



# VSec

*Software di verifica elementi non strutturali*

Manuale operativo e cenni teorici



## Table of contents

---

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Introduzione .....                     | 3  |
| Menu File.....                         | 4  |
| Nuovo .....                            | 4  |
| Apri.....                              | 4  |
| Salva .....                            | 5  |
| Salva con Nome .....                   | 5  |
| Menu Input.....                        | 5  |
| Dati geometrici .....                  | 6  |
| Dati Sismici.....                      | 7  |
| Elementi.....                          | 9  |
| Tipologie chiusure .....               | 11 |
| Tamponamenti.....                      | 13 |
| Aperture.....                          | 15 |
| Funzione Cancella .....                | 17 |
| Menu Esegui .....                      | 18 |
| Verifica.....                          | 18 |
| Relazione.....                         | 19 |
| Visualizza.....                        | 20 |
| Risultati analisi.....                 | 20 |
| Metodi di verifica .....               | 22 |
| Pannelli rigidamente connessi .....    | 22 |
| Pannelli ancorati.....                 | 26 |
| Verifica dei cordoli orizzontali ..... | 28 |

## Introduzione

# Introduzione



## Introduzione

Software di verifica elementi non strutturali VSec

Già le precedenti normative (OPCM 3274 e DM 14/09/2005) ed in maniera più significativa le “Norme Tecniche per le Costruzioni” relative al D.M. 14/01/2008 e al D.M. 17/01/2018, hanno posto un segno di evidenza sulle problematiche connesse ai pericoli creati dagli elementi non strutturali.

In particolare gli eventi tellurici susseguiti negli anni hanno evidenziato l'importanza dei tamponamenti sulla risposta sismica di una struttura. Infatti è ormai noto che la presenza dei tamponamenti contribuisca ad abbattere la massa partecipante nei modi fondamentali della struttura. Inoltre la maggior parte della dissipazione avviene proprio tramite la fessurazione indotta nelle tamponature, mentre le parti strutturali in c.a. hanno tendenzialmente contributi minori.

Dallo studio "del danno" nei vari eventi sismici, gli studiosi di molti paesi hanno ritenuto fondamentale considerare gli effetti, sia in ambito di rigidità che di effetti delle tamponature. Nelle normative, evolvendosi in questo senso, sono state introdotte prescrizioni in merito alla verifica di tali elementi in modo da limitare la possibilità di perdite di vite e inagibilità delle strutture.

Già nell'OPCM 3274 timidamente si riportava ai paragrafi 2.1, 2.2, 4.9, 4.11.1, l'esigenza di un controllo sulla resistenza, danneggiabilità e portanza residua degli elementi non strutturali.

In maniera più chiara la norma indica:

"Con l'esclusione dei soli tamponamenti interni di spessore non superiore a 100 mm, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale il cui danneggiamento può provocare danni a persone, devono essere verificati, insieme alle loro connessioni alla struttura, per l'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati."

Inoltre il paragrafo 7.3.6.3 della stessa normativa riporta:

"Per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale debbono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della  $F_a$  (v. § 7.2.3) corrispondente allo SLV."

In quest'ottica nasce il software VSec utile alla verifica all'espulsione di tamponamenti rigidamente connessi (ad es. tamponature in laterizi forati inserite nelle maglie strutturali), e di facciate ventilate ancorate alla struttura. Gli elementi costruttivi senza funzione strutturale saranno verificati sotto l'azione sismica  $F_a$ , al fine di evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione in merito allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

Il software è aggiornato al DM 17/01/2018 e contiene le indicazioni della Circolare n.7 del 2019.

---

## Menu File

---

# Menu File



## Nuovo

# Nuovo

[Menu File](#) >>



Nuovo

---

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "File / Nuovo".

La funzione consente di creare un nuovo archivio con le impostazioni dei parametri del software secondo valori di default prestabiliti.

---

## Apri

# Apri

[Menu File](#) >>



Apri

---

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "File / Apri".

La funzione consente di aprire un file precedentemente salvato.

---

## Salva

### Salva

[Menu File](#) >>



Salva

---

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "File / Salva".

La funzione consente di salvare i dati inseriti in un file nella posizione desiderata dall'utente.

---

## Salva con Nome

### Salva con Nome

[Menu File](#) >>



Salva con Nome

---

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "File / Salva con nome".

La funzione consente di salvare un file cambiandone posizione o nome.

---

## Menu Input

### Menu Input



## Dati geometrici

# Dati geometrici

[Menu Input](#) >>



Dati geometrici

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Input / Dati Geometrici".

Dopo aver cliccato sul pulsante viene visualizzata la seguente maschera di inserimento:



**Dati Geometrici**

**Fili fissi verticali**

Numero: 1

| N | X [cm] | Tipo                                  |
|---|--------|---------------------------------------|
| 1 | 0.0    | <input checked="" type="checkbox"/> 1 |

**Piani elevazione**

Numero: 1

| Piano | H [cm] |
|-------|--------|
| 1     | 300.0  |

**Crea Griglia**

Al fine della caratterizzazione geometrica del problema è necessario inserire il numero dei fili fissi verticali. Per ogni filo fisso va inserito:

- X : ascissa dell'allineamento verticale rispetto al riferimento globale;
- Tipo : Tipologia di allineamento a scelta tra ;

Per la definizione in altezza vanno inseriti il numero di piani e le altezze (H) dei singoli piani.

Successivamente ad ogni elemento strutturale verticale è possibile modificarne l'altezza al fine di creare telai con ad es. falde o piani inclinati.

Dopo aver introdotto i dati cliccare su "Crea Griglia". La pressione sul pulsante dopo aver inserito tamponamenti e fori, consente la cancellazione degli stessi

---

## Dati Sismici

# Dati Sismici

[Menu Input](#) >>



Dati Sismici

---

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Input / Dati Sismici".

Dopo aver cliccato sul pulsante viene visualizzata la seguente maschera di inserimento:

**Dati sismici**

**Dati SLV**

Ag/g

Fo

**Varie**

T1 [s]

Cat. suolo  ▼

Cat. topografica  ▼

Il significato dei singoli parametri è il seguente:

- Ag/g : Accelerazione massima orizzontale al sito rapportata a g;
- F0 : Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T1 : Primo periodo di vibrazione della struttura in secondi;
- Cat. suolo : Categoria del sottosuolo di fondazione
- Cat. topografica : Categoria topografica del sito;

Cliccando su "Carica da pos. geografica" consente di richiamare il software SismoGIS utile alla definizione automatica dell'azione sismica.

Per la categoria del sottosuolo si riporta la tabella estratta dalla normativa:

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

| Categoria | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A         | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <math>V_{s,30}</math> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.</i>                                                                                                                                                                                                                       |
| B         | <i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &gt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &gt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>            |
| C         | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero <math>15 &lt; N_{SPT,30} &lt; 50</math> nei terreni a grana grossa e <math>70 &lt; c_{u,30} &lt; 250</math> kPa nei terreni a grana fina).</i> |
| D         | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di <math>V_{s,30}</math> inferiori a 180 m/s (ovvero <math>N_{SPT,30} &lt; 15</math> nei terreni a grana grossa e <math>c_{u,30} &lt; 70</math> kPa nei terreni a grana fina).</i>                       |
| E         | <i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con <math>V_s &gt; 800</math> m/s).</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Per la categoria topografica si riporta la tabella estratta dalla normativa:

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica                                                                    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T1        | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$                      |
| T2        | Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$                                                                    |
| T3        | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4        | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$                  |

## Elementi

# Elementi

[Menu Input](#) >>



Elementi

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Input / Elementi".

Dopo aver cliccato sul pulsante viene visualizzata la seguente maschera di inserimento:

The image shows a software interface for defining structural elements. It has a tabbed window with the 'Elementi' tab selected. Inside, there's a 'Sezione' (Section) area showing a gray rectangle with a red dimension line labeled 'L' below it. Below the section area is a 'Parametri' (Parameters) section containing two input fields: 'Hpil [cm]' with the value '300.0' and 'L [cm]' with the value '30.0'. There is also a button labeled 'Assegna sezione a tutti' (Assign section to all). At the bottom of the dialog is a large button labeled 'Applica' (Apply) with a star icon.

Attivando il comando sarà possibile inserire o selezionare un elemento strutturale già inserito. In particolare:

- Se l'elemento non è stato precedentemente inserito, cliccando sul link di connessione sarà possibile assegnare l'altezza (solo per pilastri) e la larghezza dell'elemento
- Se l'elemento è già stato inserito sarà possibile modificarne i parametri confermando le modifiche con il pulsante "Applica"

La modifica cancellerà tamponamenti e fori interessati dai cambiamenti geometrici del problema.

## Tipologie chiusure

# Tipologie chiusure

[Menu Input](#) >>



Tipologie chiusure

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Input / Tipologie chiusure".

Dopo aver cliccato sul pulsante viene visualizzata la seguente maschera di inserimento:

**Tipologia chiusura verticale**

Tipologia: Rigidamente connessa (es. tamp. in mattoni forati)

Tipo1

**Rigidamente connessi**

Strati

Numero: 6

|   | Descrizione      | Sp. [cm] | Peso [daN/m³] | Connesso                            |
|---|------------------|----------|---------------|-------------------------------------|
| 1 | Intonaco         | 2.0      | 1600.0        | <input type="checkbox"/>            |
| 2 | Mattone forato   | 8.0      | 600.0         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3 | Camera d'aria    | 4.0      | 0.0           | <input type="checkbox"/>            |
| 4 | Isolante termico | 4.0      | 150.0         | <input type="checkbox"/>            |
| 5 | Mattone forato   | 12.0     | 600.0         | <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6 | Intonaco         | 2.0      | 1600.0        | <input type="checkbox"/>            |

Malta

Tipo: M10

| Tipo | f <sub>m</sub> [daN/cm²] | f <sub>vm</sub> [daN/cm²] |
|------|--------------------------|---------------------------|
| M10  | 100.0                    | 10.0                      |

Blocco

fbk [daN/cm²]: 30.00

Descrizione

Tamponatura in mattoni forati con intercapedine e isolante termico. Spessore totale 30 cm.

Aggiungi Applica OK Annulla

La scelta della tipologia da modificare avviene tramite la lista presente sul lato sinistro del pannello. Dopo aver selezionato il tipo la scelta della tipologia avviene dal menu a tendina posizionata in testa alla maschera. Le tipologie possibili sono:

- Rigidamente connessa (es. tamp. in mattoni forati)
- Chiusura ancorata (es. facciate ventilate)

Per la tipologia "Rigidamente connessa" sarà utile definire:

- Numero di strati;
- Descrizione di ogni strato;
- Spessore in cm;
- Peso in daN/m<sup>3</sup>;
- Connessione con la struttura

Utile alla compilazione della relazione di calcolo è la descrizione della chiusura, inseribile nel campo sotto il disegno della sezione.

Il tipo di malta è codificato secondo la seguente tabella:

**Tabella 11.10.III - Classi di malte a prestazione garantita**

| Classe                                                                                       | M 2,5 | M 5 | M 10 | M 15 | M 20 | M d |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|------|------|------|-----|
| Resistenza a compressione<br>N/mm <sup>2</sup>                                               | 2,5   | 5   | 10   | 15   | 20   | d   |
| d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm <sup>2</sup> dichiarata dal produttore |       |     |      |      |      |     |

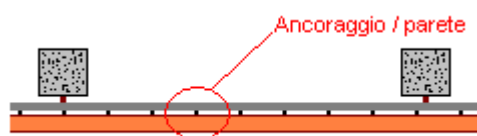
La resistenza del blocco, insieme alla definizione della malta, consente di stabilire la resistenza di calcolo.

Per la tipologia "Chiusura ancorata" sarà utile definire:

- Descrizione dello strato di chiusura;
- Spessore in cm;
- Peso in daN/m<sup>3</sup>;

Inoltre ai fini della verifica vanno definiti i valori di resistenza degli ancoraggi:

- Ancoraggio/parete



- Connessione struttura



E' possibile aggiungere una tipologia cliccando su .

Ogni modifica o conferma di inserimento viene resa effettiva dal pulsante .

E' possibile importare ed esportare un set di tipologie cliccando sulle seguenti icone:

-  Esporta: consente l'esportazione di un set di tipologie creando un file ".vst"
-  Importa: consente l'importazione di un set di tipologie caricando un file ".vst" .

---

## Tamponamenti

# Tamponamenti

[Menu Input](#) >>



Tamponamenti

---

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Input / Tamponamenti".

Dopo aver cliccato sul pulsante viene visualizzata la seguente maschera di inserimento:

Assegna tamp.

Tipo 1 (Rig.conn.)

**Cordolo di collegamento**

☒ Assente

☐ Verticale

☐ Orizzontale

**Dati Cordolo**

Hc [cm] 15.00

X [cm] 0.00

☐ Inserisci tamp. intero piano

**Dati Ancoraggi**

Passo V. [cm] 30.00

Passo O. [cm] 30.00

Applica

Attivando il comando sarà possibile inserire o selezionare un pannello di tamponatura già inserito. In particolare:

- Se l'elemento non è stato precedentemente inserito, cliccando sul link di connessione sarà possibile creare una maglia di tamponamento avente le caratteristiche assegnate
- Se l'elemento è già stato inserito sarà possibile modificarne i parametri confermando le modifiche con il pulsante "Applica"

I dati di inserimento (attivabili in funzione della tipologia di tamponamento da inserire) sono:

- tipologia del tamponamento
- presenza del cordolo di collegamento (solo per chiusure "rigidamente connessi")
- altezza del cordolo se presente (solo per chiusure "rigidamente connessi")

- posizione del cordolo rispetto al punto in basso a sinistra (solo per chiusure "rigidamente connessi")
- possibilità di inserimento per intero piano (solo per "chiusure ancorate")
- passo verticale degli ancoraggi (solo per "chiusure ancorate")
- passo orizzontale degli ancoraggi (solo per "chiusure ancorate")

Le modifiche effettuate vanno confermate cliccando sul tasto



---

## Aperture

# Aperture

[Menu Input](#) >>



Aperture

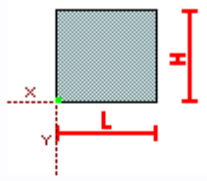
---

Il comando viene attivato cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Input / Tamponamenti".

Dopo aver cliccato sul pulsante viene visualizzata la seguente maschera di inserimento:

 Aperture

Apertura



Riferimento

Xr [cm]

Yr [cm]

Parametri

X [cm]

Y [cm]

H [cm]

L [cm]

 Default dim. foro

Comandi grafici



 Disattiva comando

 Applica

Inserimento di un foro.

L'inserimento di un foro avviene seguendo le seguenti operazioni:

1) - Identificazione di un nodo di riferimento

Avviene avvicinandosi ad uno dei nodi della griglia di riferimento in modo da modificarne il cursore

2) - Inserimento del foro

Avviene cliccando sul nodo e una seconda volta all'interno del tamponamento. Il punto di inserimento è quello in basso a sinistra.

### 3) - Definizione delle dimensioni

Avviene cliccando una terza volta definendo il punto in alto a destra.

Dopo l'inserimento grafico saranno riempiti automaticamente i seguenti campi:

- X<sub>r</sub>: ascissa del nodo di riferimento in cm
- Y<sub>r</sub>: ordinata del nodo di riferimento in cm
- X: ascissa del punto di riferimento del foro rispetto al nodo in cm
- Y: ordinata del punto di riferimento del foro rispetto al nodo in cm
- H: altezza del foro in cm
- L: larghezza del foro in cm

Dopo l'inserimento dei fori è possibile effettuare operazioni di allineamento tra i fori stessi. I comandi possibili sono i seguenti:

-  Allinea a sinistra
-  Allinea in alto
-  Allinea a destra
-  Centra in orizzontale
-  Allinea in basso
-  Centra in verticale
-  Copia altezza
-  Copia dimensioni
-  Copia larghezza

Dopo aver attivato la funzione desiderata cliccare sugli elementi da allineare, selezionando per primo l'elemento di riferimento.

Il comando viene disattivato cliccando sul pulsante  Disattiva comando

Nel caso di modifica dei dati la conferma avviene cliccando sul pulsante  Applica.

## Funzione Cancellazione

# Funzione Cancellazione

[Menu Input](#) >>



## Funzione Cancella

---

La funzione cancella viene attivata per i seguenti oggetti di input:

- Elementi
- Tamponamenti
- Aperture

Dopo aver attivato la funzione relativa all'oggetto di input da cancellare, attivare la funzione cancella  e cliccare sull'elemento da eliminare.

Nel passare ai vari oggetti di input la funzione non viene disattivata.

---

## Menu Esegui

---

### Menu Esegui



## Verifica

### Verifica

[Menu Esegui](#) >>



Verifica

---

La verifica degli elementi viene effettuata cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Esegui / Verifica".

Si rimanda al capitolo "Metodi di verifica" per approfondire le metodologie usate.

---

## Relazione

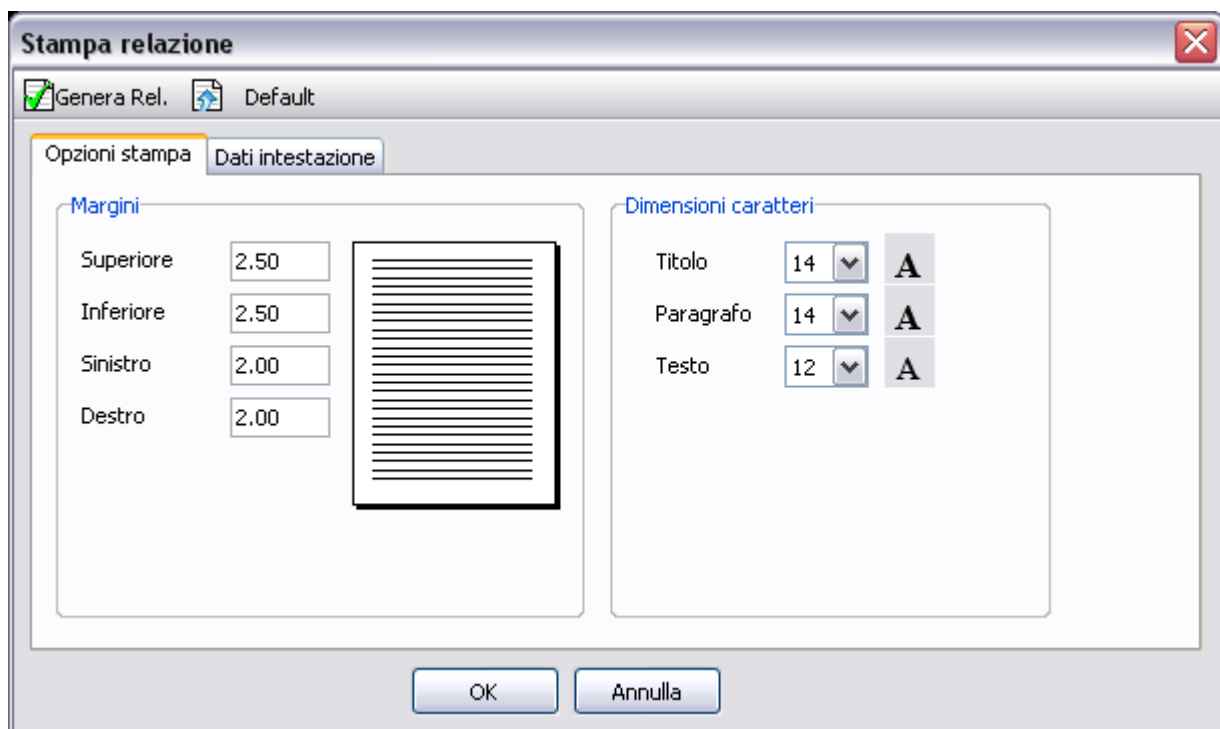
# Relazione

[Menu Esegui](#) >>



Relazione

La relazione (in formato .rtf) verrà creata cliccando sul pulsante , o agendo sul menu "Esegui / Relazione".



Tra le opzioni di stampa è possibile impostare:

- Margini della pagina
- Dimensioni del carattere di Titolo, Paragrafi, Testo

I dati di intestazione da inserire sono i seguenti:

- Ubicazione (Comune e provincia)
- Oggetto
- Nome di Committente, Progettista, Calcolatore, Direttore dei Lavori

- Qualifica professionale di Progettista, Calcolatore, Direttore dei Lavori

La creazione della relazione avviene cliccando sul pulsante  Genera Rel. .

La memorizzazione dei dati inseriti avviene cliccando sul pulsante "OK".

---

## Visualizza

---

# Visualizza



---

## Risultati analisi

---

# Risultati analisi

[Visualizza](#) >>



Risultati analisi

I risultati dell'analisi effettuata verranno visualizzati cliccando sul pulsante .

Per visualizzare i dettagli della singola verifica cliccare sul tamponamento nei pressi del cerchietto colorato.

Il colore del cerchietto è relativo all'esito della verifica (rosso - non superata, verde - superata).

| Tamp. n.3 |        |
|-----------|--------|
| t         | 20.00  |
| Lc        | 205.00 |
| W         | 773.58 |
| T         | 0.17   |
| Fs        | 147.63 |

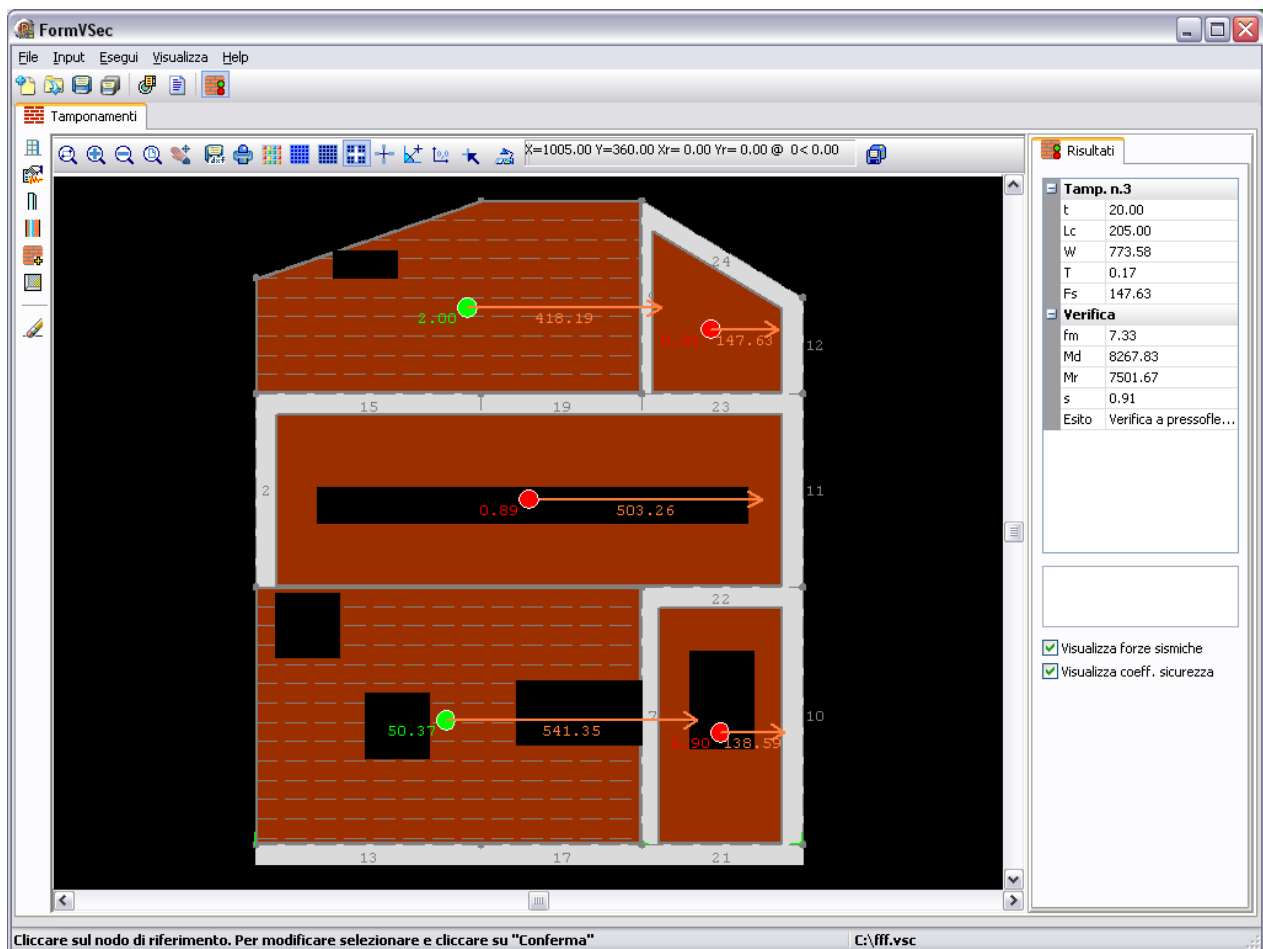
  

| Verifica |                         |
|----------|-------------------------|
| fm       | 7.33                    |
| Md       | 8267.83                 |
| Mr       | 7501.67                 |
| s        | 0.91                    |
| Esito    | Verifica a pressofle... |

☐ Visualizza forze sismiche  
☐ Visualizza coeff. sicurezza

Oltre ai dettagli è possibile visualizzare graficamente le forze sismiche e i coefficienti di sicurezza della verifica:



## Metodi di verifica

# Metodi di verifica



## Pannelli rigidamente connessi

# Pannelli rigidamente connessi

[Metodi di verifica](#) >>



## Pannelli rigidamente connessi



La verifica dei tamponamenti viene effettuata secondo il paragrafo 7.2.3 del D.M. 17/01/2018. Secondo le “Norme Tecniche per le Costruzioni”, gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere verificati sotto l'azione sismica  $F_a$ , al fine di evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione in merito allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

L'azione sismica corrispondente allo SLV, calcolata per ogni pannello, viene elaborata considerando una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari a 10%, e verrà applicata nel baricentro di ogni tamponamento in direzione ortogonale al piano del telaio in modo da produrre spostamenti e sollecitazioni “fuori piano”.

La verifica consisterà nel confronto tra le sollecitazioni resistenti con quelle di calcolo generate dall'azione sismica.

In generale viene utilizzata la seguente formula:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

Ss : coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo, pari a:

| Categoria sottosuolo | Ss                                         |
|----------------------|--------------------------------------------|
| A                    | 1.00                                       |
| B                    | $1.00 \leq 1.40 - 0.40 F_{Ag/g} \leq 1.20$ |
| C                    | $1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_{Ag/g} \leq 1.50$ |
| D                    | $0.90 \leq 2.40 - 1.50 F_{Ag/g} \leq 1.80$ |
| E                    | $1.00 \leq 2.00 - 1.10 F_{Ag/g} \leq 1.60$ |

St : coefficiente che tiene conto della categoria topografica, pari a:

| Categoria topografica | St   |
|-----------------------|------|
| T1                    | 1.00 |
| T2                    | 1.20 |
| T3                    | 1.20 |
| T4                    | 1.40 |

Ta : periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T1 : periodo fondamentale di vibrazione della costruzione;

Z : quota del baricentro del tamponamento;

H : altezza della costruzione;

qa : fattore di struttura dell'elemento.

Il calcolo del periodo (Fonte : Tab 20.1 – Dinamica Strutturale – Mario Paz – Flaccovio Editore – 1985) è effettuato in base allo schema dell'articolazione per tamponamenti confinati:

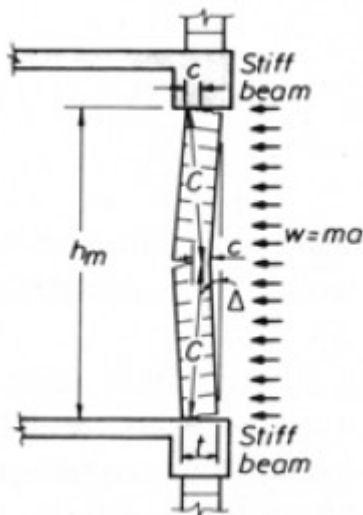
$$T = \frac{2\pi}{\left(\frac{\pi}{H_{pan}}\right)^2 \sqrt{\frac{E \cdot L \cdot s^3}{12 \cdot m}}}$$

Per i parapetti il periodo viene calcolato come:

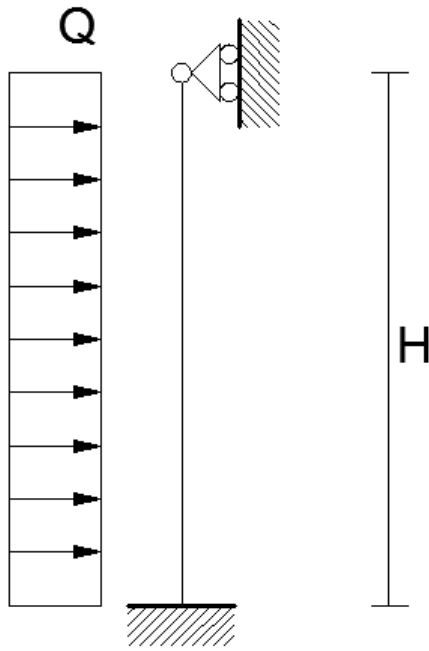
$$T = \frac{2\pi}{3.516 \left( \frac{1}{H_{pan}} \right)^2 \sqrt{\frac{E \cdot L \cdot s^3}{12 \cdot m}}}$$

I pannelli rigidamente connessi, ovvero che interferiscono con la deformabilità della struttura, vengono verificati, utilizzando l'azione sismica “fuori piano”, ipotizzando lo schema “dell'articolazione”, tenendo conto del meccanismo resistente ad arco (Paulay, T., & Priestley, M. J. N., "Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings", John Wiley & Sons, 1992), in base al quale sotto l'azione “fuori piano” si formano delle cerniere agli estremi del pannello e in mezzzeria.

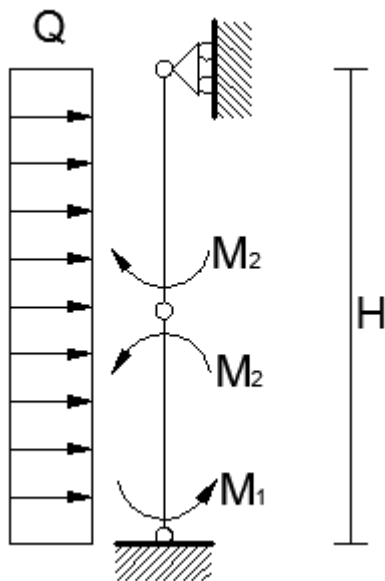
Il modello utilizzato è applicabile per le tamponature interamente confinate dal telaio in c.a., grazie all' meccanismo di resistenza “ad arco” che si oppone all'espulsione fuori dal piano.



Utilizzando il “modello con analisi plastica” la verifica verrà effettuata mediante l'analisi plastica del modello equivalente. Il modello di partenza utilizzato è il seguente:



Il carico massimo  $Q$  viene calcolato per equilibrio con le condizioni di plasticizzazione del modello:



$$Q = \frac{4}{H^2} (M_1 + 2 \cdot M_2)$$

Dove:

$H$  : altezza parete

$M_1$  : momento resistente al piede calcolato in funzione di  $W_a$

$M_2$  : momento resistente in mezzeria calcolato in funzione di  $W_a/2$

Nel caso di “modello cerniera-cerniera” la verifica viene effettuata ipotizzando lo schema di calcolo con due cerniere poste alle estremità e calcolando la forza orizzontale resistente in funzione del momento resistente.

I pannelli semplicemente appoggiati (ad es. parapetti), ovvero in assenza di travi e pilastri di confinamento, vengono verificati, utilizzando l'azione sismica “fuori piano”, ipotizzando lo schema a mensola, tenendo conto del meccanismo a ribaltamento mediante equilibrio a rotazione.

La verifica ha esito positivo se:

$$F_s \leq F_u$$

Dove:

$F_s$  : Forza sismica agente sul tamponamento;

$F_u$ : Forza massima resistente del meccanismo di collasso del tamponamento;

$M_{uP}$  : Momento resistente al piede del pannello;

$M_{uM}$  : Momento resistente in mezzzeria del pannello;

I momenti resistenti sono calcolati mediante la seguente relazione:

$$M_r = \left( \frac{t^2 \cdot l_c \cdot \sigma_0}{2} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_m} \right)$$

$t$  : spessore della sezione da verificare considerando gli strati "connessi";

$l_c$  : lunghezza della sezione da verificare;

$\sigma_0$  : tensione media agente sulla sezione calcolata come  $N/(l \cdot t)$ ;

$f_m$ : resistenza unitaria della muratura;

$s$  :  $F_u / F_s$

Il contributo laterale del tamponamento viene completamente trascurato.

## Pannelli ancorati

# Pannelli ancorati

[Metodi di verifica](#) >>



Pannelli ancorati

La verifica dei pannelli ancorati consiste nel controllare che le sollecitazioni prodotte dall'azione sismica “fuori piano” siano inferiori della resistenza assiale dell'ancoraggio stesso. Gli ancoraggi da verificare sono relativi a:

- connessione pannello/guida";
- connessione guida/struttura";

Dopo aver calcolato le sollecitazioni scaricate ad ogni connessione, si procede a verificare esclusivamente quelli più caricati.

Per la “connessione pannello/guida” la verifica ha esito positivo se:

$$F_{cd} \leq R_{cr}$$

Dove:

$F_{cd}$  : Azione assiale agente sull'ancoraggio pannello/guida;

$R_{cr}$  : Resistenza di progetto del sistema d'ancoraggio.

$sc$  :  $R_{cr} / F_{cd}$

Per la “connessione guida/struttura” la verifica ha esito positivo se:

$$F_{ad} \leq R_{ar}$$

Dove:

$F_{ad}$  : Azione assiale agente sull'ancoraggio guida/struttura;

$R_{ar}$  : Resistenza di progetto del sistema d'ancoraggio alla struttura.

$sa$  :  $R_{ar} / F_{ad}$

In generale viene utilizzata la seguente formula:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

Dove:

$S_s$  : coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo, pari a:

| Categoria sottosuolo | $S_s$                                      |
|----------------------|--------------------------------------------|
| A                    | 1.00                                       |
| B                    | $1.00 \leq 1.40 - 0.40 F_{Ag}/g \leq 1.20$ |
| C                    | $1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_{Ag}/g \leq 1.50$ |

|   |                                            |
|---|--------------------------------------------|
| D | $0.90 \leq 2.40 - 1.50 F_{Ag/g} \leq 1.80$ |
| E | $1.00 \leq 2.00 - 1.10 F_{Ag/g} \leq 1.60$ |

St : coefficiente che tiene conto della categoria topografica, pari a:

| Categoria topografica | St   |
|-----------------------|------|
| T1                    | 1.00 |
| T2                    | 1.20 |
| T3                    | 1.20 |
| T4                    | 1.40 |

Ta: periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T1: periodo fondamentale di vibrazione della costruzione;

Z : quota del baricentro del tamponamento;

H : altezza della costruzione;

qa : fattore di struttura dell'elemento.

## Verifica dei cordoli orizzontali

# Verifica dei cordoli orizzontali

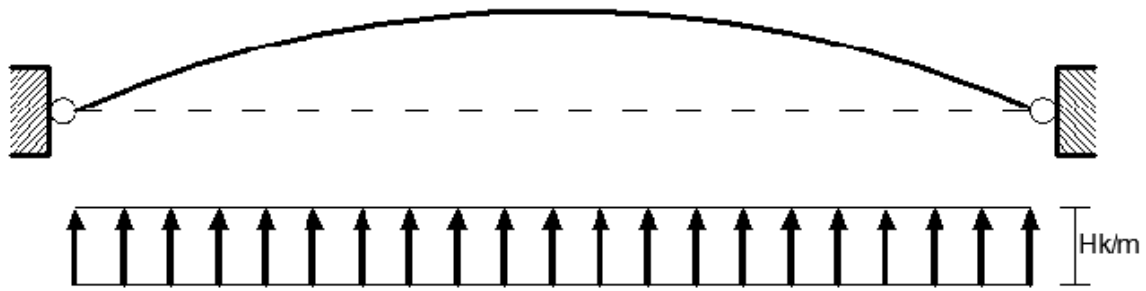
[Metodi di verifica](#) >>



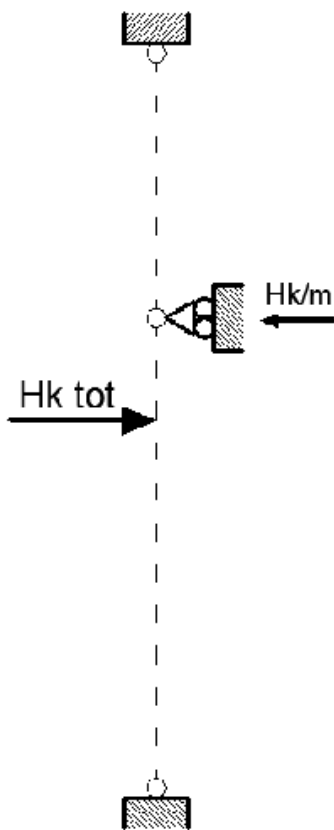
Verifica dei cordoli orizzontali

I cordoli orizzontali sono utili ad ancorare i pannelli ed a limitarne le dimensioni, in modo da contrastarne il fenomeno dell'espulsione e del ribaltamento.

Il modello di calcolo del cordolo è a trave con schema "Cerniera-Cerniera" con carico trasversale:



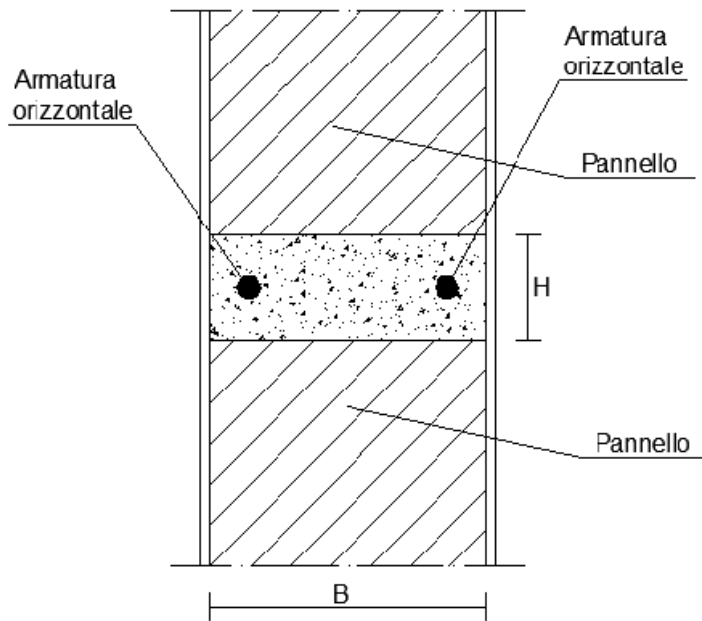
Il carico  $Hk/m$  viene calcolato in funzione della posizione in altezza del cordolo rispetto ai bordi, considerando il seguente sistema di vincolo:



Il cordolo verrà progettato e verificato a:

1. Flessione a doppia armatura nella sezione di mezzeria nel piano orizzontale
2. Taglio nella sezione di estremità

L'armatura a flessione considerata è formata da due barre in acciaio disposte nello spessore del cordolo:



La verifica della sezione a taglio viene effettuata nella sezione più sollecitata (sezione di estremità) in base al paragrafo 4.1.2.1.3.1 "Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio".

VSec restituisce il progetto delle armature definendone il diametro dei tondini. Ai fini della verifica a flessione i tondini verranno posizionati in maniera tale da avere un ricoprimento pari a 1 cm, escluso eventuale intonaco.