



Softing

DonJon - Tutorial

© 2013, Softing srl  
Riproduzione anche parziale concessa purché venga citata la fonte  
rev 130111

# DonJon

## Tutorial base

Ing. Francesco Canterini

Softing srl



## Indice

Generalità.....	7
Utilizzo DonJon.....	8
Interfaccia grafica.....	8
Funzionamento.....	9
Gli hotspot.....	13
Pannelli.....	15
Operazioni sugli elementi .....	18
Tracciamento dei pannelli.....	18
Operazioni sugli Hotspot.....	20
Risultati delle integrazioni.....	29
Tipi di tensione.....	32
Regime membranale.....	33
Regime flessionale.....	34
Visualizzazione dei risultati.....	35
Generare elementi per EasyBeam.....	41
Illustrazione dei metodi di discretizzazione dei pannelli.....	44
Discretizzazione per le murature e successivo impiego in WallVerine.....	44



## Generalità

La funzione dell'ambiente DonJon è quella di rispondere alle richieste della normativa sui metodi di verifica degli elementi bidimensionali.

Per le strutture che presentano setti in calcestruzzo armato, e per edifici in muratura aventi strutture costituite da elementi schematizzabili come piani, le verifiche secondo la norma non sono più effettuate in termini di tensioni calcolate puntualmente sulla superficie degli elementi, ma in termini di valori delle sollecitazioni resistenti delle pareti (momenti, tagli, sollecitazioni assiali).

Le azioni resistenti devono essere confrontate con l'azione sollecitante globale agente sulla sezione trasversale dell'elemento.

Tale richiesta, riduce le potenzialità del metodo degli elementi finiti nel modellare le pareti con elementi bidimensionali, che per tali entità restituiscono o le tensioni puntuali sulla superficie o le sollecitazioni riferite all'unità di larghezza della superficie dell'elemento, mentre i nuovi requisiti richiesti dalla normativa, portano la necessità di essere a conoscenza del valore di sollecitazione risultante agente sulla sezione globale del setto oggetto di verifica.

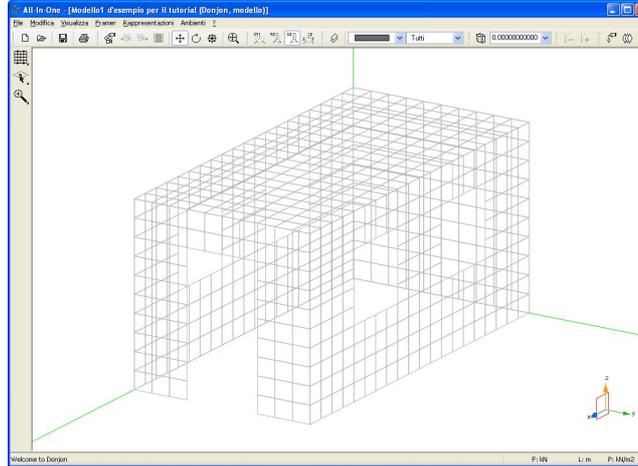
A rispondere a tale esigenza è stato realizzato il modulo DonJon, che effettua l'operazione di integrazione sulla sezione trasversale della parete, fornendo il valore di sollecitazione risultante (sforzo normale, momento, taglio) con i quali è poi agevole effettuare le verifiche di norma, ma oltre a tale funzione, DonJon va oltre, fornendo al progettista uno strumento utile ma soprattutto flessibile (ossia che consente l'utilizzo di vie differenti per ottenere il risultato voluto, spirito che è alla base di tutti i prodotti Softing) per l'interpretazione del comportamento della struttura, e quindi per l'esecuzione delle verifiche richieste dalle normative, questo soprattutto nella definizione ed assegnazione della funzione strutturale di un pannello murario all'interno di pareti a geometria complessa, e consentendo al progettista di decidere quale sia la funzione dell'elemento e quindi le relative verifiche da effettuare, e non obbligandolo ad accettare scelte prestabilite effettuate dal software che ovviamente, non può in alcun modo dare interpretazione critica dei risultati e del comportamento riscontrato a seguito dell'analisi, operazione che è invece basilare ai fini di una buona progettazione strutturale, soprattutto negli edifici esistenti in muratura.

Si sottolinea che il programma fornisce le sollecitazioni risultanti dalle integrazioni delle tensioni, a seguito dell'esecuzione di una analisi statica lineare o di una analisi dinamica lineare.

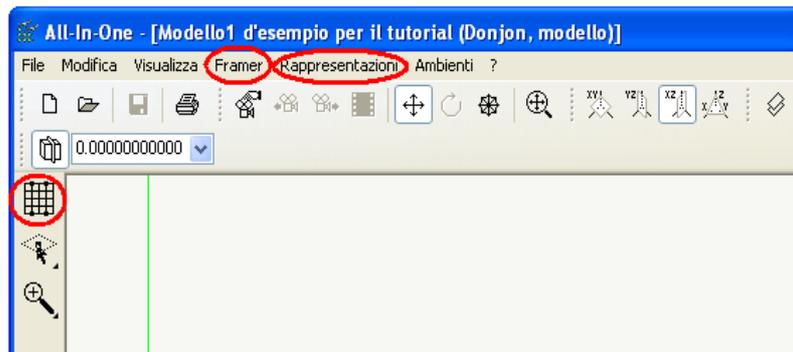
# Utilizzo DonJon

## Interfaccia grafica

All'accesso nell'ambiente DonJon si trova la presente interfaccia grafica:



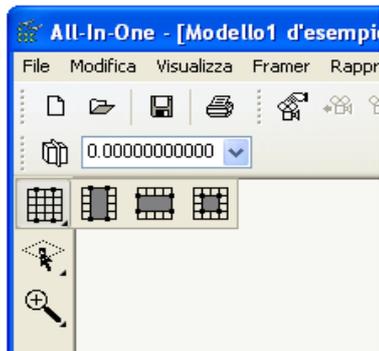
ove si ritrovano gli stessi comandi di navigazione, di vista e di gestione del modello comuni a tutti gli ambienti, mentre si possono riscontrare i seguenti nuovi comandi:



Nella barra raffigurata in alto sono presenti due menu:

- Framer
- Rappresentazioni

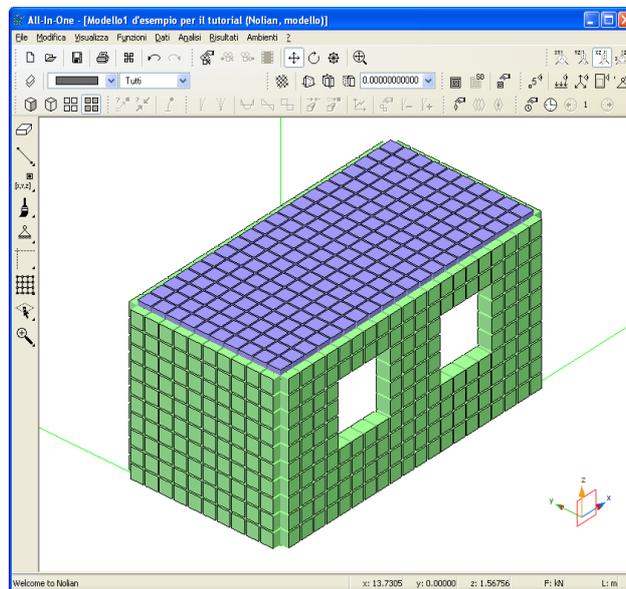
Nella palette, sulla sinistra, è invece presente un menu ad icone che si estende tenendo premuto il tasto del mouse (come in tutti gli ambienti Softing), tali icone rappresentano alcuni dei comandi presenti anche nel menu Framer, e che esamineremo più avanti.



## Funzionamento

All'apertura di DonJon il modello deve essere già stato completato e deve essere già stata eseguita l'analisi, esattamente come per tutti gli altri ambienti.

Al fine di descrivere le funzionalità dell'ambiente verrà preso in riferimento il seguente modello d'esempio:



Il modello preso in esame è costituito da una scatola muraria composta da 4 setti in muratura con 2 finestre su entrambi i lati lunghi, una porta su una delle pareti corte e con una soletta di copertura in c.a., le dimensioni geometriche risultano essere 5,0x10,0 m in pianta, ed altezza pari a 5,0 m; lo spessore delle murature è pari a 0,50 m, mentre quello della soletta è pari 0,25 m, la mesh è stata realizzata con un passo pari a 0,50 m, e l'edificio è stato vincolato al piede tramite incastri.

Come carichi sono state assegnate le seguenti condizioni di carico statiche:

- **g** = permanente (Peso proprio della struttura + 5,00 kN/m<sup>2</sup> sulla soletta di copertura)
- **q** = variabile di Cat.A: Residenziale (2,00 kN/m<sup>2</sup> sulla soletta di copertura)

oltre a questi sono state poi create le 4 condizioni sismiche di base:

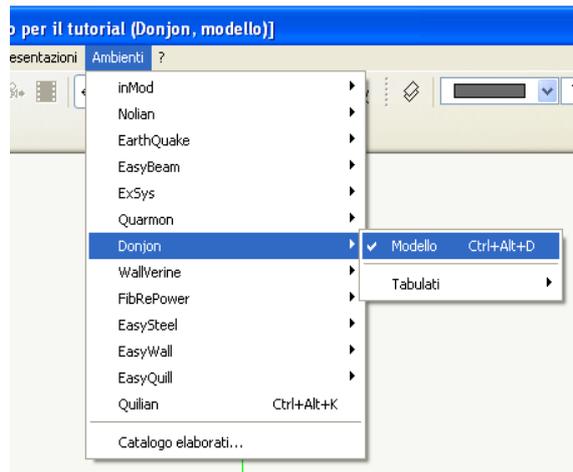
- Dinamica SLDh X
- Dinamica SLDh Y

- Dinamica SLVh X
- Dinamica SLVh Y

Come si può constatare è un modello molto semplice, ma ai fini della nostra trattazione non ci interessano i dettagli relativi al modello:

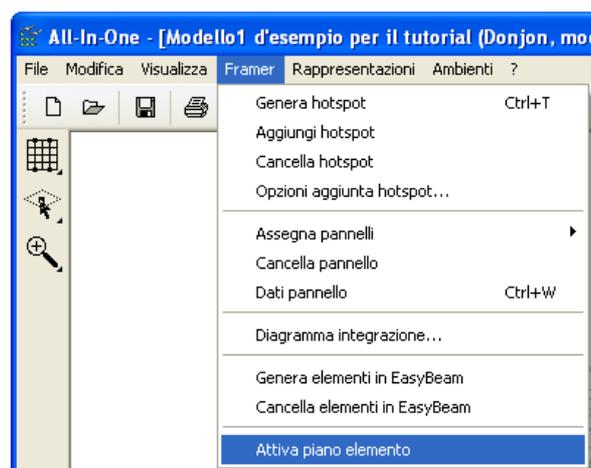
quello che in questo tutorial vogliamo fare, è descrivere in maniera esaustiva il funzionamento dell'ambiente DonJon e fornire indicazioni utili riguardo i campi di applicazione e le sue potenzialità.

Una volta realizzato il modello ed eseguita l'analisi in Nòlian, dal menu Ambienti:



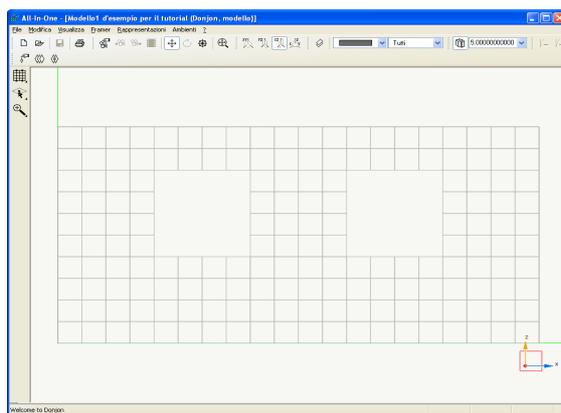
si passa direttamente all'ambiente DonJon; una volta qui il primo passo da effettuare è scegliere quale parete analizzare per prima e posizionarsi sul piano della stessa per poter eseguire le successive operazioni.

L'operazione di posizionamento del piano di lavoro, sul piano contenente il pannello si effettua tramite il comando “Attiva piano elemento” dal menu “Framer”.



Una volta attivato il comando bisogna andare nel modello e cliccare un elemento mesh qualsiasi contenuto nella parete che si vuole analizzare, ed una volta scelta il programma attiva subito il

piano di sezione che contiene la parete selezionata mostrando la seguente vista:

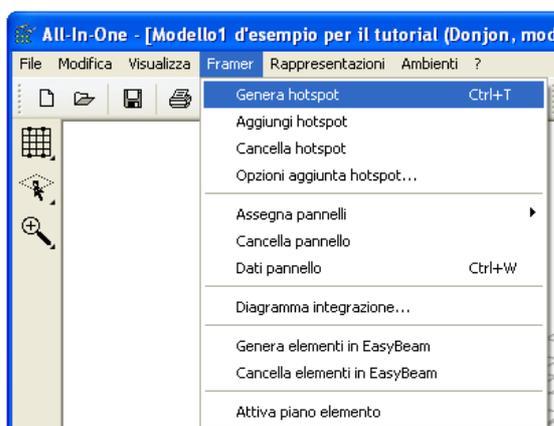


## Gli hotspot

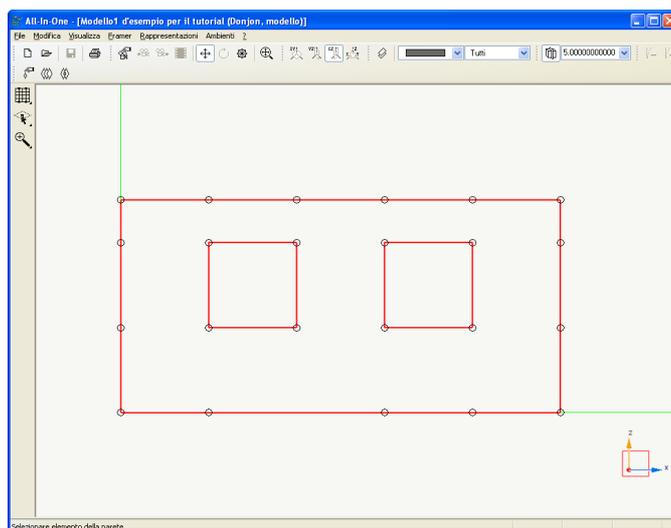
A questo punto bisogna creare gli “hotspot” che sostanzialmente sono dei punti di snap che il programma crea automaticamente negli spigoli e lungo le linee di contorno dei pannelli riconoscendoli come punti significativi poiché di incrocio tra i prolungamenti delle linee che definiscono i fori ed il perimetro della parete.

Gli hotspot servono per agevolare il tracciamento dei pannelli con i quali si andrà a dividere la parete.

Per attivare tale comando si deve andare nella tendina “Framer” e cliccare su “Genera hotspot” o equivalentemente, dalla palette a sinistra, si clicca l'icona evidenziata nella figura sottostante:

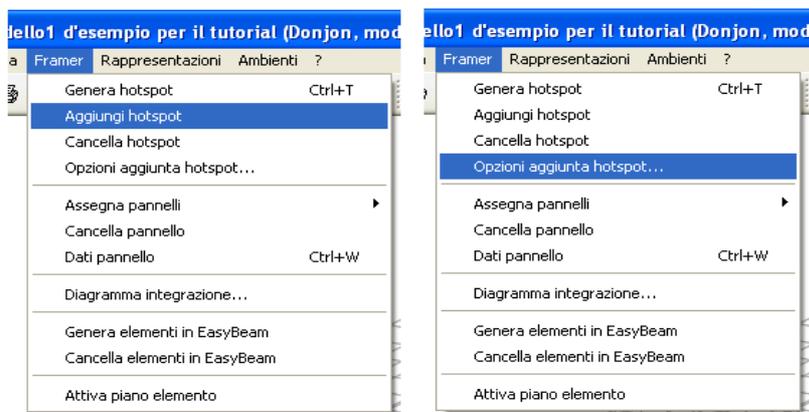


Successivamente occorre andare a cliccare nella finestra un punto interno alla parete sulla quale si vogliono generare gli hotspot, (nel nostro caso è una parete unica) ed ecco di seguito l'immagine che mostra la generazione dei nodi significativamente utili al tracciamento dei pannelli:



Come mostrato nell'immagine precedente, agli spigoli della parete e nei punti di intersezione con le proiezioni delle bucaure sui lati perimetrali, vengono inseriti dei nodi (“hotspot”) con i quali risulta agevole la costruzione degli elementi “pannello”, che indicano al programma come deve essere eseguita la discretizzazione delle mesh bidimensionali in aste monodimensionali ai fini dell'esecuzione dell'integrazione degli sforzi.

Prima di passare alla descrizione delle operazioni di disposizione dei pannelli, introduciamo altri due comandi, riportati nel menu a tendina “Framer”, che riguardano anch'essi la generazione degli “hotspot”, e nel particolare forniscono comandi aggiuntivi alla generazione automatica eseguita dal programma.



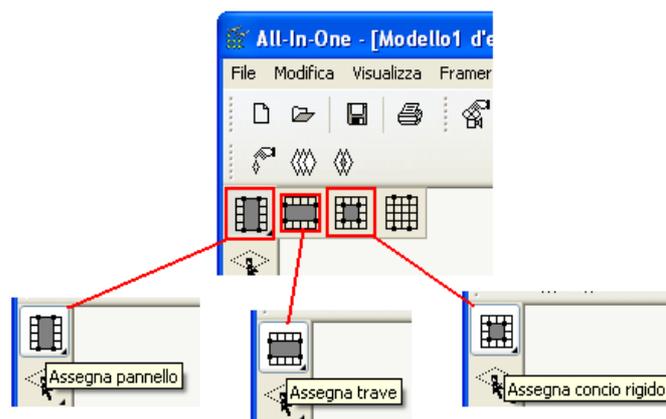
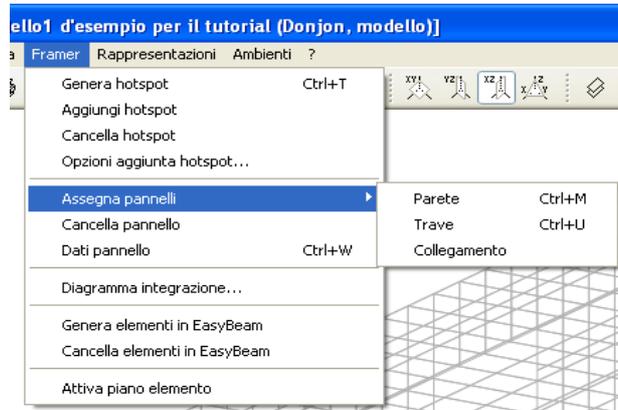
Il primo è il comando “Aggiungi hotspot”, e permette di aggiungere un nodo per lo snap di costruzione dei pannelli in un punto a piacere scelto dall'utente secondo modalità che poi vedremo, mentre l'altro comando è “Opzioni aggiunta hotspot”, che aggiunge altri nodi secondo istruzioni dettate dall'utente, c'è poi anche il comando “Cancella hotspot” che serve a cancellare eventuali hotspot aggiunti erroneamente. Più avanti riporteremo la descrizione di tali comandi.

Una volta generati gli “hotspot” è possibile procedere con la costruzione dei pannelli; prima di illustrare la procedura di costruzione dei pannelli, che peraltro risulta alquanto semplice ed intuitiva, descriviamo in maniera sintetica i tipi di entità “pannello” implementati all'interno del programma, questo poiché la scelta di un tipo piuttosto che di un altro, richiede al progettista di effettuare delle assunzioni che devono essere fatte coscientemente, dato che al variare del tipo di pannello scelto per una data porzione di parete, variano le verifiche di resistenza che vengono successivamente

condotte sugli elementi dai post-processor , e quindi varia l'interpretazione che viene fatta sul reale comportamento della struttura.

## Pannelli

I tipi di pannello implementati sono elencati nel menu “Framer” e anche nella palette a sinistra:



Descriviamo ora il significato e le successive operazioni che vengono effettuate sui pannelli a seconda del tipo scelto:

**Parete:** (colore: Rosa) tale elemento è concepito come setto portante (maschio) avente sviluppo verticale, ed a cui competono le azioni derivanti dai carichi verticali e quelle dovute alle azioni orizzontali, (sisma e vento); per tale tipo di pannello i risultati delle integrazioni restituiti sono calcolati considerandolo come se fosse un elemento monodimensionale ad asse verticale.

Per ricondurci a riferimenti normativi e pratici, se una fascia è definita come “Parete” su questa il programma effettuerà l'integrazione delle tensioni risultanti dall'analisi del modello, e poi a seconda del materiale che si ha di fronte darà istruzioni al post-processor di eseguire su tale elemento le rispettive verifiche richieste dalla normativa:

Per muratura non armata verranno eseguite le verifiche di resistenza di Pressoflessione nel piano, Taglio e Pressoflessione fuori piano, che il DM '08 prescrive rispettivamente ai punti: 7.8.2.2.1, 7.8.2.2.2, 7.8.2.2.3;

Per muratura armata verranno eseguite le verifiche di resistenza di Pressoflessione nel piano,

Taglio e Pressoflessione fuori piano, che il DM '08 prescrive rispettivamente ai punti: 7.8.3.2.1, 7.8.3.2.2, 7.8.3.2.3;

Per strutture in calcestruzzo armato ai fini della corretta esecuzione delle verifiche verranno eseguite le manipolazioni delle sollecitazioni ottenute dall'analisi secondo le istruzioni del DM '08 riportate al punto: 7.4.4.5.1, e verranno poi condotte le verifiche di resistenza a Pressoflessione e Taglio prescritte ai punti: 7.4.4.5.2.1, 7.4.4.5.2.2;

**Trave:** (colore: Verde) tale elemento è concepito come fascia avente sviluppo orizzontale, e nel particolare incorpora la funzione di pannello di soprafinestra o sottofinestra, considerato efficiente dal progettista ai fini dello sviluppo dei meccanismi resistenti della struttura, la sua funzione è quella di rendere connessi e collaboranti e trasferire le sollecitazioni come nello schema di telaio equivalente ai pannelli “Parete”; per tale tipo di pannello i risultati delle integrazioni restituiti sono calcolati considerandolo come se fosse un elemento monodimensionale ad asse orizzontale.

Per ricondurci a riferimenti normativi e pratici, se una fascia è definita come “Trave” su questa il programma effettuerà l'integrazione delle tensioni risultanti dall'analisi del modello, e poi a seconda del materiale che si ha di fronte darà istruzioni al post-processore di eseguire su tale elemento le rispettive verifiche richieste dalla normativa:

Per strutture in muratura verranno eseguite le verifiche di resistenza che il DM '08 prescrive al punto 7.8.2.2.4;

Per strutture in calcestruzzo armato verranno eseguite le verifiche di resistenza che il DM '08 prescrive al punto 7.4.4.6;

**Collegamento:** (colore: Viola) tale elemento è concepito come connessione rigida tra elementi “parete” e “trave”, su tale elemento viene eseguita l'integrazione delle tensioni uscenti dall'analisi, ma non viene successivamente operata alcuna verifica, pertanto il progettista dichiarando una porzione di parete come “collegamento” vuol dire che considera che tale porzione si trovi in condizioni tali da non richiedere su di essa verifiche di resistenza (es. confinamento operato da solai o da altri elementi costruttivi, ecc.). I pannelli di tipo "collegamento" generano degli offset qualora da DonJon si generino elementi per EasyBeam (vedremo successivamente tale aspetto); per tale tipo di pannello i risultati delle integrazioni non sono restituiti a dialogo.

Se per calcolare l'altezza deformabile per un maschio murario isolato la cosa è semplice ed univoca, così non è per i maschi murari che fanno parte di una parete con aperture.

Riguardo tale aspetto le NTC08 al punto 7.8.1.5.2 specificano:

“[...] in presenza di elementi di accoppiamento l'analisi può essere effettuata utilizzando modelli a telaio, in cui le parti di intersezione tra elementi verticali e orizzontali possono essere considerate infinitamente rigide[...]

L'entità “Collegamento” risponde a tali requisiti.

Si sottolinea che l'integrazione delle tensioni avviene per ogni tipo di pannello assegnato e che i risultati dell'analisi non vengono alterati dalla assegnazione dei pannelli per cui l'eventuale modifica del "telaio equivalente" che viene definito dal progettista all'interno di DonJon non inficia i risultati dell'analisi come invece avverrebbe se l'analisi stessa venisse eseguita su un telaio equivalente assegnato a monte del calcolo, e questo è un vantaggio sostanziale poiché non richiede al progettista di effettuare prove di studio su più modelli al fine di determinare quello che approssima meglio il reale comportamento della struttura, oltretutto modellando la effettiva geometria della parete tramite elementi bidimensionali permette di tenere conto in automatico del peso effettivo di tutte le parti della muratura, senza richiedere il calcolo del carico scaricato da alcune porzioni che non vengono

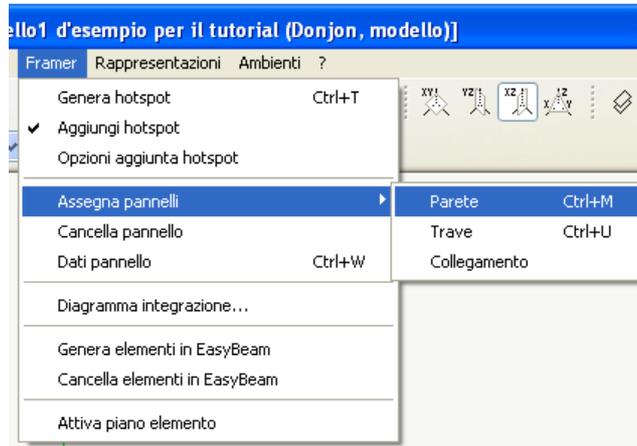
modellate nel telaio equivalente, con notevole semplificazione nella realizzazione del modello.

Inoltre si ritiene, soprattutto per gli edifici in muratura, che la fase di definizione dei pannelli operata per mano dell'utente, sia un momento che dà la possibilità al progettista di effettuare un'interpretazione ed un esame critico su quale sia il reale comportamento della struttura (larghezza effettiva delle fasce di paramento che contribuiscono alla resistenza, presenza di pannelli soprafinestra o sotto-finestra che non possono essere considerati efficienti per il tipo di connessione che essi hanno con le pareti verticali, ecc.), peraltro potendo convertire in maniera agevole e veloce l'elemento bidimensionale ad un telaio equivalente, ed avendo immediatamente disponibili i valori di sollecitazione risultanti sul pannello, trovandosi di fronte paramenti murari a geometria complessa, con bucatore irregolari, non allineate e variamente disposte, è possibile per l'utente fare in maniera veloce un confronto tra più schemi al fine di definire quello più efficiente, che riduca gli sforzi in eventuali punti deboli (si pensi ad edifici esistenti), o che li concentri in punti considerati più idonei o nei quali risulti più semplice effettuare eventuali rinforzi.

# Operazioni sugli elementi

## Tracciamento dei pannelli

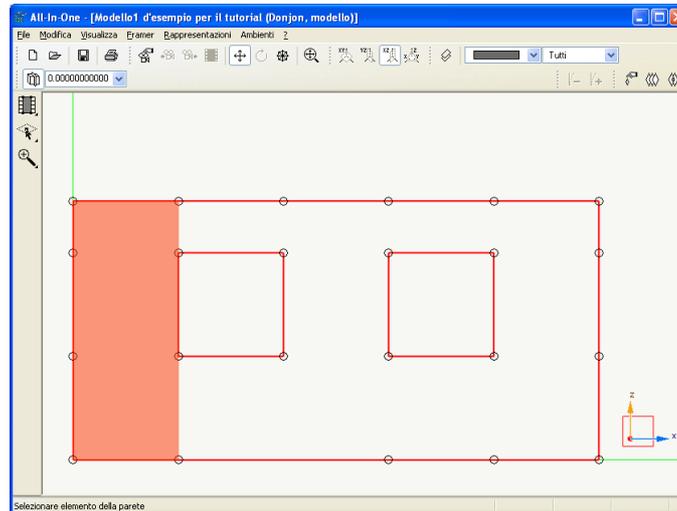
Per definire un pannello sul piano del tetto isolato, come visto precedentemente dal menu “Framer” si seleziona ad esempio il pannello “Parete”:



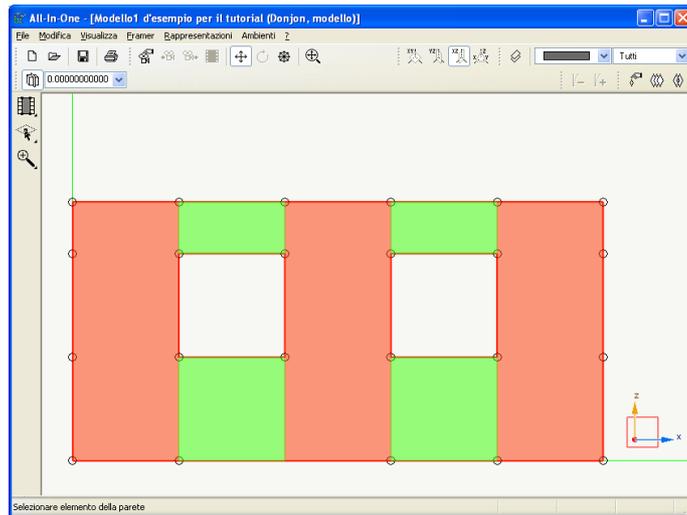
o equivalentemente si può utilizzare l'icona relativa alle pareti:



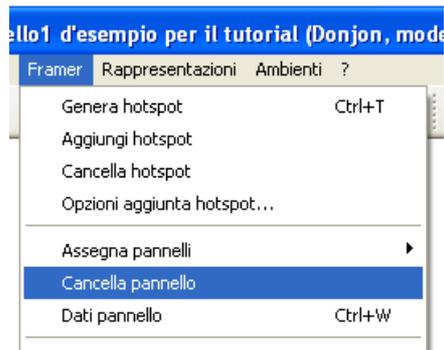
successivamente si deve andare con il cursore in corrispondenza di un “hotspot” e cliccando e tenendo premuto il tasto sinistro del mouse si traccia la diagonale che andrà a definire il pannello “Parete”:



procedendo in tal modo si possono definire quindi tutti i pannelli costituenti il tetto;

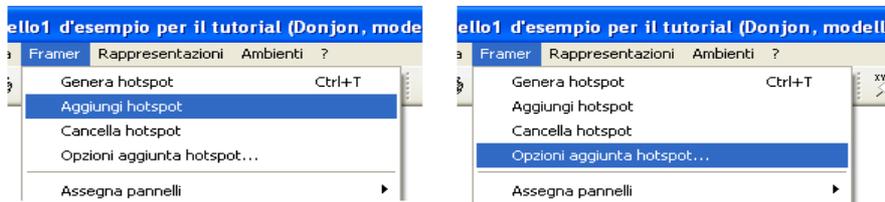


Per modificare il perimetro di definizione di un pannello, si deve cancellare il pannello e procedere al nuovo tracciamento; il comando “Cancella pannello” si trova nel menu “Framer”.

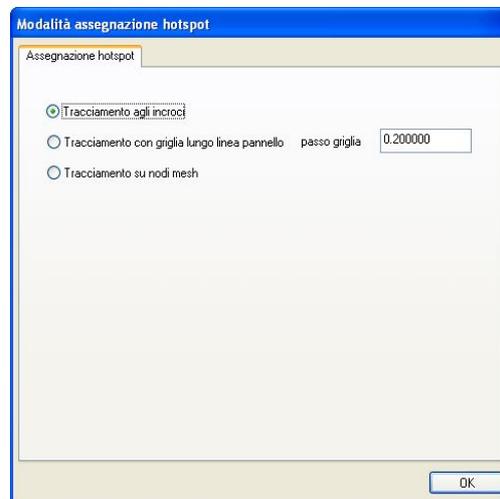


## Operazioni sugli Hotspot

Spieghiamo a questo punto anche i due comandi introdotti precedentemente, che riguardano le modalità di aggiunta degli hotspot e che sono “Aggiungi hotspot” e “Opzioni aggiunta hotspot”, selezionabili dalla tendina “Framer”

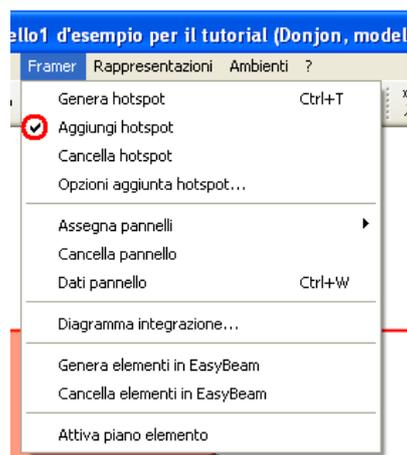


Il funzionamento del comando “Aggiungi hotspot” dipende dalle impostazioni attive nella finestra di dialogo relativa alle “Opzioni di aggiunta hotspot”:

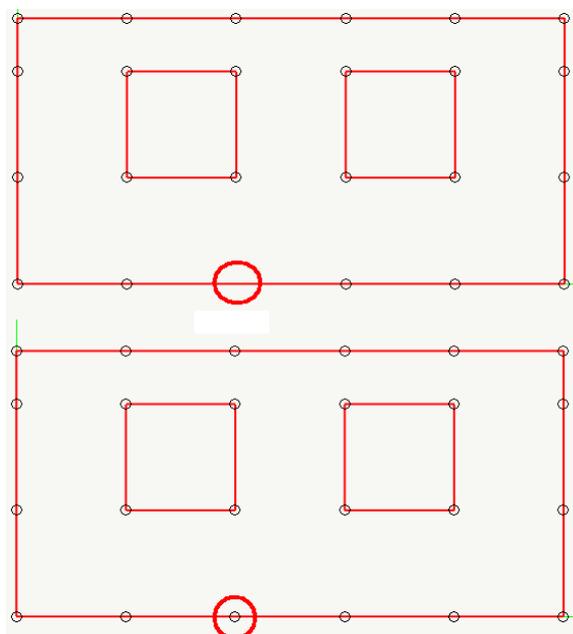


Tramite tale finestra viene selezionato il criterio con il quale si possono aggiungere gli hotspot.

- Tracciamento agli incroci: permette di inserire hotspot aggiuntivi nei punti di incrocio tra la passante verticale e quella orizzontale per due hotspot già esistenti;
- Tracciamento con griglia lungo linea di pannello: permette di inserire gli hotspot lungo il perimetro di un pannello già definito, secondo un passo definito dall'utente nella casella passo griglia.
- Tracciamento su nodi mesh: permette di inserire gli hotspot lungo il perimetro di un pannello già definito, sui nodi della mesh degli elementi finiti generati in Nòlian.- Impostando l'opzione “Tracciamento agli incroci” e chiudendo la finestra di dialogo con il pulsante OK, si seleziona poi dalla tendina “Framer” il comando “Aggiungi Hotspot” che deve risultare attivo:



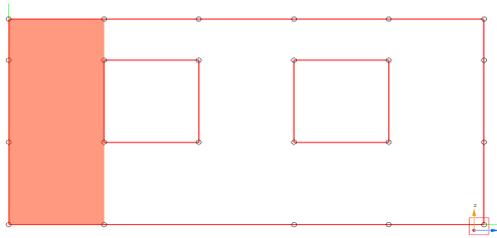
e poi si può procedere andando a cliccare il punto ove si vuole creare il nuovo Hotspot:



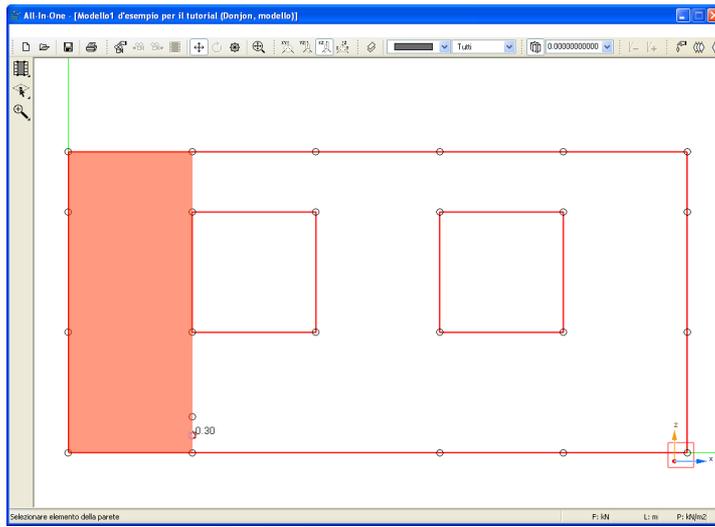
- Impostando l'opzione "Tracciamento con griglia lungo linea di pannello" ed impostando un passo della griglia pari a 0,30 m



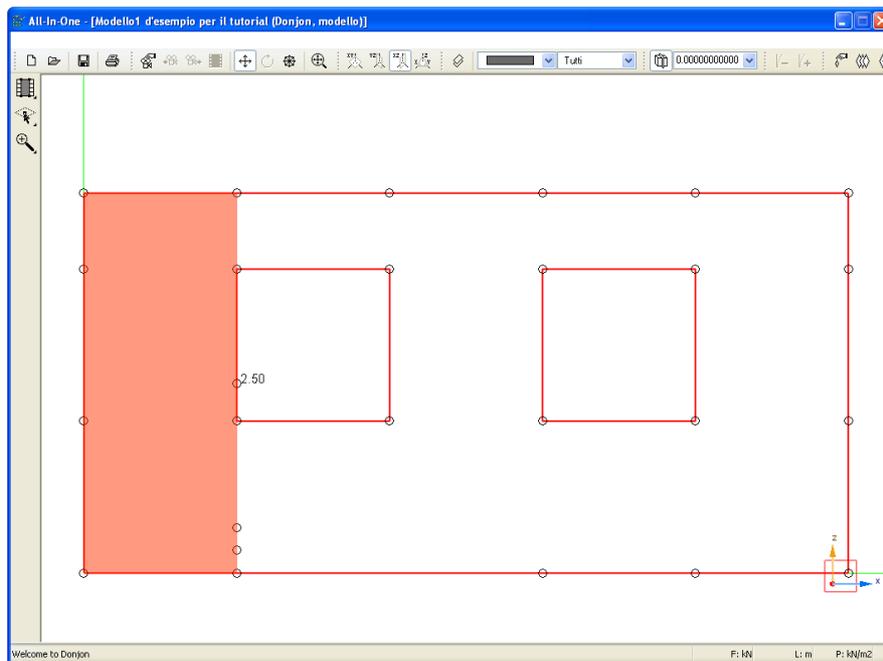
sempre con il comando "Aggiungi Hotspot" attivo si può procedere aggiungendo altri hotspot in questo modo, anzitutto deve essere già stato creato un pannello:



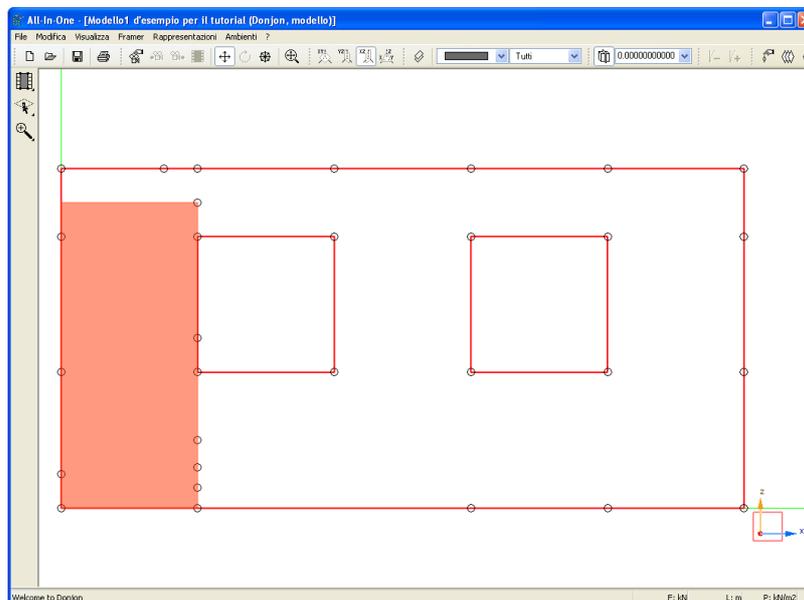
quindi andando a cliccare una volta sul lato perimetrale del pannello sul quale vogliamo aggiungere l'hotspot, il programma riconoscerà automaticamente il dominio su cui operare ed a quel punto permetterà di muoversi a scatti con un passo pari a quello impostato precedentemente, cliccando una seconda volta viene generato l'hotspot nella posizione indicata dal cursore :



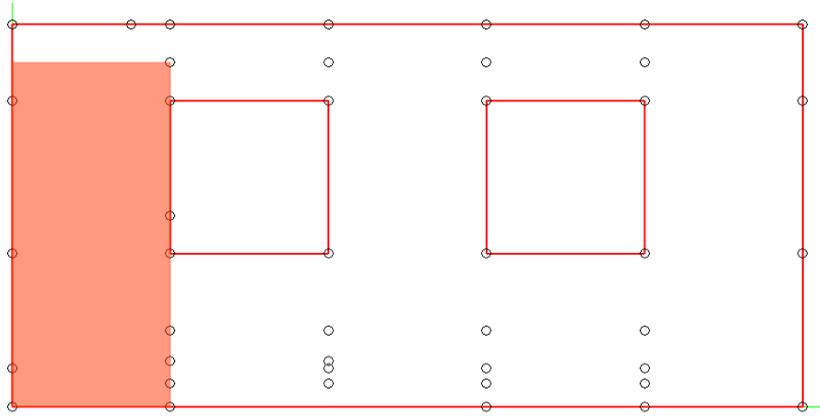
- Impostando l'opzione “Tracciamento su nodi mesh” sempre con il comando “Aggiungi Hotspot” attivo si può procedere aggiungendo altri hotspot in questo modo, come per l'opzione “Tracciamento con griglia lungo linea di pannello” deve essere già stato creato un pannello, dopodichè cliccando una volta lungo la linea del pannello il programma riconoscerà automaticamente il dominio su cui operare ed a quel punto permetterà di muoversi a scatti con un passo pari a quello delle mesh, cliccando una seconda volta viene generato l'hotspot nella posizione indicata dal cursore :



Dopo aver aggiunto i nuovi hotspot che necessitano di un pannello di riferimento per essere generati, si può cancellare il pannello di riferimento e ridisegnarlo riferendosi agli hotspot di nuova generazione



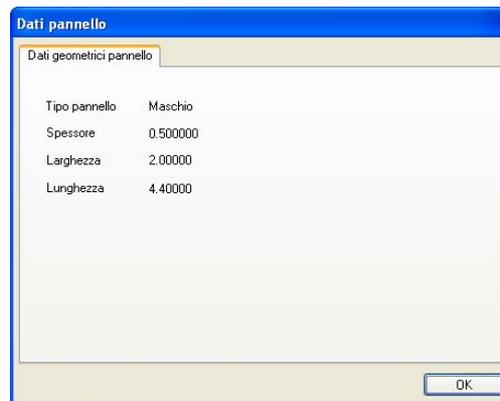
è possibile anche inserire ulteriori hotspot agli incroci degli hotspot generati con un pannello di riferimento



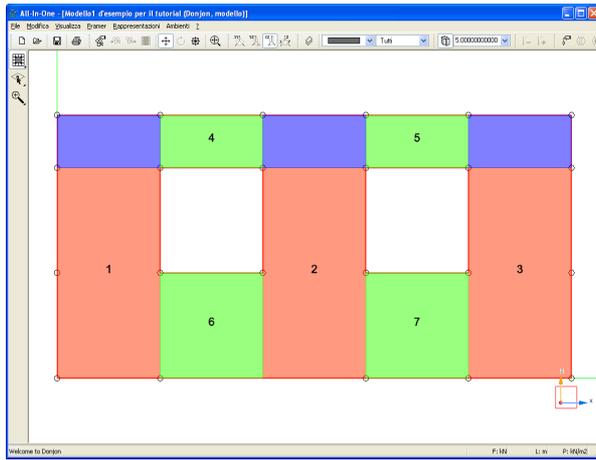
A seguito dell'inserimento dei pannelli è possibile visualizzare tramite il comando “Dati pannello” attivabile dal solito menu:



Tale comando una volta attivato consente cliccando su un pannello di visualizzare le dimensioni geometriche che saranno utilizzate per effettuare le verifiche di resistenza del pannello:



Inoltre dal menu “Rappresentazioni” è possibile attivare la visualizzazione degli indici dei pannelli che mostra la numerazione dei pannelli che permette il riscontro con l'elenco dei risultati da tabulato di calcolo:



## Risultati delle integrazioni

Come già anticipato all'inizio del presente documento, l'ambiente DonJon effettua l'integrazione delle tensioni calcolate sugli shell, tramite l'analisi del modello condotta con Nòlian, all'interno del dominio geometrico definito tramite l'assegnazione dei pannelli.

Preme sottolineare due punti fondamentali:

- 1) La definizione dei pannelli in DonJon, determina esclusivamente le aree sulle quali verrà effettuata l'integrazione e definisce le dimensioni dei pannelli con le quali successivamente negli altri ambienti, verrà condotta la verifica.

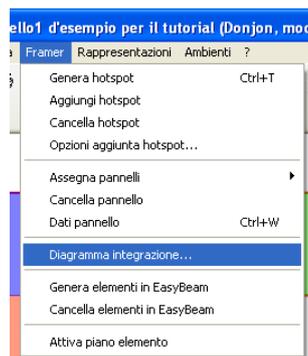
Non ha la minima influenza sui risultati dell'analisi, né modifica le rigidezze delle parete considerate nel calcolo, poiché sono tutte operazioni che vengono fatte a valle della risoluzione del modello, e pertanto non incidono sul calcolo della distribuzione delle azioni;

- 2) Definendo un pannello, il programma effettua in automatico le integrazioni delle tensioni, per ogni singola condizione di carico inserita, su tutti i pannelli definiti in DonJon, pertanto le operazioni che descriveremo nel seguito sono soltanto per la visualizzazione e il controllo dei risultati da parte dell'utente, e non operazioni propedeutiche all'esecuzione da parte del programma dei calcoli di integrazione.

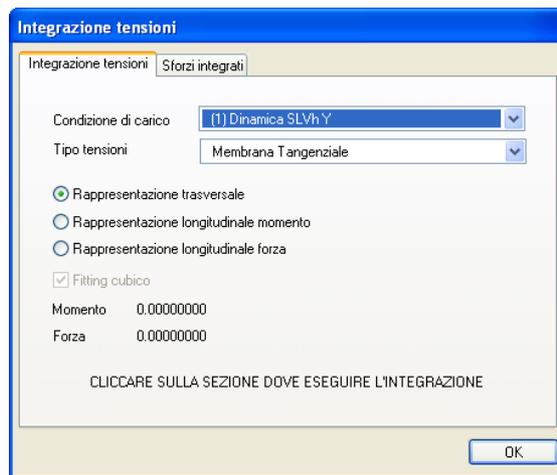
Una volta inseriti i pannelli, è possibile procedere con il controllo dei risultati delle integrazioni delle tensioni calcolate nell'analisi, sugli elementi shell racchiusi nell'area di ogni singolo pannello.

La finestra di dialogo per tali comandi è attivabile dal solito menu “Framer” cliccando sul comando “Diagramma integrazione”.

**NOTA BENE:** questa funzione è solo a scopo di indagine da parte del progettista, non occorre accedere a questa funzione per le normali funzioni di verifica in quanto l'integrazione viene eseguita automaticamente.

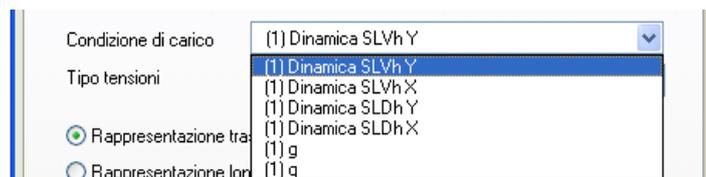


Viene aperta la seguente finestra di dialogo:

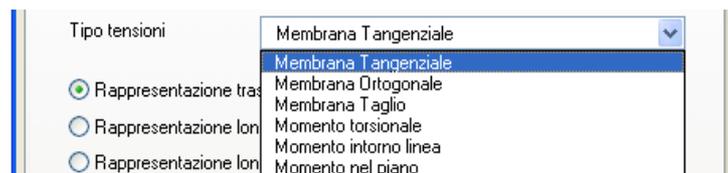


Nella prima tendina “Integrazione tensioni” sono mostrate le seguenti impostazioni che l'utente può settare:

- Condizione di Carico: permette di scegliere la condizione di carico inserita in Nòlian rispetto alla quale si vogliono visualizzare i risultati:



- Tipo tensioni: permette di scegliere il tipo di risultato dell'integrazione che si vuole visualizzare:



- Infine ci sono le tre opzioni:

Rappresentazione trasversale

Rappresentazione longitudinale momento

Rappresentazione longitudinale forza

che permettono di scegliere il modo in cui viene visualizzato il risultato selezionato

## ***Tipi di tensione***

Prima di descrivere le istruzioni per la visualizzazione dei risultati si spiegherà l'effettivo significato dei vari risultati presenti nell'elenco “Tipi di tensione”.

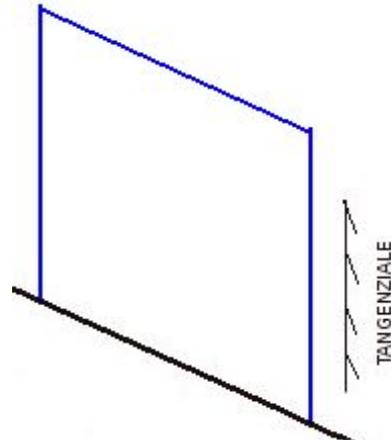
Sono visualizzabili sei tipi di risultati, di cui tre riguardanti il regime membranale dei pannelli, e

tre riguardanti il regime flessionale.

## Regime membranale

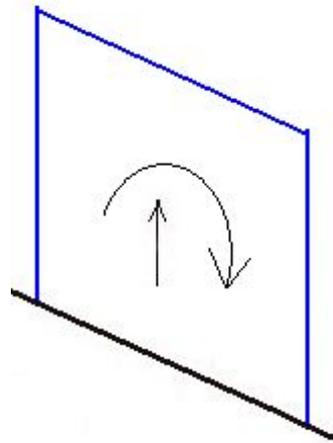
### Membrana Tangenziale:

Tale risultato dell'integrazione fornisce l'azione risultante delle tensioni tangenziali presenti, contenute nel piano delle shell che compongono il pannello interrogato.



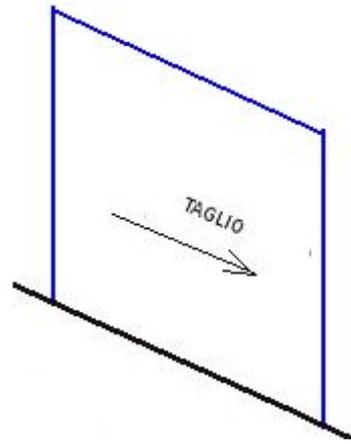
### Membrana Ortogonale:

Tale risultato dell'integrazione fornisce le due azioni risultanti (sforzo normale e momento) delle tensioni ortogonali alle sezioni trasversali delle shell che compongono il pannello interrogato.



### Membrana Taglio:

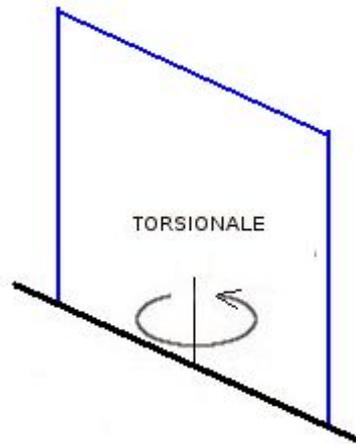
Tale risultato dell'integrazione fornisce l'azione risultante (taglio) delle tensioni tangenziali alle sezioni trasversali delle shell che compongono il pannello interrogato.



## Regime flessionale

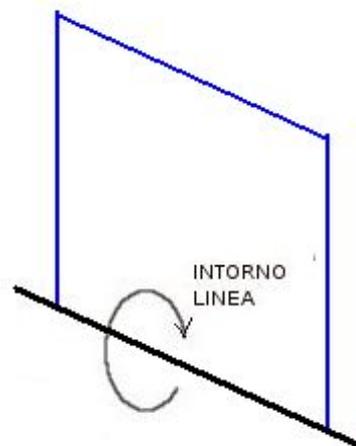
### Momento torsionale

Tale risultato dell'integrazione fornisce l'azione risultante di momento torcente attorno all'asse del pannello, esattamente come per gli elementi monodimensionali.



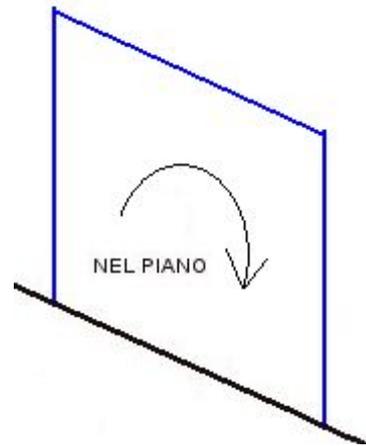
### Momento intorno linea

Tale risultato dell'integrazione fornisce l'azione risultante di momento perpendicolare al piano che contiene le shell, esattamente come per gli elementi monodimensionali.



## Momento nel piano

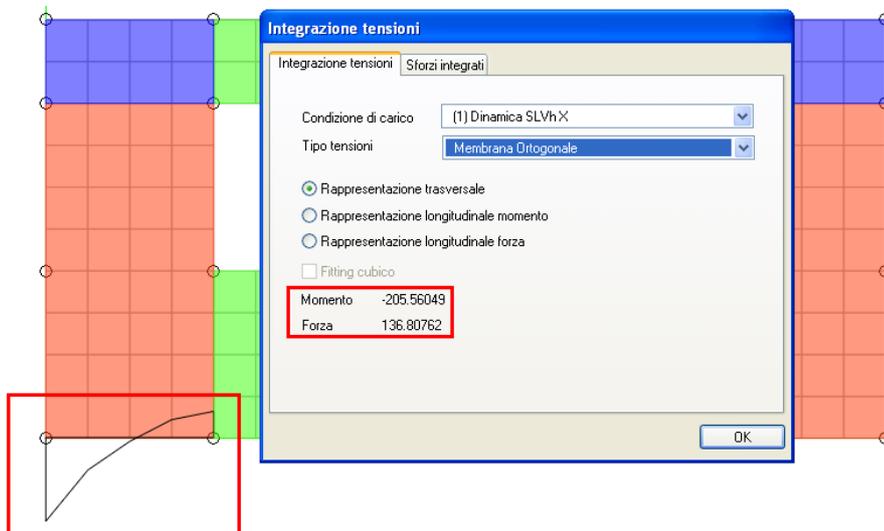
Tale risultato dell'integrazione fornisce l'azione risultante di momento contenuto nel piano del pannello, esattamente come per gli elementi monodimensionali.



## **Visualizzazione dei risultati**

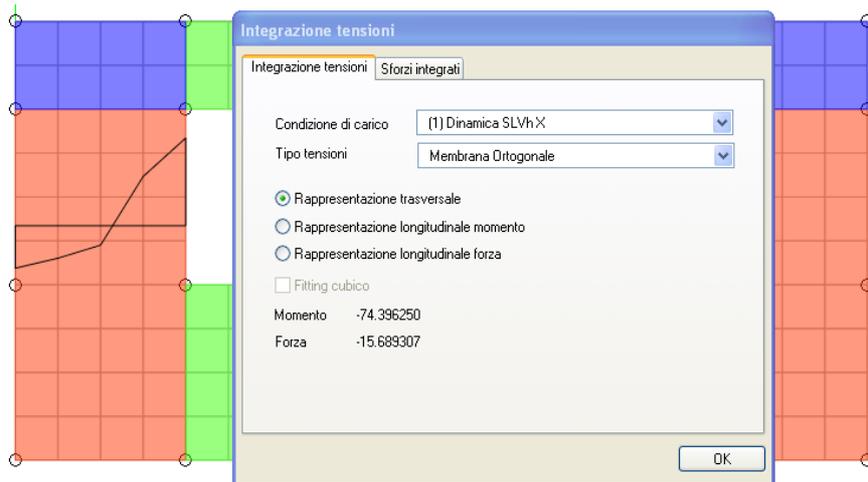
Per visualizzare i risultati delle integrazioni effettuate sui pannelli, una volta aperta la finestra di dialogo “Diagramma integrazione”, si impostano le varie opzioni viste sopra, secondo il risultato che si vuole andare a visualizzare, e dopodichè si clicca con il cursore sopra il pannello di cui si vogliono leggere i risultati.

Ad esempio impostando nella finestra di dialogo le seguenti opzioni ed andando a cliccare sul pannello da interrogare, il programma fornisce i risultati evidenziati:

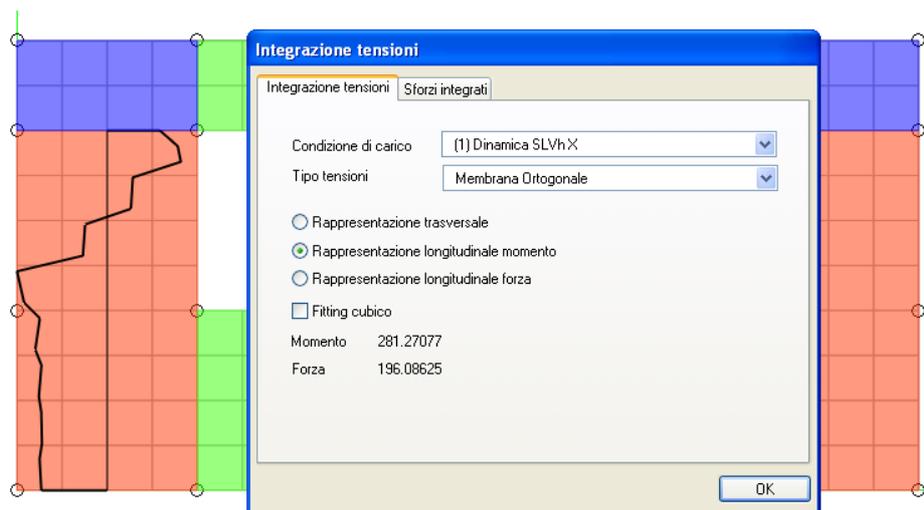


Nell'immagine precedente sono evidenziati il diagramma delle tensioni sulla sezione trasversale delle shell componenti il pannello, ed i valori risultanti delle sollecitazioni di sforzo normale e momento flettente corrispondenti al diagramma visualizzato; avendo scelto l'opzione “Rappresentazione trasversale” il diagramma ed i valori forniti dal programma riguardano la specifica sezione sulla quale si è cliccato, e spostando il punto di interrogazione si ottengono i

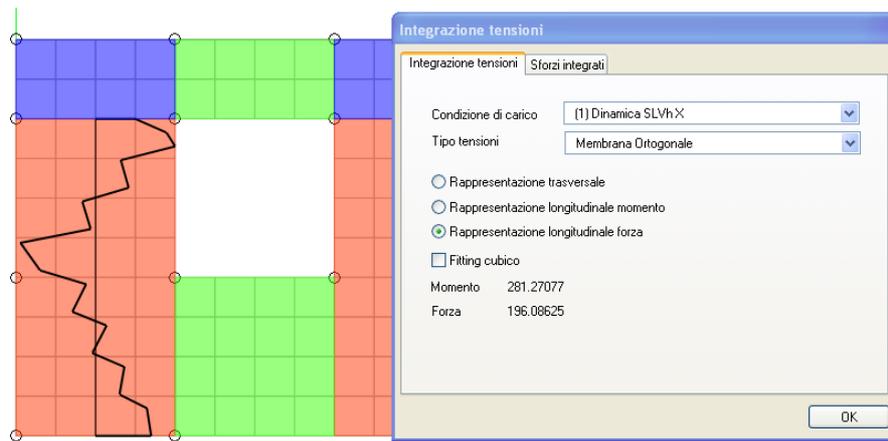
risultati relativi ad un'altra sezione



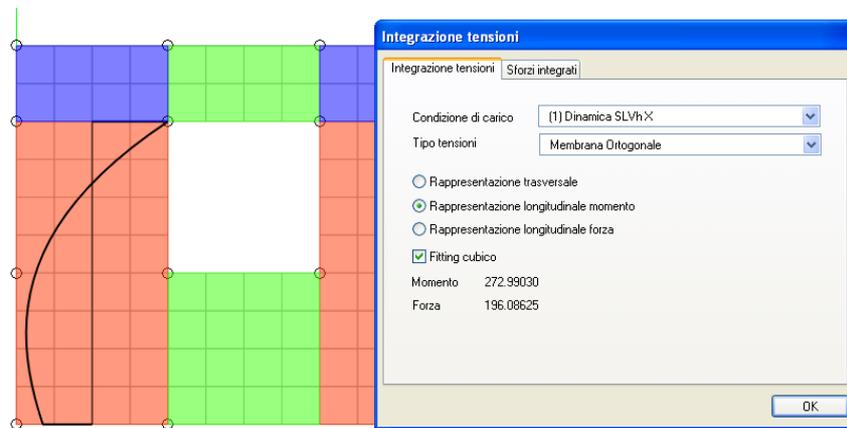
Variando l'impostazione a "Rappresentazione longitudinale momento" si ottiene invece la rappresentazione dell'andamento del momento lungo l'asse del pannello:



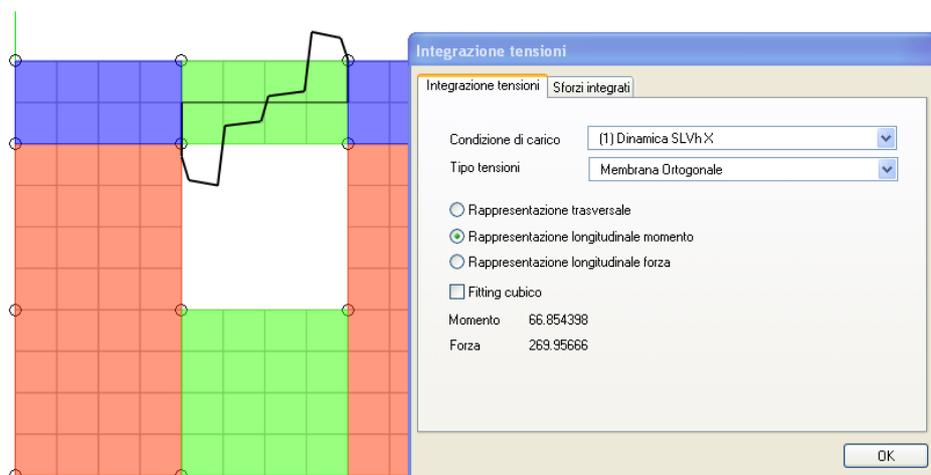
Allo stesso modo impostando "Rappresentazione longitudinale forza" si ottiene l'andamento della forza lungo l'asse del pannello:

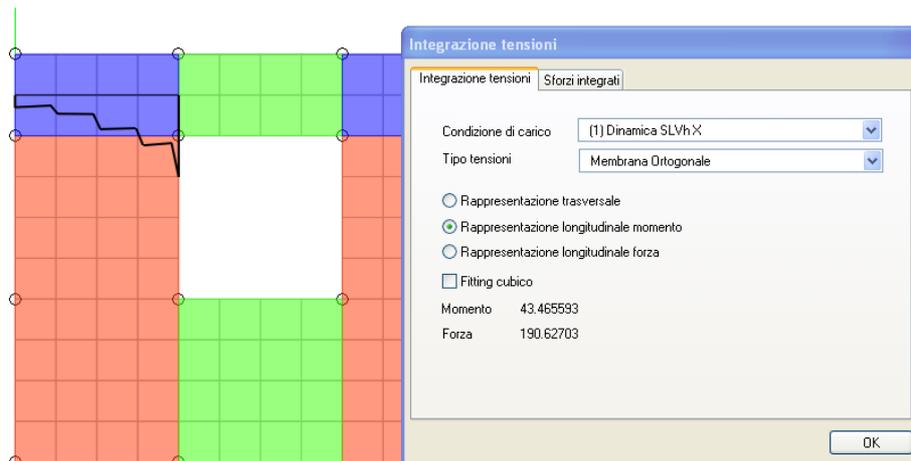


Nelle modalità di Rappresentazione longitudinale è possibile attivare anche l'opzione di “Fitting cubico” relativo al diagramma, che smussa le oscillazioni dovute alla soluzione discreta ottenuta sui nodi della mesh:



Cliccando su un pannello di tipo trave, o collegamento, il programma fornisce i risultati nelle medesime modalità descritte sopra:





Le rappresentazioni longitudinali per i tipi di tensioni flessionali riportano per ovvi motivi soltanto i valori del momento, allo stesso modo la rappresentazione longitudinale per i tipi di tensioni membranali di taglio e tangenziali riportano per ovvi motivi soltanto i valori della forza.

Cambiando la tendina sulla finestra di dialogo del “Diagramma integrazioni”, è possibile visualizzare gli “Sforzi integrati”:

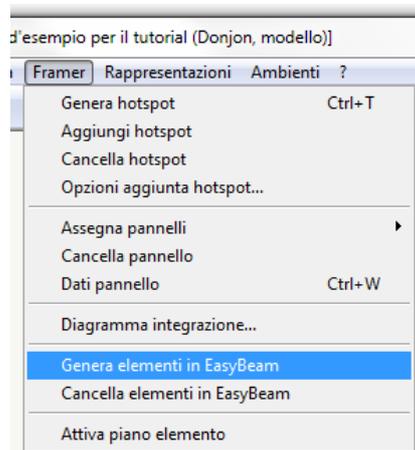
	Sinistra	Destra
Assiale	137.10020	97.588815
Taglio nel piano	206.91439	351.53859
Momento nel piano	-205.41064	164.77975
Momento fuori piano	-3.2466630	4.7248495

Ossia il programma mostra i valori delle sollecitazioni ottenuti dalla integrazione delle tensioni per la condizione di carico corrente per le estremità sinistra e destra dei pannelli (per i pannelli “parete” sinistra equivale all'estremità inferiore e destra equivale all'estremità superiore), fornendo un utile riepilogo per consentire eventuali controlli manuali da parte dell'utente, dei calcoli svolti.

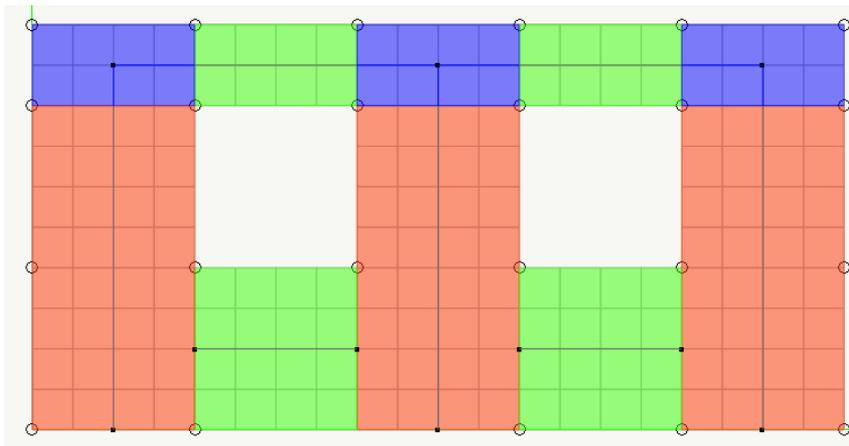
## Generare elementi per EasyBeam

Avendo a che fare con una struttura in pareti di c.a., dopo aver discretizzato gli elementi piani attraverso la definizione dei vari pannelli, per poter procedere alla verifica ed alla generazione degli esecutivi, secondo le prescrizioni dettate dalla normativa per le pareti in c.a. Si deve generare gli elementi per EasyBeam.

Tale comando si trova sulla tendina “Framer”:



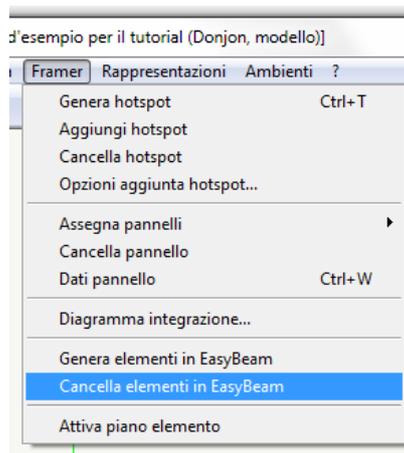
cliccando su tale comando in automatico DonJon dispone in linea d'asse ad ogni pannello, l'elemento monodimensionale che EasyBeam riconoscerà come asta e che armerà secondo i criteri prescritti per i setti in c.a.



Nell'immagine si mostrano le aste generate in asse ai pannelli definiti.

Si noti che per i pannelli del tipo “collegamento” in EasyBeam verrà riconosciuto un elemento Rigel.

Volendo cancellare uno o più elementi asta, il comando si trova sempre nella solita tendina “Framer”:



e poi si va a cliccare l'elemento che si vuole eliminare.

Se si elimina un pannello, viene in automatico eliminato il corrispondente elemento generato per EasyBeam, che sarà poi facile rigenerare con il comando “Genera elementi in EasyBeam”, una volta che sarà stato ridefinito il pannello.

## Illustrazione dei metodi di discretizzazione dei pannelli

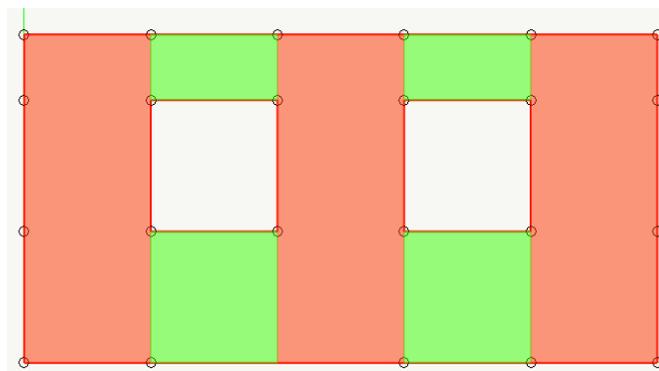
### **Discretizzazione per le murature e successivo impiego in WallVerine**

L'analisi tensionale di elementi strutturali piani è consolidata ormai da più di dieci anni tramite elementi finiti bidimensionali ormai molto affidabili. Il problema di trasformare il regime tensionale in un regime di sollecitazioni tipiche della trave inflessa (M, N, T) è legata a requisiti di normativa secondo al quale soprattutto il maschio murario deve essere considerato come elemento reagente unitario. Per far fronte a questo requisito vi sono due metodi: il "telaio equivalente" e quello proposto con DonJon di integrare le tensioni derivanti da un'affidabile analisi con elementi bidimensionali per ottenere le sollecitazioni previste da normativa.

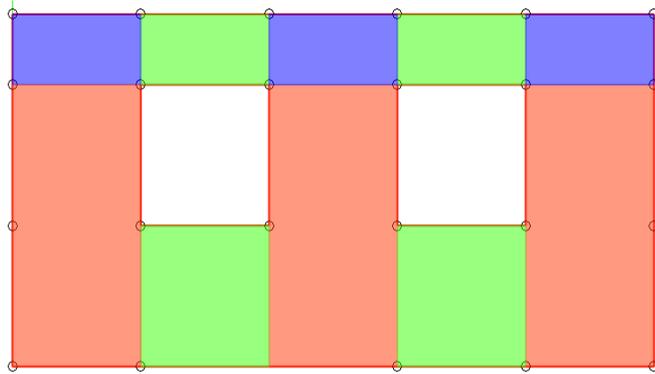
Il metodo del telaio equivalente ha il grosso svantaggio di richiedere una concezione a priori dell'elemento strutturale piano come assemblaggio di elementi monodimensionali. Come è noto la determinazione dei pannelli rigidi all'incontro tra maschi e fasce orizzontali è problematica e la scelta delle dimensioni di tali elementi influisce notevolmente sui risultati. Il metodo invece della integrazione delle tensioni di una discretizzazione con elementi finiti bidimensionali ha il grande vantaggio di non influire sulle RIGIDEZZE e quindi sulla ripartizione delle sollecitazioni essendo questa determinabile A POSTERIORI e sulla base di una discretizzazione molto accurata come quella appunto consentita da elementi finiti piani molto evoluti.

Pertanto nel determinare i pannelli murari in DonJon non si deve assolutamente riferirsi al "telaio equivalente" ma si devono considerare i pannelli come "aree" di estrazione delle sollecitazioni. Pertanto ogni pannello costituisce un elemento da verificare e la scelta delle sue dimensioni non influisce sulla distribuzione delle sollecitazioni globali ma influisce solo sulla scelta delle sollecitazioni da verificare. Comunque, poiché la verifica viene da WallVerine eseguita in più sezioni del pannello, la altezza del maschio murario non è particolarmente influente salvo per la lunghezza di inflessione che viene assunta come default pari all'altezza del pannello, ma può essere però agevolmente impostata alla misura dell'interpiano. Inoltre è agevole ridefinire un pannello e verificarlo con differenti configurazioni qualora si avessero dei dubbi sull'aver colto o meno le sollecitazioni in determinate sezioni.

Riportando le configurazioni dei pannelli adottate per gli esempi fatti nelle pagine precedenti, si hanno queste situazioni:



Schema1



Schema 2

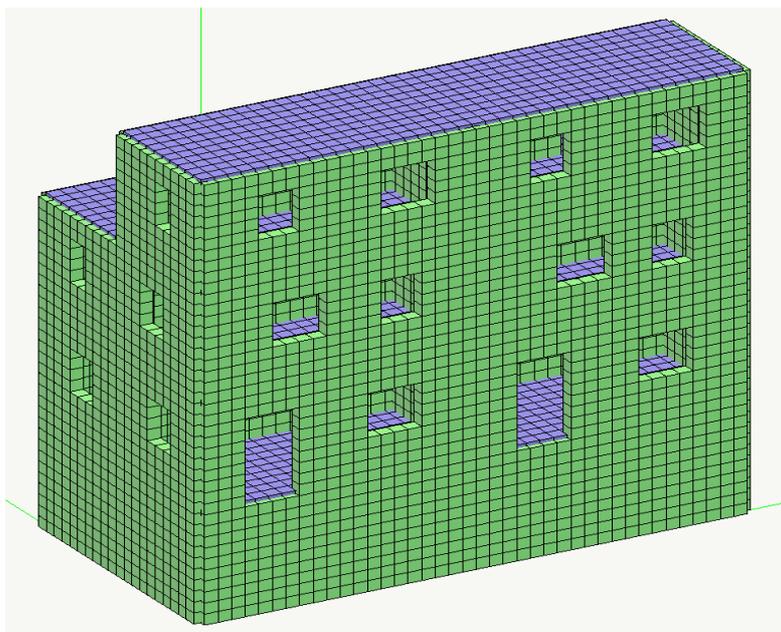
In tali schemi si è differenziata la tipologia dei pannelli costituenti la parete, inserendo o meno gli elementi di “Collegamento”, che consiste nel considerare interessati da rotture o meno quelle porzioni di parete, mentre come lunghezza dei pannelli è stato sempre considerato il filo delle aperture. Qui si ripete che la dimensione dell'elemento di collegamento NON INFLUISCE sulla distribuzione delle tensioni per cui i consigli di discretizzazione in telaio equivalente (diffusione a 30° etc.) non hanno influenza alcuna. L'adozione dei pannelli rigidi assicura solo che la verifica venga con certezza eseguita alle estremità del pannello.

Adottare lo schema 1 piuttosto che lo schema 2 o lo schema 3, ha influenza sulla lunghezza di libera inflessione che viene considerata nelle verifiche, anche per quelle di meccanismi locali di collasso, nel caso si stia operando su muratura.

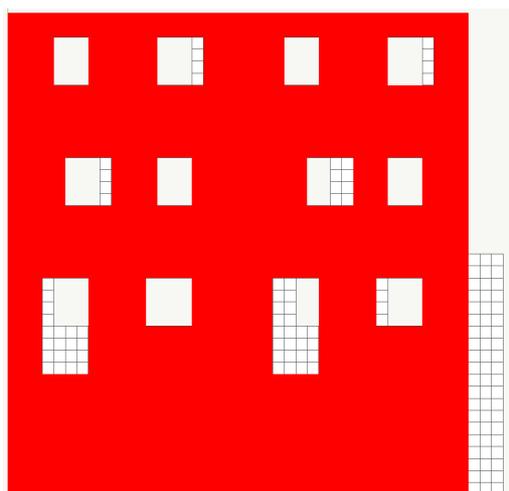
Nel caso si operi con murature c'è da considerare che poi nell'apposito ambiente di verifica (WallVerine) è possibile modificare il parametro lunghezza del pannello, (questo per agevolare la definizione di eventuali pannelli che formano casi particolari), per cui si può modificare tale valore anche senza ridefinire il pannello, ma si sottolinea che di default, entrando in WallVerine, le lunghezze prese in riferimento sono quelle definite In DonJon con la geometria del pannello potendo impostare, se necessario, tale valore nel programma di verifica.

La struttura considerata per l'esempio sopra è molto semplice, ma passando a strutture reali, più complesse, sono spesso presenti alcune criticità di fronte alle quali il progettista deve operare altre scelte, vediamo alcuni esempi.

Si considera un edificio con la seguente conformazione geometrica.



In tale struttura si può notare anzitutto che vi è la presenza di un piano interrato (privo di aperture), inoltre in elevazione le bucatre tra i vari piani sono disallineate rispetto al filo verticale



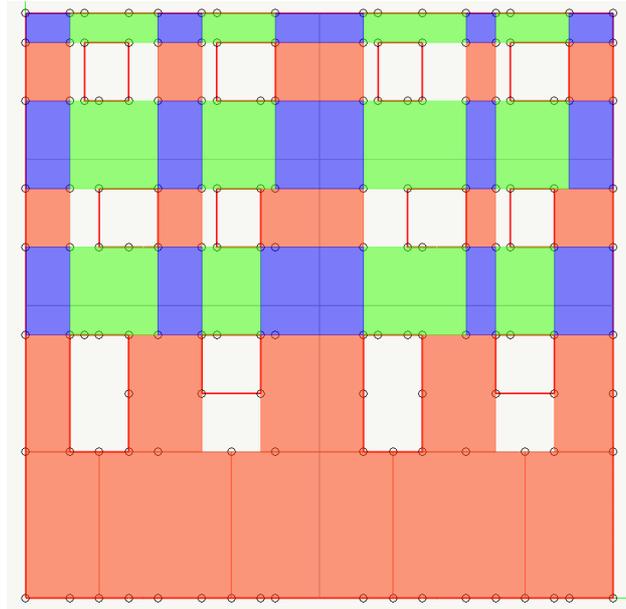
Di fronte a pareti che presentano tali complicazioni, il modo di operare per la discretizzazione dei pannelli, che descriva con accettabile approssimazione il comportamento reale nei confronti delle verifiche, varia da progettista a progettista; dal nostro punto di vista si devono in generale seguire due principi di base.

Il primo principio riguarda le complicazioni dovute ai disallineamenti tra le bucatre, ed in tali condizioni si dovrà operare in modo che i pannelli resistenti alle azioni orizzontali, salendo verso l'alto non potranno in generale, veder aumentare la loro sezione resistente, pertanto eventuali bucatre disallineate vincolano la larghezza di base del pannello superiore;

Il secondo principio riguarda la presenza di grosse porzioni di parete prive di bucatre, poste sotto porzioni di pareti che invece presentano aperture, (piani interrati) in tali condizioni, non è sensato considerare pannelli molto tozzi, sui quali confluiscono molti pannelli, questo poiché non vi è sufficiente distanza di “estinzione” affinché dai pannelli superiori le sollecitazioni si diffondano in maniera uniforme su tutta la sezione del pannello inferiore, che dovrà pertanto essere diviso in più

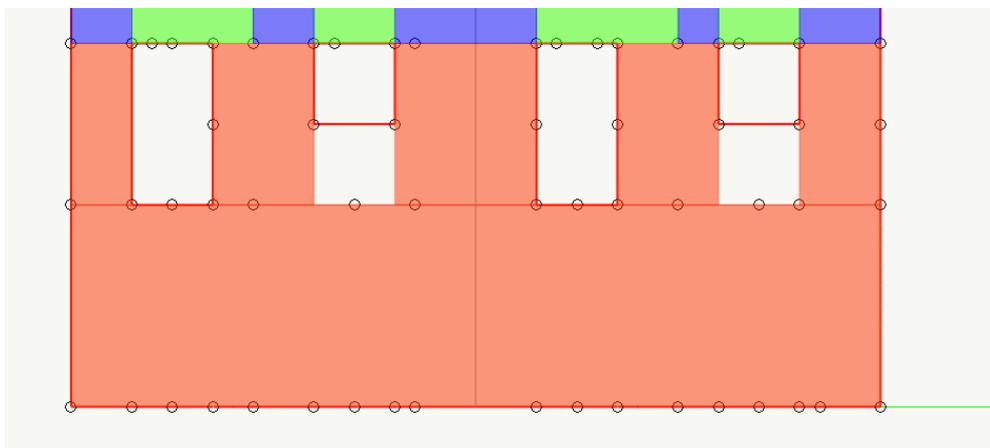
elementi.

Applicando tali regole alla parete sopra lo schema di discretizzazione in pannelli secondo i concetti con cui si opera in DonJon è il seguente:



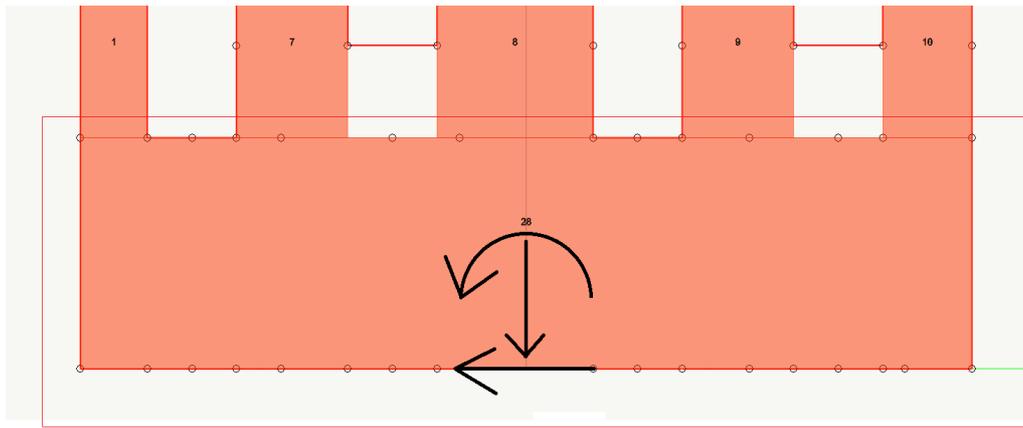
**Schema pannelli 1**

Nello schema pannelli 1, la prima cosa che si nota, è che il piano interrato è stato frammentato in 5 pannelli differenti, questo poiché schematizzare in maniera differente, come ad esempio così:



dove al piano interrato è posto un unico pannello, è a nostro avviso errata poiché non vi è sufficiente distanza di “estinzione” da garantire la diffusione delle azioni su tutta la sezione di base del pannello interrato.

Equivarrebbe a considerare che al piano interrato il pannello 28 risponderebbe alle azioni di taglio momento e sforzo normale provenienti dalla struttura in elevazione, con tutta la larghezza della sua sezione di base:

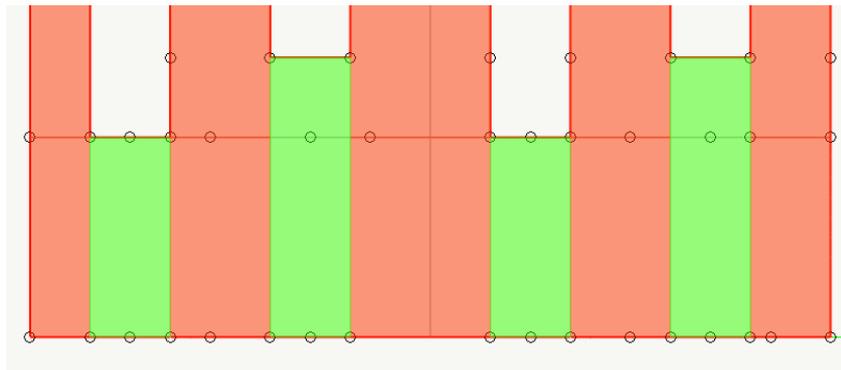


Questo sicuramente soddisferebbe le verifiche, ma non a ragione, poiché nella il reale comportamento della struttura in termini di meccanismo resistente sarebbe differente.

Altra osservazione può emergere dal fatto che i pannelli definiti nella proposta di pagina precedente, non hanno la larghezza che coincide con quella del pannello superiore, ma risulta maggiore.

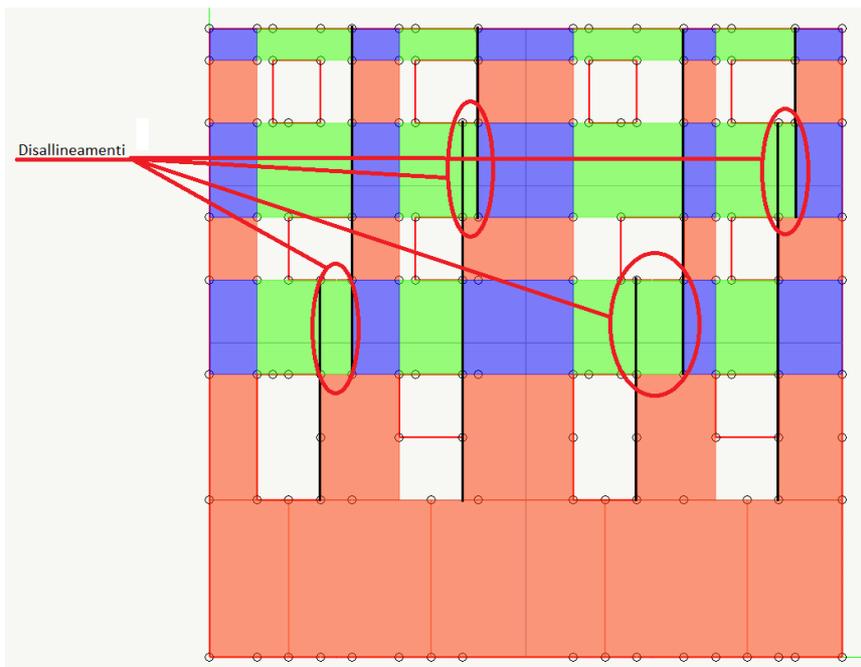
Tale aumento è stato operato poiché si considera che nella muratura avvenga una certa diffusione delle sollecitazioni, ed è quindi lecito assumere, in assenza di bucatre, che la larghezza dei pannelli collaboranti aumenti scendendo verso il basso.

Una schematizzazione del genere ad esempio:

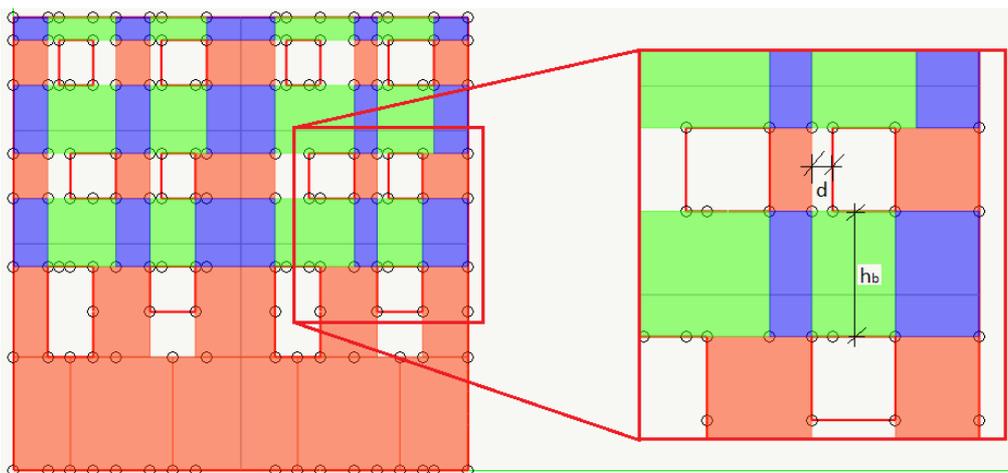


è lecita ma troppo cautelativa, poiché trascura parte della sezione di parete che nella realtà contribuisce alla resistenza alle azioni orizzontali.

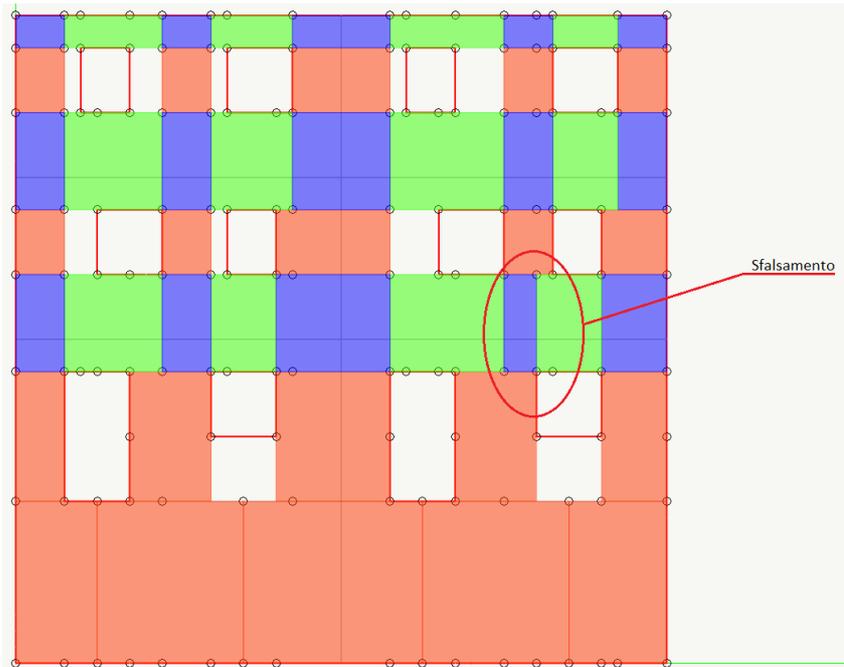
Altra caratteristica che si può notare nello schema 1 è la riduzione di larghezza dei pannelli operata salendo lungo la parete, a causa del disallineamento tra le bucatre dei vari piani.



Evitare tali disallineamenti non è in generale possibile, tranne in particolari casi, nei quali anzitutto il disallineamento ( $d$ ) tra le bucatre non sia elevato rispetto alla distanza ( $h_b$ ) tra le bucatre, e nei quali si può contare su elementi di connessione orizzontali tra i pannelli che risultino efficaci, (presenza di cordolo di piano, pannelli sopra e sotto-finestra efficienti, ecc.).



Sotto tali condizioni considerando una certa diffusione delle azioni tra i pannelli di un piano a quelli sottostanti, è lecito considerare per il pannello superiore tutta la sezione disponibile, e definire il pannello in questo modo:



Tale approccio può essere condiviso o meno dall'utente, ma quello che vogliamo far comprendere, è che in generale il programma permette agevolmente di eseguire qualunque schematizzazione si voglia operare.

Infine teniamo a ribadire ancora una volta che le differenze di discretizzazione che si adotteranno in DonJon, incidono esclusivamente sulle verifiche, e non sui risultati dell'analisi, che viene condotta sul modello con elementi shell di Nòlian.