$  è il valore di soglia indicato nel dialogo.

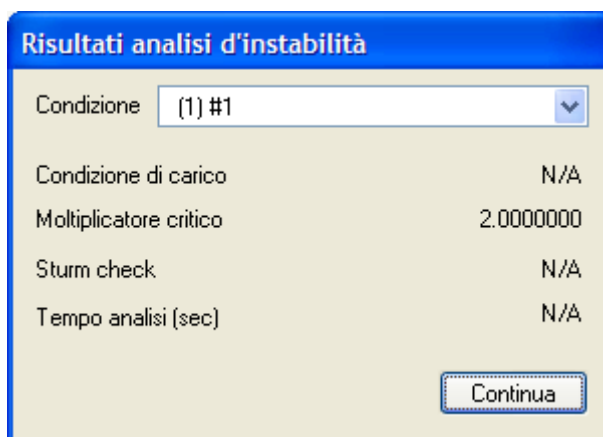
L'analisi può essere interrotta in ogni momento premendo il tasto **Esc**.

L'analisi viene eseguita utilizzando il [metodo di fattorizzazione](#) specificato nelle preferenze.

Se il modello non è mai stato salvato, al termine dell'analisi viene chiesto il nome del file su cui memorizzare il modello ed i risultati calcolati.

Al termine dell'analisi viene visualizzato il valore del moltiplicatore critico calcolato. La corrispondente forma di instabilità può essere invece valutata con il [diagramma delle deformate](#) o con la [mappa degli isospontamenti](#).

I risultati numerici possono anche essere richiamati successivamente dalla voce di menu **Risultati > Risultati instabilità...**. I risultati vengono mostrati in un dialogo simile a quello in figura:



### Tipi di elementi supportati

Non tutti gli elementi finiti di Nòlian sono attualmente dotati di matrice di rigidità geometrica. Se il modello contiene elementi non supportati dal metodo, durante l'analisi essi vengono ignorati. Gli elementi supportati dall'analisi di instabilità sono:

- [asta](#);
- [trave generica](#);
- [trave a doppio T](#);
- [guscio](#) a tre o quattro nodi. Il modulo di elasticità è sempre quello membranale.

### Il metodo di calcolo

Il metodo impiegato per il calcolo dell'autovalore è quello *di iterazione inversa*.

Il metodo è particolarmente sensibile ai casi in cui per la struttura esistano due autovalori molto vicini in valore assoluto: in questi casi la velocità di convergenza può risultare molto ridotta o la soluzione potrebbe non convergere affatto.

Se viene superato il numero di iterazioni specificato dall'utente nel dialogo di configurazione dell'analisi senza raggiungere la convergenza, viene eseguita un'operazione di *shift* (scalamento) sulla matrice (rispetto all'autovalore calcolato nell'iterazione più recente) e il processo viene riavviato.



Ad esempio, il calcolo dell'instabilità flesso-torsionale di una trave con sezione e carico a simmetria verticale corrisponde al calcolo di due autovalori coincidenti in modulo (secondo i due versi di applicazione del carico): si tratta di un problema a lenta convergenza.

### **Ordine dell'autovalore calcolato**

Sebbene il metodo di iterazione inversa utilizzato converga al più piccolo autovalore del sistema, in casi in cui la convergenza è lenta e graduale, la precisione assegnata potrebbe essere raggiunta prima di raggiungere quello minimo: è un caso molto raro ma teoricamente possibile.

Ogni volta che si rende necessaria un'operazione di shift, viene eseguito un controllo sulla sequenza di Sturm, che permette di individuare se l'autovalore a cui si sta convergendo è il più piccolo o no.

In caso vi siano autovalori più piccoli di quello calcolato (e quindi moltiplicatori di carico inferiori), viene indicato nel dialogo dei risultati l'ordine dell'autovalore calcolato, nel campo **Sturm check**: ad esempio, un valore 3 indica che vi sono due moltiplicatori di carico più piccoli di quello mostrato.

### **Segno algebrico del moltiplicatore critico**

Se il moltiplicatore critico calcolato ha segno algebrico negativo, il carico critico ha verso opposto a quello assegnato.

## **Gestione degli errori**

Alcune procedure possono fallire per il determinarsi di una o più condizioni di errore. In questo caso verrà mostrata una finestra contenente l'elenco degli errori che si sono verificati. Ciascun errore è identificato da un codice univoco e riporta una descrizione sintetica. Ove pertinente, gli errori sono corredati da un riferimento all'oggetto in cui si sono verificati e consentono, se selezionati, di evidenziare quest'ultimo nel modello. Per taluni errori può anche risultare visibile la dicitura "Modifica...", che consente l'accesso diretto ad un dialogo per la soluzione del problema.

Se il pulsante "Help" è abilitato, ciò significa che è possibile utilizzarlo per accedere alla specifica documentazione relativa all'errore.

Attivando l'opzione "Evidenzia nel modello", tutti gli oggetti correlati agli errori verranno evidenziati in rosso.

È possibile aprire l'elenco degli errori, se ve ne sono, mediante il comando "Errori..." del menu "Visualizza". L'elenco degli errori viene azzerato ogni volta che si avvia una nuova procedura potenzialmente in grado di produrne di nuovi.

## **Messaggi di errore in analisi**

Durante le analisi vengono fatti controlli sulla plausibilità dei dati e sul condizionamento delle matrici generate. Se tali controlli non danno esito positivo, vengono emessi messaggi di errore opportuni.

I messaggi d'errore più comuni, e le possibili soluzioni, sono descritti in seguito.

### **Memoria insufficiente**

La memoria disponibile non è sufficiente per completare l'analisi.

Questo errore può indicare che il modello è troppo grande per essere analizzato come un unico blocco. Si consiglia di dividere il modello in più blocchi indipendenti da valutare separatamente.

Poiché i moderni sistemi operativi utilizzano uno spazio di memoria virtuale su disco per colmare la carenza di memoria fisica, questo errore potrebbe essere anche dovuto al disco pieno.

#### **Errore d'accesso ad un file**

Indica un errore in lettura o scrittura di un file temporaneo generato dall'analisi.

Potrebbe essere provocato dal disco principale pieno, da un errore di sistema o dalla modifica o cancellazione accidentale di file.

#### **Spazio su disco insufficiente**

Indica che lo spazio sul disco principale non è sufficiente per la creazione dei file temporanei necessari durante l'analisi.

Può essere risolto liberando spazio a sufficienza sul disco principale.

#### **File eccede 2 GB**

Le funzioni di gestione della memoria offerte dal sistema operativo non consentono di trattare blocchi di dati superiori a 2 GB. Questo errore indica che la memoria necessaria per immagazzinare la matrice di rigidità supera questo limite e non è quindi possibile procedere con l'analisi.

Questo problema si presenta soprattutto utilizzando il [metodo di fattorizzazione skyline](#) su modelli molto discretizzati. I metodi di tipo *sparse*, in particolare quello *out-of-core*, non sono normalmente affetti dal problema.

#### **Struttura non connessa**

Indica che nella struttura ci sono almeno due gruppi di gradi di libertà non connessi topologicamente tra loro.

Questo errore viene segnalato in situazioni in cui ci sono più parti della struttura visibilmente non collegate (ad esempio non è possibile trovare alcuna "strada" tra due nodi) ma anche se, ad esempio, due parti della struttura sono connesse da nodi completamente vincolati: in questo caso non ci può essere alcuna dipendenza tra i gradi di libertà delle due parti.

Nel messaggio d'errore viene mostrato anche l'indice del nodo per cui è stato identificato il problema di connessione: esso corrisponde al primo nodo trovato durante l'ordinamento del grafo che non ha alcun grado di libertà connesso a quelli fino a quel momento considerati.

Per risolvere il problema, si consiglia l'uso della rappresentazione dei [lati liberi](#), che permette di individuare facilmente mesh non continue o nodi non connessi. Problemi di incastrati perfetti possono essere invece valutati meglio con la rappresentazione dei [vincoli](#).

#### **Elemento non assegnato**

Indica che non sono state assegnate [caratteristiche](#) all'elemento di indice specificato.

#### **Nodo k sull'asse dell'elemento**

Indica che il [nodo k](#) assegnato all'elemento di indice specificato si trova sull'asse dell'elemento e che quindi il riferimento locale non è definito.

#### **Labilità interna dell'elemento**

Indica che l'elemento di indice specificato è labile, ovvero che la sua matrice di rigidezza contiene valori troppo bassi lungo la diagonale.

Quest'errore è generalmente causato da una assegnazione non corretta dei vincoli interni dell'elemento, ad esempio dal rilascio dei vincoli per la rotazione assiale di entrambi gli estremi di una [trave](#).

#### **Elemento distorto**

Indica che il jacobiano di un elemento è non-definito positivo, in genere in corrispondenza di una geometria troppo distorta dell'elemento.

#### **Elemento non sul piano XY**

Indica che uno o più elementi di tipo [assialsimmetrico](#) o [deformazione piana](#) non giacciono sul piano XY.

#### **Determinante jacobiano non positivo**

Il determinante dello jacobiano di un elemento isoparametrico non è positivo.

L'errore può essere dovuto ad una anomalia dell'elemento ma più frequentemente indica che uno o più elementi di tipo [assialsimmetrico](#) o [deformazione piana](#) non sono stati tracciati in senso antiorario.

#### **Connessione con rigel non ammessa**

Indica che il nodo di indice specificato è estremo di un elemento di tipo [rigel](#) connesso ad un elemento per cui la connessione non è valida, oppure è il nodo Master in un sistema Master-Slave ed è connesso ad un nodo Slave tramite un elemento rigel

#### **Estremi secondari rigel connessi**

Indica che il nodo di indice specificato è secondario per più di un elemento rigel.

#### **Estremi interconnessi tramite rigel**

Indica che il nodo di indice specificato è connesso da un elemento rigel ad un estremo di un elemento elastico di cui esso stesso è estremo.

#### **Connessione con Master-Slave non ammessa**

Indica che il nodo di indice specificato è un nodo Slave in un sistema Master-Slave ed è estremo di un elemento per cui la connessione non è valida.

#### **Carico non ammesso**

Indica che all'elemento di indice specificato è stato assegnato un tipo di carico non supportato dal tipo dell'elemento.

#### **Forza non ammessa su nodo secondario rigel**

È stata assegnata una forza al nodo secondario del rigel di indice specificato.

### **Matrice mal condizionata**

Indica che durante la fattorizzazione si è riscontrato un decadimento della precisione sotto il valore dello "zero algoritmico".

Sono molteplici i fattori che possono condurre ad una matrice mal condizionata: i più frequenti sono la labilità della struttura o una differenza troppo grande tra le rigidzze di differenti parti della struttura.

### **Decadimento di precisione**

Questo messaggio è simile al precedente e ha cause simili, ma deriva da un controllo effettuato durante tutto il procedimento di fattorizzazione e non su singole operazioni.

### **Matrice singolare**

Durante la fattorizzazione si è individuata una condizione di singolarità della matrice di rigidzza.

Questa situazione dipende generalmente da una labilità della struttura.

### **Matrice definita negativa**

Durante la fattorizzazione si è individuata una condizione di definizione negativa della matrice di rigidzza.

Questa situazione può dipendere da una labilità della struttura in un'analisi non lineare in grandi spostamenti ed indicare l'assenza di una configurazione equilibrata.

### **Elemento [X, Y] della diagonale è non positivo**

Il valore della diagonale della matrice di rigidzza relativo al nodo X per il grado di libertà Y è non positivo.

La causa più probabile è la mancanza di rigidzza in un nodo in cui concorrono elementi che non "saturano" tutte le componenti di rigidzza (ad esempio solo elementi [asta](#) che concorrono in un nodo senza adeguati vincoli).

### **Non-numero sulla diagonale**

Indica che un non-numero (NaN secondo definizione IEEE) è stato intercettato prima della fattorizzazione. In alcune situazioni viene indicato anche il nodo ed il grado di libertà corrispondente al valore non valido.

Può essere dovuto alla geometria scorretta di un elemento, prodotta da una autogenerazione o avendo disattivato l'opzione per il [controllo sulla forma degli elementi](#).

### **Non ammessa una sola equazione per blocco**

Per ogni blocco in cui è memorizzata la matrice devono esserci almeno due equazioni.

Il problema potrebbe dipendere dalla memoria insufficiente.

### **Meno di due equazioni**

Non viene effettuata la fattorizzazione di una sola equazione. Il problema deve cioè presentare almeno due gradi di libertà.

### **Convergenza non raggiunta**

Indica che il procedimento iterativo (di estrazione degli autovalori in un'analisi dinamica o quello di un'analisi incrementale) non ha raggiunto la precisione voluta nel massimo numero di iterazioni previste.

Nel caso dell'analisi dinamica, l'errore si presenta raramente ed è normalmente dovuto al cattivo condizionamento della matrice dinamica.

Nel caso di una analisi non lineare, l'errore potrebbe indicare la vicinanza al carico critico per la struttura.

### **Matrice dinamica non-definita positiva**

Indica che la matrice dinamica è mal condizionata, generalmente per differenze eccessive tra i valori delle masse applicate o rispetto ai valori della rigidezza.

### **Numero di autovalori richiesti nullo**

Indica che nei [parametri per l'analisi dinamica](#) è stato richiesto un numero nullo di autovalori da calcolare.

### **Numero di masse inferiore a due**

Indica che le masse sono state assegnate a meno di due gradi di libertà.

Verificare l'[assegnazione delle masse](#) e l'attivazione nei [parametri per l'analisi dinamica](#).

### **Elemento instabile**

Indica che in un'analisi non lineare l'elemento di indice specificato è risultato instabile, ovvero che ha provocato il superamento del carico critico.

## **Gestione dei risultati dell'analisi**

Nòlian consente una grande libertà nel trattamento dei risultati delle [analisi](#): l'utente può in ogni momento interrogarne i valori numerici, generare delle rappresentazioni grafiche qualitative, creare combinazioni...

I risultati delle analisi (spostamenti, sforzi, ecc.) sono raccolti in [blocchi di dati](#), collocati in memoria centrale o su disco, completamente indipendenti, una volta creati, dai dati di partenza: questo permette una gestione molto potente dei risultati in particolare attraverso le funzioni dell'opzione [MultiStage](#).

Per accedere ai valori numerici calcolati dalle analisi, Nòlian offre una serie di funzioni interattive di [interrogazione dei risultati](#): generalmente l'utente seleziona gli oggetti che gli interessano e ottiene finestre di dialogo che mostrano i risultati richiesti.

Il modo più rapido di valutazione qualitativa dei risultati è l'utilizzo di una delle numerose [rappresentazioni grafiche](#) che Nòlian permette di costruire rapidamente a partire dai risultati calcolati: diagrammi dei momenti, rappresentazioni delle deformazioni, mappe di colore basate sugli sforzi...

## **I blocchi dei risultati**

Nella terminologia comune dei programmi ad elementi finiti si usa indicare con il nome della [condizione di carico](#) anche il gruppo di risultati ottenuti dall'analisi e relativi alle azioni definite per tale condizione.

Questa denominazione ha molte limitazioni: ad esempio risulta ambigua nel caso si abbiano, per uno stesso modello, risultati relativi alla stessa condizione di carico ma calcolati da analisi di tipo diverso (una lineare e una non lineare...) o con piccole variazioni del modello (al variare delle caratteristiche o della geometria di un elemento...). Un altro esempio calzante è quello dell'analisi dinamica, che produce risultati non legati a condizioni di carico: in questo caso risulta ancora meno opportuno utilizzare tale terminologia per i gruppi di risultati prodotti.

Per superare queste limitazioni, i gruppi di risultati in Nòlian prendono il nome di **blocchi di risultati**, con riferimento all'insieme dei dati che li compongono e all'indipendenza dalla loro origine.

Questa denominazione risulta più opportuna in tutti i casi in cui si vogliono gestire risultati provenienti da analisi diverse sugli stessi dati o calcolati in passi diversi della stessa analisi di tipo iterativo, oppure per creare combinazioni a partire dai risultati calcolati nell'analisi (o in più analisi diverse).

Il nome di *blocco* è opportuno anche per chiarire che i gruppi di risultati possono essere facilmente spostati, copiati e gestiti come un'unica entità monolitica dall'utente, a prescindere dal loro **tipo**. Essi vengono, a seconda delle occasioni, posizionati in memoria centrale o sul disco, nello stesso documento del modello o su un file temporaneo, in modo generalmente trasparente per l'utente. Per un uso più avanzato l'utente può invece scegliere di visualizzare e gestire direttamente l'elenco di blocchi associati al modello corrente, attraverso il [catalogo dei risultati](#).

## Tipi dei blocchi di risultati

I tipi di risultati disponibili sono elencati nella tabella seguente, in cui è anche mostrato se per un certo tipo l'utente può specificare un nome o un commento personalizzati (dal [catalogo dei risultati](#)) e se può combinare i risultati dello stesso tipo:

Tipo	Nome utente	Commento utente	Combinabile
parametri dell'analisi	NO	NO	NO
spostamenti	SI	SI	SI
sforzi	SI	SI	SI
autovalori	NO	SI	NO
autovettori	NO	SI	NO
coefficienti di partecipazione e fattori di smorzamento	NO	SI	NO
spettri di risposta	NO	SI	NO
risultati analisi instabilità	SI	SI	NO
risultati analisi capacità	SI	SI	NO
reazioni (solo <a href="#">sparse</a> )	SI	SI	NO

La correlazione tra i tipi di analisi e i risultati prodotti è mostrata nella seguente tabella, dove sono indicate anche le sigle delle analisi che appaiono nei dialoghi di [interrogazione dei risultati](#) per identificare il tipo di risultato che si sta visualizzando

Tipo di analisi	Sigla	Risultati prodotti	Numero blocchi generati da una analisi
Statica lineare	STLN	parametri di analisi	1
		spostamenti	1 x Condizione di Carico lineare
		sforzi	1 x CdC lineare
		reazioni	1 x CdC lineare
Statica non-lineare telai	NLTL	parametri di analisi	1
		spostamenti	1
		sforzi	1

		reazioni	1
Statica non-lineare incrementale	NLIN	parametri di analisi	1
		spostamenti	1 x CdC non lineare
		sforzi	1 x CdC non lineare
		reazioni	1 x CdC non lineare
Dinamica spettrale	DYSP	parametri di analisi	1
		autovalori	1
		autovettori	1 x autovalore
		coefficienti di partecipazione e fattori di smorzamento	1
		spettri di risposta	1
		spostamenti	1 x direz. sisma
		sforzi	1 x direz. sisma
Dinamica sismica non-lineare	DYNL	parametri di analisi	1
		autovalori	1
		autovettori	1 x autovalore
		spettri di risposta	1
		spostamenti	1 x direz. sisma
		sforzi	1 x direz. sisma
		Instabilità (buckling)	BKLG
spostamenti	1		
risultati analisi instabilità	1		
Instabilità (buckling)	BKLG	parametri di analisi	1
		spostamenti	1
		risultati analisi instabilità	1

Le analisi vengono avviate dall'utente dal menu **Analisi**. La relazione tra i comandi del menu e i blocchi generati è descritta dalla seguente tabella:

Analisi	Blocchi prodotti
Analisi statica	STLN
Analisi dinamica	STLN + DYSP
Analisi dinamica per effetti del secondo ordine	STLN + DYNL
Analisi di instabilità	BKLG
EE statica	EEST
EE incrementale	EEIN
EE transitorio	EETR

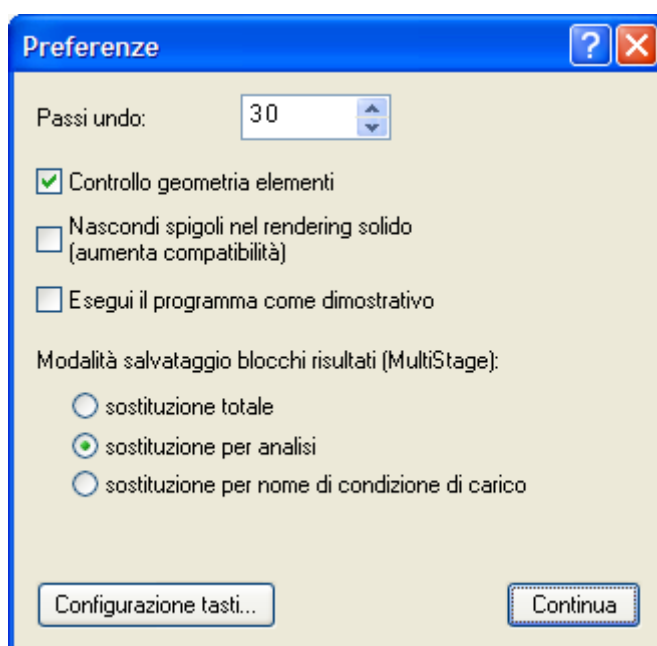
## Funzioni MultiStage

Le funzioni MultiStage (disponibili come opzione separata del programma) devono il loro nome alle possibilità che offrono all'utente: il loro scopo è quello di permettere di memorizzare, nello stesso documento, più dati del modello e risultati di analisi, relativi a stati diversi del modello di una struttura (*fasi*), ad analisi di tipo diverso o eseguite con parametri differenti.

L'uso delle funzioni MultiStage per la memorizzazione di stati diversi del modello è descritto nella sezione [Gestione delle fasi](#)

La memorizzazione di più blocchi è strumentale per la valutazione comparativa dei diversi risultati o per la generazione di combinazioni ed involucri di risultati provenienti da situazioni differenti.

La modalità di memorizzazione dei blocchi di dati può essere scelta nel dialogo delle [preferenze](#):



### Modalità di sostituzione totale

È l'opzione predefinita e l'unica disponibile in assenza dell'opzione MultiStage.

In questa modalità, quando viene eseguita una analisi di qualsiasi tipo, tutti gli eventuali blocchi di risultati già presenti sulla fase corrente vengono eliminati e sostituiti da quelli della nuova analisi.

Questa modalità è particolarmente adatta per l'uso più comune del programma, in cui non ci sia necessità di formare combinazioni tra analisi differenti eseguite sulla stessa fase.

### Modalità di sostituzione per analisi

In questa modalità, quando viene eseguita una analisi di un certo tipo, solo gli eventuali blocchi di risultati già presenti sulla fase corrente e generati da un'analisi dello stesso tipo vengono eliminati e sostituiti da quelli della nuova analisi.

Ad esempio eseguendo un'analisi lineare e quindi una non lineare, entrambi i risultati vengono mantenuti per successive elaborazioni da parte dell'utente.

**Nota:** alcuni tipi di risultati possono essere generati da analisi diverse e verranno sostituiti: ad esempio eseguendo un'analisi



statica e quindi una dinamica, quella dinamica genera anche risultati relativi alle condizioni statiche e quindi i risultati della prima analisi vengono sovrascritti (per i tipi di risultati generati dalle analisi cfr. [Tipi dei blocchi di risultati](#)).

### Modalità di sostituzione per nome di condizione di carico

In questa modalità, quando viene eseguita una analisi di un certo tipo, solo gli eventuali blocchi di risultati già presenti sulla fase corrente e generati da un'analisi dello stesso tipo e relativi alla stessa condizione di carico vengono eliminati e sostituiti da quelli della nuova analisi.

Ad esempio, eseguendo una prima analisi statica, modificando i nomi delle condizioni di carico ed eseguendo un'altra analisi statica, i risultati della prima analisi saranno relativi a condizioni di carico diverse e quindi mantenuti.

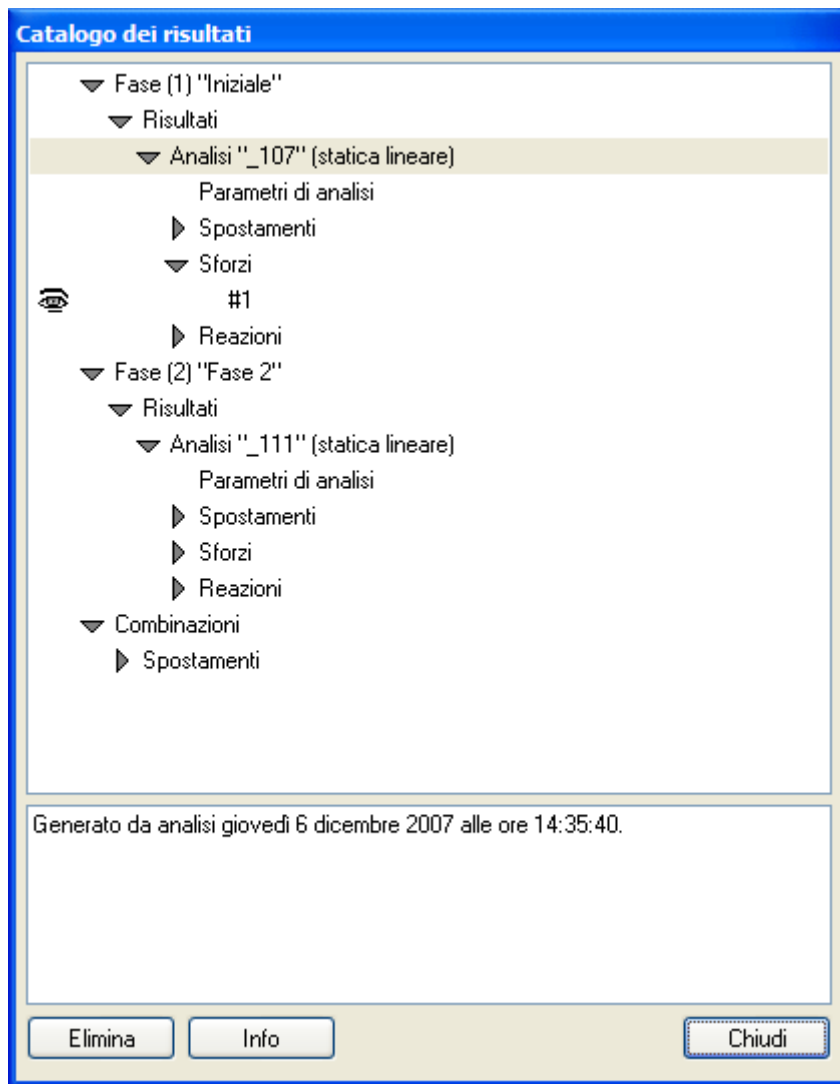
Questa modalità può essere utile per effettuare confronti nei risultati al variare dei carichi applicati, oppure per mantenere i risultati di una condizione sia per un'analisi lineare che per una non lineare.

### Catalogo dei risultati

Per visualizzare e gestire l'elenco dei blocchi di risultati associati al documento corrente, selezionare la voce di menu **Risultati > Catalogo...** o l'icona **Catalogo dei risultati** nella toolbar **Gestione dei risultati**:



Viene mostrato un dialogo simile a quello in figura:




I blocchi sono mostrati in una struttura ad albero: per visualizzare o nascondere gli elementi contenuti in un nodo, cliccare sull'icona a forma di freccia accanto al nome.

A seconda del [tipo](#), alcuni blocchi possono essere rinominati: è sufficiente selezionare la riga del blocco e quindi cliccare sul nome per poterlo modificare.

Nel pannello inferiore del dialogo è mostrato il commento del nodo selezionato, se presente. Quando il pannello è attivo è anche possibile modificare il commento.

Se si ritiene che un blocco di risultati non sia più necessario, è possibile eliminarlo, selezionandolo e premendo il pulsante **Elimina**.

Se non si desidera visualizzare un blocco di risultati nei dialoghi di interrogazione o nelle rappresentazioni grafiche, senza però eliminare il blocco definitivamente, è possibile cliccare sull'icona a forma di occhio () accanto al nome del blocco: un occhio barrato indica che il blocco non è visibile.

Per alcuni tipi di blocchi è possibile visualizzare informazioni aggiuntive, selezionando il bottone **Info**: ad esempio per i blocchi relativi alle analisi vengono mostrate alcune informazioni sull'analisi effettuata (durata dell'analisi, numero delle equazioni e così via).

## Gruppi di risultati

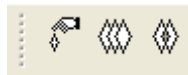
Il concetto di *gruppo di risultati* è impiegato ampiamente nella post-elaborazione dei blocchi di risultati e nella generazione di rappresentazioni grafiche.

La definizione di un gruppo permette di specificare facilmente, ovunque sia necessario, una selezione multipla di **blocchi di risultati**: ad esempio per generare una combinazione, un involuppo o una rappresentazione animata.

I gruppi possono essere di tre tipi: spostamenti, sforzi o spostamenti e sforzi. Quest'ultimo tipo è utilizzato solo da alcune rappresentazioni e raggruppa coppie di blocchi di risultati (uno di tipo spostamento e uno di tipo sforzo) con lo stesso nome generate dalla stessa analisi.

Per comodità dell'utente, ogni analisi che calcola spostamenti o sforzi, genera (o aggiorna) automaticamente un gruppo per ogni tipo disponibile, con nome rispettivamente "Spostamenti ultima analisi", "Sforzi ultima analisi" e "Spostamenti e sforzi ultima analisi". In tal modo i risultati calcolati sono immediatamente disponibili anche per le funzioni che operano su gruppi.

Per definire o modificare i gruppi, selezionare la voce di menu **Risultati > Gruppi di risultati...** oppure l'icona **Gruppi di risultati...** nella toolbar **Gestione dei risultati**:



Viene mostrato un dialogo simile a quello in figura:

**Gruppi di risultati**

Tipo: Spostamenti  
Gruppo: Dinamiche

Commento: Gruppo delle condizioni dinamiche.

Nuovo Duplica Rinomina Elimina

Risultati disponibili			
Fase	Nome	Orig	Dim
1	#2	STLN	19
1	#1	STLN	19

Aggiungi ->

<- Rimuovi

Risultati nel gruppo			
Fase	Nome	Orig	Dim
1	Dinamica 1	DYSP	19
1	Dinamica 2	DYSP	19
1	Dinamica 3	DYSP	19

Chiudi

Il tipo dei gruppi da gestire va scelto nel menu a tendina in alto a sinistra. Il gruppo del tipo scelto da visualizzare e modificare va scelto nel menu a tendina subito sotto.

I pulsanti sotto i menu a tendina permettono di creare un nuovo gruppo e di duplicare, rinominare o eliminare il gruppo corrente.

Ad ogni gruppo è associato un commento che può essere modificato nel campo di testo in alto a destra.

Nella parte inferiore del dialogo sono visualizzate due liste: a sinistra la lista dei blocchi di risultati disponibili e non appartenenti al gruppo corrente; a destra quella dei blocchi già appartenenti al gruppo corrente.

Per aggiungere blocchi al gruppo corrente, selezionarli nella lista di sinistra e premere il bottone **Aggiungi** oppure effettuare un doppio clic sul blocco selezionato.

Per rimuovere dei blocchi dal gruppo corrente, selezionarli nella lista di destra e premere il bottone **Rimuovi** oppure effettuare un doppio clic sul blocco selezionato.

I blocchi del gruppo corrente visualizzati nella lista di destra possono essere riordinati dall'utente: è sufficiente selezionare una riga e trascinarla col mouse nella posizione della lista voluta. L'ordinamento è significativo ad esempio per le rappresentazioni animate, in cui ad ogni blocco del gruppo corrisponde un passo dell'animazione, in ordine.

## Combinazioni di risultati

Nòlian permette di combinare facilmente i valori dei **blocchi di risultati** di tipo "spostamenti" o "sforzi", secondo il criterio e i parametri scelti dall'utente.

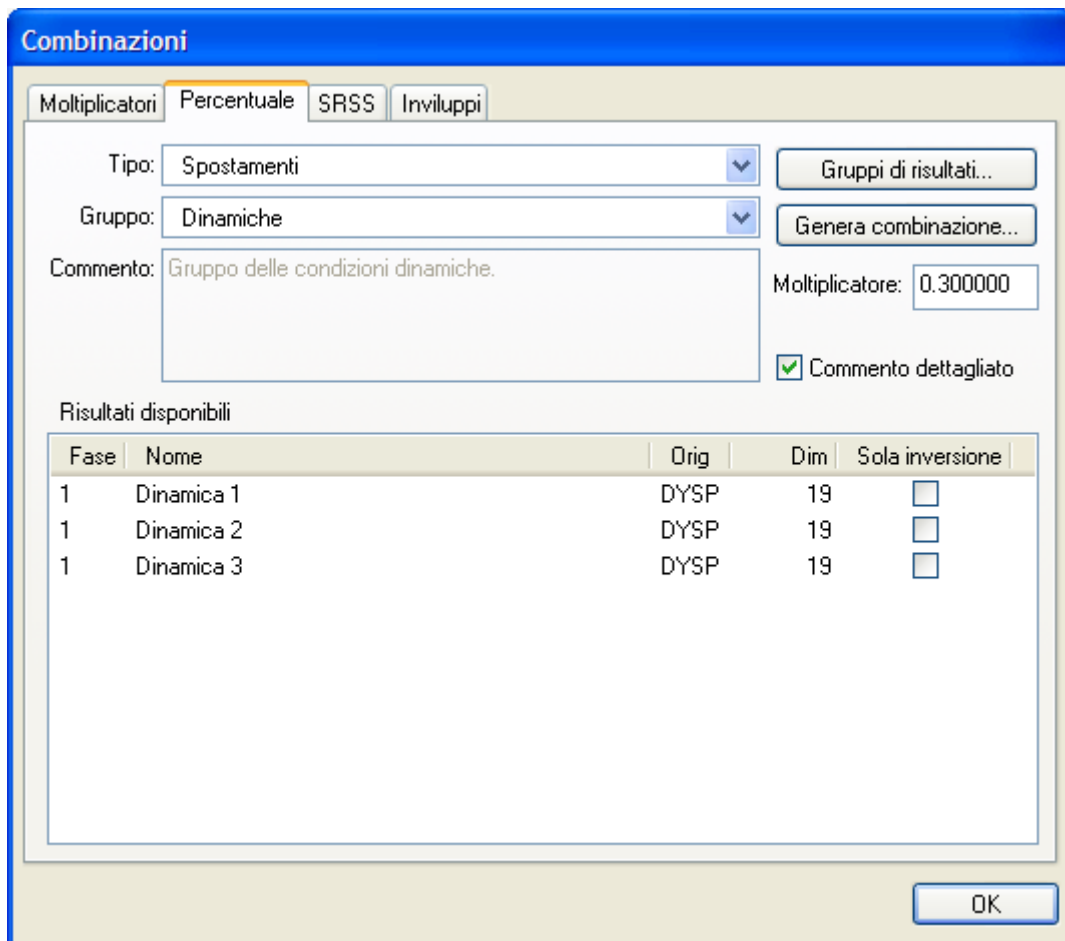
Le combinazioni creano nuovi blocchi di risultati dello stesso tipo di quelli di partenza, utilizzabili e a loro volta combinabili senza limitazioni.

Le combinazioni vengono sempre effettuate su **gruppi di risultati** definiti dall'utente.

Per generare una combinazione, scegliere la voce di menu **Risultati > Combinazioni...** oppure l'icona **Combinazioni...** della toolbar **Gestione dei risultati**:



Viene mostrato un dialogo simile a quello in figura:



Accedere al pannello del tipo di combinazione voluto, indicare il tipo di gruppo di risultati su cui operare (spostamenti o sforzi) e il nome del gruppo contenente tutte i blocchi da combinare, specificare i parametri opportuni e quindi premere **Genera combinazione...** Dopo aver specificato il nome del blocco da generare, l'operazione viene effettuata.

Per modificare i gruppi disponibili, premere il bottone **Gruppi di risultati...**

### Combinazione lineare

Permette di creare un nuovo blocco di risultati che contenga una combinazione lineare dei valori di sforzo o spostamento memorizzati nei blocchi del gruppo scelto.

Accedere al pannello **Moltiplicatori** e specificare, per ogni blocco di risultati, il moltiplicatore relativo da utilizzare nella combinazione lineare.

### Combinazione in percentuale

È il tipo di combinazione tipicamente previsto da alcune normative per le azioni sismiche in diverse direzioni.

Genera più blocchi di risultati: ogni blocco è formato dalla combinazione dei valori di un blocco del gruppo (con moltiplicatore 1) con quelli degli altri blocchi moltiplicati per un fattore scelto dall'utente e con segno alternato.

Ad esempio, detto  $m$  il moltiplicatore assegnato dall'utente e  $A$  e  $B$  i due blocchi di risultati che formano il gruppo scelto, questo tipo di combinazione genera blocchi relativi alle seguenti combinazioni lineari:

$$A + m B$$

A - m B

B + m A

B - m A

Il segno della condizione presa con moltiplicatore unitario non viene alternato, in quanto questa condizione potrà essere impiegata nei post-processor con "inversione di segno" e quindi darà luogo anche a tutte le combinazioni con segno invertito, senza aggiungere ulteriori blocchi di risultati sul disco.

Detto  $n$  il numero di blocchi del gruppo selezionato, vengono creati  $k$  nuovi blocchi:

$$k = n \cdot 2^{n-1}$$

I nomi dei blocchi generati è costruito a partire dal nome indicato dall'utente in fase di generazione e da quello del blocco considerato con moltiplicatore unitario. Se ad esempio l'utente fornisce come nome *CMB*, le quattro combinazioni generate dall'esempio precedente avranno nome, rispettivamente:

A\_CMB\_1

A\_CMB\_2

B\_CMB\_1

B\_CMB\_2

È anche possibile indicare di non applicare, nelle combinazioni, il moltiplicatore specificato ad uno o più blocchi ma solo l'inversione di segno: è il caso dei risultati relativi al torcente di piano da combinare alle azioni sismiche con moltiplicatore unitario.

Se, nell'esempio precedente, si aggiunge un blocco *T*, relativo ad un torcente di piano, per cui si impone la sola inversione di segno, impostando  $m$  pari a 0.3 (30% previsto dalla normativa italiana), si ottengono le combinazioni seguenti (notare che non ci sono combinazioni relative a *T*):

A\_CMB\_1: A + 0.3 B + T

A\_CMB\_2: A - 0.3 B + T

A\_CMB\_3: A + 0.3 B - T

A\_CMB\_4: A - 0.3 B - T

B\_CMB\_1: B + 0.3 A + T

B\_CMB\_2: B - 0.3 A + T

B\_CMB\_3: B + 0.3 A - T

B\_CMB\_4: B - 0.3 A - T

Per generare questo tipo di combinazione, attivare il pannello **Percentuale**, indicare il valore di  $m$  nel campo **Moltiplicatore** ed eventualmente attivare le caselle **Sola inversione** per i blocchi opportuni del gruppo scelto.

### Combinazione SRSS

Produce un solo blocco di risultati con i valori della radice quadrata della somma dei quadrati dei valori di ogni blocco del gruppo scelto.

Sebbene il segno algebrico secondo tale definizione sarebbe sempre positivo, per ottenere rappresentazioni grafiche più significative, il programma assegna arbitrariamente un segno algebrico dipendente dal massimo dei valori nella combinazione e, nel caso di sforzi negli elementi monodimensionali, dalla congruenza del taglio con il momento.

Per generare questo tipo di combinazione è sufficiente attivare il pannello **SRSS**: non è previsto alcun parametro aggiuntivo.

### Combinazione per involuppo

Produce due blocchi contenenti rispettivamente i massimi valori positivi e i massimi valori negativi individuati nei blocchi del gruppo scelto.

Questo tipo di combinazione può essere utile, ad esempio, per individuare i valori massimi di sforzo a cui è sottoposta la struttura nel tempo dopo aver eseguito un'analisi con storia della risposta.

Nel caso si vogliano combinare gli sforzi, va scelto il tipo di elemento e di sollecitazione di cui creare gli involuppi.

Nel caso di sforzi di elementi monodimensionali, si ottengono blocchi separati per l'estremità destra e per quella sinistra.

I blocchi generati sono identificati dal nome scelto dall'utente e da un suffisso che indica se il blocco contiene i massimi valori positivi (P) o negativi (N) e relativi all'estremo destro (R) o sinistro (L) di un elemento monodimensionale.

Per generare questo tipo di combinazione, attivare il pannello **Involuppi** e specificare, nel caso degli sforzi, tipo di elemento e sollecitazione da considerare.

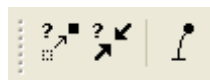
## Interrogazione dei risultati

Tutti i risultati dell'analisi sono consultabili dall'utente in forma numerica attraverso funzioni di interrogazione: essi sono normalmente visualizzati in finestre di dialogo, visualizzate immediatamente o a seguito della selezione di un nodo o di un elemento.

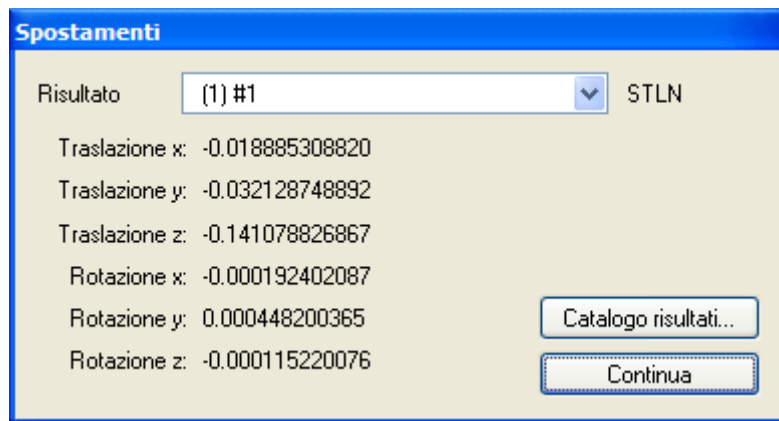
Le funzioni di interrogazione disponibili sono descritte nelle sezioni successive.

### Spostamenti di un nodo

Dopo aver effettuato un'analisi è possibile visualizzare gli spostamenti calcolati per un certo nodo selezionando la voce di menu **Risultati > Spostamenti...** oppure l'icona **Spostamenti** della toolbar **Risultati numerici**:



Selezionare il nodo voluto. Viene mostrato il dialogo in figura:



È anche possibile, in alternativa, cliccare con il tasto destro del mouse su un nodo del modello e selezionare la voce **Spostamenti** del menu contestuale che appare sul nodo.

Per cambiare il blocco di risultati per cui visualizzare gli spostamenti, è sufficiente sceglierlo nel menu a tendina **Risultato**. Accanto viene scritto il **tipo** del blocco di risultati selezionato (in figura *STLN* indica il risultato di un'analisi statica lineare).

Nel caso di risultati relativi all'analisi sismica (*Dinamica 1...*), vengono visualizzati gli spostamenti in media quadratica calcolata dall'analisi.

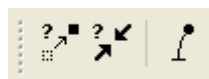
Per accedere al [catalogo dei risultati](#) disponibili premere il bottone **Catalogo dei risultati...**

Per visualizzare gli spostamenti di un altro nodo, è possibile selezionarlo direttamente nel modello mentre il dialogo di interrogazione è aperto.

Per copiare i valori del dialogo, è possibile utilizzare [la lavagna](#).

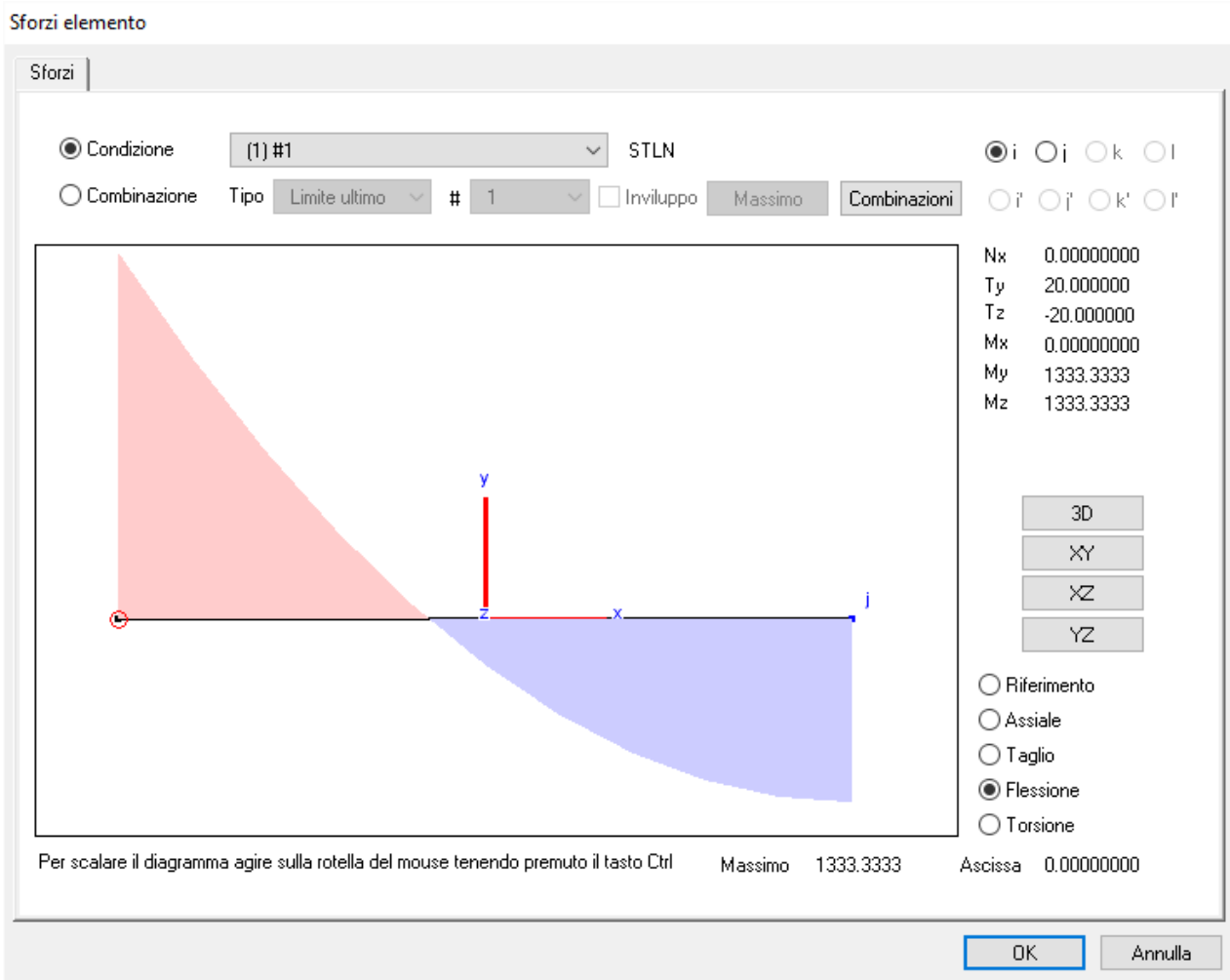
## Sforzi e tensioni in un elemento

Dopo aver effettuato un'analisi è possibile visualizzare gli sforzi (per elementi monodimensionali) o le tensioni (per elementi bidimensionali e solidi) calcolati per un certo elemento selezionando la voce di menu **Risultati > Sforzi...** oppure l'icona **Sforz** della toolbar **Risultati numerici**:



Selezionare l'elemento voluto. Viene mostrato il dialogo in figura:





È anche possibile, in alternativa, cliccare con il tasto destro del mouse su un elemento del modello e selezionare la voce **Sforzi** del menu contestuale che appare sull'elemento.

Il dialogo degli sforzi nell'elemento consente di leggere i valori numerici ottenuti dalla analisi e di visualizzare i diagrammi di sforzo sull'elemento. Valori numerici si riferiscono al nodo selezionabile dagli appositi bottoni in alto a destra.

Gli sforzi possono essere gestiti sia relativamente alle condizioni di carico ed alla sovrapposizione modale, sia relativamente alle combinazioni di carico.

Gli sforzi di taglio per gli elementi bidimensionali sono ottenuti per derivazione dei momenti flettenti. Per gli elementi finiti solidi non sono previste rappresentazioni.

Si possono scegliere i blocchi di risultati voluti e, nel caso si scelgano i risultati relativi alla condizione di carico di una analisi accanto alla condizione prescelta viene riportato il tipo di blocco di risultati **tipo** del blocco di risultati selezionato (in figura *STLN* indica il risultato di un'analisi statica lineare).

I valori mostrati sono da considerarsi per unità di lunghezza negli elementi monodimensionali e per unità di superficie in quelli bidimensionali. Per alcuni tipi di elementi alcuni valori di sforzo sono sempre nulli: ad esempio gli elementi di tipo *asta* hanno rigidità solo per azioni assiali e quindi avranno sforzi di taglio e flettenti sempre nulli.

Nel caso di risultati relativi all'analisi sismica (*Dinamica 1...*), vengono visualizzati gli sforzi in media quadratica calcolati dalla analisi: il segno algebrico assegnato è solo convenzionale e vanno quindi valutati sempre in valore assoluto.

Per accedere al [catalogo dei risultati](#) disponibili premere il bottone **Catalogo dei risultati...**

Per visualizzare gli sforzi di un altro elemento, è possibile selezionarlo direttamente nel modello mentre il dialogo di interrogazione è aperto. Per copiare i valori del dialogo, è possibile utilizzare [la lavagna](#).

I diagrammi sono effettuati secondo la componente di sforzo voluta e selezionabile tramite i bottoni alla destra della rappresentazione.

I diagrammi vengono rappresentati sia nello spazio tridimensionale che per proiezione nei piani locali dell'elemento. Nel caso di elementi monodimensionali, gli sforzi vengono rappresentati come diagramma dei vettori delle componenti relative ad entrambi i piani locali dell'elemento. Se si impiegano le proiezioni nei piani locali, viene rappresentata la componente di sforzo relativa a quel piano. Se pertanto non vi sono componenti di sforzo in un piano, non si ha ovviamente alcuna rappresentazione. Nel caso di rappresentazione dello spazio tridimensionale non vi è un riferimento per attribuire un segno allo sforzo rappresentato e pertanto il diagramma è monocromatico. Nelle rappresentazioni in proiezione sui piani locali, il riferimento ad un segno algebrico è possibile e comporta un diagramma bicromatico.

Passando il puntatore del mouse sull'asse dell'elemento rappresentato si possono leggere i valori di sforzo interpolati. Inoltre, tenendo premuto il tasto destro del mouse, gli spostamenti del cursore nell'area del disegno consentono di ruotare e traslare l'immagine. Con la rotella del mouse si può cambiare la scala della rappresentazione. Se si tiene premuto il tasto Ctrl mentre si agisce sulla rotella del mouse, cambia invece la scala del diagramma. Un doppio clic centra il disegno.

Attivando la rappresentazione per combinazioni, si può scegliere il tipo di combinazione e la combinazione voluta. Per vederla ed eventualmente modificare le combinazioni, premere il bottone Combinazioni che consente di accedere al dialogo standard di gestione delle combinazioni. Il bottone Massimo consente di selezionare la combinazione con il maggiore valore assoluto della sollecitazione prescelta per la rappresentazione.

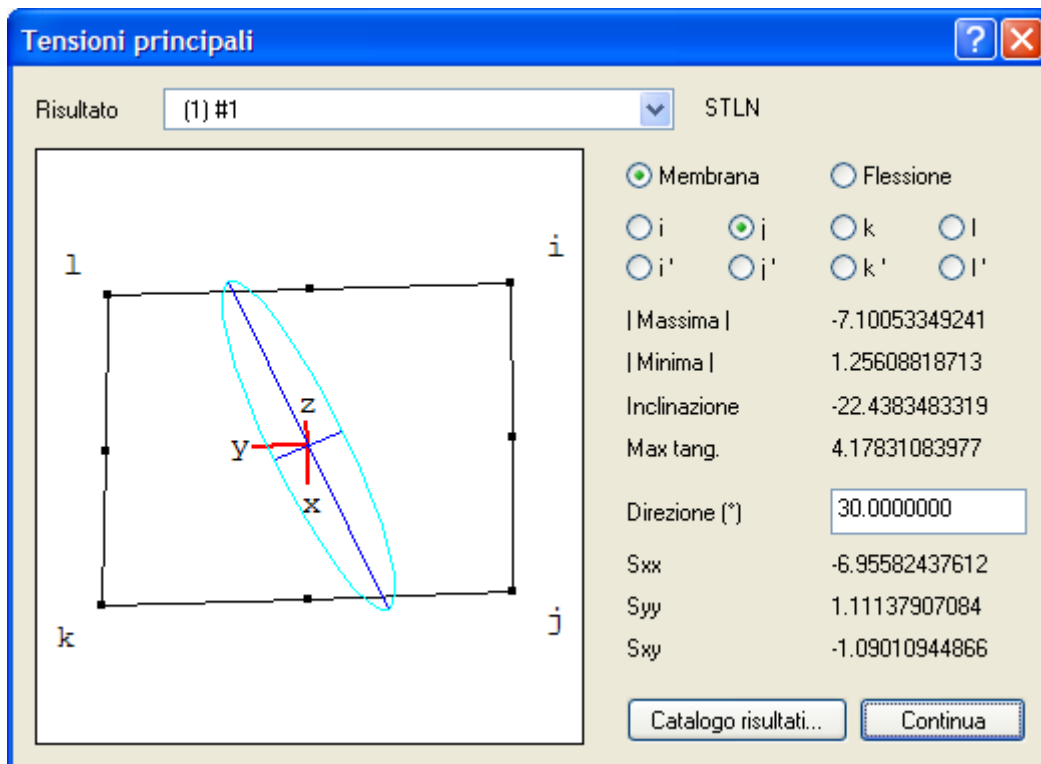
Attivando l'opzione Inviluppo, verrà rappresentato l'inviluppo delle combinazioni del tipo prescelto. La combinazione scelta nella lista verrà rappresentata tramite una linea nera sul diagramma dell'inviluppo.

## Tensioni principali in un elemento

Questa funzione è analoga a quella per la [lettura degli sforzi](#) negli elementi ma consente di valutare gli sforzi principali e la tensione tangenziale massima negli elementi bidimensionali soggetti a stati di tensione membranale o flessionale.

Le tensioni si intendono quelle su una delle due facce dell'elemento, supposto di materiale isotropo e omogeneo.

Selezionare la voce di menu **Risultati > Sforzi principali...** e quindi l'elemento voluto. Viene mostrato il dialogo in figura:



Per cambiare il blocco di risultati a cui si riferiscono i valori, è sufficiente sceglierlo nel menu a tendina **Risultato**. Accanto viene scritto il **tipo** del blocco di risultati selezionato (in figura *STLN* indica il risultato di un'analisi statica lineare).

I valori mostrati a dialogo si riferiscono al tipo di tensioni (di membrana o di flessione) e all'estremo selezionato nei controlli in alto a destra. La denominazione degli estremi va da *i* (primo estremo tracciato) a *l'* (ultimo estremo di elementi a otto nodi).

Nel pannello a sinistra viene rappresentato schematicamente l'elemento selezionato, con esplicitato il sistema di riferimento locale, la denominazione degli estremi e la rappresentazione delle tensioni principali del tipo scelto. Per ottenere una rappresentazione più chiara possibile, ruotare il modello nella finestra principale in modo che l'elemento sia ben visibile prima di selezionarlo: la rappresentazione nel dialogo riflette quella nella finestra principale al momento della selezione.

Nella parte inferiore del dialogo vengono mostrate le sollecitazioni secondo una direzione specificata dall'utente, assegnando al campo **Direzione** l'angolo in gradi formato dalla direzione voluta con l'asse locale X dell'elemento (intorno a Z locale). Quando viene selezionato un elemento, se esso giace sul piano di lavoro attivo, viene proposta come direzione quella formata, sul piano dell'elemento, dall'asse X del piano di lavoro: ciò consente all'utente di scegliere una direzione qualsiasi anche nel riferimento globale.

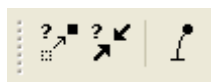
Per accedere al [catalogo dei risultati](#) disponibili premere il bottone **Catalogo dei risultati...**

Per visualizzare i valori relativi ad un altro elemento, è possibile selezionarlo direttamente nel modello mentre il dialogo di interrogazione è aperto.

**Nota:** la selezione viene accettata solo per elementi bidimensionali che abbiano stati di tensione membranali e flessionali.

## Periodi propri della struttura

Per visualizzare i periodi propri della struttura calcolati da un'analisi modale, selezionare la voce di menu **Risultati > Periodi propri...** oppure l'icona **Periodi propri...** della toolbar **Risultati numerici**:



Viene mostrato il dialogo in figura:

Masse modali relative			
x	y	z	s
0.01951824	0.00812362	0.00116785	0.00735597
Masse modali relative totali			
0.98204264	0.97203626	0.36335767	0.66348488

I valori mostrati nel dialogo si riferiscono all'analisi e al modo di vibrare di indice scelto negli opportuni menu a tendina. I modi di vibrare sono ordinati in senso decrescente rispetto al periodo (il primo modo è quello di periodo maggiore).

Il dialogo mostra, per il modo scelto, il valore del periodo in secondi e le masse modali relative nelle tre direzioni e come valore sintetico.

In fondo al dialogo vengono visualizzati i valori relativi alle masse attive totali lungo le tre direzioni e come somma dei valori sintetici.

Per il significato dei valori mostrati, si rimanda al manuale teorico di Nòlian.

Per copiare i valori del dialogo, è possibile utilizzare [la lavagna](#).

## Residui

Con il termine residui si indicano le forze nodali di reazione nei vincoli. Per una descrizione più dettagliata del significato di tali valori, si rimanda al manuale teorico di Nòlian.

Questi valori vengono calcolati, in alcune analisi, solo utilizzando un [metodo di fattorizzazione](#) di tipo *sparse* e solo attivando la casella **Calcolo reazioni nodali** nel pannello di scelta del metodo.

Il calcolo dei residui viene effettuato solo su nodi vincolati che non sono estremi di elementi [rigel](#) e che non sono Slave in [sistemi Master-Slave](#).

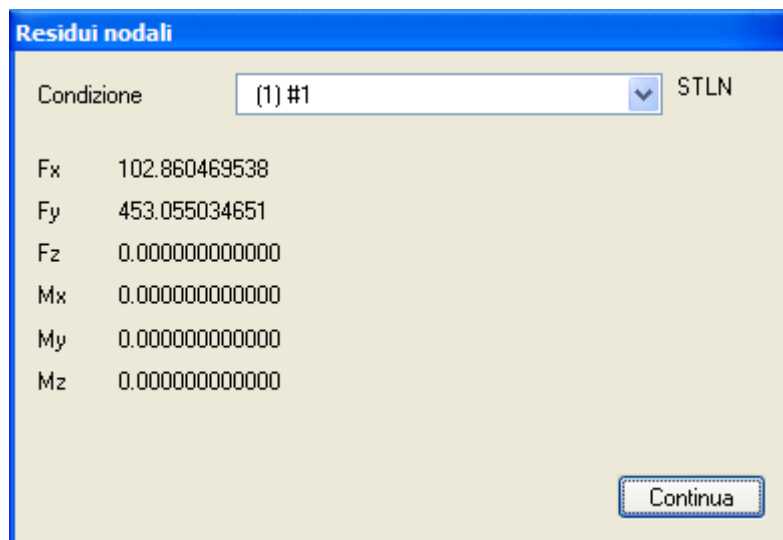
Vengono calcolati i residui (reazioni vincolari) anche ottenuti da un'analisi spettrale.

Le forze di reazione modale vengono sovrapposte secondo il criterio SRSS o CQC scelto per l'analisi. Le reazioni possono veni rappresentate.

Il calcolo avviene mediante l'assemblaggio delle matrici di rigidezza anche dei gradi di libertà vincolati in modo da relazionarli gli spostamenti liberi con le forze nei gradi di libertà vincolati, ciò anche per gli spostamenti modali. Pertanto il calcolo avviene durante la fase di analisi.

Per visualizzare i residui, selezionare la voce di menu **Risultati > Residui...** e quindi il nodo voluto. Viene mostrato il seguente

dialogo:



La condizione per cui visualizzare i residui va scelta nel menu a tendina in alto. Accanto viene mostrato il [tipo](#) del blocco di analisi che ha generato il blocco di risultati selezionato.

I valori di forze e momenti sono espressi nelle unità di misura correnti, nel riferimento globale.

Per visualizzare i residui di un altro nodo, è possibile selezionarlo direttamente nel modello mentre il dialogo di interrogazione è aperto.

Per copiare i valori del dialogo, è possibile utilizzare [la lavagna](#).

I residui possono essere visualizzati in modo grafico, vedere [Rappresentazione dei residui](#).

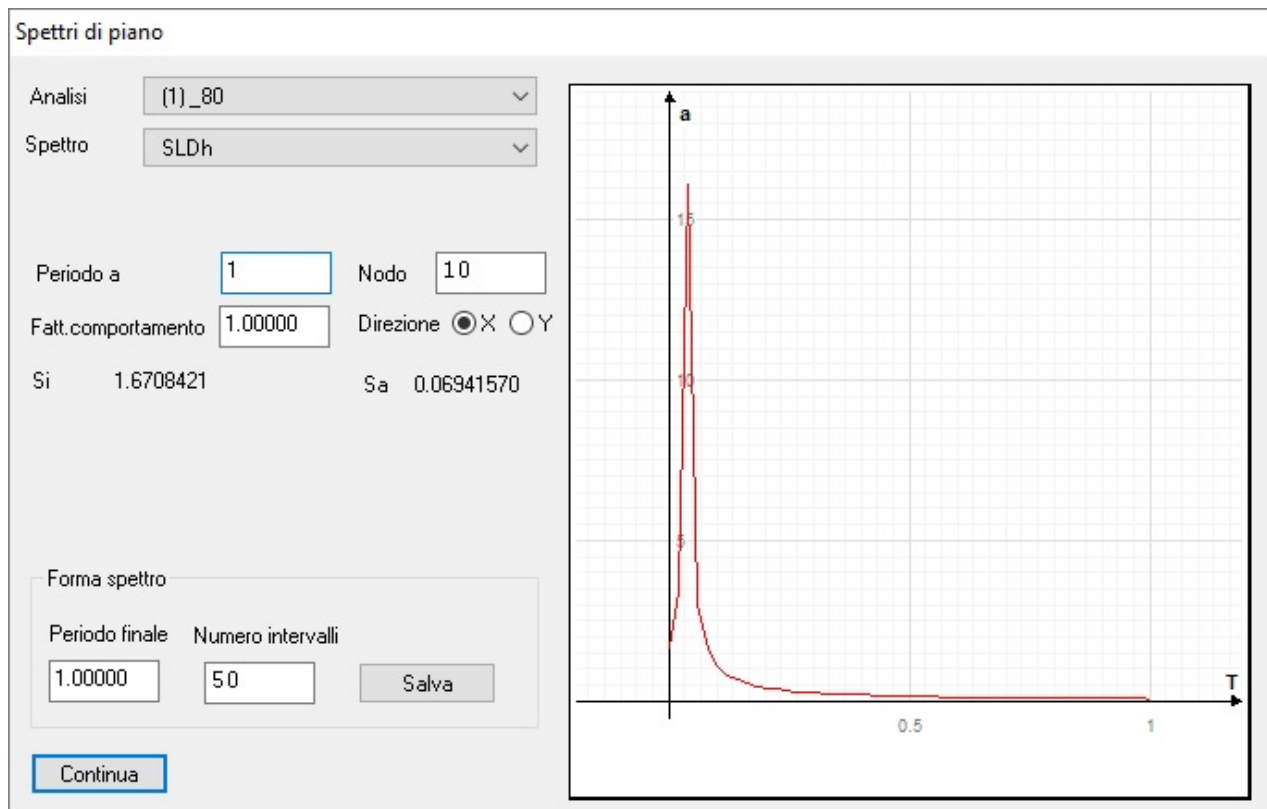
## Risultante di piano

Questa funzione, attivabile dal menu Funzioni, opera su una sezione del modello effettuata sul piano di lavoro e integra le tensioni agenti su tale piano per esporre a dialogo la risultante di tale sistema. È quindi possibile, posizionando il piano di lavoro nel modo desiderato, ottenere la risultante per qualsiasi piano. È anche possibile usare i layer per effettuare l'integrazione su una sola parte di struttura (a esempio su una sola parete). La risultante di forza ortogonale al piano è tralata nel baricentro geometrico della figura sezionata dal piano.

## Spettro di piano

Per calcolare la risposta in accelerazione di un elemento secondario giacente su un piano rigido o connesso ad uno specifico nodo, attivare la funzione "Spettro di piano" dal menu Funzioni.

Lo spettro di piano viene calcolato come dalle formule da C7.2.1 a C7.2.4 della Circolare alle NTC 2018. Si nota che si impiega il metodo del fattore di partecipazione modale che si applica a strutture anche non regolari e pertanto è necessario aver precedentemente condotto un'analisi dinamica



Una volta aperto il dialogo, cliccare sul nodo voluto. Si dovranno assegnare il fattore di comportamento  $q$ , e il periodo proprio della struttura secondaria o "accessoria" "a". Verrà disegnato lo spettro e riportato il valore numerico dell'accelerazione  $S_a$  alla quale è soggetto l'elemento secondario. E' possibile definire la durata dello spettro e calcolato ed il numero di punti. Salvando questo spettro lo si potrà importare nel gestore degli spettri per impiegarlo per l'analisi dinamica di strutture ausiliarie anche complesse.

## Parametri sismici

Parametri sismici

	Quota	Massa	Jx	Jy	ex	ey	tx	ty
1	379.81	178.13	303942	409457	-85.042	169.570	0.040	0.030
2	679.86	245.57	446112	770207	55.392	-31.712	0.031	0.018
3	979.86	245.57	384626	714140	111.105	-105.915	0.031	0.016
4	1279.86	245.57	338363	656808	116.631	-117.342	0.028	0.015
5	1579.86	245.57	291611	586091	97.897	-99.775	0.025	0.012
6	1879.86	245.57	234702	486021	41.597	-42.170	0.022	0.010
7	2179.20	208.59	157362	334164	-162.597	166.627	0.018	0.009
8	2480.00	110.44	68179	143869	-450.579	453.260	0.015	0.007

Massima eccentricità relativa	0.4020	Soglia minima di massa	<input type="text" value="0.100000"/>
Massimo rapporto tra frequenze	14.20	Numero piani esclusi dalla ricerca	<input type="text" value="0"/>
Massimo rapporto tra giratori di rigidezza	1.351		
Massima variazione di eccentricità	2.930		
Massima variazione di massa	0.4705		
Massima variazione di rigidezza	0.7455	NON REGOLARE	
Massima sensibilità allo spostamento	0.0405	NON NECESSITA AMPLIFICAZIONE PER NON. LIN. GEOM	
Fattore Ampl. spostamenti sismici	2.760		
Massima deformabilità torsionale	3.049		
Ampl. azione Sism. per non Lin. Geom.	1.000		

Questo dialogo fornisce i parametri sintetici relativi al comportamento della struttura e sono necessari anche per la valutazione della regolarità. Benché le prescrizioni di normativa sulla definizione di "regolarità" non diano precise indicazioni quantitative, necessarie a una definizione matematica, l'esigenza fondamentale risiede nella applicabilità dei modelli previsti dalla normativa stessa per schemi regolari. Per questa evenienza sono stati formulati dei metodi di valutazione quantitativa adatti a una implementazione informatica.

Con riferimento al lavoro di Mueller e Keintzel, ripresi da Mazzolani, Calderoni, Ghersi e altri, vengono per ogni piano calcolati alcuni valori fondamentali tramite un'analisi statica della intera struttura applicando per ogni piano forze e momenti proporzionali al primo modo di vibrare. **L'origine di questo sistema di forze è sempre assunto a quota z=0.0 quindi piani sottostanti questa quota non vengono considerati.**

Ciò consente una accurata valutazione della eccentricità del centro di rigidezza rispetto al centro di massa, ma soprattutto il calcolo del rapporto tra giratore delle rigidezze e delle masse che indica il rapporto tra frequenze disaccoppiate dei modi di vibrare traslazionale e rotazionale. Questi, e altri valori, vengono riportati sinteticamente nelle stampe.

Secondo gli autori citati, verificata una variazione contenuta (inferiore al 25%) in altezza dell'eccentricità, il suddetto rapporto di giratori di rigidità e di masse indica i limiti di eccentricità accettabili. Per un valore di  $W < 1$ , la massima eccentricità accettabile è il 5% del lato lungo della struttura, per valori di  $W$  maggiori di 1 (cioè con forte rigidezza torsionale), l'eccentricità può arrivare al 20% del lato lungo.

Inoltre vengono calcolate le rigidzze di piano intese come rapporto tra tagliante di piano e spostamento. Vengono anche calcolati i **coefficienti di sensibilità allo spostamento laterale** come da DM18 (1) e l'**indice di rigidzza torsionale** (minima tra tutti piani) sempre come da 7.4.3.1 del DM18.

I piani da analizzare vengono scelti in base alla presenza di un nodo master. Per escludere eventuali piani rigidi, modellati con il metodo Master-Slave, ma che non abbiano ruolo di impalcato, vengono automaticamente esclusi i piani con massa inferiore ad una quota parte della massima massa di piano individuata. Se, ad esempio, la massa massima tra i piani è 20000.0 e il moltiplicatore è 0.1, tutti i piani con massa inferiore a  $0.1 \times 20000.0 = 2000.0$  verranno esclusi dalle valutazioni. Questo fattore può essere modificato a piacere. Il valore di default è 0.1.

Di seguito sono elencati i valori calcolati con tale metodo e riportati nel dialogo.

- Massima eccentricità del centro delle rigidzze dal centro delle masse (me)
- Massimo valore di W
- Massimo rapporto tra i giratori d'inerzia in direzione x ed y globale (rg)
- Massima variazione di eccentricità (me)
- Massima variazione di massa (vm)
- Massima variazione positiva (kp) o negativa (kn) della rigidzza di piano
- Massimo indice di rigidzza torsionale ( $r/I_{\phi}$ ) di normativa.
- Amplificazione degli spostamenti sismici. (Fattore  $\mu$  della normativa)
- Sensibilità agli spostamenti laterali (Fattore  $\theta$  della normativa)
- Fattore amplificatore dell'azione sismica (Fattore  $1 / (1-\theta)$  da considerarsi per tenere in conto le non linearità geometriche)

I criteri di definizione di regolarità sopra esposti sono formalizzati come segue:

regolare =  
 $rg < 1.25$  and  
 $vm < 0.25$  and  
 $ve < 0.25$  and  
 $kp < 0.10$  and  
 $kn < 0.30$  and  
 (( $W < 1$  and  $me < 0.05 L$ ) or  
 ( $W \geq 1$  and  $me < 0.2 L$ ))

#### **Nota sui metodo di calcolo adottati**

Il "coefficiente di sensibilità agli spostamenti laterali",  $\theta$ , è dato, secondo il DM18 dalla relazione:

$$\theta = P d / V h$$

dove il significato dei simboli è noto.

Lo spostamento  $d$  è il valore  $d_c$  ottenuto da un'analisi statica lineare moltiplicato per il coefficiente di amplificazione degli spostamenti  $\mu$  per tenere conto degli effetti anelastici. Quindi, se definiamo  $d = d_e \mu$ , la relazione può essere scritta;

$$\theta = P \mu d_e / V h.$$

Ma ora osserviamo che  $V = K d_e$  dove  $K$  è la rigidzza di piano. Pertanto la relazione diviene:

$$\theta = \mu (P / K h).$$



Questa relazione rende anche più chiaro il fatto che la "sensibilità allo spostamento laterale", così come definita, non può dipendere dallo spostamento mediante il quale la si calcola.

In questa nostra formulazione si trovano due vantaggi non trascurabili: il valore si può ottenere PRIMA di effettuare un'analisi dinamica che sicuramente richiede qualche tempo di calcolo e quindi si può decidere in anticipo se effettuare o meno un'analisi dinamica che tenga conto degli effetti del secondo ordine sui periodi propri e, non meno importante, non richiede la valutazione del valore del "tagliante di piano" che, effettuando un'analisi dinamica, non è ottenibile da forze orizzontali applicate ma richiede un calcolo a posteriori non sempre sicuro (integrazione degli sforzi in elementi bidimensionali). Se poi sia  $V$  che  $dc$  si ottengono tramite un'analisi elastica lineare applicando le forze statiche equivalenti, allora i due metodi si equivalgono perfettamente. A questo proposito si nota che la rigidità traslazionale "di piano" non è un valore che può essere univocamente calcolato in quanto tale valore è fortemente dipendente dalla distribuzione verticale delle forze con cui viene valutato e pertanto applicando, per la sua valutazione, la distribuzione proporzionale al primo modo di vibrare, si ottengono valori di  $K$  congruenti con una valutazione di  $\theta$  con il metodo delle forze statiche equivalenti anziché con una analisi dinamica lineare.

Cogliamo l'occasione per ricordare che Nòlian può eseguire anche **un'analisi dinamica che tiene conto di quegli effetti del secondo ordine** (da non confondersi con un'analisi detta "p-delta") che influiscono sulla valutazione dei periodi propri. Vengono cioè applicati i carichi gravitazionali alla struttura per ottenere la esatta "matrice di rigidità geometrica" che consente appunto di valutare la risposta degli elementi allo spostamento sotto una azione assiale e consente il calcolo dei periodi propri che – come è facile osservare pensando alle vibrazioni della corda di una chitarra – dipende fortemente dalla forza assiale negli elementi.

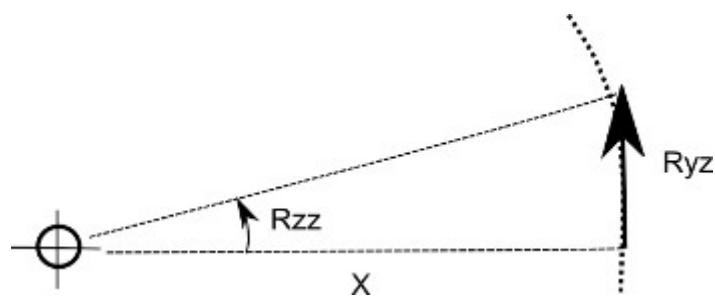
Per quanto invece riguarda il rapporto torsionale, esso è ottenuto secondo quanto prescritto da normativa e cioè calcolando le rigidità di piano ed i giratori delle masse e applicando le formule di normativa. Poiché si impiegano i giratori delle masse e non la formula semplificata per soli impalcati rettangolari suggerita dalla normativa, la valutazione è esatta per qualsiasi forma di impalcato.

Più delicato il calcolo del centro delle rigidità per il quale vengono impiegati differenti metodi in letteratura. Come detto, il metodo di sommare le rigidità degli elementi di piano è un metodo classificadorio che può condurre a errori di valutazione, se applicato ad un complesso modello FEM. Si è preferito applicare, come consigliato dalla miglior letteratura, delle forze unitarie e ricavare il centro delle rigidità con le formule:

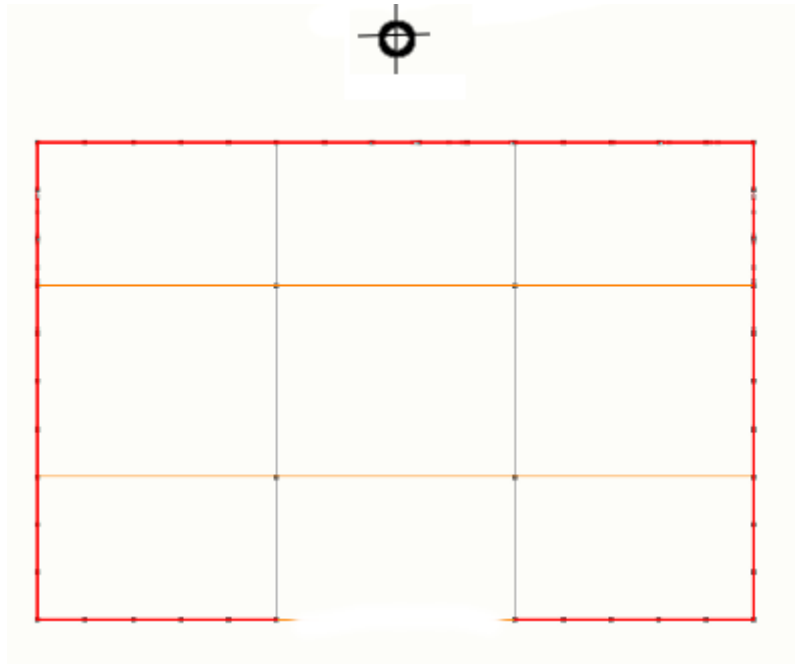
$$X = R_{zy}/R_{zz}; Y = R_{zx}/R_{zz};$$

don  $R$  gli spostamenti ed  $X$  ed  $Y$  le distanze dal punto di applicazione delle forze unitarie. Per piccole rotazioni si confonde la tangente con la rotazione.

La figura seguente illustra il metodo.



Nella successiva figura si fa notare come il centro delle rigidità non si trovi necessariamente all'interno dell'impalcato, come in questo caso di un muro di scantinato a "C". Pertanto posizioni del centro delle rigidità che si ritengono "anomale" in genere non lo sono così come strutture che si ritengono simmetriche spesso non lo sono.



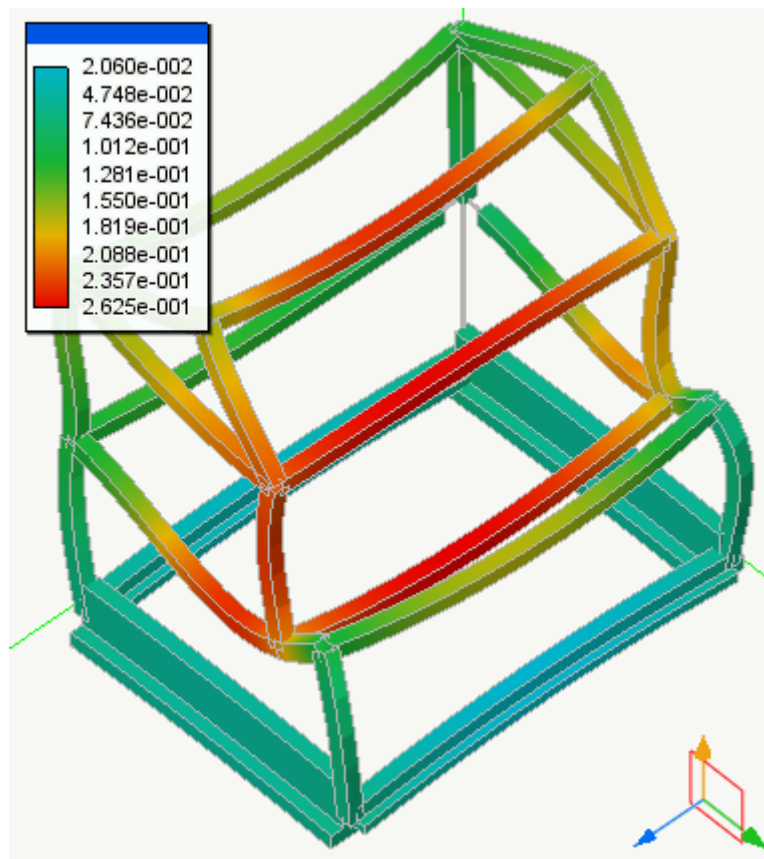
## Rappresentazioni grafiche dei risultati

Per i valori numerici dei risultati impiegare le funzioni di [interrogazione](#) o di [stampa](#). Nòlian mette anche a disposizione un numero consistente di rappresentazioni grafiche basate sui risultati delle analisi e orientate allo studio di modelli ad elementi finiti, descritte in dettaglio nelle sezioni successive. Rappresentazioni più orientate alla progettazione e alla verifica delle strutture sono invece lasciate ai post-processor di Nòlian.

### Rappresentazioni con mappa di colore

Alcune rappresentazioni permettono la valutazione qualitativa di un certo valore attraverso la colorazione degli elementi in base al valore stesso: viene costruita una "mappa" di colore, in cui al valore più basso da rappresentare viene associato il colore blu e al valore più alto il colore porpora. Ai valori intermedi vengono associate varie sfumature di colore che mostrano il passaggio dal blu al porpora attraverso verde, giallo, arancio, rosso.

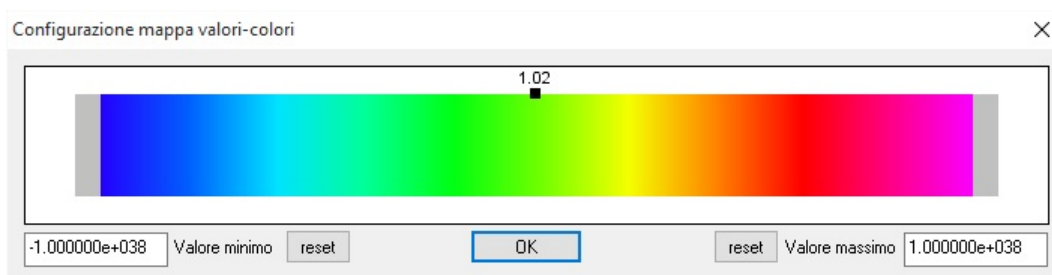
Una rappresentazione tipica degli [isospostamenti](#) appare come in figura:



La scala della mappa di colore è rappresentata nella finestra in alto a sinistra, che può essere spostata col mouse semplicemente cliccando e trascinando il mouse entro la finestra del documento. La mappa è ridimensionabile verticalmente cliccando sul suo bordo inferiore e trascinando il mouse. All'aumentare della dimensione verticale viene inserito un maggior numero di valori numerici. Un doppio clic sulla barra azzurra riporta la mappa alle dimensioni minime.

Un doppio clic sulla mappa di colore apre una finestra che consente di assegnare i limiti superiore ed inferiore dei valori da rappresentare. I valori che cadono al di fuori di questo intervallo verranno rappresentati in grigio. Due pulsanti "reset" consentono di riportare i valori alla loro impostazione iniziale.

Inoltre è possibile definire un valore di "equalizzazione" che modifica il rapporto tra i valori e la scala dei colori per evidenziare maggiormente i valori alti o bassi. Ciò avviene interattivamente, trascinando il quadratino nero verso sinistra o destra. Un doppio clic sul quadratino lo riporta in posizione centrale.



Per molte rappresentazioni è possibile ottenere una rappresentazione animata. Questa avviene sui [gruppi di risultati](#) che possono essere generati oppure vengono automaticamente formati per particolari tipi di analisi (ad esempio analisi incrementale con salvataggio dei risultati al passo).

Esclusivamente per la rappresentazione degli sforzi (assiale, flessionale, di taglio e torsionale) su elementi monodimensionali è possibile ottenere un involucro delle sollecitazioni. L'involucro viene eseguito su [gruppi di risultati](#) o su tutte le combinazioni formate.

## Note generali sulle rappresentazioni

Le rappresentazioni deformate degli elementi inflessi sono generata per interpolazione cubica dei valori di spostamento degli estremi: non possono essere quindi intese come rappresentazioni analiticamente esatte.

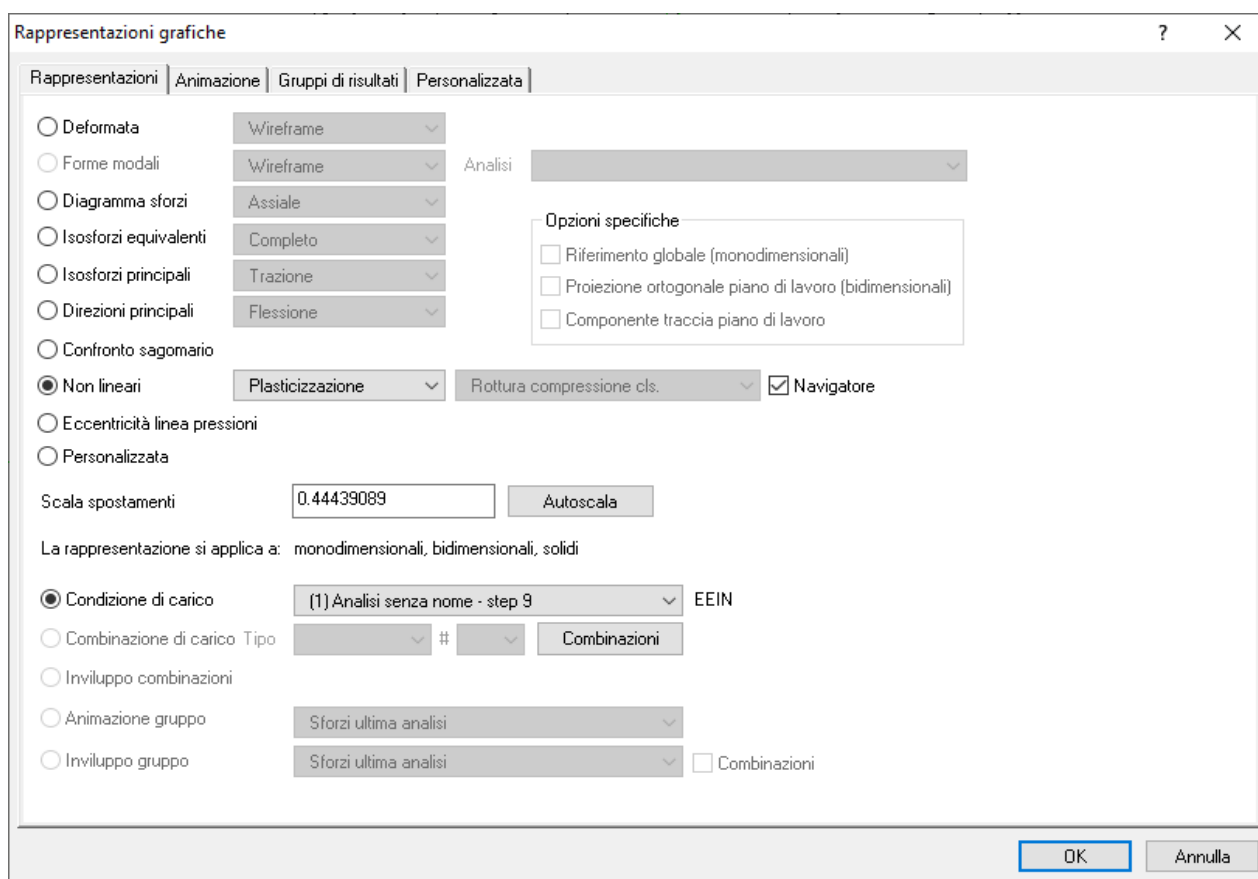
Le rappresentazioni deformate degli elementi piani non tengono conto delle rotazioni, anche se presenti.

Le rappresentazioni deformate delle travi non tengono conto degli eventuali vincoli interni assegnati.

Poiché è possibile utilizzare blocchi di risultati per le rappresentazioni anche in fasi diverse da quelle per cui sono stati generati, le rappresentazioni potrebbero essere non corrette se i dati assegnati agli elementi ed utilizzati per l'analisi non coincidono con quelli della fase in cui esse sono generate.

## Il dialogo delle rappresentazioni grafiche

Da questo dialogo è possibile attivare le rappresentazioni grafiche e le relative opzioni.



## Tipi di rappresentazioni

I radio-button nella parte superiore del dialogo consentono di attivare il tipo di rappresentazione voluta. Le rappresentazioni disponibili sono le seguenti:

- Deformata
- Forme modali

- Diagramma sforzi
- Isosforzi equivalenti
- Isosforzi principali
- Direzioni principali di tensione
- Confronto sagomario
- Stato plastico
- Non lineari
- Eccentricità linea pressioni
- Rappresentazione personalizzata.

Ognuna di queste rappresentazioni ha delle specifiche opzioni selezionabili dal menu popup sulla destra del nome della rappresentazione. Ad esempio, per il diagramma degli sforzi si può scegliere il tipo di sforzo, per le deformate e le forme modali se si vuole una rappresentazione a "filo di ferro" oppure solida a mappa di colori. E così via.

Per ogni rappresentazione si deve assegnare la scala di amplificazione dei valori rappresentati rispetto alla geometria del modello. Per le rappresentazioni che consentono l'uso di una mappa di colori, è possibile assegnare un fattore di "equalizzazione" tendente ad amplificare i valori più bassi o più alti della scala. Se tale possibilità non è prevista dal tipo di rappresentazione attivato, questo campo è disabilitato.

Per la rappresentazione delle forme modali, occorre anche assegnare l'analisi alla quale i risultati si riferiscono.

La rappresentazione "personalizzata" è descritta in una [apposita sezione di questo manuale](#).

### **Compatibilità con la geometria degli elementi**

Subito sotto i campi per l'assegnazione dei coefficienti di amplificazione, vi sono tre checkbox che rappresentano le tre possibili geometrie degli elementi: monodimensionali, bidimensionali o solidi. Poiché le rappresentazioni non sono possibili per tutti i tipi di elementi, per evitare delle perplessità da parte dell'operatore, attivando questi check-box verranno disabilitate o meno le rappresentazioni possibili per quel tipo di elemento. All'apertura del dialogo i check-box vengono attivati in funzione della geometria degli elementi presenti. L'utilizzatore però attivarli o disattivarli per vedere quali tipi di rappresentazioni sono impiegabili. Questa funzionalità non influisce sulle rappresentazioni, ma solo sulla chiara esposizione della loro disponibilità per i vari elementi.

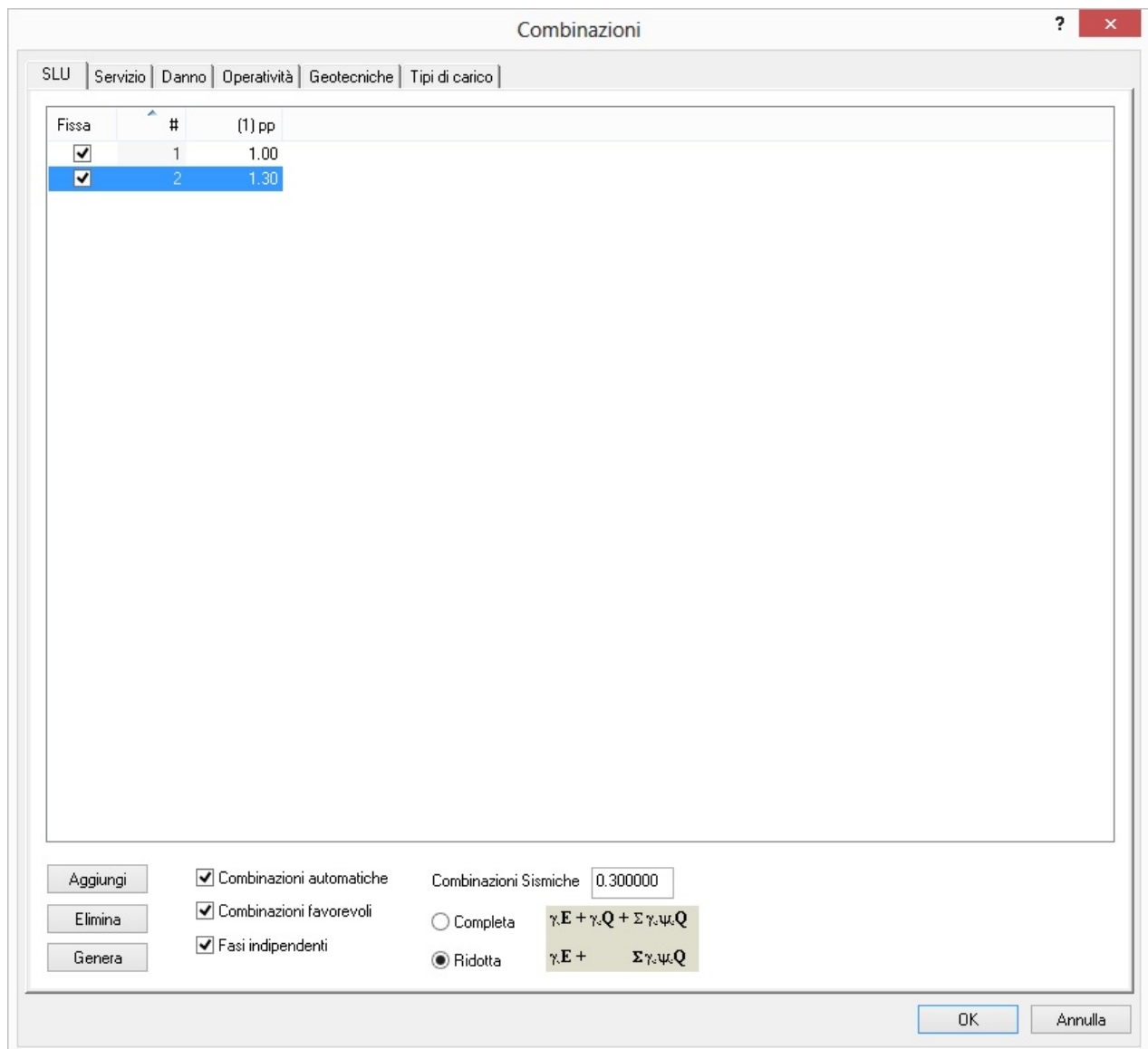
### **Risultati da rappresentare**

I risultati possono essere rappresentati per i seguenti tipi:

- le condizioni di carico
- le forme modali
- le combinazioni di carico
- gli involuipi degli sforzi
- le animazioni dei gruppi di risultati

Il popup di questa sezione consente di assegnare la condizione di carico, il gruppo di risultati, le combinazioni, i modi di vibrare relativi alla modalità prescelta. Queste modalità non sono disponibili per tutti i tipi di rappresentazione e pertanto vengono rappresentati in grigio i radiobutton (disabilitati) in funzione della loro disponibilità per la rappresentazione prescelta. Gli involucri (esclusivamente di sforzi di elementi monodimensionali) possono automaticamente essere eseguiti non solo su gruppi di risultati prescelti, ma su tutte le combinazioni di carico generate. La gestione delle combinazioni di carico saranno illustrate in seguito. Anche le animazioni possono essere eseguite sui gruppi di risultati.

### Rappresentazione delle combinazioni



Nel caso si vogliono impiegare le combinazioni, si deve selezionare il tipo di combinazioni di normativa che si vogliono formare automaticamente, ovvero:

- Stato limite ultimo
- Stato limite di servizio
- Stato limite di danno
- Stato limite di operabilità

- Stato limite per opere geotecniche

Se occorre, agendo sul bottone Combinazioni, si accede ad un dialogo multi-pagina con i dialoghi per i vari tipi di combinazioni.

Le combinazioni, secondo lo standard usato in tutto All In One, possono essere personalizzate.

Se si attiva la modalità di rappresentazione per combinazioni, il menu popup dei nomi delle condizioni riporterà il numero della combinazione che si intende rappresentare. Il numero mostrato nel popup è relativo alla combinazione del tipo prescelto nel popup dei tipi. Questo tipo e questa combinazione saranno usati per la rappresentazione. Qualora si usi l'involuppo di tutte le combinazioni, le combinazioni impiegate saranno quelle prescelte nel popup del tipo di combinazione.

## Opzioni avanzate

Alcune rappresentazioni hanno delle opzioni specifiche. Esse sono le seguenti.

### Riferimento globale

È un'opzione per la rappresentazione dei diagrammi degli sforzi negli elementi monodimensionali. Se attiva, invece di rappresentare la componente di sforzo proiettata sul piano di lavoro, rappresenta la curva di sforzo nel riferimento tridimensionale globale.

### Proiezione ortogonale piano di lavoro

È un'opzione per la rappresentazione dei diagrammi degli sforzi negli elementi bidimensionali. Normalmente gli sforzi sono proiettati sul piano di lavoro, attivando questa opzione si ottiene la proiezione su un piano ortogonale ai piani di lavoro.

### Sforzi negli elementi bidimensionali secondo una direzione voluta

Per ottenere la rappresentazione a mappa di colori degli sforzi assiali, di taglio e flessionali in una specifica direzione, attivare nel dialogo l'opzione "Componenti traccia piano di lavoro" (vedi sotto). Gli sforzi flessionali saranno quelli con rotazione intorno alla traccia del piano di lavoro con l'elemento, quelli assiali, ortogonali tale traccia nel piano dell'elemento e gli sforzi di taglio sono quelli ortogonali al piano dell'elemento giacenti sul piano del piano di lavoro.

Questi sforzi sono per unità di lunghezza e sono forze distribuite, nel senso che per sforzo assiale e taglio viene considerato lo spessore dell'elemento. Nel caso dello sforzo di taglio, non è necessario attivare l'opzione suddetta in quanto la rappresentazione è sempre direzionale.

Vengono rappresentati i valori con il segno per cui i valori con i colori più freddi non sono i valori minori in valore assoluto, ma sono, se presenti, i valori negativi.

Nella barra di stato viene riportato solo il valore maggiore positivo.

Gli sforzi di taglio non vengono rappresentati negli elementi solidi.

### Componenti traccia piano di lavoro

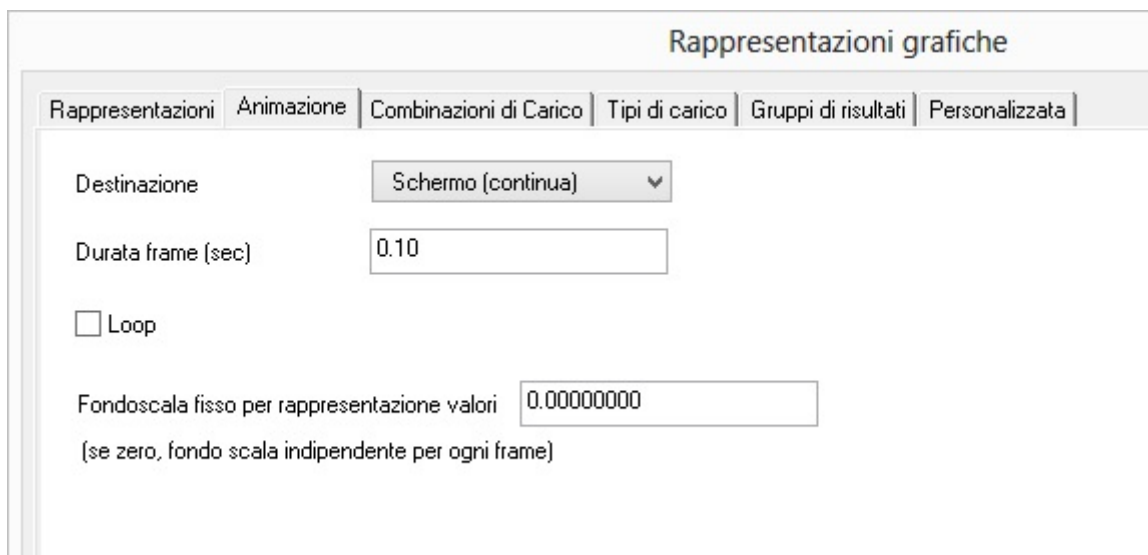
Per la rappresentazione delle isotensioni in elementi bidimensionali, e per avere una sezione della superficie di sforzo nel caso degli elementi bidimensionali, questa opzione consente di rappresentare le tensioni proiettate in una specifica direzione, quella cioè di intersezione dell'elemento con il piano di lavoro. In questo modo è possibile ottenere, controllando piano di lavoro, una rappresentazione delle componenti di tensione secondo qualsiasi direzione voluta. Ad esempio è possibile avere una mappa di colori dello sforzo di taglio lungo una specifica direzione. Ovviamente cambiando la posizione del piano di lavoro si può ottenere la rappresentazione per qualsiasi direzione.

**Questa opzione consente anche di "sezionare" la superficie di sforzo per ottenere dei diagrammi piani a colori degli sforzi sugli elementi bidimensionali.**

Per attivare la rappresentazione direttamente, si può anche cliccare l'icona della toolbar corrispondente alla rappresentazione che si desidera.



## L'animazione



Le rappresentazioni le quali consentono una rappresentazione animata, se attivate, permettono di selezionare il radiobutton per tale modalità di rappresentazione. Le opzioni di questa funzionalità sono gestite in una pagina apposita di questo dialogo. In essa è possibile assegnare la durata di un "frame" e cioè la permanenza sullo schermo della singola immagine. Inoltre è possibile definire le modalità di presentazione che possono essere:

- Schermo continua
- Schermo per passi
- Salva file AVI

Nel caso si scelga la rappresentazione a schermo per passi, si attiverà un controllo, durante la presentazione, che consentirà di scorrere i "fotogrammi" liberamente. Questa funzionalità è molto utile per monitorare l'evoluzione plastica di una struttura.

Soprattutto in questo ultimo caso, o in ogni caso vi sia una evoluzione della mappa di colori, è opportuno avere una sola mappatura di colore che si basi su un valore massimo prefissato comune a tutti i frame in modo che i colori evolvano secondo una unica mappatura. Pertanto è possibile assegnare un fondo scala che determinerà l'associazione dei colori egual per ogni frame. Se si assegna zero a questo campo, per ogni frame la mappatura avverrà sul valore massimo relativo al frame rappresentato.

Le altre pagine di questo dialogo sono note all'utilizzatore del programma in quanto presenti in altre funzionalità.

E' possibile qui formare le combinazioni secondo normativa in modo da impiegarne i valori nelle rappresentazioni.

Le combinazioni possono essere personalizzate.

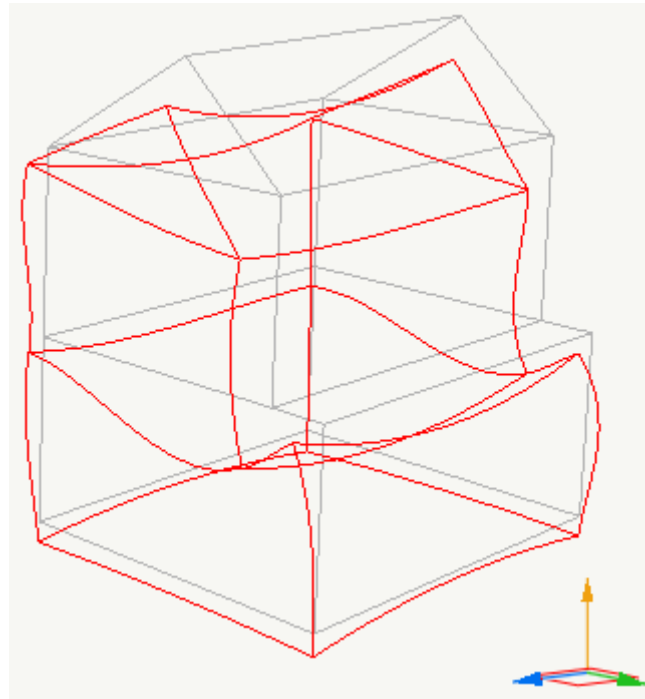
Poiché le combinazioni richiedono che siano assegnati i tipi di carico (permanente, variabile etc.) è opportuno assegnarli nell'apposito dialogo delle condizioni di carico. Se ciò non viene fatto, la funzione che gestisce le combinazioni le definisce "permanenti", dando avviso di questa circostanza. L'operatore può attivare la pagina "Tipi di carico" di questo stesso dialogo per dare diversa definizione ai tipi di carico.



## Note sulle rappresentazioni

### Diagramma delle deformate

Per valutare qualitativamente gli spostamenti calcolati da un'analisi, è possibile generare una rappresentazione della struttura deformata per una certa condizione di carico, simile a quella in figura (la deformata è rappresentata in rosso e la struttura originale in grigio):

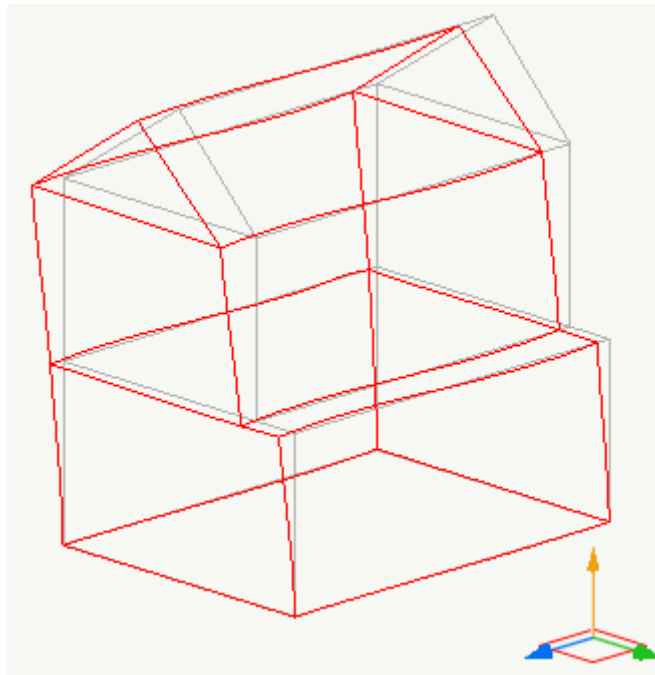


### Note

Nel caso il blocco di risultati scelto sia relativo ad una condizione sismica (*Dinamica 1...*), i valori di spostamento sono in media quadratica (cioè sempre positiva) e vanno valutati opportunamente.

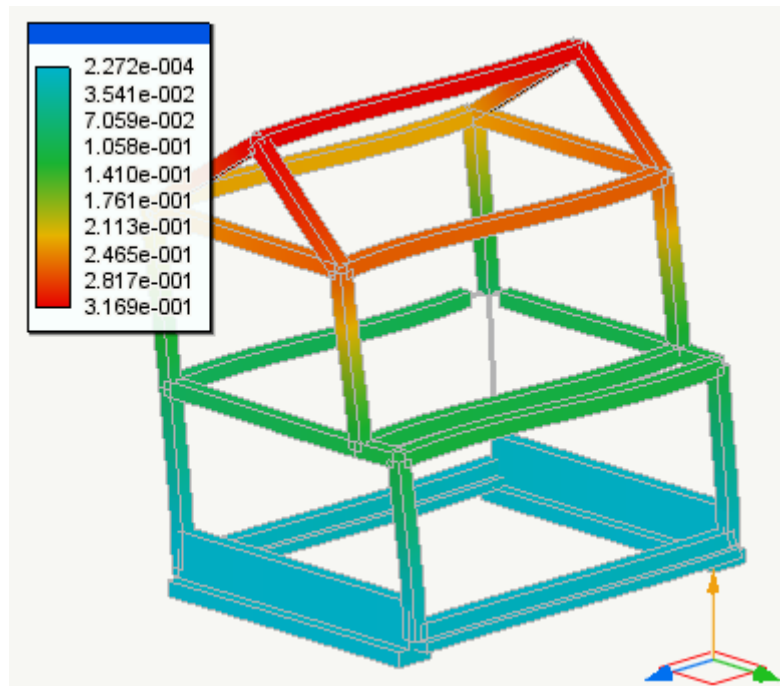
### Diagramma delle forme modali

Per valutare qualitativamente gli autovettori calcolati da un'analisi modale, è possibile generare una rappresentazione delle forme modali per un certo modo di vibrare, simile a quella in figura (la deformata è rappresentata in rosso e la struttura originale in grigio):



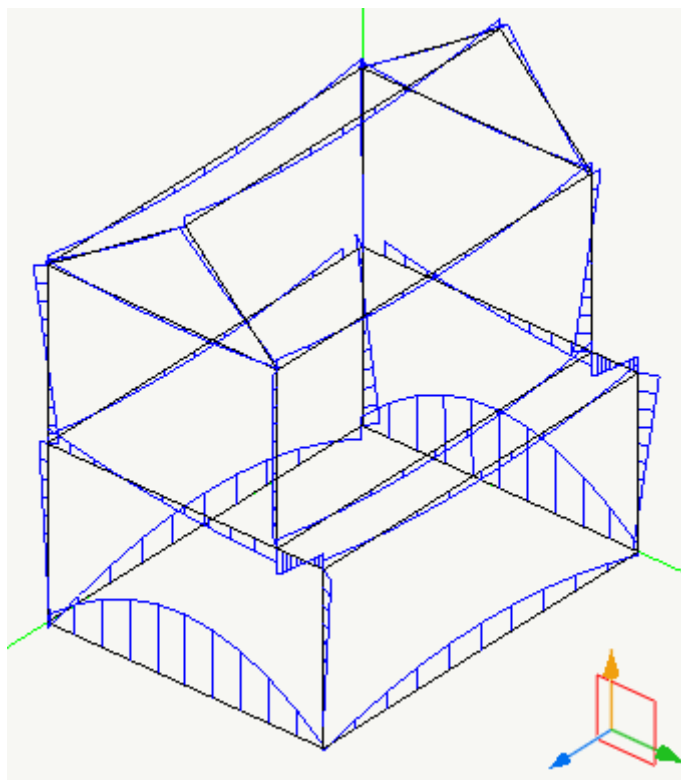
Le forme modali non vanno intese come spostamenti della struttura, ma solo una rappresentazione qualitativa delle entità numeriche degli autovettori calcolati.

Si può avere la rappresentazione anche a mappa di colori.



### Diagrammi degli sforzi

Per una rappresentazione grafica dell'andamento degli sforzi calcolati da un'analisi, è possibile generare, per ogni elemento, una rappresentazione dell'interpolazione dei valori di sforzo calcolati sugli estremi per una certa condizione di carico, come i figura:



La rappresentazione viene generata a partire dai valori di sforzo scelti dall'utente (momenti, di taglio o assiale), proiettati sul piano di lavoro corrente. Durante la rappresentazione è possibile modificare il piano di lavoro per rigenerare la rappresentazione e valutare gli sforzi su un riferimento diverso.

#### **Diagramma di sforzo per gli elementi bidimensionali**

Nel caso di elementi bidimensionali gli sforzi vengono rappresentati tramite una superficie definita a tratti. Per gli elementi bidimensionali gli sforzi a taglio vengono calcolati per derivazione numerica delle sollecitazioni flessionali; come sforzi assiali vengono rappresentate le tensioni di membrana e come momenti quelli lineari. Se è attiva l'opzione per la rappresentazione della torsione, poiché per gli elementi piani non sussiste il problema di non poter rappresentare nel piano tali valori, le rappresentazioni avvengono semplicemente su piani ortogonali a quello di sezione.

#### **Diagramma di sforzo in sezione per gli elementi bidimensionali**

Per la rappresentazione del valore degli sforzi negli elementi bidimensionali è possibile ottenere una sezione della superficie di sforzo che dà luogo ad un diagramma piano. Tale diagramma si può visualizzare sia in proiezione assonometrica attivando l'opzione "Componenti traccia piano di lavoro" che in sezione. In questo ultimo caso è anche possibile interrogare i valori numerici cliccando con il mouse sulla linea dell'elemento.

#### **Interrogazione dei valori numerici sui diagrammi**

Mentre la rappresentazione è attiva è possibile cliccare col mouse su alcuni tipi di elementi monodimensionale e bidimensionali per visualizzare a schermo il valore di sforzo rappresentato nel punto cliccato. Il punto viene accettato solo se sufficientemente distante dagli estremi dell'elemento per evitare ambiguità nella selezione del valore. Nel caso degli elementi bidimensionali, questa possibilità si ha solo se il diagramma è visualizzato in sezione.

#### **Note**

Poiché la funzione che rappresenta gli sforzi è una interpolante dei valori di sforzo nei nodi, i diagrammi non mostrano una esatta rappresentazione analitica dei valori di sforzo in ogni punto dell'elemento.

La funzione degli sforzi rappresentata è definita a tratti e una sezione di tale funzione può risultare discontinua. Ciò generalmente può accadere se la sezione è condotta in un interelemento di una superficie curva.

Per elementi solidi non viene generata alcuna rappresentazione.

Nel caso il blocco di risultati scelto sia relativo ad una condizione sismica (*Dinamica 1...*), i valori di sforzo sono in media quadratica (cioè sempre positivi) e con segno assegnato arbitrariamente solo per scopi di rappresentazione: la rappresentazione ha quindi valori strettamente qualitativi.

### Convenzioni sui segni dei valori tracciati

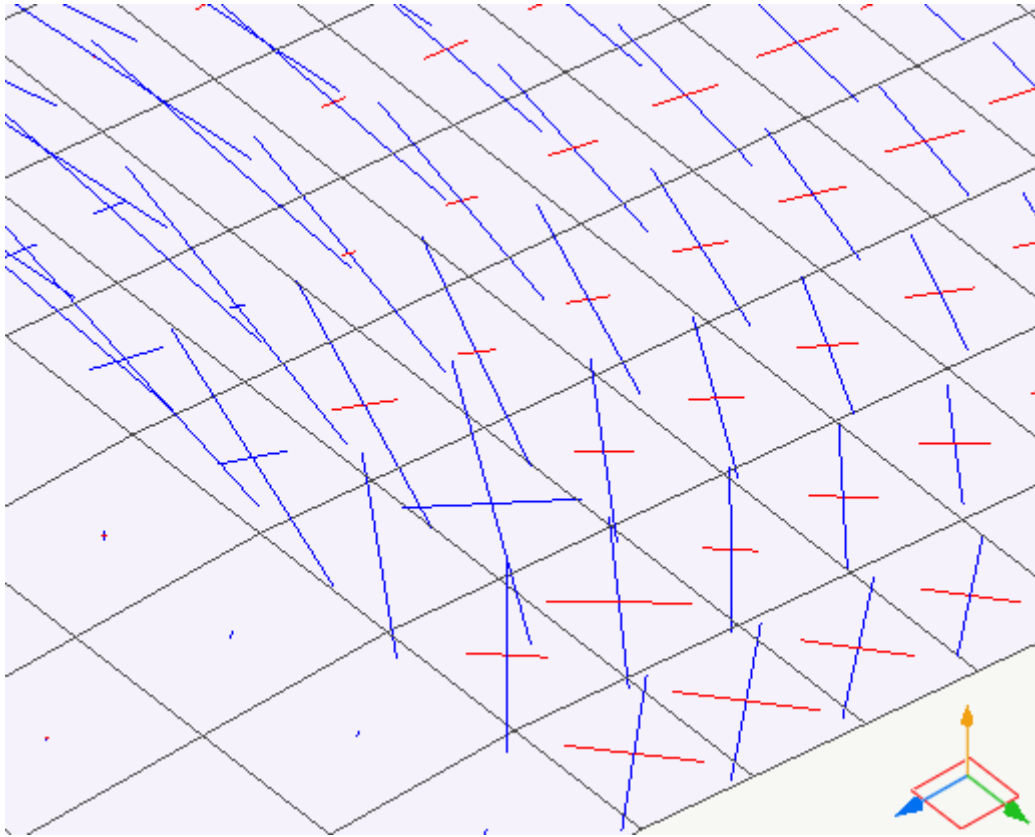
I segni dei diagrammi delle sollecitazioni non seguono le convenzioni della tecnica delle costruzioni: i segni restano congruenti con il sistema locale dell'elemento e il taglio è definito matematicamente, come derivata del momento, con segno e rappresentazione congruenti con il sistema di riferimento. La convenzione della tecnica delle costruzioni, al contrario, usa sistemi di riferimento diversi per momento e taglio e non rispetta la relazione matematica tra i loro segni. Questa scelta in Nòlian è dovuta soprattutto alla possibilità di avere diagrammi congruenti con i sistemi di riferimento generali e di poterli correttamente posizionare nello spazio in quanto matematicamente congruenti.



### Direzioni principali di tensione

Per rappresentare graficamente le tensioni calcolate da un'analisi su elementi piani e solidi, è possibile generare una rappresentazione delle linee principali di tensione (membranale o flessionale) per una certa condizione di carico, colorate secondo il segno della tensione membranale (linee rosse per tensione positiva) o secondo la faccia tesa dal momento flettente (linee rosse se il momento "tende" le fibre).

La rappresentazione appare simile a quella in figura, con due segmenti disegnati per ogni elemento piano, centrati nel centroide dell'elemento, di lunghezza proporzionale ai valori di tensione, diretti lungo le direzioni principali di tensione e di colore dipendente dai segni dei valori come detto:



Per gli elementi solidi, la rappresentazione si riferisce sempre allo stato tensionale calcolato nel centroide.

Per le note cfr. [Rappresentazioni grafiche dei risultati](#).

### Mappa delle isotensioni equivalenti

Per una rappresentazione grafica delle tensioni calcolate sugli elementi piani da un'analisi, è possibile generare una rappresentazione a mappa di colore delle tensioni flessionali o membranali equivalenti (dette anche ideali o di von Mises) secondo la formula:

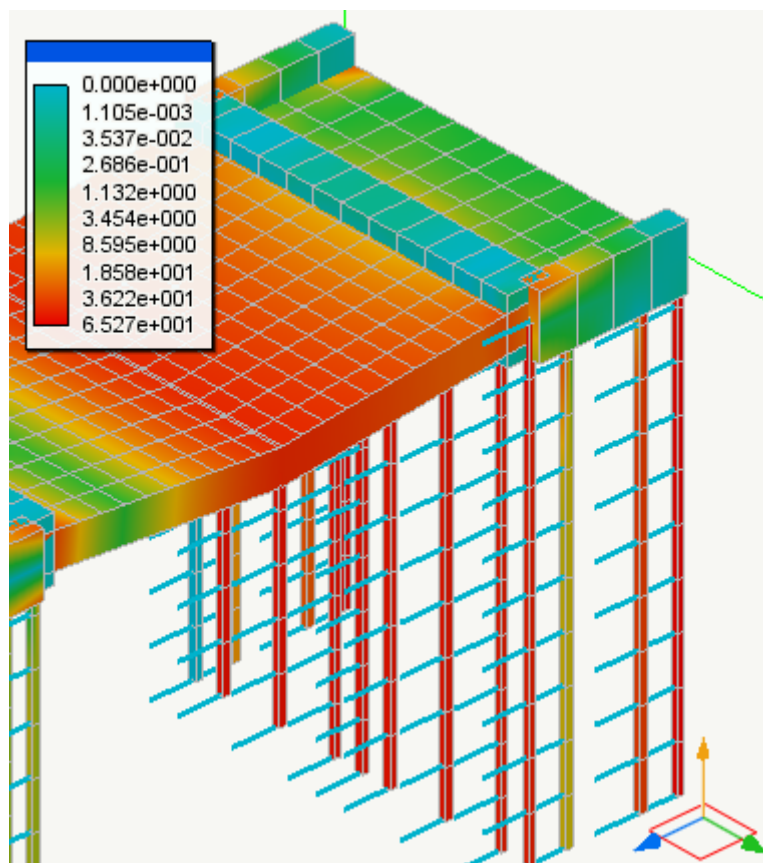
$$S_{eq} = (N_x^2 + N_y^2 - N_x N_y + 3 N_{xy}^2)^{1/2}$$

Nel caso delle tensioni flessionali, vengono considerate quelle sulla "faccia" dell'elemento, ottenute dalla relazione:

$$s = 6 M / tk^2$$

È anche disponibile una rappresentazione combinata degli stati di tensione membranali e flessionali, considerando tutti gli elementi per cui è possibile farlo come gusci. Vengono rappresentati in questo caso anche valori per elementi di tipo trave e asta, considerando i valori di sforzo sulla superficie del solido dell'elemento calcolati nell'ipotesi di materiale elastico secondo la teoria della trave inflessa e tenendo conto anche dello sforzo assiale.

Una tipica rappresentazione delle isotensioni equivalenti guscio è mostrata in figura:



#### Nota

Per ottenere una rappresentazione quanto più possibile ordinata e comprensibile, questa rappresentazione viene effettuata per interpolazione dei valori di sforzo medi sui nodi rispetto a tutti gli elementi che vi concorrono. Questo criterio può falsare la valutazione degli sforzi, in particolare quando concorrano in un nodo elementi non complanari. È possibile ottenere una rappresentazione senza la media degli sforzi con una opportuna [rappresentazione secondo formula definibile](#).

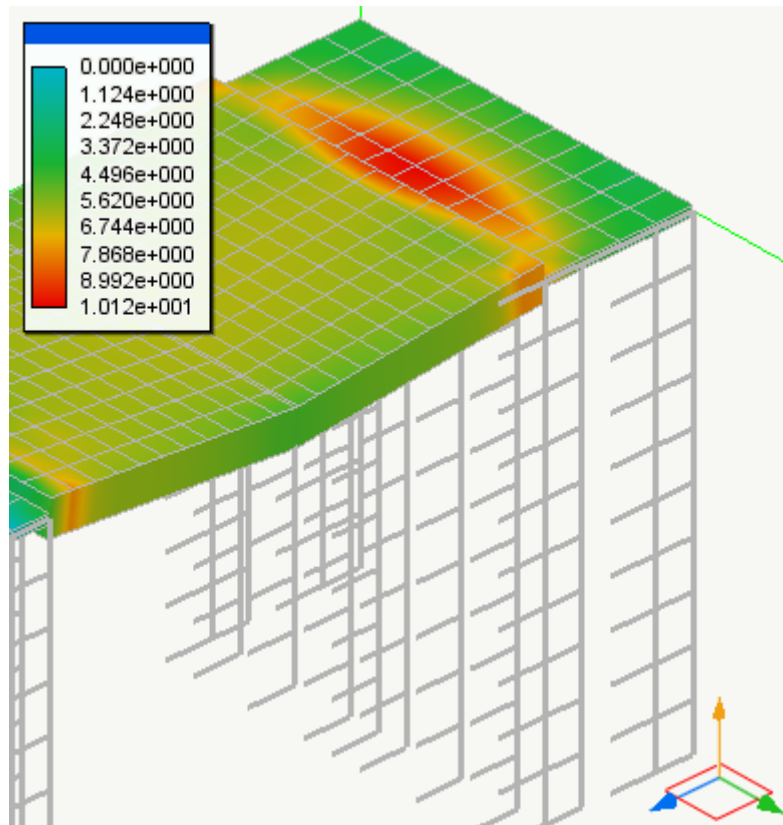
Per gli elementi solidi, questa rappresentazione può essere effettuata anche per sezioni.

Vedi anche [Rappresentazioni grafiche dei risultati](#).

#### Mappa delle tensioni principali

Per la visualizzazione delle tensioni membranali principali di trazione (massime positive), di compressione (massime negative) e di taglio (degli sforzi di membrana), è possibile generare una rappresentazione a mappa di colore analoga a quelle delle isotensioni equivalenti.

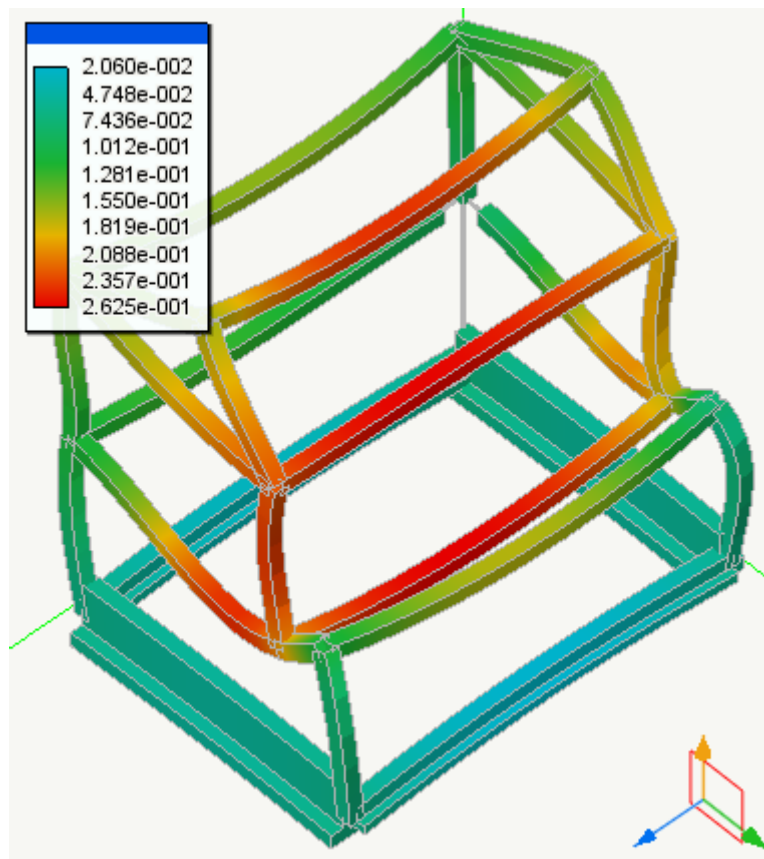
Una tipica rappresentazione delle tensioni principali di compressione è mostrata in figura:



**Nota** Se viene chiesta la generazione di una rappresentazione in sezione di elementi solidi, le tensioni rappresentate sono sempre le massime (o le minime) tensioni principali a prescindere dal piano di lavoro.

### Mappa degli isospostamenti

Per la rappresentazione grafica degli spostamenti calcolati da un'analisi, è possibile generare una rappresentazione a mappa di colore della struttura solida deformata per una certa condizione di carico, simile a quella in figura:



Questo tipo di rappresentazione permette di valutare qualitativamente, ad esempio, le pressioni di contatto in quanto, nell'ipotesi di suolo alla Winkler, esse sono linearmente proporzionali alle deformazioni.

Per le note cfr. [Rappresentazioni grafiche dei risultati](#).

### Mappa dello stato plastico

Rappresenta il grado di plasticizzazione delle sezioni dell'elemento trave a fibre. Il "grado di plasticizzazione" è inteso come rapporto tra curvatura plastica e curvatura elastica di primo snervamento. Tramite questa funzione viene rappresentato anche il grado di plasticizzazione di alcuni elementi piani analizzati in ambiente Earthquake Engineering;

### Verifica secondo sagomario

Se ad un elemento è assegnato un profilo del sagomario che contiene i valori di sforzo ultimi, questa funzione consente di rappresentare il coefficiente di sicurezza rispetto a tali valori.

### Eccentricità linea pressioni

Questa funzione analizza il rapporto tra tensioni membranali e flessionali per determinare se la risultante membranale rimane all'interno della sezione. Questa funzione è disponibile solo per elementi piani. Per far ciò, la funzione individua la direzione principale di compressione  $\alpha$  e proietta lo sforzo flessionale in tale direzione. La funzione di proiezione è la notissima:

$$mn = 0.5 \cdot (mx + my) + 0.5 \cdot (mx - my) \cos(2\alpha) - mxy \sin(2\alpha).$$

Detto  $nn$  il valore massimo di compressione, l'eccentricità relativa allo spessore  $t_k$  della sezione sezione è:



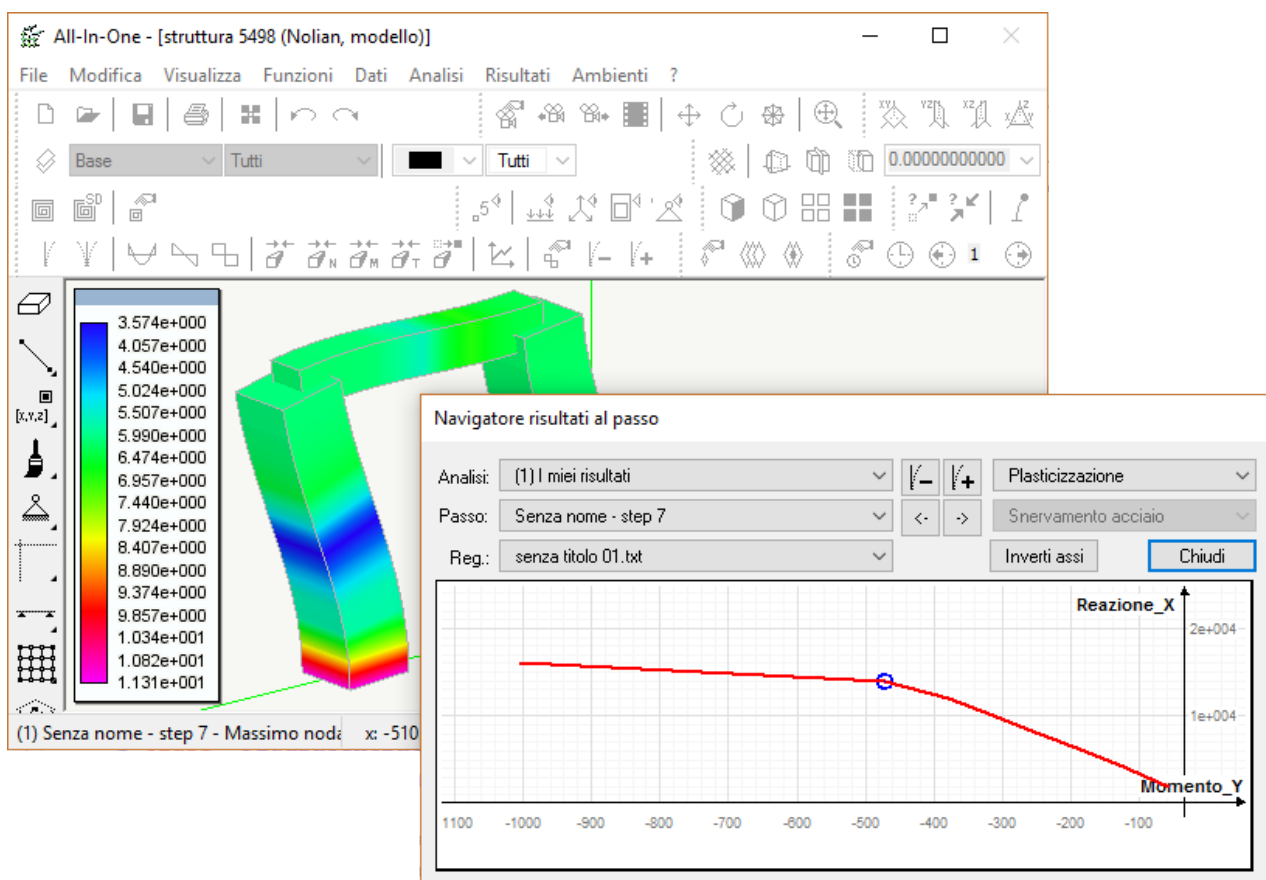
$$e = (mn/nn) / tk/2.0$$

Pertanto se  $e > 1.0$  la risultante esce dalla sezione.

Se si impiegano elementi a layer con materiale no-tension, la eccentricità indica realmente la presenza dei così detti "meccanismi locali" in quanto i layer in trazione non supportano sforzi e i layer in compressione agiscono quindi come una cerniera.

## Il navigatore dei risultati al passo

In presenza di risultati derivanti da analisi di tipo non-lineare e attivando la check-box "Navigatore", alla chiusura del dialogo delle rappresentazioni grafiche verrà automaticamente aperta la finestra del navigatore, che permette di mettere in correlazione la rappresentazione di uno specifico passo di analisi con uno dei grafici eventualmente prodotti dai registratori attivi durante l'analisi stessa.



La finestra, ridimensionabile, consente di scegliere l'analisi di riferimento e quindi il passo di analisi e il registratore da correlare, e contiene strumenti per scegliere la tipologia di risultati da graficizzare e controllare il fattore di zoom.

La selezione di uno dei passi di analisi imposta la relativa rappresentazione grafica nella finestra principale e disegna un cursore grafico sul punto correlato della curva del registratore corrente. Viceversa, cliccando sulla curva, viene selezionato il passo di analisi corrispondente.

I risultati rappresentabili sono:

- plasticizzazione
- massima deformazione

- fessurazione
- stati critici

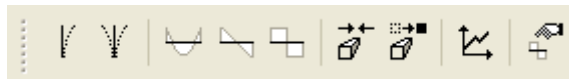
Nell'ambito degli stati critici, è possibile rappresentare:

- rottura nel calcestruzzo per compressione
- snervamento dell'acciaio
- rottura per taglio
- rotazione alla corda
- drifting tangente

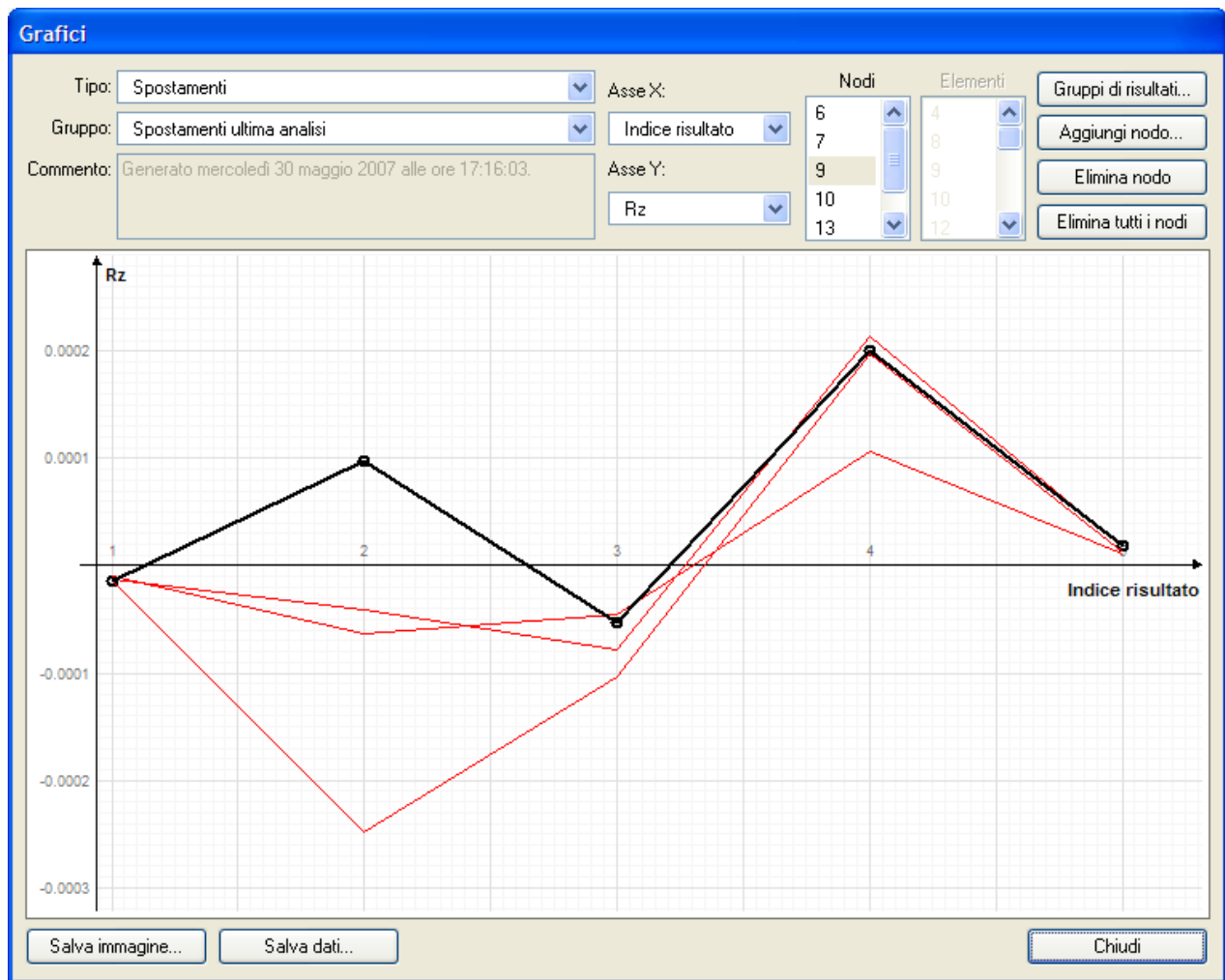
## Grafici

I risultati di sforzo o spostamento calcolati in passi diversi di una stessa analisi, per condizioni di carico diverse o in analisi di tipo diverso possono essere valutati attraverso dei grafici generati a partire da uno o più valori calcolati per nodi o elementi selezionati su blocchi di risultati diversi.

Per generare e visualizzare i grafici, selezionare la voce di menu **Risultati > Grafici...** oppure l'icona **Grafici...** della toolbar **Rappresentazione risultati**:



Viene mostrato il dialogo in figura:



Nel dialogo va scelto il tipo di valori da graficizzare (spostamenti o sforzi) e il **gruppo di blocchi di risultati** da cui leggere i valori.

È necessario quindi scegliere i valori da associare ad ascisse ed ordinate del grafico: ad esempio l'indice del blocco nel gruppo, il grado di libertà per gli spostamenti di un nodo, il tipo di sforzo per un elemento.

L'elenco dei nodi da visualizzare può essere gestito con i bottoni **Aggiungi nodo...** (che permette di specificare l'indice del nodo da aggiungere), **Elimina nodo** (che elimina dalla lista il nodo selezionato) ed **Elimina tutti i nodi** (che azzerla la lista).

Mentre è aperto il dialogo è possibile cliccare su un nodo nel modello per aggiungerlo alla lista, oppure selezionarlo nella lista se già presente.

La lista degli elementi contiene tutti gli elementi connessi a tutti i nodi presenti nella lista dei nodi.

Il grafico relativo al nodo selezionato nella lista è visualizzato in nero, con tratto più spesso rispetto agli altri. Il grafico relativo all'elemento selezionato nella lista è visualizzato in blu, con tratto più spesso rispetto agli altri.

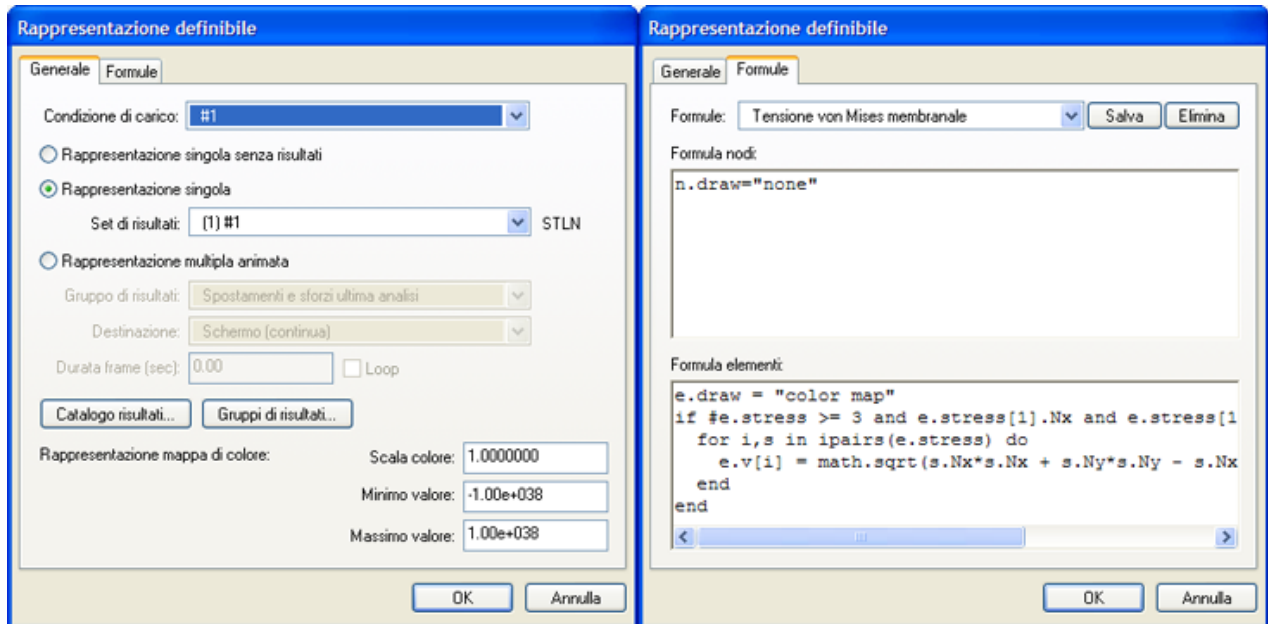
L'immagine del grafico può essere salvata selezionando il bottone **Salva immagine...**

I dati numerici del grafico relativo al nodo (ed eventualmente all'elemento) selezionato, evidenziato in nero, possono essere memorizzati su file di testo selezionando il bottone **Salva dati...**

## Rappresentazione secondo formula definibile

Questo tipo di rappresentazione consente di avere un'immagine alla quale sono associati i dati o i risultati in forma numerica o a mappa di colori, secondo una formula assegnata dall'utente e quindi con la massima possibilità di operare sui dati e risultati da rappresentare.

Per accedere al dialogo di configurazione della rappresentazione, selezionare la voce di menu **Risultati > Definibile...** Viene aperto un dialogo diviso in due pannelli:



Poiché i blocchi di risultati possono avere nomi diversi dalle condizioni di carico cui si riferiscono e anche nomi diversi tra i blocchi di spostamenti e blocchi di sforzi, nella prima parte del dialogo si deve indicare la condizione di carico che verrà usata per rappresentare eventuali carichi e, se necessario, il nome del blocco di risultati di tipo "spostamenti e sforzi" da impiegare

Il tipo di risultati "spostamenti e sforzi" si riferisce a coppie di blocchi di risultati disponibili, uno di sforzi ed uno di spostamenti, provenienti dalla stessa analisi, per la stessa fase e condizione di carico.

Se si vuole una rappresentazione animata si deve indicare il [gruppo di risultati](#) di tipo "spostamenti e sforzi" da impiegare.

L'animazione può essere visualizzata a schermo o salvata su file (con durata di ogni immagine specificata dall'utente nel campo **Durata frame**), oppure visualizzata per passi e controllata dall'utente.

Nel pannello **Formule** vanno specificate le formule relative a nodi ed elementi, oppure scegliere una tra le formule predefinite. Le formule vanno scritte secondo la stessa sintassi dello scripting interno, in modo simile a quanto avviene per i [tooltip](#). Per una descrizione dettagliata di tale sintassi si rimanda al manuale specifico dello scripting interno.

Per modificare i parametri o le formule utilizzate dalla rappresentazione successivamente, mentre essa è già attiva, selezionare la voce di menu **Risultati > Modifica scala diagrammi...** (tasto di scelta rapida **Ctrl+M**) oppure l'icona omonima nella toolbar **Rappresentazione risultati**.

### Definizione delle formule

I blocchi di istruzioni inseriti per i nodi e per gli elementi vengono eseguiti per ogni nodo e per ogni elemento da rappresentare.

Per facilitare l'inserimento delle formule è possibile utilizzare, oltre a tutte le funzioni definite dallo scripting interno, due "oggetti" speciali, uno per ogni blocco: **n**, nel blocco dei nodi, è un oggetto relativo al nodo da rappresentare; **e**, nel blocco degli elementi, è un oggetto relativo all'elemento da rappresentare.

Questi due oggetti offrono una serie di "proprietà" che possono essere lette o modificate per costruire la rappresentazione voluta.

L'oggetto **n**, utilizzato nel blocco dei nodi come riferimento al nodo corrente, definisce le seguenti proprietà (accanto viene specificato *R* se le proprietà sono in sola lettura, *W* se in sola scrittura, *R/W* se entrambi):

<b>n.draw</b>	<i>R/W</i>	tipo di rappresentazione per il nodo, uno tra i seguenti valori:
		<ul style="list-style-type: none"> <li><b>"none"</b>      nodo non disegnato</li> <li><b>"wireframe"</b>      rappresentazione standard wireframe</li> <li><b>"hilite"</b>      nodo evidenziato; l'uso di questa modalità assegna un colore al nodo fino a quando non viene disattivato l'evidenziamento</li> <li><b>"dot"</b>      nodo marcato da un cerchio</li> </ul>
<b>n.text</b>	<i>R/W</i>	testo da mostrare sul nodo
<b>n.color</b>	<i>R/W</i>	indice nella palette del colore assegnato nella rappresentazione al nodo
<b>n.x, n.y, n.z</b>	<i>R/W</i>	posizione del nodo (la modifica ha effetto solo per la rappresentazione)
<b>n.value</b>	<i>R/W</i>	valore per la mappa dei colori sugli elementi collegati
<b>n.idx</b>	<i>R</i>	indice del nodo
<b>n.tx, n.ty, n.tz, n.rx, n.ry, n.rz</b>	<i>R</i>	spostamento del nodo calcolato per il blocco di risultati corrente
<b>n.rtx, n.rty, n.rtz, n.rrx, n.rry, n.rrz</b>	<i>R</i>	vincoli assegnati al nodo, come valori booleani <b>true / false</b>
<b>n.fx, n.fy, n.fz, n.mx, n.my, n.mz</b>	<i>R</i>	forze e momenti concentrati assegnati al nodo relativi alla condizione di carico corrente
<b>n.msx, n.msy, n.msx, n.mrx, n.mry, n.mrz</b>	<i>R</i>	masse concentrate assegnate al nodo

<b>n.arrow</b>	<i>R/W</i>	vettore {x,y,z} della freccia da disegnare sul nodo
<b>n.arrowcolor</b>	<i>R/W</i>	indice nella palette del colore della freccia da disegnare sul nodo
<b>n.max</b>	<i>W</i>	accumulatore valore massimo: tra tutti i valori assegnati processando tutti i nodi, viene scelto il massimo e viene stampato sul nodo relativo
<b>n.min</b>	<i>W</i>	accumulatore valore minimo: tra tutti i valori assegnati processando tutti i nodi, viene scelto il minimo e viene stampato sul nodo relativo

L'oggetto **e**, utilizzato nel blocco degli elementi come riferimento all'elemento corrente, definisce le seguenti proprietà (accanto viene specificato *R* se le proprietà sono in sola lettura, *W* se in sola scrittura, *R/W* se entrambi):

<b>e.draw</b>	<i>R/W</i>	tipo di rappresentazione per l'elemento, uno tra i seguenti valori:																
		<table> <tr> <td><b>"none"</b></td> <td>elemento non disegnato</td> </tr> <tr> <td><b>"wireframe"</b></td> <td>rappresentazione standard wireframe</td> </tr> <tr> <td><b>"hilite"</b></td> <td>elemento evidenziato; l'uso di questa modalità assegna un colore all'elemento fino a quando non viene disattivato l'evidenziamento</td> </tr> <tr> <td><b>"solid"</b></td> <td>rappresentazione solida</td> </tr> <tr> <td><b>"hidden lines"</b></td> <td>rappresentazione linee nascoste</td> </tr> <tr> <td><b>"shrink"</b></td> <td>rappresentazione shrink</td> </tr> <tr> <td><b>"solid shrink"</b></td> <td>rappresentazione shrink solido</td> </tr> <tr> <td><b>"color map"</b></td> <td>rappresentazione a mappa di colori</td> </tr> </table>	<b>"none"</b>	elemento non disegnato	<b>"wireframe"</b>	rappresentazione standard wireframe	<b>"hilite"</b>	elemento evidenziato; l'uso di questa modalità assegna un colore all'elemento fino a quando non viene disattivato l'evidenziamento	<b>"solid"</b>	rappresentazione solida	<b>"hidden lines"</b>	rappresentazione linee nascoste	<b>"shrink"</b>	rappresentazione shrink	<b>"solid shrink"</b>	rappresentazione shrink solido	<b>"color map"</b>	rappresentazione a mappa di colori
<b>"none"</b>	elemento non disegnato																	
<b>"wireframe"</b>	rappresentazione standard wireframe																	
<b>"hilite"</b>	elemento evidenziato; l'uso di questa modalità assegna un colore all'elemento fino a quando non viene disattivato l'evidenziamento																	
<b>"solid"</b>	rappresentazione solida																	
<b>"hidden lines"</b>	rappresentazione linee nascoste																	
<b>"shrink"</b>	rappresentazione shrink																	
<b>"solid shrink"</b>	rappresentazione shrink solido																	
<b>"color map"</b>	rappresentazione a mappa di colori																	
<b>e.text</b>	<i>R/W</i>	testo da mostrare sull'elemento																
<b>e.color</b>	<i>R/W</i>	indice nella palette del colore assegnato nella rappresentazione all'elemento																
<b>e.v</b>	<i>R/W</i>	array ordinato dei valori nodali per la rappresentazione a mappa di colori																
<b>e.value</b>	<i>W</i>	valore unico per la mappa dei colori da assegnare a tutti i nodi dell'elemento																

<b>e.average</b>	<i>R</i>	flag booleano che indica se nella mappa a colori per l'elemento corrente va eseguita la media dei valori assegnati ad uno stesso nodo da parte di elementi diversi (valore <b>true</b> ) oppure se deve considerare solo il valore assegnato da parte di questo elemento (valore <b>false</b> )
<b>e.fn</b>	<i>R/W</i>	tabella dei valori della funzione di cui disegnare il grafico sull'elemento monodimensionale corrente; gli elementi della tabella hanno come chiave numerica l'ascissa lungo X (da 0 a 1) di un punto del grafico e come valore una tabella {y, z} che indica le corrispondenti coordinate del grafico; se viene assegnato un solo valore numerico in corrispondenza di un'ascissa, esso viene interpretato come coordinata Z, con Y nulla
<b>e.fncolor</b>	<i>R/W</i>	indice nella palette del colore da utilizzare per il disegno del grafico sull'elemento corrente
<b>e.idx</b>	<i>R</i>	indice dell'elemento
<b>e.nodes</b>	<i>R</i>	array ordinato degli indici dei nodi che formano l'elemento
<b>e.typecode</b>	<i>R</i>	codice del tipo dell'elemento, uno tra i valori restituiti da <b>_e.type( i )</b> (si veda il manuale scripting interno)
<b>e.typeName</b>	<i>R</i>	descrizione testuale del tipo dell'elemento (es. "asta", "brick"...)
<b>e.data</b>	<i>R</i>	dati dell'elemento, una tabella che segue lo stesso formato di <b>_e.type( i )</b> (si veda il manuale scripting interno)
<b>e.length</b>	<i>R</i>	lunghezza degli elementi monodimensionali; per elementi non monodimensionali è pari a <b>nil</b>
<b>e.area</b>	<i>R</i>	area degli elementi bidimensionali; per elementi non bidimensionali è pari a <b>nil</b>
<b>e.volume</b>	<i>R</i>	volume degli elementi solidi; per elementi non solidi è pari a <b>nil</b>
<b>e.load</b>	<i>R</i>	carichi assegnati all'elemento per la condizione corrente, una tabella che raggruppa tutti i valori restituiti da <b>_e.load( i, lc, t )</b> (cfr. manuale scripting interno); il sistema locale del carico trapezoidale ha chiave <b>tpz_system</b> anziché <b>system</b> per risolvere l'ambiguità rispetto a quello del carico uniforme
<b>e.mass</b>	<i>R</i>	massa assegnata all'elemento, una tabella che segue lo stesso formato di <b>_e.mass( i )</b> (cfr. manuale scripting interno)
<b>e.xdir, e.ydir, e.zdir</b>	<i>R</i>	tre tabelle {x,y,z} che indicano le direzioni degli assi del sistema di riferimento locale dell'elemento
<b>e.stress</b>	<i>R</i>	array di sforzi dell'elemento calcolati per il blocco di risultati corrente, ogni elemento dell'array è una tabella il cui formato è lo stesso di <b>_r.stress( i )</b> (cfr. manuale scripting interno)
<b>e.disp</b>	<i>R</i>	array ordinato degli spostamenti dei nodi dell'elemento calcolati per il blocco di risultati corrente, ogni elemento dell'array è una tabella {tx, ty, tz, rx, ry, rz}
<b>e.max</b>	<i>W</i>	accumulatore valore massimo: tra tutti i valori assegnati processando tutti gli elementi, viene scelto il

massimo e viene stampato sull'elemento relativo

**e.min**      *W*      accumulatore valore minimo: tra tutti i valori assegnati processando tutti gli elementi, viene scelto il minimo e viene stampato sull'elemento relativo

## Esempi di rappresentazioni personalizzate

I seguenti esempi hanno lo scopo di indicare l'uso delle variabili e di alcune funzioni negli script. Non hanno necessariamente significato ingegneristico.

### Mapa di colori in base allo sforzo normale

Il disegno dei nodi non interessa, quindi la formula per i nodi è semplicemente:

```
n.draw="none"
```

Per gli elementi invece va impostata la rappresentazione a mappa di colori, senza smoothing dei valori nodali. Inoltre la rappresentazione è valida solo per elementi monodimensionali (due nodi) che abbiano definito il valore **N** tra i risultati degli sforzi; gli altri elementi possono essere disegnati in wireframe.

Quindi la formula per gli elementi è:

```
if #e.stress == 2 and e.stress[1].N then
  e.draw = "color map"
  e.average = false
  e.v[1] = e.stress[1].N
  e.v[2] = e.stress[2].N
end
```

### Tensione ideale di membrana secondo il criterio di von Mises

Il disegno dei nodi non interessa, quindi la formula per i nodi è semplicemente:

```
n.draw="none"
```

Per gli elementi invece va impostata la rappresentazione a mappa di colori. La rappresentazione è valida solo per elementi bidimensionali (almeno tre nodi) che abbiano definiti i valori di tensione X, Y e tangenziale XY tra i risultati degli sforzi; gli altri elementi possono essere disegnati in wireframe. I valori nodali possono essere assegnati con una semplice iterazione sugli sforzi.

Quindi la formula per gli elementi è:

```
if #e.stress >= 3 and e.stress[1].Nx and e.stress[1].Ny and e.stress[1].Nxy
then
  e.draw = "color map"
  for i,s in ipairs(e.stress) do
    e.v[i] = math.sqrt(s.Nx*s.Nx + s.Ny*s.Ny - s.Nx*s.Ny + 3*s.Nxy*s.Nxy)
  end
end
```



```
end
```

### Spessore degli elementi

Il disegno dei nodi non interessa, quindi la formula per i nodi è semplicemente:

```
n.draw="none"
```

Per gli elementi invece va impostata la rappresentazione a mappa di colori. La rappresentazione è valida solo per elementi per i quali sia definito uno spessore tra le loro caratteristiche (**e.data.thickness**); gli altri elementi non vanno disegnati. Va assegnato un solo valore nodale a tutti i nodi dell'elemento e disattivata la media dei valori per ignorare quelli assegnati ai nodi da parte degli elementi contigui.

Quindi la formula per gli elementi è:

```
e.draw = "none"
if e.data.thickness then
  e.draw = "color map"
  e.average = false
  e.value = e.data.thickness
end
```

### Mappa del carico uniforme

Il disegno dei nodi non interessa, quindi la formula per i nodi è semplicemente:

```
n.draw="none"
```

Per gli elementi invece va impostata la rappresentazione a mappa di colori, senza media dei valori nodali e con un unico valore assegnato a tutti i nodi pari ad una norma sul carico uniforme assegnato all'elemento per la condizione scelta nel dialogo:

```
e.draw = "color map"
e.average = false
e.value = math.sqrt(e.load.cx*e.load.cx + e.load.cy*e.load.cy +
e.load.cz*e.load.cz)
```

### Valore numerico modulo di elasticità

Si vuole aggiungere un valore numerico agli elementi sulla rappresentazione wireframe predefinita. Quindi va solo specificata la formula degli elementi, lasciando quella dei nodi vuota:

```
if e.data.elast_mod then
  e.text = math.modf(e.data.elast_mod)
end
```

Il valore viene scritto solo sugli elementi che hanno effettivamente assegnato un modulo di elasticità e viene considerata la

sola parte intera.

Se si volesse in alternativa stampare soltanto il valore massimo e quello minimo, la formula diventerebbe:

```
if e.data.elast_mod then
  e.max = math.modf(e.data.elast_mod)
  e.min = math.modf(e.data.elast_mod)
end
```

### Evidenziamento sugli elementi definibile

Attraverso la rappresentazione definibile è possibile specificare criteri personalizzati per l'**evidenziamento** di nodi ed elementi.

Vediamo in questo esempio come è possibile evidenziare gli elementi che abbiano un carico uniforme lungo Z assegnato per la condizione di carico scelta nel dialogo della rappresentazione definibile.

Poiché non si vuole evidenziare alcun nodo, ma lasciare loro il colore di default confonderebbe la rappresentazione, decidiamo di evidenziarli tutti con colore nero. La formula per i nodi è:

```
n.draw="hilite"
n.color=1
```

Gli elementi invece vanno tutti evidenziati in colore nero, tranne quelli con modulo della componente Z del carico uniforme positivo:

```
e.draw="hilite"
e.color=1
if e.load.cz and math.abs(e.load.cz)>0 then
  e.color = 2
end
```

L'evidenziamento può essere disattivato, come quello di tipo non personalizzato, dalla voce di menu **Dati > Evidenzia > Disattiva**.

### Frecce sui nodi

Attraverso la rappresentazione definibile è possibile disegnare frecce sui nodi, attraverso l'assegnazione di **n.arrow** e **n.arrowcolor**.

Ad esempio per disegnare una freccia relativa alle componenti della forza assegnata al nodo per la condizione di carico specificata nel dialogo della rappresentazione, colorata di blu (quarto colore della palette predefinita), scalata di un fattore 100:

```
local scl=100
n.arrow = {n.fx*scl, n.fy*scl, n.fz*scl}
n.arrowcolor = 4
```

### Disegno di una funzione lungo gli elementi monodimensionali

Attraverso la rappresentazione definibile è possibile disegnare il grafico di una funzione lungo un elemento monodimensionale, attraverso l'assegnazione di **e.fn** e **e.fncolor**.

Ad esempio per disegnare il diagramma dei momenti lungo gli elementi monodimensionali:

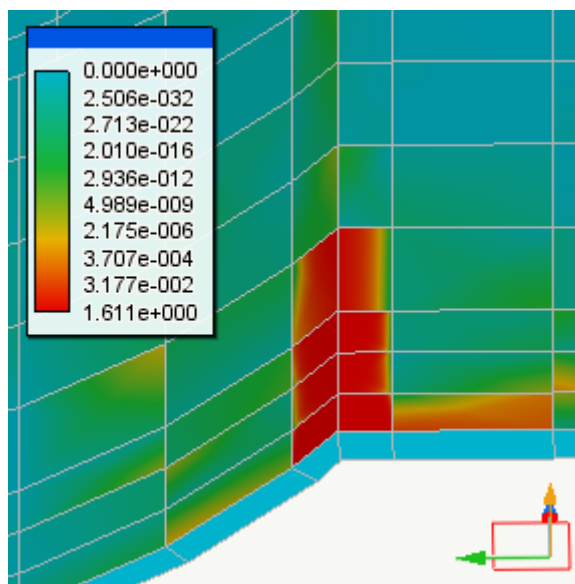
```
if #e.stress==2 and e.stress[1].N then
  local scl = 0.0001
  local lx = e.length
  local m0z, m1z = e.stress[1].Mz, -e.stress[2].Mz
  local m0y, m1y = -e.stress[1].My, e.stress[2].My
  local t0y, t1y = -e.stress[1].Ty, e.stress[2].Ty
  local t0z, t1z = -e.stress[1].Tz, e.stress[2].Tz
  local d1z = (t1y+t0y) / lx^2 - 2*(m1z-m0z) / lx^3
  local d2z = -(t1y+2*t0y) / lx + 3*(m1z-m0z) / lx^2
  local d1y = (t1z+t0z) / lx^2 - 2*(m1y-m0y) / lx^3
  local d2y = -(t1z+2*t0z) / lx + 3*(m1y-m0y) / lx^2
  e.fncolor = 4
  for i = 0, 10 do
    local x = i*lx/10
    local valz = d1z * x^3 + d2z * x^2 + t0y * x + m0z
    local valy = d1y * x^3 + d2y * x^2 + t0z * x + m0y
    e.fn[i/10] = {z=(valy*scl), y=(valz*scl)}
  end
end
```

In questo esempio il grafico viene disegnato per tutti gli elementi monodimensionali che abbiano definiti gli sforzi necessari. Le variabili temporanee sono definite *local* per pulizia del codice e per motivi prestazionali (le variabili locali sono più veloci di quelle globali). Il colore utilizzato per il diagramma è il blu (il quarto colore della palette predefinita). Per ogni elemento vengono definiti undici punti di ascissa tra 0 e 1 in cui valutare la funzione voluta (in questo caso un'interpolazione cubica tra i valori di sforzo agli estremi dell'elemento); il diagramma sarà formato da una spezzata passante per questi punti. I valori vengono scalati con un fattore **scl** definito dall'utente.

## Mapa della qualità della mesh

Per una valutazione rapida della qualità della mesh del modello, è possibile generare una rappresentazione a mappa di colori secondo i criteri spiegati nella sezione **Stima a posteriori dell'errore della mesh** del manuale teorico di Nòlian.

Una tipica rappresentazione della qualità della mesh è mostrata in figura:



Per ottenere una rappresentazione della qualità della mesh, selezionare la voce di menu **Risultati > Valutazione mesh....**

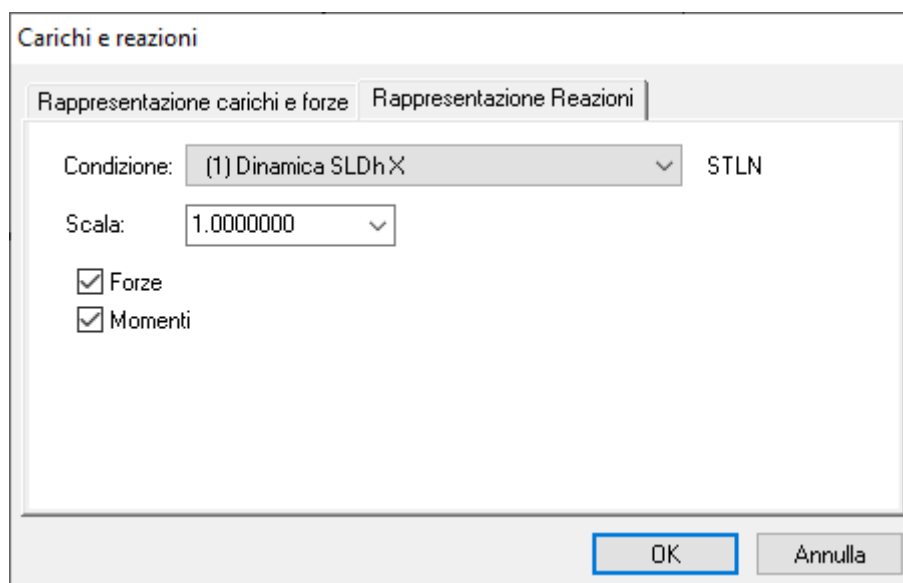
Viene mostrato un dialogo dove va specificato il blocco di risultati degli sforzi da cui generare la rappresentazione e la scala della mappa di colore (cfr. [Rappresentazioni grafiche dei risultati](#)).

La rappresentazione generata può essere anche animata: è sufficiente attivare la casella **Rappresentazione multipla animata:** e scegliere il [gruppo di blocchi](#) di sforzi da considerare: per ogni blocco del gruppo verrà calcolata la rappresentazione relativa.

L'animazione può essere visualizzata a schermo o salvata su file (con durata di ogni immagine specificata dall'utente nel campo **Durata frame**), oppure visualizzata per passi e controllata dall'utente.

Per modificare i parametri della rappresentazione successivamente, mentre essa è già attiva, selezionare la voce di menu **Risultati > Modifica scala diagrammi...** (tasto di scelta rapida **Ctrl+M**) oppure l'icona omonima nella toolbar **Rappresentazione risultati**.

## Rappresentazione dei residui



Accedendo alla funzione di rappresentazione dei carichi, si ha un dialogo a pagine, la prima pagina riguarda la rappresentazione dei carichi, la seconda riguarda la rappresentazione delle reazioni. Si può selezionare la condizione, statica o dinamica, desiderata e se rappresentare forze o momenti oppure entrambi, si può assegnare il fattore di amplificazione dei diagrammi. Non è disponibile la funzione di scalamento automatico, il fattore di amplificazione può essere modificato agendo sugli appositi comandi della toolbar.

Per l'accesso al dialogo, vedere [Rappresentazione dei carichi](#).

## Il Sagomario

### Formato

Il "Sagomario" è un file in formato XML che raccoglie i dati che descrivono i profili standard, generalmente in acciaio. Alcuni sagomari con i più comuni profili in acciaio sono rilasciati con il programma. L'utilizzatore può però generare dei suoi sagomari sia con la funzionalità accessibile dall'ambiente Nòlian, sia modificando o generando un file di testo secondo il formato appresso descritto.

Si segnala che dalla versione EWS 42 il formato del file sagomario è cambiata. Una funzionalità dell'ambiente Nòlian consente di convertire eventuali sagomari personali realizzati nel vecchio formato.

I campi principali sono i seguenti.

```
<shapes_catalogue lunits="cm" funits="kN"
<shape
name="L50x30x5
fase="0"
ar="3.780"
jxx="0.300"
jyy="9.410"
jzz="2.540"
wey="2.880"
wez="1.120"
wpy="4.890"
wpz="1.950"
cod="8"
hh="5.000"
bb="3.000"
tw="0.500"
tf="0.500"
rr="0.450"
c1="1.000"
c2="7.000"
dy="0.000"
dz="10.000"
/>
</ shapes_catalogue>
```

Per ogni profilo occorre un gruppo shape con gli attributi indicati. La radice shapes\_catalogue è obbligatoria ed identifica un file sagomario.

L'attributo lunits indica l'unità di misura di lunghezza e l'attributo funits quello di forza con le quali è redatto il sagomario e possono essere mm, cm, m, per la lunghezza e kg, N, kN per la forza.

Le unità di misura verranno poi convertite automaticamente nelle unità scelte nei vari ambienti.

Le unità di misura con le quali si redige il sagomario non ne vincolano poi l'uso a unità di misura specifiche.

I principali attributi di ogni shape (profilo) sono i seguenti.

<b>nome</b>	<b>nome del profilo</b>
<b>fase</b>	<b>fase per la quale il profilo è disponibile, se il valore è zero, è disponibile per tutte le fasi</b>
<b>ar</b>	<b>area del profilo</b>
<b>jxx, jzz, jyy</b>	<b>momenti di inerzia torsionale ed intorno agli assi z e y</b>
<b>wez, wey</b>	<b>moduli di resistenza elastici relativi agli assi z e z</b>
<b>wpz, wpy</b>	<b>moduli di resistenza plastici relativi agli assi z e y</b>
<b>cod</b>	<b>codice di definizione della forma del profilo</b>
<b>hh</b>	<b>altezza della sezione</b>
<b>bb</b>	<b>larghezza della sezione</b>
<b>tw</b>	<b>spessore dell'anima</b>
<b>tf</b>	<b>spessore delle ali</b>
<b>rr</b>	<b>raggio del raccordo</b>
<b>c1</b>	<b>codice di orientamento primo profilo</b>
<b>c2</b>	<b>codice di orientamento eventuale profilo accoppiato (altrimenti 0)</b>
<b>dy</b>	<b>distanza secondo y di eventuali profili accoppiati (altrimenti 0)</b>
<b>dz</b>	<b>distanza secondo z di eventuali profili accoppiati (altrimenti 0)</b>

Il codice di profilo (cod) identifica le sezioni come segue:

<b>1</b>	<b>sezioni a I laminate a caldo</b>
<b>2</b>	<b>sezioni a I saldate</b>
<b>3</b>	<b>sezioni tubolari rettangolari laminate a caldo</b>
<b>4</b>	<b>non utilizzato</b>
<b>5</b>	<b>sezioni circolari laminate a caldo</b>
<b>6</b>	<b>non utilizzato</b>
<b>7</b>	<b>sezioni ad U laminate a caldo</b>
<b>8</b>	<b>sezioni ad L laminate a caldo</b>
<b>9</b>	<b>sezioni a T laminate a caldo</b>
<b>10</b>	<b>sezione poligonale</b>

Il codice di orientamento (c1 e c2) è un numero intero che definisce:

- la rotazione del profilo intorno all'asse x per multipli di angolo retto, in senso orario.
- la simmetria rispetto all'asse locale y

Il codice è facoltativo e se non è specificato, viene assunto nullo. Il codice è formato come segue:

<b>0</b>	<b>dati come specificati dai valori precedenti</b>
<b>1</b>	<b>profilo ruotato di 90° in senso orario</b>
<b>2</b>	<b>profilo ruotato di 180° in senso orario</b>
<b>3</b>	<b>profilo ruotato di 270° in senso orario</b>

Aggiungendo il valore 4 ai codici precedenti, il profilo si intende trasformato per simmetria speculare intorno all'asse locale y prima della rotazione.

La rotazione si intende sempre intorno al baricentro.

Valori non ammessi (minori di 0 o maggiori di 7) vengono assunti nulli.

Ai fini statici, per profili a doppia simmetria (profili ad I, ad esempio) solo i codici 1 e 3 modificano i valori statici in quanto comportano uno scambio degli assi di inerzia. Gli altri valori non alterano i valori statici.

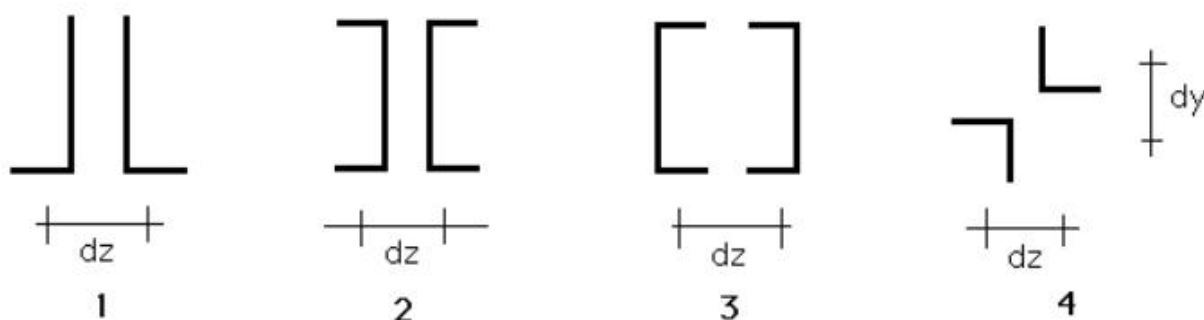
È possibile definire un singolo elemento formato da due profili eguali accoppiati.

Tale elemento viene definito nel sagomario aggiungendo 4 nuovi dati ai dati standard già illustrati dei profili.

Questi 4 nuovi dati vanno aggiunti alle specificazioni standard del profilo che viene accoppiato.

I dati da aggiungere sono 4 e sono, nell'ordine, i seguenti:

<b>c1</b>	<b>codice di orientamento del primo profilo</b>
<b>c2</b>	<b>codice di orientamento del secondo profilo</b>
<b>dy</b>	<b>distanza, in direzione locale y, tra i baricentri dei profili</b>
<b>dz</b>	<b>distanza, in direzione locale z, tra i baricentri dei profili</b>



Si riportano alcuni esempi di casi comuni.

Il primo profilo, nell'ordine di assegnazione, si intende quello nel semipiano locale positivo.

Ai fini statici questa precisazione non è molto rilevante ma lo è ai fini grafici. Pertanto, nella codificazione qui di seguito esemplificata, si tenga presente che il primo parametro di orientamento del profilo si riferisce al profilo di destra in figura.

Relativamente agli esempi delle figura precedente, vengono riportati solo i quattro valori da aggiungere alla definizione standard dei dati del singolo profilo.

	<b>c1</b>	<b>c2</b>	<b>dy</b>	<b>dz</b>
<b>Esempio 1</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0.0</b>	<b>dz</b>
<b>Esempio 2</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0.0</b>	<b>dz</b>
<b>Esempio 3</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0.0</b>	<b>dz</b>

Esempio 4	0	2	dy	dz
-----------	---	---	----	----

Dove dy e dz sono valori opportuni diversi da 0.0.

### Resistenze ultime

Si possono aggiungere i seguenti attributi che vengono impiegati in alcune specifiche funzioni di verifica.

<b>Nxp</b>	Resistenza assiale ultima per trazione
<b>Nxn</b>	Resistenza assiale ultima per compressione
<b>Vyp</b>	Resistenza ultima a taglio in direzione y positivo
<b>Vyn</b>	Resistenza ultima a taglio in direzione y negativo
<b>Vzp</b>	Resistenza ultima a taglio in direzione z positivo
<b>Vzn</b>	Resistenza ultima a taglio in direzione z negativo
<b>Myp</b>	Resistenza ultima a flessione intorno y positivo
<b>Myn</b>	Resistenza ultima a flessione intorno y negativo
<b>Mzp</b>	Resistenza ultima a flessione intorno z positivo
<b>Mzn</b>	Resistenza ultima a flessione intorno z negativo

### Il codice di fase

La fase ha normalmente valore 0, valore che indica che il profilo è visibile in tutti i dialoghi di Nòlian in cui è richiesta una lista di profili del sagomario.

Se il valore è maggiore di 0, il profilo sarà incluso nelle liste dei profili solo nelle fasi con indice uguale a quello assegnato al profilo.

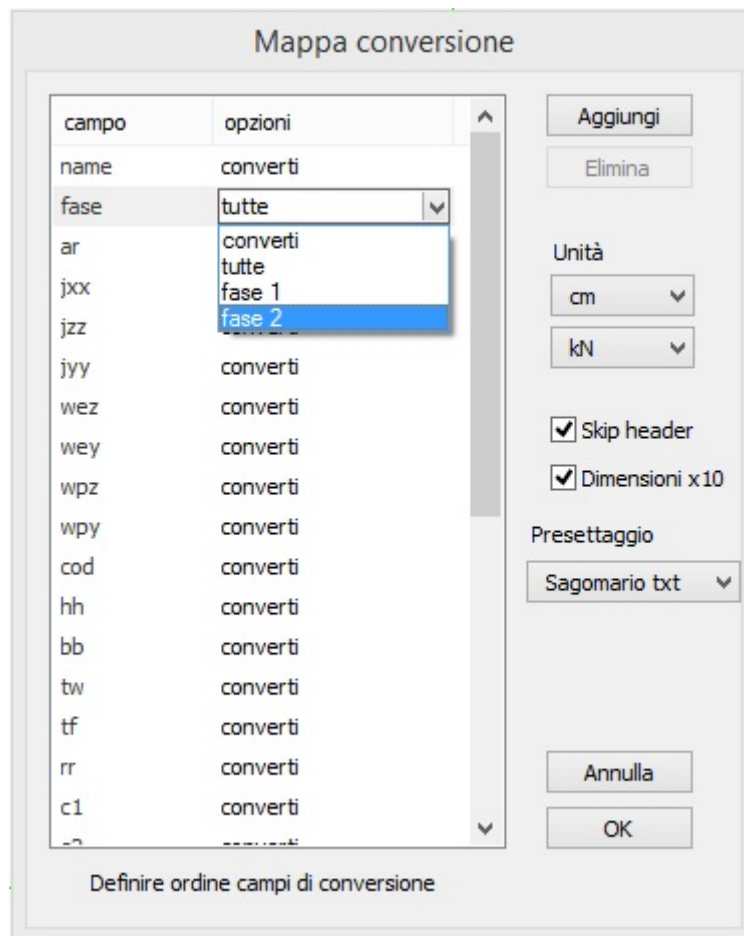
Si ricorda che la fase base, la prima fase, ha indice 1.

Questa informazione è utile per elementi strutturali prefabbricati da verificare in due fasi: prima e dopo il getto, fasi per le quali gli elementi hanno caratteristiche statiche, geometriche e di resistenza molto diverse.

Si sconsiglia però di assegnare lo stesso nome ad un profilo che è assegnato con due fasi diverse. Piuttosto assegnare il nome con un indice, ad esempio: IPE80\_1 e IPE80\_2.



## Conversione di file csv



I file di testo di formato csv (comma separated value) sono file nei quali i valori di un profilo sono disposti su un'unica riga e sono divisi da uno spazio, una virgola o un tab. I file dei tabelloni elettronici sono tipicamente trattabili come file csv.

I file Sagomario precedenti alla versione EWS 42 erano file csv nei quali i valori sono separati da uno spazio. Altri file di profili forniti da prefabbricatori sono tipicamente in questo formato.

Il problema della conversione è quello di mettere in corrispondenza le colonne del file csv con i valori attesi e necessari al sagomario xml attualmente supportato.

Selezionando nell'ambiente Nòlian il menu File->Sagomario->Converti si apre un dialogo che mostra in colonna i nomi dei campi necessari al sagomario di All In One. Questi nomi possono essere "draggati" ordinandoli in modo che corrispondano all'ordine del file csv da convertire.

Se il file csv ha dei campi che devono essere ignorati, si deve agire sul pulsante "Aggiungi". Sarà aggiunto un campo denominato "skip" che deve essere spostato in corrispondenza dell'ordine della colonna da ignorare.

I nomi dei campi in questo dialogo sono dotati di un'opzione che consente di trattarli nel modo opportuno.

Vi sono dei campi che è obbligatorio convertire, altri "automatici" e cioè che vengono generati automaticamente in assenza dei valori da convertire nel file csv.

Ad esempio alcuni file di prefabbricatori non riportano il nome identificativo del profilo e in questo caso esso può essere generato automaticamente come indice di riga.

Alcuni campi possono essere ignorati.

Il campo "fase" può essere convertito oppure generato con i valori assegnati tramite il menu contestuale nel dialogo.

Questo dialogo di conversione ha altre opzioni. Si devono specificare le unità di misura del file csv di lunghezza e di forza (quest'ultimo caso se si importano anche i valori di resistenza ultima).

I file di vecchio formato di All In One sono tipicamente in cm. Questi file hanno le dimensioni in mm e pertanto è necessario attivare l'opzione "Dimensioni x10".

Un menu consente di assegnare automaticamente la tabella di conversione per alcuni casi tipici, ad esempio il vecchio formato del file sagomario.

## Modifica o generazione di un file Sagomario

Accedere alla funzione dal menu File->Modifica Sagomario->Modifica. Si apre un dialogo dal quale è possibile aprire un file sagomario esistente (pulsante Cambia) o generarne uno nuovo (pulsante Genera).

Se il file è esistente, è possibile consultare i dati selezionando il nome del profilo voluto.

I dati possono essere modificati e eventualmente salvati automaticamente sul file.

Nel caso di un nuovo sagomario, occorre inserire i dati di un nuovo profilo.

Tramite il bottone Nuovo si salvano i dati eventualmente inseriti o modificati e si possono inserire nuovi dati.

Quando si genera un nuovo Sagomario è necessario specificare le unità di misura che si vogliono usare nel file Sagomario.

L'immissione dei dati invece avviene nelle unità di misura attive nell'ambiente in cui si sta operando.

Se si opera in metri, può essere scomodo assegnare valori d'inerzia molto piccoli. Si possono in tal caso settare le unità dell'ambiente temporaneamente in modo più opportuno.

È possibile, assegnata la geometria di un profilo, calcolare i valori statico con il bottone Calcola.

I bottoni con le icone di rotazione del profilo consentono di assegnare opportunamente il valore  $c_1$ .

Nel caso si vogliano profili accoppiati, si deve vistare l'opzione e quindi assegnare la rotazione del secondo profilo e la distanza tra i baricentri dei due profili. Non sono ammesse rotazioni che conducono a disposizioni asimmetriche.

I valori statici nel dialogo, in caso di profili accoppiati, si riferiscono sempre al singolo profilo e, al momento dell'utilizzo il programma calcola i valori dei profili accoppiati con la relazione:

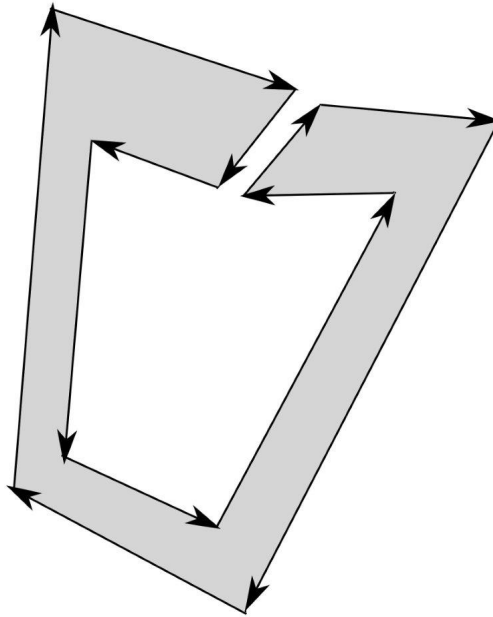
$$J_{\text{eff}} = 2 J + d^2 A / 2$$

## Resistenze ultime

La pagina di dialogo "Resistenze ultime" consente di assegnare al profilo i valori di resistenza ultima. Questi valori vengono esclusivamente impiegati nella funzione di verifica delle membrature per confronto ed hanno significato soprattutto per gli elementi prefabbricati dove questi valori vengono forniti dal produttore. È possibile calcolare tali valori assegnando una resistenza del materiale. Vengono calcolati i momenti ultimi e la resistenza assiale ultima supponendo il materiale omogeneo. La resistenza a taglio è calcolata su tutta l'area della sezione e non limitatamente aree verosimilmente interessate a questo fenomeno e pertanto sono molto indicative. La resistenza a taglio del materiale è ottenuta riducendo di  $\sqrt{3.0}$  la resistenza assegnata.

## Sezioni poligonali

Il file sagomario può contenere la descrizione di sezioni definite tramite un poligono monoconnesso di numero virtualmente illimitato di vertici. Si ricorda che un poligono monoconnesso non è costituito da un insieme di poligoni e pertanto eventuali fori devono essere descritti tramite una introflessione del poligono consentita da due lati coincidenti oppure a distanza molto piccola rispetto al contorno. La presenza di questa discontinuità comporta approssimazioni insignificanti nel calcolo successivo delle caratteristiche statiche della sezione.



### L'editor delle sezioni poligonali

Sagomario

Dati profilo | Resistenze ultime | Sezione poligonale | Costanti torsionali

Sagomario Nuovo Sagomario0.xml Profilo Nuovo profilo

Griglia 0.0000

Sposta in baricentro Reset Clear

z 0.0000

y 0.0000

Ruota sx Ruota dx Flip v Flip h

x	y
0.0000	0.0000
1.0000	0.0000
1.0000	-1.0000
4.0000	-1.0000
4.0000	8.0000
9.0000	8.0000
9.0000	6.0000
8.0000	6.0000

Generazione parametrica

Calcolo valori statici

Test asse mediano

OK Annulla

Per definire una sezione poligonale, occorre generare un nuovo profilo ed assegnare il tipo poligonale. Solo dopo la definizione di tipo poligonale ad un profilo, è possibile accedere all'editor.

Il dialogo dell'editor presenta 10 icone che attivano altrettante funzioni. Iniziamo dalla prima riga di icone.

La prima icona consente di selezionare un vertice e di leggerne e modificarne le coordinate sia nei campi editabili che si attivano, sia nella tabella delle coordinate.

La seconda icona consente di selezionare un nodo e trascinarlo nella posizione voluta.

La terza icona consente di inserire un vertice lungo un lato cliccando su un lato del poligono già tracciato, nella posizione voluta. Sostanzialmente di "spezzarlo"

La quarta icona consente di selezionare un lato e di modificarne la lunghezza. A seconda del punto in cui si seleziona il lato, la lunghezza sarà modificata spostando uno dei due nodi oppure entrambi se si seleziona il centro.

L'ultima icona consente di eliminare un vertice.

Vediamo ora la seconda riga di icone.

La prima icona consente di attivare una funzione molto potente. È possibile tracciare due rette parallele a distanza assegnata. Terminato il posizionamento una funzione di merge inserirà questo nuovo elemento nel poligono effettuando eventualmente il taglio necessario a mantenere monoconnesso il poligono.

La seconda icona consente di selezionare un vertice per attuare un raccordo ad arco. L'arco è costituito da una spezzata che approssima un arco di cerchio, con numero di lati e raggio assegnati.

La terza icona attiva una funzione che rende verticale od orizzontale il lato selezionato. Il punto di rotazione è il vertice più vicino al punto di selezione oppure il centro del lato se la selezione avviene al centro.

La quarta icona consente di spostare l'origine del sistema di coordinate.

Infine la quinta ed ultima icona consente di effettuare l'undo dell'ultima funzione. È disponibile un solo livello di undo.

La visualizzazione è agevolata dalla possibilità di zoomare e traslare l'immagine del poligono. Ciò si ottiene tramite l'uso della rotella e del tasto destro del mouse. Un doppio clic nell'area di disegno fa eseguire uno zoom-all.

Per facilitare le operazioni di tracciamento è possibile attivare una griglia con passo voluto.

I quattro bottoni Ruota e Flip consentono la rotazione di 90° oraria o antioraria e la rotazione intorno ad un asse verticale o orizzontale.

Il bottone Reset riporta il poligono alla forma iniziale di quando si è avuto accesso per la prima volta al dialogo.

La funzione Baricentro, trasla il poligono in modo che l'origine delle coordinate sia il baricentro.

Una tabella interattiva consente di gestire numericamente le coordinate dei vertici. Se si seleziona un vertice nell'immagine, viene mostrato il prompt sull'immagine e viene selezionata la riga corrispondente nella tabella. Selezionando una riga della tabella, viene mostrato il prompt sul vertice selezionato. È possibile modificare le coordinate nella tabella ed aggiungere o rimuovere un nodo impiegando i tasti + e - al lato della tabella.

Vi sono poi ancora tre funzionalità importanti attivate da tre tasti nella parte inferiore del dialogo.

È possibile accedere ad un dialogo che consente la generazione parametrica dei poligoni. Questa funzione sarà descritta nella successiva sezione "La generazione parametrica".

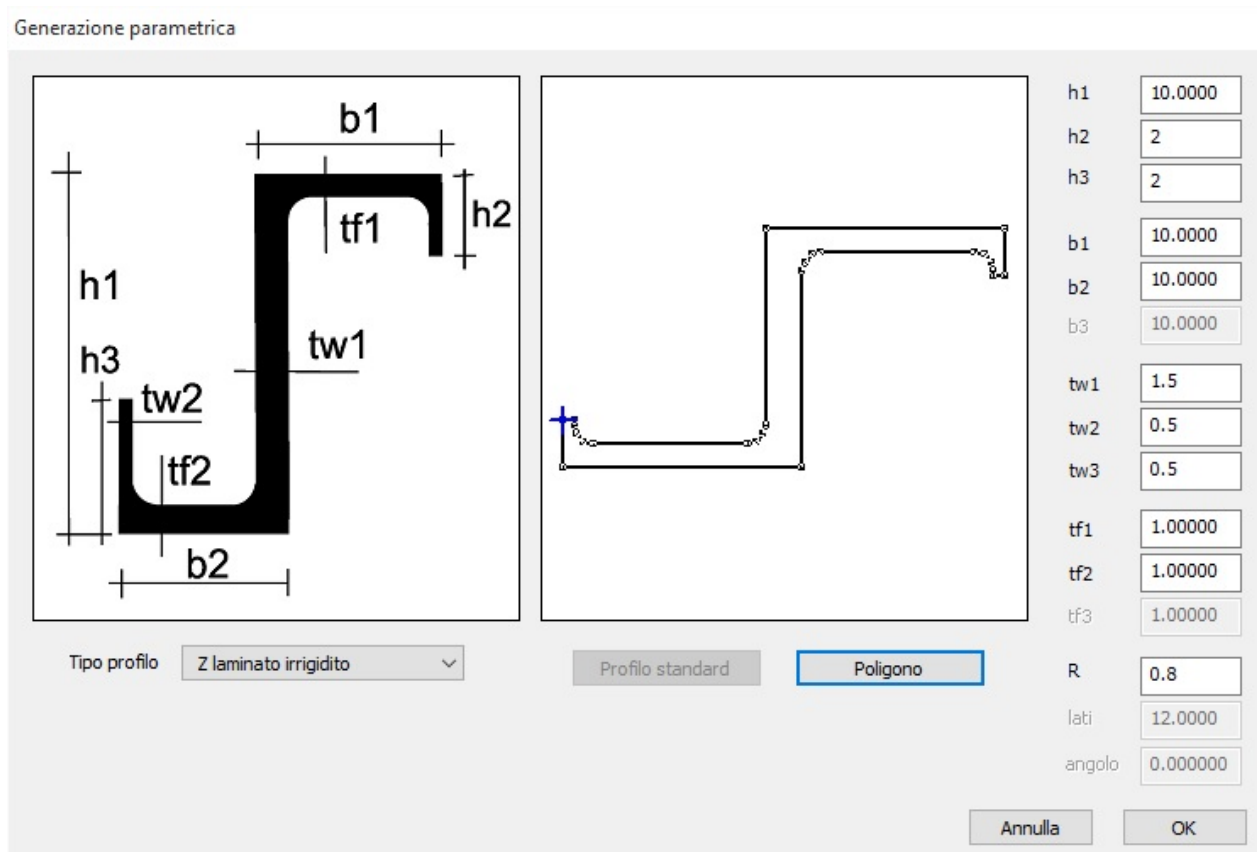
È possibile poi far calcolare e rappresentare l'asse mediano delle parti del poligono della sezione (skeleton). Gli assi rappresentano il piano delle piastre che costituiscono il profilo e che vengono impiegate per le verifiche di stabilità e per la classificazione della sezione. Questa possibilità di idealizzare la sezione in modo automatico è molto sofisticata ed importante. Il bottone in questo dialogo consente di verificare che l'operazione venga condotta in modo soddisfacente.

Gli assi in genere non sono connessi ma questo non pregiudica i risultati. Vengono individuati gli assi di quelle parti delle

sezioni costituite da lati subparalleli.

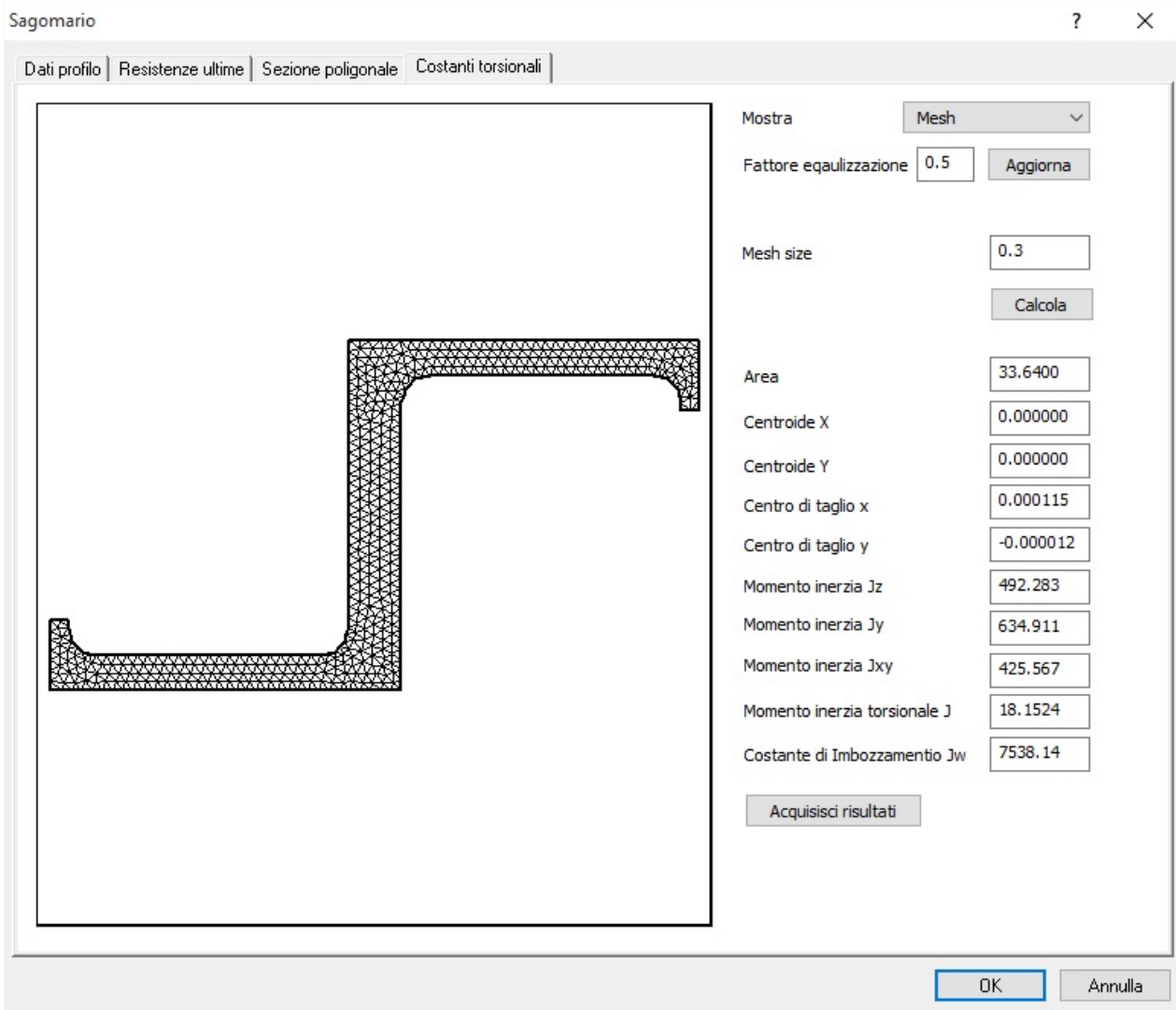
Infine è possibile calcolare le caratteristiche statiche della sezione ad eccezione del momento d'inerzia torsionale, del coefficiente di imbozzamento e delle coordinate del centro di taglio che possono essere calcolate invece tramite una funzione apposita descritta in seguito. Queste caratteristiche vengono associate al profilo e, se confermato, salvate nel sagomario.

### La generazione parametrica



Tramite un apposito dialogo, al quale si accede tramite un bottone dell'editor delle sezioni poligonali, è possibile generare le sezioni di forma più diffusa tramite le dimensioni caratteristiche. Si deve selezionare da un menu il tipo di sezione e poi assegnare le dimensioni. A questo punto se si attiva il bottone "Poligono", viene costruito un poligono con le dimensioni assegnate. Se invece si attiva il bottone "Profilo standard", vengono assegnate le dimensioni caratteristiche al sagomario senza costruire e memorizzare il poligono. Ciò è possibile solo se la sezione è una di quelle standard supportate dal sagomario.

### Caratteristiche torsionali



Le costanti torsionali di una sezione generica non possono essere calcolate in modo simbolico. Il modo più potente è quello di integrare le equazioni differenziali che governano il problema tramite il metodo degli elementi finiti. Nonostante questa funzionalità sia resa disponibile in un semplice dialogo, si tratta di una funzionalità molto complessa e sofisticata. Viene costruita una mesh di elementi finiti e viene risolto il problema differenziale che consente di conoscere l'andamento della funzione di imbozzamento.

Il problema nella formulazione generale è il seguente:

$$\begin{aligned}
 -\nabla^2 u &= 0 \text{ in } \Omega \\
 u &= u_D \text{ su } \Gamma_D \\
 u &= u_N \text{ su } \Gamma_N
 \end{aligned}$$

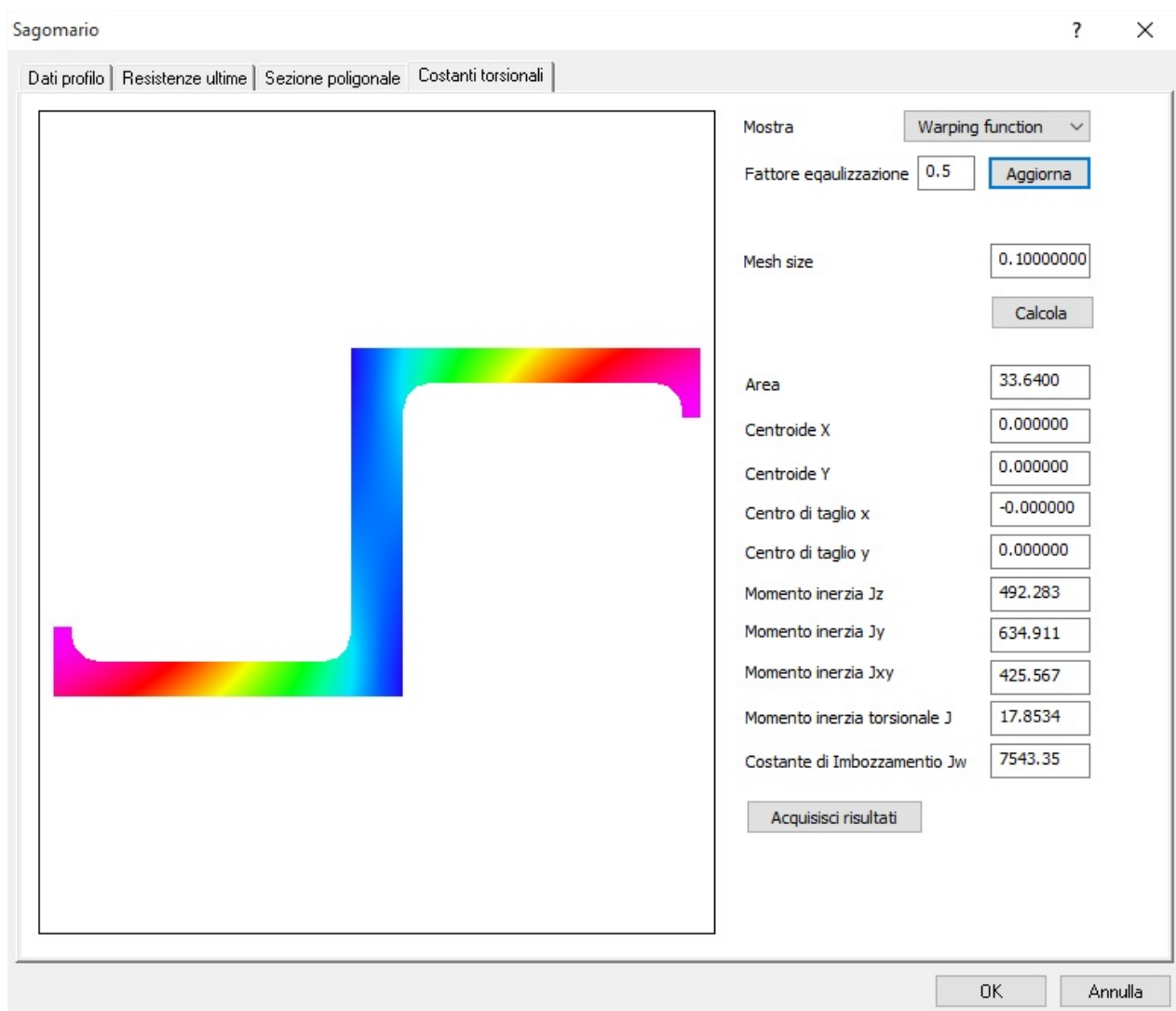
Dove  $u$  è la funzione di imbozzamento,  $\Gamma_D$  e  $\Gamma_N$  sono i contorni delle condizioni di Dirichlet e von Neumann. La prima equazione è la nota equazione di Laplace.

Ottenuta la funzione  $w$  di imbozzamento, si calcolano per integrazione le costanti torsionale  $J_t$  e di imbozzamento  $J_w$ .

$$J_t = \int_A \left( \left( \frac{\partial \omega}{\partial z} + y \right) y - \left( \frac{\partial \omega}{\partial z} + y \right) \right) dA$$

$$J_\omega = \int_A \omega^2 dA$$

È possibile, oltre che leggere i risultati numerici, rappresentare la funzione di imbozzamento a mappa di colori e visualizzare la mesh. La mappa di colori può essere equalizzata tramite un valore numerico assegnabile. I valori della funzione sono sia positivi che negativi, i colori verso il blu rappresentano valori negativi.



Il passo della mesh è assegnabile. Qualora non si abbia convergenza nel calcolo, è opportuno ridurre il passo della mesh.

Se, al termine del calcolo, si desidera che i valori ottenuti siano memorizzati nel sagomario, si deve attivare il bottone Trasferisci risultati.



## In breve

Il file sagomario consente di memorizzare le caratteristiche statiche e geometriche di profili standard e cioè:

- Angolari
- a T
- ad I
- ad U
- Circolari cave
- Tubi a sezione rettangolare

Questi profili possono essere anche accoppiati. I profili definiti tramite poligono non possono essere accoppiati.

I profili affidati al sagomario possono essere assegnati all'elemento Trave generica di Nòlian e verificati in EasySteel.

Accanto ai profili standard, è possibile memorizzare sul file sagomario dei profili definiti tramite un poligono monoconnesso. Definito il poligono, se esso è di tipo standard, può anche essere recepito come tale nel sagomario, altrimenti, vista la generalità di forma, viene trattato in modo specifico. I profili definiti come poligono possono essere assegnati all'elemento Trave generica di Nòlian ma occorre ricordare che deve preventivamente essere eseguito il calcolo delle caratteristiche statiche.

Per i profili definiti dal un poligono, vi sono alcuni valori necessari alla verifica in EasySteel che devono comunque essere affidati al sagomario. Essi sono i momenti di inerzia, e i moduli elastici e plastici. Questi valori vengono trasferiti nel sagomario solo su espressa azione dell'operatore durante la definizione del poligono.

Per le costanti torsionali, il momento d'inerzia torsionale viene calcolato con la formula approssimata di de Saint-Venant. Altrimenti i coefficienti torsionali possono essere calcolati dalla apposita analisi ad elementi finiti. Nel caso di profili aperti o pareti sottili, il coefficiente di imbozzamento è essenziale. Se non viene assegnato, la verifica in EasySteel viene eseguita egualmente ma il risultato è ovviamente meno accurato.

Vi sono alcuni valori necessari alla verifica che sono più descritti nel manuale di EasySteel ma li ricordiamo anche qui per completezza.

- Coefficienti di imperfezione
- Dimensioni dell'anima per la instabilità a taglio
- Classificazione della sezione e moduli di resistenza efficaci relativi
- Aree resistenti a taglio
- Coefficienti di imbozzamento

I coefficienti di imperfezione sono definiti da normativa per i profili standard. Nel caso di sezione generica si assume per default la curva più penalizzante in quanto non può essere calcolata. In EasySteel è possibile però assegnare i valori come Dati Avanzati. Per i profili standard ciò non è necessario.

Le dimensioni per l'instabilità a taglio vengono valutate nella funzione di verifica di EasySteel tramite un'analisi geometrica del poligono individuando l'area a taglio e lo spessore della membratura.

La classificazione della sezione poligonale è effettuata individuando lo "scheletro" degli assi delle parti costituenti il profilo. Se la "scheletrizzazione" è eseguita in modo valido (la si può controllare visivamente sia in via preliminare che di verifica) la

classificazione è attendibile e vengono gestiti anche profili in classe 4 tramite il metodo delle aree ridotte. Altrimenti è possibile assegnare i moduli plastici efficaci.

L'area a taglio non viene calcolata per le sezioni poligonali in via preliminare, ma viene eseguita una verifica a taglio con il metodo di Jourawsky in corrispondenza dell'asse neutro. Il risultato è esposto comunque come taglio resistente assumendo la proporzionalità delle tensioni.

I coefficienti torsionali possono essere calcolati ed assegnati al sagomario insieme al poligono che descrive la sezione. Se ciò non viene fatto, è possibile assegnare questi valori oppure si può assumere nullo il coefficiente di imbozzamento con le sottovalutazioni della instabilità flessione-torsionale che ne derivano.

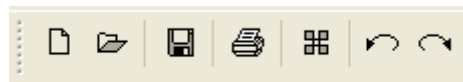
## Stampa di dati e risultati

Il sistema di stampa è in grado di generare ed eventualmente mandare in stampa file in formato HTML (standard XHTML 1.0), RTF o Excel 2003 XML contenenti tabulati di dati e risultati del modello.

Per il significato delle abbreviazioni utilizzate nei tabulati generati, cfr. [Abbreviazioni utilizzate nella stampa \(ITA\)](#).

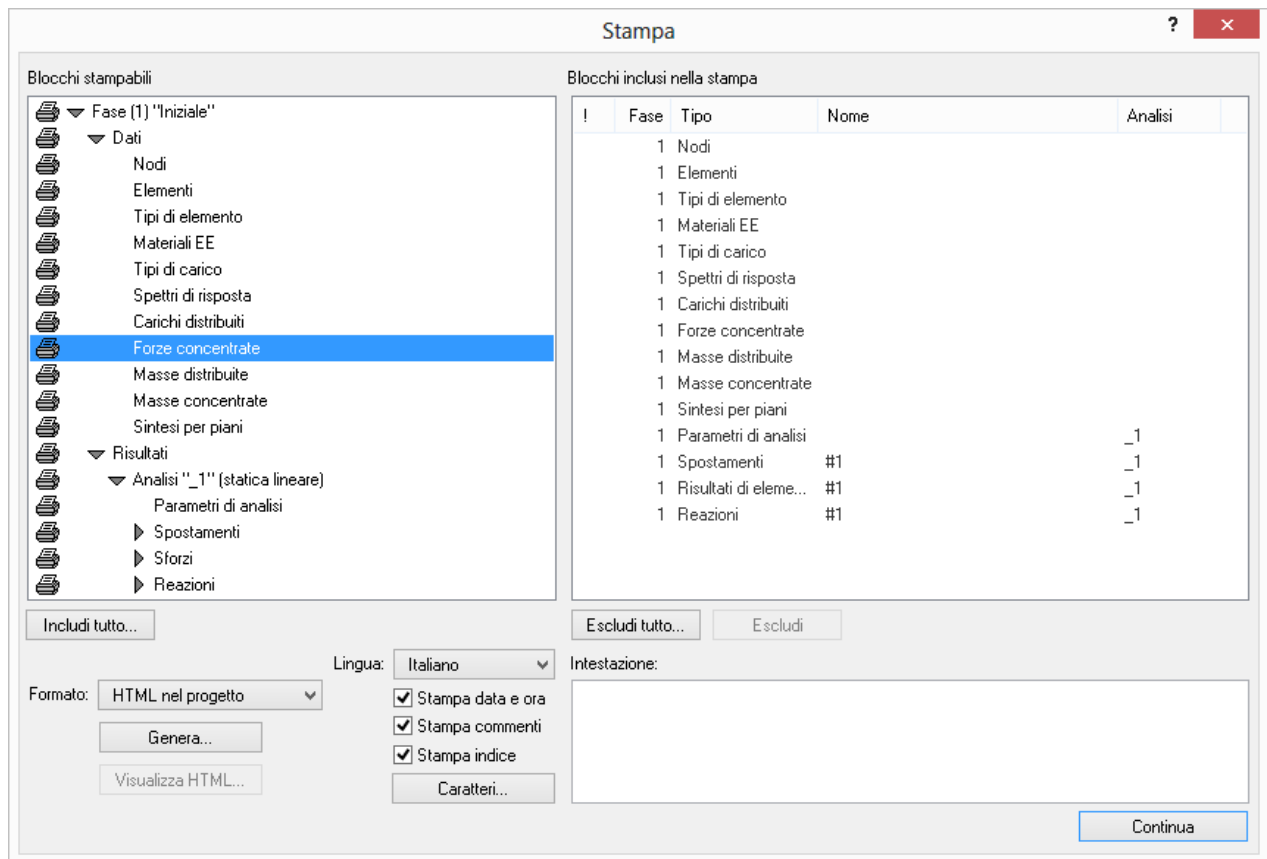
I blocchi disponibili per la stampa comprendono, per ogni fase del modello, la geometria e la topologia del modello, tutti i dati assegnati a nodi ed elementi (carichi, tipi...), tutti i risultati calcolati dalle analisi (spostamenti, sforzi, periodi propri...) o generati per [combinazione](#) e tutte le [viste utente](#) definite (se è selezionato un blocco di tipo vista utente, al documento generato viene aggiunta la corrispondente immagine a schermo).

Per accedere alle funzioni di stampa considerando l'intero modello, scegliere la voce di menu **File > Stampa Dati...** (tasto di scelta rapida **Ctrl+P**) oppure l'icona **Stampa dati...** della toolbar **Standard**:



Per accedere alle funzioni di stampa considerando solo una parte dei nodi e degli elementi del modello, selezionare la voce di menu **File > Seleziona e stampa dati...**

In entrambi i casi viene mostrato il seguente dialogo:



Nella lista a sinistra in alto sono elencati tutti i blocchi di dati disponibili nel modello corrente per la stampa. Per includerli o escluderli è sufficiente cliccare in corrispondenza delle icone sulla prima colonna: una stampante barrata indica che il blocco corrispondente (e gli eventuali blocchi inclusi) non sarà stampato; una stampante semitrasparente indica che alcuni blocchi contenuti nel blocco corrispondente non saranno stampati. Per visualizzare o nascondere i blocchi contenuti in un certo blocco, cliccare sull'icona a forma di freccia. Per includere tutti i blocchi disponibili nella stampa, premere il tasto **Includi tutto....**

I blocchi inclusi nella stampa sono mostrati nella lista a destra in alto: essi possono essere anche ordinati cliccando e trascinando una riga con il mouse. L'ordine in stampa rispetterà quello della lista. Per eliminare un blocco da quelli stampati, selezionare la riga corrispondente e premere il tasto **Escludi**. Per eliminare tutti i blocchi dalla stampa, premere il tasto **Escludi tutto....**

Se in corrispondenza di un blocco della lista di destra appare, nella prima colonna, un'icona a forma di segnale di pericolo, il blocco non risulta disponibile e non sarà quindi possibile avviare la stampa. Questo potrebbe accadere se per il documento corrente è stato stampato un certo blocco che è stato successivamente eliminato.

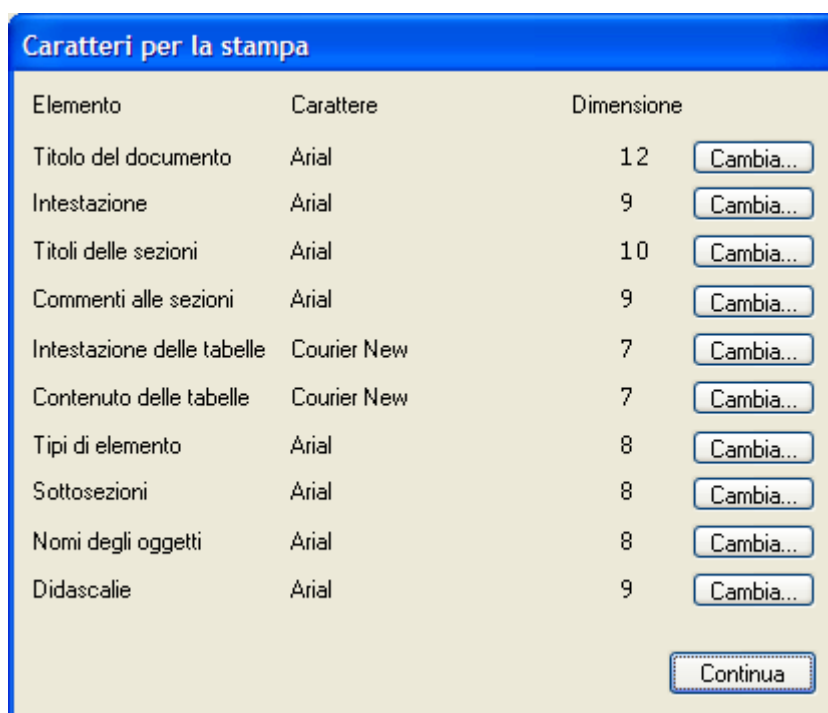
Nella casella **Lingua** è possibile specificare la lingua da utilizzare per le intestazioni e le note nei documenti generati. Le lingue disponibili sono l'italiano, l'inglese, lo spagnolo, il francese ed il tedesco.

**Nota bene: le diciture in lingue diverse dall'italiano non sono completamene aggiornate alla ultima versione**

Nel campo **Intestazione** può essere specificato un breve testo da inserire all'inizio dei documenti generati nella stampa.

Attivando la casella **Stampa commenti**, vengono inserite, se presenti, le [note sul modello](#) specificate dall'utente.

Per visualizzare e modificare i caratteri utilizzati per le varie parti della stampa, premere il tasto **Caratteri...** Viene mostrato dialogo, in cui ogni riga corrisponde ad un elemento della stampa e al carattere corrispondente, che può essere modificato premendo il relativo tasto **Cambia...**:



Per modificare il formato del foglio per la stampa, premere il bottone **Imposta pagina...**

Per generare il documento nel formato voluto, scegliere il formato dal menu a tendina. Il formato può essere HTML, RTF o Excel 2003 XML. Nel caso di stampa in HTML, vi è un visore di tale formato che consente la visualizzazione e la eventuale stampa immediata del testo. I formati RTF e XML generano file esterni al documento del progetto, il formato HTML può generare sia file esterni che interni al progetto (salvati cioè con esso), scegliendo opportunamente dal menu a tendina dei formati.

**Il formato RTF, soprattutto se vi sono tabelle, non &grave; letto correttamente da tutti i programmi di word processing. Si consiglia pertanto l'uso di Ms-Word o di MS-Word Viewer.**

Il formato Excel 2003 XML può essere letto dal programma Microsoft Excel ed è utile anche per quelle tabelle che debbano essere inserite in sistemi automatici che supportino tale formato, come il SI-ERC.

Se si desidera avere le stampe in formato PDF, si deve installare una stampante virtuale PDF (ve ne sono molte free su internet ed un driver è anche sul nostro sito. Quindi in stampa da un browser (lo stesso integrato nei nostri programmi, se si vuole) si può scegliere tale stampante e si produrranno documenti in formato PDF. Lo stesso è possibile se si desidera modificarli o personalizzarli per pop salvarli in formato PDF.

Per visualizzare il file generato come anteprima di stampa, premere il tasto **Visualizza HTML...** e scegliere il file HTML generato. Ciò possibile solo per il formato HTML, gli altri formati devono essere visualizzati con specifici programmi.

Tutte le impostazioni di stampa, compreso l'elenco dei blocchi da stampare e il loro ordine, sono memorizzate nel documento del modello, per un successivo riutilizzo delle funzioni di stampa, anche a seguito di modifiche al modello o di nuove analisi.

## Note su alcuni temi di stampa

### Sintesi per piani

Questo tema di stampa consente di ottenere i valori sintetici più significativi per riassumere le caratteristiche del modello e

dei risultati di una struttura caratterizzata da piani rigidi come è una tipica struttura edile. Infatti questo tema di stampa produce risultati solo se il modello è dotato di piani rigidi modellati mediante il metodo master slave. Occorre un solo nodo master per livello e i piani inclinati non sono gestiti. I livelli sono sempre relativi alla quota zero.

Per gli utilizzatori del SI-ERC (Sistema Informativo della Regione Calabria) questo tema contiene i dati previsti, tra le altre, nelle seguenti tabelle dell'Esempio 2:

- 2.3 Masse simiche e rigidezze di piano
- 2.4 Centri di massa e rigidezza
- 2.6 Regolarità in termini di massa
- 2.7 Regolarità in termini di rigidezza
- 2.9 Spostamenti di piano

Oltre ad altri dati di sicuro interesse per un valutazione sintetica delle caratteristiche dell'edificio.

## Abbreviazioni utilizzate nella stampa (ITA)

Di seguito, la descrizione delle abbreviazioni utilizzate nei tabulati generati per i diversi blocchi dalla [stampa di dati e risultati](#) di Nòlian:

- Coordinate e dati dei nodi (A):

<b>Nodo</b>	indice del nodo
<b>x, y, z</b>	coordinate
<b>tx, ty, tz, rz, ry, rz</b>	vincoli del nodo (1 = vincolato, 0 = libero)
<b>ms</b>	indice nodo Master (0 = nessuno)
<b>fz</b>	indice forza applicata (vedere E)
<b>mm</b>	indice massa applicata (vedere F)

- Estremi e dati degli elementi (B):

<b>Elemento</b>	indice dell'elemento
<b>estremi</b>	indici nodi di estremità
<b>te</b>	indice del tipo di elemento (vedere C)
<b>tc</b>	indice del tipo di carico applicato (vedere D)
<b>kn</b>	indice nodo k (0 = nessuno assegnato)
<b>ms</b>	indice massa applicata all'elemento (vedere G)

- Tipi di elementi (C):

<b>Tipo</b>	indice del tipo di elemento (utilizzato da B <i>te</i> )
<b>Nome</b>	nome del profilo assegnato
<b>Ax</b>	area della sezione
<b>Ay, Az</b>	area a taglio della sezione (elemento trave)
<b>Jx</b>	momento di inerzia torsionale della sezione (elemento trave)

**Jy, Jz** momenti di inerzia flessionale della sezione (elemento trave)

**vi, vj** codici dei vincoli interni rilasciati per i due estremi (elemento trave);  
il valore è la somma dei codici relativi ai gradi di libertà:

tx	1
ty	2
tz	4
rx	8
ry	16
rz	32

ad es. il valore 7 corrisponde alle tre traslazioni rilasciate.

**wd, wt** altezza e spessore anima della sezione (elemento trave a doppio T)

**tft, tfw** spessore e larghezza ala superiore della sezione (elemento trave a doppio T)

**bft, bfw** spessore e larghezza ala inferiore della sezione (elemento trave a doppio T)

**z, y** coordinate locali della sezione (elemento trave poligonale)

**hh, bb** altezza e base totale della sezione (elemento trave Winkler)

**ft, wt** spessori suola e anima della sezione (elemento trave Winkler)

**bw** larghezza appoggio al suolo (elemento trave Winkler)

**nx, ny, nz, rx, ry, rz** componenti di rigidità per i sei gradi di libertà (elemento boundary)

**tk** spessore (elemento guscio o piastra Winkler)

**E** modulo di elasticità

**G** modulo di elasticità tangenziale

**P** coefficiente di Poisson

**K** coefficiente di sottofondo

- Tipi di carico generico (D - 1):

**Condizione di carico** nome della condizione di carico

**Tipo** indice del tipo di carico (utilizzato da B tc)

**vxi, vyi, vzi** componenti di taglio delle reazioni di incastro perfetto nell'estremo *i*

**vxj, vyj, vzj** componenti di taglio delle reazioni di incastro perfetto nell'estremo *j*

**mx<sub>i</sub>, my<sub>i</sub>, mz<sub>i</sub>** componenti di momento delle reazioni di incastro perfetto nell'estremo *i*

**mx<sub>j</sub>, my<sub>j</sub>, mz<sub>j</sub>** componenti di momento delle reazioni di incastro perfetto nell'estremo *j*

- Tipi di carico uniforme (D - 2):

**Condizione di carico** nome della condizione di carico

**Tipo** indice del tipo di carico (utilizzato da B tc)

**cdx, cdy, cdz** componenti di carico uniformemente distribuito

**ref** sistema di riferimento del carico:

<i>glb</i>	globale
<i>loc</i>	locale
<i>prj</i>	globale proiettato

**lato**                      indice faccia di applicazione del carico per elementi brick

- Tipi di carico trapezoidale (D - 3):

<b>Condizione di carico</b>	nome della condizione di carico
<b>Tipo</b>	indice del tipo di carico (utilizzato da B tc)
<b>xi, yi, zi</b>	componenti del carico lineare all'estremo iniziale
<b>xj, yj, zj</b>	componenti del carico lineare all'estremo finale
<b>ref</b>	sistema di riferimento del carico:

<i>glb</i>	globale
<i>loc</i>	locale
<i>prj</i>	globale proiettato

- Tipi di carico termico (D - 4):

<b>Condizione di carico</b>	nome della condizione di carico
<b>Tipo</b>	indice del tipo di carico (utilizzato da B tc)
<b>af</b>	coefficiente di dilatazione termica
<b>dtc</b>	variazione di temperatura costante
<b>dtl</b>	variazione di temperatura lineare tra le due facce dell'elemento

- Tipi di carico da peso proprio (D - 5):

<b>Condizione di carico</b>	nome della condizione di carico
<b>Tipo</b>	indice del tipo di carico (utilizzato da B tc)
<b>gm</b>	densità del materiale
<b>gx, gy, gz</b>	vettore di applicazione del peso proprio

- Tipi di carico per spostamento imposto (D - 6):

<b>Condizione di carico</b>	nome della condizione di carico
<b>Tipo</b>	indice del tipo di carico (utilizzato da B tc)
<b>nx, ny, nz</b>	componenti di spostamento traslazionale imposto
<b>rx, ry, rz</b>	componenti di spostamento rotazionale imposto

- Tipi di carico di bordo (D - 7):

<b>Condizione di carico</b>	nome della condizione di carico
<b>Tipo</b>	indice del tipo di carico (utilizzato da B tc)

<b>Rif.</b>	sistema di riferimento del carico:
	<i>glb</i> globale
	<i>loc</i> locale
<b>Lato <math>N</math></b>	lato a cui si riferiscono le componenti sottostanti ( $N$ da 1 a 4)
<b>X, Y, Z</b>	componenti di carico sul lato

- Tipi di forze (E):

<b>Condizione di carico</b>	nome della condizione di carico
<b>Tipo</b>	indice del tipo di forze (utilizzato da A $fz$ )
<b>Fx, Fy, Fz</b>	componenti nel sistema globale della forza
<b>Mx, My, Mz</b>	componenti nel sistema globale della coppia

- Tipi di masse nodali (F):

<b>Tipo</b>	indice del tipo di massa (utilizzato da A $mm$ )
<b>Mx, My, Mz</b>	masse associate al nodo per grado di libertà
<b>Jx, Jy, Jz</b>	momenti di inerzia associati al nodo

- Tipi di masse degli elementi (G):

<b>Tipo</b>	indice del tipo di massa (utilizzato da B $ms$ )
<b>dn</b>	densità di massa
<b>md</b>	massa distribuita
<b>dp</b>	smorzamento modale

- Informazioni accelerazioni sismiche:

<b>Vect.</b>	indice del vettore di accelerazione assegnato
<b>X, Y, Z</b>	componenti del vettore di accelerazione
<b>spettro</b>	nome dello spettro di risposta

- Coefficienti di partecipazione modale:

<b>Modo</b>	indice del periodo proprio
<b>x, y, z</b>	coefficienti di partecipazione modale per direzione

- Masse modali relative:

<b>Modo</b>	indice del periodo proprio
<b>x, y, z</b>	componenti di massa relativa
<b>s</b>	massa relativa adirezionale (o sintetica)

- Spostamenti nodali:

<b>Nodo</b>	indice del nodo
-------------	-----------------



**Tx, Ty, Tz** componenti di traslazione del nodo

**Rx, Ry, Rz** componenti di rotazione del nodo

- Sforzi:

**Elem** indice dell'elemento

**Nodo** indice del nodo dell'elemento

**N** forza assiale

**Vy, Vz** componenti di taglio

**Mx** momento torcente (elementi a due nodi)

**My, Mz** momenti flettenti (elementi a due nodi)

**Nx, Ny, Nxy** componenti di sforzo membranale

**Mx, My, Mxy** componenti di sforzo flessionale (elementi piani)

**Nz** componente normale al piano (elementi assialsimmetrico e deformaz. piana)

**Sx, Sy, Sz, Sxy, Sxz, Syz** componenti di sforzo (elementi brick)

- Autovettori:

**Nodo** indice del nodo

**Tx, Ty, Tz** componenti di traslazione del nodo

**Rx, Ry, Rz** componenti di rotazione del nodo

# La gestione dei metamateriali

## La gestione dei metamateriali

Con il termine “metamateriali” intendiamo un insieme di caratteristiche che vanno oltre (meta) le caratteristiche fisiche del materiale, ma includono anche delle più minute prescrizioni come, ad esempio nel caso del cemento armato, anche le modalità di armatura. Da questa “collezione” di dati ogni programma estrae e impiega quelli di pertinenza. A esempio, in inMod si può assegnare un metamateriale della famiglia “calcestruzzo”. Nòlian impiegherà solo i moduli di elasticità, EasyBeam anche le prescrizioni relative alle armature.

### I criteri di archiviazione dei metamateriali

I dati dei singoli metamateriali vengono salvati sempre sul file del modello in cui sono impiegati. Questi dati vengono definiti LOC(ALI) in quanto usati solo da quello specifico modello. Per una più facile gestione delle assegnazioni, però, i metamateriali in uso vengono anche salvati come "preferenze" nel file metamaterials.bin e vengono definiti GLO(BALI) perché a disposizione di ogni nuovo modello si voglia realizzare. Questo archivio globale di preferenze è aggiornato automaticamente ad ogni accesso al dialogo dell'archivio.

Nel dialogo dell'archivio è riportato anche il numero di volte che il metamateriale è impiegato per capire agevolmente quali sono i metamateriali non impiegati.

### Gestione delle omonimie

Qualora si leggesse un file che impieghi un metamateriale omonimo ma di contenuto diverso da uno già presente nell'archivio GLOBALE, per evitare omonimie senza perdere uno dei due metamateriali, il materiale dell'archivio GLOBALE viene contrassegnato con un asterisco e non viene MAI impiegato in quanto il metamateriale omonimo usato dal file ha la precedenza.

Nella prima figura di questo capitolo, è il caso del metamaterial *Materiale Nuovo 4*. I due metamateriali sono omonimi ma quello LOCALE (del file) è attivo, quello diverso ma omonimo GLOBALE viene reso indisponibile.

### La gestione dei metamateriali in Nòlian

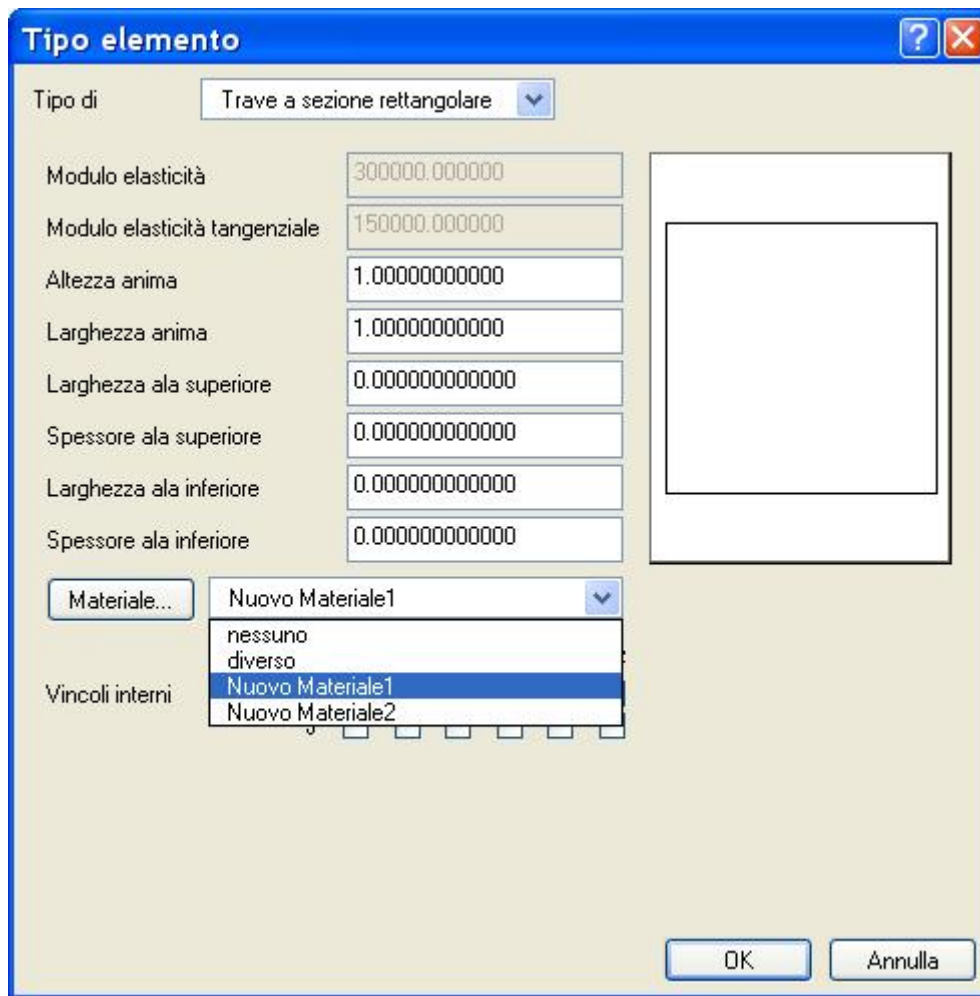
In Nòlian si può operare anche senza usare i metamateriali benché il loro impiego sia comodo ed indispensabile nel caso occorra assegnare caratteristiche non lineari (vedi dopo). Il metamateriale in Nòlian è associato al “tipo” di elemento e cioè quell'insieme di dati che si interroga attivando l'apposita icona della palette.



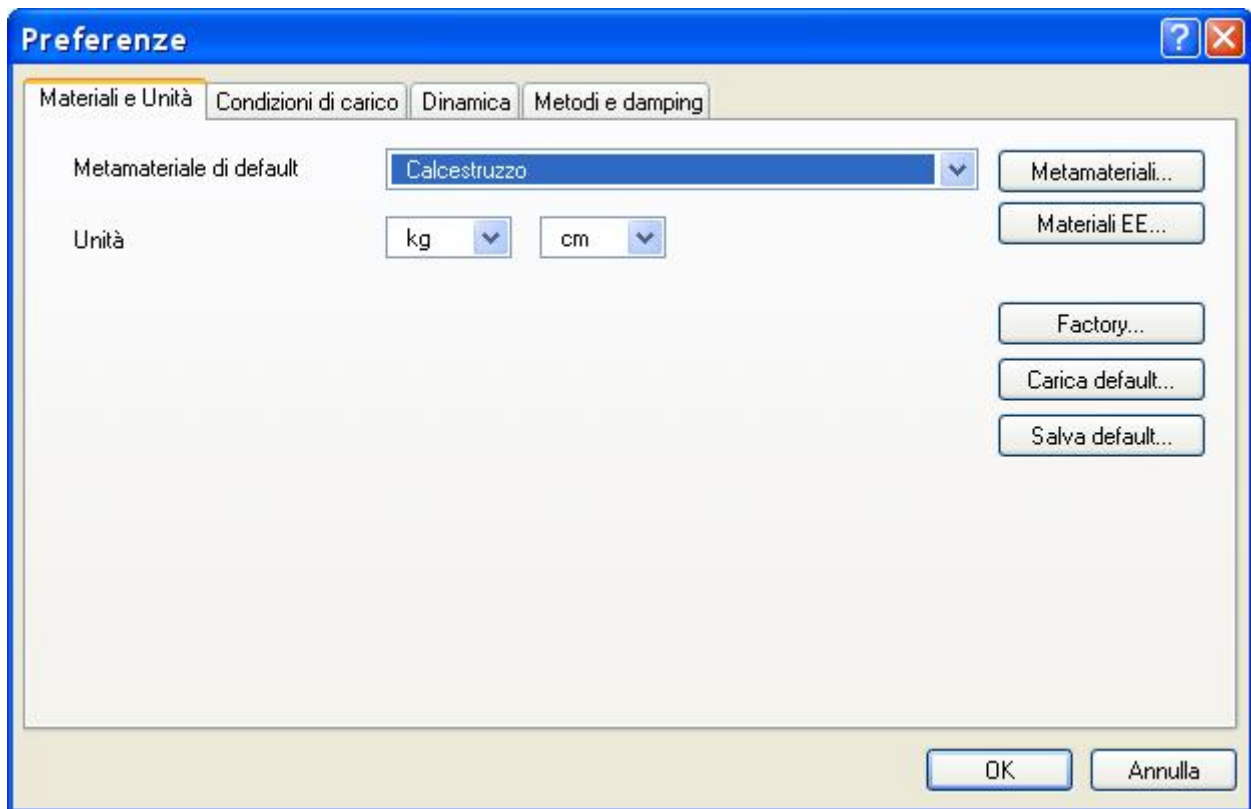
Dal dialogo dei “tipi” si può selezionare dal menu dei metamateriali quello voluto oppure accedere all'archivio dei metamateriali per generarne uno nuovo o modificarne uno esistente.

Archivio materiali			
pos	usi	Nome	Tipo
GLO	0	Calcestruzzo	Cemento armato
GLO	0	EEConv_p	Generico
GLO	0	Nuovo Materiale1	Generico
GLO	0	Nuovo Materiale2	Generico
GLO	0	Nuovo Materiale3	Generico
LOC	1	Nuovo Materiale4	Generico
GLO	0	Nuovo Materiale4(*)	Generico
GLO	0	Nuovo Materiale5	Generico
GLO	0	Nuovo Materiale6	Generico
GLO	0	Tamponatura	Generico
GLO	0	cls 25/30	Cemento armato

I dati dei metamateriali importanti per Nòlian – per ora tralasciando le caratteristiche non lineari che vedremo in seguito – sono i moduli di elasticità. Pertanto nel dialogo dei tipi, se al tipo è assegnato un metamateriale questo “comanda” sui valori assegnati ai moduli di elasticità tanto che questi vengono rappresentati nel dialogo in campi oscurati e quindi non modificabili ad indicare la univocità dell'assegnazione.



Solo se non si desidera usare un metamateriale, selezionando dal menu il valore “nessuno” i campi dei moduli di elasticità torneranno editabili. A questo proposito si ricorda che, come in tutti i dialoghi, qualora si selezionino elementi con metamateriali diversi, nel campo del dialogo apparirà la dicitura “diverso”. Se non si modifica la selezione, ogni elemento manterrà la sua assegnazione anche se si modificano altri campi del dialogo.



I metamateriali in Nòlian sono utili anche per assegnare i valori di default e cioè quelli assunti automaticamente prima di ogni assegnazione, cioè quando l'elemento è "nuovo". Il materiale di default si seleziona dalle caratteristiche generali dei materiali. Se nessun materiale di default è selezionato, i valori dei moduli di elasticità di default saranno nulli, altrimenti si assumeranno inizialmente quelli del materiale di default. Ciò semplifica notevolmente le operazioni di assegnazione. Nulla toglie che in qualsiasi momento si possa assegnare, ad uno o più elementi, un nuovo metamateriale.

### Le proprietà non lineari in Nòlian

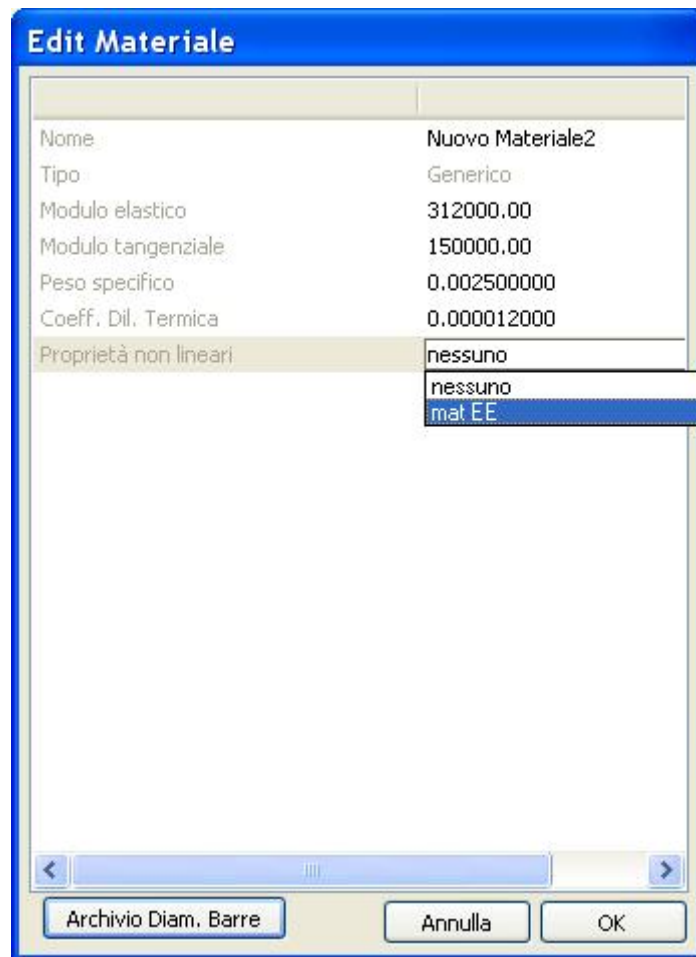
Le proprietà non lineari vengono ESCLUSIVAMENTE impiegate nell'ambiente EE (Earthquake Engineering) quindi il loro impiego non è necessario nelle analisi lineari e l'eventuale assegnazione non modifica le caratteristiche lineari dell'elemento. Le caratteristiche non lineari vengono comunemente definite "materiali EE" e sono distinte per denominazione, assegnabile ed univoca. Il "materiale EE", e cioè l'insieme di caratteristiche non lineari, si gestiscono nell'apposito archivio e si associano per nome al metamateriale.

Queste "materiali" sono descritti specificatamente nel manuale di Nòlian nella parte che concerne le analisi EE

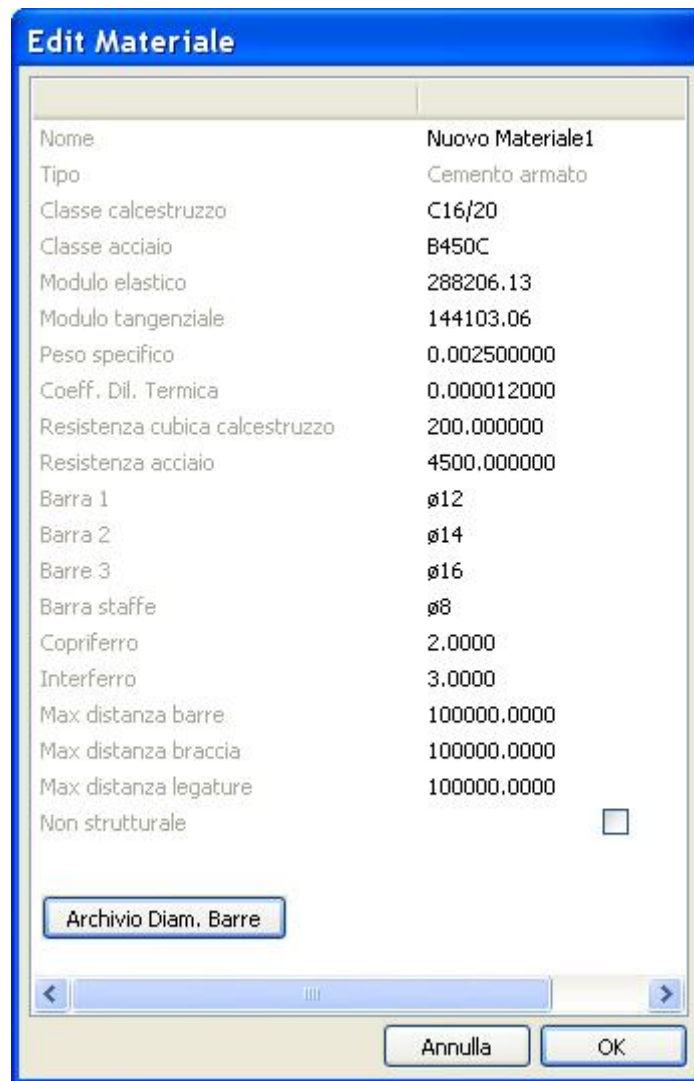
### L'editing di un metamateriale

Per editare, cioè modificare i valori iniziali di default o modificare i valori già assegnati, accedere all'archivio. Ciò è possibile sia dal dialogo di gestione dei parametri generali di analisi che dai dialoghi che fanno uso dei metamateriali.

Quindi fare doppio clic sulla riga del materiale voluto. Qui è possibile selezionare il campo da modificare e quindi modificarlo. In EasyBeam i parametri elastici non possono essere modificati, e quindi sono bloccati, per evitare di invalidare il modello di calcolo modificandone i parametri elastici. Ciò è possibile però da Nòlian o da inMod.



## Il metamateriale in EasyBeam



EasyBeam riconosce solo materiali della famiglia “calcestruzzo” e gli elementi dotati di metamateriale “sovrascrivono” i valori di default definiti in EasyBeam nei parametri generali delle caratteristiche dei materiali. Allo stato attuale non si è ritenuto opportuno eliminare i parametri affidati ai metamateriali dagli analoghi valori assegnati come default al programma. Questo perché molti progettisti non usano o possono non desiderare usare i metamateriali oppure possono usare metamateriali che non hanno tutti i valori necessari ad un completo controllo del progetto delle armature. Si faccia quindi attenzione a questa ambivalenza che allo stato attuale però non si è ancora trovato il modo di rendere più chiara a livello di interfaccia. Se quindi si fa uso di metamateriali, operare su questi e non sui valori di default generali del programma, e viceversa.

# Combinazioni

## Guida alle combinazioni di carico

### Questa guida

Questa guida si riferisce alle metodologie di Combinazione delle Azioni (comunemente dette "dei carichi") comuni a tutti i post processori (con qualche variazione indicata) di EasyWorld della Softing srl e ne descrive le funzioni principali. Tutti i diritti su questo manuale sono di proprietà della Softing srl.

© 2004 - 2011 Softing srl. Tutti i diritti riservati.

Ultima revisione: 29 Gennaio 2011.

### Combinazioni di carico

Il progetto o la verifica delle membrature strutturali deve avvenire per tutte le combinazioni delle azioni (comunemente dette "di carico") necessarie che vengono effettuate impiegando le condizioni di carico base. Nel caso del metodo delle tensioni ammissibili devono essere considerate tutte le combinazioni possibili delle azioni accidentali con le azioni permanenti presenti in tutte le combinazioni tenendo presente che alcune condizioni eccezionali (vento, sisma) possono essere considerate non contemporaneamente presenti. Nel caso del metodo degli stati limite le combinazioni sono effettuate secondo criteri probabilistici che prevedono dei moltiplicatori per ogni condizione e per ogni tipo di combinazione. Per entrambi i metodi, il tipo delle condizioni di carico deve essere definito in modo da poter formare le combinazioni in modo corretto. Le combinazioni di carico vengono formate automaticamente prima del progetto o della verifica. L'operatore può però sia verificare subito a dialogo le combinazioni proposte dal programma sia modificarle e aggiungerne di proprie (vedere "[Controllo sulle combinazioni di progetto](#)"). Può anche definire un suo insieme di combinazioni. Vedere anche [Combinazioni con il metodo delle tensioni ammissibili](#) e [Combinazioni di progetto con il metodo degli stati limite](#).

### Combinazioni dei blocchi e di progetto

È utile specificare la differenza tra le Combinazioni di Progetto (di Esercizio o di Danno), qui descritte, che sono combinazioni "volatili" usate solo per il progetto delle armature o per le verifiche ed eseguite, se in automatico, secondo i requisiti di normativa, e le funzioni invece di combinazione dei blocchi (o stream) che generano dei NUOVI blocchi di risultati assolutamente paritetici con quelli generanti e come questi "permanenti" nel senso che (a meno di una cancellazione volontaria) restano archiviati sul documento al contrario delle Combinazioni di Progetto, qui descritte, che vengono invece generate solo all'atto del progetto. Per le combinazioni che generano nuovi stream di risultati, vedere il relativo capitolo nel manuale di Nòlian.

### Nòlian e le combinazioni di verifica

Questa sezione del manuale descrive le combinazioni di normativa dedicate a ottenere le combinazioni degli effetti delle azioni. Tali combinazioni, per nostra scelta progettuale del software, avvengono, con metodi automatici, esclusivamente nei post processori. Questo perché le combinazioni possono essere facilmente centinaia e quindi del tutto ingestibili se non per via automatica al momento che occorrono per il progetto e per la verifica.

In Nòlian si possono associare alla denominazione delle condizioni di carico i tipi di carico. In Nòlian tale associazione non viene direttamente impiegata, è solo una assegnazione che può risultare più agevole da farsi al momento che si definiscono nomi delle condizioni di carico. Nòlian però trasferisce questa tipizzazione agli stream di risultati e pertanto questa



tipizzazione viene automaticamente trasferita ai post-processor che ne fanno uso per la combinazione automatica degli effetti delle azioni per il progetto o la verifica delle membrature strutturali. Questa sezione del manuale è presente anche nella documentazione di Nòlian per completezza di informazione ma le funzionalità qui descritte sono riferite solo ai post processor di Nòlian.

In Nòlian, come più volte detto, è possibile fare delle combinazioni permanenti, cioè che generano nuovi stream di risultati del tutto autonomi e gestibili come gli stream di risultati che li hanno generati. Ma tale funzionalità ha altri scopi, ben diversi da quelli della formazione delle combinazioni degli effetti delle azioni ai fini di verifica o di progetto delle membrature strutturali.

## Tipi di carico

Per effettuare le combinazioni degli effetti delle azioni (normalmente e impropriamente dette “combinazioni dei carichi”) la natura della azione deve essere definita. A esempio, le combinazioni sono diverse per azioni variabili, sismiche o permanenti. Nel caso poi del metodo semi-probabilistico delle combinazioni previsto dal metodo degli stati limite, vi sono anche due parametri che vanno impiegati: il fattore di sicurezza parziale  $\gamma$  e il moltiplicatore probabilistico  $\psi$ . Tali due valori sono quindi associati alla natura del carico dal quale discende l'effetto che si desidera combinare.

Pertanto ogni “condizione di carico” dalla quale scaturiscono degli effetti è caratterizzata da una natura dell'azione (sismica, permanente, variabile etc.) e da moltiplicatori opportuni.

Per la assegnazione dei moltiplicatori per i "tipi di carico" si è impiegata una tabella di lunghezza indefinita, personalizzabile, la quale consente di generare e definire un “tipo di carico” con un nome mnemonico assegnato dall'utente e di associarvi tutte le alte informazioni necessarie per effettuare le combinazioni. Pertanto per l'uso di una condizione nelle combinazioni, sarà sufficiente associarvi il nome dato al tipo di carico già definito dall'operatore.

Al primo avvio del programma sono disponibili un certo numero di tipi basati sul DM 14 aprile 2008. Tali tipi possono essere ampliati o modificati. Possono anche essere ripristinati (cancellando tutti gli altri tipi eventualmente generati) tramite il bottone Factory del dialogo.

Tipi di carico												
Nome	Tipo	Grav	SL	Gf	Gs	GSs	P0	P1	P2	P2S	Phi	
Permanente	permanente	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	1.00	1.30	1.00	nd	nd	nd	nd	nd	
Permanente non strutt.	permanente	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	0.00	1.50	1.00	nd	nd	nd	nd	nd	
Sismico SLU	sismico	<input type="checkbox"/>	U	nd	1.00	0.00	nd	nd	nd	nd	nd	
Sismico SLD	sismico	<input type="checkbox"/>	D	nd	1.00	0.00	nd	nd	nd	nd	nd	
Torcente SLV	sismico correlato	<input type="checkbox"/>	U	nd	1.00	0.00	nd	nd	nd	nd	nd	
Torcente SLD	sismico correlato	<input type="checkbox"/>	D	nd	1.00	0.00	nd	nd	nd	nd	nd	
Cat. A: Residenziale	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.70	0.50	0.30	0.30	1.00	
Cat. B: Uffici	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.70	0.50	0.30	0.30	1.00	
Cat. C: Affollamento	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.70	0.70	0.60	0.60	1.00	
Cat. D: Commerciale	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.70	0.70	0.60	0.60	1.00	
Cat. E: Magazzini	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	1.00	0.90	0.80	0.80	1.00	
Cat. F: Rimesse (<30kN)	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.70	0.70	0.60	0.60	1.00	
Cat. G: Rimesse (>30kN)	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.70	0.50	0.30	0.30	1.00	
Cat. H: Copertura	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.00	
Neve (q<1000)	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.50	0.20	0.00	0.00	1.00	
Neve (q>1000)	variabile	<input checked="" type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	1.00	0.70	0.50	0.20	0.00	1.00	
Vento	variabile non contemporaneo	<input type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	0.00	1.00	
T...	variabile non contemporaneo	<input type="checkbox"/>	nd	nd	1.50	0.00	0.60	0.20	0.00	0.00	1.00	

Gs: gamma sfavorevole    P0: psi zero    P2S: psi due sismico  
 Gf: gamma favorevole    P1: psi uno    Phi: coeff. di correlazione  
 GSs: gamma sismico    P2: psi due    SLU: Tipo stato limite ultimo dinamica

Aggiungi    Factory  
 Elimina    Elimina tutti    Continua

I parametri associati a ogni tipo di carico sono principalmente impiegati per le [combinazioni di progetto con il metodo degli](#)

[stati limite](#). E sono descritti qui di seguito.

## Tipo

Con "tipo" si intende la natura dell'azione del tipo.

I tipi assegnabili sono i seguenti:

- Permanente
- Variabile
- Variabile non contemporaneo
- Sismico
- Sismico correlato
- Combinazione

**Permanente**, **Variabile** e **Sismico** hanno significato evidente.

Il tipo **Variabile non contemporaneo** determina l'appartenenza di un carico variabile a un gruppo (uno solo) di azioni che non sono mai tra loro contemporanee.

Il tipo **Sismico correlato** è un'azione associata all'azione sismica, tipicamente il Torcente di piano.

Questi ultimi tipi entrano solo nelle combinazioni allo stato limite impiegando il parametro  $G_s$  come moltiplicatore dell'azione.

Il tipo **Combinazione** genera una unica combinazione e non entra mai in combinazione con altre azioni. Si assegna alle combinazioni degli stream precedentemente generate in Nòlian. Usa il parametro  $G_s$  come moltiplicatore, valore tipicamente unitario

## Azioni gravitazionali

Per la verifica per azioni sismiche tendente a evitare cedimenti anelatici nelle travi, si devono definire quali carichi danno un contributo gravitazionale come previsto per questa verifica. Questa indicazione è data in questo dialogo. L'assegnazione non è necessaria se non si deve eseguire tale tipo di verifica che è richiesto solo per progetti in alta duttilità.

## Tipo di stato limite

Questa colonna (SL) consente di definire il tipo di stato limite relativo alla azione sismica indicata. Ciò consente di attuare combinazioni nelle quali le differenti eventuali azioni afferenti a stati limite diversi non vengano combinati tra loro.

A esempio, se si sono effettuate contemporaneamente due analisi allo stato limite ultimo e di danno, esse verranno automaticamente impiegate nelle combinazioni richieste. Pertanto esse sono distinte tramite l'impiego del parametro SL che definisce il tipo di stato limite:

- U ultimo
- D danno
- C collasso
- O operativo

Il parametro gamma non sismico ( $G_s$ ) è impiegato per tali combinazioni.

## Fattori di sicurezza parziale

Sono i fattori che appaiono nelle combinazioni di normativa per il metodo semi-probabilistico agli stati limite e in tale contesto vengono definiti con la lettera  $\gamma$ . Si hanno due fattori per ogni natura del tipo di carico: favorevole e sfavorevole all:

sicurezza. La normativa prevede due fattori diversi se la combinazione è delle azioni sismiche con le altre azioni o meno. Quindi si hanno due valori di  $\gamma$  definiti nella tabella del dialogo con i simboli Gs e GSs (Gamma Sfavorevole e Gamma Sismico Sfavorevole). Per le combinazioni delle azioni sismiche nelle combinazioni allo stato limite di danno (SLD), i coefficienti GS e GSs hanno particolare impiego.

Per il tipo **Combinazione** questi due coefficienti sono impiegati nelle combinazioni SLU il primo e SLD il secondo. Si veda [Combinazioni di progetto con il metodo degli stati limite](#).

### Fattori di probabilità

Sono i fattori che definiscono la probabilità che le azioni siano attive insieme all'azione fondamentale della combinazione e nella normativa vengono definite con la lettera  $\psi$ . La normativa prevede tre valori per le combinazioni frequenti, rare e quasi permanenti. Questi tre valori vengono tutti usati nelle combinazioni di esercizio. Il terzo valore, indicato con  $\psi_2$  viene anche usato nelle combinazioni di progetto. Nelle combinazioni delle azioni sismiche questo valore per alcune normative (DM96) NON è lo stesso che il valore impiegato per le combinazioni delle azioni non sismiche quindi nella tabella impiegata si sono usate due colonne, la colonna contrassegnata con P2S indica il coefficiente che sarà adottato nelle combinazioni delle azioni sismiche.

### Fattore di importanza

Il cosiddetto "fattore di importanza" della normativa è un moltiplicatore delle azioni sismiche e quindi deve essere assegnato come fattore della colonna GS per i tipi definiti Sismico e naturalmente, per le convenzioni per le combinazioni allo stato limite di danno (SLD) (si veda: [Combinazioni di progetto con il metodo degli stati limite](#)) si deve invece assegnare il coefficiente di importanza alla colonna GSs per le condizioni di tipo Sismico da includere nelle combinazioni SLD.

### Fattore di conversione delle masse

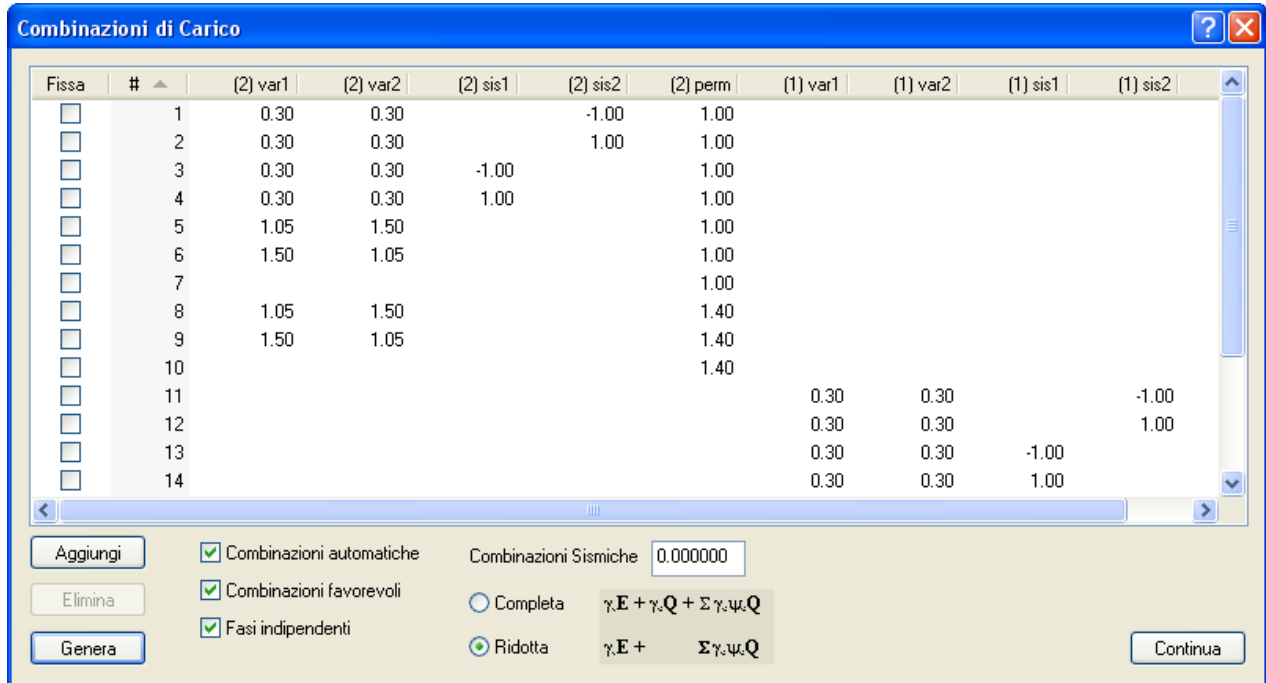
Queste indicazioni sono utili nell'uso di Nòlian. Per l'analisi dinamica occorre che siano definite le masse agenti sulla struttura. Tali masse sono generalmente legate ai carichi gravitazionali agenti sulla struttura. La normativa prevede che tali carichi possano essere presenti sulla struttura durante il sisma secondo dei fattori di probabilità definiti. Pertanto le masse da considerarsi associate alla struttura per l'evento sismico possono essere soltanto una parte di quelle che determinano i carichi gravitazionali. Il coefficiente di probabilità è dato dalle norme ed indicato in genere con il simbolo  $\psi_2$ . Inoltre alcune normative prevedono un moltiplicatore di tale coefficiente probabilistico per un altro coefficiente, generalmente indicato con il simbolo  $f$  nella normativa, che tiene conto della probabilità che tali carichi siano tra loro correlati. Pertanto il coefficiente  $\psi_2$  deve essere moltiplicato per il coefficiente  $f$ . Nòlian può convertire i carichi in masse corrispondenti usando un coefficiente moltiplicativo assegnato. Se si desidera che questi coefficienti vengano automaticamente dedotti dalla tabella dei tipi di carico, ciò è possibile tramite un apposito check box nel dialogo di assegnazione delle masse. Il coefficiente associato in questo modo alle condizioni di carico è quello definito "psi2 sismico" nella tabella dei tipi di carico moltiplicato per il coefficiente  $j$  di correlazione. Vengono assegnati solo i coefficienti dei tipi di carico dichiarati "gravitazionali". I coefficienti moltiplicativi possono essere modificati dopo l'assegnazione o agendo sulla colonna del coefficiente  $j$  dei tipi di carico. L'assegnazione avviene all'atto di attivare il check-box e, se il check-box è contrassegnato e si richiede la conversione prima dell'analisi, anche in questo caso e ciò riassegnando i coefficienti eventualmente modificato a mano nel dialogo. Quindi, per un uso speditivo per il quale i coefficienti nella tabella dei tipi siano stati assegnati in modo appropriato, basta attivare i check box "Usa moltiplicatori dei tipi" e "Forma prima dell'analisi" perché le masse vengano assegnate tutte le volte che si esegue un'analisi anche se i carichi sono stati modificati. Si ricorda che questa procedura è un'automazione. Le masse possono essere assegnate indipendentemente da questa procedura a nodi ed elementi, o controllate, con gli appositi comandi destinati alla gestione delle masse.

### Registrazione delle assegnazioni dei tipi di carico

I tipi di carico vengono associati in Nòlian alle condizioni di carico e poi – solo dopo l'analisi – vengono associati agli stream di risultati. Tale associazione vengono registrate nel documento della struttura. Se, dopo aver salvato un documento da un post-processore si apre in Nòlian e lo si analizza di nuovo, i tipi di carico dominanti sono quelli associati alle condizioni in

Nòlian e non quelli associati nel post processore che pertanto vengono sovrascritti.

## Controllo sulle combinazioni di progetto



Le combinazioni formate automaticamente possono essere verificate ed eventualmente modificate dal dialogo cui si accede dal menu "Carichi" alla voce "Combinazioni", "progetto", "esercizio" o "danno".

Per le combinazioni di progetto, si può accedere al dialogo anche con un doppio clic sull'icona dei carichi.

Da questo dialogo è possibile formare nuove combinazioni tramite il comando Aggiungi oppure eliminarle tramite il comando Togli.

Le combinazioni dichiarate Fisse non vengono cancellate durante la formazione delle combinazioni prima di ogni progetto, tutte le altre vengono cancellate. Se quindi si vuole aggiungere alle combinazioni una combinazione personalizzata, occorre dichiararla fissa.

Le combinazioni vengono formate automaticamente prima del progetto. Se invece si vuole che vengano impiegate nel progetto solo le combinazioni personalizzate, disabilitare l'opzione Combinazioni automatiche del dialogo.

Le singole combinazioni sono esibite in forma tabellare. Per modificare i contenuti della tabella, selezionare la riga voluta e quindi il campo da modificare.

Le combinazioni automatiche vengono formate impiegando i coefficienti assegnati per ciascun [tipi di carico](#) associato a ogni condizione di carico.

È possibile, da questo dialogo scegliere se formare le combinazioni delle azioni sismiche con un contributo percentuale tra le varie azioni assegnando un valore diverso da zero al campo Combinazioni Sismiche. Tipicamente questo valore è 0.3 (30%). Se il valore è nullo, si ha una combinazione semplicemente con esclusione.

È possibile considerare le azioni Permanente e Variabile con il loro contributo sia sfavorevole che favorevole alla sicurezza. Se si considerano le due ipotesi, le combinazioni aumentano. Questa possibilità viene attivata tramite il check-box Combinazioni favorevoli.

Il bottone Genera forza la generazione automatica sul momento per consentire di controllarla.

Si veda anche [Combinazioni di progetto con il metodo degli stati limite](#).

Inoltre è possibile formare combinazioni indipendenti per ogni Fase oppure combinazioni tra le azioni di diverse Fasi.

## Combinazioni con il metodo delle tensioni ammissibili

I tipi **Permanente** sono considerati in tutte le combinazioni.

Con i tipi **Variabile** vengono formate tutte le combinazioni possibili.

Con i tipi **Sismico** vengono formate tutte le combinazioni possibili ma senza che due tipi Sismico siano mai presenti contemporaneamente nella stessa combinazione.

Il tipo **Sismico** viene considerato due volte: una con il suo segno algebrico e una con segno inverso.

Vengono formate tutte le combinazioni possibili delle azioni permanenti, variabili e sismiche.

Le azioni definite di tipo **Variabile non contemporaneo** non appaiono mai insieme nella stessa combinazione né insieme alle azioni definite di tipo **Sismico**.

Le variabili **Sismico correlate** e **Combinazione** vengono ignorate.

### Combinazioni per la verifica degli spostamenti

Se si impiega il metodo delle tensioni ammissibili, la verifica degli spostamenti non ha significato specifico di verifica per lo "stato limite di danno" ma di fatto viene eseguita con modalità analoghe. Le combinazioni vengono formate con i criteri noti ma con una differenza: le azioni sismiche definite SLD saranno affette dal coefficiente assegnato come GSs e le azioni variabili saranno sempre affette dal coefficiente fisso (non assegnabile) di 0.33.

## Combinazioni di progetto con il metodo degli stati limite

Le combinazioni semi-probabilistiche degli effetti delle azioni ("carichi"), usate per il metodo degli stati limite sostanzialmente sono effettuate con diverse modalità tra le diverse normative e possono essere definite in questa forma convenzionale:

$$F_d = \sum_j \gamma_{G,j} G_j + \gamma_{Q,f} Q_f + \sum_{i=1n, i \neq f} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_i$$

$$F_d = \sum_j \gamma_{G,j} G_j + \sum_{i=1n} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_i$$

La prima forma, detta nel dialogo di EasyBeam "completa" prevede una combinazione delle azioni sismiche per ogni azione variabile in quanto la azione variabile è fuori del segno di sommatoria. Questo metodo è previsto dal DM 1996. Il secondo invece per ogni azione sismica prevede la sommatoria di tutte le azioni variabili ed è previsto dalla normativa antisismica successiva (DM08).

Si noti che vi sono due tipi di coefficienti con significato diverso: coefficienti di sicurezza parziali  $\gamma$  e coefficienti probabilistici di combinazione  $\psi$ .

Sono in genere indicati con la lettera G i carichi permanenti, ivi compresi quelli da precompressione e da distorsioni, e con Q carichi variabili. Per ora non parliamo di effetti delle azioni sismiche.

Notiamo che quanto abbiamo esposto è nella forma più generale, proposta dagli Eurocodici, dove i coefficienti di sicurezza dei carichi variabili possono essere diversi per ogni tipo di azione variabile, cosa che appare piuttosto logica. In alcune normative invece (a esempio il DM 96) si ha un coefficiente di sicurezza parziale unico per tutte le azioni variabili e quindi l'espressione relativa alla combinazione delle azioni variabili si semplifica in quanto si può mettere a fattore comune il coefficiente di sicurezza comune a tutti i carichi variabili. Va da sé che, assegnando un unico coefficiente di sicurezza eguale per tutti i carichi variabili, la più generale espressione degli Eurocodici comprende anche quella più semplice.

Notiamo che i coefficienti probabilistici di combinazione  $\psi$  riguardano solo le condizioni variabili in quanto ne indicano la probabilità di essere presenti. Generalmente vi sono tre diversi coefficienti per ogni azione variabile distinto per pedice 0, 1 e 2. Il coefficiente  $\psi_0$  viene usato per i valori in combinazione, gli altri due  $\psi_1$  e  $\psi_2$ , nelle combinazioni di valori rispettivamente

frequenti e quasi permanenti. Questi due ultimi fattori quindi vengono impiegati nelle combinazioni allo stato limite di esercizio.

L'unica nota significativa alla formula che abbiamo riportato, per altro molto semplice, riguarda la combinazione delle azioni variabili che prevede che si consideri una azione variabile con la certezza del suo contributo (valore di probabilità unitario) sommata a tutte le altre affette dai loro rispettivi fattori probabilistici.

Per le combinazioni delle azioni sismiche (con le altre azioni) il concetto è lo stesso. Si considera l'azione sismica sempre presente (come fosse un carico permanente ma non certo per la durata temporale) e si valuta la concomitanza probabilistica delle azioni variabili esattamente come detto sopra per le azioni non sismiche. Ovviamente in questo caso i carichi permanenti si considerano sempre agenti.

Va però notato che i fattori di sicurezza parziali per le azioni sia permanenti che variabili nelle combinazioni delle azioni sismiche possono essere diversi dai fattori per le combinazioni non sismiche. E così anche il coefficiente  $\psi_2$  che viene usato sia nelle combinazioni sismiche al posto di  $\psi_0$ , può essere diverso, e in alcune normative lo è, dal coefficiente  $\psi_2$  riportato nelle tabelle per le combinazioni quasi-permanenti.

Si noti che qualora vi fossero azioni variabili che non sono mai contemporanee a quelle sismiche la loro probabilità è zero e quindi assegnando un valore nullo sia al fattore di sicurezza che al fattore di probabilità per combinazione sismica, tale azione variabile non sarà mai considerata nella combinazione sismica.

Notiamo che la normativa, per i carichi permanenti, richiede l'uso di due fattori di sicurezza parziale, uno in caso l'azione vada a favore della sicurezza, l'altro qualora vada a sfavore. Poiché è pressoché impossibile determinare a priori quale delle due condizioni si verifichi, è uso comune impiegare il solo fattore di sicurezza per la condizione sfavorevole. Ciò non è sempre esatto. Ad esempio nel caso della azione assiale nei pilastri, essa potrebbe essere a favore di sicurezza se ha valori maggiori. Quindi è opportuno fare una combinazione anche con i fattori previsti per la situazione a favore di sicurezza. Per le strutture edili il fattore di sicurezza per situazione favorevole è unitario per le azioni permanenti ed è nullo per quelle variabili e per le azioni permanenti non strutturali. In caso invece di spinta delle terre o di precompressione tale valore è diverso dall'unità.

#### **Assunzioni nella implementazione delle combinazioni automatiche.**

I fattori di sicurezza parziali per le condizioni favorevoli sono sempre assunti 1 per le azioni permanenti e 0 per le azioni variabili. I carichi variabili agiscono anche nelle combinazioni con l'azione sismica almeno che non si mettano a zero sia il fattore di sicurezza parziale che il valore di  $\psi_2$  sismico. Il tipo di azione detto "variabile non contemporaneo" non viene mai considerato nella stessa combinazioni in gli altri tipi definiti nello stesso modo. Un uso tipico è quello dell'azione del vento. Le azioni di tipo "sismico" non appaiono mai più di una volta nella stessa combinazione. È il caso tipico di azioni sismiche in più direzioni. Si ricorda che le combinazioni effettuate in automatico possono essere visualizzate nell'apposito dialogo dove si possono anche assegnare altre combinazioni come voluto.

#### **Combinazioni delle azioni sismiche**

Le azioni sismiche possono essere tra loro combinate con due metodi.

- Considerandole agenti separatamente
- Combinandole una a pieno valore e le altre secondo un moltiplicatore con alternanza di segni

Queste due possibilità si ottengono assegnando il moltiplicatore della combinazione. A esempio, 0.3 (= 30%) se si segue il DM 14 aprile 2008.

Se si assegna un'azione **Sismica correlata** si intende un'azione da combinarsi, sempre con alternanza di segni, a quelle sismiche. È tipico della azione del "torcente di piano". In entrambi i casi le azioni sismiche vengono sempre considerate con alternanza di segno. Quindi se si hanno azioni sismiche, esse vanno definite di tipo "Sismico". Se si ha un torcente di piano, si deve definire "Sismico correlato". Se si vuole una combinazione "in percentuale" si deve assegnare il moltiplicatore relativo (attenzione: non la percentuale!).

Le combinazioni sismiche possono essere eseguite secondo due formule:

$$\sum G_{k,i,j} + \psi_k Q_k + \sum \psi_{E,i} Q_{k,j} \text{ (Completa)}$$

$$\sum G_{k,i,j} + \sum \psi_{E,i} Q_{k,j} \text{ (Ridotta)}$$

La prima viene impiegata in alcune normative, non quella attualmente in vigore in Italia e pertanto si deve adottare sempre la seconda formula (Ridotta).

### Combinazioni con azioni dinamiche

Le azioni sismiche valutate ai vari tipi di stato limite entrano nelle combinazioni con i medesimi criteri di formazione delle combinazioni ma, essendo deputate a scopi diversi, non verranno mai impiegate simultaneamente. Pertanto esse sono distinte tramite l'impiego del parametro SL che definisce il tipo di stato limite:

- U ultimo
- D danno
- C collasso
- O operativo

**Nota bene:** Le azioni definite con tipo di stato limite C vengono trattate, nel formare le combinazioni, esattamente come le azioni definite con tipo di stato limite U. Cioè l'assegnazione di C equivale alla assegnazione di U.

Il parametro gamma non sismico (Gs) è impiegato per tali combinazioni.

### Controllo sulle combinazioni per lo stato limite di danno

Le combinazioni possono essere assegnate o modificate dal dialogo cui si accede dal menu "carichi" alla voce "combinazioni" e poi "Danno".

Questo dialogo è simile a quello per il [Controllo sulle combinazioni di progetto](#).

## Combinazioni di esercizio con il metodo degli stati limite

Queste combinazioni sono del tutto analoghe a quelle di progetto. I fattori di combinazione sono quelli assegnati nella definizione dei tipi di carico.

Le combinazioni usano inoltre gli stessi [Tipi di carico](#) associati ai nomi degli stream (blocchi) di risultati.

Vengono considerate solo le azioni definite come **Permanenti** e **Variabili** sia contemporanee che non contemporanee.

Queste ultime però vengono sempre considerate come agenti contemporaneamente alle altre senza distinzione.

Le condizioni definite **Combinazione** vengono ignorate.

La combinazione avviene come segue:

$$F_d = 1.0P + \alpha Q_1 + \sum_{i=2,n} \beta Q_i$$

dove P sono i valori delle condizioni permanenti e Q i valori di quelle variabili. I valori  $\alpha$  e  $\beta$  vengono scelti come segue secondo il tipo di combinazione:

Tipo di combinazione	$\alpha$	$\beta$
rara	1	

		$\Psi_0$
frequente	$\Psi_1$	$\Psi_2$
quasi permanente	$\Psi_2$	$\Psi_2$

Il tipo di combinazione richiesta per le verifiche è funzione della aggressività dell'ambiente. Sia tale qualificazione sia il tipo di verifiche richieste sono assegnabili nel dialogo Ambiente delle Opzioni di Progetto.

### Controllo sulle combinazioni di esercizio

Le combinazioni possono essere assegnate o modificate dal dialogo cui si accede dal menu "carichi" alla voce "combinazioni" e poi "esercizio". In questo dialogo le combinazioni sono contrassegnate secondo il loro tipo (Rara, Frequente, Quasi permanente) e questa assegnazione può essere fatta dall'operatore per le nuove condizioni fatte "a mano". Questa tipizzazione è necessaria perché nelle verifiche delle tensioni, i limiti di confronto imposti dalla normativa sono diversi per ogni tipo. Si ricorda che la verifica delle tensioni per condizioni Frequenti non è richiesta.

### Generazione di combinazioni delle azioni

Questa funzione è utile soprattutto per combinare le azioni dovute a differenti componenti dell'azione sismica. Questa combinazione genera una nuova condizione di carico che potrà poi essere impiegata in modo normale per formare le combinazioni di carico di progetto. A questa funzione si accede dal menu Carichi, alla voce "Generazione combinazioni". Questa funzione opera come quella di Nòlian alla cui descrizione si rinvia per le istruzioni di impiego.



# Esempi Nòlian

## Questa guida

In questa guida vengono illustrati alcuni semplici esempi di analisi lineare. Consultare anche il manuale di validazione che oltre a riportare il confronto con benchmark significativi, contiene utili indicazioni di modellazione.

I documenti di Nòlian con questi esempi sono contenuti nella cartella "Esempi/Analisi lineare" rilasciata con Nòlian.

## Copyright

Il contenuto di questo manuale è un'opera di proprietà della Softing. La guida è data in consultazione ai soli licenziatari di licenze d'uso del programma Nòlian della Softing. Non può essere né duplicato in alcun modo né distribuito con alcun mezzo

© 2004 - 2010 Softing srl. Tutti i diritti riservati.

Ultima revisione: 22 giugno 2010.

## Analisi lineare

Questa sezione del manuale contiene la descrizione di alcuni esempi di analisi lineare.

Si consiglia di esaminare anche:

- Il manuale di validazione lineare
- Il manuale di validazione Earthquake Engineering
- Gli esempi del tutorial base
- Gli esempi di strutture

## Oscillatore elementare

Si tratta di un semplice problema di analisi dinamica che ci è però molto utile per capire i principi basilari dell'uso del programma in analisi dinamica e per saggiarne la qualità della soluzione. Consideriamo una mensola di lunghezza  $L=300$  cm di sezione  $30 \times 30$  cm, costituita da materiale con modulo di elasticità  $E=300000$  kg/cmq con una massa  $M$  concentrata all'estremità dovuta ad una forza peso di  $1000$  kg soggetta ad un'accelerazione di gravità pari a  $981$  cm/sec<sup>2</sup>. La rigidezza flessionale  $K$  risulta  $K=3 E J / L^3$  ed il periodo  $T$  è dato da  $T = 2 \text{PIG} (M / K)^{1/2}$ . Con i dati del problema  $T = 0.13373$  sec.

Questo risultato analitico ci serve come riferimento per valutare la soluzione numerica ottenuta con Nòlian. Si osservi che se in Nòlian si assegna la sezione definendola come sezione rettangolare, il programma tiene automaticamente conto della deformabilità al taglio che invece nel più semplice modello analitico adottato non è contemplata. In questo caso Nòlian fornisce un periodo di vibrare leggermente più lungo, come era da aspettarsi. L'influenza della deformabilità al taglio è illustrata in un altro esercizio.

## Deformabilità al taglio

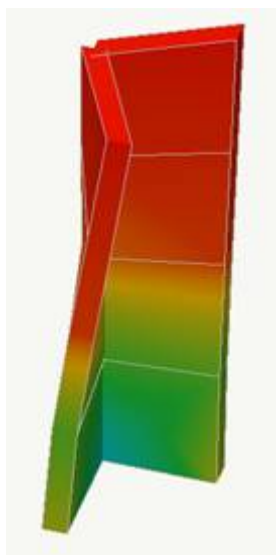
Vogliamo renderci conto dell'influenza della deformabilità al taglio in un elemento inflesso. Gli effetti in analisi dinamica li abbiamo visti nell'esercizio sull'oscillatore elementare. Consideriamo una mensola di lunghezza  $L = 1000$  cm e con sezione  $100 \times 20$  cm, costituita di materiale con modulo di elasticità  $E = 300000$  kg/cmq e coefficiente di Poisson  $\nu = 0.2$  e quindi modulo di elasticità tangenziale  $G = E / (2 * (1 + \nu)) = 125000$  kg/cmq, soggetta ad una forza concentrata  $F = 10000$  kg applicata all'estremità libera. La freccia  $f$  è data da  $f = F L^3 / 3 E J$  e la rotazione  $r = F L^2 / 2 E J$ . Con i valori dell'esempio si ha  $f = 6.666666$  cm ed  $r = 0.01$  rad. Consideriamo ora la deformazione dovuta al taglio. Nel caso di taglio costante l'incremento di spostamento  $df = K T L / G A$  dove  $K$  è il fattore di taglio e nel caso della sezione rettangolare si assume  $K = 1.2$ . Con i dati del problema l'incremento è di  $0.048$  cm e quindi lo spostamento totale risulta  $f = 6.71466$ . È interessante cambiare il modulo di elasticità tangenziale oppure assegnare la sezione tramite le sue caratteristiche senza assegnare la deformabilità al taglio per vedere l'influenza di questo importante fattore. Se poi la trave è anche soggetta ad una forza assiale le cose cambiano perché esistono degli effetti del secondo ordine. Tali effetti sono esaminati nell'esercizio Trave secondo ordine. È anche interessante modellare questa mensola con un assemblaggio di elementi finiti bidimensionali per confrontare i risultati. Tale modello è stato trattato nell'esercizio Mensola bidimensionali.

## Mensola bidimensionali

Usiamo in questo esempio un modello ad elementi finiti bidimensionali della stessa mensola trattata nell'esercizio Deformabilità al taglio nel quale sono riportati i risultati analitici del modello tecnico della trave inflessa. Ci limitiamo all'uso di soli 3 elementi ad 8 nodi, per consentire di eseguire questo esercizio anche con il dimostrativo di Nòlian. Mediamente così otteniamo un'accuratezza del 7% che, per chi ha esperienza di elementi finiti, è un risultato notevole per questo delicato problema usando solo 3 elementi. Con 8 elementi si raggiunge già un'accuratezza dello 0.3%. Si può provare ad usare 2 soli elementi: si ottiene un 11% di accuratezza. Benché siamo costretti a fare i conti con i limiti del dimostrativo, questo esempio è egualmente istruttivo per vedere come, nel caso di elementi finiti bidimensionali, il risultato possa essere fortemente dipendente dalla mesh adottata. Naturalmente questo è un esempio che serve solo a valutare il comportamento (la convergenza) di una soluzione ad elementi finiti bidimensionali tramite il paragone con i risultati analitici noti di un modello analogo, semplice, quello cioè della trave inflessa. Vi sono degli altri casi in cui i modelli semplificati non sono disponibili. Se la sezione è a profilo aperto, ad esempio, entrano in gioco altri fattori dei quali il modello della trave inflessa non può tenere conto. Uno di questi casi è trattato nell'esercizio della Sezione ad L.

## Sezione ad L

Vediamo ora il caso della torsione in un profilo aperto. Anche in questo caso esiste una trattazione analitica ma di ben più difficile applicazione di quanto non sia il modello della trave inflessa e che diviene poi del tutto inapplicabile quando la sezione è di forma complessa, con aperture e variazioni. Qui gli elementi finiti bidimensionali costituiscono l'unica soluzione possibile. In questo esempio esaminiamo una trave con sezione ad L di  $100 \times 100$  cm e spessore  $20$  cm soggetta ad un momento torcente di  $100000$  kgxcm applicato al baricentro della sezione libera. L'altro estremo è incastrato. Anche qui siamo costretti ad usare pochi elementi a causa dei limiti del dimostrativo ed usiamo elementi a 4 nodi (anziché quelli da otto nodi dell'esempio della Mensola bidimensionali) per poter usare meno nodi. Con questo esercizio vogliamo mettere soprattutto in luce gli effetti del centro di torsione che non coincide con il baricentro. In questo caso si trova all'incontro dei due rettangoli della sezione. Infatti, come si può vedere già dalla figura qui sotto riportata, si ha appunto una rotazione in tale centro e quindi uno spostamento del baricentro che, adottando il modello tecnico della trave a sezione chiusa soggetta a torsione uniforme, non poteva essere valutato.



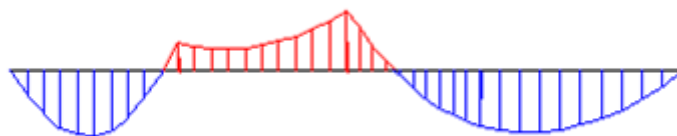
Sotto l'aspetto dell'uso del programma segnaliamo alcuni aspetti adottati nella modellazione:

non si sono vincolate le rotazioni ortogonali al piano degli elementi in quanto gli elementi a 4 nodi hanno anche rigidità associata ai gradi di libertà rotazionali nel piano dell'elemento ("drilling").

si è usata la tecnica del Master-Slave per ottenere una rotazione rigida della sezione alla quale si è applicato il momento torcente.

## Trave continua

L'uso del calcolatore ha consentito di superare la necessità di suddividere una struttura in sottostrutture di più facile analisi. In questo senso la trave continua non è più oggetto di interesse professionale. In ogni caso può essere interessante analizzare con Nòlian anche una semplice struttura di questo tipo. Nell'esempio si è considerato il problema nel piano xz imponendo i vincoli relativi. L'uso del piano xz è comodo, per problemi piani, in quanto per "default" (in mancanza cioè di ulteriori indicazioni) il programma considera l'asse y del riferimento locale giacente nel piano che contiene l'asse Y globale. Ciò rende più intuitive le assegnazioni. Da notare inoltre l'uso di un nodo "ausiliario" che consente sia di modellare una trave che cambia di sezione sia di inserire il punto di applicazione di una forza concentrata (usata nella seconda condizione di carico) secondo una tecnica molto diffusa nella modellazione ad elementi finiti.



*Diagramma dei momenti flettenti*

Se poi la trave continua è su un suolo linearmente elastico secondo il modello di Winkler, è sufficiente cambiare il tipo di elemento finito. Si veda l'esercizio Trave Winkler. Potremmo poi fare degli esercizi con graticci di travi anche su suolo elastico. Preferiamo perciò riportare l'esempio di un piccolo telaio con fondazioni su travi su suolo elastico nell'esercizio Telaio.

## Trave Winkler

Si considera la stessa trave utilizzata per l'esempio Trave Continua. Vengono però assegnati gli elementi come elementi Trave Winkler. Si deve notare che qui i nodi non sono più sede degli appoggi, come nella trave continua, ma solo nodi ausiliari che consentono di assegnare cambiamenti di carico e di sezione lungo la trave.

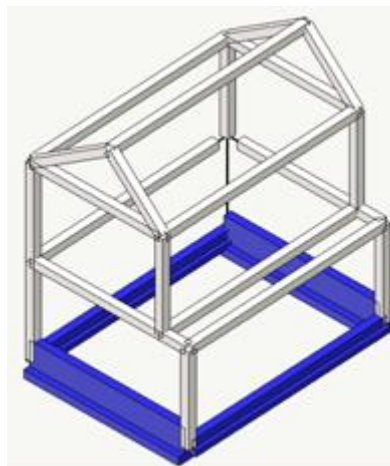


*Diagramma dei momenti flettenti per forza concentrata*

L'esercizio Telaio mostra l'uso di travi Winkler in un telaio tridimensionale.

## Telaio

Nonostante i limiti del dimostrativo è possibile analizzare dei piccoli telai tridimensionali che presentano molti dei problemi di modellazione delle strutture edili.



Il telaio di questo esempio non ha una grande plausibilità edile proprio perché vi si sono voluti inserire molti aspetti di modellazione strutturale:

Telaio tridimensionale su travi di fondazione su terreno alla Winkler

Elementi inclinati

Elementi "in falso"

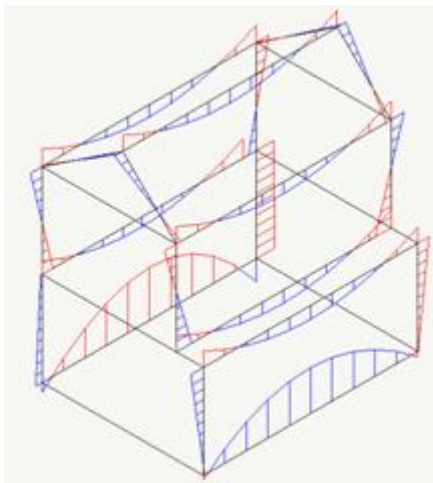
Nodi di dimensioni non infinitesime (uso degli elementi Rigel per i disassamenti)

Impalcati rigidi (uso del metodo master-slave)

Analisi dinamica

Orientamento generico degli elementi (uso del "nodo k")

Si richiama l'attenzione sul pilastro nell'angolo che coincide con l'asse Z. Tale pilastro si suppone di sezione a geometria generica (ad esempio una sezione ad L) e quindi definita tramite le caratteristiche inerziali. Si suppone anche che le dimensioni di tale pilastro non consentano di prolungare le travi fino al baricentro del pilastro sia perché questo è disassato rispetto all'asse delle travi sia perché la lunghezza del tratto tra baricentro e faccia del pilastro non è trascurabile e quindi non si può presupporre valida, in tale tratto, la teoria tecnica della trave inflessa (nodo di dimensioni non infinitesime). Inoltre i momenti di inerzia della sezione sono riferiti agli assi principali di inerzia e quindi inclinati rispetto all'orientamento di default dei pilastri (asse locale y parallelo all'asse globale x) per cui è necessario "ruotare" il riferimento del pilastro in modo opportuno (uso del nodo k). Benché l'esempio sia molto piccolo, si vede come sia possibile realizzare un modello molto sofisticato della struttura che tenga conto, all'occorrenza, di qualsiasi raffinatezza di idealizzazione della struttura.



*Diagramma dei momenti flettenti. Componente nel piano globale xz*



*Forme modali: secondo modo di vibrare*

## Cilindro

Nel caso di strutture a simmetria radiale, si può usare un particolare elemento finito, l'elemento assialsimmetrico, che ci consente di modellare solo una sezione della struttura.

Come esempio, consideriamo un cilindro di raggio  $r$ , di lunghezza indefinita a parete sottile di spessore  $t$ , soggetto ad una pressione interna  $p$ . Assumiamo  $p=1.0 \text{ kg/cm}^2$ ,  $E = 300000 \text{ kg/cm}^2$ ,  $r = 1000 \text{ cm}$ ,  $t = 100 \text{ cm}$ . Come punto di riferimento per valutare i risultati ottenuti con il modello ad elementi finiti consideriamo il cilindro di lunghezza indefinita di spessore trascurabile per il quale la forza circonferenziale è  $N = p r$ , la tensione media  $S = N / t$  e lo

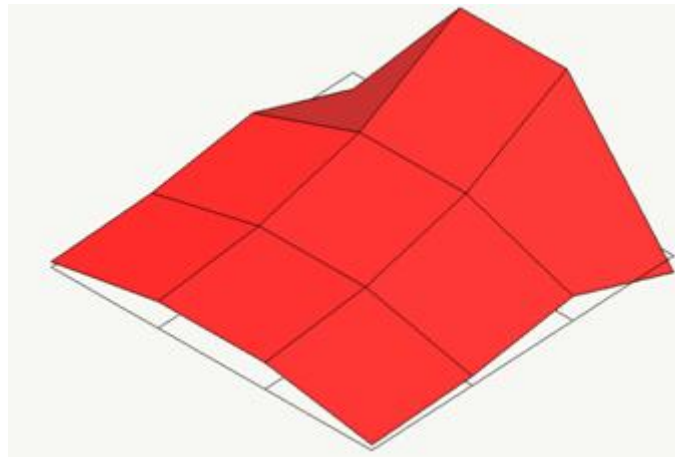
spostamento radiale  $d = S r / E$ . Nel nostro esempio si avrà  $d = 0.03333$  cm. Il modello ad elementi finiti è un modello più vicino alla realtà del modello idealizzato in quanto lo spessore non è in realtà trascurabile e la tensione varia nello spessore. Nonostante il modello analitico di confronto sia più "astratto" (e quindi meno vicino alla realtà) di quello discreto, i risultati sono in ottimo accordo. Si esamini, in questo esempio, il tipo di vincoli adottati e la pressione che viene assegnata come carico locale agente sul primo lato dell'elemento in corrispondenza della linea mediana dello spessore.



*Il semplice modello per l'analisi del cilindro*

## Piastra temperatura

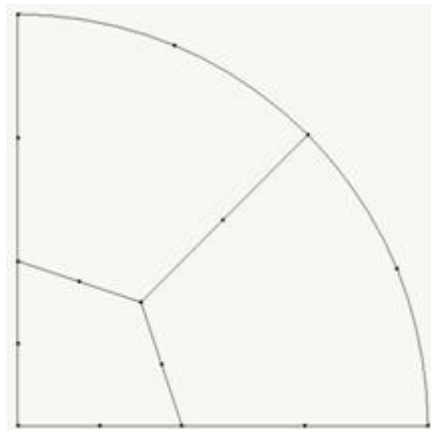
Consideriamo una piastra quadrata di lato  $L = 500$  cm di spessore  $s = 20$  cm incastrata lungo un lato e sottoposta ad una differenza di temperatura  $dt = 100$  C° tra le due facce costituita di materiale con  $E = 300000$  kg/cmq, coefficiente di Poisson  $\nu = 0.0$  e coefficiente di dilatazione termica  $\alpha = 0.000015$ . In questo esempio è interessante valutare l'effetto del vincolo. Qualora si consenta la deformazione lungo il vincolo (consentendo ai nodi estremi del lato vincolato di spostarsi verticalmente), i momenti nella piastra sono nulli come era da aspettarsi. Nel caso di incastro (come nel file dell'esercizio) il momento flettente non è nullo (come si vede in figura) e si va smorzando allontanandosi dall'incastro. La teoria tecnica della trave inflessa fornisce lo spostamento verticale  $f$  dell'estremo libero come quello di una trave sottoposta al momento  $M = E \alpha dt / h$ , quindi  $f = M L^2 / 2 E J$ , da cui, nel nostro esempio,  $f = 9.375$  cm. Tale valore è in ottimo accordo con lo spostamento medio dell'estremo della piastra ottenuto in Nòlian (9.28 cm) soprattutto considerando che si sono impiegati solo 3x3 elementi! Come interessante confronto si suggerisce di analizzare una trave con le condizioni sopra esposte: si potrà constatare un ottimo accordo con il valore analitico sopra riportato. Si suggerisce anche di modificare il vincolo della piastra ed anche di sperimentare l'effetto del vincolo nel caso di temperatura costante nell'elemento.



*Momento flettente in direzione normale al lato vincolato*

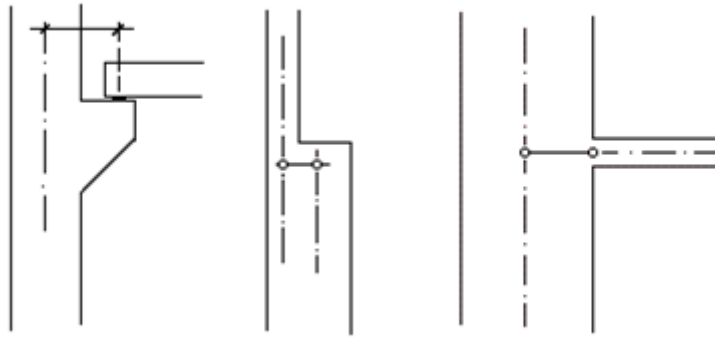
## Piastra circolare

Esaminiamo il caso di una piastra circolare di raggio  $r = 1000$  cm, spessore  $s = 50$  cm, costituita da materiale dotato di modulo di elasticità  $E = 300000$  kg/cmq e coefficiente di Poisson  $\nu = 0.0$ , appoggiata al contorno e caricata con un carico uniformemente distribuito  $p = 0.1$  kg/cmq. Questo è uno dei pochi casi per i quali si dispone della soluzione in forma chiusa per cui la freccia risulta  $f = 3(5+\nu)(1-\nu)pR^4 / 16Es^3$  che, con i dati del problema, fornisce  $f = 2.5$  cm. Abbiamo preso questo caso per consentire un confronto tra la soluzione analitica e quella ad elementi finiti. Impieghiamo solo 3 elementi ad 8 nodi sfruttando le condizioni di simmetria. La mesh è indicata in figura. La freccia ottenuta è di 2.49460 cm. L'accuratezza è di 0.2 %. Un risultato notevolissimo se si considera che si sono impiegati solo 3 elementi. Si sottolinea, in questo esempio, l'uso delle condizioni di vincolo per imporre le condizioni di simmetria e si nota che l'elemento ad 8 nodi ha lati curvilinei per cui l'approssimazione geometrica alla circonferenza è molto buona.



## Connessione rigida

Nella figura seguente (a sinistra) è raffigurato un caso molto evidente di connessione rigida. Si tratta della connessione tra una trave ed un pilastro tramite un appoggio molto rigido. Esiste pertanto una relazione cinematica, più che elastica, tra i gradi di libertà dell'appoggio della trave e quelli del nodo del pilastro. Tale situazione si schematizza tramite l'elemento Rigel.



Nell'esercizio viene presentata una semplice struttura in grado di mostrare come la forza trasmessa dalla trave al supporto generi un momento flettente nel pilastro. Per modellare la cerniera di estremità della trave si è liberato il grado di libertà rotazionale della trave. Questa è un'altra tecnica di modellazione molto utile. Il caso dell'appoggio rigido è un caso evidente ma le connessioni rigide sono molto frequenti. Basti pensare al caso comune di un pilastro che cambia di sezione (al centro in figura) o ad un pilastro di grandi dimensioni al quale si connette una trave (a destra in figura).

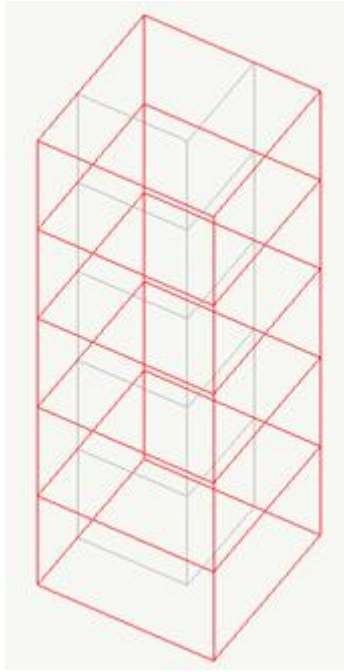
## Brick temperatura

Gli elementi Brick consentono di valutare uno stato di tensione e di deformazione tridimensionale. Un esempio di tali possibilità del Brick è offerto dalla dilatazione trasversale causata da una variazione uniforme di temperatura. In questo caso infatti si ha anche un semplice riscontro analitico dei risultati. Consideriamo il problema di un pilastro con sezione quadrata di lato  $L=40$  cm, lungo 200 cm impossibilitato di espandersi assialmente per un vincolo sulle facce di estremità. Assumiamo il coefficiente di dilatazione termica  $\alpha = 0.00001$ , la differenza di temperatura  $t = 100^\circ$  C, il modulo di elasticità  $E = 300000$  kg/cm<sup>2</sup> e coefficiente di Poisson  $\nu = 0.2$ . La deformazione assiale sarà:  $e_x = \alpha * t =$

0.001 e quella trasversale  $e_t = e_x * (1 + \nu) = 0.0012$ . Lo sforzo assiale sarà semplicemente  $s_x = e_x * E = 300$  kg/cm<sup>2</sup>.

Non vi sarà ovviamente sforzo trasversale perché la deformazione trasversale non è impedita. Vi sarà però uno spostamento pari a  $e_t * L = 0.048$  cm. Il file dell'esempio contiene un modello per questo caso. Vanno notati i vincoli delle sezioni di estremità, che sono assegnati in modo da permettere l'espansione laterale. I risultati coincidono con quelli analitici fino all'ultima cifra significativa esposta nel dialogo. Sono quindi virtualmente "esatti". Per chi desideri fare degli "esperimenti" numerici con questo semplice esempio, ve ne sono molti di possibili. Dalla valutazione dello sforzo che nasce se l'elemento strutturale è impedito di dilatarsi, al cambiamento di condizioni di vincolo delle sezioni di estremità. A proposito delle condizioni di vincolo delle sezioni di estremità, si noterà che sono vincolate anche le rotazioni. Spesso si confonde il vincolo assegnato ai nodi con il vincolo della faccia dell'elemento. I due concetti sono diversi: lasciando libere le rotazioni, le facce dell'elemento sono libere di incurvarsi e quindi il problema è diverso da quello analitico nel quale si assumeva che TUTTA la faccia non poteva né incurvarsi né espandersi. Non vincolando le rotazioni, si ha un caso diverso da quello analitico ma non meno interessante. Si vede infatti, in questo caso, come si dilatano le estremità del pilastro quando gli spigoli delle facce sono liberi di ruotare: si simula cioè un vincolo solo sugli spigoli e non tale da costringere la faccia di estremità a rimanere piana.





# Nòlian Scripting Interno

## Questa guida

Questa guida si riferisce alle funzionalità di scripting interno di Nòlian della Softing srl e ne descrive le funzioni principali. Tutti i diritti su questo manuale sono di proprietà della Softing srl.

© 2004 - 2018 Softing srl. Tutti i diritti riservati.

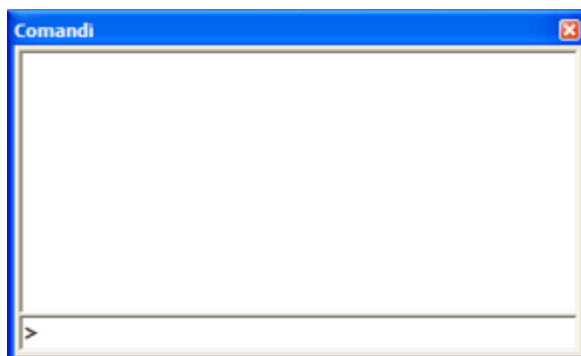
Ultima revisione: Maggio 2020.

## Introduzione

Nòlian permette l'introduzione di comandi attraverso una console interattiva presente all'interno del programma. Attraverso tali comandi è possibile controllare la maggior parte delle funzionalità del programma, accedere a funzionalità avanzate ed eseguire calcoli. È inoltre possibile eseguire uno script caricandolo da un file su disco.

## Uso della console di scripting

Per utilizzare lo scripting interno di Nòlian è necessario aprire la console di scripting dal menu "Visualizza". La finestra di dialogo che apparirà sarà simile a quella in figura:



Nella parte alta del dialogo viene stampato l'output dei comandi inseriti e le informazioni sullo stato dell'esecuzione.

Nella parte bassa del dialogo è presente un prompt dove poter inserire i propri comandi.

Il prompt è normalmente rappresentato da un singolo simbolo di maggiore (>). Nel caso in cui l'interprete stia attendendo il termine di un blocco di comandi (ad esempio mentre si digita un blocco o la definizione di una funzione su più righe), il prompt è rappresentato da due segni di maggiore (>>).

### Esecuzione e annullamento dei comandi

Un comando viene eseguito immediatamente dopo un ritorno a capo se l'interprete lo ritiene completo.

Se il comando è un'espressione che restituisce uno o più risultati, essi vengono stampati sulla console di output al termine dell'elaborazione separati da tabature. In questo modo è facile interrogare risultati dell'analisi, ma anche eseguire calcoli più o meno complessi. Ad esempio digitando:

```
3 + math.sin(math.pi * .54)^2
```

sul pannello di output si avrà la stampa:

```
= 3.9842915805643
```

Per annullare la digitazione di un comando, anche su più righe, è sempre possibile premere il tasto **Esc**. Sul pannello di output apparirà la scritta "Annullato" e il prompt verrà reimpostato.

### Completamento automatico dei comandi

Per velocizzare l'inserimento di un comando nel prompt è possibile utilizzare il tasto **Tab**, che completa il nome di libreria, funzione o identificatore predefinito che si sta digitando. È possibile premere il tasto più volte per visualizzare i diverse possibili completamenti. Ad esempio premendo il tasto dopo aver digitato *as*, si alterneranno le possibilità *as\_int* e *assert*.

### Aiuto sintetico sui comandi

Per ottenere un aiuto rapido sui comandi disponibili è possibile digitare nel prompt un punto interrogativo **?**, eventualmente seguito dal nome di una libreria, di una funzione o di un identificatore predefinito di cui ottenere una breve descrizione. Se non viene specificato nulla dopo il punto interrogativo viene stampata una lista delle funzioni di base e delle librerie disponibili. Se viene specificato il nome di una libreria, viene stampato l'elenco delle funzioni e degli identificatori definiti in quella libreria. Ad esempio digitando:

```
? open
```

sul pannello di output si avrà la stampa:

```
open(f): apre il documento specificato.
```

Per un aiuto più esteso, si può accedere alla guida in linea anche dal menu contestuale dei pannelli della console.

### Esecuzione di script esterni

Dal menu contestuale dei pannelli della console è possibile avviare uno script caricandolo da file. Questa funzione non fa altro che chiedere all'utente di specificare un file e passarne il percorso alla funzione `dofile(f)`.

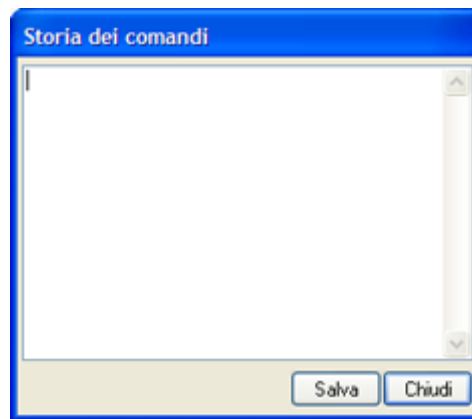
## La storia dei comandi

Per eseguire un comando precedentemente inserito — eventualmente modificandolo prima — è possibile "muoversi" nella "storia dei comandi" con le frecce verso l'alto (comando precedente) e verso il basso (comando successivo). Se viene premuta la freccia in basso senza aver premuto quella in alto prima, viene alternato l'ultimo comando eseguito e il prompt vuoto.

Alternativamente dal menu contestuale di uno dei pannelli della console si può accedere ad una finestra di dialogo che mostra gli ultimi comandi inseriti dall'utente nella console.

Dal dialogo della storia dei comandi è possibile modificare facilmente le istruzioni precedenti per poterle rieseguire dalla console oppure salvarle come uno script su disco da rieseguire successivamente.

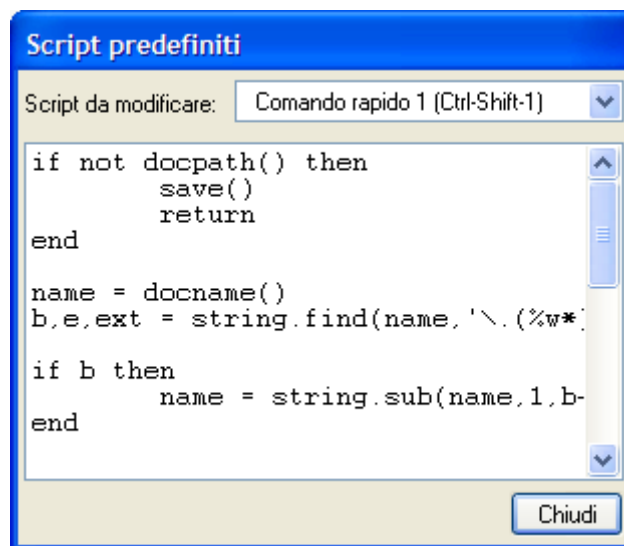
Il pannello della storia dei comandi appare simile a quello in figura:



## Script di avvio e comandi predefiniti

Dal menu contestuale dei pannelli della console è possibile eseguire rapidamente alcuni comandi predefiniti, indicati dalle voci "Comando rapido". Questi comandi possono essere eseguiti in ogni momento anche premendo i tasti Ctrl–Shift e la cifra da 1 a 0 corrispondente.

I comandi predefiniti possono essere modificati da un apposito dialogo accessibile dallo stesso menu alla voce "Modifica comandi predefiniti". Il dialogo appare simile a quello in figura:



Dallo stesso dialogo è possibile modificare anche uno **script di avvio**: esso contiene le righe di codice che verranno eseguite ad ogni avvio del programma. Tali istruzioni possono essere ad esempio utili per inizializzare costanti o funzioni che l'utente usa di frequente oppure per impostare parametri del programma che normalmente non vengono salvati nelle preferenze perché solitamente legati ad un progetto specifico.

Si rimanda al capitolo degli [Esempi](#) per uno script da poter inserire come comando predefinito per il salvataggio del documento aggiungendo nel nome del file un numero che si incrementa ogni volta.

## Il motore di scripting

Il motore di scripting si basa su Lua, uno standard industriale Open Source conosciuto a livello internazionale ed adottato con successo da molti altri software commerciali e non. Lua si distingue per la semplicità con cui può essere esteso ed adattato ad un software preesistente, per l'espressività e l'efficienza del linguaggio. Lo stesso motore di scripting viene utilizzato anche in EasyQuill per la generazione automatica di documenti (e per questo motivo questo manuale presenta alcune parti in comune con quello di EasyQuill).



Lua è prodotto e distribuito da PUC-Rio, che ne detiene il copyright, presso <http://www.lua.org/>.

Una presentazione completa del sistema di scripting Lua e delle caratteristiche avanzate del linguaggio esula dagli scopi di questo manuale. Nei prossimi capitoli esso si concentrerà invece su una semplice introduzione della sintassi e delle funzioni di base offerte dal linguaggio e da una dettagliata descrizione delle funzioni specifiche di Nòlian.

Per ogni approfondimento riguardante caratteristiche avanzate del linguaggio di Lua si rimanda al sito web in lingua inglese della documentazione del prodotto:

<http://www.lua.org/docs.html>

Per ogni dubbio sul linguaggio e sull'uso dello scripting, la nostra assistenza tecnica rimane come di consueto a disposizione dei nostri clienti.

## Sintassi di base

Vengono descritte nelle seguenti sezioni le regole fondamentali di sintassi che uno script Lua deve rispettare.

Vengono qui tralasciati gli aspetti del linguaggio più avanzati che si considerano come non strettamente necessari per l'interazione con Nòlian. L'utente interessato può approfondire la conoscenza del linguaggio sulla documentazione fornita dal sito internet:

<http://www.lua.org/docs.html>

## Convenzioni lessicali

Uno script è formato da una o più linee di codice. Ogni linea di codice può contenere una o più espressioni formate da alcune particelle elementari: identificatori, valori, operatori e parole chiave.

Gli identificatori sono stringhe formate da lettere, cifre e sottolineature '\_' che non iniziano con una cifra. Ad esempio `x`, `z0`, `_y` e `Progettista` sono tutti identificatori validi. Un identificatore può essere usato per riferirsi ad una variabile, ad una funzione o al campo di una tabella.

Nel linguaggio esistono alcune parole chiave che non possono essere utilizzate come identificatori:

```
and      break   do       else     elseif
end      false   for      function if
in       local   nil      not      or
repeat  return  then     true     until    while
```

Il linguaggio è case-sensitive: le lettere maiuscole sono distinte dalle minuscole; perciò le stringhe x e X sono riconosciute come due identificatori differenti.

Valori di tipo stringa possono essere definiti tra una coppia di apici singole o doppie. All'interno di una stringa possono essere usate delle sequenze di controllo per caratteri speciali, introdotte dal carattere backslash '\', tra cui: '\n' per un accapo, '\t' per una tabulatura, '\\\' per il backslash, '\ ' per il singolo apice e '\"' per il doppio apice. Un carattere può essere anche specificato con la sequenza '\ddd', dove ddd è il valore ASCII del carattere espresso come numero con una, due o tre cifre: ad esempio '\128' rappresenta il simbolo dell'euro '€'. Una stringa letterale può contenere valori qualsiasi, compresi valori nulli rappresentati dalla sequenza '\0'.

Un altro modo per specificare una stringa letterale è quello di usare la forma estesa con parentesi quadre: la stringa va racchiusa tra due coppie di parentesi quadre; tra le parentesi possono essere inseriti uno o più segni di uguale, l'importante è che ce ne sia lo stesso numero tra le parentesi aperte e tra quelle chiuse; il numero di uguali viene chiamato livello della forma estesa. Ad esempio la stringa '[[frase di esempio]]' ha livello 0, mentre la stringa '[[[[frase di esempio]]]]' ha livello 3. Una stringa espressa in forma estesa può contenere qualunque carattere, non interpreta le sequenze di controllo e può estendersi per più linee: viene compreso tutto quello che viene trovato tra due parentesi dello stesso livello. Se subito dopo la parentesi aperta c'è un accapo, esso viene per comodità ignorato, in modo che la stringa possa cominciare direttamente su una riga vuota.

Una costante numerica può essere espressa con una parte decimale dopo un punto, con un esponente dopo una 'e' maiuscola o minuscola oppure in forma esadecimale quando introdotta da '0x'. Ad esempio le seguenti sono tutte costanti numeriche valide:

```
3      3.0    3.14   314.16e-2   0x2a
```

Un commento comincia con un doppio trattino '--' fuori da una stringa letterale e si estende fino alla fine della linea corrente. Se subito dopo i trattini c'è una parentesi quadra lunga aperta, il commento si estende fino alla successiva parentesi quadra lunga chiusa dello stesso livello.

## Valori e tipi

Le variabili in Lua sono tipizzate dinamicamente. Questo vuol dire che le variabili non hanno un tipo fisso ma assumono quello dei valori che di volta in volta vengono loro assegnati.

I tipi più semplici per un valore sono: *nullo*, *booleano*, *numero*, *stringa*, *funzione* e *tabella*.

Il tipo nullo è quello della costante **nil** e serve in genere proprio per indicare che una variabile non ha alcun valore valido assegnato.

Il tipo booleano è quello dei valori **true** (vero) e **false** (falso). Qualunque valore che non sia false o nil è considerato come true quando interpretato come booleano (compresi il valore numerico 0 e la stringa vuota).

Un numero è sempre inteso reale, ovvero rappresentato internamente con una notazione in virgola mobile a doppia precisione.

Una stringa è una qualunque sequenza di caratteri, ovvero valori numerici interi da 0 a 255 che hanno una corrispondenza nella mappa caratteri ASCII.

Una tabella è una mappa associativa tra due valori non nulli: un indice e un valore ad esso associato. Il tipo tabella può essere utilizzato per rappresentare i comuni array, mappe, insiemi, record, grafi, alberi, ecc.. Le tabelle sono descritte in maggiore dettaglio nel capitolo a loro dedicato.

La conversione tra tipi è in molti casi automatica: ad esempio i numeri vengono convertiti in stringhe al momento di una stampa oppure se si inserisce una stringa in una operazione aritmetica essa viene interpretata come un numero (ovvero viene letto il numero all'inizio della stringa se ce n'è uno, altrimenti viene utilizzato 0). Esistono poi funzioni esplicite di conversione tra tipi come `string.format`, `tonumber` e `as_int`, per le quali si rimanda ai capitoli di riferimento delle funzioni più avanti nel manuale.

## Variabili

Le variabili sono posizioni in memoria che mantengono un valore. Ci sono tre tipi di variabile: variabile locale, variabile globale e campo di tabella.

Tutte le variabili sono globali a meno che non siano definite esplicitamente come locali con la parola chiave `local`. I parametri di una funzione sono sempre variabili locali. La distinzione tra variabili locali e variabili globali è che mentre i valori delle seconde possono essere modificati e letti in qualunque punto dello script, in qualunque blocco sia di struttura che funzionale, l'accesso alle prime è possibile solo nel contesto lessicale in cui sono definite: ad esempio l'accesso all'argomento di una funzione ha senso solo all'interno della funzione stessa; oppure una variabile definita come locale all'interno di un blocco di struttura, può essere letta o modificata solo all'interno di quel blocco.

Se una variabile non è assegnata e si tenta di leggerne il valore, esso sarà pari a `nil`.

Il campo di una tabella può essere letto o modificato attraverso il suo indice tra parentesi quadre: ad esempio se abbiamo la tabella `table` un suo campo potrebbe essere indicizzato da `table[3]`, `table["nome"]` e così via. Nel caso di indici di tipo stringa un'alternativa è quella di usare la notazione col punto: nell'esempio precedente lo stesso campo può essere indicizzato da `table.nome`.

## Istruzioni

Un'istruzione elementare di script è rappresentata da un'assegnazione, una struttura di controllo, una chiamata a funzione oppure una dichiarazione di variabile.

Un blocco di istruzioni è formato da singole istruzioni separate da accapo o punti e virgola ';'. Un blocco viene considerato lessicalmente come una singola istruzione quando delimitato dalle parole chiave `do / end`. Delimitare un blocco risulta utile per il controllo delle variabili locali e per uscire con un `break` o un `return` da un altro blocco.

Un'assegnazione è un'istruzione del tipo:

```
var_list = exp_list
```

`Var_list` è un elenco di variabili separate da virgole (ad esempio "`x, y, z`") ed `exp_list` è un elenco di espressioni separate da virgole (ad esempio "`0, "Nome", false`"). Nel caso più semplice in cui c'è una sola variabile ed una sola espressione, l'assegnazione assume la familiare forma:

```
variabile = valore
```

Nel caso di più espressioni e più variabili, si ha una forma del tipo:

```
a, b, c = exp1, f2(), 1
```

Prima dell'assegnazione tutte le espressioni vengono valutate e i valori vengono assegnati alle variabili. Se il numero di variabili è superiore a quello dei valori, i valori vengono assegnati alle prime variabili mentre le ultime restanti vengono impostate a **nil**. Se il numero di variabili è inferiore a quello dei valori, i valori in eccesso vengono scartati.

Se la lista di espressioni termina con una chiamata a funzione, tutti i valori restituiti dalla funzione vengono a far parte della lista di valori da assegnare. Ad esempio se la funzione restituisce due valori, vengono aggiunti due valori alla lista di quelli da assegnare:

```
a, b, c = 1, f()
```

Se `f()` restituisce due valori, sarà assegnato 1 ad `a` e i due valori di `f()` rispettivamente a `b` e `c`. Se `f()` restituisce solo un valore, esso viene assegnato a `b`, mentre a `c` viene assegnato il valore **nil**.

Una dichiarazione di variabile locale consiste in un'istruzione del tipo:

```
local var_list [= exp_list]
```

`Var_list` è l'elenco delle variabili da dichiarare come locali e l'assegnazione dei valori iniziali da `exp_list` è opzionale. Nel caso in cui i valori iniziali non siano espressi, tutte le variabili assumono valore iniziale **nil**. Le variabili locali definite in un blocco di istruzioni sono accessibili solo in quel blocco e nei blocchi in esso eventualmente contenuti.

## Strutture di controllo

Le strutture di controllo permettono l'esecuzione condizionale di un blocco di istruzioni.

Il controllo **while** assume la forma:

```
while condizione do blocco end
```

Le istruzioni di *blocco* vengono eseguite finché *condizione* è vera. Una condizione è una espressione che si considera vera quando non ha valore **false** o **nil** (il numero 0 e la stringa vuota contano come vere).

Il controllo **repeat** assume la forma:

```
repeat blocco until condizione
```

Le istruzioni di *blocco* vengono eseguite finché *condizione* non diventa vera. La condizione in questo caso viene controllata nel contesto lessicale del blocco, quindi può essere controllata anche su variabili locali definite nel blocco. Notare che nel **repeat** la condizione viene controllata *dopo* aver eseguito il blocco almeno una volta, al contrario del **while** dove invece viene controllata *prima* di ogni esecuzione.

Il controllo **if** assume la forma:

```
if condizione1 then blocco1
{elseif condizione2 then blocco2}
[else blocco3]
```



```
end
```

Il blocco `elseif` è opzionale e può essercene più di uno. Il blocco `else` è opzionale e può essercene solo uno. Le istruzioni di *blocco1* vengono eseguite solo se *condizione1* è vera; se non lo è, vengono controllate in sequenza le condizioni dei blocchi `elseif` ed eseguite le istruzioni del primo blocco la cui condizione è vera; infine, se nessuna condizione precedente è risultata vera, vengono eseguite le istruzioni di *blocco3*.

Il ciclo `for` ha due forme, una numerica ed una generale. La forma generale ha usi particolari che esulano dagli scopi di questa trattazione e che verrà qui utilizzata solo nel riferimento della funzione *pairs / ipairs*. Il modello della forma numerica è:

```
for v = e1, e2, e3 do blocco end
```

*e1*, *e2*, *e3* sono espressioni numeriche che vengono valutate all'inizio del ciclo e sono rispettivamente il valore iniziale, il valore finale e l'incremento ad ogni passo che la variabile *v* assume. L'incremento è opzionale e ha valore supposto 1. La variabile *v* è locale al ciclo e non può essere letta o modificata al termine dello stesso: se il suo valore è utile al di fuori del ciclo, è necessario copiarlo in una variabile globale ausiliaria.

L'esecuzione ciclica delle istruzioni nei blocchi `while`, `repeat` e `for` può essere interrotta dall'istruzione `do break end`, che porta il controllo fuori dal ciclo più interno dove si trova.

## Espressioni

Un'espressione è un componente elementare di un'istruzione: ogni istruzione è formata da una o più espressioni concatenate. Un'espressione può essere ad esempio rappresentata da un valore (un numero, una stringa, `nil`, vero o falso, ecc.), una chiamata a funzione, un'operazione binaria tra due espressioni o un'operazione unaria su una espressione.

Le operazioni binarie tra espressioni riconosciute sono:

le operazioni algebriche: `+` (somma), `-` (sottrazione), `*` (moltiplicazione), `/` (divisione), `%` (modulo), `^` (elevazione a potenza);

le operazioni relazionali, che restituiscono sempre un valore booleano `true` o `false`: `==` (uguali in tipo e valore), `~=` (diversi), `<` (minore), `>` (maggiore), `<=` (minore o uguale), `>=` (maggiore o uguale);

le operazioni logiche: `and` (restituisce il valore a sinistra se è `false` o `nil`, quello a destra altrimenti) e `or` (restituisce il valore a sinistra se non è né `false` né `nil`, quello a destra altrimenti);

l'operatore di concatenazione tra stringhe `..` che restituisce la stringa sinistra seguita da quella a destra: `"x".."y"` restituisce `"xy"`.

Gli operatori unari comprendono il meno unario `-`, che cambia segno ad un numero; il `not` che restituisce `true` se il valore a cui è applicato è `false` o `nil` e restituisce `false` in tutti gli altri casi; l'operatore `#` che restituisce la lunghezza di una stringa o di un array (nel caso dell'array restituisce l'indice precedente al primo valore `nil` trovato a partire da 1).

La precedenza tra operatori è, nell'ordine dalla minore alla maggiore: `or`, `and`, `<`, `>`, `<=`, `>=`, `~=`, `==`, `..`, `+`, `-`, `*`, `/`, `%`, `not`, `#`, `-` (unario), `^`. Gli operatori binari sono tutti associativi a sinistra tranne la concatenazione e l'elevazione a potenza che sono associativi a destra.

## Tabelle

Una tabella è una mappa associativa formata da coppie di due valori non nulli: un indice e un valore. Ogni coppia prende il nome di campo. Il tipo tabella può essere utilizzato per rappresentare i comuni array, mappe, insiemi, record, grafi, alberi, ecc..

Il campo di una tabella può essere letto o modificato attraverso il suo indice tra parentesi quadre: ad esempio se abbiamo la tabella *table* un suo campo potrebbe essere indicizzato da `table[3]`, `table["nome"]` e così via. Nel caso di indici di tipo stringa un'alternativa è quella di usare la notazione col punto: nell'esempio precedente lo stesso campo può essere indicizzato da `table.nome`.

Le tabelle possono essere eterogenee: il valore di ogni campo può avere un tipo differente. Il tipo per indice e valore può essere uno qualsiasi tra quelli disponibili tranne il tipo nullo. Ad esempio un campo può avere come valore una funzione per realizzare un sistema di programmazione ad oggetti.

È possibile costruire una tabella *table* vuota con l'istruzione:

```
table = {}
```

Se si vuole costruire una tabella con tre valori di indice da 1 a 3 invece:

```
table = { "val1", "val2", "val3" }
```

Se invece degli indici numerici automatici se ne vogliono specificare di espliciti:

```
table = { [5] = "val1", x = "val2",  
["y"] = "val3", [f(1.2)] = "val4" }
```

In questo caso il primo campo ha indice 5: vi si accede con `table[5]`. Il secondo è associato all'indice "x" ed il terzo all'indice "y" e sono modalità equivalenti per utilizzare una stringa come indice: entrambi possono essere acceduti attraverso la notazione `table["x"]` oppure dalla notazione `table.x`. Infine l'ultimo campo ha come indice il risultato della chiamata a funzione `f(1.2)`, qualunque esso sia (viene segnalato errore se il valore è nullo).

Le notazioni si possono infine mischiare:

```
table = { "val1", x = "val2", "val3", [f(1.2)] = "val4" }
```

In quest'ultimo caso al primo e al terzo campo vengono assegnati gli indici numerici consecutivi liberi, ovvero 1 al primo e 2 al secondo.

Nella costruzione di una tabella la virgola tra i campi può essere indifferentemente sostituita con il punto e virgola. Se l'elenco dei campi termina con una chiamata a funzione, vengono aggiunti alla tabella tutti i risultati della funzione.

I campi possono essere aggiunti ad una tabella in ogni momento con una normale assegnazione, ad esempio la seguente espressione aggiunge o sostituisce a *table* un campo con indice "x" e valore 2:

```
table["x"] = 2
```

Si deve fare attenzione nella specifica degli indici di una tabella attraverso variabili: il tipo di variabile utilizzato è importante.

Se ad esempio si scrive `table[x]`, al cambiare del tipo della variabile `x` cambia anche l'elemento della tabella a cui si sta facendo riferimento: in particolare `x=5` (valore intero) e `x="5"` (stringa) sono indici *diversi*. Se la variabile viene ad esempio dall'input di un utente (attraverso una finestra di dialogo) e ci si aspetta un numero, è sempre bene forzare la conversione con funzioni come `tonumber(v)`.

## Funzioni

Un blocco di istruzioni può essere contrassegnato come una funzione da poter chiamare in ogni momento dello script con un identificatore opportuno. Nòlian rende già disponibili decine di funzioni che sono descritte nel seguito. L'utente può definire facilmente le proprie.

Una funzione generalmente prende dei parametri in input, li elabora e restituisce in output un risultato. La forma elementare per definire una funzione è:

```
function nome ( [argomenti] ) blocco end
```

Gli argomenti sono opzionali e sono una lista di variabili locali alla funzione che assumono i valori passati come parametri nella chiamata alla funzione stessa. Antepoendo la parola chiave `local` alla definizione si specifica che la funzione ha solo valore locale al blocco corrente. Per restituire dei risultati, il blocco di istruzioni della funzione deve terminare con un'istruzione `return exp_list` dove `exp_list` è una lista di espressioni separata da virgole.

Una semplice definizione di funzione può essere ad esempio:

```
function media (a, b)
    return (a + b) / 2
end
```

Per chiamare una funzione è sufficiente usare l'identificatore seguito dagli eventuali argomenti tra parentesi. Ad esempio la seguente istruzione assegna alla variabile globale `c` il valore numerico 3.5:

```
c = media(3, 4)
```

Una funzione può avere un numero variabile di argomenti se la lista di argomenti nella dichiarazione termina con tre punti ( `'...'` ). Ad esempio la funzione **`string.format`** è dichiarata come :

```
function string.format ( f, ... )
```

Per accedere ai parametri corrispondenti alla lista di argomenti variabili, si può utilizzare la stessa espressione `'...'` oppure la variabile `arg` che è una tabella contenente tutti gli argomenti non espliciti più un campo `n` che indica il numero di parametri nella lista.

Ad esempio considerando la funzione `string.format(f, ...)`:

- con una chiamata del tipo `string.format("a")`, il parametro `f` avrà valore `"a"` e `arg` sarà la tabella `{ n=0 }`
- con la chiamata `string.format("a%d", 2)`, il parametro `f` avrà valore `"a%d"` e `arg` sarà la tabella `{ 2, n=1 }`
- con la chiamata `string.format("a%d%s", 2, "b")`, il parametro `f` avrà valore `"a%d%s"` e `arg` sarà la tabella `{ 2 "b", n=1 }`

Come specificato in precedenza, una funzione può restituire più di un risultato. Per accedere ai risultati successivi al primo è possibile assegnare i risultati ad un gruppo di variabili (ved. [Istruzioni](#)) o ad una tabella. Ad esempio, se  $f()$  è una funzione che restituisce tre risultati, è possibile scrivere:

```
a, b, c = f()
```

In alternativa i risultati possono essere inseriti in una tabella:

```
t = { f() }
```

e acceduti attraverso le espressioni proprie delle tabelle: il secondo valore restituito può essere letto come  $t[2]$ . Vedere anche la funzione [select\(v, ...\)](#).

## Funzioni di base

Il motore di scripting mette a disposizione alcune funzioni di utilità generale di seguito descritte.

### as\_int( v )

Prende in ingresso un numero qualsiasi e ne restituisce la sola parte intera come stringa, in modo che l'output non dipenda dal formato attualmente utilizzato per i numeri.

### assert( v )

Se il parametro  $v$  ha valore **false** o **nil**, termina l'esecuzione con un errore; altrimenti restituisce  $v$ .

Un secondo parametro opzionale può indicare il messaggio di errore da mostrare.

Questa funzione può essere utile per controllare che una chiamata a funzione abbia avuto successo. Ad esempio la funzione [\\_dlg.ask\\_yesno\( s \)](#) restituisce **false** quando l'utente risponde no ad una domanda. La funzione **assert** può essere utilizzata per interrompere subito l'esecuzione:

```
assert(_dlg.ask_yesno("Si desidera continuare?"), "L'utente ha interrotto l'esecuzione")
```

Questa riga di codice mostrerà all'utente un dialogo che gli chiede se continuare. Se l'utente risponde no, l'esecuzione si interrompe con un messaggio d'errore opportuno.

### cd( p )

Imposta la cartella di lavoro corrente al percorso relativo o assoluto specificato.

### date( )

Restituisce una tabella con i seguenti campi inizializzati:

<b>hour, min, sec</b>	ora, minuto e secondo attuali
<b>day</b>	numero del giorno del mese corrente tra 1 e 31
<b>month</b>	numero del mese dell'anno corrente tra 1 e 12
<b>month_name</b>	nome del mese corrente, tutto minuscolo: gennaio, febbraio...
<b>year</b>	anno corrente a quattro cifre, es. 2006
<b>wday</b>	numero del giorno della settimana corrente da 1 a 7 cominciando dalla Domenica
<b>wday_name</b>	nome del giorno della settimana corrente, tutto minuscolo: lunedì, martedì...
<b>yday</b>	numero del giorno dell'anno corrente da 1 a 365
<b>isdst</b>	valore <b>true</b> o <b>false</b> che indica se si è attualmente nell'ora legale o meno

## dofile( f )

Esegue lo script contenuto nel file specificato. Il parametro *f* può essere un percorso assoluto ad un file oppure un percorso relativo alla cartella *lua* nella cartella di installazione di Nòlian.

## parse\_text\_file( path )

Legge un file di testo dal percorso specificato e lo interpreta per restituire una struttura tabellare: ogni riga non vuota del file corrisponde ad un campo della tabella restituita; ogni campo contiene una tabella riempita con tutte le espressioni separate da spazi trovate nella riga.

Ad esempio consideriamo un file contenente il testo:

```
0.0    3.0
x      y      z
```

Esso viene interpretato per formare una tabella corrispondente alla seguente:

```
{ { 0.0, 3.0 }, { "x", "y", "z" } }
```

Un parametro opzionale di tipo stringa può indicare la stringa di separazione tra i campi di una riga di testo. Ad esempio specificando ",", i campi vengono interpretati come separati da una virgola.

Questa funzione permette ad esempio di importare nei propri script un tabulato generato al di fuori dell'applicazione, come uno spettro di risposta, dati di sagomario o altro.

## print( ... )

Scrive sulla console di uscita il valore di tutti gli argomenti della funzione separati da tabature. Dopo l'ultimo valore viene mandato in uscita un carattere di accapo.

È possibile mandare in output una singola stringa:

```
print('Il valore della funzione è: '..f(x))
```

oppure più valori di seguito:

```
print(s[1], s[2], s[3], s[4])
```

Per stampare il valore di un'espressione dal prompt interattivo, è sufficiente scrivere l'espressione e inviare il comando: il risultato sarà presentato in output sulla console. Ad esempio:

```
f(0), f(1)
```

digitato al prompt, scrive in output i valori della funzione *f* calcolati in 0 e in 1 rispettivamente, separati da tabature, esattamente come il comando:

```
print( f(0), f(1) )
```

ma con l'aggiunta di un segno di uguale '=' all'inizio.

## pwd( )

Restituisce il percorso della cartella di lavoro corrente. Questa cartella viene utilizzata ogni volta si specifichi un percorso di file relativo e non assoluto in altre funzioni, come open o save.

## require( f )

Carica la libreria esterna specificata. Il parametro *f* deve indicare il nome di una libreria lua (senza estensione .lua) presente nella cartella *lua* della cartella di installazione di Nòlian.

## select( v, ... )

Se *v* è un numero, restituisce la lista degli altri argomenti dal *v*-esimo in poi. Altrimenti *v* può essere la stringa "#" e la funzione restituisce il numero degli altri argomenti della funzione.

Questa funzione può essere utile per scartare un certo numero di valori restituiti da una funzione o per saperne il numero. Ad esempio la funzione [math.modf\(v\)](#) restituisce la parte intera e la parte frazionaria di un numero. Se ci interessa solo la parte frazionaria possiamo scrivere:

```
f = select(2, math.modf(a))
```

## tonumber( v )

Prende in ingresso una stringa e la interpreta per restituire un valore numerico reale. Se *v* non può essere convertito ad un numero, restituisce **nil**.

Può essere specificato un parametro aggiuntivo *base*, che indica la base su cui interpretare la stringa: *base* deve essere un numero tra 2 e 36. Se *base* non viene specificato, si intende pari a 10.

Per basi maggiori di 10 le lettere maiuscole o minuscole vengono interpretate come cifre essendo A = 10 e Z = 35.

Il numero può avere una parte decimale ed un esponente solo se viene specificata una base 10.

## tostring( v )

Prende in ingresso un valore qualsiasi e lo converte in una rappresentazione letterale opportuna. Nel caso di valori numerici in particolare si consiglia di utilizzare [string.format\( f, ... \)](#) per avere maggior controllo sui parametri di conversione.

## type( v )

Prende in ingresso un valore qualsiasi e restituisce il nome del tipo del valore.

Possibili valori restituiti sono ad esempio **nil**, **number**, **string**, **boolean**, **table** e **function**.

## Funzioni matematiche

Il motore di scripting offre diverse funzioni matematiche di supporto, oltre a quelle accessibili attraverso i comuni operatori algebrici discussi nel capitolo [Espressioni](#).

Tutti i valori numerici vengono rappresentati come reali in virgola mobile a doppia precisione. Il valore più grande rappresentabile è circa  $10^{308}$ , quello più piccolo circa  $10^{-324}$ . La precisione massima è su circa 15-16 cifre decimali.

Per il supporto alle funzioni matematiche sono definite alcune costanti:

**math.pi**: il valore di pi greco.

### math.abs( v )

Restituisce il valore assoluto di *v*.

### math.acos( v )

Restituisce l'arcocoseno di *v* in radianti.

### math.asin( v )

Restituisce l'arcoseno di *v* in radianti.

## **math.atan( v )**

Restituisce l'arcotangente di  $v$  in radianti.

## **math.atan2( x, y )**

Restituisce l'arcotangente di  $(x / y)$  in radianti e usa il segno di entrambi i parametri per scegliere correttamente il quadrante del risultato, gestendo anche correttamente i casi per  $y = 0$ .

## **math.ceil( v )**

Restituisce il più piccolo intero maggiore o uguale a  $v$ .

## **math.cos( v )**

Restituisce il coseno di  $v$ , interpretato come angolo in radianti.

## **math.cosh( v )**

Restituisce il coseno iperbolico di  $v$ .

## **math.deg( v )**

Restituisce il corrispondente angolo in gradi di  $v$ , interpretato come angolo in radianti.

## **math.exp( v )**

Restituisce il valore  $e^v$ .

## **math.floor( v )**

Restituisce il più grande intero minore o uguale a  $v$ .

## **math.fmod( x, y )**

Restituisce il resto della divisione  $(x / y)$ .

## **math.frexp( v )**

Restituisce una coppia di valori  $m$  ed  $e$  tali che  $v = m * 2^e$ , con  $e$  intero ed il valore assoluto di  $m$  compreso nell'intervallo  $[0.5, 1)$  o zero se  $v = 0$ .



## **math.ldexp( m, e )**

Restituisce il valore  $m \cdot 2^e$  ( $e$  dovrebbe essere un numero intero).

## **math.log( v )**

Restituisce il logaritmo naturale di  $v$ .

## **math.log10( v )**

Restituisce il logaritmo in base 10 di  $v$ .

## **math.max( v, ... )**

Restituisce il valore massimo tra tutti i suoi argomenti. Il numero di argomenti deve essere almeno uno.

## **math.min( v, ... )**

Restituisce il valore minimo tra tutti i suoi argomenti. Il numero di argomenti deve essere almeno uno.

## **math.modf( v )**

Restituisce due valori: la parte intera di  $v$  e la parte frazionaria di  $v$ .

## **math.pow( x, y )**

Restituisce il valore  $xy$  (assolutamente equivalente all'espressione  $x^y$ ).

## **math.rad( v )**

Restituisce il corrispondente angolo in radianti di  $v$ , interpretato come angolo in gradi.

## **math.random( )**

Restituisce un valore pseudo-casuale compreso nell'intervallo  $[0, 1)$ .

Se alla funzione viene passato un parametro aggiuntivo  $m$ , il valore restituito è compreso nell'intervallo  $[1, m]$ . Se vengono passati due parametri  $m$  ed  $n$ , il valore restituito è compreso nell'intervallo  $[m, n]$ .

## **math.randomseed( v )**

Imposta a  $v$  il seme per la generazione pseudo-casuale dei numeri: per un certo seme, la sequenza è sempre la stessa.

## **math.sin( v )**

Restituisce il seno di  $v$ , interpretato come angolo in radianti.

## **math.sinh( v )**

Restituisce il seno iperbolico di  $v$ .

## **math.sqrt( v )**

Restituisce la radice quadrata di  $v$ .

## **math.tan( v )**

Restituisce la tangente di  $v$ , interpretato come angolo in radianti.

## **math.tanh( v )**

Restituisce la tangente iperbolica di  $v$ .

## **Funzioni su stringa**

Il motore di scripting permette una gestione molto potente e versatile del testo, nella forma di valori stringa che possono essere manipolati attraverso le funzioni qui di seguito elencate oltre che attraverso l'operatore di concatenazione ( `.` ) discusso nel capitolo [Espressioni](#).

Una stringa è una sequenza di caratteri qualsiasi di lunghezza definita. Ogni carattere è un numero da 0 a 255 che ha una corrispondenza nella mappa di caratteri del sistema (ASCII). I caratteri che formano una stringa di lunghezza  $n$  sono indicizzabili: il primo carattere ha indice 1, l'ultimo ha indice  $n$ . Possono essere utilizzati anche indici negativi per indicare una posizione a partire dalla fine della stringa: -1 indica l'ultimo carattere della stringa.

## **string.byte( s )**

Restituisce il valore numerico del primo carattere della stringa  $s$ .

Se viene specificato un parametro aggiuntivo  $i$ , esso viene interpretato come l'indice del carattere della stringa di cui restituire il valore numerico. Es.: `string.byte( s, 3 )` restituisce il valore numerico del terzo carattere della stringa  $s$ .

Se vengono specificati due parametri aggiuntivi  $i$  e  $j$ , vengono restituiti i valori numerici di tutti i caratteri con indice compreso tra  $i$  e  $j$  inclusi. Es.: `string.byte( s, 2, 5 )` restituisce i valori numerici del secondo, terzo, quarto e quinto carattere della stringa  $s$ .

## string.char( ... )

Restituisce una stringa formata da tutti i valori numerici passati come parametri alla funzione.

Es.: `string.char( 10, 11, 12 )` restituisce una stringa di tre caratteri con valore numerico rispettivamente 10, 11 e 12

## string.find( s, p )

Restituisce gli indici di `s` in cui comincia e termina la prima occorrenza del pattern `p`. Se `p` non appare in `s` viene restituito `nil`.

Può essere specificato come terzo parametro l'indice di `s` da cui cominciare la ricerca. Il valore di default è 1.

Il parametro `p` viene considerato un pattern di ricerca a meno che non sia specificato `true` come quarto parametro opzionale in tal caso `p` viene interpretato come stringa letterale.

Se `p` è un pattern di ricerca con blocchi di cattura e viene trovata una occorrenza in `s`, i caratteri catturati vengono restituiti dopo gli indici di inizio e fine.

Vedere [Pattern di ricerca](#) per una descrizione dei pattern.

## string.format( f, ... )

Restituisce una versione formattata dei suoi parametri secondo la stringa di formato `f`.

Il formato `f` è una stringa che può contenere dei codici che indicano il formato del relativo parametro della funzione. Tutti i codici cominciano col simbolo di percentuale `%`, seguito dal tipo di valore da inserire:

<code>%c</code>	Per un carattere espresso numericamente.
<code>%d</code> o <code>%i</code>	Per un numero intero con segno, <code>%u</code> per un numero intero senza segno; può essere specificato un numero minimo di caratteri da utilizzare, ad es. <code>%8d</code> utilizza almeno otto caratteri, antepoendo spazi se necessario; se il numero di caratteri è specificato dopo un meno (-), gli spazi vengono messi dopo se necessario; se prima del numero c'è uno zero (0), al numero vengono anteposti degli zeri anziché degli spazi.
<code>%o</code>	Per un numero intero da stampare in forma ottale.
<code>%x</code> o <code>%X</code>	Per un numero intero da stampare in forma esadecimale con lettere minuscole o maiuscole a seconda del caso della <code>x</code> .
<code>%e</code> o <code>%E</code>	Per un numero reale espresso in notazione scientifica: ad es. <code>1.3e-5</code> oppure <code>1.3E-5</code> a seconda che la <code>e</code> sia stata specificata minuscola o maiuscola; si può opzionalmente specificare il numero di cifre prima del punto (ad es. <code>%3e</code> indica tre cifre prima del punto), quelle dopo il punto (ad es. <code>%.5e</code> indica cinque cifre decimali dopo il punto), oppure entrambe: <code>%3.5e</code> indica un punto con tre cifre prima del punto e cinque cifre dopo.
<code>%f</code>	Per un numero reale espresso sempre in forma estesa, senza esponente; anche <code>%f</code> accetta lo stesso tipo di formato per il numero di cifre dopo il punto di <code>%e</code> , mentre la specifica di cifre prima del punto viene ignorata.
<code>%g</code> o <code>%G</code>	Per un numero reale da formattare in base ai numeri di cifre specificati (come per <code>%e</code> ) ma scegliendo la rappresentazione

più compatta tra quella scientifica e quella estesa.

%s Per un valore di tipo stringa, %q per un valore di tipo stringa con caratteri di escape.

## string.gsub( s, p, r )

Restituisce una copia della stringa s in cui tutte le occorrenze di p sono state sostituite da r.

Il parametro p è un pattern di ricerca. Ved. [Pattern di ricerca](#) per maggiori informazioni.

Il parametro r può essere una stringa, una tabella o una funzione.

Se r è una stringa, per ogni occorrenza di p essa viene interpretata sostituendo ai codici del tipo %n con n una cifra da 1 a 9 le catture definite da p e sostituendo i codici %0 con l'intera occorrenza trovata in s; la stringa finale viene quindi sostituita all'occorrenza trovata in s.

Se r è una tabella, ogni occorrenza di p trovata in s viene sostituita con il valore della tabella indicizzato dalla prima cattura definita in p o dall'intera occorrenza se non ci sono catture definite.

Se r è una funzione, essa viene chiamata per ogni occorrenza con tutte le catture come argomenti oppure con l'intera occorrenza come unico argomento se non ci sono catture definite.

Se la ricerca nella tabella o la funzione restituiscono **false** o **nil**, non viene effettuata alcuna sostituzione nella stringa; altrimenti l'occorrenza corrente viene sostituita dal valore restituito (che dev'essere una stringa o un numero).

Può essere specificato un numero come quarto parametro opzionale per limitare il numero di sostituzioni da effettuare: ad esempio specificando 1 viene eseguita solo la prima sostituzione.

## string.len( s )

Restituisce la lunghezza della stringa s.

## string.lower( s )

Restituisce una copia della stringa s dove tutti i caratteri maiuscoli sono stati tradotti in caratteri minuscoli.

## string.match( s )

Cerca il pattern p nella stringa s. Se il pattern viene trovato, vengono restituiti i caratteri catturati dai suoi blocchi di cattura oppure tutta la parte di s corrispondente al pattern se non ci sono blocchi di cattura definiti. Se p non viene trovato in s, viene restituito **nil**.

Può essere specificato un parametro aggiuntivo per indicare l'indice di s da cui iniziare la ricerca.

Vedere [Pattern di ricerca](#) per una descrizione dei pattern.

## string.rep( s )

Restituisce una stringa formata da n ripetizioni di s.

## **string.reverse( s )**

Restituisce una copia girata della stringa *s*.

## **string.sub( s )**

Restituisce la parte di *s* che comincia alla posizione *i* e si estende fino alla fine di *s*.

Può essere specificato un parametro aggiuntivo *j* per indicare l'indice dell'ultimo carattere di *s* da restituire.

Gli indici *i* e *j* possono essere anche negativi per indicare posizioni relative alla fine della stringa.

Es.: `string.sub( s, 1, 5 )` restituisce una stringa formata dai primi cinque caratteri di *s*; `string.sub( s, -3 )` restituisce una stringa formata dagli ultimi tre caratteri di *s*.

## **string.upper( s )**

Restituisce una copia della stringa *s* dove tutti i caratteri minuscoli sono stati tradotti in caratteri maiuscoli.

## **Pattern di ricerca**

Un pattern di ricerca è un tipo di espressione regolare utilizzato per le funzioni di ricerca come [string.find\( s, p \)](#) e [string.match\( s \)](#).

Un pattern è formato da una sequenza di elementi base che può cominciare con un accento circonflesso `^` per indicare che il pattern va cercato all'inizio di una stringa e può terminare con un simbolo di dollaro `$` per indicare che il pattern va cercato alla fine di una stringa.

Gli elementi base di un pattern possono essere:

- una singola classe di caratteri, che corrisponde ad un singolo carattere della classe stessa
- una classe di caratteri seguita dall'asterisco `*`, per indicare da zero ad infinite corrispondenze della classe, prendendo sempre il maggior numero possibile di caratteri
- una classe di caratteri seguita dal segno `-`, per indicare da zero ad infinite corrispondenze della classe, prendendo sempre il minor numero possibile di caratteri
- una classe di caratteri seguita dal segno `+`, per indicare da una ad infinite corrispondenze della classe, prendendo sempre il maggior numero possibile di caratteri
- una classe di caratteri seguita dal punto interrogativo `?`, per indicare zero od una corrispondenza della classe
- la forma `%bxy`, dove *x* e *y* sono due caratteri distinti; questa forma corrisponde ad una stringa che comincia col carattere *x* e termina col carattere *y* bilanciati, ovvero se vengono trovate altre occorrenze di *x* prima della fine, vanno trovate anche un numero corrispondente di *y* prima della fine; ad es. `%b()` cerca un'espressione tra parentesi bilanciate

Una classe di caratteri è un elemento rappresentato da:

x	un carattere qualsiasi non compreso tra i caratteri ^ \$ ( ) % . [ ] * + - ? ; rappresenta il carattere x stesso
.	(un punto) un qualsiasi carattere
%w	rappresenta una qualsiasi lettera o cifra decimale
%a	rappresenta una lettera dell'alfabeto qualsiasi
%l (elle)	rappresenta una qualsiasi lettera minuscola
%u	rappresenta una qualsiasi lettera maiuscola
%d	rappresenta una qualsiasi cifra decimale da 0 a 9
%x	rappresenta una qualsiasi cifra esadecimale da 0 a 9 e da A ad F (maiuscoli o minuscoli)
%z	rappresenta un qualsiasi carattere con rappresentazione 0
%s	rappresenta un qualsiasi carattere di spazio (spazio, accapo, tablatura...)
%c	rappresenta un qualsiasi carattere di controllo (accapo, tablatura...)
%p	rappresenta un qualsiasi carattere di punteggiatura
%x	dove x è un carattere non alfanumerico: rappresenta il carattere x stesso; questa classe va utilizzata per i caratteri speciali e può essere utilizzata per i segni di punteggiatura
[ <i>gruppo</i> ]	rappresenta una classe unica composta dal gruppo di classi contenute tra tutte quelle sopra descritte; inoltre possono essere specificate classi di caratteri compresi tra due caratteri separati da un segno meno: es. [0-7] rappresenta la classe delle cifre dei numeri ottali

[*^gruppo*]: rappresenta la classe complementare rispetto a [*gruppo*].

Un pattern non può contenere il carattere zero (0): utilizzare la classe %z al suo posto.

Un pattern può definire dei blocchi di cattura. I blocchi di cattura definiscono delle sottostringhe che vengono isolate e restituite dalle funzioni di ricerca. Per definire un blocco di cattura è sufficiente racchiudere tra parentesi la parte del pattern che lo definisce. Se un blocco di cattura è vuoto (cioè "()"), viene catturato l'indice corrente nella stringa in cui cercare.

## Funzioni su tabella

Le tabelle sono un tipo di dato molto importante per il motore di scripting poiché permettono l'implementazione di molte strutture dati di uso comune, dall'array alla mappa fino agli oggetti. Per questo motivo sono fornite alcune potenti funzioni di manipolazione delle tabelle, qui descritte.

Per una descrizione più dettagliata del tipo tabella, si rimanda al capitolo [Tabelle](#).

### **ipairs( t )**

È una funzione che può essere utilizzata per analizzare tutti gli elementi di una tabella indicizzati da numeri consecutivi da 1 ad  $n$ , dove  $n+1$  è il primo indice per cui la tabella restituisce **nil**. **ipairs( t )** va utilizzata all'interno di un ciclo for generico. La forma in cui va usata è:

```
for i, v in ipairs( t ) do istruzioni end
```

All'interno del corpo istruzioni si potrà accedere al valore  $v$  corrispondente all'indice  $i$  della tabella  $t$ . I nomi delle variabili sono ovviamente indicativi e possono essere modificati a piacere.

All'interno del corpo istruzioni non può essere creato alcun nuovo campo della tabella. Possono invece essere modificati o eliminati campi esistenti.

I campi della tabella vengono visitati in ordine crescente a partire da 1 fino all'ultimo elemento non nullo consecutivo.

### **pairs( t )**

È una funzione che può essere utilizzata per analizzare ogni elemento di una tabella all'interno di un ciclo for generico. La forma in cui va usata è:

```
for k, v in pairs( t ) do istruzioni end
```

All'interno del corpo istruzioni si potrà accedere alla chiave  $k$  ed al valore  $v$  del campo corrente della tabella  $t$ . I nomi delle variabili sono ovviamente indicativi e possono essere modificati a piacere.

All'interno del corpo istruzioni non può essere creato alcun nuovo campo della tabella. Possono invece essere modificati o eliminati campi esistenti.

L'ordine in cui vengono processati i campi della tabella non è definito ma dipende dalla rappresentazione interna dei dati. Se è necessaria una visita ordinata si consiglia l'uso della funzione [ipairs\( t \)](#).

### **table.concat( t )**

Restituisce una stringa formata dalla successione di tutti i valori stringa o numerici indicizzati da 1 all'ultimo valore non nullo di indice consecutivo, ovvero quello che ha indice restituito dall'operatore  $\#$ .

Come secondo parametro può essere specificata una stringa che viene interposta ai valori dell'array nella concatenazione. Di norma tale stringa è vuota.

Un terzo parametro opzionale può indicare l'indice da cui iniziare la lettura dei valori nella tabella. Un quarto parametro può

infine indicare l'indice dell'ultimo elemento da leggere nella tabella.

## **table.insert( t, v )**

Inserisce nella tabella *t* un campo di valore *v* ed indice pari ad  $n+1$ , dove *n* è il valore restituito dall'operatore **#** applicato a *t*.

La forma **table.insert( t, pos, v )** inserisce nella tabella *t* un campo di valore *v* ed indice *pos*. Se la tabella ha valori con indice maggiore di *pos*, essi vengono preventivamente spostati verso l'alto di una posizione.

## **table.maxn( t )**

Restituisce il più grande indice numerico positivo trovato nella tabella *t* o zero se non esistono indici positivi.

La differenza tra **table.maxn** e l'operatore **#** è che quest'ultimo restituisce l'indice precedente al primo che corrisponde ad un valore nullo. Se ad esempio *t* è definita come:

```
t = { 1="a", 3="b" }
```

allora `table.maxn(t)` restituisce 3, mentre `#t` restituisce 1.

## **table.remove( t )**

Elimina il campo di indice *n* dalla tabella *t*, dove *n* è il valore restituito dall'operatore **#**, e restituisce il valore del campo eliminato.

È possibile specificare come parametro aggiuntivo l'indice numerico dell'elemento da eliminare. In questo caso se esistono campi di indice maggiore a quello specificato, dopo l'eliminazione essi vengono spostati verso il basso a coprire il buco.

## **table.sort( t )**

Ordina in modo crescente gli elementi della tabella *t* da 1 ad *n*, dove *n* è il valore restituito dall'operatore **#**.

Come secondo parametro opzionale può essere specificata una funzione che prende in ingresso due valori e restituisce **true** se il primo è minore del secondo. Di norma la funzione utilizzata è l'operatore **<**.

L'algoritmo di ordinamento non è stabile: se due elementi sono considerati uguali, applicare più volte l'ordinamento potrebbe non mantenere il loro ordine relativo nella tabella uguale.

## **unpack( t )**

Restituisce tutti i valori della tabella *t* che hanno indice da 1 all'ultimo valore non nullo di indice numerico consecutivo, ovvero quello restituito dall'operatore **#** (ved. capitolo [Tabelle](#)).

È possibile specificare un indice come secondo parametro per indicare il primo campo di cui restituire il valore. È anche possibile specificare un altro indice come terzo parametro per indicare l'ultimo campo di cui restituire il valore. Ad es.

`unpack( t, 3, 5 )` restituisce i valori dei campi di *t* indicizzati da 3, 4 e 5, come in:

```
a, b, c = unpack(t, 3, 5)
```



## Accesso ai file

Il motore di scripting offre alcune funzioni di basso livello per l'accesso in lettura e scrittura di file generici. Attraverso tali funzioni è possibile ad esempio importare in Nòlian dati dall'esterno o esportarli in formati non previsti dalle funzioni già presenti nel programma, oppure generare dei file di report personalizzati.

### io.close( )

Chiude il file di output corrente. Se viene specificato un parametro di tipo file (ovvero un valore restituito da [io.open\( f \)](#), [io.input\( \)](#), [io.output\( \)](#) o [io.tmpfile\( \)](#)) viene invece chiuso il file indicato.

### io.flush( )

Si assicura che tutti i dati inviati al file di output siano stati salvati.

### io.input( )

Restituisce il riferimento al file di input corrente.

Se viene specificato come parametro il percorso di un file, esso viene aperto in modalità testo e impostato come file di input corrente.

Se viene specificato come parametro il riferimento ad un file, restituito ad esempio dalla funzione [io.open\( f \)](#), esso viene impostato come file di input corrente.

Per un esempio vedere [io.read\( \)](#).

### io.lines( )

Itera sulle righe di testo del file di input corrente. Può essere usato ad esempio in un ciclo for:

```
for line in io.lines() do ... end
```

Se viene specificato come parametro il percorso di un file, esso viene aperto e utilizzato per l'iterazione al posto del file di input corrente. Al termine dell'iterazione esso viene chiuso.

### io.open( f )

Apri il file di testo indicato dal percorso specificato in sola lettura e restituisce un riferimento ad esso che può essere utilizzato dalle altre funzioni operanti su file.

Un secondo parametro opzionale di tipo stringa può modificare le modalità con cui il file viene aperto. I valori validi per il parametro sono:

r      sola lettura

- w** sola scrittura, il file originale, se esistente, viene sovrascritto
- a** sola scrittura, la scrittura comincia dalla fine del file originale
- r+** lettura e scrittura, a partire dal contenuto originale del file
- w+** lettura e scrittura, a partire da un file azzerato
- a+** lettura e scrittura, la scrittura è permessa solo dalla fine del file originale

Può inoltre essere aggiunto alla modalità un carattere **b** per indicare che il file va aperto come binario e non come testo.

## io.output( )

Restituisce il riferimento al file di output corrente.

Se viene specificato come parametro il percorso di un file, esso viene creato (o azzerato) in modalità testo e impostato come file di output corrente.

Se viene specificato come parametro il riferimento ad un file, restituito ad esempio dalla funzione `io.open( f )`, esso viene impostato come file di output corrente.

Per un esempio vedere `io.write( ... )`.

## io.read( )

Restituisce la successiva riga di testo dal file di input corrente, escluso l'accapo. Restituisce **nil** alla fine del file.

Se vengono specificati dei parametri, essi indicano il formato dei dati da leggere e restituire dal file. Ogni parametro corrisponde ad un valore restituito e può assumere un valore tra i seguenti:

- "\*n"** legge un numero
- "\*a"** legge tutto il resto del file, dalla posizione corrente in poi
- "\*l"** legge il resto della riga corrente, eliminando l'accapo (formato di default)
- un numero** legge una stringa fino al numero di caratteri specificato; se si specifica 0, restituisce sempre la stringa vuota tranne che alla fine del file, in cui restituisce **nil**.

Ad esempio per leggere un file di testo che contiene per ogni riga due valori numerici da inserire in una tabella (ad esempio un file di spettro):

```
io.input(nome_file)  -- apre il file di input
```

```

valori = {}          -- inizializza l'array di output
while io.read(0) do  -- lettura fino all'EOF
  -- lettura di due valori, ignora resto della riga
  a, b = io.read("*n", "*n", "*l")
  -- se non è stato trovato alcun valore interrompe la lettura
  if a==nil then break end
  -- aggiunge i due valori all'array di output
  valori[ #valori+1 ] = {a, b}
end
io.close(io.input()) -- chiude il file di input

```

## io.tmpfile( )

Restituisce il riferimento ad un file temporaneo aperto in lettura e scrittura che sarà cancellato alla chiusura dell'applicazione.

## io.type( f )

Restituisce **"file"** se *f* è il riferimento ad un file aperto, **"closed file"** se il file è chiuso, **nil** se non è un riferimento a file valido.

## io.write( ... )

Scriva il valore di tutti i suoi parametri sul file di output corrente.

Ad esempio per scrivere in un file di testo i valori contenuti a coppie in un array, due valori per riga (per generare ad esempio un file di spettro):

```

io.output(nome_file)  -- apre il file di output
for i, v in ipairs(valori) do
  -- conversione dei due valori in stringhe
  s1 = string.format('%.3f',v[1])
  s2 = string.format('%.6f',v[2])
  -- scrittura di una riga di testo su file
  io.write(s1..' '..s2..\n')
end
io.close()            -- chiude il file di output

```

## Funzioni base di Nòlian

Vengono di seguito descritti i metodi per l'accesso alle funzioni base di Nòlian.

### buildindex( )

Ricostruisce la numerazione di nodi ed elementi, assicurandosi che essa sia consistente per le successive operazioni a partire da indici.

## calc\_spectrum( t )

Prende in ingresso una tabella di parametri da interpretare per generare uno spettro di risposta. Viene restituita una tabella avente gli stessi parametri della tabella d'ingresso oltre ai valori calcolati dello spettro.

La tabella in ingresso può essere generata manualmente o dalla funzione [\\_dlg.ask\\_spectrum\( \)](#).

La tabella in uscita può essere utilizzata ad esempio per la stampa del fattore di struttura Q o per la valutazione dei valori della funzione dello spettro.

La tabella ha i seguenti campi (gli indici sono tutti valori stringa):

Campo	Tipo	Descrizione										
<b>intervalli</b>	in	il numero di valori da calcolare per la funzione dello spettro										
<b>durata</b>	in	la durata in secondi su cui calcolare la funzione										
<b>tipo_spettro</b>	in	Un valore tra "Inelastico" o "Elastico".										
<b>azione_sismica</b>	in	il tipo di componente dell'azione sismica: "Orizzontale" o "Verticale"										
<b>classe_dutt</b>	in	un valore tra "Alta", "Bassa" o "Non dissipativa" che indica la classe di duttilità della struttura										
<b>terreno</b>	in	la categoria del suolo, tra "A" e "E", in base alla seguente tabella:  <table border="0"><tr><td><b>A</b></td><td>formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</td></tr><tr><td><b>B</b></td><td>depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille consistenti</td></tr><tr><td><b>C</b></td><td>depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza</td></tr><tr><td><b>D</b></td><td>depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure poco coesivi da poco a mediamente consistenti</td></tr><tr><td><b>E</b></td><td>profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali</td></tr></table>	<b>A</b>	formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	<b>B</b>	depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille consistenti	<b>C</b>	depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza	<b>D</b>	depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure poco coesivi da poco a mediamente consistenti	<b>E</b>	profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali
<b>A</b>	formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi											
<b>B</b>	depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille consistenti											
<b>C</b>	depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza											
<b>D</b>	depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure poco coesivi da poco a mediamente consistenti											
<b>E</b>	profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali											
<b>desc_terreno</b>	out	la descrizione della categoria del suolo corrispondente al tipo della voce precedente; ignorata in input										
<b>smorzamento</b>	in	il valore di smorzamento da utilizzare per la funzione										

<b>fattore_kw</b>	in	il fattore di riduzione del fattore di comportamento q per strutture con pareti in calcestruzzo armato
<b>ampl_topogr</b>	in	un valore tra "T1", "T2", "T3" o "T4" che indica l'amplificazione topografica
<b>perc_quota_pendio</b>	in	la percentuale di quota sul pendio
<b>ag</b>	in	indica il valore del parametro "Ag(/g)"
<b>f0</b>	in	indica il valore del parametro "f0"
<b>Tc</b>	in	indica il valore del parametro "Tc*"
<b>materiale</b>	in	il tipo di materiale tra "Calcestruzzo", "Acciaio", "Acciaio e calcestruzzo", "Legno" o "Muratura".
<b>tipo_struttura</b>	in	il codice della tipologia di struttura:

in base alla seguente tabella per strutture in calcestruzzo:

- 1 strutture a telaio di un piano
- 2 strutture a telaio con più piani ed una sola campata
- 3 strutture a telaio con più piani e più campate
- 4 strutture con solo due pareti non accoppiate per direzione orizzontale
- 5 altre strutture a pareti non accoppiate
- 6 strutture a pareti accoppiate o miste equivalenti a pareti
- 7 strutture deformabili torsionalmente
- 8 strutture a pendolo inverso
- 9 strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano

in base alla seguente tabella per strutture in acciaio o miste in acciaio e calcestruzzo:

- 1 strutture a telaio di un piano

- 2 strutture a telaio con più piani ed una sola campata
- 3 strutture a telaio con più piani e più campate
- 4 strutture con controventi eccentrici a un piano
- 5 strutture con controventi eccentrici a più piani
- 6 strutture con controventi concentrici a diagonale tesa attiva
- 7 strutture con controventi concentrici a V
- 8 strutture a mensola o a pendolo inverso
- 9 strutture a telaio con controventi concentrici a un piano
- 10 strutture a telaio con controventi concentrici a più piani ed una sola campata
- 11 strutture a telaio con controventi concentrici a più piani e più campate
- 12 strutture a telaio con tamponatura in murature

in base alla seguente tabella per strutture in legno:

- 1 pannelli a telaio chiodati con diaframmi incollati
- 2 strutture reticolari iperstatiche con giunti chiodati
- 3 portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico
- 4 pannelli a telaio chiodati con diaframmi chiodati
- 5 pannelli di tavole incollate a strati incrociati
- 6 strutture reticolari
- 7 strutture miste con telaio in legno e tamponature non portanti
- 8 strutture isostatiche in genere

in base alla seguente tabella per strutture in muratura:

- 1 costruzioni in muratura ordinaria
- 2 costruzioni in muratura armata
- 3 costruzioni in muratura armata con progettazione in capacità
- 4 costruzioni in muratura confinata
- 5 costruzioni in muratura confinata con progettazione in capacità

<b>desc_struttura</b>	out	la descrizione della tipologia di struttura corrispondente al tipo della voce precedente; ignorata in input
<b>regolarita_alt</b>	in	la regolarità in altezza della struttura: "Regolare" o "Non regolare"
<b>regolarita_pnt</b>	in	la regolarità in pianta della struttura: "Regolare" o "Non regolare"
<b>stato_limite</b>	in	Un valore tra "Definibile", "Operatività SLO", "Danno SLD", "Salvaguardia vita SLV" o "Collasso SLC", che indica lo stato limite
<b>prob_superamento</b>	in	indica la probabilità di eccedenza
<b>vita</b>	in	indica il periodo di riferimento in anni
<b>longitudine</b>	in	indica la longitudine del punto geografico
<b>latitudine</b>	in	indica la latitudine del punto geografico
<b>fattore_q</b>	out	il fattore di struttura "q", calcolato in uscita in base ai parametri di ingresso
<b>fattore_n</b>	out	il fattore di struttura "n", calcolato in uscita in base ai parametri di ingresso
<b>calcolo_q</b>	in	un valore tra "Si" e "No" per attivare il calcolo automatico del fattore di struttura q
<b>valori</b>	out	tabella di valori della funzione calcolati in uscita: ogni valore della funzione è rappresentato da una tabella col valore x in posizione 1 e il valore y in posizione 2

## **create\_spectrum( name, comment, data )**

Crea un nuovo spettro con il nome, il commento e i punti forniti e lo aggiunge all'elenco degli spettri definiti per il documento. Ad esempio:

```
create_spectrum("Spettro B", "Creato da script",  
{0.0,1.0},{0.07,0.707},{0.10,0.534})
```

## **docname( )**

Restituisce il nome del documento corrente o **nil** se il documento non è ancora stato salvato.

## **docpath( )**

Restituisce il percorso del documento corrente o **nil** se il documento non è ancora stato salvato.

## **newdoc( )**

Azzera il documento di Nòlian.

Se ci sono modifiche non memorizzate sul documento corrente, chiede conferma all'utente.

Un parametro **false** opzionale indica che non va chiesta la conferma all'utente.

## **open( f )**

Apri il documento di Nòlian o di InMod specificato.

## **redo( )**

Ripristina l'ultima operazione annullata nel documento corrente.

## **save( )**

Salva il documento corrente.

Se il documento non è ancora stato mai salvato, viene chiesto all'utente di specificare il nome del file.

Può essere specificato un parametro aggiuntivo che indichi il percorso su cui salvare.

## **setundosteps( n )**

Imposta il numero massimo di passi di undo disponibili.



## **undo( )**

Annulla l'ultima operazione effettuata sul documento corrente.

## **undosteps( )**

Restituisce il numero massimo di passi di undo disponibili.

## **Gestione della vista**

Attraverso le funzioni della libreria `_v` è possibile controllare la vista e gestire le viste utente del documento corrente.

### **`_v.activate( s )`**

Attiva la vista utente specificata.

Se il nome indicato non corrisponde ad una vista utente definita per il modello e la fase corrente, viene generato un errore.

### **`_v.del( s )`**

Elimina la vista utente specificata.

Se il nome indicato non corrisponde ad una vista utente definita per il modello e la fase corrente, viene generato un errore.

### **`_v.getparams( )`**

Restituisce una tabella contenente i parametri della vista corrente:

<b>alpha, beta</b>	angoli di rotazione della vista intorno all'asse Z globale e all'asse X dello schermo rispettivamente
<b>tr_x, tr_y</b>	traslazione sullo schermo dell'origine del sistema di riferimento globale rispetto all'angolo in alto a sinistra della finestra
<b>scale</b>	fattore di zoom della rappresentazione

### **`_v.list( )`**

Restituisce un array dei nomi delle viste utente definite per il modello e la fase corrente.

## **\_v.perspective( )**

Alterna la vista tra quella in proiezione assonometrica e quella in prospettiva.

Con un parametro aggiuntivo pari a **true** attiva la prospettiva, se non è già attiva. Se il parametro è pari a **false**, disattiva la prospettiva se essa è attiva.

## **\_v.plane( )**

Restituisce i parametri *a*, *b*, *c*, *d* dell'equazione del piano di lavoro corrente.

## **\_v.planeelev( )**

Restituisce l'elevazione del piano di lavoro corrente.

## **\_v.planetype( )**

Restituisce il tipo di piano attivo, uno tra i valori:

`_v.xy_plane`    piano perpendicolare all'asse Z

`_v.yz_plane`    piano perpendicolare all'asse X

`_v.xz_plane`    piano perpendicolare all'asse Y

`_v.gen_plane`    piano generico

## **\_v.save( s )**

Crea una vista utente dal nome specificato a partire dai parametri di vista correnti.

Se il nome indicato corrisponde ad una vista utente già definita per il modello e la fase corrente, essa viene sovrascritta.

## **\_v.section( )**

Alterna la vista tra quella in proiezione ortogonale e quella in sezione sul piano di lavoro corrente.

Può essere specificato un parametro aggiuntivo che indica il tipo di vista da impostare, uno tra i seguenti valori:

`_v.normal_view`    vista tridimensionale, in proiezione ortogonale

`_v.section_view`    vista in sezione sul piano di lavoro corrente

`_v.cutsection_view` vista in sezione in proiezione rispetto al piano di lavoro corrente

## `_v.setparams( t )`

Imposta i parametri della vista corrente. *t* è una tabella che indica i parametri della vista da modificare rispetto ai correnti, uno o più tra i seguenti:

<b>alpha,</b> <b>beta</b>	angoli di rotazione della vista intorno all'asse Z globale e all'asse X dello schermo rispettivamente
<b>tr_x, tr_y</b>	traslazione sullo schermo dell'origine del sistema di riferimento globale rispetto all'angolo in alto a sinistra della finestra
<b>scale</b>	fattore di zoom della rappresentazione

Se un parametro non è specificato, non viene modificato dalla funzione.

## `_v.setplane( ... )`

Imposta il piano di lavoro corrente. La funzione accetta vari tipi di argomenti:

<i>tipo,</i> <i>elevazione</i>	piano del tipo specificato ( <code>_v.xy_plane</code> , <code>_v.yz_plane</code> , <code>_v.xz_plane</code> o <code>_v.gen_plane</code> ) e impostato alla quota indicata; se come tipo viene specificato <code>_v.offset_elev</code> , la nuova quota viene aggiunta alla corrente e il tipo di piano non viene cambiato
<i>p1, p2, p3</i>	piano passante per i tre punti indicati; un punto è una tabella {x, y, z} o un array con le tre coordinate in ordine (ved. <a href="#">Costruzione del modello</a> )
<i>a, b, c, d</i>	piano generico determinato dai parametri dell'equazione specificati

Ad esempio, per alzare la quota corrente di 150 unità, senza cambiare tipo di piano:

```
_v.setplane(_v.offset_elev, 150)
```

Oppure per specificare un piano passante per tre punti, di cui uno definito dalla posizione del nodo di indice 12 (ved. `_n.get()`):

```
_v.setplane({500,0,0}, {0,350,150}, _n.get(12))
```

## `_v.zoomall( )`

Effettua lo zoom panoramico su tutta la struttura.

## Costruzione del modello

Le funzioni per l'aggiunta di nodi, elementi e linee di riferimento al modello sono raccolte nella libreria `_b`.

Le coordinate di un nodo o dell'estremo di una linea di riferimento vanno espresse con un tipo di dato che qui viene definito **punto** e che è rappresentato da una tabella di tre elementi con indici "x", "y" e "z". Se una delle componenti è assente, per essa viene assunto il valore zero. In alternativa il punto può essere espresso come array i cui primi 3 elementi vengono assegnati rispettivamente ad x, y e z, con la stessa regola che se qualche componente è assente, le viene assegnato zero. I seguenti sono tutti esempi validi di punto:

`{x=10, y=3, z=5}` esempio base, tutte le coordinate sono specificate esplicitamente

`{10, 3, 5}` stesso punto ma specificato come array

`{x=10, z=5}` stesso punto ma con coordinata Y nulla

`{10}` punto (10, 0, 0)

`{}` origine del riferimento (0, 0, 0)

### `_b.addbidi( pts )`

Aggiunge un elemento bidimensionale tra i nodi contenuti nell'array *pts*.

Il parametro è un array di tre, quattro o otto indici di nodi esistenti o punti in cui creare nuovi nodi.

Viene restituito l'indice dell'elemento creato.

Un parametro aggiuntivo può specificare l'indice da assegnare al nuovo elemento.

Ad esempio, per generare un triangolo avente per vertici un nuovo punto (a quota z=0) e due nodi esistenti (di indice 6 e 7) e assegnargli l'indice 3:

```
_b.addbidi({ {150, 200}, 6, 7 }, 3)
```

### `_b.addbrick( ... )`

Aggiunge un elemento solido.

I parametri possibili sono un array di otto indici di nodi esistenti o punti in cui creare nuovi nodi che indicano gli estremi delle due basi; oppure un array di quattro indici o punti per indicare gli estremi di una base e un secondo parametro per indicare l'altezza dell'elemento.

Viene restituito l'indice dell'elemento creato.

Un parametro aggiuntivo può specificare l'indice da assegnare al nuovo elemento.

Ad esempio, per generare un elemento brick con base formata da quattro nodi già esistenti e altezza 200:

```
_b.addbrick({ 4, 2, 6, 8 }, 200)
```

## **\_b.addmono( n1, n2 )**

Aggiunge un elemento monodimensionale tra i due nodi indicati.

I parametri possono essere indici di nodi esistenti oppure punti in cui creare nuovi nodi.

Viene restituito l'indice dell'elemento creato.

Un parametro aggiuntivo può specificare l'indice da assegnare al nuovo elemento.

Ad esempio, per generare un elemento tra due punti (uno sul piano XZ a quota 0 e l'altro sul piano YZ a quota 0):

```
_b.addmono({x=500,z=200}, {y=200,z=450})
```

## **\_b.addnode( pt )**

Aggiunge un nodo alle coordinate specificate dal punto *pt* e restituisce l'indice del nodo creato.

Se un nodo è già presente alle coordinate specificate, viene restituito il suo indice e nessun nodo viene creato.

Può essere specificato un secondo parametro per indicare l'indice da assegnare al nuovo nodo.

Ad esempio, per creare un nodo e assegnargli l'indice 10:

```
_b.addnode({x=1000, y=450, z=300}, 10)
```

## **\_b.addrefline( ... )**

Aggiunge una linea di riferimento al modello.

La funzione accetta come parametri un numero variabile di punti tra due e quattro, con il seguente significato:

*due punti*      linea di riferimento semplice tra i due punti

*tre punti*      arco di circonferenza avente per estremi i primi due punti e passante per il terzo

*quattro punti*      spline di Bezier avente per estremi i primi due punti e per rispettivi punti di controllo i secondi due

Ad esempio, per creare un arco di 90 gradi con raggio 500 intorno all'origine e con estremi sugli assi X e Y:

```
p3 = {x=500*math.cos(math.pi/4), y=500*math.sin(math.pi/4)}  
_b.addrefline({x=500}, {y=500}, p3)
```

---

## **`_b.buildfloors( )`**

Identifica euristicamente i piani rigidi del modello e genera i nodi baricentrici e i sistemi master–slave relativi.

## **`_b.end_fast_gen( )`**

Indica al programma la fine del blocco di funzioni di generazione di nodi ed elementi iniziato con una chiamata alla funzione [\\_b.start\\_fast\\_gen\( \)](#).

## **`_b.extrude( ... )`**

Crea nuovi elementi per estrusione in base ai parametri specificati.

I parametri della funzione sono, in ordine:

*nds*      array degli indici dei nodi esistenti o dei punti in cui aggiungere nodi su cui eseguire l'estrusione; se **nil** vengono utilizzati i nodi correntemente selezionati

*tipo*      tipo di estrusione da effettuare, uno tra i valori:

**`_b.gen_nodes`**      genera solo nodi

**`_b.gen_monos`**      genera elementi monodimensionali

**`_b.gen_tris`**      genera elementi piani a tre nodi

**`_b.gen_quads`**      genera elementi piani a quattro nodi

**`_b.gen_8nodes`**      genera elementi piani a otto nodi

**`_b.gen_bricks`**      genera elementi solidi a otto nodi

*nrep*      numero di ripetizioni

*axis*      asse di rotazione, può essere un array di due punti per cui passa l'asse oppure uno tra i seguenti valori:

**`_b.x_axis`**      asse coincidente coll'asse X del riferimento cartesiano

**`_b.y_axis`**      asse coincidente coll'asse Y del riferimento cartesiano

**`_b.z_axis`**      asse coincidente coll'asse Z del riferimento cartesiano

- r*            fattore di allontanamento dall'asse: ad ogni ripetizione i punti si allontanano dall'asse di questo fattore
  
- alpha*      rotazione in gradi intorno all'asse: ad ogni ripetizione i punti ruotano intorno all'asse per l'angolo specificato
  
- w*            fattore di spostamento lungo l'asse: ad ogni ripetizione i punti si spostano nella direzione dell'asse di questo fattore
  
- close*       flag booleano per la chiusura della generatrice: se **true** l'ultimo nodo della selezione viene connesso al primo

Ad esempio, per creare un semplice telaio di elementi monodimensionali centrato sull'origine e con 3 impalcati:

```
n1 = _b.addnode({500,500})
n2 = _b.addnode({-500,500})
n3 = _b.addnode({-500,-500})
n4 = _b.addnode({500,-500})
_b.extrude({n1,n2,n3,n4}, _b.gen_monos, 3, _b.z_axis, 0, 0, 500, true)
```

## **\_b.geomcheck( )**

Restituisce il valore del flag per il controllo della geometria. Ved. [\\_b.setgeomcheck\( f \)](#).

## **\_b.quadgen( ... )**

Genera una rete di elementi in un quadrilatero.

Il primo parametro deve essere un array di quattro indici dei nodi esistenti o punti in cui aggiungere nodi che delimitano il quadrilatero; se **nil** vengono utilizzati i nodi correntemente selezionati.

Il secondo parametro indica il tipo di elementi da generare, uno tra i seguenti valori:

- \_b.gen\_nodes**      genera solo nodi
  
- \_b.gen\_monos**     genera elementi monodimensionali
  
- \_b.gen\_tris**       genera elementi piani a tre nodi
  
- \_b.gen\_quads**     genera elementi piani a quattro nodi
  
- \_b.gen\_8nodes**    genera elementi piani a otto nodi

La chiamata può terminare con uno o due ulteriori parametri: se viene specificato un solo parametro, esso indica la massima lunghezza dei lati degli elementi generati; se vengono specificati due parametri, essi indicano il numero di divisioni per i lati nelle due direzioni (ovvero i lati dispari e quelli pari rispettivamente nella definizione del quadrilatero data).

Ad esempio, per generare una rete di elementi bidimensionali a quattro nodi, 6 divisioni sul primo lato e quattro sul secondo

```
_b.quadgen({{x=500},{y=600},{x=-400},{y=-700}}, _b.gen_quads, 6, 4)
```

Lo stesso esempio, specificando invece la lunghezza massima (150 unità) per i lati degli elementi da generare:

```
_b.quadgen({{x=500},{y=600},{x=-400},{y=-700}}, _b.gen_quads, 150)
```

## **`_b.setgeomcheck( f )`**

Imposta il flag di controllo della geometria nella costruzione degli elementi al valore booleano passato come parametro.

Se il controllo della geometria è attivo, ogni volta che si cerca di creare un elemento la sua geometria viene controllata e l'elemento viene creato solo se essa risponde a precisi criteri di qualità.

## **`_b.start_fast_gen( )`**

Indica al programma l'inizio di un gran numero di funzioni di generazione di nodi ed elementi eseguite dallo script. Interrompe temporaneamente il ridisegno del modello e il controllo della validità degli indici dei nodi ed elementi generati, per favorire la velocità di generazione.

Al termine delle funzioni di generazione dev'essere chiamata la funzione `_b.end_fast_gen( )`, per sbloccare il ridisegno del modello.

Questa funzione dev'essere utilizzata con attenzione, per evitare che errori nella generazione interrompano lo script e lascino il programma in uno stato inconsistente. In genere è comunque sufficiente chiamare la funzione `_b.end_fast_gen( )` per ripristinare il corretto funzionamento dell'interfaccia utente.

## **Selezione**

Le funzioni della libreria `_sel` permettono il controllo della selezione di nodi ed elementi della struttura su cui effettuare le successive operazioni di assegnazione e modifica.

### **`_sel.addallelems( )`**

Aggiunge alla selezione degli elementi corrente tutti gli elementi del modello.

### **`_sel.addallnodes( )`**

Aggiunge alla selezione dei nodi corrente tutti i nodi del modello.

### **`_sel.addelems( elems )`**

Aggiunge gli elementi indicati nell'array di indici specificato alla selezione degli elementi corrente.



## **\_sel.addnodes( nds )**

Aggiunge i nodi indicati nell'array di indici specificato alla selezione dei nodi corrente.

## **\_sel.clear( )**

Deseleziona tutto.

## **\_sel.doselect( )**

Attende la selezione da parte dell'utente di nodi ed elementi.

Un parametro booleano opzionale indica se selezionare solo nodi (**true**) o solo elementi (**false**).

## **\_sel.elems( )**

Restituisce un array degli indici degli elementi selezionati.

## **\_sel.empty( )**

Restituisce true se e solo se la selezione corrente di nodi ed elementi è vuota.

Un parametro booleano opzionale indica se considerare solo nodi (**true**) o solo elementi (**false**).

## **\_sel.nodes( )**

Restituisce un array degli indici dei nodi selezionati.

## **\_sel.setelems( elems )**

Imposta la selezione degli elementi corrente a quelli indicati nell'array di indici specificato come parametro.

## **\_sel.setnodes( nds )**

Imposta la selezione dei nodi corrente a quelli indicati nell'array di indici specificato come parametro.

## **\_sel.subelems( elems )**

Elimina gli elementi indicati nell'array di indici specificato dalla selezione degli elementi corrente.

## **\_sel.subnodes( nds )**

Elimina i nodi indicati nell'array di indici specificato dalla selezione dei nodi corrente.

## Gestione dei nodi

La libreria `_n` contiene funzioni per l'assegnazione e la modifica dei parametri dei nodi del modello.

### `_n.barycenter( )`

Restituisce il punto corrispondente al baricentro delle masse dei nodi e degli elementi selezionati.

Due parametri aggiuntivi possono specificare rispettivamente il singolo indice o l'array di indici dei nodi ed il singolo indice o l'array di indici degli elementi per cui calcolare il baricentro delle masse.

Ad esempio, per generare il nodo baricentrico rispetto alle masse di tre elementi di indici rispettivamente 3, 5 e 7 (il primo array vuoto indica che non vogliamo considerare alcun nodo):

```
_b.addnode( _n.barycenter({}, {3, 5, 7}) )
```

### `_n.color( i )`

Restituisce l'indice nella palette del colore del nodo di indice specificato.

### `_n.count( )`

Restituisce il numero di nodi presenti nel modello.

### `_n.del( )`

Elimina tutti i nodi selezionati.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici dei nodi da eliminare.

### `_n.force( i, lc )`

Restituisce una tabella di valori della forza assegnata al nodo di indice *i* per la condizione *lc*. La tabella contiene i seguenti elementi:

`fx, fy, fz`      componenti nelle tre direzioni della forza assegnata

`mx, my, mz`      componenti nelle tre direzioni del momento assegnato

### `_n.get( i )`

Restituisce un punto relativo alle coordinate del nodo di indice specificato.

## **\_n.mass( i )**

Restituisce una tabella di valori della massa assegnata al nodo di indice specificato. La tabella contiene i seguenti elementi:

**mx, my, mz** componenti nelle tre direzioni della massa assegnata

**ix, iy, iz** componenti nelle tre direzioni dell'inerzia assegnata

## **\_n.master( i )**

Restituisce l'indice del nodo master assegnato al nodo di indice specificato o **0** se non assegnato.

## **\_n.restraints( i )**

Restituisce una tabella di valori booleani relativi ai vincoli del nodo di indice specificato. La tabella contiene i seguenti elementi:

**tx, ty, tz** assumono valore **true** se il nodo è vincolato per la traslazione nella componente relativa

**rx, ry, rz** assumono valore **true** se il nodo è vincolato per la rotazione nella componente relativa

## **\_n.set( i, pt )**

Imposta le coordinate del nodo di indice specificato nel primo parametro a quelle del punto specificato nel secondo parametro. Tutte le coordinate del nodo non definite dal punto specificato non vengono modificate.

## **\_n.setcolor( c )**

Imposta il colore di tutti i nodi selezionati a quello relativo all'indice nella palette specificato.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici dei nodi a cui assegnare il colore.

## **\_n.setforce( lc, f )**

Assegna la forza di tutti i nodi selezionati per la condizione *lc* ai valori indicati nella tabella *f*.

La tabella dei valori della forza può definire i seguenti elementi:

**fx, fy, fz** componenti nelle tre direzioni della forza da assegnare

**mx, my, mz** componenti nelle tre direzioni del momento da assegnare

$f$  può anche essere un array che definisce i valori  $f_x$ ,  $f_y$ ,  $f_z$ ,  $m_x$ ,  $m_y$  ed  $m_z$  in ordine. Ogni valore non indicato in  $f$  viene assunto nullo.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici dei nodi a cui assegnare la forza.

Ad esempio, per assegnare una forza unitaria lungo Z per la condizione "#1" al nodo di indice 10:

```
_n.setforce( 10, '#1', {fz=1.0} )
```

## **`_n.setmass( m )`**

Assegna la massa di tutti i nodi selezionati ai valori indicati nella tabella  $m$ .

La tabella dei valori della massa può definire i seguenti elementi:

**$m_x$ ,  $m_y$ ,  $m_z$**     componenti nelle tre direzioni della massa da assegnare

**$i_x$ ,  $i_y$ ,  $i_z$**     componenti nelle tre direzioni dell'inerzia da assegnare

$m$  può anche essere un array che definisce i valori  $m_x$ ,  $m_y$ ,  $m_z$ ,  $i_x$ ,  $i_y$  ed  $i_z$  in ordine. Ogni valore non indicato in  $m$  viene assunto nullo.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici dei nodi a cui assegnare la massa.

Ad esempio, per assegnare una massa lungo Z ai nodo di indice 3 e 5:

```
_n.setmass( {3, 5}, {mz=0.41} )
```

## **`_n.setmaster( i )`**

Imposta il nodo master di tutti i nodi selezionati a quello relativo all'indice specificato o reimposta l'assegnazione se il parametro è 0.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici dei nodi a cui assegnare il nodo master.

## **`_n.setrestraints( r )`**

Assegna i vincoli di tutti i nodi selezionati ai valori indicati nella tabella  $r$ .

La tabella dei vincoli può definire i seguenti elementi:

**$t_x$ ,  $t_y$ ,  $t_z$**     possono assumere il valore **true** se il nodo deve essere vincolato per la traslazione nella componente relativa

**$r_x$ ,  $r_y$ ,  $r_z$**     possono assumere il valore **true** se il nodo deve essere vincolato per la rotazione nella componente relativa

$r$  può anche essere un array che definisce i valori  $tx$ ,  $ty$ ,  $tz$ ,  $rx$ ,  $ry$  ed  $rz$  in ordine. Ogni valore non indicato in  $r$  viene assunto come **false** (non vincolato).

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici dei nodi a cui assegnare i vincoli.

Ad esempio, per vincolare tutte (e sole) le traslazioni per i nodi 2 e 3:

```
_n.setrestraints( {2, 3}, {tx=true, ty=true, tz=true} )
```

## Gestione degli elementi

La libreria `_e` contiene funzioni per l'assegnazione e la modifica dei parametri degli elementi del modello.

### `_e.color( i )`

Restituisce l'indice nella palette del colore dell'elemento di indice specificato.

### `_e.count( )`

Restituisce il numero di elementi presenti nel modello.

### `_e.del( )`

Elimina tutti gli elementi selezionati.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi da eliminare.

### `_e.knode( i )`

Restituisce l'indice del nodo K assegnato all'elemento di indice specificato o **0** se non assegnato.

### `_e.layer( i )`

Restituisce il nome del layer assegnato all'elemento di indice specificato.

### `_e.load( i, lc, t )`

Restituisce una tabella contenente i valori di carico assegnati all'elemento  $i$  per la condizione  $lc$  ed il tipo  $t$ .

Il formato della tabella di output dipende dal tipo di carico richiesto:

- carico generico ( `_e.load_generic` ):

`gen_tx_1, gen_ty_1, gen_tz_1` forza assiale e forze di taglio del primo estremo

**gen\_tx\_2, gen\_ty\_2, gen\_tz\_2** forza assiale e forze di taglio del secondo estremo

**gen\_rx\_1, gen\_ry\_1, gen\_rz\_1** momento torcente e momenti flettenti del primo estremo

**gen\_rx\_2, gen\_ry\_2, gen\_rz\_2** momento torcente e momenti flettenti del secondo estremo

- carico trapezoidale ( **\_e.load\_trapezoid** ):

**trp\_x\_1, trp\_y\_1, trp\_z\_1** componenti del carico sul primo estremo

**trp\_x\_2, trp\_y\_2, trp\_z\_2** componenti del carico sul secondo estremo

**trp\_ref** sistema di riferimento: 0 (globale) o 1 (locale)

- carico uniforme ( **\_e.load\_uniform** ):

**unif\_x, unif\_y, unif\_z** componenti del carico

**unif\_ref** sistema di riferimento: 0 (globale), 1 (locale) o 2 (globale proiettato)

**unif\_brick\_face** lato del brick a cui il carico è assegnato (da 1 a 6)

- carico di bordo ( **\_e.load\_edge** ):

**edge\_it** lato 1 - componente longitudinale

**edge\_in** lato 1 - componente normale al lato

**edge\_ip** lato 1 - componente normale al piano

**edge\_jt** lato 2 - componente longitudinale

**edge\_jn** lato 2 - componente normale al lato

**edge\_jp** lato 2 - componente normale al piano

**edge\_kt** lato 3 - componente longitudinale

**edge\_kn** lato 3 - componente normale al lato

**edge\_kp** lato 3 - componente normale al piano

**edge\_lt** lato 4 - componente longitudinale

**edge\_ln** lato 4 - componente normale al lato

**edge\_lp** lato 4 - componente normale al piano

**edge\_ref** sistema di riferimento: 0 (globale) o 1 (locale)

- carico da peso proprio ( **\_e.load\_dead** ):

**dead\_spec\_w** peso specifico

**dead\_x, dead\_y, dead\_z** componenti del vettore della direzione dell'accelerazione di gravità

- carico termico lineare ( **\_e.load\_therm\_lin** ):

**thm\_exp\_coeff** coefficiente di dilatazione

**thm\_dt\_linear** variazione di temperatura lineare

- carico termico costante ( **\_e.load\_therm\_cost** ):

**thm\_exp\_coeff** coefficiente di dilatazione

**thm\_dt\_unif** variazione di temperatura costante

- spostamento imposto ( **\_e.load\_displacement** ):

**bnd\_nx, bnd\_ny, bnd\_nz** variazione di rigidità assiale

**bnd\_rx, bnd\_ry, bnd\_rz** variazione di rigidità torsionale

## **\_e.loads( i, lc )**

Restituisce un array dei tipi di carico assegnati all'elemento *i* per la condizione *lc*.

Ogni elemento nell'array di uscita può assumere uno dei seguenti valori:

<code>_e.load_generic</code>	carico generico
<code>_e.load_trapezoid</code>	carico trapezoidale
<code>_e.load_uniform</code>	carico uniforme
<code>_e.load_edge</code>	carico di bordo
<code>_e.load_dead</code>	carico da peso proprio
<code>_e.load_therm_lin</code>	carico termico lineare
<code>_e.load_therm_cost</code>	carico termico costante
<code>_e.load_displacement</code>	spostamento imposto

## `_e.localref( i )`

Restituisce una tabella con tre elementi **xdir**, **ydir** e **zdir**. Ogni elemento è una tabella {x, y, z} che indica la direzione della relativa componente del sistema di riferimento locale dell'elemento di indice specificato.

## `_e.mass( i )`

Restituisce una tabella di valori della massa assegnata all'elemento di indice specificato. La tabella contiene i seguenti elementi:

<b>density</b>	valore della densità di massa assegnata
<b>distributed</b>	valore della massa distribuita assegnata
<b>damping</b>	valore del damping assegnato
<b>locked</b>	flag booleano per lasciare inalterata la massa nella conversione dei carichi

## `_e.nodes( i )`

Restituisce un array di indici dei nodi che formano l'elemento di indice specificato.



## **`_e.setcolor( c )`**

Imposta il colore di tutti gli elementi selezionati a quello relativo all'indice nella palette specificato.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi a cui assegnare il colore.

## **`_e.setlayer( n )`**

Assegna il layer corrispondente al nome specificato a tutti gli elementi selezionati.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi a cui assegnare il layer.

## **`_e.setload( lc, t, l )`**

Assegna il carico per il tipo *t* della condizione *lc* di tutti gli elementi selezionati ai valori indicati nella tabella *l*.

Il formato della tabella *l* dipende dal tipo di carico specificato e deve rispettare uno di quelli indicati nella funzione `_e.load( i, lc, t )`. In alternativa può essere specificato un array con i valori dati nell'ordine documentato. Ogni valore non indicato in *l* viene assunto nullo.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi a cui assegnare il carico.

Ad esempio, per assegnare un carico uniforme lungo Z all'elemento 7 per la condizione "Permanente":

```
_e.setload( 7, 'Permanente', _e.load_uniform, {cz=0.2} )
```

## **`_e.setmass( m )`**

Assegna la massa di tutti gli elementi selezionati ai valori indicati nella tabella *m*.

La tabella dei valori della massa può definire i seguenti elementi:

**dm**    valore della densità di massa da assegnare

**ms**    valore della massa distribuita da assegnare

**dp**    valore del damping da assegnare

**fx**    flag booleano per lasciare inalterata la massa nella conversione dei carichi

*m* può anche essere un array che definisce i valori *dm*, *ms*, *dp* e *fx* in ordine. Ogni valore non indicato in *m* viene assunto nullo.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi a cui assegnare la massa.

## **`_e.setoffsets( offsets )`**

Assegna gli offset di tutti gli elementi selezionati ai valori indicati nella tabella *offsets*.

La tabella può definire i seguenti elementi:

<b>x0</b>	valore dell'offset in direzione x per il primo estremo
<b>y0</b>	valore dell'offset in direzione y per il primo estremo
<b>z0</b>	valore dell'offset in direzione z per il primo estremo
<b>x1</b>	valore dell'offset in direzione x per il secondo estremo
<b>y1</b>	valore dell'offset in direzione y per il secondo estremo
<b>z1</b>	valore dell'offset in direzione z per il secondo estremo

*offsets* può anche essere un array che definisce i valori x0, y0, z0, x1, y1 e z1 in ordine. Ogni valore non indicato in *offsets* viene assunto nullo.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi a cui assegnare gli offset.

## **`_e.setknode( i )`**

Imposta il nodo K di tutti gli elementi selezionati a quello relativo all'indice specificato o reimposta l'assegnazione se il parametro è 0.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi a cui assegnare il nodo K.

## **`_e.settype( t )`**

Assegna il tipo di elemento specificato a tutti gli elementi selezionati.

Un secondo parametro aggiuntivo opzionale di tipo tabella può indicare i parametri da assegnare agli elementi. Il formato della tabella dipende dal tipo di elemento specificato e deve rispettare uno di quelli indicati nella funzione `_e.type( i )`. In alternativa può essere specificato un array con i valori dati nell'ordine documentato. Ogni valore non specificato nella tabella viene assunto nullo o pari al relativo valore del materiale predefinito.

Nel caso in cui il tipo specificato sia l'asta o la trave generica, l'unico parametro relativo al profilo che viene letto dalla tabella è il nome: gli altri parametri vengono letti dal file *sagomario*.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi a cui assegnare il tipo.

Ad esempio, per assegnare all'elemento 4 il tipo asta con profilo IPE 550 e modulo di elasticità predefinito:

```
_e.settype( 4, _e.type_truss, { profile_name="IPE550" } )
```

## **`_e.type( i )`**

Restituisce due valori: il primo è il tipo assegnato all'elemento di indice specificato; il secondo è una tabella contenente i valori assegnati relativi al tipo di elemento.

Il formato della tabella dei valori dipende dal tipo di elemento:

- asta ( `_e.type_truss` ):

`elast_mod`    modulo di elasticità

`area`        area della sezione

`pretension`    pretensione

- trave generica ( `_e.type_beam` ):

`elast_mod`                    modulo di elasticità

`shear_mod`                    modulo di elasticità tangenziale

`area`                        area della sezione

`shear_area_y, shear_area_z`    aree a taglio Y e Z

`inertia_x, inertia_y, inertia_z`    Inerzia torsionale, Y e Z

`release_i_tx, release_i_ty, release_i_tz`    vincoli interni alla traslazione del primo estremo

`release_i_rx, release_i_ry, release_i_rz`    vincoli interni alla rotazione del primo estremo

`release_j_tx, release_j_ty, release_j_tz`    vincoli interni alla traslazione del secondo estremo

`release_j_rx, release_j_ry, release_j_rz`    vincoli interni alla rotazione del secondo estremo

- trave rettangolare ( **\_e.type\_rbeam** ):

<b>elast_mod</b>	modulo di elasticità
<b>shear_mod</b>	modulo di elasticità tangenziale
<b>web_depth, web_thickness</b>	altezza e larghezza della sezione
<b>up_flange_w, up_flange_tk</b>	larghezza e spessore ala superiore
<b>lo_flange_w, lo_flange_tk</b>	larghezza e spessore ala inferiore
<b>release_i_tx, release_i_ty, release_i_tz</b>	vincoli interni alla traslazione del primo estremo
<b>release_i_rx, release_i_ry, release_i_rz</b>	vincoli interni alla rotazione del primo estremo
<b>release_j_tx, release_j_ty, release_j_tz</b>	vincoli interni alla traslazione del secondo estremo
<b>release_j_rx, release_j_ry, release_j_rz</b>	vincoli interni alla rotazione del secondo estremo

- trave poligonale ( **\_e.type\_pbeam** ):

<b>elast_mod</b>	modulo di elasticità
<b>shear_mod</b>	modulo di elasticità tangenziale
<b>vtx_count</b>	numero di vertici della sezione
<b>vertices</b>	array di tabelle $\{z, y\}$ delle coordinate dei vertici della sezione
<b>release_i_tx, release_i_ty, release_i_tz</b>	vincoli interni alla traslazione del primo estremo
<b>release_i_rx, release_i_ry, release_i_rz</b>	vincoli interni alla rotazione del primo estremo
<b>release_j_tx, release_j_ty, release_j_tz</b>	vincoli interni alla traslazione del secondo estremo
<b>release_j_rx, release_j_ry, release_j_rz</b>	vincoli interni alla rotazione del secondo estremo

- trave di fondazione ( **\_e.type\_wbeam** ):

<b>elast_mod</b>	modulo di elasticità
<b>shear_mod</b>	modulo di elasticità tangenziale
<b>subgrade_mod</b>	coefficiente di sottofondo
<b>width, depth</b>	base e altezza della sezione
<b>flange_tk, web_tk</b>	spessore suola e spessore anima della sezione
<b>width_on_soil</b>	base sul suolo

- **boundary ( `_e.type_boundary` ):**

**nx, rx** rigidezza assiale e torsionale lungo X

**ny, ry** rigidezza assiale e torsionale lungo Y

**nz, rz** rigidezza assiale e torsionale lungo Z

- **connessione rigida ( `_e.type_rigel` ):** nessun parametro, tabella vuota

- **guscio ( `_e.type_shell` ):**

**elast\_mod** modulo di elasticità

**flex\_elast\_coef** moltiplicatore elasticità flessionale

**poisson** coefficiente di Poisson

**thickness** spessore

**flex\_ortho\_mult** moltiplicatore ortotropia Y flessionale

**memb\_ortho\_mult** moltiplicatore ortotropia Y membranale

**cyl\_hinge\_on\_side\_1** flag booleano inserimento cerniera cilindrica su lato 1

**cyl\_hinge\_on\_side\_2** flag booleano inserimento cerniera cilindrica su lato 2

**cyl\_hinge\_on\_side\_3** flag booleano inserimento cerniera cilindrica su lato 3

**cyl\_hinge\_on\_side\_4** flag booleano inserimento cerniera cilindrica su lato 4

- assialsimmetrico ( **\_e.type\_axial** ):

**elast\_mod** modulo di elasticità

**poisson** coefficiente di Poisson

- deformazione piana ( **\_e.type\_pstrain** ):

**elast\_mod** modulo di elasticità

**poisson** coefficiente di Poisson

- guscio alla winkler ( **\_e.type\_wshell** ):

**elast\_mod** modulo di elasticità

**poisson** coefficiente di Poisson

**thickness** spessore

**subgrade\_mod** coefficiente di sottofondo

- brick a otto nodi ( **\_e.type\_brick** ):

**elast\_mod** modulo di elasticità

**poisson** coefficiente di Poisson

Per il tipo asta e il tipo trave generica sono inoltre aggiunti alla tabella i valori che descrivono l'eventuale profilo assegnato. Per ulteriori informazioni su questi valori si rimanda alla documentazione dell'utility Sagomanager inclusa in Nòlian. Gli elementi aggiunti sono:

**profile\_name** nome del profilo

**profile\_area** area della sezione

<b>profile_jx, profile_jy, profile_jz</b>	momenti di inerzia torsionale ed intorno agli assi Y e Z
<b>profile_wey, profile_wez</b>	moduli di resistenza elastici Y e Z
<b>profile_wpy, profile_wpz</b>	moduli di resistenza plastici Y e Z
<b>profile_code</b>	forma del profilo
<b>profile_height, profile_width</b>	altezza e larghezza della sezione
<b>profile_web_tk, profile_flange_tk</b>	spessore dell'anima e delle ali della sezione
<b>profile_radius</b>	raggio del raccordo
<b>profile_rot_cod1, profile_rot_cod2</b>	orientamento dei profili accoppiati
<b>profile_dist_y, profile_dist_z</b>	distanza tra i baricentri dei profili accoppiati

Se all'elemento non è assegnato alcun tipo, i valori restituiti sono rispettivamente **\_e.type\_none** e la tabella vuota.

## Gestione della palette di colori

Le funzioni della libreria **\_clr** permettono l'aggiunta, la rimozione e la modifica dei colori nella palette del modello.

Un colore viene espresso con una tabella di tre elementi con indici **r**, **g** e **b** che rappresentano rispettivamente le componenti rossa, verde e blu del colore. Se una delle componenti è assente, per essa viene assunto il valore zero. In alternativa il colore può essere espresso come array i cui primi 3 elementi vengono assegnati rispettivamente ad **r**, **g** e **b**, con la stessa regola che se qualche componente è assente, le viene assegnato zero. Deve essere sempre specificata almeno una delle tre componenti.

### **\_clr.active( )**

Restituisce l'indice nella palette del colore attivo per le successive generazioni di nodi ed elementi.

### **\_clr.add( c )**

Aggiunge il colore specificato in fondo alla palette e restituisce la posizione occupata.

### **\_clr.del( i )**

Elimina dalla palette il colore alla posizione specificata.

## **\_clr.get( i )**

Restituisce le componenti del colore alla posizione della palette richiesta.

## **\_clr.list( )**

Restituisce l'intera palette di colori in un array ordinato.

## **\_clr.reset( )**

Reimposta la palette predefinita.

## **\_clr.selcolor( )**

Restituisce l'indice nella palette del colore attivo per la selezione di nodi ed elementi. Un valore **\_clr.no\_sel\_color** indica che la selezione non è filtrata per colore.

## **\_clr.set( i, c )**

Imposta il colore alla posizione *i* della palette a quello specificato dal parametro *c*.

## **\_clr.setactive( i )**

Imposta il colore alla posizione specificata come attivo per le successive generazioni di nodi ed elementi.

## **\_clr.setselcolor( i )**

Imposta il colore alla posizione specificata come attivo per la selezione di nodi ed elementi. Il valore **\_clr.no\_sel\_color** corrisponde alla selezione non filtrata per colore.

## **Gestione dei layer**

Le funzioni della libreria **\_ly** permettono l'aggiunta e la rimozione dei layer del modello e l'impostazione del layer attivo.

## **\_ly.active( )**

Restituisce il nome del layer attivo per le successive generazioni di elementi.

## **\_ly.add( l )**

Aggiunge un layer con il nome specificato e lo imposta come attivo.



## **`_ly.del( l )`**

Elimina il layer con il nome specificato.

## **`_ly.list( )`**

Restituisce un array di nomi dei layer del modello.

## **`_ly.setactive( l )`**

Imposta il layer specificato come attivo per le successive generazioni di elementi.

## **`_ly.setstate( l, v )`**

Imposta lo stato di visibilità del layer *l*.

Il parametro *v* può assumere uno tra i seguenti valori:

<code>_ly.visible</code>	layer visibile
<code>_ly.invisible</code>	layer invisibile
<code>_ly.grayed</code>	elementi del layer disegnati in grigio

Nota: se si cerca di cambiare lo stato del layer attivo (ved. [\\_ly.active\( \)](#)) si ottiene un errore: il layer attivo deve essere sempre visibile.

## **`_ly.state( l )`**

Restituisce lo stato di visibilità del layer specificato. Il valore restituito è uno tra quelli descritti in [\\_ly.setstate\( l, v \)](#).

## **Gestione delle fasi**

Le funzioni della libreria `_ph` permettono l'aggiunta e la rimozione delle fasi del modello e l'impostazione della fase attiva.

## **`_ph.active( )`**

Restituisce l'indice ed il nome della fase attiva.

## **`_ph.add( n )`**

Aggiunge una fase con il nome specificato e la imposta come attiva. Restituisce l'indice della nuova fase.

## **\_ph.del( p )**

Elimina la fase con il nome o l'indice specificato.

## **\_ph.get( p )**

Restituisce indice e nome della fase con il nome o l'indice specificato o **nil** se la fase specificata non esiste.

## **\_ph.list( )**

Restituisce un array ordinato di nomi delle fasi del modello.

## **\_ph.setactive( p )**

Imposta la fase con il nome o l'indice specificato come attiva.

## **\_ph.setname( i, n )**

Imposta il nome della fase di indice *i* a *n*.

# **Gestione delle condizioni di carico**

La libreria **\_lc** comprende funzioni per l'aggiunta, la rimozione e la specifica del tipo delle condizioni di carico del modello, la conversione dei carichi in massa e il calcolo del torcente di piano.

## **\_lc.add( n )**

Aggiunge una nuova condizione di carico con il nome specificato.

## **\_lc.convtomass( m, g, a )**

Converte secondo i parametri specificati i carichi degli elementi selezionati in massa.

*m* dev'essere una tabella i cui elementi hanno per chiave il nome di una condizione di carico e per valore il relativo moltiplicatore di conversione. I carichi saranno convertiti solo per le condizioni di carico specificate in questa tabella.

Alternativamente *m* può essere **nil**: in questo caso la conversione verrà effettuata su tutte le condizioni di carico in base ai tipi di carico ad esse associate. Vengono quindi convertite tutte le condizioni di tipo gravitazionale con un moltiplicatore 1.0 se permanenti e  $\Psi_2 \cdot \Phi$  se accidentali.

*g* è il valore dell'accelerazione di gravità da utilizzare nella conversione.

*a* è un valore booleano: se **true**, le masse vengono aggiunte a quelle già assegnate; se **false** le masse eventualmente già presenti vengono sostituite.

Un primo parametro aggiuntivo può specificare un singolo indice oppure un array di indici degli elementi su cui effettuare la conversione.

Ad esempio, per convertire i carichi della condizione "Permanente" degli elementi 1, 2, 5 e 6, sostituendo eventuali masse gi assegnate:

```
_lc.convtomass( {1,2,5,6}, [{'Permanente']=1}, 981.0, false )
```

Per derivare invece i moltiplicatori dai tipi associati ai carichi secondo la normativa ed eseguire la conversione su tutti gli elementi selezionati:

```
_lc.convtomass( nil, 981.0, false )
```

## **`_lc.del( n )`**

Elimina la condizione di carico con il nome specificato.

## **`_lc.list( )`**

Restituisce un array di nomi delle condizioni di carico definite.

## **`_lc.settype( n, t )`**

Imposta il tipo della condizione di carico *n* a *t*.

*t* può essere il nome di un tipo di condizione di carico (restituito da `_lt.list( )`) oppure **nil** per assegnare il tipo non definito.

## **`_lc.torque( n, a, p, m )`**

Calcola i momenti torcenti di piano sulla condizione di carico *n* (eventualmente da creare), per uno spostamento percentuale *p* in direzione *a* (espressa come angolo in radianti rispetto alla direzione dell'asse X), con moltiplicatore di forza di piano *m*.

Un ulteriore parametro booleano opzionale può indicare, quando assegnato a **true**, se assumere, per il calcolo dell'eccentricità, il massimo valore tra le due dimensioni ortogonali della struttura.

Ad esempio, per generare i torcenti di piano su una nuova condizione "Torcenti", per uno spostamento del 5% in direzione Y e moltiplicatore 0.1:

```
_lc.torque( 'Torcenti', math.pi/2, 5, 0.1 )
```

Per ulteriori dettagli su questa funzione si rimanda al manuale dei plugin di Nòlian, sezione **"Torcenti di piano"**.

## **`_lc.type( n )`**

Restituisce il nome del tipo della condizione di carico specificata. Il nome può essere **\_lt.undefined** se il tipo non è stato definito.

## Gestione dei tipi di carico

Le funzioni della libreria `_lt` permettono l'aggiunta, la rimozione e la modifica dei tipi di carico.

### `_lt.add( n )`

Aggiunge un tipo di carico gravitazionale permanente con parametri tutti nulli e con il nome specificato.

Un secondo parametro opzionale può essere una tabella contenente i parametri da assegnare al nuovo tipo, secondo il formato descritto in `_lt.getdesc( n )`.

### `_lt.del( n )`

Elimina il tipo di carico con il nome specificato.

### `_lt.getdesc( n )`

Restituisce una tabella contenente i parametri del tipo di carico con il nome specificato o `nil` se il tipo di carico non è stato definito. La tabella contiene i seguenti elementi:

<b>type</b>	tipo di carico, uno tra i valori:
	<code>_lt.permanent</code> carico permanente
	<code>_lt.variable</code> carico variabile
	<code>_lt.not_conc_variable</code> carico variabile non concorrente
	<code>_lt.seismic</code> carico sismico
	<code>_lt.seismic_related</code> carico sismico correlato
<b>gravitational</b>	flag booleano con valore <code>true</code> se il carico è gravitazionale
<b>gamma_unf</b>	valore del gamma sfavorevole
<b>gamma_seismic_unf</b>	valore del gamma sismico sfavorevole
<b>psi_0, psi_1, psi_2, psi_2_seismic</b>	valori di psi0, psi1, psi2 e psi2 sismico
<b>phi</b>	valore del coefficiente di correlazione phi

## **`_lt.list( )`**

Restituisce un array di nomi dei tipi di carico definiti.

## **`_lt.set( n, p )`**

Imposta i parametri del tipo di carico di nome *n* in base a quelli contenuti nella tabella *p*.

La tabella *p* può definire uno o più parametri tra quelli descritti in `_lt.getdesc( n )`. Tutti i parametri non specificati restano immutati.

## **Gestione dei metamateriali**

Le funzioni della libreria `_mm` permettono l'aggiunta, la rimozione, la modifica e l'interrogazione dei metamateriali.

## **`_mm.get_available_types( )`**

Restituisce una tabella con i nomi dei possibili tipi di metamateriale.

## **`_mm.get_names( type )`**

Restituisce una tabella con i nomi dei metamateriali definiti. Il parametro 'type' è opzionale e serve a limitare l'elenco al tipo specificato.

## **`_mm.create( name, type )`**

Crea un nuovo metamateriale con nome e tipo specificati.

## **`_mm.delete( name )`**

Distrukge il metamateriale specificato.

## **`_mm.get_properties( name )`**

Restituisce una tabella con le proprietà del metamateriale specificato.

## **`_mm.set_properties( name, values )`**

Assegna le proprietà del metamateriale specificato ricavandole dalla tabella fornita. Ad esempio:

```
new_props = { }
```

```
new_props["Copriferro"] = 2
new_props["Interferro"] = 3

_mm.set_properties("Materiale di test", new_props)
```

## Analisi del modello

La libreria `_a` contiene tutte le funzioni per la configurazione e l'esecuzione delle analisi offerte da Nòlian.

### `_a.acceleration( i )`

Restituisce l'accelerazione spettrale della condizione dinamica di indice specificato. Il valore restituito è una tabella in cui le componenti dell'accelerazione sono indicizzate con le chiavi **x**, **y** e **z**.

### `_a.buckling( cc )`

Avvia l'analisi di instabilità. Il parametro può essere il nome di una singola condizione di carico oppure un array di nomi delle condizioni di carico per cui effettuare l'analisi non lineare.

### `_a.damping( )`

Restituisce una tabella con i seguenti valori dei parametri degli smorzamenti modali:

**damping**      valore predefinito dello smorzamento

**alpha, beta**      fattori di Rayleigh per la massa e per la rigidezza

**method**      metodo di combinazione, uno tra i seguenti:

`_a.comb_srss`      metodo SRSS

`_a.comb_cqc`      metodo CQC (secondo EuroCodice 8)

`_a.comb_cqc_asce`      metodo CQC (secondo ASCE)

### `_a.dynamic( )`

Avvia l'analisi dinamica lineare.

Se viene specificato un parametro, esso deve indicare il nome di una condizione di carico per cui effettuare l'analisi dinamica con effetti del secondo ordine.

## **`_a.eignum( )`**

Restituisce il numero massimo di autovalori che viene calcolato nelle analisi dinamiche.

## **`_a.enabledmasses( )`**

Restituisce i flag di abilitazione delle masse per l'analisi dinamica, sotto forma di tabella di valori booleani con chiavi **x**, **y** e **z**.

## **`_a.factormethod( )`**

Restituisce un valore corrispondente al metodo di fattorizzazione utilizzato dalle analisi, uno tra i seguenti:

<code>_a.fact_skyline</code>	fattorizzazione Skyline
<code>_a.fact_sparse_ic</code>	fattorizzazione Sparse In-Core
<code>_a.fact_sparse_ooc</code>	fattorizzazione Sparse Out-Of-Core

## **`_a.secordeffects( )`**

Restituisce **true** se il calcolo degli effetti del secondo ordine è abilitato, **false** altrimenti.

## **`_a.setacceleration( i, a )`**

Imposta l'accelerazione spettrale della condizione dinamica di indice *i*.

*a* deve essere una tabella in cui le componenti dell'accelerazione sono specificate con chiavi **x**, **y** e **z** o un array in cui le componenti sono espresse in ordine. Le componenti non specificate sono assunte nulle.

## **`_a.setdamping( p )`**

Imposta i parametri degli smorzamenti modali in base a quelli specificati nel parametro, una tabella che può definire uno o più elementi tra quelli descritti in [\\_a.damping\( \)](#). I parametri non specificati non vengono modificati.

## **`_a.seteignum( n )`**

Imposta il numero massimo di autovalori da calcolare nelle analisi dinamiche.

## **`_a.setenabledmasses( e )`**

Imposta i flag di abilitazione delle masse per l'analisi dinamica.

Il parametro è una tabella che definisce uno o più valori booleani con chiavi **x**, **y** e **z**. I parametri non specificati non vengono modificati.

Ad esempio, per abilitare solo le masse lungo X e lungo Y:

```
_a.setenabledmasses( {x=true, y=true, z=false} )
```

## **`_a.setfactormethod( m )`**

Imposta il metodo di fattorizzazione da utilizzare nelle analisi. Il parametro deve essere uno dei valori descritti in [\\_a.factormethod\(\)](#).

## **`_a.setsecondeffects( f )`**

Imposta il flag di abilitazione del calcolo degli effetti del secondo ordine al valore booleano specificato.

## **`_a.setspectrumname( i, n )`**

Imposta il nome dello spettro assegnato alla condizione dinamica di indice *i*.

*n* può essere il nome dello spettro oppure **nil** se si vuole disattivare la condizione.

## **`_a.spectrumname( i )`**

Restituisce il nome dello spettro assegnato alla condizione dinamica di indice specificato, oppure **nil** se la condizione non è attiva.

## **`_a.static( )`**

Avvia l'analisi statica.

# **Interrogazione dei risultati**

La libreria `_r` contiene funzioni per l'interrogazione dei risultati delle analisi effettuate.

## **`_r.analyses( )`**

Restituisce un array di tabelle che descrivono le analisi effettuate. Ogni tabella ha il seguente formato:

<b>key</b>	identificatore numerico dell'analisi
<b>name</b>	nome dell'analisi
<b>phase</b>	identificatore numerico della fase a cui l'analisi si riferisce



**comment** descrizione dell'analisi effettuata

**type** tipo dell'analisi effettuata, uno tra i seguenti valori:

<b>analysis_combination</b>	combinazione di risultati definita dall'utente
<b>analysis_static_linear</b>	analisi statica lineare
<b>analysis_static_NL_frame</b>	analisi statica non lineare per telai
<b>analysis_static_NL_incremental</b>	analisi statica elasto-plastica o incrementale
<b>analysis_dynamic_spectral</b>	analisi dinamica spettrale
<b>analysis_dynamic_seismic_NL</b>	analisi dinamica sismica non lineare con effetti del secondo ordine
<b>analysis_timehistory_wilson</b>	analisi con time-history di Wilson
<b>analysis_timehistory_newmark</b>	analisi con time-history di Newmark
<b>analysis_buckling</b>	analisi di instabilità
<b>analysis_capacity</b>	analisi di capacità
<b>analysis_ee_static</b>	analisi Earthquake Engineering statica
<b>analysis_ee_incremental</b>	analisi Earthquake Engineering incrementale
<b>analysis_ee_transient</b>	analisi Earthquake Engineering in transitorio
<b>analysis_ee_capacity</b>	analisi Earthquake Engineering di capacità
<b>analysis_ee_modal</b>	analisi Earthquake Engineering modale
<b>analysis_ee_ida</b>	analisi Earthquake Engineering IDA
<b>analysis_ee_vulnerability</b>	analisi Earthquake Engineering di vulnerabilità

## **\_r.analysisinfo( )**

Restituisce una tabella contenente alcune informazioni generiche sull'analisi corrente. La tabella contiene i seguenti elementi:

<b>halfband</b>	larghezza della semibanda della matrice di rigidezza
<b>equations</b>	numero di equazioni
<b>blocks</b>	numero di blocchi
<b>blocks_equations</b>	numero di equazioni in ogni blocco
<b>norm</b>	zero algoritmico
<b>time</b>	tempo impiegato per l'analisi, in secondi

L'analisi corrente può essere cambiata con la funzione [\\_r.useanalysis\( a \)](#).

## **\_r.combine( p, n )**

Genera una combinazione dei risultati specificati nei parametri.

Il primo parametro deve essere una tabella in cui ogni elemento è a sua volta una tabella che descrive un set di risultati ed il relativo moltiplicatore da utilizzare nella combinazione, secondo uno dei seguenti formati:

- **array di tre valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; terzo è il moltiplicatore; la fase a cui si riferisce il set si sottintende quella corrente;
- **array di quattro valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; il terzo è l'indice della fase a cui il set si riferisce (0 per le combinazioni); il quarto è il moltiplicatore;
- **mappa di valori:** il moltiplicatore deve avere chiave **multiplier**; devono essere definite le chiavi **name**, **analysis\_type** **phase** (se la fase non è specificata, viene sottintesa quella corrente).

Il tipo di analisi per un set di risultati può essere specificato con uno dei valori enumerati restituiti da [\\_r.analyses\( \)](#).

Il secondo parametro indica il nome da utilizzare per il nuovo set di risultati creato per combinazione.

Ad esempio per generare una combinazione di spostamenti a partire da due blocchi di risultati, identificati in modo diverso:

```
_r.combine(  
  -- array di tre valori  
  {"#1", _r.analysis_static_linear, 0.85} },  
  -- mappa nome e tipo blocco risultati e moltiplicatore  
  {name="#3", analysis_type=_r.analysis_static_linear, multiplier=0.3} },
```

```
"COMB1")
```

## **`_r.critmult( )`**

Restituisce il valore del moltiplicatore critico calcolato nell'analisi di instabilità corrente (impostabile con [\\_r.useanalysis\( a \)](#)).

## **`_r.displ( i )`**

Restituisce gli spostamenti del nodo di indice specificato memorizzati nel set di risultati corrente (impostabile con [\\_r.usedisplacements\( s \)](#)).

Viene restituita una tabella che definisce i seguenti valori:

**tx, ty, tz** spostamento del nodo in direzione x, y e z

**rx, ry, rz** rotazione del nodo intorno ad x, y e z

Un primo parametro aggiuntivo può indicare l'identificatore numerico o il nome del set di risultati da cui leggere gli spostamenti.

## **`_r.displacements( )`**

Restituisce un array di tabelle che descrivono i set di risultati di tipo spostamenti disponibili. Ogni tabella ha il seguente formato:

<b>key</b>	identificatore numerico del set di risultati
<b>name</b>	nome del set di risultati
<b>phase</b>	identificatore numerico della fase a cui i risultati si riferiscono
<b>comment</b>	descrizione del set di risultati
<b>analysis_type</b>	tipo dell'analisi che ha generato il set di risultati, uno tra i valori descritti in <a href="#">_r.analyses( )</a>
<b>size</b>	numero di risultati del set
<b>visible</b>	flag booleano di visibilità del set di risultati

## **\_r.eigvalues( )**

Restituisce un array ordinato degli autovalori calcolati nell'analisi dinamica corrente (impostabile con [\\_r.useanalysis\( a \)](#)).

## **\_r.genenvelope( p, e, t, n )**

Genera gli involuipi dei risultati specificati nei parametri.

Il primo parametro deve essere una tabella in cui ogni elemento descrive un set di risultati da utilizzare nella combinazione, secondo uno dei seguenti formati:

- **array di due valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; la fase a cui si riferisce il set si sottintende quella corrente;
- **array di tre valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; terzo è l'indice della fase a cui il set si riferisce (0 per le combinazioni);
- **mappa di valori:** devono essere definite le chiavi **name**, **analysis\_type** e **phase** (se la fase non è specificata, viene sottintesa quella corrente).

Il tipo di analisi per un set di risultati può essere specificato con uno dei valori enumerati restituiti da [\\_r.analysises\( \)](#).

Il secondo parametro indica il tipo di elementi su cui effettuare la combinazione e deve assumere uno dei valori [\\_r.elem\\_mono](#), [\\_r.elem\\_shell](#) o [\\_r.elem\\_brick](#) a seconda che si vogliano combinare i risultati per elementi monodimensionali in genere (travi in particolare), guscio o brick rispettivamente.

Il terzo parametro indica il valore di sforzo su cui eseguire l'involuppo ed è una stringa tra le seguenti, a seconda del tipo di elemento specificato nel parametro precedente:

- **N, Ty, Tz, Mx, My, Mz:** per le travi;
- **Nx, Ny, Nxy, Mx, My, Mxy:** per gli elementi guscio;
- **Sx, Sy, Sz, Sxy, Sxz, Syz:** per gli elementi brick.

Il quarto parametro indica il prefisso da utilizzare per i nomi dei nuovi set di risultati creati per combinazione.

Ad esempio per creare gli involuipi degli sforzi di taglio Z delle travi dei primi due set di risultati disponibili, potrebbe essere utilizzata l'istruzione:

```
_r.genstressenvelope({{'#1', _r.analysis_static_linear},
                    {'#2', _r.analysis_static_linear}},
                    _r.elem_mono, 'Tz', 'env')
```

Questa istruzione genera il set di spostamenti **env** e i set di sforzi **env\_PL**, **env\_PR**, **env\_NL** e **env\_NR**, relativi a involuipi positivi (P) o negativi(N) sull'estremo sinistro (L) o destro (R) delle travi.

## **\_r.modaldamping( )**

Restituisce i fattori di smorzamento calcolati nell'analisi dinamica corrente (impostabile con [\\_r.useanalysis\( a \)](#)).

Viene restituito un array di tabelle, una per ogni modo di vibrare calcolato. Ogni tabella definisce i seguenti valori:

<b>mode</b>	indice del modo di vibrare
<b>damping</b>	fattore di smorzamento modale
<b>participation_x, participation_y, participation_z</b>	coefficienti di partecipazione lungo x, y e z

## **\_r.modaldispl( m, i )**

Restituisce gli spostamenti modali (l'autovettore) calcolati nell'analisi dinamica corrente (impostabile con [\\_r.useanalysis\( a \)](#)) relativi al modo *m* e al nodo *i*.

Viene restituita una tabella che definisce i seguenti valori:

<b>tx, ty, tz</b>	spostamento del nodo lungo x, y e z
<b>rx, ry, rz</b>	rotazione del nodo intorno x, y e z

## **\_r.perccombine( m, p, i, n )**

Genera le combinazioni percentuali dei risultati specificati nei parametri.

Il primo parametro è il moltiplicatore percentuale da utilizzare. Ad esempio specificare 0.3 per una combinazione al 30%.

Il secondo parametro deve essere una tabella in cui ogni elemento descrive un set di risultati da utilizzare nella combinazione, secondo uno dei seguenti formati:

- **array di due valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; la fase a cui si riferisce il set si sottintende quella corrente;
- **array di tre valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; terzo è l'indice della fase a cui il set si riferisce (0 per le combinazioni);
- **mappa di valori:** devono essere definite le chiavi **name**, **analysis\_type** e **phase** (se la fase non è specificata, viene sottintesa quella corrente).

Il tipo di analisi per un set di risultati può essere specificato con uno dei valori enumerati restituiti da [\\_r.analysises\( \)](#).

Il terzo parametro deve rispettare lo stesso formato del precedente per indicare gli eventuali set di risultati da utilizzare con sola inversione di segno e non in percentuale. Può essere una tabella vuota o il valore **nil** se non vanno considerati set con sola inversione di segno.

Il quarto parametro indica il prefisso del nome da utilizzare per i nuovi set di risultati creati per combinazione.

Ad esempio per generare una combinazione percentuale (30%) di spostamenti a partire da due blocchi di risultati, identificati in diversi modi, non considerando blocchi con sola inversione:

```

_r.perccombine(0.3,
  -- array di due valori
  {"#1", _r.analysis_static_linear} },
  -- mappa nome e tipo blocco risultati
  {name="#2", analysis_type=_r.analysis_static_linear} },
  nil,)
"COMB_PERC")

```

## **\_r.periods( )**

Restituisce un array ordinato dei periodi propri calcolati nell'analisi dinamica corrente (impostabile con [\\_r.useanalysis\( a \)](#)).

## **\_r.reaction( i )**

Restituisce i residui calcolati per il nodo di indice specificato nell'analisi corrente (impostabile con [\\_r.useanalysis\( a \)](#)).

Viene restituita una tabella che definisce i seguenti valori:

**fx, fy, fz**      componenti della forza nodale di reazione lungo x, y e z

**mx, my, mz**      componenti del momento di reazione intorno x, y e z

## **\_r.relmass( )**

Restituisce le masse modali relative calcolate nell'analisi dinamica corrente (impostabile con [\\_r.useanalysis\( a \)](#)).

Viene restituito un array di tabelle, una per ogni modo di vibrare calcolato. Ogni tabella definisce i seguenti valori:

**mode**      indice del modo di vibrare

**x, y, z**      massa modale attiva lungo x, y e z

**s**          valutazione sintetica della massa attiva per il modo

L'ultimo elemento dell'array restituito è una tabella che definisce i seguenti valori:

**mode**      ha sempre valore "**total**"

**sx, sy, sz**      somma di tutte le masse modali calcolate lungo x, y e z

**ss**          somma di tutte le valutazioni sintetiche della massa attiva calcolate

Per ulteriori dettagli sul significato dei valori restituiti, si rimanda al manuale teorico di Nòlian.

## **`_r.srsscombine( p, n )`**

Genera la combinazione SRSS dei risultati specificati nei parametri.

Il primo parametro deve essere una tabella in cui ogni elemento descrive un set di risultati da utilizzare nella combinazione, secondo uno dei seguenti formati:

- **array di due valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; la fase a cui si riferisce il set si sottintende quella corrente;
- **array di tre valori:** il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; terzo è l'indice della fase a cui il set si riferisce (0 per le combinazioni);
- **mappa di valori:** devono essere definite le chiavi **name**, **analysis\_type** e **phase** (se la fase non è specificata, viene sottintesa quella corrente).

Il tipo di analisi per un set di risultati può essere specificato con uno dei valori enumerati restituiti da `_r.analysises( )`.

Il secondo parametro indica il nome da utilizzare per il nuovo set di risultati creato per combinazione.

Ad esempio per generare una combinazione SRSS di spostamenti a partire da due blocchi di risultati, identificati in modo diverso:

```
_r.srsscombine(  
  -- array di due valori  
  {"#1", _r.analysis_static_linear} },  
  -- mappa nome e tipo blocco risultati  
  {name="#2", analysis_type=_r.analysis_static_linear} },  
  "COMB_SRSS")
```

## **`_r.stress( i )`**

Restituisce gli sforzi o le tensioni dell'elemento di indice specificato memorizzati nel set di risultati corrente (impostabile con `_r.usestresses( s )`).

Viene restituito un array di tabelle, una per ogni vertice dell'elemento. Ogni tabella contiene gli sforzi relativi ad un certo nodo dell'elemento. L'indice del nodo è indicato nella tabella con chiave **node**. I restanti valori dipendono dal tipo di elemento:

- elementi monodimensionali (asta, trave, trave rettangolare, trave poligonale, trave di fondazione):

**N, Ty, Tz**      sforzo assiale e di taglio Y e Z

**Mx, My, Mz**      momenti intorno a X, Y e Z

- boundary:

**Nx, Ny, Nz** forze secondo X, Y e Z

**Mx, My, Mz** momenti intorno a X, Y e Z

- elementi bidimensionali (guscio, deformazione piana, guscio alla Winkler):

**Nx, Ny, Nxy** tensioni X, Y e tangenziale XY

**Mx, My, Mxy** momenti intorno a X e Y e momento torcente XY

- assialsimmetrici:

**Nx, Ny, Nz, Nxy** tensioni lungo X, Y e Z e tensione tangenziale XY

- elementi solidi brick:

**Sx, Sy, Sz** tensioni lungo X, Y e Z

**Sxy, Sxz, Syz** tensioni tangenziali secondo XY, XZ e YZ

Un primo parametro aggiuntivo può indicare l'identificatore numerico o il nome del set di risultati da cui leggere gli sforzi.

## **`_r.stresses( )`**

Restituisce un array di tabelle che descrivono i set di risultati di tipo sforzi disponibili. Ogni tabella ha il seguente formato:

<b>key</b>	identificatore numerico del set di risultati
<b>name</b>	nome del set di risultati
<b>phase</b>	identificatore numerico della fase a cui i risultati si riferiscono
<b>comment</b>	descrizione del set di risultati
<b>analysis_type</b>	tipo dell'analisi che ha generato il set di risultati, uno tra i valori descritti in <a href="#">_r.analyses( )</a>
<b>load_type</b>	nome del tipo di carico associato alla condizione che ha generato il set di risultati (ved. <a href="#">Gestione dei tipi di carico</a> )
<b>size</b>	numero di risultati del set



**visible**

flag booleano di visibilità del set di risultati

## **`_r.useanalysis( a )`**

Imposta l'analisi corrente, su cui effettuare le successive interrogazioni di risultati.

Il parametro deve indicare l'identificatore numerico o il nome di una delle analisi restituite da `_r.analysises( )`.

Quando viene effettuata una analisi con una delle funzioni della libreria `_a`, viene sempre impostata l'analisi effettuata come corrente.

## **`_r.usedisplacements( s )`**

Imposta il set di risultati di tipo spostamenti corrente, su cui effettuare le successive interrogazioni.

Il parametro deve indicare l'identificatore numerico o il nome di uno dei set restituiti da `_r.displacements( )`.

## **`_r.usestresses( s )`**

Imposta il set di risultati di tipo sforzi corrente, su cui effettuare le successive interrogazioni.

Il parametro deve indicare l'identificatore numerico o il nome di uno dei set restituiti da `_r.stresses( )`.

# **Gestione dei gruppi di risultati**

Le funzioni della libreria `_rg` permettono l'aggiunta, la cancellazione e la modifica di gruppi di set di risultati.

## **`_rg.del( g )`**

Elimina il gruppo identificato dal nome specificato.

## **`_rg.get( g )`**

Restituisce tre valori: tipo, set di risultati inclusi e commento del gruppo identificato dal nome specificato.

Il tipo dei risultati è indicato da uno tra i valori `_rg.type_displacements`, `_rg.type_stresses` o `_rg.type_disp_stresses`, a seconda che il gruppo sia di spostamenti, sforzi o entrambi rispettivamente.

Il secondo valore restituito, che indica quali set di risultati fanno parte del gruppo, è un array di tabelle, ognuna che definisce i seguenti valori:

<b>results_key</b>	chiave del set di risultati, come restituita da <code>_r.displacements( )</code> o <code>_r.stresses( )</code>
<b>name</b>	nome del set di risultati
<b>analysis_type</b>	tipo di analisi che ha generato il set di risultati, uno dei valori restituiti da <code>_r.analysises( )</code>
<b>phase</b>	indice della fase a cui il set di risultati si riferisce

## **\_rg.list( t )**

Restituisce un array di nomi dei gruppi di risultati del tipo specificato definiti.

Il parametro deve indicare uno tra i valori **\_rg.type\_displacements**, **\_rg.type\_stresses** o **\_rg.type\_disp\_stresses**, a seconda che si desideri l'elenco di gruppi di spostamenti, sforzi o entrambi rispettivamente.

## **\_rg.rename( v, n )**

Imposta ad *n* il nome del gruppo *v*.

## **\_rg.set( s, t, r )**

Aggiunge o modifica un gruppo di risultati.

Il primo parametro è il nome del gruppo da aggiungere o modificare.

Il secondo parametro è uno tra i valori **\_rg.type\_displacements**, **\_rg.type\_stresses** o **\_rg.type\_disp\_stresses**, a seconda che gruppo debba essere di spostamenti, sforzi o entrambi rispettivamente.

Il terzo parametro è una tabella che indica i set di risultati che fanno parte del gruppo, in cui ogni elemento rispetta uno dei seguenti formati:

- **un singolo numero** che indica la chiave del set di risultati (restituita ad esempio dalle funzioni [\\_r.displacements\( \)](#) o [\\_r.stresses\( \)](#));
- **array di due valori**: il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; la fase a cui si riferisce il set si sottintende quella corrente;
- **array di tre valori**: il primo è il nome del set di risultati; il secondo è il tipo di analisi che ha generato il set di risultati; terzo è l'indice della fase a cui il set si riferisce (0 per le combinazioni);
- **mappa di valori**: devono essere definite le chiavi **name**, **analysis\_type** e **phase** (se la fase non è specificata, viene sottintesa quella corrente).

Un quarto parametro di tipo stringa, opzionale, può indicare il commento associato al gruppo.

## **Ambiente Earthquake Engineering**

La libreria **\_ee** contiene funzioni per la gestione di alcune funzionalità delle analisi disponibili dell'ambiente Earthquake Engineering.

Segue un esempio di applicazione di carichi prima gravitazionali e poi di spinta.

```
_ee.enableRestart(0,0,0)
_ee.enableDisplay(0)
_ee.setTest(_ee.test_displacements,0.0000001,100) -- imposta metodo di test di
convergenza
_ee.enableAction("push",0) -- disabilita l'azione di spinta di nome "push"
```

```

_ee.enableAction("dead",1) -- abilita l'azione gravitazionale
_ee.setMethod(_ee.method_newton_raphson) -- abilita il metodo non lineare
_ee.setIntegrator(_ee.integ_load_control,10,0.1) -- abilita l'integratore sui
passi di carico con 10 passi ad intervallo 0.1
_ee.analyze() -- esegue l'analisi
_ee.enableRestart(1,1,1) -- abilita la funzione di restart resettando il tempo
e "congelando i carichi esistenti come costanti
_ee.enableAction("push",1) -- abilita l'azione "push"
_ee.enableAction("dead",0) -- disabilita l'azione "dead"
_ee.setIntegrator(_ee.integ_disp_control,2,0,100,0.0002) -- attiva
l'integratore con controllo di spostamento con 100 passi da 0.0002
_ee.enableDisplay(1) -- abilita la visualizzazione dei diagrammi
_ee.analyze() -- esegue l'analisi
_ee.enableRestart(0,0,0) -- ripristina lo stato di restart

```

## **\_ee.analyze( )**

Esegue l'analisi con i parametri impostati.

## **\_ee.setMethod( method )**

Attiva il metodo di analisi voluto. Il parametro *method* può assumere il valore:

Il parametro *v* può assumere uno tra i seguenti valori:

<code>_ee.method_linear</code>	lineare
<code>_ee.method_newton_raphson</code>	Newton-Raphson
<code>_ee.method_newton_raphson_line_search</code>	Newton-Raphson con line search

## **\_ee.setIntegrator( integrator, ... )**

Attiva l'integratore assegnato con il parametro *integrator*. Seguono un numero diverso di parametri dipendenti dall'integratore scelto.

<code>_ee.integ_modal</code>	modale
<code>num_eigenvalues</code>	numero di autovalori
<code>_ee.integ_load_control</code>	controllo di carico
<code>num_iterations</code>	

	numero di iterazioni
<i>increment</i>	incremento di carico ad ogni iterazione
<b>_ee.integ_disp_control</b>	controllo di spostamento
<i>num_iterations</i>	numero di iterazioni
<i>increment</i>	incremento di spostamento ad ogni iterazione
<i>node</i>	indice del nodo di controllo
<i>dof</i>	codice del grado di libertà (0=tx.. etc.)
<b>_ee.integ_arc_length</b>	controllo lunghezza arco
<i>num_iterations</i>	numero di iterazioni
<i>arc_length</i>	lunghezza d'arco
<i>alpha</i>	parametro "Alfa"
<b>_ee.integ_transient</b>	transitorio
<i>num_iterations</i>	numero di iterazioni
<i>time_interval</i>	durata temporale del passo

## **\_ee.setTest( kind, tolerance, max\_iterations )**

Test di convergenza da impiegare. Il parametro *kind* può assumere i valori:

<b>_ee.test_balance</b>	equilibrio
<b>_ee.test_displacements</b>	spostamenti
<b>_ee.test_energy</b>	energia

Il parametro *tolerance* indica la soglia di tolleranza.

Il parametro *max\_iterations* indica il numero di iterazioni massimo prima di interrompere l'analisi se il test non è soddisfatto

## **`_ee.enableAction( name, val )`**

Attiva o disattiva, in funzione del valore del parametro booleano *val* l'azione indicata con il nome specificato nel parametro *name*

## **`_ee.enableRestart( val, time, freezeload )`**

Attiva o disattiva la funzione di restart. *val* 0 disattiva, 1 attiva. Il parametro *time* se 1 resetta il tempo dei diagrammi a 0, altrimenti lo lascia inalterato. Il parametro *freezeload* lascia invariato lo stato di carico al restart.

## **`_ee.enableDisplay( val )`**

Attiva o disattiva la presentazione dei diagrammi dei risultati a fine analisi. *val* 0 la disattiva. Se si lascia attiva, al termine di un'analisi viene presentato il dialogo dei risultati e per continuare lo script occorre chiudere il dialogo.

# **Interazione tramite finestre di dialogo**

Attraverso le funzioni della libreria `_dlg` è possibile mostrare all'utente delle finestre di dialogo personalizzate oppure aprire uno dei dialoghi predefiniti di Nòlian.

La maggior parte delle funzioni qui descritte mostrano all'utente un dialogo preconfigurato per l'inserimento di un certo tipo di valore (un numero o un breve testo, oppure una risposta di tipo Sì / No) oppure per la presentazione di un certo tipo di dati (spostamenti, sforzi...). È poi possibile generare dei moduli personalizzati da presentare all'utente per indicare più parametri contemporaneamente o semplicemente per mostrare un'interfaccia diversa da quella delle funzioni standard (ved [\\_dlg.do\\_form\( f \)](#)).

## **`_dlg.ask( s, t )`**

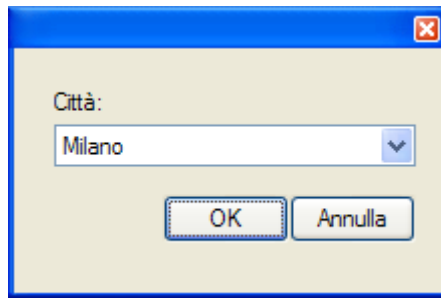
Mostra all'utente un dialogo con etichetta *s* per la scelta di una tra le opzioni disponibili nella tabella di stringhe *t*.

Se l'utente sceglie OK, viene restituita la stringa di *t* correntemente selezionata. Se l'utente esce con Annulla, viene restituito `nil`.

Ad esempio con la chiamata:

```
_dlg.ask('Città:', { 'Roma', 'Milano', 'Napoli' })
```

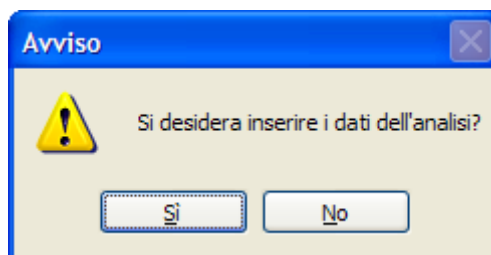
viene mostrato il seguente dialogo, in cui le tre scelte specificate sono disponibili nel menu a tendina centrale:



## **`_dlg.ask_yesno( s )`**

Mostra all'utente un dialogo di avviso con il testo del parametro `s` e permette la scelta tra un bottone Sì e un bottone No.

Viene restituito **true** se l'utente sceglie Sì, **false** se sceglie No.



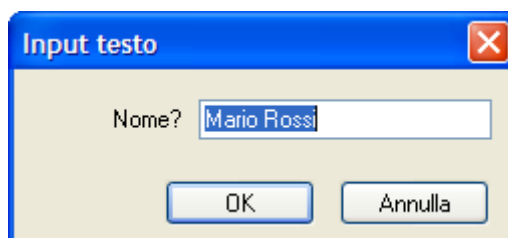
## **`_dlg.ask_text( )`**

Mostra all'utente un dialogo in cui può essere inserita una breve stringa di testo.

Il valore restituito è la stringa inserita se l'utente preme il tasto OK, il valore **nil** se preme Annulla.

Come parametro opzionale può essere specificato un breve testo come domanda per l'inserimento.

Un secondo parametro opzionale può indicare il valore predefinito della risposta.



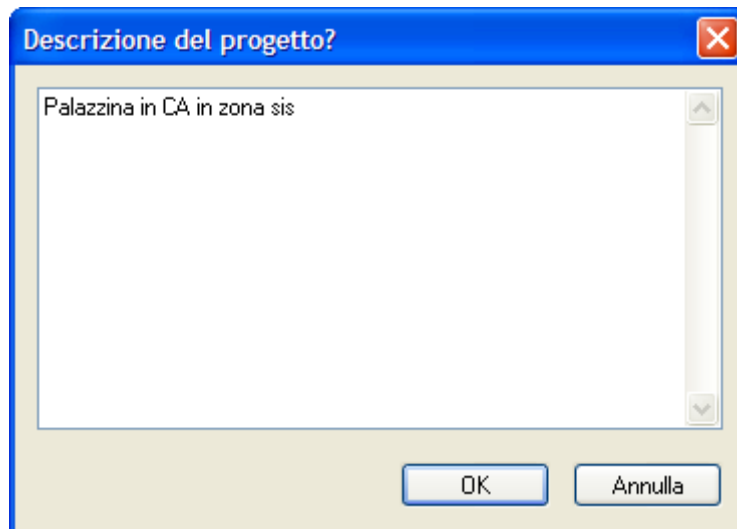
## **`_dlg.ask_text_block( )`**

Mostra all'utente un dialogo in cui può essere inserito un testo di lunghezza arbitraria.

Il valore restituito è la stringa inserita se l'utente preme il tasto OK, il valore **nil** se preme Annulla.

Come parametro opzionale può essere specificato un breve testo come titolo del dialogo.

Un secondo parametro opzionale può indicare il valore predefinito della risposta.



## **`_dlg.ask_number( s )`**

Mostra all'utente un dialogo in cui può essere inserito un valore numerico.

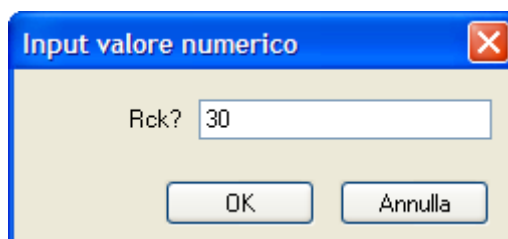
Il valore restituito è il numero inserito se l'utente preme il tasto OK, il valore **nil** se preme Annulla.

Il parametro *s* può essere un breve testo usato come domanda per l'inserimento.

Come secondo parametro opzionale può essere specificato il valore predefinito della risposta.

Un terzo e un quarto parametro opzionali possono indicare i valori rispettivamente minimo e massimo per cui il numero è considerato valido. Se il numero inserito dall'utente è al di fuori dei limiti consentiti, il tasto OK viene reso grigio.

Un quinto parametro opzionale booleano indica se il valore deve essere intero (quando è **true**) o può essere un qualunque numero reale (quando il parametro è **false**).



## **`_dlg.ask_file( )`**

Mostra il dialogo standard di apertura file affinché l'utente ne scelga uno.

Il valore restituito è il percorso del file scelto se l'utente preme il tasto OK, il valore **nil** se preme Annulla.

Come parametro opzionale può essere specificato un breve testo come titolo del dialogo.

Un secondo parametro opzionale può essere una tabella contenente la descrizione dei filtri sui file da utilizzare nel dialogo. Ogni filtro è descritto da un valore enumerato tra quelli predefiniti oppure da una tabella di due valori in cui il primo valore è una descrizione testuale ed il secondo è un filtro wildcard del tipo `"*.ext"`. I filtri predefiniti disponibili come valori enumerati sono:

<code>_dlg.filter_allfiles</code>	filtro su tutti i file, andrebbe di norma sempre inserito come ultimo elemento della tabella dei filtri ed è quello predefinito quando non viene specificato alcun filtro
<code>_dlg.filter_textfiles</code>	filtro su tutti i file con estensione TXT, ovvero lo standard per file di testo non formattato
<code>_dlg.filter_nolian</code>	filtro su tutti i file con estensione SAP, ovvero lo standard per i file creati da Nòlian e dai suoi post-processor

## **`_dlg.ask_spectrum( )`**

Mostra il dialogo per la generazione di uno spettro di risposta.

In uscita i parametri vengono inseriti in una tabella che viene restituita dalla funzione se l'utente preme il bottone OK. Se l'utente preme invece Annulla viene restituito il valore **nil**.

Un parametro di tipo stringa opzionale può indicare il testo da utilizzare per il titolo della finestra.

La struttura restituita può essere utilizzata ad esempio dalla funzione [calc\\_spectrum\( t \)](#) alla cui documentazione si rimanda per la descrizione della struttura stessa.

## **`_dlg.combinations( )`**

Mostra il dialogo per la formazione di combinazioni di risultati.

## **`_dlg.damping( )`**

Mostra il dialogo delle opzioni del damping per l'analisi dinamica.

## **`_dlg.displacements( i )`**

Mostra il dialogo degli spostamenti per il nodo con l'indice specificato.

## **`_dlg.do_form( f )`**

Interpreta lo script passato come parametro secondo la sintassi descritta nel paragrafo seguente "Sintassi per i moduli" e genera un dialogo che contiene il modulo di inserimento generato dall'interpretazione.

Viene restituito il valore relativo al bottone premuto in uscita dal modulo o **nil** se si è usciti con un bottone di tipo *cancel*.

## **`_dlg.dynoptions( )`**

Mostra il dialogo delle opzioni per l'analisi dinamica.



## **\_dlg.elemaux( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione dei dati ausiliari agli elementi selezionati. Se viene specificato come parametro l'indice d un elemento o un array di indici di elementi, il dialogo si riferirà agli elementi corrispondenti.

## **\_dlg.elemlayer( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione dei layer agli elementi selezionati.

Se viene specificato come parametro l'indice di un elemento o un array di indici di elementi, il dialogo si riferirà agli elementi corrispondenti.

## **\_dlg.elemloads( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione dei carichi agli elementi selezionati.

Se viene specificato come parametro l'indice di un elemento o un array di indici di elementi, il dialogo si riferirà agli elementi corrispondenti.

## **\_dlg.elemmass( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione delle masse agli elementi selezionati.

Se viene specificato come parametro l'indice di un elemento o un array di indici di elementi, il dialogo si riferirà agli elementi corrispondenti.

## **\_dlg.elemtype( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione delle caratteristiche degli elementi selezionati.

Se viene specificato come parametro l'indice di un elemento o un array di indici di elementi, il dialogo si riferirà agli elementi corrispondenti.

## **\_dlg.layers( )**

Mostra il dialogo dei layer.

## **\_dlg.loadconditions( )**

Mostra il dialogo delle condizioni di carico.

## **\_dlg.loadconversion( )**

Mostra il dialogo per la conversione dei carichi in massa.

## **\_dlg.loadtypes( )**

Mostra il dialogo per la configurazione dei tipi di carico.

## **\_dlg.materials( )**

Mostra il dialogo dei materiali.

## **\_dlg.nodeforce( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione delle forze ai nodi selezionati.

Se viene specificato come parametro l'indice di un nodo o un array di indici di nodi, il dialogo si riferirà ai nodi corrispondenti

## **\_dlg.nodemass( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione delle masse ai nodi selezionati.

Se viene specificato come parametro l'indice di un nodo o un array di indici di nodi, il dialogo si riferirà ai nodi corrispondenti

## **\_dlg.periods( )**

Mostra il dialogo dei periodi propri.

## **\_dlg.phases( )**

Mostra il dialogo delle fasi.

## **\_dlg.plot( )**

Mostra il dialogo per la rappresentazione dei grafici.

## **\_dlg.resgroups( )**

Mostra il dialogo per la configurazione dei gruppi di risultati.

## **\_dlg.restraints( )**

Mostra il dialogo per l'assegnazione dei vincoli ai nodi selezionati.

Se viene specificato come parametro l'indice di un nodo o un array di indici di nodi, il dialogo si riferirà ai nodi corrispondenti

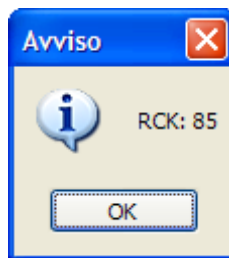
## **`_dlg.show_msg( s )`**

Mostra all'utente il messaggio di avviso *s* durante l'elaborazione. Può essere utile per dare la possibilità di verificare durante l'elaborazione il valore di una o più variabili.

Ad esempio il codice:

```
_dlg.show_msg('RCK: ' .. rck )
```

produce durante l'elaborazione un dialogo come quello in figura:



## **`_dlg.stresses( i )`**

Mostra il dialogo degli sforzi per l'elemento con l'indice specificato.

## **`_dlg.userviews( )`**

Mostra il dialogo delle viste utente.

## **Sintassi per i moduli**

Un modulo (o form) può essere utilizzato per gestire una interazione con l'utente in cui possano essere definiti più valori contemporaneamente o possa essere meglio curato l'aspetto grafico rispetto ai dialoghi standard per la richiesta di valori.

I moduli vengono generati dalla funzione `_dlg.do_form( f )`, in base alla definizione fornita dall'utente secondo una particolare sintassi molto simile a quella HTML per i form e che viene descritta di seguito.

La descrizione di un modulo è formata da una combinazione di testo semplice e controlli. Il testo semplice viene inserito direttamente nel modulo; i controlli vengono inseriti nel flusso del testo attraverso regole empiriche generali per la generazione dello schema finale del modulo. Ai fini dello schema finale contano in particolare alcuni controlli (ad esempio `<BR>` e `<TAB>`, ved. sotto) e le dimensioni richieste per i controlli attraverso la definizione dei loro attributi. La dimensione totale del modulo viene calcolata automaticamente in modo che esso contenga tutti i controlli definiti.

I controlli vanno definiti tra parentesi angolari, in stile HTML:

```
<tipo attributo1="valore1" ...>
```

*Tipo* è una parola chiave che definisce qual è il tipo del controllo da aggiungere. Può seguire un numero imprecisato di attributi a cui vengono assegnati dei valori per specificare delle opzioni per quel controllo. La sintassi dei moduli non è

sensibile alle maiuscole: tutti gli identificatori di tipo e attributo possono essere indifferentemente formati da lettere maiuscole o minuscole.

I tipi di controllo riconosciuti sono:

**INPUT** definisce un controllo in base all'attributo *type*. I tipi disponibili sono:

<b>static</b>	per creare un testo statico; rispetto al testo semplice ha la possibilità di avere specificata una dimensione fissa, più righe e di prendere il valore ad ogni aggiornamento da una variabile
<b>text</b>	per creare un semplice campo di testo
<b>button</b>	per creare un bottone
<b>check</b>	per creare un check box
<b>radio</b>	per creare un radio button
<b>textarea</b>	per creare un box di testo

Per i controlli di INPUT sono disponibili i seguenti attributi:

<i>name</i>	il nome del controllo; può essere il nome di una variabile a cui viene assegnato il valore inserito; nel caso dei radio button più radio button devono avere lo stesso nome per poter formare un gruppo: la variabile nominata alla fine verrà impostata coll'attributo <i>value</i> del radio button selezionato
<i>value</i>	il valore iniziale per i campi di testo oppure quello che viene assegnato alla variabile definita in <i>name</i> quando un controllo button, check o radio viene selezionato; per questi controlli il valore viene usato anche come etichetta quando è assente l'attributo <i>caption</i>
<i>caption</i>	il valore dell'etichetta dei controlli button, check e radio
<i>checked</i>	se presente questo attributo, senza valore assegnato, un checkbox o un radio button ha inizialmente il valore selezionato
<i>command</i>	il valore di questo attributo, se presente, viene eseguito come fosse una espressione di scripting quando viene cliccato un controllo button, check o radio oppure viene modificato il testo di un controllo text o textarea; l'espressione può contenere qualsiasi istruzione valida, comprese chiamate a funzione, e può contenere più istruzioni concatenate separate da punto e virgola
<i>exit</i>	se presente questo attributo, senza valore assegnato, un bottone viene considerato come di uscita dal modulo; il suo valore viene restituito come valore di ritorno della funzione
<i>cancel</i>	se presente questo attributo, senza valore assegnato, un bottone viene considerato come di annullamento dell'operazione; il valore assegnato alla variabile d'uscita è <b>nil</b>

<i>size</i>	la dimensione orizzontale del controllo, espressa in caratteri, usata per static, text, button e textarea
<i>height</i>	la dimensione verticale del controllo, espressa in caratteri, usata solo per static e textarea

**SELECT / LIST** definiscono rispettivamente un controllo di tipo combo box o di tipo lista. Le voci disponibili vanno definite attraverso l'attributo *list* oppure attraverso dei controlli interni di tipo **OPTION**. Gli attributi disponibili per questi controlli sono:

<i>name</i>	il nome della variabile a cui viene assegnato il valore selezionato
<i>value</i>	il valore inizialmente selezionato
<i>index</i>	se presente e senza valori assegnati, indica che il valore restituito deve essere l'indice della voce selezionata e non il valore dell'etichetta
<i>list</i>	definisce le voci disponibili per il controllo in un'unica stringa di espressioni divise da un simbolo di backslash '\': ad esempio il valore "a\b\c" aggiunge tre voci al controllo
<i>command</i>	il valore di questo attributo, se presente, viene eseguito come fosse una espressione di scripting ogni volta che viene selezionata una voce nel combo box o nella lista; l'espressione può contenere qualsiasi istruzione valida, comprese chiamate a funzione, e può contenere più istruzioni concatenate separate da punto e virgola
<i>size</i>	la dimensione orizzontale del controllo, espressa in caratteri
<i>height</i>	la dimensione verticale del controllo, espressa in caratteri, usata solo per la lista

Le voci del controllo possono essere definite attraverso controlli contenuti di tipo **OPTION**. La forma diventa:

```
<SELECT ...><OPTION value="a"><OPTION value="b"></SELECT>
```

In alternativa può essere usata la forma analoga:

```
<SELECT ...><OPTION>a</OPTION><OPTION>b</OPTION></SELECT>
```

Il controllo **OPTION** può avere, oltre all'attributo *value* che definisce l'etichetta e il valore assegnato alla variabile di controllo, un attributo aggiuntivo *selected*, senza valori assegnati, che indica che il valore è quello inizialmente selezionato.

**BR** è un controllo fittizio per indicare un'interruzione di linea; non ha bisogno di attributi.

**TAB** è un controllo fittizio per indicare che il controllo successivo va allineato alla tabulatura seguente; una tabulatura è qui definita come uno spazio orizzontale corrispondente ad un testo statico di quattro lettere 'M' maiuscole; può essere specificato l'attributo *size* per indicare il numero di caratteri da utilizzare invece dei quattro predefiniti.

**TITLE** è un controllo fittizio che imposta il titolo del modulo al valore dell'attributo *value*.

Alcuni caratteri sono riservati per la definizione dei controlli e non dovrebbero essere utilizzati nel testo semplice e nei valori

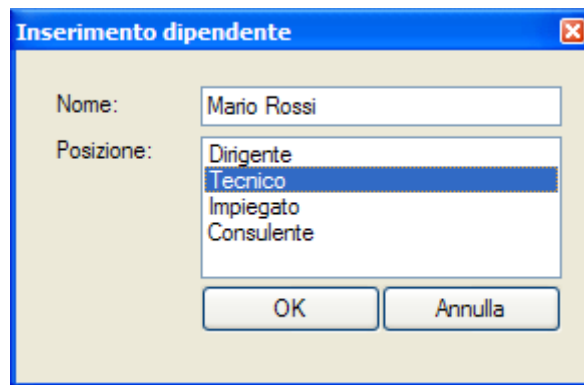
degli attributi: al loro posto vanno utilizzate le corrispondenti entità, esattamente come avviene in HTML. Le entità sono parole chiave sempre racchiuse tra una e commerciale (&) e un punto e virgola (;). I caratteri incriminati (e le corrispondenti entità tra parentesi) sono: & ( &amp; ); , < ( &lt; ); , > ( &gt; ); , " ( &quot; ); , ' ( &apos; ); .

Nei valori degli attributi dei controlli e nel testo semplice possono essere inserite espressioni introdotte dal simbolo di cancelletto '#': queste espressioni vengono interpretate dal motore di scripting e sostituite col valore calcolato. La sostituzione è la stessa descritta nel capitolo "Espressioni di scripting nel titolo", riferito ai blocchi strutturali di testo.

Le espressioni di scripting valide sono di due tipi: semplici identificatori oppure espressioni complesse. Un'espressione semplice può essere il nome di una variabile e rispetta la convenzione dei nomi vista nel capitolo "Convenzioni lessicali": in questo caso viene semplicemente sostituito il valore di quella variabile. Un'espressione complessa va racchiusa tra parentesi tonde e può contenere una o più istruzioni, riferimenti a tabella, chiamate a funzione ecc.; viene sostituita con il primo valore che essa restituisce.

Ad esempio l'espressione semplice "#var1" viene sostituita con il valore della variabile var1. L'espressione complessa "#(math.sin(math.pi/2))" viene sostituita col valore del seno a 90°. Si noti che è necessario utilizzare un'espressione complessa per accedere a valori di una tabella: è un'espressione corretta "#(v[3])", ma non "#v[3]".

Per l'attributo name è consentito solo il tipo di espressione semplice per indicare la variabile su cui viene memorizzato il valore finale del controllo. Se il nome non inizia con un cancelletto, allora il valore non viene memorizzato su alcuna variabile del motore di scripting.



Il semplice modulo rappresentato in figura è definito dalla seguente descrizione:

```
<TITLE value="Inserimento dipendente">
Nome:<tab size=8>
<INPUT type="text" name="#nome"><br />
Posizione:<tab size=8>
<LIST name="#posizione">
  <OPTION value="Dirigente">
  <OPTION value="Tecnico">
  <OPTION value="Impiegato">
  <OPTION value="Consulente">
</LIST><br />
<tab size=8><INPUT type="button" value="OK" exit>
<INPUT type="button" value="Annulla" cancel>
```

In uscita dal modulo col bottone OK, la variabile "nome" avrà valore "Mario Rossi" e la variabile "posizione" avrà valore "Tecnico".

## Esempi

Vengono qui presentati alcuni esempi di script che possono essere trovati nella cartella "Esempi Script" dell'installazione di Nòlian.

### percorso6.lua

Questo script esegue in modo semi-automatico tutte le operazioni a valle della modellazione descritte dal Percorso n. 6, preparando il modello alla verifica allo stato limite di danno in EasyBeam.

Vengono di seguito descritte le varie operazioni compiute dallo script, partendo da alcune porzioni di codice tratte dallo script.

#### Salvataggio del documento

Per eseguire l'analisi è necessario che il documento sia stato salvato su disco almeno una volta:

```
if not docpath() then save() end
```

#### Definizione tipi condizioni di carico

Va controllato che ci sia almeno una condizione di carico di tipo gravitazionale, per la conversione dei carichi in massa.

Lo script relativo ottiene l'elenco delle condizioni di carico del modello (con `_lc.list()`) e lo scorre. Per ogni condizione, ne chiede il nome del tipo (con `_lc.type( n )`) da cui risalire ai parametri del tipo (con `_lt.getdesc( n )`), in particolare per vedere se il flag **grav** ha valore **true**:

```
valid_lcs = 0
lcs = _lc.list()
for i=1, #lcs do
    local lc_desc = _lt.getdesc( _lc.type(lcs[i]) )
    if lc_desc and lc_desc.grav then
        valid_lcs = valid_lcs+1
    end
end
```

Se alla fine del ciclo il numero di condizioni valide **valid\_lcs** è nullo, chiede all'utente di definire i tipi di carico dal relativo dialogo:

```
_dlg.loadconditions()
```

#### Form per la configurazione della verifica

I parametri impostabili dall'utente vengono raccolti in un unico form, eseguito con `_dlg.do_form( f )`:

```
local lc_form = [=[
    <title value="Parametri della verifica" />
    Accelerazione di gravità:<tab size="#"( __form_t+10) ">
```

```



```

I parametri impostati sono:

- `__form_grav`, il valore dell'accelerazione di gravità (per la conversione dei carichi in massa)
- `__form_zmasses`, un flag che indica se abilitare le masse lungo Z nell'analisi dinamica
- `__form_nimpalcati`, numero di impalcati della struttura (per stabilire il numero di periodi da calcolare)
- `__form_gen_floors`, un flag che indica se determinare i piani rigidi e costruire i sistemi master–slave relativi
- `__form_zona`, zona sismica (per il calcolo dell'accelerazione sul suolo)

### Conversione dei carichi in massa

Viene utilizzata la funzione `_lc.convtomass( m, g, a )` per convertire i carichi in massa secondo la normativa e i tipi associati alle condizioni di carico, selezionando prima tutti gli elementi del modello e deselezionandoli dopo:

```

_sel.addallelems()
_lc.convtomass(nil, __form_grav, false)
_sel.clear()

```

### Impalcati rigidi

Se l'utente nel form ha attivato la generazione degli impalcati rigidi, viene eseguita la funzione `_b.buildfloors( )` per la ricerca e l'assegnazione dei sistemi master–slave in base alle masse appena calcolate: per ogni impalcato trovato viene generato un nodo master nel baricentro delle masse.

```

if __form_gen_floors then
  _b.buildfloors()
end

```

### Generazione spettro SLD e spettro SLU



Viene chiesto all'utente di specificare i parametri dello spettro da utilizzare nell'analisi dinamica attraverso la funzione `_dlg.ask_spectrum()`:

```
sp_sld = _dlg.ask_spectrum('Descrivere lo spettro SLD da utilizzare.')
```

Viene quindi forzato il tipo dello spettro a quello per lo stato limite di danno e vengono calcolati i valori con la funzione `calc_spectrum(t)`:

```
sp_sld.tipo_spettro = 'Stato limite di danno'
sp_sld = calc_spectrum(sp_sld)
```

Infine viene salvata la tabella dei valori su un file di spettro nella stessa cartella del documento, attraverso le funzioni di basso livello per l'[accesso ai file](#):

```
sld_file = docpath() .. '\\spettro_sld.txt'
io.output(sld_file)
for i, v in ipairs(sp_sld.valori) do
    io.write(string.format('%0.3f',v[1])..' '..string.format('%0.6f',v[2])..'\\n')
end
io.flush()
io.close()
```

Il processo di calcolo e salvataggio su file viene ripetuto per il tipo di spettro 'Stato limite ultimo' per generare il file 'spettro\_slu.txt'.

### Impostazione parametri analisi dinamica

Vengono impostati i parametri per l'analisi dinamica in base ai parametri indicati dall'utente, in particolare il numero di autovalori, l'abilitazione delle masse lungo Z, le accelerazioni spettrali e i file di spettro da utilizzare:

```
_a.seteignum(__form_nimpalcati*3)
_a.setenabledmasses({x=true, y=true, z=__form_zmasses})
local ags = { 0.35, 0.25, 0.15, 0.05 }
local ag_coeff = ags[__form_zona]
local val_acc = __form_grav * ag_coeff
local accel = 1
_a.setspectrumfile(accel, sld_file)
_a.setacceleration(accel, {x=val_acc})
accel = accel+1
_a.setspectrumfile(accel, sld_file)
_a.setacceleration(accel, {y=val_acc})
accel = accel+1
if __form_zmasses then
    _a.setspectrumfile(accel, sld_file)
    _a.setacceleration(accel, {z=val_acc})
    accel = accel+1
end
```

Analogamente vengono impostati l'accelerazione ed il file di spettro delle condizioni dinamiche relative allo stato limite ultimo.

### Analisi dinamica preliminare

Viene a questo punto eseguita una prima analisi dinamica con metodo di combinazione SRSS:

```
_a.setdamping({method=_a.comb_srss})
_a.dynamic()
```

Viene controllato che la massa sia stata eccitata per più dell'85%, altrimenti dà errore:

```
relmass = _r.relmass()
if relmass[#relmass].ss < 0.85 and not _dlg.ask_yesno('Nell\'analisi
preliminare la massa eccitata totale non ha superato la soglia dell\'85%.
Continuare?') then
  return
end
```

Analogamente viene controllato, attraverso la funzione **\_r.periods()**, se la differenza tra i periodi è minore del 10% e viene chiesto in tal caso se utilizzare il metodo di combinazione CQC.

### Calcolo del torcente di piano

Viene calcolato il moltiplicatore per il torcente di piano SLD in base al primo periodo calcolato nell'analisi preliminare, usato come ascissa nella funzione dello spettro:

```
local t1 = _r.periods()[1]
local sld_val = f_value(sp_sld.valori, t1)
local tcs = { A=0.4, B=0.5, C=0.5, D=0.5, E=0.8 }
local gamma = 1
if __form_nimpalcati>=3 and t1 < 2*tcs[sp_sld.terreno] then
  gamma = 0.85
end
local mult_sld = gamma * sld_val * ag_coeff
```

**f\_value** è una funzione definita dallo script che interpola i valori calcolati dello spettro per ottenere il valore nell'ascissa specificata.

Il moltiplicatore viene quindi utilizzato per calcolare il torcente di piano nella direzione più sfavorevole per uno spostamento del 5%, assegnandolo ad una nuova condizione di carico 'T\_sld' a cui viene associato il tipo predefinito 'Torcente SLD':

```
_lc.torque('T_sld', 0, 5, mult_sld, true)
_lc.settype('T_sld', 'Torcente SLD')
```

In modo analogo viene calcolato e assegnato il torcente SLU, utilizzando i valori dello spettro allo stato limite ultimo (**sp\_slu.valori**) nella chiamata a **f\_value**.

### Analisi dinamica conclusiva

Come ultimo passo lo script esegue una seconda analisi dinamica (tramite la funzione `_a.dynamic( )`) al termine della quale la struttura è pronta per la verifica allo stato limite di danno in EasyBeam.

## griglia circolare.lua

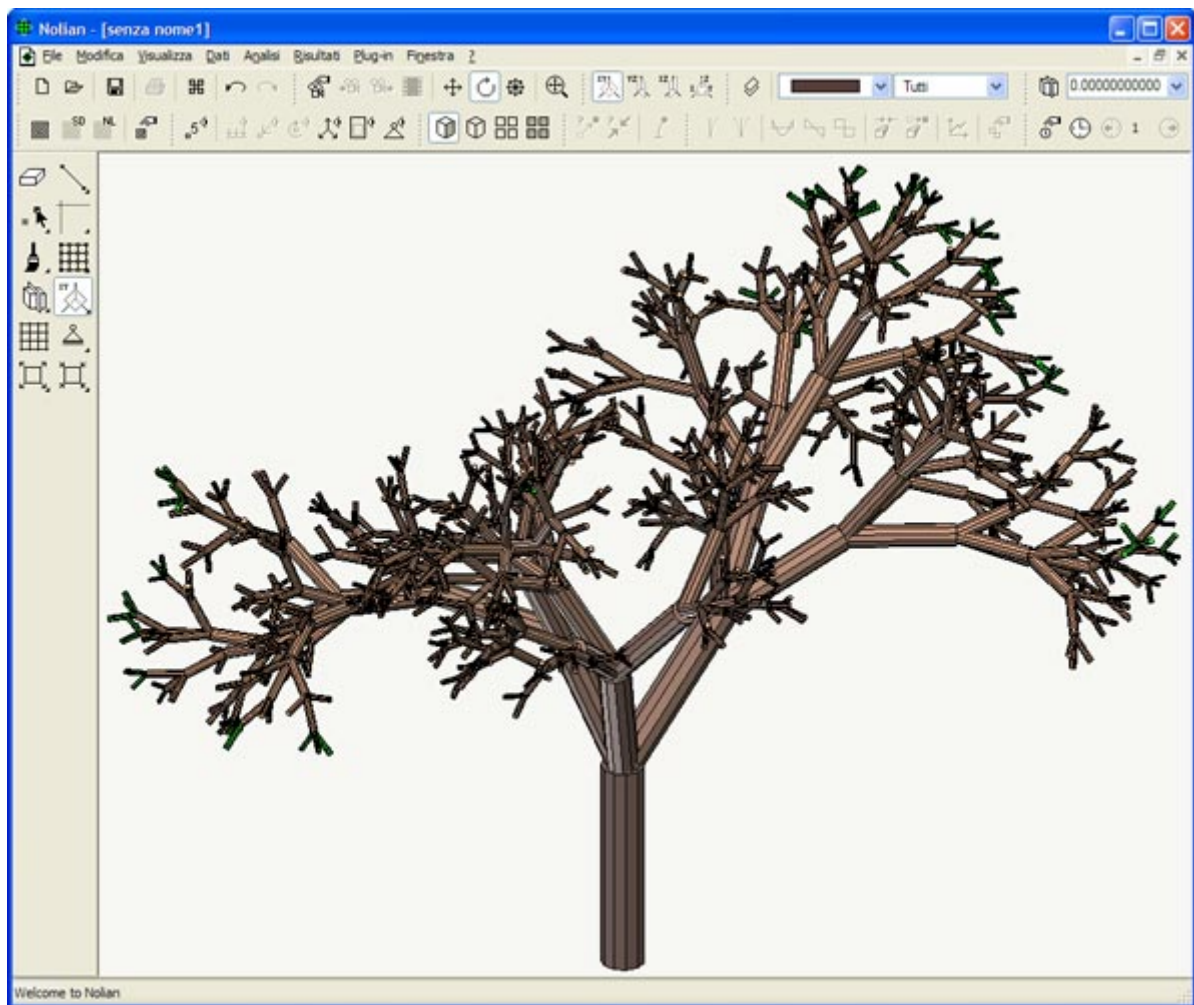
Questo script genera una griglia circolare di estensione e posizione specificata dall'utente, realizzata con linee (o archi) di riferimento, in modo simile a quanto fatto dall'esempio "Crea griglia circolare.vbs" dello scripting esterno.



Questo script esemplifica l'uso delle funzioni `_dlg.do_form( f )` e `_b.addrefline( ... )` (sia per linee che per archi), oltre che l'uso di alcune [funzioni matematiche](#) e dei cicli `for`.

## alberi.lua

Questo script genera un "albero" di travi poligonali.



Nonostante non abbia alcuna utilità pratica, questo esempio mostra la possibilità di definire strutture dati (in questo caso vettori e quaternioni) e funzioni (anche ricorsive) complesse in uno script come supporto alla generazione di modelli "particolari".

Oltre all'uso di molte [funzioni matematiche](#), questo script esemplifica tra le altre anche le funzioni per la [gestione della palette di colori](#) e per la creazione di elementi monodimensionali di tipo trave poligonale (in particolare [\\_b.addmono\( n1, n2 \)](#) e [\\_e.settype\( t \)](#)).

## Comando rapido per il salvataggio con numero incrementale

Come visto nel capitolo dedicato allo [script di avvio e comandi predefiniti](#) è possibile associare ad un tasto l'esecuzione di uno script predefinito.

Vediamo qui un esempio che permette di salvare il documento corrente aggiungendo in fondo al nome un numero che si incrementa ad ogni salvataggio: ad esempio se si comincia da *Telaio.sap* si genererà il file *Telaio\_1.sap*, a cui seguirà *Telaio\_2.sap* e così via.

Il seguente script va inserito nel dialogo di modifica dei comandi predefiniti a cui si accede dal menu contestuale della console di scripting.

Si comincia controllando che il documento corrente sia stato salvato almeno una volta. In caso contrario chiede all'utente di specificare un nome di file e salva il documento:

```
if not docpath() then
```

```
save()
return
end
```

Viene ottenuto il nome del file su disco e isolata e rimossa dal nome l'estensione:

```
local name = docname()
local b,e,ext = string.find(name,'\.(%w*)$')
if b then
    name = string.sub(name,1,b-1)
end
```

Viene letto l'eventuale numero già presente alla fine del nome. Se c'è esso viene rimosso e viene incrementato, se non c'è viene semplicemente inizializzato ad 1:

```
local b,e,num = string.find(name,'_(%d+)$')
if num then
    num = num + 1
    name = string.sub(name,1,b-1)
else
    num = 1
end
```

Infine viene costruito il nuovo nome del file, viene salvato il documento col nuovo nome e viene scritto sulla console il risultato dell'operazione:

```
name = name .. '_' .. num .. '.' .. ext
save(docpath() .. '\\' .. name)
if docname() == name then
    print('Documento salvato su '..name)
else
    print('Errore nel salvataggio')
end
```