

# **3**muri **Project**

## **NOVITÀ VERS. 13.9**

3Muri Project è in continua evoluzione: con l'uscita della Versione 13.9, nuove funzionalità e nuovi moduli vengono ad arricchire e potenziare il programma, per offrire agli utilizzatori uno strumento sempre più completo e performante.

Qui di seguito, presentiamo il dettaglio delle novità.

### **Relazione - Schede di Sintesi subito disponibili**

L'attività di noi progettisti è fatta di ricerca, studio e preparazione di elaborati sia come tavole di disegno che di stesura di relazioni o compilazione di modulistiche.

Siamo consapevoli che, tra le modulistiche da produrre alla consegna del progetto, la compilazione delle Schede di Sintesi (che riassumono l'esito delle simulazioni numeriche) è spesso macchinosa perché richiede l'inserimento di molti dati numerici precisi all'interno della relazione e una ricerca di gran parte di essi nel programma di calcolo e, in certi casi, può far emergere dubbi su quali siano i parametri necessari da inserire.

Tale operazione di ricerca ora è carico del programma, consentendo al progettista di dedicare il suo tempo alle attività più importanti di "ricerca e studio", al fine di produrre un progetto di qualità.

All'interno della Relazione di Calcolo creata in automatico, saranno disponibili in coda alcune pagine facsimile delle tabelle sopracitate.

A seconda della regione, tali tabelle possono essere leggermente diverse in termini di impaginazione, ma raramente in termini di contenuti.

### Schede Vulnerabilità

**Metodo di analisi**

Analisi statica lineare	<input type="checkbox"/>	Fattore di struttura $q =$
Analisi dinamica lineare	<input type="checkbox"/>	
Analisi statica non lineare	<input type="checkbox"/>	Sono state effettuate analisi cinematiche
Analisi dinamica non lineare	<input type="checkbox"/>	

**Risultati dell'analisi: capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per diversi SL**

	Tipo di rottura								
	cemento armato, acciaio			muratura		tutti			
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Verifiche a taglio	Verifiche a trazione	Verifiche di flessione e di resistenza a compressione e di interazione	Capacità laterale di fondazione	Capacità laterale di fondazione	Verifiche di flessione e di resistenza a compressione e di interazione globale per piano e globale per struttura	Verifiche locali (punti)	Verifiche di resistenza all'impatto	Danneggiamento d'angolo
PGA <sub>coll</sub>					2,7654				
PGA <sub>coll</sub>					2,7654	1,9000			
PGA <sub>coll</sub>									0,9500
PGA <sub>coll</sub>									1,0634
TR <sub>coll</sub>					2475	1398			
TR <sub>coll</sub>					2475	685			
TR <sub>coll</sub>									122
TR <sub>coll</sub>									73

Colonna (6)  
I parametri riportati prendono in considerazione i valori ottenuti dall'analisi pushover globale e dalle eventuali analisi pushover di parete singola.

Colonna (7)  
PGA<sub>coll</sub>, TR<sub>coll</sub>, T<sub>coll</sub>: vengono ricavati considerando i risultati ottenuti da analisi cinematiche e dall'analisi di plastificazione fuori piano.

Colonna (8)  
PGA<sub>coll</sub>, TR<sub>coll</sub>, T<sub>coll</sub>: vengono ricavati considerando i valori ottenuti dall'analisi pushover globale, di parete singola ed eventuali analisi cinematiche.

Colonna (9)  
PGA<sub>coll</sub>: vengono ricavati considerando i valori ottenuti dall'analisi pushover globale e dalle eventuali analisi pushover di parete singola.

**Domanda: valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica**

Stato limite	Accelerazione (g)	TRD (anni)
Stato limite di collasso (SLC)	PGA <sub>coll</sub> : 2,0827	TR <sub>coll</sub> : 975
Stato limite di svuotamento (SLV)	PGA <sub>coll</sub> : 1,6553	TR <sub>coll</sub> : 475
Stato limite di danno (SLD)	PGA <sub>coll</sub> : 0,6583	TR <sub>coll</sub> : 50
Stato limite di operatività (SLO)	PGA <sub>coll</sub> : 0,5298	TR <sub>coll</sub> : 30

**Indicatori di rischio**

Stato limite	Rapporto tra le accelerazioni	Valore assunto per il coefficiente $\alpha$	0,41
di collasso (a <sub>coll</sub> )	1,3278 *PGA <sub>coll</sub> /PGA <sub>coll</sub>	Rapporto tra i periodi di ritorno elevato ad $\alpha$	
per la vita (a <sub>vita</sub> )	0,475 *PGA <sub>coll</sub> /PGA <sub>coll</sub>	0,598 *TR <sub>coll</sub> /TR <sub>coll</sub>	
di inagibilità (a <sub>inag</sub> )	1,443 *PGA <sub>coll</sub> /PGA <sub>coll</sub>	0,591 *TR <sub>coll</sub> /TR <sub>coll</sub>	
per operatività (a <sub>oper</sub> )	2,011 *PGA <sub>coll</sub> /PGA <sub>coll</sub>	1,000 *TR <sub>coll</sub> /TR <sub>coll</sub>	
		0,996 *TR <sub>coll</sub> /TR <sub>coll</sub>	

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo di riferimento.

**Modellazione della struttura**

Periodi fondamentali	Direzione X 0,068 [s]	Direzione Y 0,080 [s]
Massa partecipanti	Direzione X 86,816 [%]	Direzione Y 86,625 [%]

Rigidità flessionale e a taglio	Non fissurata	Fissurata	Con riduzione di	determinata dal
				segno costruttivo
Muratura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0,50	<input type="checkbox"/>
S 235 (g <= 40mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
AC551/Concre: pioppo (Abete cento sui 1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

# NOVITÀ VERIFICHE LOCALI

## Modulo Arco (modulo ottimizzato)

Rispetto alla precedente versione si è investito molto sul potenziamento sia del metodo di calcolo che sulla modalità di imputazione.

Per quanto concerne il metodo di calcolo della curva delle pressioni, si è passato da un approccio puramente elastico a uno basato sull'approccio "no-tension material" più realistico per materiali come la muratura. Per quanto concerne invece la modalità di imputazione, si è rinnovata totalmente la fase di input per rendere il prodotto più ergonomico, la lettura dei risultati più semplice e agevole il confronto tra gli innumerevoli metodi di calcolo.

Il modulo Arco permette l'analisi limite con approccio statico e cinematico per strutture ad arco di forma generica, ed eventualmente fibro-rinforzati con FRP/FRCM (ai sensi della Circolare n. 7 del 21 Gennaio 2019, delle Linee Guida LLPP del 29 maggio 2019, della CNR-DT 200 R1/2013 e della CNR-DT 215/2018).

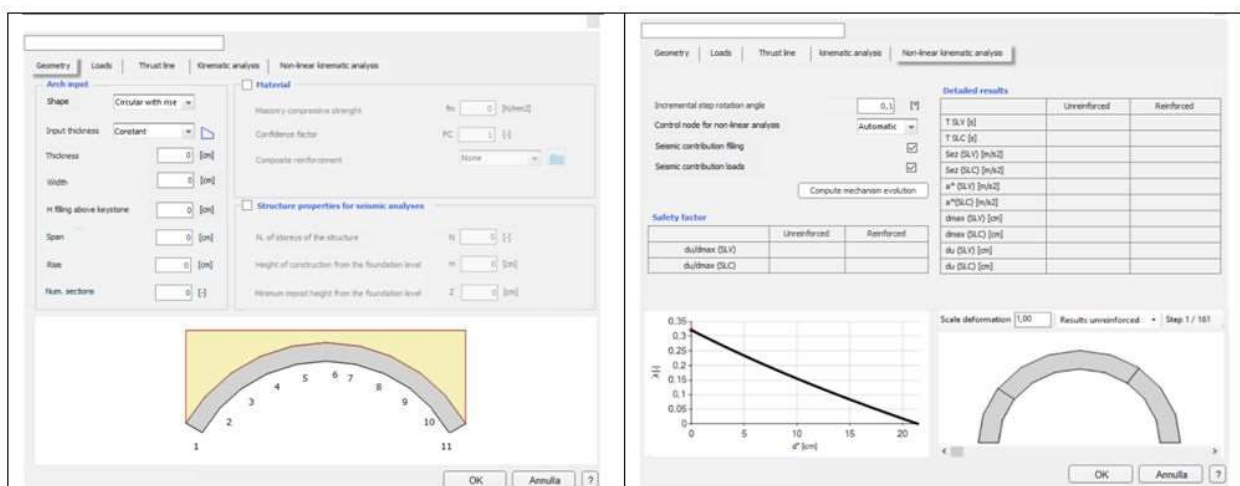
Il calcolo mediante approccio cinematico può essere eseguito in presenza o in assenza di forze sismiche.

L'approccio generale del metodo statico è il tracciamento di una funicolare, che se ricade all'interno dei bordi dell'arco ne indica lo stato di sicurezza.

Il principio generale, alla base delle analisi cinematiche, è che la struttura è supposta tre volte iperstatica e che, quindi, il collasso si verifichi nel momento in cui vengano aggiunti quattro gradi di libertà (con conseguente trasformazione della struttura in un cinematismo).

Il modulo contiene:

- Calcolo della curva delle pressioni (archi non-rinforzati);
- Verifiche della struttura a seguito dell'analisi statica;
- Calcolo della catena cinematica sotto carichi statici (archi non-rinforzati e rinforzati);
- Calcolo della catena cinematica sotto carichi sismici (archi non-rinforzati e rinforzati);
- Calcolo non-lineare della catena cinematica (evoluzione del meccanismo di collasso);
- Verifiche della struttura a seguito dell'analisi cinematica.



# Solai

## Spinotti (Nuovo Modulo)

Spinotti è un nuovo Modulo che va ad implementare il Modulo Solai.

Questo nuovo Modulo prevede la verifica degli spinotti, elementi largamente impiegati negli interventi di rinforzo strutturale.

Gli spinotti hanno lo scopo di connettere due parti strutturali dell'edificio (ad esempio il solaio con la muratura perimetrale), garantendo la resistenza allo scorrimento idonea ad assorbire gli sforzi di taglio che si generano durante il sisma.

La tecnica degli spinotti è relativamente semplice, poco costosa e minimamente invasiva.

## Verifiche Locali Acciaio (Nuovo Modulo Opzionale)

Il panorama di edifici esistenti in muratura è in realtà costituito maggiormente da edifici "misti" a predominanza muraria, ovverosia presentano contemporaneamente elementi strutturali in materiali differenti (c.a., acciaio, legno, ecc.), comunemente modellati come elementi asta (travi e pilastri).

La nuova funzione di verifica di aste in acciaio consente di estrarre automaticamente, dal modello globale, le sollecitazioni agenti nelle loro sezioni dell'elemento, per effettuare la loro verifica statica.

The screenshot displays a software interface for structural analysis. On the right, a 3D model of a building frame is shown with a red dashed line indicating a specific steel beam. On the left, a detailed table titled 'Verifiche' provides data for the selected beam. The table includes columns for ID Comb, Sezione [cm], N-M-V [kN], Vy [kN], Vz [kN], N-M-Int [kNm], and N-M-L-Int [kNm]. Below this, a 'Resistenze' table lists the calculated resistances for the same beam. The interface also shows a 'Parametri travata' dialog box and a 2D cross-section diagram of the beam.

ID Comb	Sezione [cm]	N-M-V [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	N-M-Int [kNm]	N-M-L-Int [kNm]
2	295,45	0,001	0,000	0,005	0,029	0,029
2	295,45	0,001	0,000	0,005	0,029	0,029
2	300,00	0,001	0,000	0,005	0,029	0,030
2	300,00	0,001	0,000	0,005	0,029	0,030

ID Comb	Sezione [cm]	Classe	Nrd [daN]	Vyrd [daN]	Vzrd [daN]	Myrd [daNcm]	Nrd [daNcm]
2	295,45	1	53,596	18,814	14,539	373,388	77,591
2	295,45	1	53,596	18,814	14,539	373,388	77,591
2	300,00	1	17,241	18,814	14,539	373,388	77,591
2	300,00	1	17,241	18,814	14,539	368,233	77,591



### Risultati in forma grafica

Le sollecitazioni in oggetto, sono sempre visionabili dall'utente in modo da permetterne un'eventuale modifica manuale del tipo di sezione in acciaio per poter gestire gli eventuali casi particolari che il progettista deve affrontare nella pratica.

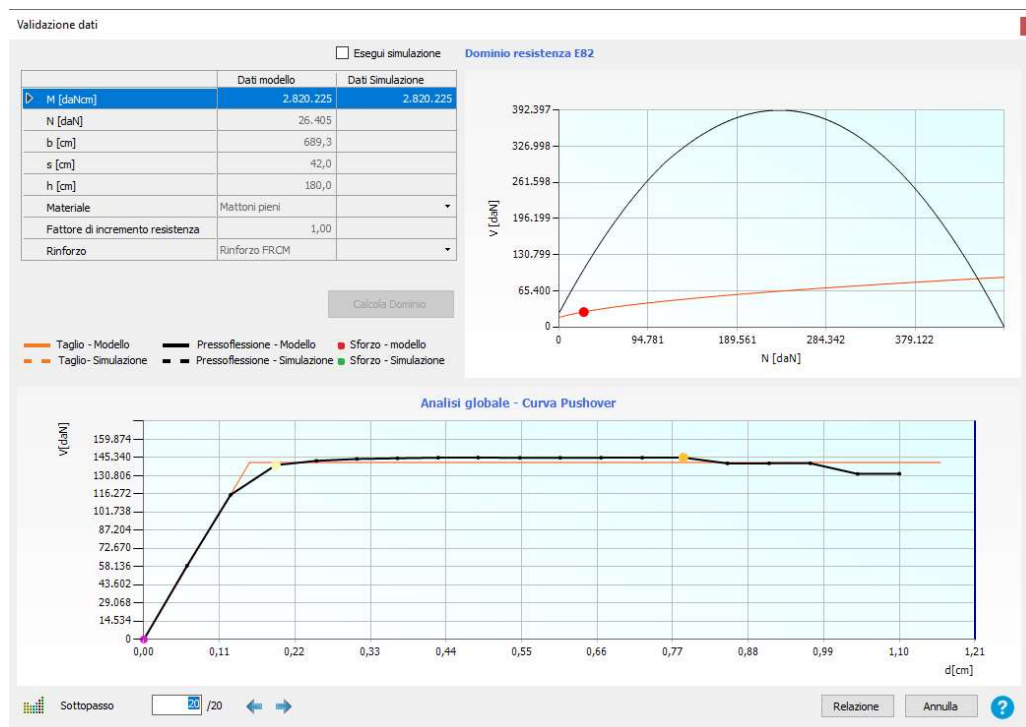
Per le aste in acciaio il software esegue:

- Classificazione delle sezioni;
- Calcolo delle sezioni efficaci se ricadono in Classe 4;
- Verifiche di resistenza per combinazione di sforzo normale, taglio e momento flettente nelle direzioni principali;
- Verifiche di instabilità per pressoflessione e flessotorsione laterale.

# NOVITÀ RILEVANTI VERS. 13.5

## Tools di Validazione

L'interpretazione dei risultati ottenuti mediante un'analisi pushover è spesso complessa e ciò si ripercuote sulla scelta di interventi da applicare alla struttura.



Mediante questo strumento sarà possibile visualizzare, per ciascun maschio in muratura e per ogni passo della curva, i relativi domini di resistenza.

La finestra di validazione fornisce i dati geometrici e meccanici del maschio murario in esame, le sollecitazioni a cui è sottoposto, il drift limite dell'elemento e il drift al passo.

È, inoltre, presente un'area grafica in cui vengono tracciati i domini di resistenza dell'elemento, mediante due indicatori circolari, lo stato di sollecitazione dell'elemento.

È possibile, anche, avviare una simulazione andando a variare i parametri dell'elemento (spessore, materiale, inserimento di un rinforzo, ecc...) valutando, così, come varia il comportamento dell'elemento in funzione dei cambiamenti effettuati.

Infine, è possibile creare un report da inserire in relazione con formulazioni, grafici e risultati illustrati passo-passo.

Tale potenzialità permette al progettista di ipotizzare scelte di intervento "mirate", valutando a priori il potenziale miglioramento, ancor prima di rieseguire qualsiasi calcolo pushover.

## Un solutore rinnovato

3Muri Project è stato dotato un nuovo solutore di calcolo ancora più potente, affidabile ed efficiente.

Ogni motore di calcolo costituisce un “contenitore di conoscenze” trasformato in matematica ed è formato da due componenti principali:

- conoscenze tecnico scientifiche
- conoscenze Normative

Le conoscenze Normative non sono sufficienti ad eseguire un calcolo strutturale poiché i testi normativi considerano che il tecnico è formato per condurre le analisi strutturali e contengono un numero di informazioni troppo limitato per essere considerato completamente esaustivo.

Le informazioni contenute nelle normative vigenti costituiscono, quindi, la guida a una buona progettazione prestazionale e all’ottenimento dei minimi valori che devono essere rispettati.

Per seguire tali direttive, non si può prescindere dai risultati delle ricerche scientifiche fornite nelle innumerevoli pubblicazioni.

La ricerca universitaria è in continuo fermento per trovare nuove procedure che possano rappresentare meglio la realtà mediante modellazioni numeriche.

Collaboriamo da sempre a stretto contatto con il mondo accademico e, dunque, riusciamo a raccogliere un elevato numero di casi studio, che nascono dalle esperienze dirette e reali dei progettisti che usano gli strumenti software in casi reali.

Affrontare quotidianamente i problemi pratici, che i professionisti devono superare, ci aiuta a spingerci oltre recependo costantemente i risultati della ricerca scientifica e cercando soluzioni che mostrino risultati sempre più aderenti a quanto rilevato in sito attraverso lo studio di metodi diversi per affrontare tali problemi in supporto alle Normative che da sole non possono risolverli.

Le murature possono essere schematizzate mediante differenti legami costitutivi, da adottarsi in base alle caratteristiche della tessitura muraria e, in questo, la normativa è chiara, invece non esplicita le leggi di tali legami se si sceglie di rinforzarla mediante FRP, FRCM o muratura armata.

È necessario, a tal fine, fare delle assunzioni teoriche fondate e sufficientemente testate sperimentalmente per poterle considerare valide nel maggior numero di casi pratici possibili. Questo è solo uno degli innumerevoli esempi nei quali le assunzioni teoriche ci permettono di eseguire calcoli conformi alla realtà che si esamina, senza le quali ciò non sarebbe possibile.

La ricerca scientifica è in continua evoluzione e con questa anche il nostro software: da qui la nascita del nuovo solutore di calcolo integrato nella nuova versione di 3Muri Project.

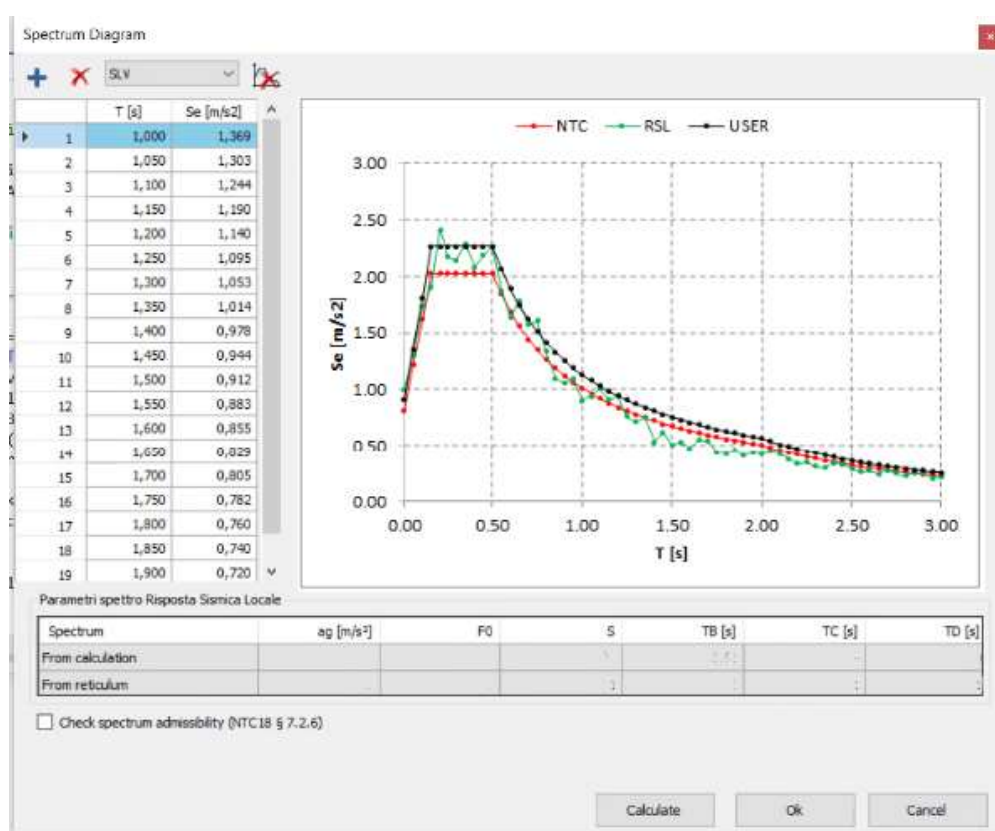
Si potrà osservare che un calcolo eseguito con il nuovo motore fornirà risultati lievemente differenti dal precedente, ma tale calcolo è diverso proprio perché più la ricerca procede più un modello può rappresentare la realtà in modo più fedele.

## Risposta sismica locale

In base a quanto riportato nell'Appendice 1- Allegato 1 dell'Ordinanza n.55 del 24 aprile 2018, viene indicata una procedura di regolarizzazione di uno spettro di risposta prodotto da una simulazione numerica, trasformandolo in uno spettro standard.

Grazie al nuovo modulo "Risposta Sismica Locale", è perciò possibile trasformare lo spettro di risposta (risultato delle simulazioni numeriche nell'ambito degli studi di MS3) in uno spettro con forma standard, costituito da:

- un ramo con accelerazione crescente lineare,
- un ramo ad accelerazione costante,
- un ramo in cui l'accelerazione decresce con  $1/T$  e, quindi, a velocità costante.



Alla fine della procedura sono disponibili anche tutti i parametri per l'inserimento dello spettro elastico ( $a_g$  ( $m/s^2$ ),  $T_B$  (s),  $T_C$  (s),  $T_D$  (s),  $F_0$ ,  $S$ ):

Spettro	ag [m/s²]	F0 [-]	S [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
da calcolo RSL	1,00	2,20	1,00	0,17	0,51	2,01
da reticolo NTC						

Questo permetterà di ottenere una corretta individuazione dei parametri di vulnerabilità, sia in termine di accelerazione che di periodo di ritorno, altrimenti impossibile mediante un solo input per punti.



## **Analisi cinematica: mantenimento meccanismi con rigenerazione mesh**

Nelle precedenti versioni il rifacimento della mesh del modello obbligava all'eliminazione di tutti gli eventuali meccanismi locali precedentemente definiti.

Con questa nuova funzionalità sarà possibile conservare, anche dopo il rifacimento della mesh del modello, tutti i meccanismi la cui definizione risulta allineata ai dati definiti in struttura.

Sono stati inseriti una serie di controlli automatici, con lo scopo di aiutare l'utente nel valutare la conformità del meccanismo con il modello e, quindi, aiutandolo nella scelta di conservare o meno i meccanismi definiti.