

Recensione programmi di calcolo muratura

Premessa

La presente recensione comprende alcuni programmi disponibili in commercio e finalizzati al calcolo di strutture in muratura.

In particolare ci si è concentrati sugli aspetti operativi dell'utilizzo del software senza entrare nel delicato aspetto della verifica della correttezza dei risultati che si ritiene implicitamente soddisfatta.

Nei *test di utilizzo* si è fatto riferimento ad un semplice edificio esistente con struttura portante in pietrame dislocato su due livelli caratterizzato da 3 pareti in direzione X e due in direzione Y (quindi molto piccolo).

Le prove sono state fatte sulle versioni Trial scaricabili direttamente del sito dei vari produttori, tranne che per PCM + PCE della Aedes che è stato acquisto dallo scrivente.

Tutti i programmi recensiti sono stati provati personalmente.

Si vuole sottolineare l'assoluta indipendenza del sottoscritto da qualsiasi software house.

Lo scopo del presente lavoro è unicamente quello di fornire delle indicazioni basate sull'esperienza diretta, nella speranza che possa essere di aiuto a chi si accinge ad investire su un software.

Si precisa infine che quanto riportato nelle pagine seguenti deriva dalle prime prove di utilizzo dei diversi programmi e che le sensazioni che si sono generate sono del tutto personali e, come tali, completamente soggettive.

Elenco dei programmi recensiti

1. PCM + PCE della Aedes.
2. Edilus MU della Acca
3. 3D Macro del Gruppo Sismica
4. Por2000 della Newsoft
5. 3Muri della S.T.A. data

1. PCM + PCE della Aedes

E' il programma che ho provato più a fondo in quanto sono un vecchio utente di PCM (con molta soddisfazione) per cui ho provveduto all'aggiornamento della versione in mio possesso già a novembre in occasione del recente SAIE.

L'input dei dati

Il metodo più veloce per l'importazione dei dati è quello che prevede la creazione di un file DXF con l'indicazione dei maschi murari e dei solai tramite polilinee chiuse.

Il file DXF viene passato al PCM (che esegue anche i calcoli ma solo con il metodo POR); in PCM si assegnano le murature e le tipologie murarie (pareti, travi, fasce sottofinestra e soprafinestra), quindi si assegnano le altezze di piano dei singoli setti; infine si esegue un controllo degli allineamenti tra le diverse pareti.

Il tutto viene fatto in maniera *tabellare* ossia andando a modificare manualmente i valori riportati nelle tabelle; le modifiche fatte vengono visualizzate nelle finestre grafiche che presentano un'interazione con l'utente pressochè nulla.

Quindi si genera il modello a telaio equivalente da passare al PCE.

L'interfaccia del PCE è molto simile a quella del PCM caratterizzata da una serie di toolbar, dalle finestre grafiche per la visualizzazione del modello solido e del modello bidimensionale e dalle finestre che mostrano i dati in formato tabellare.

Il modello importato da PCM **non è assolutamente completo** ma necessita di una serie infinita di modifiche.

Innanzitutto bisogna definire i materiali in quanto quelli già definiti in PCM non presentano caratteristiche allineate con il DM '08, quindi bisogna eliminare un bel po' di nodi quasi sovrapposti, poi bisogna assegnare le estremità rigide di molti setti in quanto il programma assegna la zona rigida solo se la parete è contornata da una fascia di piano; poi bisogna assegnare i carichi di solai con una procedura *pseudografica* (mista, un po' per via grafica e un po' per via tabellare).

Se bisogna aggiungere un nodo o modificare la posizione di un maschio murario o di un'apertura o inserire una nuova parete la procedura è lunga, noiosa e complessa in quanto bisogna inserire i nodi, modificare le caratteristiche dei nodi (gradi di libertà), definire le sezioni degli elementi, applicarle al modello, il tutto tramite **Tabelle** in quanto l'interazione con l'interfaccia grafica è a dir poco inesistente.

Il calcolo

Una volta definito (con molta pazienza) il modello della struttura si passa al calcolo.

PCE permette di settare tutta una serie di parametri, sia per le analisi lineari che per la pushover che se da una parte sono molto comodi perchè si riesce ad ottenere quasi tutti i risultati possibili, dall'altra bisogna avere molta padronanza di quello che si fa per due motivi: uno perchè si rischia di trovare risultati fuori da ogni legge fisica e due perchè i risultati ottenuti, anche fisicamente corretti, potrebbero essere dovuti a scelte non contemplate dalla norma.

Si ha l'impressione che tutte le opzioni di calcolo presenti sono state inserite più per scenografia che per reali esigenze pratiche.

Il modello viene schematizzato con elementi beam (telaio equivalente).

Per quanto riguarda i tempi di calcolo riscontrati per la pushover, considerando solo una distribuzione di forze agente nelle quattro direzioni sono i seguenti:

- nel caso di solai infinitamente rigidi circa 4 minuti
- nel caso di solai deformabili circa 20 minuti

L'analisi dei risultati

I risultati sono interpretabili sia in termini di PGA che in termini di Periodo di ritorno ma il controllo di tutte le verifiche previste dalla norma non è proprio immediato in quanto bisogna lanciare diverse analisi: una pushover per le verifiche nel piano della muratura, una dinamica modale (o statica

equivalente lineare) per le verifiche a pressoflessione fuori dal piano e le verifiche per cinematismi locali.

In particolare per la verifica ei cinematismi locali tutti i dati necessari (dimensione degli elementi, caratteristiche delle murature e i carichi) devono essere impostati a parte per ciascuna parete analizzata..

Il software prevede anche la stampa dei dati necessari per la compilazione delle schede di vulnerabilità utilizzate da diverse regioni.

Opinioni personali

Fino a quando rimaniamo in ambiente PCM i giudizi sono senz'altro positivi ma quando si passa in PCE i problemi crescono a dismisura. L'interfaccia grafica è a dir poco inesistente, la maggior parte delle informazioni devono essere passate tramite tabelle. Anche la visualizzazione del modello è molto scarsa in quanto il motore grafico non è all'altezza della concorrenza. Per esempio non è possibile ruotare il modello con il mouse ma solo con cliccando su dei bottoni presenti nella finestra grafica. Anche la visualizzazione grafica dei risultati non è tanto esplicativa in quanto si riesce a vedere solo un groviglio di linee e colori tant'è che io preferisco stampare la relazione e controllare così i setti su cui intervenire.

Per concludere direi che per quanto riguarda le opzioni di calcolo il PCE è senz'altro il migliore.

Tuttavia se si tenta di utilizzare il programma per fini professionali ci si scontra contro un tempo di calcolo abbastanza lungo e soprattutto ci si trova davanti a un'interfaccia grafica migliore solo di quella del SAP80.

2. Edilus MU della Acca

Il software si presenta non l'ormai classica interfaccia grafica dei programmi di Cianciulli, esteticamente gradevole, facile da utilizzare, con i comandi ben disposti e con un motore 3D per la visualizzazione del modello tridimensionale degno di questo nome.

L'input dei dati

L'input dei dati avviene in modo semplice e intuitivo semplicemente *lucidando* un file DWG/DXF posto come sfondo, vengono riconosciuti in automatico tutti gli incroci e gli snap del disegno architettonico aiutano notevolmente questa fase.

Nulla da dire sull'interfaccia e sulla facilità di modellare praticamente tutto (nicchie, volte, balconi, aperture, travi ecc....) in un tempo ridottissimo.

Anche la modifica degli oggetti già inseriti è semplice ed immediata in quanto tutti gli elementi del modello vengono gestiti in maniera parametrica ed è quindi sufficiente modificare tali parametri per cambiare le caratteristiche degli oggetti.

L'input e la modifica dei dati è semplicissima e velocissima ed è quasi divertente utilizzarlo.

Il calcolo

Le opzioni di calcolo sono ridotte all'osso; le opzioni sono poche (anche meno di quelle previste dalla norma) ma il problema vero lo ritroviamo nei tempi di calcolo.

Modellando il solito edificio con piani flessibili Edilus ha portato a termine il calcolo non lineare in 1h e 40m.... davvero troppo tempo.

Il modello di calcolo utilizza le *shell* ma nonostante questo i tempi di calcolo mi sembrano eccessivamente lunghi.

L'analisi dei risultati

Non ho approfondito questo aspetto a causa dei tempi di calcolo ma sembra che tutte le informazioni siano gestite in maniera chiara, semplice ed efficace.

Manca il modulo per la compilazione delle schede di vulnerabilità regionali.

Opinioni personali

Interfaccia fantastica...motore di calcolo pessimo.

I tempi di calcolo sono davvero *geologici* e a parere dello scrivente rendono impossibile l'utilizzo del programma in ambito professionale.

3. 3D Macro del Gruppo Sismica

Il programma presenta un'impostazione del tutto simile a quella di Edilus MU (o è Edilus MU che ha un'impostazione simile a quella di 3D Macro).

Il motore 3d integrato per la visualizzazione del modello tridimensionale, anche se esteticamente non gradevolissimo è comunque efficace e preciso in quanto si appoggia alle librerie DirectX.

L'unica pecca è che il modello 3D non permette l'interazione con l'utente per modifica o l'inserimento dei dati.

L'input dei dati

I maschi murari vengono introdotti per via grafica *lucidando* un file DXF mentre le aperture sono inserite in un editor di parete (sempre per via grafica anche se la mancanza di snap rende necessario il ricorso alla modifica tabellare o all'utilizzo di linee di costruzione non proprio di immediata applicazione)

I carichi, le tipologie dei materiali e l'azione sismica vengono definiti con pochi click di mouse e in maniera sufficientemente agevole.

Il calcolo

Le opzioni di calcolo non sono molte (ma sono quelle previste dalla norma in termini di distribuzione di forze) e c'è il vantaggio che il calcolo è davvero veloce, ci vogliono infatti 2-3 minuti per portare a termine il calcolo del modello dell'edificio con piani flessibili.

Nella versione provata il programma consente di considerare anche i piani flessibili ma ha la pecca di non effettuare le verifiche in fondazione, non effettua le verifiche per meccanismi del secondo modo (pressoflessione fuori piano) e le verifiche per cinematismi locali di collasso (indispensabili per edifici esistenti).

Il modello di calcolo adottato prevede l'utilizzo di macroelementi ideati espressamente per le applicazioni sulle murature ma hanno il difetto di non avere gradi di libertà fuori piano e quindi non possono trattare i meccanismi del secondo ordine.

L'analisi dei risultati

Il programma visualizza con simboli chiari i setti collassati e plasticizzati ed inoltre è possibile visualizzare la stima della vulnerabilità dell'edificio tramite un apposito modulo semplice e ben realizzato.

Tuttavia il programma non prevede la stampa delle schede di vulnerabilità regionale anche se le informazioni per la loro corretta compilazione sono contenute nella relazione di calcolo.

Opinioni personali

Durante l'utilizzo il programma si è piantato diverse volte. Non so se ciò è dovuto a problemi di instabilità del software, a problemi legati al mio PC o a operazioni non corrette fatte da un neofita come me.

L'interfaccia è comunque gradevole, i dati possono essere inseriti e modificati in maniera agevole (anche se in alcuni casi le procedure da seguire sono un po' macchinose) e i risultati sono di facile interpretazione nonostante manchi il modulo per la compilazione delle schede di vulnerabilità regionali.

Personalmente mi piace moltissimo l'idea di utilizzare nel calcolo un macroelemento dedicato alla muratura che unisca i vantaggi del metodo a telaio equivalente (tempi di esecuzione bassi) a quelli degli elementi shell (facilità di modellazione delle aperture nicchie ecc...), tuttavia, nel caso in esame, vi è la limitazione che detto elemento non permette il calcolo dei meccanismi del secondo modo.

In conclusione ritengo che allo stato attuale, per quanto su esposto, il programma non è adatto per i fini professionali, tuttavia, mi è parso che esso abbia grandissime potenzialità e quando riusciranno a risolvere i problemi di stabilità e a studiare un macroelemento con gradi di libertà fuori dal piano, sono convinto che 3DMacro potrà imporsi sul mercato.

4. Por2000 della Newsoft

L'interfaccia si presenta sobria ma abbastanza completa ed intuitiva. Il motore per il 3D non è il massimo in termini di eleganza ma svolge egregiamente il suo compito.

L'input dei dati

L'input delle pareti e delle aperture avviene per via grafica tramite la *lucidatura* delle piante architettoniche importante in formato DXF. Le aperture sono un po' macchinose da inserire in quanto il loro inserimento è subordinato alla preventiva definizione in maniera tabellare delle loro dimensioni. La finestra grafica 3d serve solo come visualizzazione e non permette nessun tipo di interazione con l'utente.

Personalmente mi piace molto poter disporre le finestre in qualunque posizione dello schermo e in numero illimitato.

L'inserimento e la modifica degli elementi è condotta in maniera abbastanza agevole.

Il calcolo

Il programma utilizza un solutore interno molto performante, il calcolo dell'edificio viene portato a termine in 2-3 secondi. La cosa in realtà mi ha lasciato un po' perplesso così ho contattato l'assistenza la quale mi ha spiegato che il calcolo viene condotto con riferimento allo schema shear-type quindi con i solai infinitamente rigidi e vengono utilizzati elementi dedicati e un solutore interno autoprodotta.

Vengono eseguite tutte le verifiche sia per meccanismi del primo modo che del secondo modo; vengono altresì eseguite una serie di verifiche locali e le verifiche delle fondazioni.

Mancano solo le verifiche per cinematismi locali e le verifiche a scorrimento della fondazione, quest'ultima in realtà poco significativa per edifici in muratura.

L'analisi dei risultati

I risultati sono visualizzabili sia in formato tabellare che grafico anche se i *tassi di resistenza* delle singole pareti non sono proprio comodissimi da visualizzare in quanto ogni *tasso di resistenza* è visualizzato con sfumature dello stesso colore.

Ottima la possibilità di visualizzare i parametri per la compilazione delle schede di vulnerabilità e degli istogrammi rappresentativi del tasso di lavoro della struttura e delle verifiche effettuate.

Opinioni personali

Il programma dispone di una buona interfaccia e di un motore di calcolo strabiliante in termini di velocità.

Ottima la possibilità di definire diversi tipi di miglioramenti sulle murature tra cui iniezioni con diversi tipi di malta, rinforzi mediante affiancamenti murari, mediante fibre frp o cuciture attive (metodo CAM).

Personalmente lo ritengo un ottimo programma; ha solo due limitazioni:

- 1 non permette di definire solai deformabili
- 2 non permette di inserire solai a volta

5. 3Muri della S.T.A. data

L'interfaccia si presenta sobria ma abbastanza completa ed intuitiva. Il motore per il 3D non è il massimo in termini di eleganza ma svolge egregiamente il suo compito.

L'input dei dati

L'input delle pareti e delle aperture avviene per via grafica tramite la *lucidatura* delle piante architettoniche importante in formato DXF. Risulta particolarmente semplice introdurre sia le caratteristiche dei pannelli murari, sia le aperture, i solai e i carichi in genere.

La finestra grafica 3d serve solo come visualizzazione ma non permette nessun tipo di interazione con l'utente.

L'inserimento e la modifica degli elementi è condotta in maniera abbastanza agevole.

Il calcolo

Il calcolo completo dell'edificio viene portato a termine in 4-5 minuti. ma non mi è chiaro se il calcolo viene eseguito considerando i solai rigidi o flessibili.

Non vengono eseguite le verifiche per pressoflessione fuori dal piano e quelle relative ai cinematismi locali, vengono invece eseguite le verifiche non lineari (naturalmente) e una verifica statica e la verifica delle fondazioni.

L'analisi dei risultati

I risultati vengono forniti sia video in forma grafica che in stampa in forma tabellare; viene anche fornito un'utile maschera di riepilogo con alcune informazioni necessarie per la compilazione delle schede regionali di vulnerabilità.

Opinioni personali

Il programma sembra buono, ha una buona interfaccia peccato che non fa verifiche dei meccanismi del secondo modo (fuori piano) e verifiche dei cinematismi locali.

TABELLA RIEPILOGATIVA

Programma	Usabilità	Velocità di calcolo	Completezza delle verifiche da norma	Presentazione dei risultati	Giudizio complessivo
PCM + PCE	*	**	*****	***	*
Edilus MU	*****	*	**	**	*
3DMacro	***	****	*	***	***
Por2000	****	*****	****	*****	****
3Muri	****	***	**	****	***

* scarso
 ** mediocre
 *** sufficiente
 **** buono
 ***** ottimo