

# CDMa Win

## Computer Design of Masonries Calcolo di strutture in Muratura

**CDMa (Computer Design of Masonries)** è un CAD strutturale finalizzato all'analisi di strutture in muratura, di qualunque forma e tipologia costruttiva.

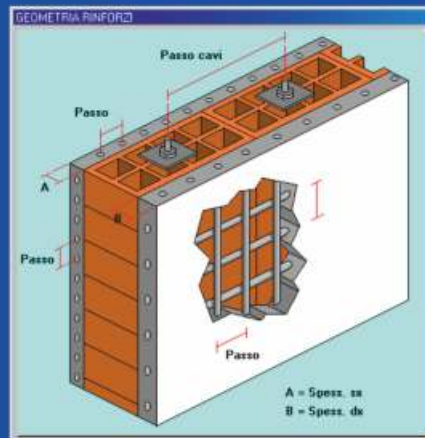
L'immissione dei dati, che avviene tramite lo stesso CAD strutturale del programma **CDS**, consente di fornire graficamente sia la geometria strutturale, sia la tipologia e la distribuzione dei carichi. La modellazione della struttura consente una totale libertà nella definizione degli spessori, dei materiali e nel posizionamento e dimensionamento di eventuali aperture. In particolare è possibile tenere conto di:

- irregolarità di qualsiasi tipo nell'andamento in pianta dei muri;
- irregolarità di qualsiasi tipo in elevazione (rastremazioni, disassamenti, aperture non allineate, etc.);
- commistione di materiali differenti;
- presenza di aste e telai in cemento armato, acciaio o legno;
- presenza di cordoli sopra i setti in muratura;
- presenza di architravi in acciaio o c.a. sopra i fori.
- fondazioni su più livelli;
- coperture inclinate;
- Tiranti Verticali
- Cavi di precompressione
- Reti metalliche
- Reti in FRP.
- Sistema brevettato CAM
- Volte in Muratura
- Tirantature

- Cerchiature dei Fori

Particolare importanza riveste la possibilità di calcolare le strutture miste in muratura / c.a. / acciaio / legno in un unico ambiente di calcolo. È possibile quindi progettare l'adeguamento sismico utilizzando sistemi di controventamento sia in acciaio che in calcestruzzo armato. Per chi possiede il **CDS** è anche possibile ottenere verifiche ed esecutivi degli elementi non in muratura.

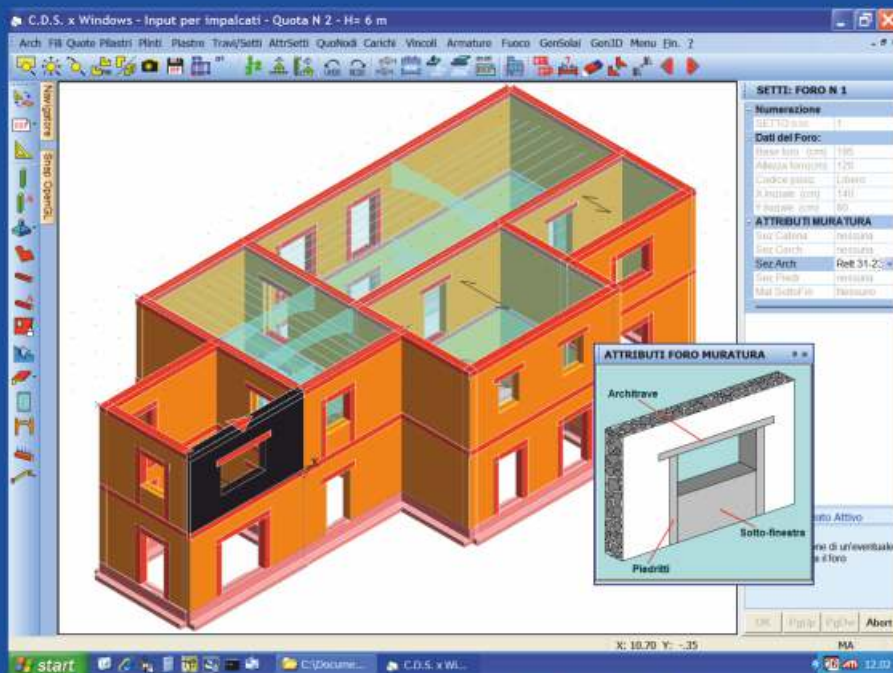
**CDMa Win** supporta sia l'analisi sismica statica che l'analisi dinamica modale sia in presenza che in assenza di solai rigidi.



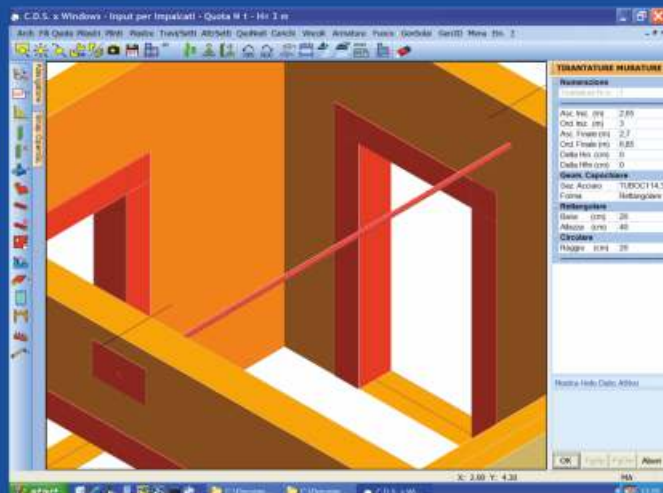
Geometria rinforzi

**CDMa** permette di effettuare da uno stesso input la generazione di due diversi modelli di calcolo:

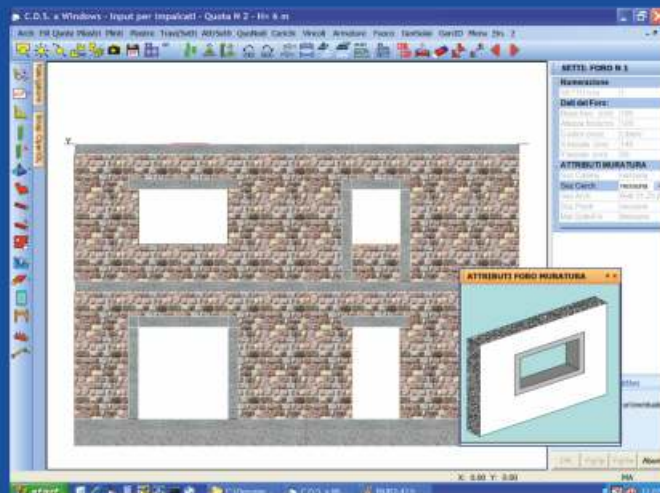
- un primo modello schematizza i muri con elementi bidimensionali rettangolari rappresentativi di stati tensionali di sola membrana con deformabilità nel proprio piano, a



Inserimento architravi, piedritti, sottofinestre

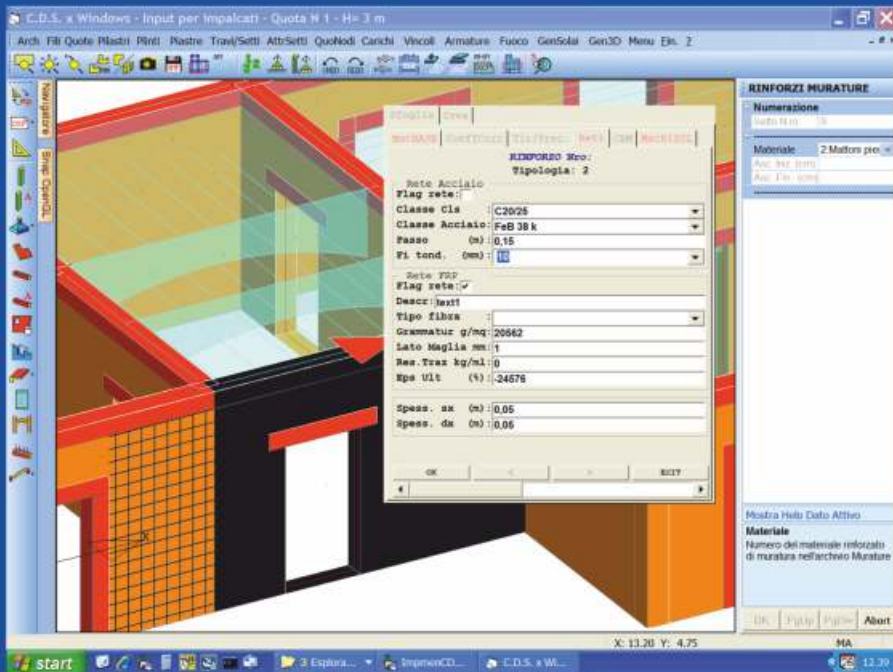


Inserimento tirantatura



inserimento cerchiature in vista fotorealistica





*Inserimento rinforzi*

locali per gli elementi non strutturali secondo quanto previsto dalle NTC.

Il calcolo esteso comprende la verifica dei singoli maschi murari per i carichi verticali e per quelli orizzontali. Per la verifica statica viene effettuato il calcolo della snellezza dei singoli muri e delle eccentricità geometriche e di azione dei carichi, e quindi quello del coefficiente di riduzione e della tensione media di calcolo. È tenuta anche in conto l'azione del vento, applicata sui soli muri esterni e della spinta di un eventuale terrapieno.

In zona sismica viene inoltre effettuata la verifica a sisma ortogonale.

Al fine di ottenere un completo controllo sui risultati sono presenti fasi di visualizzazione dei risultati che evidenziano le modalità di collasso dei singoli maschi murari ed

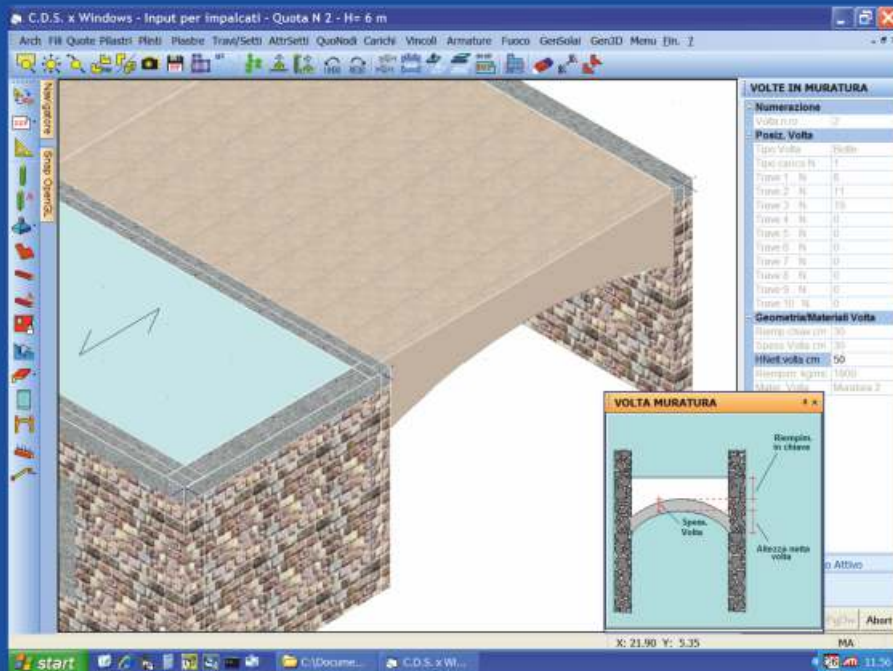
lastra quindi, di tipo tagliante, estensionale e flessionale;

- un secondo modello detto a "telaio equivalente", schematizza i maschi e le fasce di piano con elementi finiti di tipo beam a due nodi ed offset rigidi per modellare i pannelli di nodo maschio-fascia di piano.

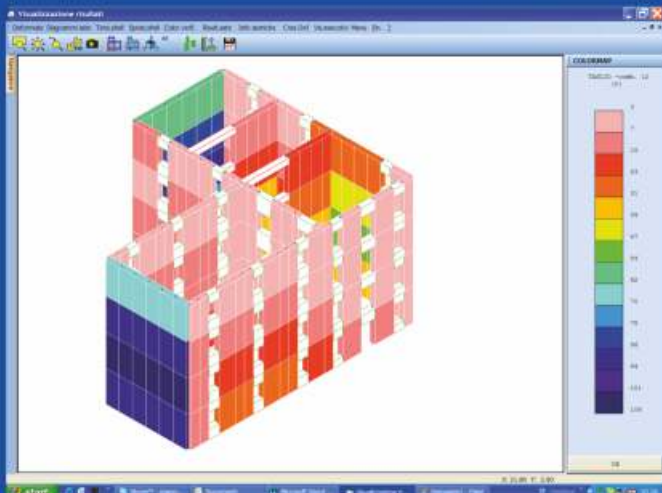
In ogni caso entrambi i modelli di calcolo sono comunque rispettosi del reale comportamento fisico della struttura in quanto:

- i maschi in corrispondenza delle mutue intersezioni trasversali non sono "cuciti" lungo tale spigolo ma solo in corrispondenza del solaio di piano o dell'eventuale cordolo;
- le zone di muratura sopra i fori sono schematizzate come aste in muratura incernierate, in ottemperanza ai dettami normativi.

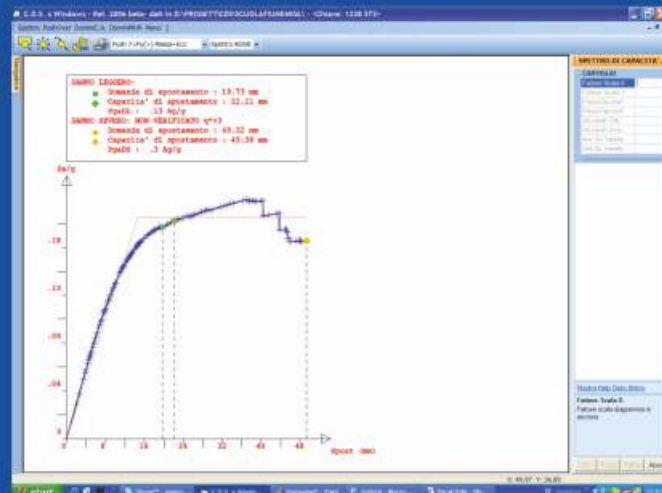
Sono quindi effettuate le verifiche



*Inserimento carichi tipo "Volta"*

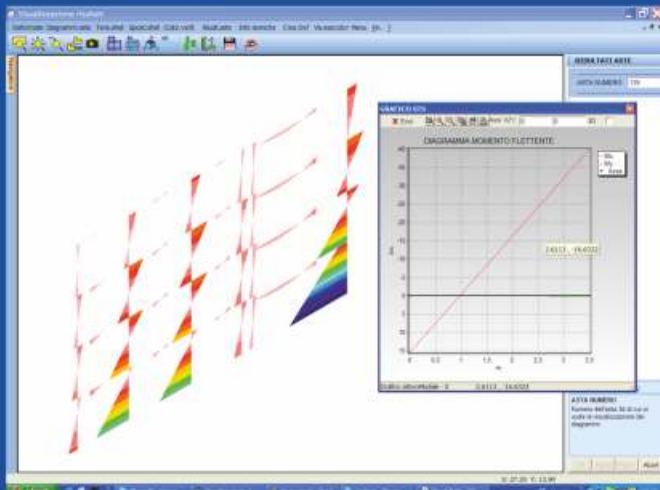


*Colormap di taglianti agenti sui maschi murari*



*Spettro ADSR e verifica domanda analisi non lineare statica PUSHOVER*





**Colormap dei momenti flettenti agenti sui maschi valutati allo SLU con un'analisi non lineare statica PUSHOVER**

i valori dei vari meccanismi resistenti previsti dalla nuova normativa.

**ANALISI PUSH-OVER**

Permette sia una più realistica valutazione della capacità di resistere della struttura nella situazione di fatto in cui si trova prima degli interventi di adeguamento, sia la determinazione della reale capacità raggiunta attraverso gli interventi stessi. Tali interventi risultano poi essere molto più "leggeri" e razionali rispetto a quelli che vengono a determinarsi attraverso l'uso delle analisi sismiche lineari.

Nel calcolo Push-Over il modello generato è con maschi murari ad aste, aderente fedelmente alla formulazione denominata SAM (Magenes e Calvi - 1996) [1].

L'originaria formulazione bidimensionale del metodo è stata estesa in **CDMa** al caso tridimensionale.

In tale tipo di analisi, gli elementi murari (sia maschi che architravi)

sono modellati come elementi beam a due nodi elastoplastici a plasticità concentrata deformabili sia a flessione che a taglio e con controllo dello spostamento ultimo.

Sono presi in considerazioni sia i modi di collasso flessionale che a taglio con i rispettivi valori di spostamenti ultimi previsti

dalla normativa sismica.

I valori della resistenza ultima, sia dei maschi che delle architravi, sono calcolati tenendo in conto la

presenza di eventuali provvedimenti di rinforzo (quali tiranti passivi e attivi, cordoli in c.a., etc..).

La verifica è di tipo globale e viene effettuata confrontando, sulla Curva di Capacità, la capacità di spostamento della struttura con la domanda.

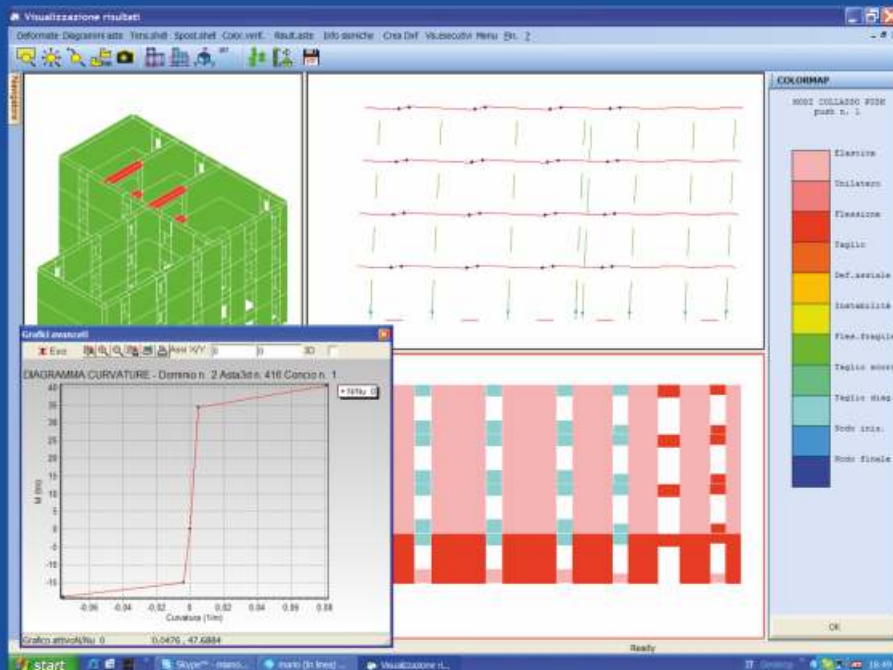
Vengono inoltre calcolati i valori della PGA limite per i vari livelli di prestazione richiesti dalla Normativa.

**Meccanismi di Collasso**

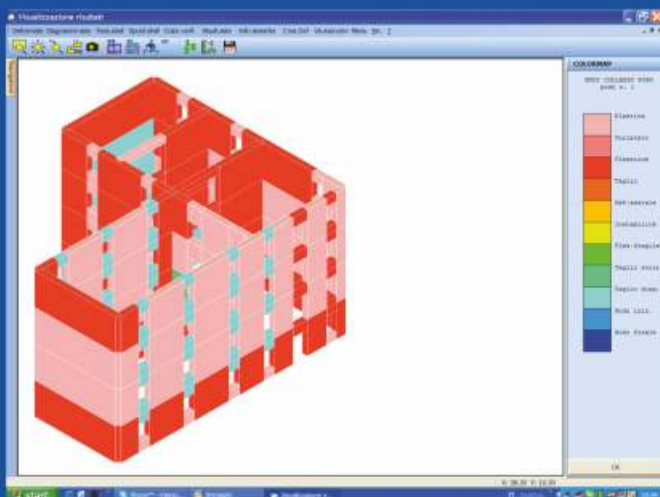
- La procedura consente il calcolo dei Meccanismi di Collasso delle murature. I meccanismi considerati sono:

- Ribaltamento Semplice
- Ribaltamento Composto
- Flessione Verticale
- Flessione Orizzontale

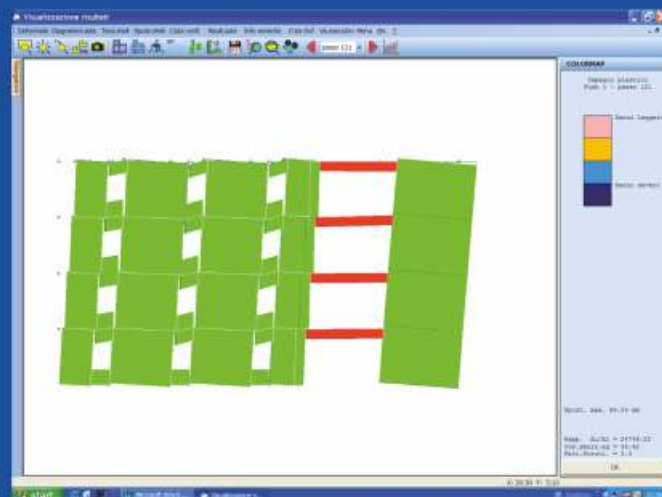
È possibile definire graficamente la



**Visualizzazione risultati Push-Over**



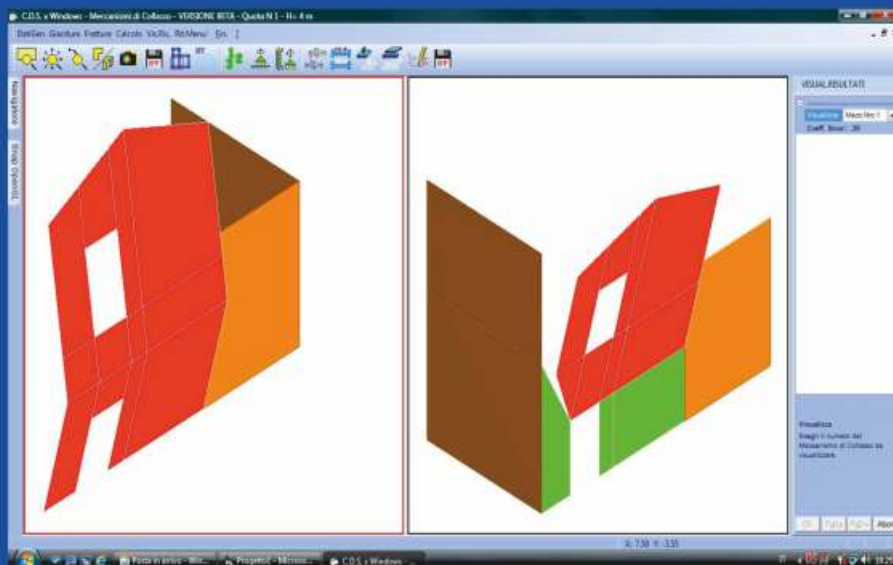
**Colormap dei modi di collasso valutati con un'analisi non lineare statica PUSHOVER**



**Meccanismo di collasso di una struttura mista muratura - calcestruzzo armato**

**CDMa Win**





**Visualizzazione meccanismo di collasso per Flessione Verticale e Ribaltamento Semplice**

porzione di edificio interessata dalla frattura, eventuali condizioni di confinamento della parete, la eventuale presenza di cordoli di ancoraggio e/o tiranti, il posizionamento delle cerniere intermedie, sia verticali che orizzontali, etc..

L'input è di tipo grafico ed opera sullo stesso modello utilizzato per il calcolo globale della struttura in muratura, pertanto non è necessario

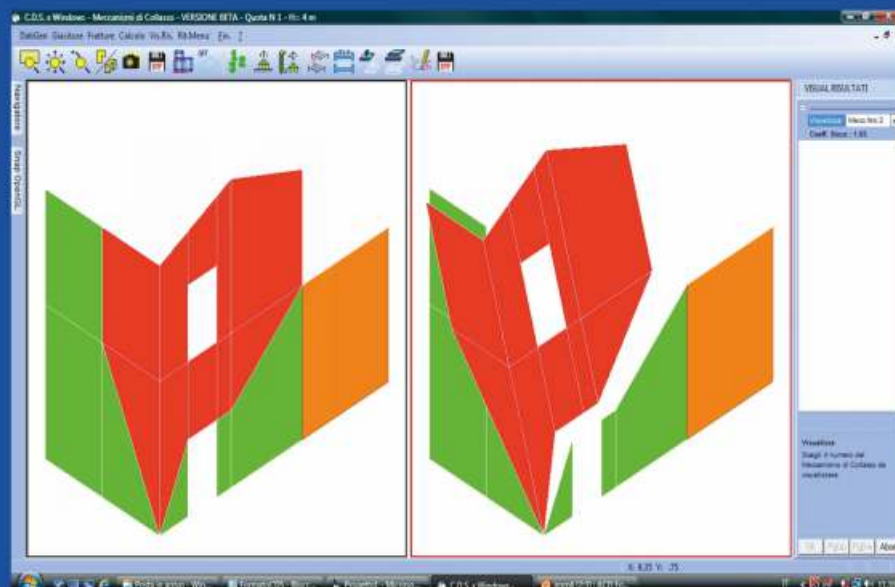
ripetere l'input dei dati geometrici e di carico. Bisogna semplicemente integrare i dati per definire le caratteristiche del meccanismo di collasso. Una volta eseguito il calcolo la procedura prevede una fase di visualizzazione dei risultati con evidenziazione della deformata delle masse murarie coinvolte nel meccanismo.

### **Murature Armate**

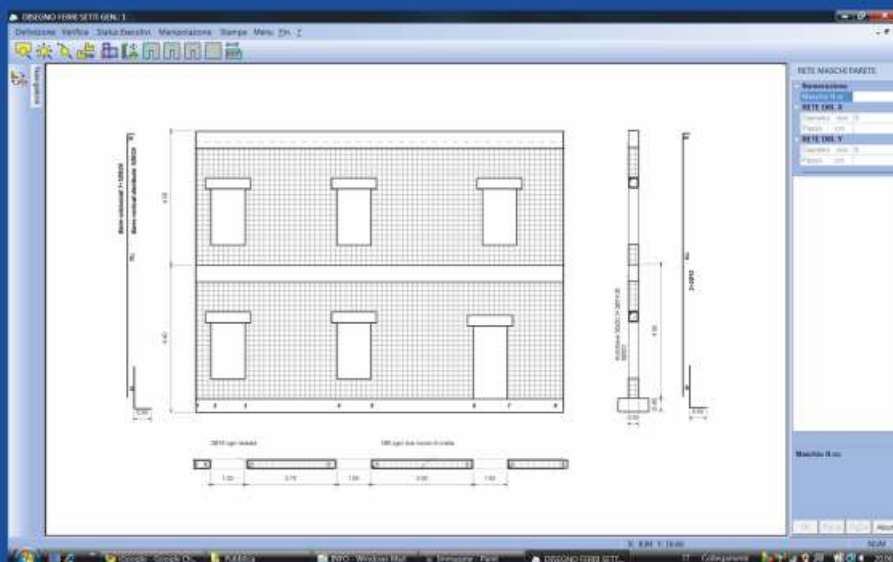
Modulo per il progetto di edifici in muratura armata in zona sismica secondo le NTC 2008; è possibile effettuare il progetto sia in bassa che ad alta duttilità, dimensionando le armature orizzontali e verticali necessarie a soddisfare le richieste di resistenza e duttilità previste dalla norma complete di verifiche sia globali che locali. Le architravi possono essere in muratura armata o in c.a.



**Selezione Meccanismi di Collasso**



**Visualizzazione meccanismo di collasso per Ribaltamento Composto**



**Esecutivo di una parete in muratura armata**

Il modulo permette di visualizzare le azioni sollecitanti e resistenti sulle sezioni strutturali dei maschi e delle architravi nonché le armature di progetto.

Viene inoltre prodotto in automatico il progetto esecutivo delle pareti in muratura armata completo di sezione trasversale e pianta con il dettaglio dei ferri orizzontali e verticali distribuiti nei fori interni dei mattoni e nei corsi di malta e dei ferri di spigolo.

[1] *Metodi semplificati per l'analisi sismica non lineare di edifici in muratura* G. Magenes, D. Bolognini, C. Braggio (Monografia INGV).