

DOCUMENTO redatto da AEDES Software (03.02.2015)

a cura di: Ing. Francesco Pugi

Vincolamento dei nodi in PCM

Esaminiamo il vincolamento dei nodi attraverso l'analisi dei parametri da cui dipende:

Proprietà del Livello: Impalcato rigido, Gradi di libertà

Proprietà del Nodo: Livello, Sempre sede di massa locale, Vincoli esterni, Vincoli di calcolo, Vincoli elastici

Premessa. Per rendersi conto degli effetti dovuti al vincolamento dei nodi, conviene focalizzare l'attenzione sulla sola analisi modale, osservando le componenti di spostamento dei singoli nodi nelle deformate modali. In particolare, per le componenti bloccate risulteranno ovviamente spostamenti nulli.

Se inoltre nell'input si sono inseriti dati che determinano labilità, l'analisi modale le evidenzierà attraverso una interruzione del calcolo (talvolta anche attraverso risultati anomali sui modi, e in particolare su periodi di vibrazione e/o masse partecipanti).

A) Livello non rigido

Per un nodo, le proprietà del Livello a cui appartiene non influiscono sul vincolamento del nodo stesso. Il vincolo di calcolo è uguale al vincolo esterno (vincolo in input); la proprietà 'Sempre sede di massa locale' è ininfluente.

Un nodo completamente incastrato (000000) deve appartenere al Livello 0: questo controllo è sempre eseguito dal CheckUp e trae origine dal garantire che non vi siano interazioni fra incastri esterni e livelli in elevazione (è questo controllo che assicura che i nodi di fondazione non appartengano ai Livelli superiori).

N.B. Il Livello 0 è per predefinitone non rigido, e per i nodi con Livello 0 la proprietà 'Sempre sede di massa locale' è ininfluente.

B) Livello rigido

Nell'analisi verrà definito il nodo master. Geometricamente, esso sarà collocato nel baricentro delle masse nodali competenti ai nodi ad esso riferiti [masse generatrici], e caratterizzato dalla massa complessiva di tali nodi [massa generata]. La sua posizione sarà univocamente determinata, in quanto si deve considerare solo una combinazione di carichi sismica (§3.2.4).

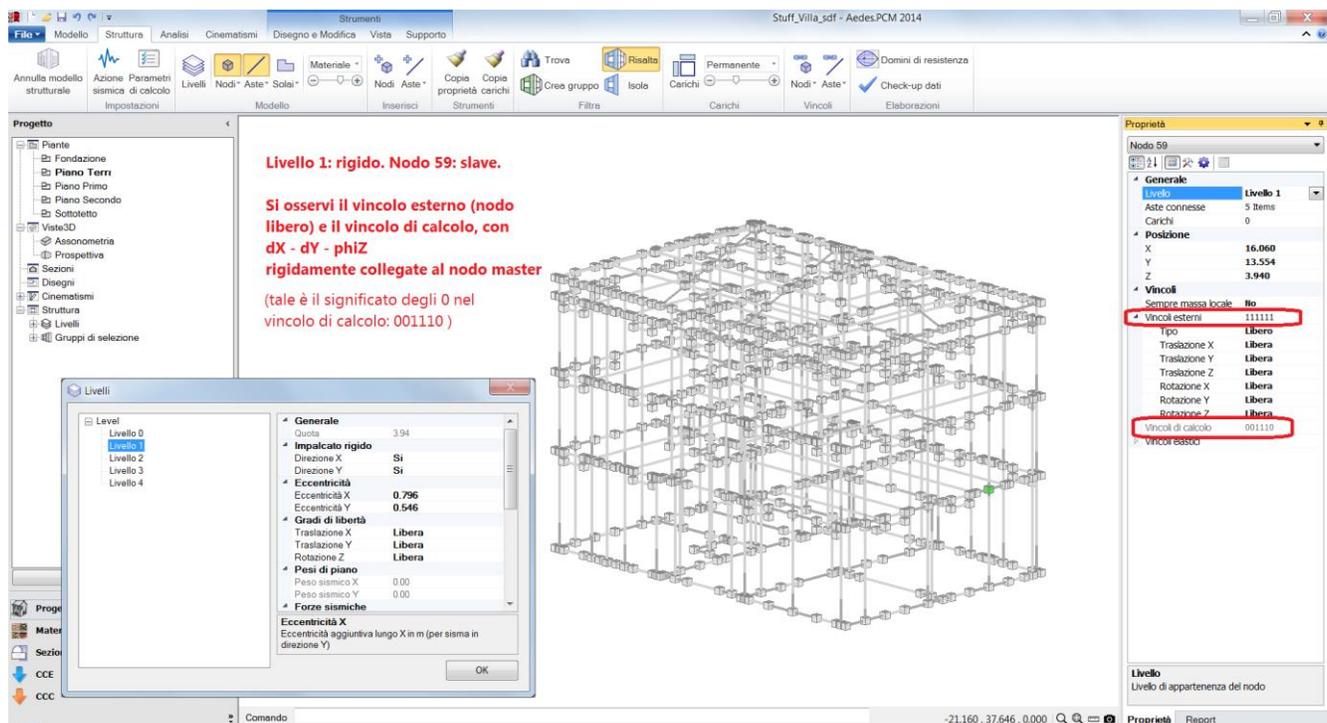
Si consideri ad es. il nodo 59 (cfr. figura seguente) con Livello > 0 (Livello 1: un nodo del primo impalcato di un edificio).

B.1) Tutti i gradi di libertà del nodo master sono attivi

'Sempre sede di massa locale': No = si tratta di un nodo slave.

dX dY e ϕ_iZ sono rigidamente collegate al nodo master. Nel vincolo di calcolo, esse sono sempre espresse come 00...0 intendendo che questi 0 significano un vincolo per le componenti del nodo del tipo: link rigido al nodo master.

dZ , ϕ_iX e ϕ_iY sono invece indipendenti da questa proprietà.



Pertanto, per il nodo j ad un vincolo esterno di incastro (000000) corrisponde un vincolo di calcolo 000000 dove però gli zeri di dX dY e ϕ_iZ sono non incastri assoluti ma vincoli rigidi al nodo master.

Ne consegue che dopo l'analisi si trovano spostamenti dX dY ϕ_iZ non nulli in quanto legati rigidamente ai corrispondenti del nodo master.

Altro esempio: nel caso che il nodo j sia libero (vincolo in input: 111111), il vincolo di calcolo è 001110.

'Sempre sede di massa locale': Sì = non è un nodo slave; la massa nodale vibra localmente.

Il vincolo di calcolo è uguale al vincolo in input. Bloccando alcune componenti, risulteranno certamente nulli i corrispondenti spostamenti.

N.B. Anche nel caso del livello rigido, un nodo completamente incastrato (tutte le componenti bloccate) richiede l'appartenenza al livello 0.

B.2) I gradi di libertà del master non sono tutti attivi

Sia ad esempio impedita la traslazione X.

In questo caso, dX è nulla per tutti i nodi slave (oltre che, ovviamente, per il nodo master).

Questo caso può essere utile per unità strutturali tratte da un aggregato edilizio. Vediamo più in dettaglio.

Consideriamo un aggregato che si sviluppa lungo X.

Per la singola cella (=unità strutturale) estratta dall'aggregato, si voglia considerare non nullo solo lo spostamento Y.

Si può procedere in due modi distinti:

1. Livello rigido in direzione X. Grado di libertà dX (Traslazione X) bloccato.

Così facendo, tutti i nodi (anche quelli strutturali interni) avranno $dX=0$.

2. Livello non rigido. Si agisce direttamente sui nodi, p.es. a confine con le celle adiacenti, bloccandone lo spostamento X. Così facendo, i nodi interni della struttura non sono impediti nello spostamento lungo X.

Vincoli elastici

I vincoli elastici nei nodi non sono attualmente attivi nell'analisi pushover. E' infatti non disponibile la proprietà di snervamento della molla, che dovrebbe corrispondere ad una forza massima sostenibile, oltre la quale il comportamento è plastico (in un modello elastico - perfettamente plastico). Un'analisi pushover condotta senza conoscere la reale capacità delle molle vincolari darebbe risultati non attendibili.

I vincoli elastici sono invece normalmente utilizzabili nelle analisi lineari, incluse le sismiche.

Ogni vincolamento elastico deve corrispondere ad una componente di spostamento libera, altrimenti il solutore lo ignora.