



Aedes.PCM 2021

PROGETTAZIONE DI COSTRUZIONI IN MURATURA

Analisi strutturale di costruzioni in muratura secondo la Normativa Tecnica vigente

Aggiornamento 2021

include:

- **Interoperabilità per mezzo di file IFC**
- **Rinforzo di colonne e pannelli murari con FRCCM**
- **Calcolo parallelo su processori multicore**

Data di redazione di questo documento: 27.05.2021

Tutti i diritti sono riservati, anche di riproduzione parziale, a norma di legge e delle convenzioni internazionali. Nessuna parte di questo volume può essere riprodotta in qualsiasi forma o mezzo elettronico o meccanico, per alcun uso, senza il permesso scritto della AEDES Software per Ingegneria Civile.

© 1997-2021 AEDES Software per Ingegneria Civile

Via F. Aporti 32 - 56028 SAN MINIATO (PI)

Tel.: +39 0571 401073

E-mail: info@aedes.it - Internet: www.aedes.it

AVVERTENZE E CONDIZIONI D'USO

La AEDES Software si riserva il diritto di apportare miglioramenti o modifiche al programma PCM, descritto nella documentazione ad esso associata, in qualsiasi momento e senza preavviso.

Il software e la documentazione allegata, anche se curati con scrupolosa attenzione, non possono comportare specifiche responsabilità di AEDES per involontari errori o inesattezze: pertanto, l'utilizzatore è tenuto a controllare l'esattezza e la completezza del materiale utilizzato. Le correzioni relative ad eventuali errori tipografici saranno incluse nelle versioni di aggiornamento.

PCM è di esclusiva proprietà della AEDES e viene concesso in uso non esclusivo secondo i termini e le condizioni riportati nel contratto di licenza d'uso. L'Utente non avrà diritto ad utilizzare PCM fino a quando non avrà sottoscritto la suddetta licenza d'uso.

L'Utente è responsabile della scelta di PCM al fine del raggiungimento dei risultati voluti, nonché dell'installazione, dell'uso dello stesso e dei relativi risultati. Le sole garanzie fornite dalla AEDES in merito a PCM sono quelle riportate nella licenza d'uso. La AEDES non garantisce che le funzioni contenute in PCM soddisfino le esigenze dell'Utente o funzionino in tutte le combinazioni che possono essere scelte per l'uso da parte dell'Utente.

I nomi dei prodotti citati nella documentazione di PCM possono essere marchi di fabbrica o marchi registrati dalle rispettive Società.

INDICE

1	Interoperabilità per mezzo di file IFC.....	3
1.1	Importazione di un modello IFC.....	4
1.2	Esportazione di un modello IFC	9
2	Rinforzo di colonne e pannelli murari con FRCM.....	12
2.1	Rinforzo di pannelli murari (maschi e fasce).....	13
2.2	Rinforzo di colonne in muratura	16
3	Diagramma di calcolo tensione-deformazione della muratura	18
4	Calcolo parallelo su processori multicore	19
5	Modalità di riesecuzione delle analisi.....	20
6	Istanze multiple di Aedes.PCM.....	21
7	Controllo aggiornamenti	22

1 INTEROPERABILITÀ PER MEZZO DI FILE IFC

IFC o "Industry Foundation Class" è un modello di dati standardizzato dell'ambiente costruito, sviluppato da BuildingSmart (www.buildingsmart.org), organizzazione internazionale con lo scopo di migliorare lo scambio di dati e l'interoperabilità tra i software coinvolti nell'industria delle costruzioni.

Lo standard IFC è il formato di collaborazione comunemente usato nei progetti basati sul BIM (Building Information Modelling).

Aedes.PCM 2021 introduce la possibilità di importare o esportare file IFC. In particolare, vengono scambiate le informazioni relative al modello architettonico, cioè il modello composto dagli elementi costruttivi: muri, aperture, colonne, travi e solai.

È supportato lo schema IFC2x3 e il formato SPF (STEP Physical File, con estensione .ifc).



1.1 IMPORTAZIONE DI UN MODELLO IFC

Il comando *"Importa modello IFC"* in [Menu File > Importa] permette di generare il modello architettonico sulla base delle informazioni contenute nel modello di un edificio in formato IFC (schema IFC2x3, formato SPF, estensione .ifc).

Nel corso dell'importazione vengono definiti i piani dell'edificio e generati gli elementi costruttivi che fanno capo alle seguenti tipologie:

- IfcWallStandardCase (muri di tipologia standard)
- IfcOpeningElement (aperture nei muri)
- IfcColumn (colonne o pilastri)
- IfcBeam (travi)

L'importazione del file IFC non ha come obiettivo la rappresentazione fedele del modello dell'edificio, ma la generazione di elementi nativi di Aedes.PCM che rappresentino un punto di partenza per la modellazione. Pertanto, in funzione delle caratteristiche degli oggetti costruttivi, bisogna tener conto delle seguenti limitazioni.

Il modello da importare deve contenere **un solo edificio**. Qualora il file IFC sia relativo ad un complesso di edifici, verrà importato solo il primo edificio del modello. Se il modello IFC è relativo ad un solo edificio ma questo è in realtà un aggregato di edifici, può essere opportuno filtrare il modello (cioè creare una copia ridotta) in modo da importare solo un'unità strutturale per volta.

In caso di edificio con **piani sfalsati**, le differenze di quota fra i vari piani devono essere realizzate per mezzo di opportuni offset degli elementi costruttivi in elevazione, non attraverso la definizione di piani supplementari. Ad esempio, se il piano terra dell'edificio è costituito da una zona a quota 0.00 e un'altra a quota 1.00 m, il piano deve essere unico per entrambe le zone (p.es. a quota 0.00) e lo scostamento dei muri posti a quota più alta deve essere realizzato per mezzo di opportuni parametri che regolino l'elevazione; non deve essere creato un ulteriore piano a quota 1.00 m per contenere questi muri.

Possono essere importati solo **muri** di tipologia standard (IfcWallStandardCase), cioè muri verticali con spessore costante. È inoltre necessario che il muro abbia uno sviluppo rettilineo in pianta. I muri costituiti da strati di materiale diverso vengono importati come muri con materiale omogeneo e spessore pari allo spessore totale. Ai fini dell'importazione in Aedes.PCM è opportuno che gli spessori dei muri si limitino alla parte strutturale, ignorando gli spessori di eventuali elementi di isolamento o finitura. Diversi software BIM consentono di esportare agevolmente nel modello IFC la sola parte strutturale del muro.

I muri con profilo superiore inclinato, come ad esempio i muri sottotetto, vengono importati come muri ad altezza costante pari a quella del muro originario (prima delle operazioni booleane di taglio per mezzo di falde). In alcuni casi, i muri oggetto di operazioni booleane potrebbero perdere la qualifica di muro con tipologia standard (IfcWallStandardCase) e non possono quindi essere importati in Aedes.PCM.

Le **aperture** nei muri (IfcOpeningElement) vengono importate con la reale geometria se hanno forma rettangolare o circolare. Aperture di forma qualunque vengono importate come aperture rettangolari che le involuppano. Aperture che si estendono fino al bordo superiore del muro vengono ridimensionate in modo da rispettare l'altezza minima della fascia muraria prevista in PCM (10 cm).

Possono essere importate **colonne** (IfcColumn) con asse verticale. La rappresentazione della colonna nel file IFC deve essere quella di un solido di estrusione (IfcExtrudedAreaSolid) da cui sia possibile ricavare la sezione trasversale e l'altezza.

Possono essere importate **travi** (IfcBeam) a sviluppo rettilineo e sezione costante, orizzontali o inclinate. La rappresentazione della trave nel file IFC deve essere quella di un solido di estrusione (IfcExtrudedAreaSolid) da cui sia possibile ricavare la sezione trasversale e la lunghezza. Il criterio di modellazione adottato in PCM prevede che le travi siano inserite nella sommità del piano di appartenenza (dove il piano è inteso come porzione di spazio racchiusa tra due livelli di impalcato). Il criterio adottato in altri software BIM potrebbe essere differente, in questi casi è necessario ridefinire la trave secondo il criterio di PCM.

I materiali degli elementi non vengono importati, è quindi necessario ridefinirli manualmente.

Nel caso non sia stato possibile importare l'oggetto IFC come oggetto nativo di PCM, si tenta comunque di importare il solido rappresentativo in modo da avere un **riferimento** per l'inserimento manuale. I solidi di riferimento sono riconoscibili per il loro colore (nero) e sono assegnati al layer "IFC_Import". In qualsiasi momento è possibile nascondere questi elementi disattivando il layer in [Barra Multifunzione > Strumenti > Layers].

Al termine dell'operazione viene generato un **Report di importazione IFC** che elenca in dettaglio gli elementi importati e non importati. Per ogni entità IFC appartenente alle tipologie sopra citate sono riportate le seguenti informazioni: Tipo, Piano, Nome, Tag.

Per gli oggetti importati viene riportato anche l'identificativo del corrispondente Oggetto PCM.

Per gli oggetti non importati viene indicato se è stato possibile definire un solido di Riferimento.

1.1.1 Esempio

Supponiamo di voler importare in Aedes.PCM il modello di un edificio realizzato con il software Graphisoft Archicad v. 24. Si tratta di un edificio in muratura a due piani fuori terra, con un telaio interno in calcestruzzo armato e un tetto a doppia falda.

Le figure seguenti, tratte dal software Archicad, mostrano una vista 3D e la pianta del Piano Primo dell'edificio.



Figura 1. Vista 3D dell'edificio (Archicad)

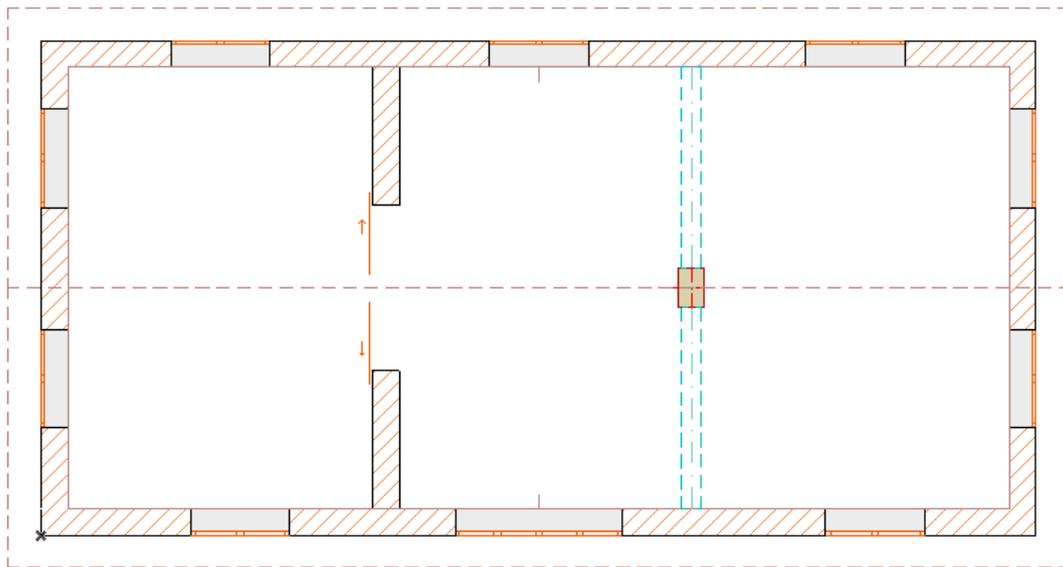


Figura 2. Pianta del Piano Primo (Archicad)

Il modello di Archicad viene esportato in un file IFC, in formato SPF (estensione .ifc), secondo lo schema IFC2x3. Nelle opzioni di esportazione è opportuno porre particolare attenzione alla rappresentazione geometrica degli oggetti, preferendo l'estrusione parametrica (IfcExtrudedAreaSolid) rispetto ad altri tipi di rappresentazione (come IfcFacetedBrep). Importando il file IFC in Aedes.PCM, viene generato un modello contenente tutti gli elementi supportati (muri, aperture, colonne, travi) tranne i muri trasversali del Piano Primo aventi profilo inclinato.

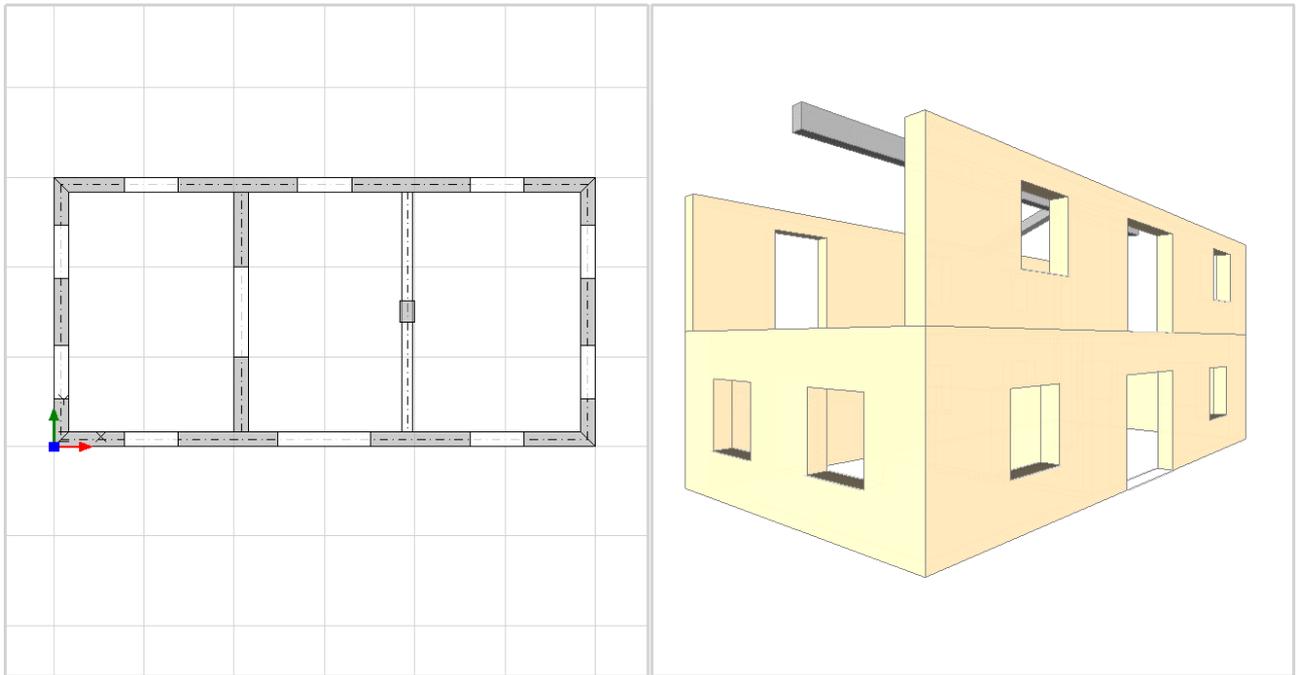


Figura 3. Pianta Piano Primo e vista 3D del modello in Aedes.PCM

Anche il Report di importazione IFC, di cui riportiamo un estratto, segnala che tre elementi del Piano Primo non sono stati importati. Qui notiamo che i muri sono classificati come IfcWall (non IfcWallStandardCase) e questo è il motivo per cui non possono essere importati in Aedes.PCM.

OGGETTI NON IMPORTATI				
Tipo	Piano	Nome	Tag	Riferimento
IfcWall	2.Piano Primo	SW - 003	CA2070C9-FFBC-4F98-88E2-310E6BFA13A6	No
IfcWall	2.Piano Primo	SW - 005	AD609D95-C584-4FB2-8305-FA5D6EF828F9	No
IfcWall	2.Piano Primo	SW - 006	68EA0D51-990C-4D8C-9667-ECB346842C00	No

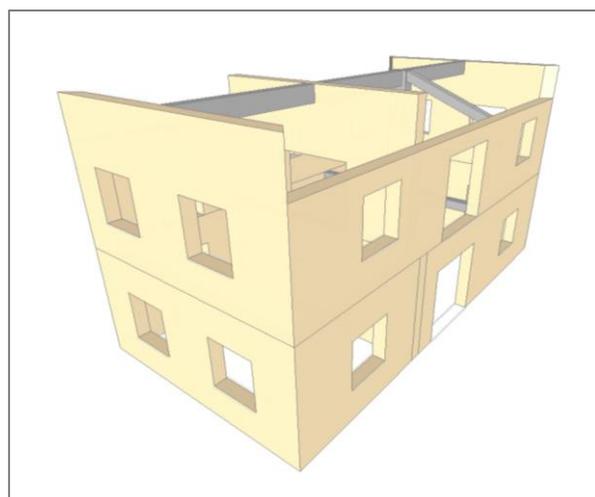
A questo punto è possibile seguire due strade:

- A)** inserire manualmente i muri mancanti;
- B)** modificare il modello in Archicad evitando il taglio dei muri per mezzo delle falde. Esportare quindi il modello su file IFC e reimportarlo in Aedes.PCM.

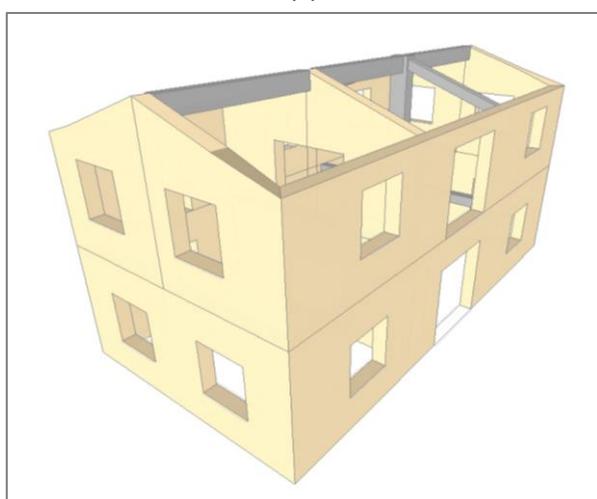
Supponiamo di procedere seguendo la strada B. Le figure seguenti illustrano i vari step che portano al completamento della modellazione in Aedes.PCM.



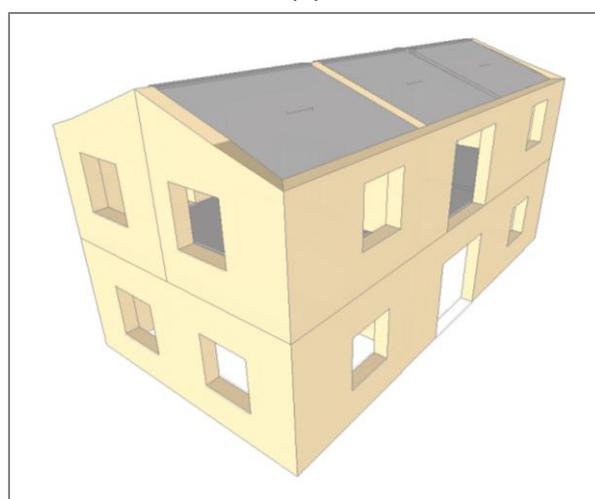
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 4. (a) Modifica del modello in Archicad. (b) Importazione in Aedes.PCM. (c) Suddivisione dei muri trasversali e adeguamento del profilo superiore per mezzo delle proprietà Δh . (d) Inserimento dei solai e delle falde.

1.2 ESPORTAZIONE DI UN MODELLO IFC

Il comando *"Esporta modello IFC"* in [Menu File > Esporta] permette di esportare il modello architettonico in un file IFC (schema IFC2x3, formato SPF, estensione .ifc).

Vengono esportati i piani e tutti gli elementi costruttivi che costituiscono il modello. In particolare, si applicano le seguenti associazioni tra oggetti di Aedes.PCM ed entità IFC:

- Muri → IfcWallStandardCase
- Aperture → IfcOpeningElement (aperture nei muri)
- Colonne → IfcColumn
- Travi → IfcBeam
- Solai → IfcSlab
- Archi → IfcDiscreteAccessory

Una volta esportato il modello in file IFC, questo può essere aperto con uno dei tanti visualizzatori IFC presenti sul mercato (molti dei quali gratuiti).

Le immagini seguenti illustrano a titolo di esempio due modelli realizzati in Aedes.PCM, i quali sono stati esportati su file IFC ed aperti in BIMvision, un visualizzatore di file IFC gratuito (www.bimvision.eu).

Il **primo esempio** è il modello di un edificio in muratura con un piano interrato, due piani fuori terra e un tetto inclinato.

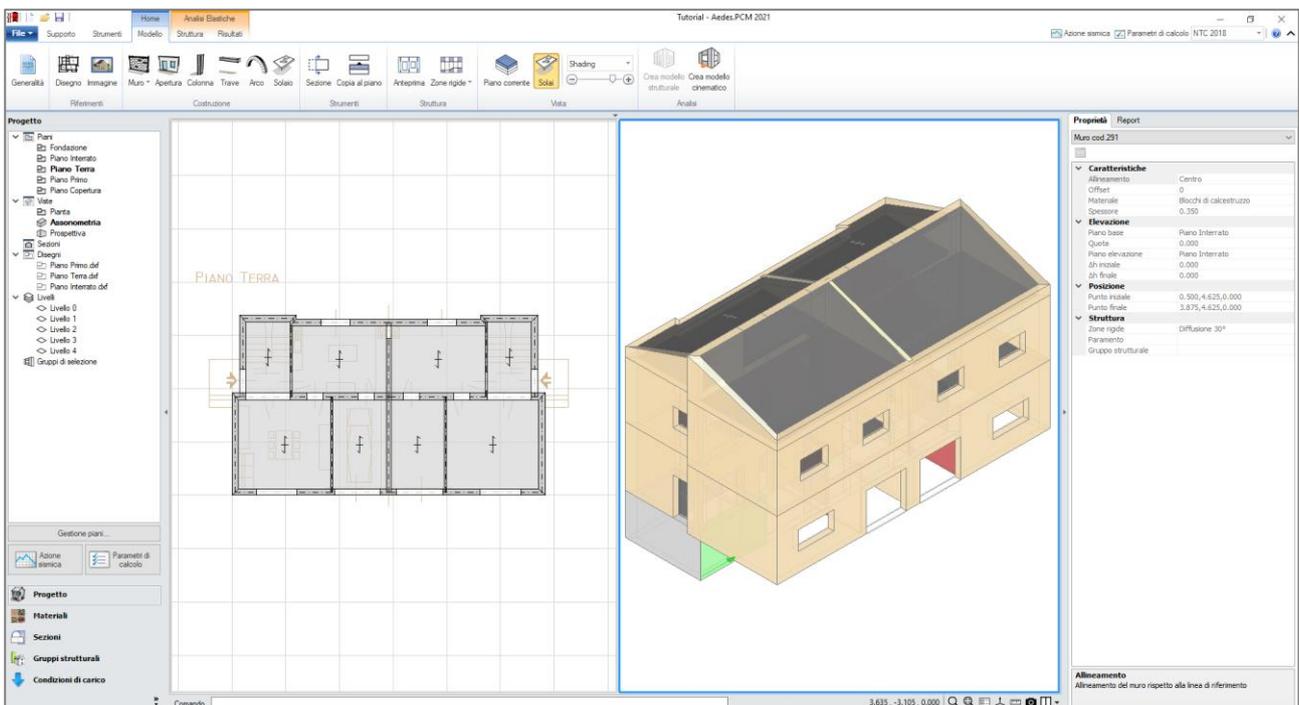


Figura 5. Edificio in muratura. Modello in Aedes.PCM

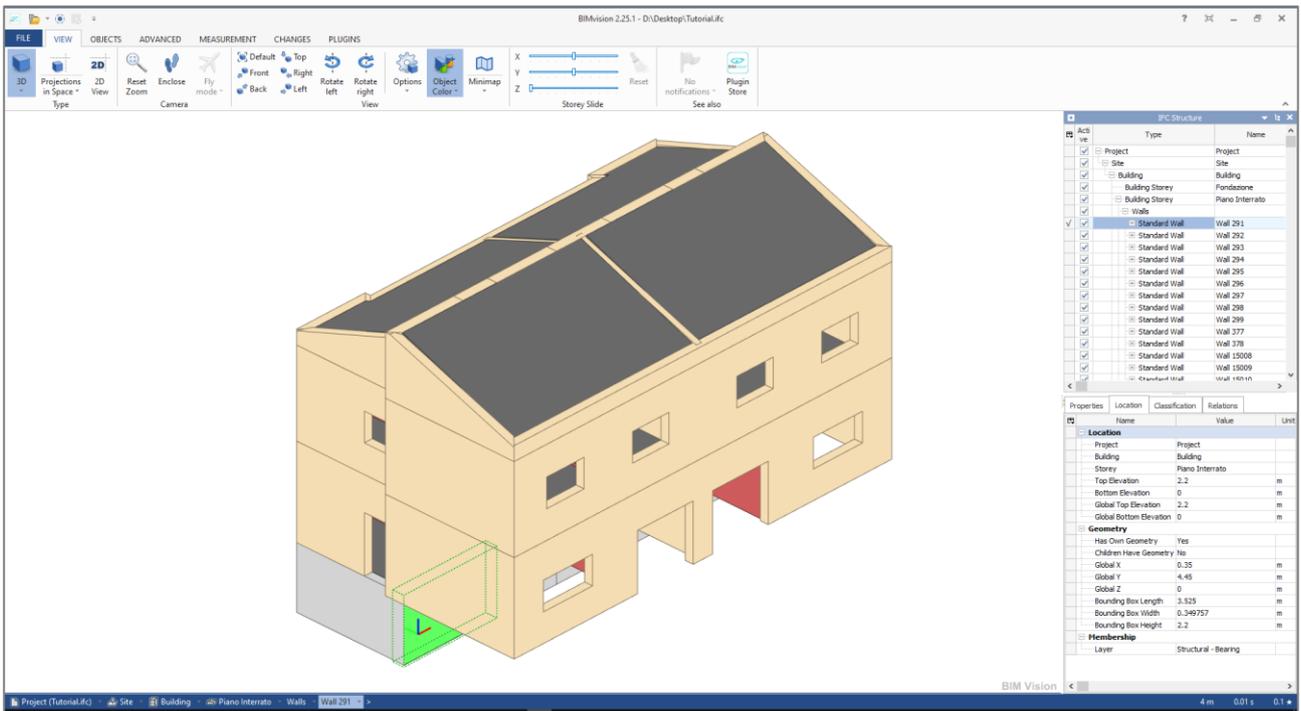


Figura 6. Edificio in muratura. Modello esportato su file IFC e aperto in BIMvision

Il **secondo esempio** è un modello dell'Abbazia di Sant'Antimo (Montalcino, Siena), realizzato con Aedes.PCM allo scopo di svolgere l'analisi cinematica dei meccanismi di collasso locale. Il modello esportato su file IFC include anche elementi dalla geometria più complessa come i pilastri cruciformi e gli archi a tutto sesto.

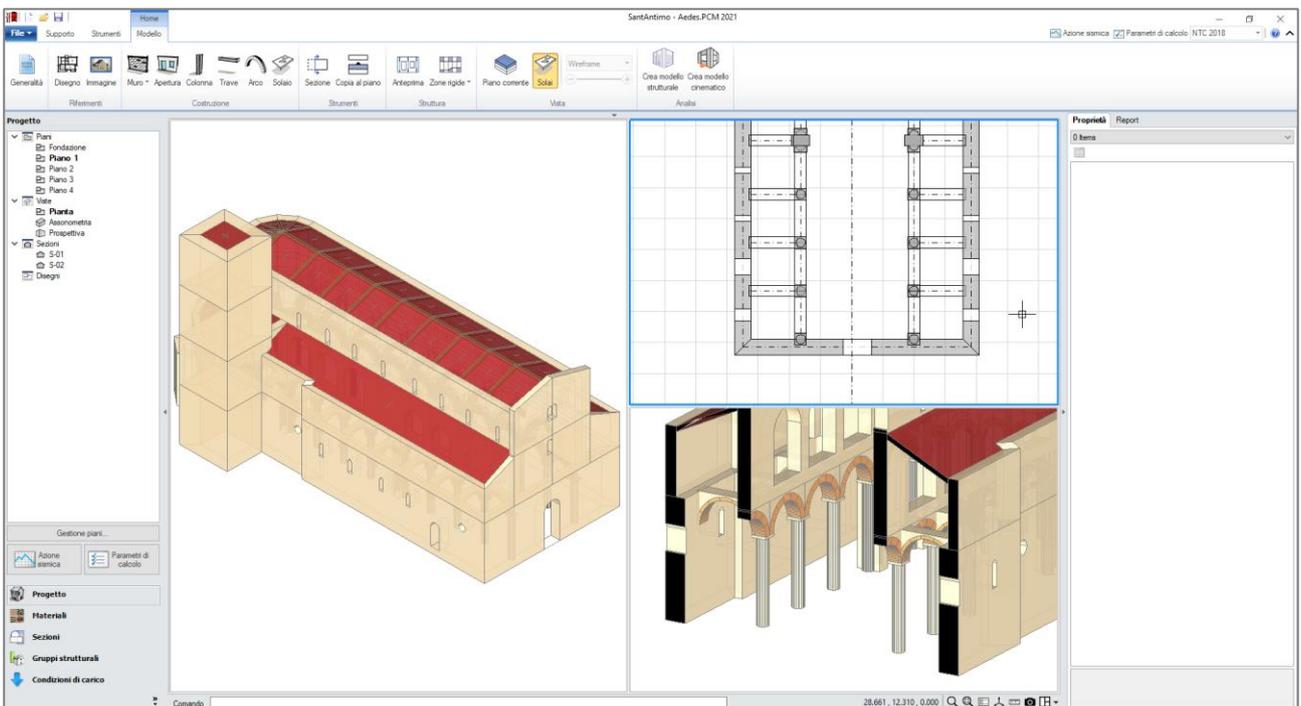


Figura 7. Abbazia di Sant'Antimo. Modello in Aedes.PCM

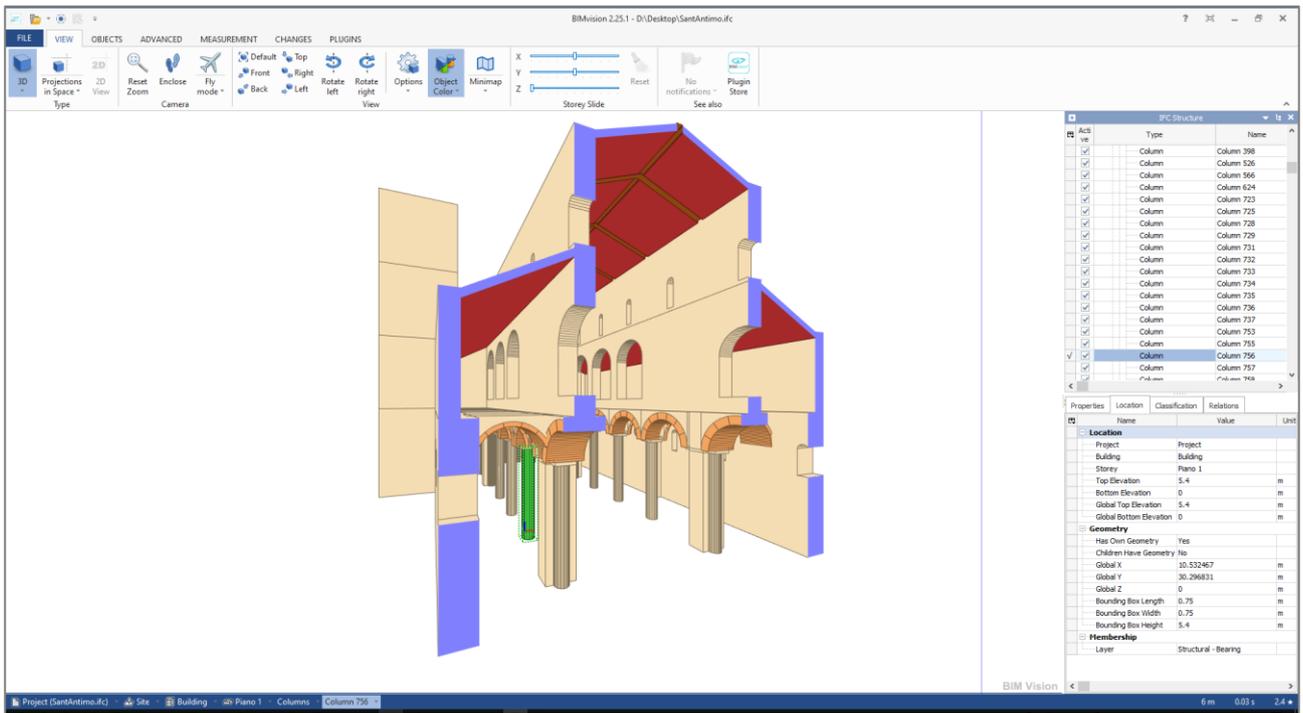


Figura 8. Abbazia di Sant'Antimo. Modello esportato su file IFC e aperto in BIMvision

2 RINFORZO DI COLONNE E PANNELLI MURARI CON FRCM

I pannelli murari e le colonne in muratura possono essere rinforzati con materiali compositi fibrorinforzati a matrice inorganica (FRCM).

Le verifiche di sicurezza degli elementi rinforzati con FRCM sono svolte in accordo al documento CNR-DT 215/2018 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica".

Per modellare un rinforzo con compositi FRCM è necessario specificare le caratteristiche del composito nei Parametri di Calcolo e definire il layout di rinforzo nelle proprietà delle singole aste del modello strutturale.

Per il composito FRCM viene adottato un modello elastico-lineare fino a rottura. In **Parametri di Calcolo** > Interventi > FRCM è necessario specificare le seguenti proprietà:

- Modulo elastico del tessuto secco E_f
- Deformazione caratteristica a rottura per trazione del tessuto secco ϵ_{uf}
- Fattore di conversione ambientale η_a [DT215, §3.2]
- Spessore equivalente del tessuto t_f (mm)

Per confinamento di colonne in muratura:

- Raggio di curvatura degli spigoli R (mm)
- Spessore complessivo del rinforzo t_{mat} (mm)
- Resistenza caratteristica a compressione della matrice $f_{c,mat}$ (N/mm²)

FRCM	
Composito FRCM: modello elastico lineare fino a rottura (tensioni in N/mm ² , deformazioni in ‰)	
Modulo elastico del tessuto secco E_f =	62000
Deformazione caratteristica a rottura per trazione del tessuto secco ϵ_{uf} =	19.30
Fattore di conversione ambientale η_a [DT215, §3.2] =	0.80
⇒ Deformazione di calcolo a rottura per trazione ($\eta_a \epsilon_{uf} / \gamma_f$) = 10.29	
Spessore equivalente del tessuto t_f (mm) =	0.032
Per confinamento colonne	
Raggio di curvatura degli spigoli R (mm) =	50
Spessore complessivo del rinforzo t_{mat} (mm) =	5
Resistenza caratteristica a compressione della matrice $f_{c,mat}$ =	15.0

Figura 9. Parametri di calcolo per FRCM

Per applicare il rinforzo FRCM ad un pannello o una colonna in muratura esistente è necessario:

- accedere alle Proprietà dell'elemento
- visualizzare la scheda Interventi 
- impostare la proprietà "Altri interventi" su FRCM

2.1 RINFORZO DI PANNELLI MURARI (MASCHI E FASCE)

Il rinforzo di pannelli murari con FRM consente di migliorare la resistenza a pressoflessione e taglio nel proprio piano nonché la resistenza per azioni fuori del piano.

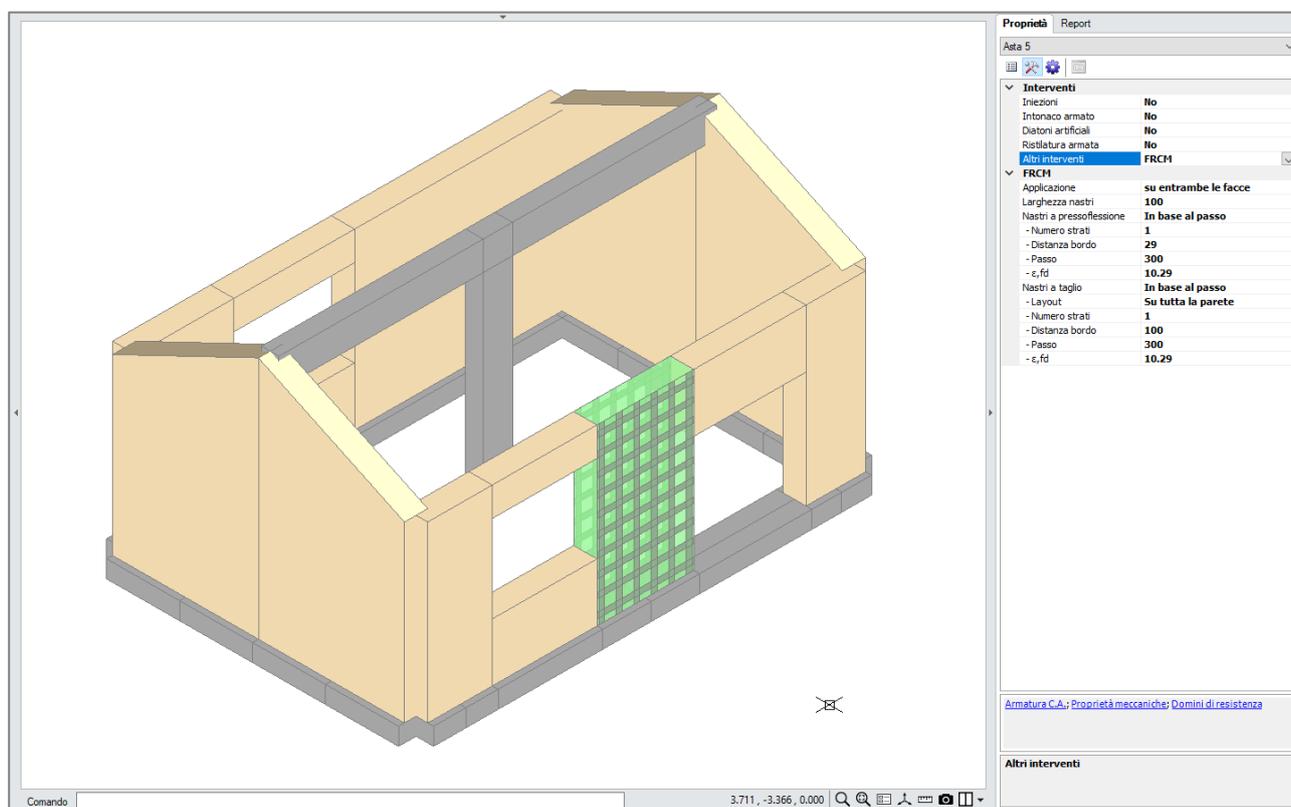


Figura 10. Modellazione del rinforzo FRM di un maschio murario

Per definire il rinforzo è necessario specificare le seguenti proprietà.

Applicazione

Specifica l'area di applicazione del rinforzo. Le opzioni disponibili sono:

- **Su entrambe le facce.** Il rinforzo viene applicato in modo simmetrico su entrambe le facce del pannello murario.
- **Su faccia A.** Il rinforzo viene applicato solo sulla faccia con asse locale y entrante.
- **Su faccia B.** Il rinforzo viene applicato solo sulla faccia con asse locale y entrante.

Larghezza nastri

Specifica la larghezza dei nastri in mm.

Nastri a pressoflessione

Specifica il tipo di disposizione dei nastri longitudinali con funzione di rinforzo a pressoflessione. Le opzioni disponibili sono:

- **No.** Non viene applicato alcun nastro.
- **Solo ai bordi.** Vengono disposti solo due nastri ai bordi del pannello alla

	<p>distanza specificata.</p> <ul style="list-style-type: none"> • In base al passo. I nastri vengono disposti lungo il pannello in modo da avere il passo specificato. • A partire dai bordi. I nastri vengono disposti lungo il pannello in modo che la distanza dal bordo del primo nastro sia pari a quella specificata. Il valore del passo viene aggiornato automaticamente in modo da essere maggiore o uguale al valore specificato.
--	---

Nastri a taglio	<p>Specifica il tipo di disposizione dei nastri trasversali con funzione di rinforzo a taglio. Le opzioni disponibili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No. Non viene applicato alcun nastro. • Solo ai bordi. Vengono disposti solo due nastri ai bordi del pannello alla distanza specificata. • In base al passo. I nastri vengono disposti lungo il pannello in modo da avere il passo specificato. • A partire dai bordi. I nastri vengono disposti lungo il pannello in modo che la distanza dal bordo del primo nastro sia pari a quella specificata. Il valore del passo viene aggiornato automaticamente in modo da essere maggiore o uguale al valore specificato.
------------------------	---

- Layout	<p>Specifica l'area di applicazione dei nastri a taglio sui maschi murari. Le opzioni disponibili sono:</p> <ul style="list-style-type: none"> • su tutta la parete • su luce deformabile
-----------------	---

- Numero strati	Specifica il numero di strati per ogni nastro.
------------------------	--

- Distanza bordo	Specifica la distanza netta del primo nastro dal bordo del pannello. In caso di disposizione in base al passo, la distanza dal bordo è impostata automaticamente in base allo spazio residuo.
-------------------------	---

- Passo	<p>Specifica il passo dei nastri in mm. Presente solo in caso di disposizione in base al passo o a partire dai bordi. In quest'ultimo caso viene aggiornato automaticamente in modo da essere maggiore o uguale al valore specificato (comanda la distanza dal bordo).</p> <p>Per modellare un rinforzo continuo è sufficiente specificare un valore del passo pari alla larghezza dei nastri.</p>
----------------	--

- ϵ_{fd}	<p>Specifica la deformazione di calcolo del rinforzo (‰). Viene preimpostata pari alla deformazione di calcolo a rottura per trazione del tessuto ($\eta_a \epsilon_{uf} / \gamma_m$, definita nei Parametri di Calcolo). Può essere ridotta per tenere conto di crisi per distacco dal supporto, in base alle seguenti indicazioni.</p> <p>Per i nastri a pressoflessione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\epsilon_{fd} = \eta_a \epsilon_{lim,conv} / \gamma_m$ nel caso in cui la modalità di crisi attesa sia per distacco o scorrimento in
-------------------------------------	--

zona di estremità (consigliato, a favore di sicurezza);

- $\varepsilon_{fd} = \eta_a \varepsilon_{lim,conv}^{(\alpha)} / \gamma_m$

nel caso in cui la modalità di crisi attesa sia per distacco o scorrimento in zona intermedia, cioè qualora il rinforzo venga esteso fino ad una significata distanza dalla sezione di verifica.

Per i **nastri a taglio**:

$$\varepsilon_{fd} = \eta_a \varepsilon_{lim,conv}^{(\alpha)} / \gamma_m$$

Dove, con riferimento a CNR-DT 215/2018:

- ε_{uf} è la deformazione ultima a rottura per trazione del tessuto secco;
- $\varepsilon_{lim,conv}$ è la deformazione limite convenzionale (situazioni di estremità);
- $\varepsilon_{lim,conv}^{(\alpha)}$ è la deformazione limite convenzionale (situazione intermedia), pari a $\alpha \cdot \varepsilon_{lim,conv}$;
- α è il coefficiente amplificativo per le situazioni di distacco dal supporto e/o di scorrimento tessuto-matrice di tipo intermedio, normalmente assunto pari a 1.5;
- η_a è il fattore di conversione ambientale (Tab. 3.1);
- γ_m è il coefficiente parziale di sicurezza, pari a 1.5 per SLU.
-

2.2 RINFORZO DI COLONNE IN MURATURA

Il rinforzo di colonne in muratura con FRCM consente di migliorare la resistenza a pressoflessione grazie al contributo di fibre disposte in direzione trasversale (confinamento) e/o longitudinale. Normalmente le colonne sono rinforzate attraverso la predisposizione di un rivestimento continuo di composito. Ciononostante, la definizione del rinforzo prevede l'inserimento di nastri trasversali e longitudinali, permettendo di disaccoppiare i due contributi.

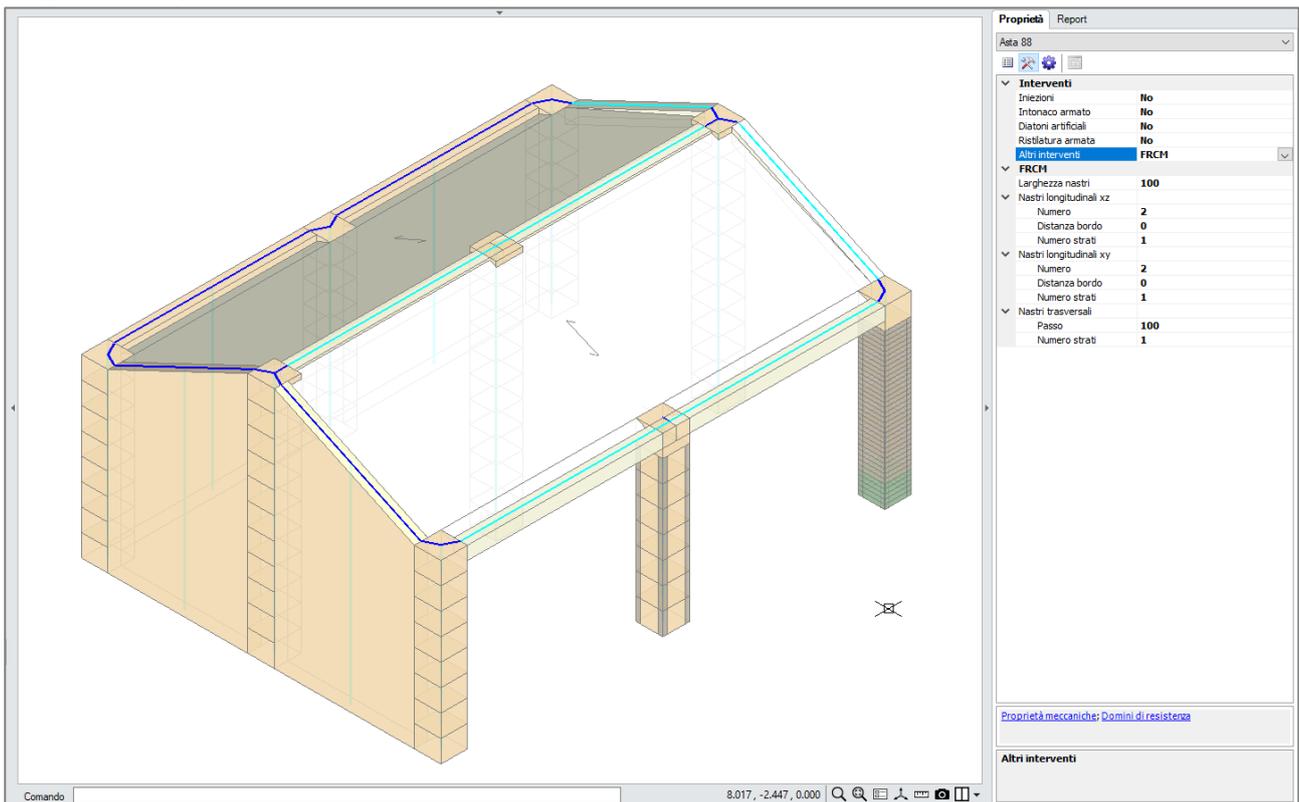


Figura 11. Modellazione del rinforzo di una colonna in muratura

Il metodo di input varia in funzione del tipo di sezione trasversale:

- **Colonne con sezione rettangolare.** È possibile inserire nastri di rinforzo longitudinali e trasversali (per confinamento). I nastri longitudinali si distinguono tra quelli applicati sulle facce parallele al piano xz e quelli applicati sulle facce parallele al piano xy (sistema di riferimento locale). In entrambi i casi è necessario specificare il numero di nastri per faccia, la distanza dei nastri dal bordo della sezione e il numero di strati con cui viene realizzato ogni nastro.
- **Colonne con sezione circolare.** È possibile inserire nastri di rinforzo longitudinali e trasversali (per confinamento). Per i nastri di rinforzo longitudinali è necessario specificare il numero di nastri, l'angolo iniziale e il numero di strati per ogni nastro. L'angolo iniziale rappresenta l'angolo compreso tra l'asse locale y e la retta che congiunge il punto medio del primo nastro con il centro della sezione, positivo se in senso antiorario.
- **Colonne con sezione generica.** È possibile inserire solo nastri trasversali per confinamento.

Larghezza nastri	Specifica la larghezza dei nastri in mm.
Numero	Specifica il numero di un determinato gruppo di nastri di rinforzo longitudinali.
Distanza dal bordo	Specifica la distanza netta dei nastri longitudinali dal bordo della sezione.
Angolo iniziale	Nei nastri longitudinali di aste con sezione circolare, specifica l'angolo compreso tra l'asse locale y e la retta che congiunge il punto medio del primo nastro con il centro della sezione, positivo se in senso antiorario.
Numero strati	Specifica il numero di strati per ogni nastro di rinforzo.
Passo	Passo dei nastri trasversali. Il confinamento di colonne in muratura con sistema FRCM richiede che il rinforzo sia disposto in modo continuo, pertanto il passo dei nastri trasversali è sempre uguale alla larghezza dei nastri a meno che non sia specificato pari a 0 (assenza di nastri trasversali).

Nel rinforzo di colonne in muratura, la deformazione di calcolo dei compositi FRCM è assunta pari alla deformazione di calcolo a rottura per trazione del tessuto secco.

Nota. Le verifiche di sicurezza di colonne in muratura richiedono il modulo ECS.

3 DIAGRAMMA DI CALCOLO TENSIONE-DEFORMAZIONE DELLA MURATURA

Aedes.PCM 2021 introduce un nuovo diagramma tensione-deformazione della muratura: oltre al diagramma rettangolare (stress block) e al diagramma parabola-rettangolo è ora possibile adottare un diagramma **triangolo-rettangolo**.

La scelta del diagramma da adottare nelle analisi può essere effettuata in Parametri di Calcolo > Muratura > Comportamento muratura.

Comportamento muratura			
Diagramma di calcolo tensione - deformazione [§4.1.2.1.2.1]			
<input checked="" type="radio"/> Stress block			$M_U = (l^2 t \sigma_0 / 2) * [1 - (\sigma_0 / 0.85 f_d)]$ [§7.8.2.2.1]
<input type="radio"/> Parabola-Rettangolo	$\epsilon_{m2} =$ <input type="text" value="2.00"/>	$\epsilon_{mu} =$ <input type="text" value="3.50"/> (‰)	M_U da dominio di resistenza N-M
<input type="radio"/> Triangolo-Rettangolo	$\epsilon_{m3} =$ <input type="text" value="fd/E"/>	$\epsilon_{mu} =$ <input type="text" value="3.50"/> (‰)	M_U da dominio di resistenza N-M

Figura 12. Parametri di Calcolo

In definitiva, sono disponibili i seguenti diagrammi:

- **Stress block**, con $M_u = \left(l^2 \cdot t \cdot \frac{\sigma_0}{2} \right) \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 f_d} \right)$. (§7.8.2.2.1)
- **Parabola-rettangolo**, con M_u da dominio di resistenza N-M. È possibile specificare la deformazione di inizio del tratto plastico (ϵ_{m2}) e la deformazione ultima (ϵ_{mu})
- **Triangolo-rettangolo**, con M_u da dominio di resistenza N-M. È possibile specificare la deformazione di inizio del tratto plastico (ϵ_{m3} , che può essere un valore fisso o pari a f_d/E) e la deformazione ultima (ϵ_{mu})

I modelli parabola-rettangolo e triangolo-rettangolo permettono di definire con esattezza la zona compressa ai fini della verifica a Taglio per Scorrimento. In caso di modello Stress block, per sezioni di muratura armata o consolidate con FRP/FRCM/CAM/Reticolatus si fa comunque riferimento al modello triangolo-rettangolo.

4 CALCOLO PARALLELO SU PROCESSORI MULTICORE

Aedes.PCM 2021 permette di eseguire le analisi strutturali in parallelo, sfruttando a pieno le potenzialità dei processori di ultima generazione dotati di core multipli.

In particolare, nel corso dell'Analisi Statica Non Lineare, le varie **curve pushover** vengono eseguite **in contemporanea** invece che in sequenza, con conseguente accorciamento del tempo totale di elaborazione.

Il vantaggio è notevole e dipende dal tipo di processore utilizzato: a parità di architettura e velocità di clock, processori con un più alto numero di core fanno registrare tempi di elaborazione minori.

I test prestazionali sono stati svolti su processori hexa-core, considerando modelli di varia dimensione e registrando i tempi di esecuzione dell'Analisi Statica Non Lineare. In tutti i casi considerati, il calcolo parallelo ha portato al dimezzamento dei tempi di elaborazione rispetto al calcolo sequenziale. Pertanto, la velocità di esecuzione delle analisi è più che raddoppiata.

Nel corso dell'esecuzione dell'Analisi Statica Non Lineare, la finestra di dialogo informa sullo stato di elaborazione delle varie curve Pushover. Per ogni curva in corso di elaborazione viene indicato il passo corrente nella forma [sottocurva-passo]. Il testo OK informa invece che l'elaborazione della Pushover è stata completata con successo.

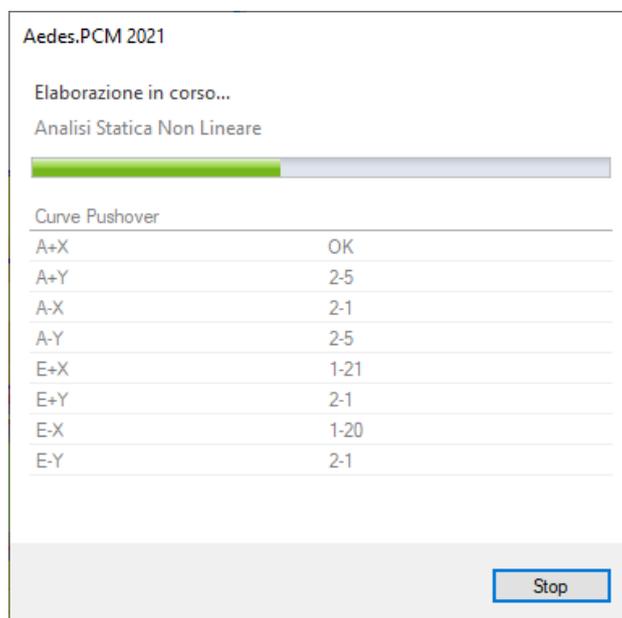


Figura 13. Stato delle curve Pushover in elaborazione

5 MODALITÀ DI RIESECUZIONE DELLE ANALISI

Una volta svolta l'analisi strutturale può essere necessario apportare delle modifiche al modello per poi rieseguire le analisi. In alcuni casi le modifiche possono essere apportate mentre si continua a consultare i risultati delle analisi appena svolte (ad esempio modificando le proprietà delle aste o i parametri di calcolo), in altri casi le modifiche richiedono l'annullamento delle analisi.

In ogni caso, Aedes.PCM 2021 è in grado di tenere traccia di tutte le modifiche intervenute in seguito all'ultima analisi svolta. In questo modo quando si richiede la riesecuzione delle analisi, i risultati di analisi precedenti che risultino ancora validi vengono mantenuti e **vengono eseguite solo le analisi necessarie**. In particolare, nel caso dell'Analisi Statica Non Lineare viene automaticamente stabilito se è necessario rielaborare completamente le curve Pushover o se basta elaborare eventuali nuove curve e/o rieseguire le verifiche di sicurezza.

Mentre si consultano i risultati dell'analisi, la Barra Multifunzione > scheda Risultati evidenzia in rosso le analisi che sono state invalidate dalle modifiche apportate al modello e che devono quindi essere rieseguite. Nel caso illustrato nella figura seguente si evince che sono disponibili i risultati dell'analisi Modale, Statica Non Sismica, Dinamica Modale e Statica Non Lineare. Tuttavia, sono state apportate al modello modifiche tali da invalidare i risultati dell'analisi Statica Non Sismica e dell'analisi Statica Non Lineare (evidenziate in rosso). Pertanto, se si dovesse richiedere la riesecuzione della analisi, sarà necessario rieseguire solo queste ultime analisi.

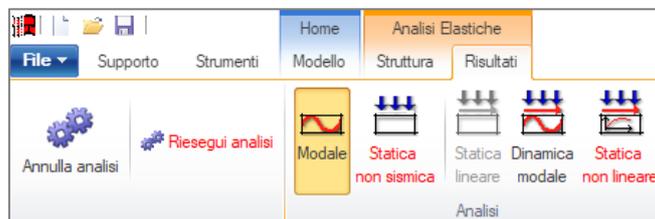


Figura 14. Notifica della necessità di rieseguire le analisi

Nota. In versione precedenti del software la scelta delle analisi da rieseguire era lasciata all'Utente, per mezzo di opzioni che erano presenti in Parametri di Calcolo > Generali. Dato che ora è il software a stabilire automaticamente la necessità di rieseguire o meno un'analisi, tali opzioni sono state rimosse.

6 ISTANZE MULTIPLE DI AEDES.PCM

A partire dalla versione 2021 è possibile aprire contemporaneamente due istanze del software Aedes.PCM, ad esempio, per confrontare agevolmente due modelli.

Due istanze di Aedes.PCM possono essere affiancate verticalmente sullo stesso schermo o eventualmente essere visualizzate contemporaneamente su schermi diversi.

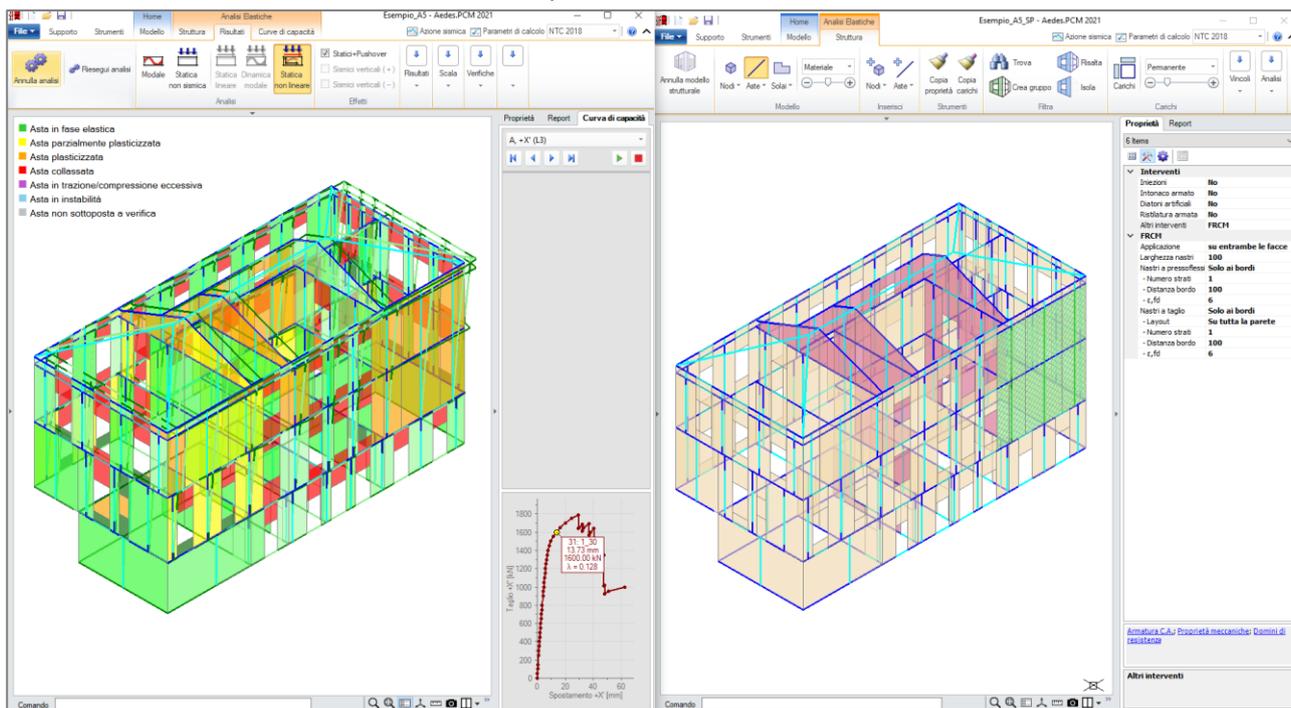


Figura 15. Due istanze di Aedes.PCM affiancate

Nota. Nonostante le due istanze di Aedes.PCM siano del tutto equivalenti, è sconsigliabile eseguire analisi strutturali contemporaneamente su entrambe le istanze: l'impossibilità di eseguire due volte determinate operazioni potrebbe causare l'interruzione delle analisi. Meglio utilizzare una delle due istanze solo come visualizzatore di progetti.

7 CONTROLLO AGGIORNAMENTI

Nel menu File è stato introdotto il comando *"Controllo aggiornamenti"* che segnala l'eventuale disponibilità di versioni più recenti del software Aedes.PCM.

Per scaricare e installare le nuove versioni disponibili è necessario accedere al sito Aedes: www.aedes.it > Download > Aedes.PCM.