

CAPITOLO 8

NODI INVILUPPO

INDICE

8	INTRODUZIONE	3
8.1	UTILIZZO DEL PROGRAMMA	3
8.1 - 1:	SCELTA ASTE E NODI	4
8.1 - 2:	SCELTA CASI DI CARICO	4
8.1 - 3:	SCELTA RIFERIMENTO	5
8.1 - 4:	SOLLECITAZIONI	6
8.2	SCOPO DEL PROGRAMMA	9
8.2.1	ESEMPIO DI CALCOLO FAZZOLETTO	9

8 INTRODUZIONE

Premendo il tasto del menu principale “NODI - INVILUPPO” (vedi Figura 1) si apre una finestra che permette di selezionare i nodi e le aste da cui ricavare l’involuppo delle sollecitazioni calcolate nel CAD 3D Struttura, permettendo di scegliere più nodi, i casi di carico da considerare e di ottenere tutti i valori o solo i massimi ed i minimi nell’opportuno sistema locale. I risultati ottenuti potranno essere copiati ed incollati su fogli di calcolo Excel o su file testuali. Scopo del programma è avere le sollecitazioni in alcuni nodi in modo da poter dimensionare connessioni, fazzoletti,

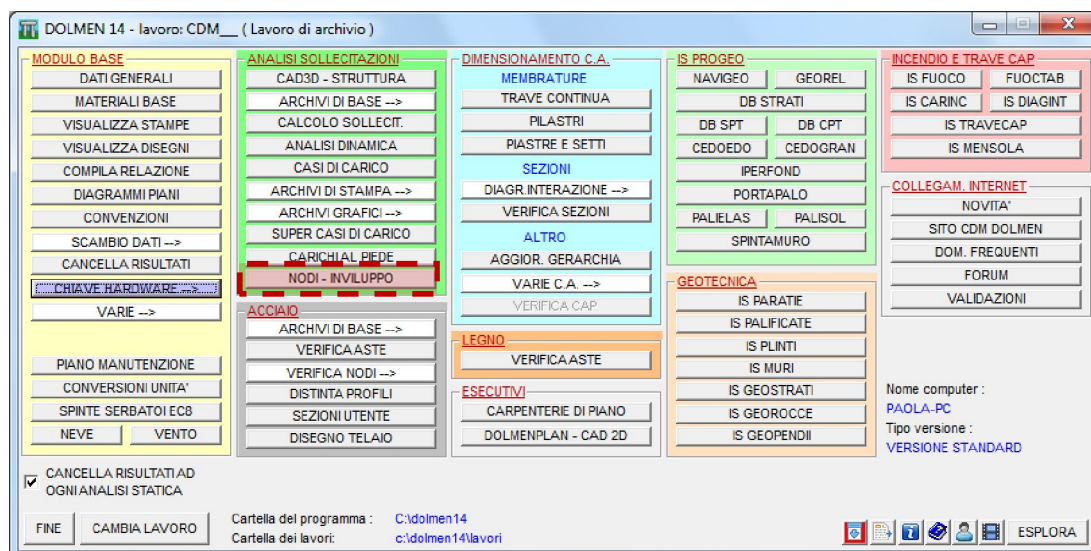


Figura 1 Pannello principale DOLMEN – Tasto “NODI - INVILUPPO”

8.1 UTILIZZO DEL PROGRAMMA

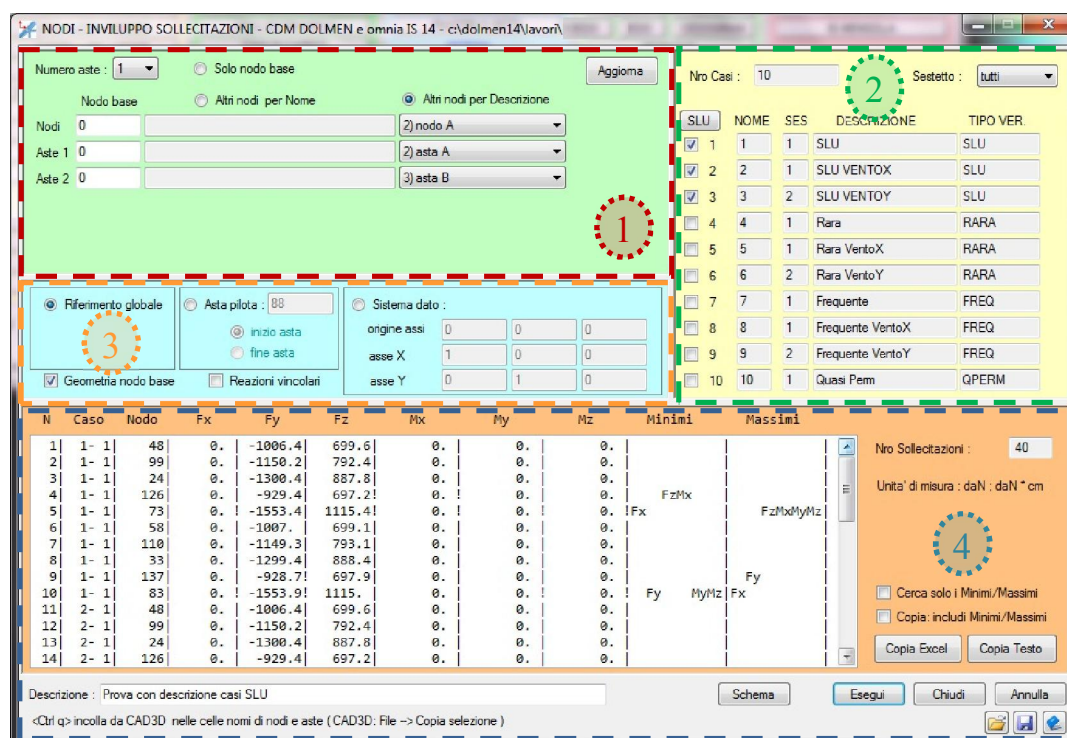


Figura 2 Pannello principale NODI - INVILUPPO

8.1 - 1: SCELTA ASTE E NODI

Per prima cosa il programma chiede il numero di aste che convergono nel nodo o nei nodi (da 0 a 5) e, in base a questa scelta, aggiorna il numero di righe sottostanti.

La seconda scelta riguarda la scelta del nodo, che può avvenire secondo tre modalità:

- **Solo nodo base:** si inserisce il nome del nodo (ricavato dal CAD 3D Struttura) nella prima riga e in quelle sottostanti si indica il nome delle aste (ricavato dal CAD 3D Struttura) che convergono in quel nodo.
- **Altri nodi per nome:** si possono scegliere più nodi con geometria uguale o simile indicandone il nome (ricavato dal CAD 3D Struttura) nella prima riga e, in quelle sottostanti, si indica il nome delle aste (ricavato dal CAD 3D Struttura) che convergono in quei nodi.
- **Altri nodi per descrizione:** si possono scegliere più nodi indicandoli per descrizione (definito nel CAD 3D Struttura) nella prima riga e, in quelle sottostanti, si indicano, in base alla descrizione, le aste (definito nel CAD 3D Struttura) che convergono in quei nodi.

Per le prime due opzioni si può utilizzare la funzione “Copia ed incolla” dal CAD 3D Struttura. Nel DW1 occorre selezionare il “Nodo base” e l’asta o le aste ad esso associato (Tramite le voci “File → Copia selezione” oppure con i tasti Ctrl+c e la selezione del nodo e delle aste), poi si selezionano gli eventuali altri nodi da indagare e le corrispondenti aste; in questo modo l’utente non deve conoscere i nomi di nodi ed aste e può fare semplicemente Ctrl+q nelle caselle corrispondenti della sezione 1, diminuendo i tempi di input.

8.1 - 2: SCELTA CASI DI CARICO

In questa sezione si scelgono i casi di carico di cui ricavare l’involuppo delle sollecitazioni. Il programma riporta elencati tutti i casi di carico definiti e seleziona in automatico tutti quelli di tipo SLU (Stato Limite Ultimo), anche grazie al tasto “SLU”; l’utente può scegliere quali utilizzare spuntando la prima casella a sinistra di ciascuna riga. L’utente può decidere di vedere tutti i sestetti oppure solo qualcuno, tramite la voce “Sestetto” posto in alto a destra nella sezione 2 di colore giallo. Per ogni caso è riportato il nome, sotto forma numerica, il numero di sestetti, la descrizione ed il tipo di verifica (es. SLU = Stato Limite Ultimo, QPERM = quasi permanente,...)

SLU	NOME	SES	DESCRIZIONE	TIPO VER.
<input checked="" type="checkbox"/>	1	1	SLU	SLU
<input checked="" type="checkbox"/>	2	1	SLU VENTOX	SLU
<input checked="" type="checkbox"/>	3	2	SLU VENTOY	SLU
<input type="checkbox"/>	4	1	Rara	RARA
<input type="checkbox"/>	5	1	Rara VentoX	RARA
<input type="checkbox"/>	6	2	Rara VentoY	RARA
<input type="checkbox"/>	7	1	Frequente	FREQ
<input type="checkbox"/>	8	1	Frequente VentoX	FREQ
<input type="checkbox"/>	9	2	Frequente VentoY	FREQ
<input type="checkbox"/>	10	1	Quasi Perm	QPERM

Figura 3 Casi di carico

8.1 - 3: SCELTA RIFERIMENTO

In questa sezione si sceglie il sistema di riferimento in base a cui il programma ricaverà l'involuppo delle sollecitazioni, questo può avvenire secondo le seguenti modalità:

- **Riferimento globale:** le sollecitazioni vengono riportate nel sistema ottenuto per traslazione del globale DOLMEN, visibile nel CAD 3D Struttura, sul nodo.

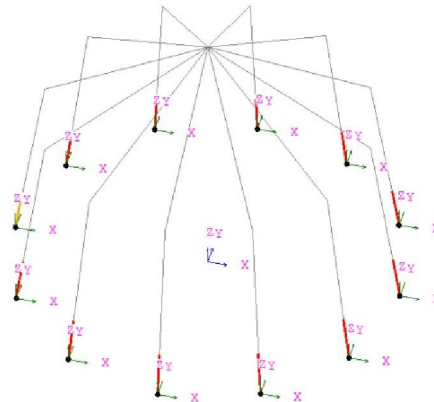


Figura 4 Sistema di riferimento globale

- **Asta pilota:** l'utente sceglie un'asta, di cui deve indicare il nome (ricavato dal CAD 3D Struttura), da cui prenderà il sistema di riferimento; il programma chiede, inoltre, se prendere l'inizio o la fine dell'asta.

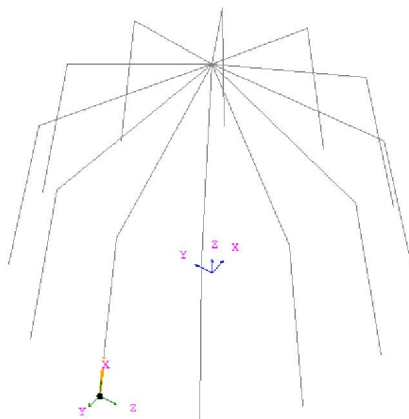


Figura 5 Sistema di riferimento asta pilota

- **Sistema dato:** l'utente assegna un sistema dato per versori relativamente al nodo base, dovrà quindi specificare l'origine degli assi, la posizione dell'asse X e dell'asse Y, come da tabella riportata di seguito.

☒ Sistema dato :

origine assi	0	0	0
asse X	1	0	0
asse Y	0	1	0

Figura 6 Sistema dato

Selezionando la voce “**Geometria base**” tutti i nodi scelti assumeranno la geometria e, quindi, il sistema di riferimento del “Nodo base” (questo può fare la differenza in caso di strutture in cui i nodi sono su piani diversi e con angoli diversi).

Se la voce “**Reazioni vincolari**” non è spuntata si otterranno le azioni delle aste al nodo, se è spuntata si avranno le reazioni vincolari.

8.1 - 4: SOLLECITAZIONI

In quest’ultima parte si ha il report finale con l’involuppo delle sollecitazioni per il nodo o i nodi scelti e per le corrispondenti aste.




Nella parte della finestra di colore arancio è riportato il numero di sollecitazioni (se non ancora eseguito il calcolo tale valore è assente), sono presenti due opzioni:

- **Cerca solo i Minimi/Massimi:** se selezionato, eseguendo il calcolo con il tasto “Esegui”, compaiono nella tabella solo i valori delle sollecitazioni minime e massime.
- **Copia: includi Minimi/Massimi:** se selezionato include nella copia, eseguita con i tasti “Copia Excel” e “Copia Testo”, anche l’indicazione di quali sono i valori minimi.

e due tasti:

- **Copia Excel:** copia la cartella dei risultati per incollarli poi in un foglio di lavoro Excel®
- **Copia Testo:** copia la cartella dei risultati in formato testo

Nella parte inferiore di colore grigio (vedi Figura 7), sono presenti la descrizione, personalizzabile dall’utente, il promemoria della funzione “incolla dal CAD 3D” con i tasti della tastiera <Ctrl q> ed alcuni pulsanti con diverse funzionalità:

- **Schema:** visualizza lo schema tridimensionale ed evidenzia il nodo o i nodi scelti e le corrispondenti aste.
- **Esegui:** esegue il calcolo e riempie la tabella sottostante
- **Chiudi:** salva le impostazioni del pannello e chiude il programma, alla riapertura dello stesso si troveranno tutti i parametri scelti, mentre per quanto riguarda le sollecitazioni andrà di nuovo svolto il calcolo con il tasto “Esegui”
- **Annulla:** termina il programma senza salvare le impostazioni del pannello
-  **Apri:** apre il file di backup del pannello tra i vari salvati dall’utente
-  **Salva:** salva il file di backup del pannello con un nome a scelta dell’utente
-  **Manuale:** apre il manuale in formato .pdf

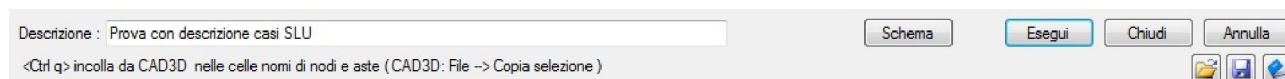


Figura 7 Tasti finali

Lo schema tridimensionale, apribile con il tasto “Schema”, consente di vedere in assonometria i nodi selezionati e le aste scelte. Nella barra laterale è possibile personalizzare l’assonometria, specificandone gli angoli, leggere il numero dei nodi e scegliere il nodo da evidenziare.

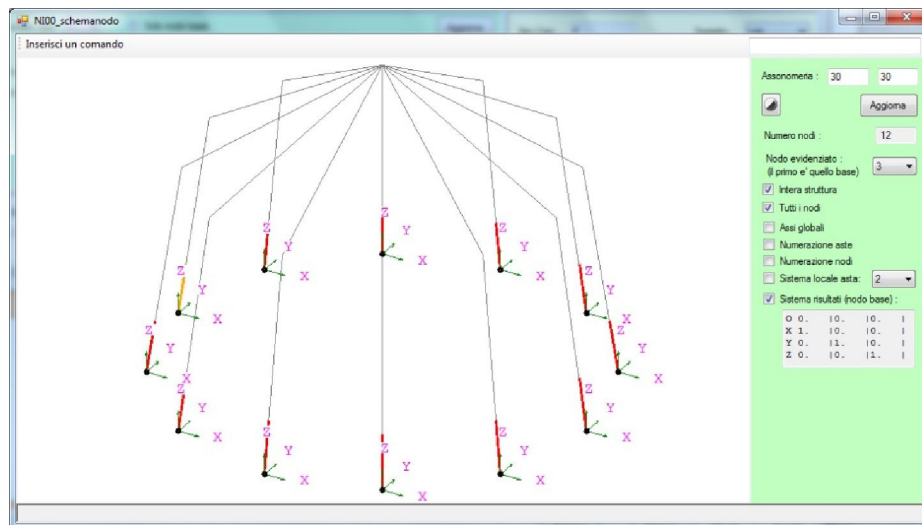


Figura 8 Schema

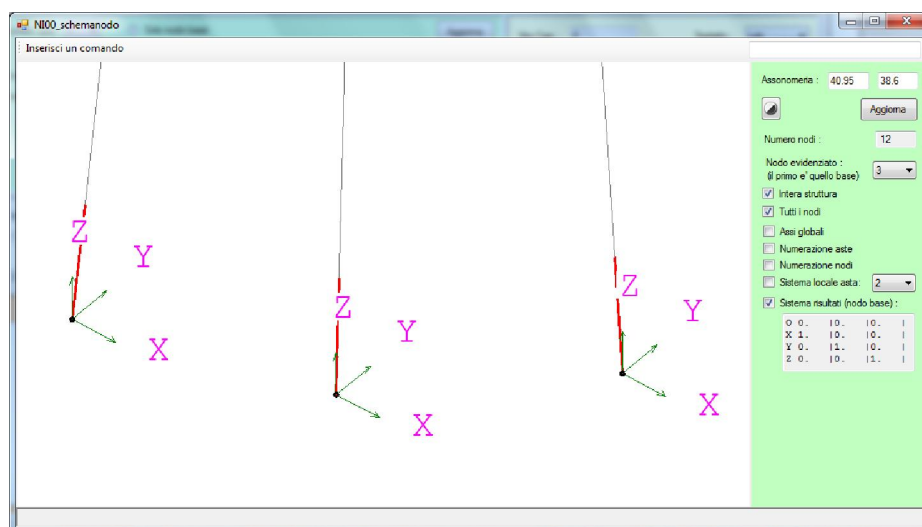


Figura 9 Schema - sistema di riferimento

In tale finestra sono presenti ulteriori opzioni per la visualizzazione:

- **Intera struttura:** attivandolo compare il disegno della struttura nella sua completezza, se tale voce è disattiva si vedono solo i nodi e la parte iniziale delle aste selezionate.
- **Tutti i nodi:** se non selezionato si vede solo il nodo segnato come “nodo evidenziato”, se selezionato si vedono tutti i nodi.
- **Assi globali:** se selezionato attiva la visualizzazione del sistema di riferimento globale.
- **Numerazione aste:** se selezionato consente di vedere il nome delle aste accanto alla loro rappresentazione.

- **Numerazione nodi:** se selezionato consente di vedere il nome dei nodi accanto alla loro rappresentazione.
- **Sistema locale asta:** attiva la visualizzazione del sistema locale dell'asta selezionata.
- **Sistema risultati (nodo base):** se selezionato attiva la visualizzazione del sistema di risultati riferito al nodo di base.

Premendo il tasto “Esegui” compaiono tutte le sollecitazioni nella tabella, queste potranno essere facilmente copiate in fogli di calcolo di Excel® e su documenti testuali di diversa tipologia per successive elaborazioni.

N	Caso	Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Minimi	Massimi
1	1- 1	48	-1006.4	699.6	0.	920636.5	1324387.5	-49568.3		
2	1- 1	99	-1150.2	792.4	0.	1042785.9	1513671.4	-55155.2		
3	1- 1	24	-1300.4	887.8	0.	1168341.7	1711343.5	-60670.9		
4	1- 1	126	-929.4	697.2	0.	917552.7	1223028.1	-56474.9	Fy Mx	
5	1- 1	73	-1553.4	1115.4	0.	1467905.8	2044266.5	-83952.2	Fz Mz	Fy Mx
6	1- 1	58	-1007.	699.1	0.	919986.6	1325218.2	-49404.5		Mz
7	1- 1	110	-1149.3	793.1	0.	1043763.5	1512490.6	-55396.6		
8	1- 1	33	-1299.4	888.4	0.	1169194.	1710068.7	-60899.3		
9	1- 1	137	-928.7	697.9	0.	918398.9	1222201.	-56669.6	My	Fx
10	1- 1	83	-1553.9	1115.	0.	1467296.3	2044873.9	-83811.1	Fx	Fz My
11	2- 1	48	-1006.4	699.6	0.	920636.5	1324387.5	-49568.3		
12	2- 1	99	-1150.2	792.4	0.	1042785.9	1513671.4	-55155.2		

Figura 10 Tabella sollecitazioni

Le colonne presenti nella tabella sono:

- **N:** numero progressivo
- **Caso:** indice del caso di carico (primo numero) ed indice del sestetto (secondo numero)
- **Nodo:** numerazione nodo (nome da CAD 3D Struttura)
- **Fx:** sollecitazione in direzione x (sforzo di taglio sul nodo)
- **Fy:** sollecitazione in direzione y (sforzo di taglio sul nodo)
- **Fz:** sollecitazione in direzione z (sforzo normale sul nodo)
- **Mx:** momento x
- **My:** momento y
- **Mz:** momento z
- **Minimi:** riporta, nella riga corrispondente, se sono presenti dei valori minimi e per quali sollecitazioni sono presenti
- **Massimi:** riporta, nella riga corrispondente, se sono presenti dei valori massimi e per quali sollecitazioni sono presenti

N.B.: Un'ulteriore indicazione dei valori massimi e minimi è data dalla presenza del “!” in seguito al valore corrispondente.

8.2 SCOPO DEL PROGRAMMA

Scopo del modulo “NODI INVILUPPO” è ricavare le sollecitazioni in alcuni nodi in modo da poter dimensionare connessioni, fazzoletti, partendo dall’inviluppo delle sollecitazioni, valutato nell’opportuno sistema di riferimento locale (vedi esempio immagine seguente).

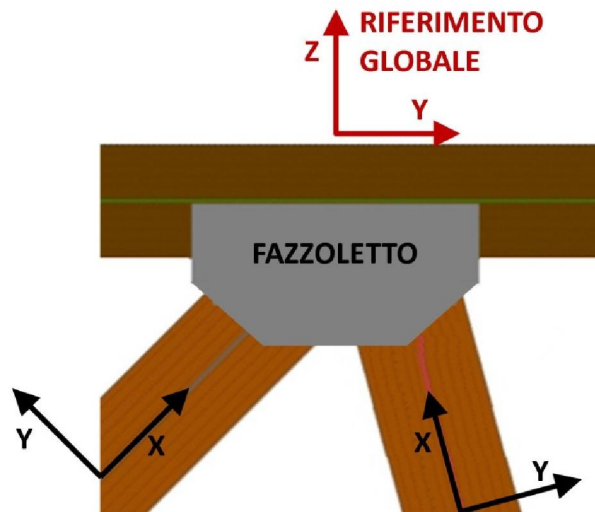


Figura 11 Esempio sollecitazioni

8.2.1 ESEMPIO DI CALCOLO FAZZOLETTO

Con questo esempio andiamo a vedere come utilizzare il modulo “NODI INVILUPPO” per verificare un particolare meccanismo di rottura di un fazzoletto.

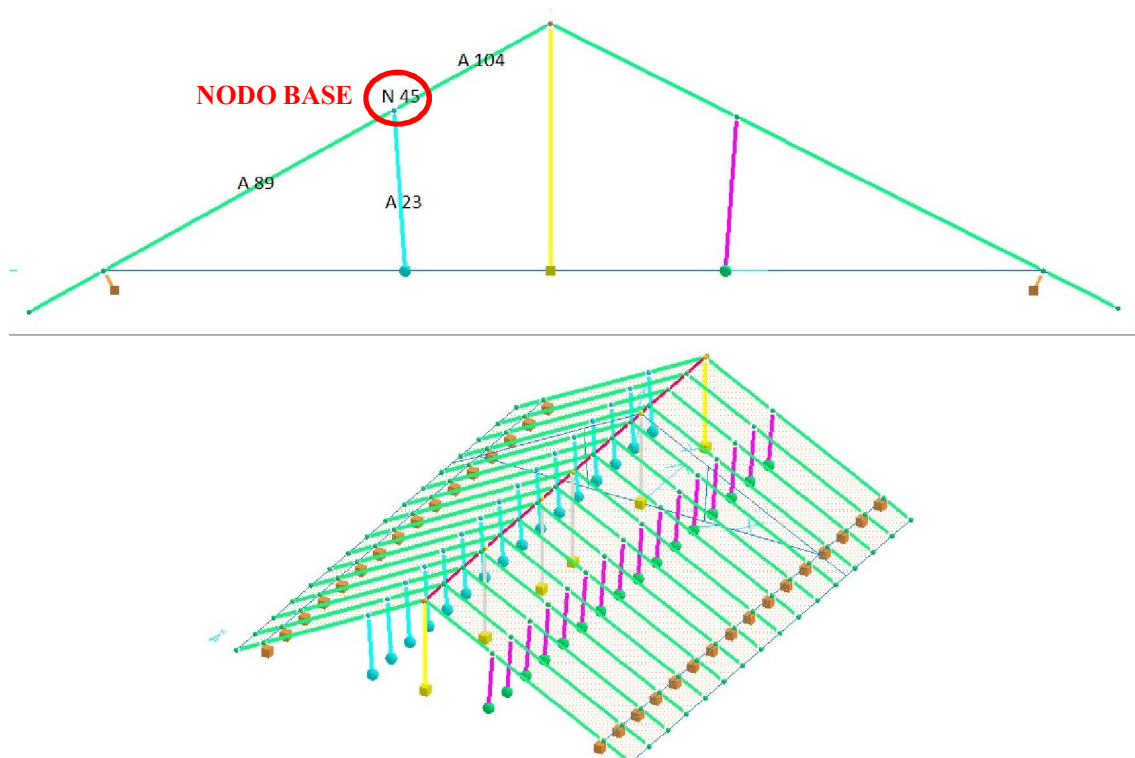


Figura 12 Schema copertura

Consideriamo lo schema dell'immagine precedente (vedi Figura 12) e di voler verificare il meccanismo di rottura, indicato in Figura 13, nel caso di un fazzoletto da porre nel nodo base (N 45) a collegamento tra le aste diagonali (A 104 e A 89) e quella verticale (A 23), come indicato dal cerchio di colore rosso nella Figura 12.

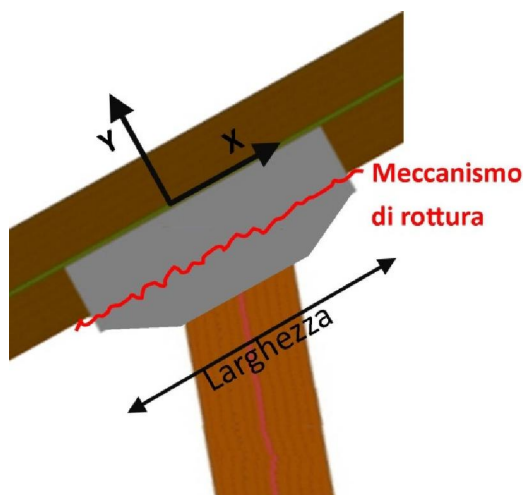
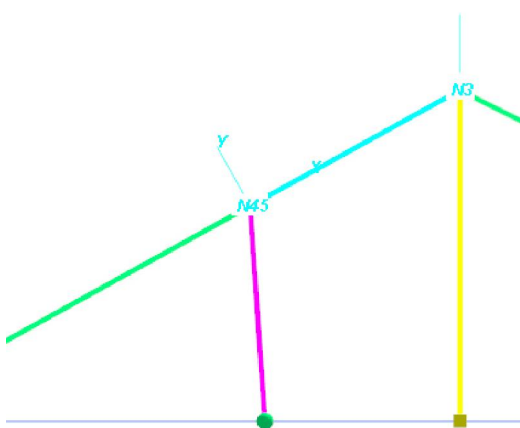
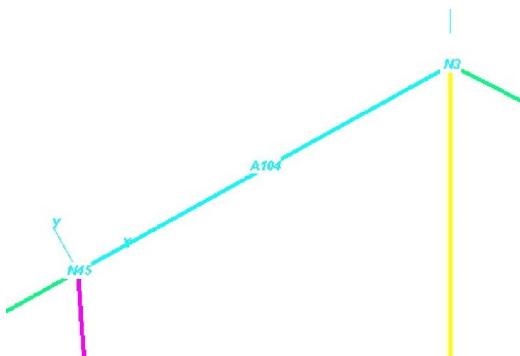


Figura 13 Meccanismo di rottura considerato

Apriamo il modulo NODI INVILUPPO e, per prima cosa, imponiamo il numero di aste pari ad 1, poiché una è l'asta di cui vogliamo ricavare l'involuppo delle sollecitazioni (asta A 23). Nel CAD 3D Struttura attiviamo il comando "Copia selezione" dal menu "File" o con Ctrl+c e selezioniamo il nodo base (N 45); in "NODI INVILUPPO" in corrispondenza della cella "Nodo base" incolliamo il nome del nodo con i tasti Ctrl+q. Torniamo nell'ambiente grafico tridimensionale e selezioniamo gli altri nodi con geometria uguale (ci poniamo in un'assonometria con angoli di vista 0,0) e con la funzione precedente ancora attiva e tramite una selezione a finestra copiamo i nomi dei nodi, che incolliamo nel modulo dell'involuppo delle sollecitazioni. Ripetiamo la stessa operazione con le aste verticali in entrambi i moduli.



Per quanto riguarda il riferimento non può andare bene quello globale perché il fazzoletto sarà inclinato ed il suo sistema di riferimento sarà come quello dell'asta A 104, evidenziata in azzurro nell'immagine a lato; per questo motivo utilizziamo come riferimento l'asta pilota ed indichiamo nella cella corrispondente l'asta A 104.



Per una conferma circa l'esattezza delle scelte compiute clicchiamo il tasto schema e decidiamo di visualizzare tutte le aste ed il sistema dei risultati (vedi immagini successive: Figura 14 e Figura 15).

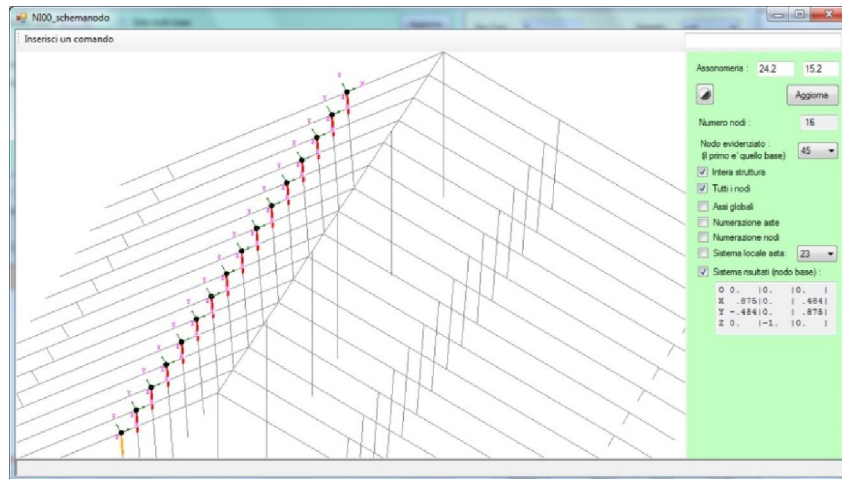


Figura 14 Schema con tutti i nodi

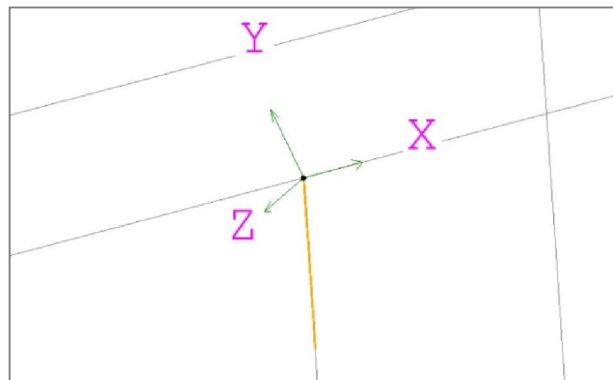


Figura 15 Schema singolo nodo

Alla fine dell'introduzione dei dati il pannello risulta come nell'immagine seguente:

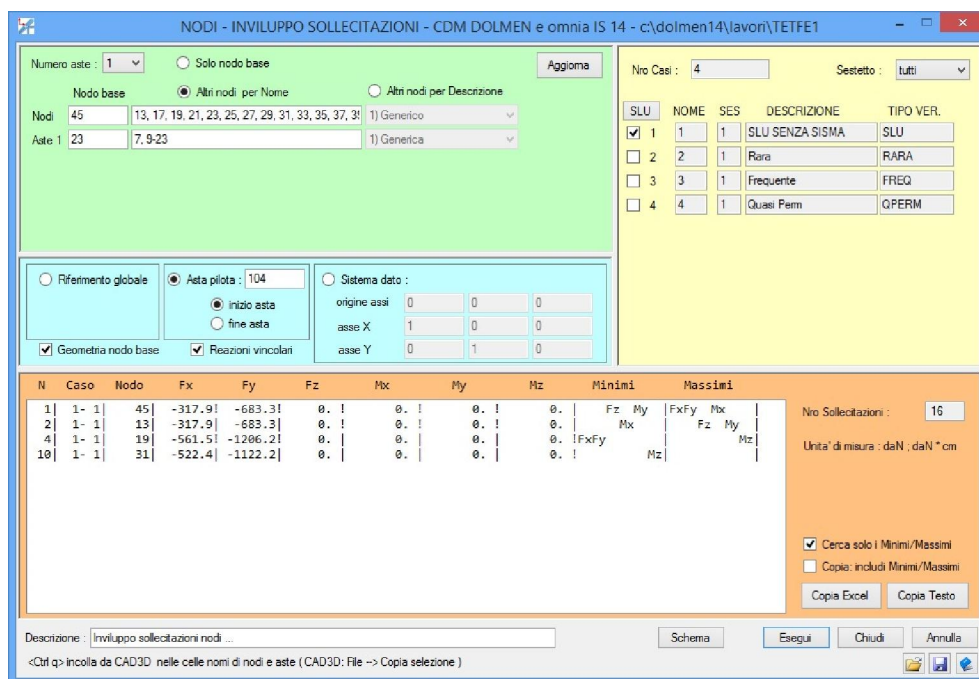


Figura 16 Pannello con dati inseriti

In NODI INVILUPPO selezioniamo la voce “Cerca solo i Minimi/Massimi” e lanciamo il calcolo con “ESEGUI”; copiamo i risultati ottenuti con “Copia Excel” ed andiamo ad impostare il calcolo su un foglio Excel®, dove inseriamo la larghezza e lo spessore del fazzoletto oggetto di verifica (in questo esempio espressi in cm).

Fazzoletto:									
Larghezza	20								
Spessore	1.2								
Area	24								
N	Caso	Sestetto	Nodo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	1	1	45	-317.9	-683.3	0	0	0	0
2	1	1	13	-317.9	-683.3	0	0	0	0
4	1	1	19	-561.5	-1206.2	0	0	0	0
10	1	1	31	-522.4	-1122.2	0	0	0	0

In questo caso abbiamo:

- Fy: sforzo normale
- Fx: sforzo di taglio

È ora possibile impostare in Excel® le formule di calcolo ritenute opportune.