



Collana MultiCompact
Strutture, impianti e geotecnica

Newsoft

POR

Progetto e verifica
di edifici multipiano in muratura

GRAFILL

Newsoft
POR
**Progetto e verifica
di edifici multipiano in muratura**

ISBN 88-8207-165-0
EAN 9 788882 071653

MultiCompact: Strutture, impianti e geotecnica, 1
Prima edizione: settembre 2005

Newsoft
POR 2000 / Newsoft. – Palermo : Grafill, 2005.
(Software ; 14)
ISBN 88-8207-165-0.
1. Edifici – Progetti.
721 CDD-20
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana “Alberto Bombace”

© GRAFILL S.r.l.
Via Principe di Palagonia 87/91 – 90145 Palermo
Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313
Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di settembre 2005
presso Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l. Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

INDICE

1. GUIDA ALL'INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE POR	p. 7
1.1. Introduzione	" 7
1.2. Requisiti per l'installazione del software	" 7
1.3. Richiesta della password utente	" 8
1.4. Procedura per l'installazione del software	" 8
1.5. Registrazione del software	" 9
2. INTRODUZIONE AL SOFTWARE POR.....	" 11
2.1. Riferimenti normativi.....	" 11
2.2. Caratteristiche del software.....	" 12
2.3. L'ambiente di lavoro	" 13
2.4. Descrizione dell'edificio	" 15
2.4.1. Gli elementi strutturali.....	" 15
2.4.2. I tipi strutturali.....	" 16
2.4.3. Gli elementi di modellazione.....	" 17
2.5. L'ambiente grafico	" 18
2.6. La costruzione del modello	" 24
2.7. L'esecuzione dell'analisi	" 25
2.7.1. Il quadro delle verifiche.....	" 25
2.7.2. Verifiche globali	" 28
2.7.3. Controllo dei risultati.....	" 29
2.8. Stampa della relazione e dei disegni	" 30
2.8.1. Fasi operative.....	" 31
3. IL MENU "FILE"	" 33
3.1. Comando Nuovi dati	" 33
3.2. Comando Apri	" 33
3.3. Comando Salva e Salva come	" 34
3.4. Comando Esci	" 34
3.5. Comando Trasferisci installazione	" 34
4. IL MENU "DATI"	" 35
4.1. Griglie dati	" 36
4.2. Breve panoramica dei dati.....	" 38

4.3.	Preparazione dei dati di input.....	p. 39
4.4.	Gli elementi strutturali	" 42
4.4.1.	I livelli	" 42
4.4.2.	I nodi di incrocio	" 43
4.4.3.	I pannelli.....	" 43
4.4.4.	Rinforzi sui pannelli	" 44
4.4.5.	Aperture sui pannelli	" 46
4.4.6.	I solai	" 46
4.4.7.	Rialzi dei solai	" 47
4.4.8.	I tiranti	" 48
4.5.	I tipi strutturali.....	" 48
4.5.1.	I tipi di muratura.....	" 48
4.5.2.	I tipi di fondazione.....	" 55
4.5.3.	I tipi di trave	" 56
4.5.4.	I tipi di impalcati	" 56
4.5.5.	I tipi di apertura	" 57
4.5.6.	I tipi di cordoli.....	" 58
4.5.7.	I tipi di rinforzi sul paramento.....	" 59
4.6.	Comando Copia piano.....	" 61
4.7.	Foglio Opzioni dati	" 61
5.	IL MENU “EDIT”	" 63
5.1.	Barra dei comandi di disegno.....	" 65
5.1.1.	Anteprima di stampa.....	" 66
5.1.2.	Importazione di uno sfondo in .DXF.....	" 67
5.1.3.	Opzioni del disegno	" 70
5.2.	Vista Pianta.....	" 72
5.2.1.	Azione Inserisci/Modifica	" 73
5.2.2.	Azione Inserisci	" 74
5.2.3.	Azione Modifica.....	" 77
5.2.4.	Azione Elimina.....	" 79
5.2.5.	Azione Sposta	" 79
5.2.6.	Azione Quota.....	" 80
5.3.	Foglio Pannelli	" 80
6.	IL MENU “MODELLO”	" 83
6.1.	Comando Genera modello.....	" 83
6.1.1.	Gli elementi di modellazione.....	" 84
6.1.2.	Il controllo dei dati	" 84
6.1.3.	Il riconoscimento dei macropannelli	" 85
6.1.4.	Il riconoscimento delle pareti	" 85
6.1.5.	La costruzione dei maschi murari.....	" 86
6.2.	Foglio Pareti	" 86

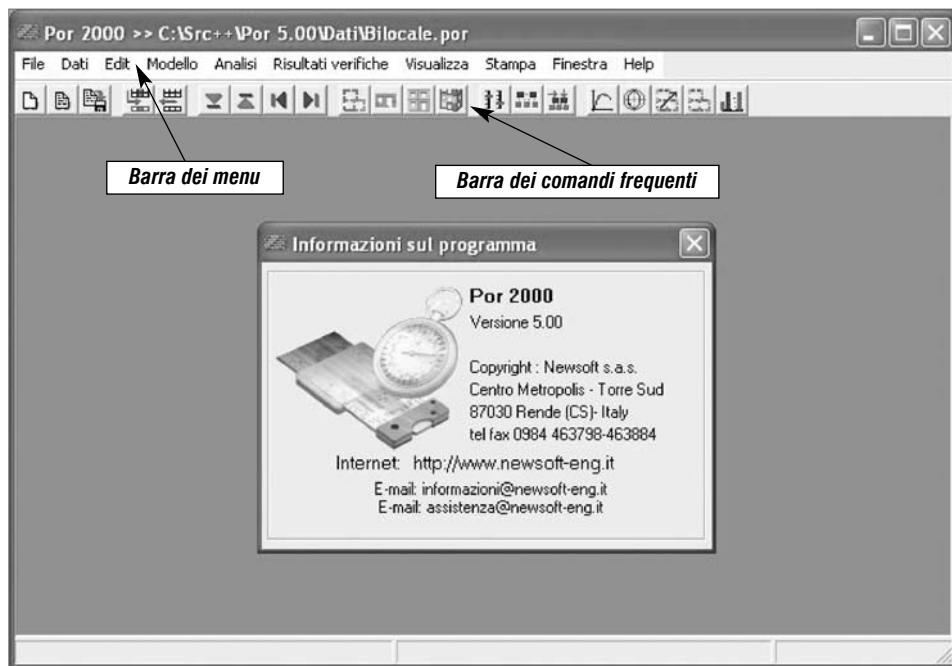
6.3.	Foglio Tratti murari sulle pareti	p.	86
6.4.	Foglio Pannelli controventati	"	87
7.	IL MENU “ANALISI”	"	88
7.1.	Le verifiche locali.....	"	89
7.2.	Le verifiche globali	"	90
7.2.1.	Modellazione ed analisi sismica.....	"	90
7.2.2.	Il tagliante sismico.....	"	91
7.2.3.	L’analisi elasto-plastica incrementale.....	"	91
7.3.	Foglio Contesto normativo.....	"	95
7.4.	Foglio Parametri sismici	"	96
7.4.	Foglio Parametri statici	"	97
7.5.	Foglio Combinazioni di carico.....	"	98
7.6.	Comando Esegui analisi e verifiche	"	99
7.6.1.	Analisi dei carichi.....	"	99
7.6.2.	Esecuzione delle verifiche locali	"	99
7.6.3.	Esecuzione dell’analisi sismica	"	99
7.6.4.	Griglia risultati dell’analisi sismica.....	"	99
8.	IL MENU “RISULTATI VERIFICHE”	"	102
8.1.	Verifiche Pressoflessione statica fuori piano.....	"	102
8.2.	Verifiche Pressoflessione e taglio statici nel piano	"	103
8.3.	Verifiche Pressoflessione sismica fuori piano	"	104
8.3.1.	Verifica a pressoflessione sismica fuori piano secondo Ordinanza n. 3274/2003	"	104
8.3.2.	Verifica a pressoflessione sismica fuori piano secondo D.M. 1996.....	"	105
8.4.	Verifiche a ribaltamento pareti	"	106
8.5.	Verifica delle tensioni in fondazione	"	107
8.6.	Verifica di Vulnerabilità convenzionale	"	108
8.7.	Meccanismi di collasso	"	109
8.8.	Grafici sintetici.....	"	110
9.	IL MENU VISUALIZZA	"	112
9.1.	Vista Prospetti delle pareti.....	"	113
9.1.1.	Barra dei comandi grafici	"	114
9.2.	Vista Modello solido	"	115
9.3.	Vista Spettri di risposta	"	117
9.4.	Vista Curve dell’analisi pushover	"	118
9.5.	Vista Domini di resistenza.....	"	120
9.6.	Vista Mappe di impegno sismico	"	122
9.7.	Vista Mappe di impegno verifica	"	123

10. IL MENU STAMPA.....	p.	126
10.1. La composizione del tabulato.....	"	126
10.1.1. Anteprima del tabulato	"	126
10.1.2. Esportazione RTF del tabulato	"	128
10.1.3. Stampa diretta del tabulato	"	128
10.1.4. Suddivisione del tabulato in sezioni.....	"	128
10.2. Comando Disegni.....	"	129
10.2.1. Esportazione dei disegni in formato .DXF	"	131
10.2.2. Stampa diretta dei disegni	"	131
10.2.3. Anteprima dei disegni.....	"	131
10.3. L'impostazione della stampante	"	133
↳ LICENZA D'USO DEL SOFTWARE	"	135
↳ SCHEMA DI REGISTRAZIONE PER LA RICHIESTA DELLA PASSWORD UTENTE.....	"	136

Capitolo 2

Introduzione al software POR

POR di Newsoft è un software integrato finalizzato alla progettazione ed alla verifica di edifici multipiano in muratura e a pianta generica. Come altri prodotti della stessa software-house, **POR** offre spiccate caratteristiche di interattività e si propone come strumento di analisi integrato, completo di tutte le funzioni necessarie per seguire l'intero iter progettuale, dalla ricerca interattiva del dimensionamento ottimale degli elementi, alla stampa della relazione e dei disegni.



↳ 2.1. Riferimenti normativi

L'analisi della struttura in c.a. e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo con le disposizioni contenute nelle seguenti norme:

- **Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.**
- **Decreto Ministeriale 20 novembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.**
- **Decreto Ministeriale 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione e la costruzione di opere in muratura.**

zioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- **Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996** – *Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».*
- **Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996** – *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.*
- **Ordinanza 20 marzo 2003, n. 3274** – *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, Allegato 2 – Edifici: «Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici».*
- **Ordinanza 10 maggio 2005, n. 3431** – *Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, Allegato 2 – Edifici: «Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici».*
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 30 luglio 1981, n. 21745** – *Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.*
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 4 gennaio 1989** – *Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione, e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.*
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 15 ottobre 1996** – *Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica».*
- **Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 4 luglio 1996** – *Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi».*
- **Delibera G.R. Umbria n. 5180/1998 e Delibera G.R. Marche n. 2153/1998** in attuazione **Legge n. 61/1998** – *Criteri di calcolo per la progettazione degli interventi.*

2.2. Caratteristiche del software

Fra le caratteristiche più interessanti del software troviamo:

- **L'ambiente di lavoro:**
 - Input grafico con barra degli strumenti;
 - Importazione di sfondi .DXF per l'input grafico delle piante;
 - Viste di piante, prospetti e prospettive 3D;
 - Sintesi grafica dei domini di resistenza sismica;
 - Sintesi grafica delle mappe di impegno a toni di colore;
 - Costruzione di istogrammi riepilogativi delle verifiche;
 - Impaginazione, preview ed esportazione .RTF della relazione;
 - Impaginazione, preview ed esportazione .DXF dei disegni.
- **La definizione strutturale:**
 - Pannelli disassabili in direzione trasversale;
 - Definizione esplicita dei rinforzi sui pannelli;
 - Cordoli a grado di incastro variabile;
 - Solai con rialzi ed inclinazioni regolabili;
 - Tiranti fra pannelli alle quote dei solai.

– Il modello strutturale:

Contributo alla rigidezza delle fondazioni sfalsate;
 Rigidezza flessionale equivalente per setti consecutivi;
 Analisi sismica statica non lineare secondo D.M. 1996;
 Analisi sismica statica non lineare secondo Ordinanza n. 3274/2003;
 Verifiche locali in regime statico (D.M. 1987);
 Verifiche locali in regime sismico (D.M. 1996 o Ordinanza n. 3274/2003);
 Verifiche di vulnerabilità convenzionale (Legge n. 61/1998).

2.3. L'ambiente di lavoro

POR utilizza comandi e componenti condivisi da tutte le applicazioni Microsoft Windows e l'utente che abbia un minimo di esperienza in questo ambiente, non troverà difficoltà all'uso dei componenti di base.

L'ambiente di lavoro si basa su un'interfaccia a finestre con comandi da mouse e menu ed è strutturato in modo che l'utente possa accedere alle diverse fasi di lavoro nel modo più semplice. Sono presenti finestre dati che consentono la manipolazione e il controllo dei valori numerici, finestre grafiche di disegno e di finestre d'aiuto.

L'insieme degli oggetti è gestito utilizzando funzioni di sincronismo, utili a ridurre al minimo le operazioni richieste all'utente.

La facilità di inserimento dei dati, la rapidità di analisi e la leggibilità dei risultati semplificano i compiti per l'utente e lo incoraggiano a ricercare la soluzione ottimale di progetto. I supporti grafici consentono di valutare rapidamente e in dettaglio le conseguenze delle scelte progettuali effettuate e servono da guida per gli interventi di rinforzo.

■ La barra dei menu

La barra dei menu è posta in alto sulla schermata principale e comprende le seguenti voci:

- menu “File”: per le azioni relative alla gestione dei file;
- menu “Dati”: per aprire i fogli dei dati per la definizione della struttura;
- menu “Edit”: per aprire le finestre in cui è consentito l’editing grafico;
- menu “Modello”: per generare e visualizzare il modello strutturale;
- menu “Analisi”: per l’impostazione e avviare l’analisi;
- menu “Risultati verifiche”: per esaminare i risultati delle verifiche;
- menu “Viste”: per aprire le finestre grafiche del modello e dei risultati;
- menu “Stampa”: per impaginare, stampare, esportare tabulati e disegni;
- menu “Window”: per riorganizzazione le finestre aperte a video;
- menu “Help”: per accedere all’help in linea.

■ Help in linea

In ogni situazione sarà possibile richiamare l’Help in linea, col tasto **[F1]**, al fine di ottenere informazioni sulle quantità correntemente attive.

■ Suggerimento

Il suggerimento è un breve messaggio di aiuto che compare quando il cursore del mouse resta fermo per qualche istante all'interno di un componente, come una casella di input, un pulsante, ecc..

La posizione in cui compare il suggerimento può essere vicina al componente o, più spesso, in un riquadro posto sulla barra di stato della finestra.



■ Barra dei comandi frequenti

Nella finestra principale del software, proprio sotto alla barra dei menu, è posto un pannello di pulsanti per attivare i comandi di uso più frequente.



- Crea una nuovo file dati
- Apri un file dati esistente
- Salva il file dati corrente
- Inserisci una riga nella griglia corrente
- Elimina una riga nella griglia corrente
- Passa al piano inferiore
- Passa al piano superiore
- Passa al precedente
- Passa al successivo
- Apri la vista Pianta
- Apri le tavole delle opzioni

-  *Genera il modello*
-  *Esegui l'analisi*
-  *Apri la vista Spettri di risposta sismici*
-  *Apri la vista Curve di capacità sismiche*
-  *Apri la vista dei domini di resistenza*
-  *Apri la vista degli impegni sismici*
-  *Apri la vista degli impegni di verifica*
-  *Apri la vista degli istogrammi riepilogativi*

2.4. Descrizione dell'edificio

Diamo ora un rapido sguardo su come sono strutturati i dati che descrivono l'edificio.

Strutture analizzabili

POR consente di analizzare edifici multipiano in muratura a pianta generica, con fondazioni piane o sfalsate, aperture ad architrave rettilineo o curvo, anche non allineate nella parete, solai piani o inclinati, tiranti di piano e pannelli murari di differenti caratteristiche meccaniche.

È prevista la definizione di rinforzi murari di vario tipo, come affiancamenti murari, intonaci armati, materiali fibro-rinforzati (*FrP*), cuciture attive in lamine di acciaio pretese (*Cam*), iniezioni. Consente inoltre la definizione di cordoli con assegnata capacità di ammorsamento e tiranti di piano fra muri contrapposti.

Modalità di input

I dati che descrivono l'edificio possono essere assegnati con varie modalità:

- digitandoli direttamente nei fogli di input previsti dal menu “Dati”;
- generandoli con istruzioni di copiatura;
- col mouse in ambiente grafico.

2.4.1. Gli elementi strutturali

Sono gli elementi caratteristici di una costruzione in muratura, come il pannello murario, il nodo di incrocio fra più pannelli, il solaio, ecc.. La definizione della struttura passa attraverso la definizione degli elementi strutturali che la compongono.

I livelli

Corrispondono ai piani dell'edificio, a partire dal livello 0 di fondazione.

I nodi di incrocio

I nodi definiscono le posizioni iniziali e finali dei pannelli murari o gli spigoli di solai a sbalzo.

■ *I pannelli*

I pannelli sono tipicamente gli elementi murari portanti definiti fra due nodi di incrocio, di cui si assegna lo spessore e il tipo di muratura. Oltre ai muri di elevazione, l'elemento pannello consente di modellare muri di fondazione e travi di supporto. I pannelli si caratterizzano con le informazioni riguardanti il disassamento, i carichi, le precompressioni agenti, il tipo di cordolo. Sui pannelli murari si applicano, inoltre, le aperture e gli eventuali interventi di rinforzo.

■ *I rinforzi*

Ogni pannello può essere, opzionalmente, rinforzato con rinforzi a paramento e iniezioni. I rinforzi sul paramento vengono prima definiti come tipologia e poi applicati ai singoli pannelli, che per tale ragione avrà un incremento dei valori di resistenza e di rigidezza. Le tipologie previste sono l'affiancamento murario, l'intonaco armato, materiali fibro-rinforzati (*Frp*), cuciture o tirantature attive (*Cam*). Le caratteristiche meccaniche del pannello rinforzato sono proposte dal software in base alle indicazioni di normativa, nel caso siano disponibili, o possono essere assegnate autonomamente dall'utente. I paramenti aggiuntivi che comportano aumento di spessore sono visibili in pianta, nelle sezioni trasversali dei pannelli e delle pareti e nella vista solida. I pannelli rinforzati con materiali fibro-rinforzati o con tirantature attive sono invece individuabili graficamente mediante una leggera variazione del colore originario della muratura.

■ *Le aperture*

Le aperture corrispondono alle porte e alle finestre e si applicano sui pannelli definendone la posizione in pianta e in alzato.

■ *I solai*

I solai si definiscono sulle maglie di impalcato individuate con una sequenza dei nodi. I solai si caratterizzano per tipologia, angolo di orditura, sovraccarichi ed eccentricità di scarico. Inoltre possono essere sfalsati o inclinati rispetto alla quota del livello.

■ *I tiranti*

Corrispondono a tondini o catene, lavoranti a trazione, ancorati sulle murature alla quota dei solai, utili per creare vincoli trasversali per le pareti murarie.

2.4.2. I tipi strutturali

Definiscono delle tipologie ricorrenti da assegnare agli elementi strutturali per caratterizzarne dimensioni, caratteristiche meccaniche, ecc..

■ *I tipi di muratura*

Si definiscono le tipologie delle murature presenti, con informazioni riguardanti i blocchi resistenti (laterizi, blocchi di calcestruzzo, pietrame, ecc.), la qualità della malta, il grado di connessione trasversale fra i paramenti, il peso proprio e le caratteristiche meccaniche (resistenza a compressione e a taglio, modulo elastici normale e tangenziale). In funzione dei blocchi, della malta e della connessione trasversale il software imposta in automatico i valori delle resistenze e dei moduli elastici, secondo la tabella 11.D.1 riportata nell'allegato *Edifici* dell'Ordinanza 20 marzo 2003, n. 3274. In alternativa, tali valori possono essere impostati direttamente dall'utente, se rica-

vati ad esempio da prove specifiche eseguite sui materiali o in situ. Ad ogni tipo di muratura il software assegna un colore di riferimento, utile per contraddistinguere gli elementi murari nelle viste grafiche.

■ *I tipi di fondazione*

Definiscono le tipologie delle fondazioni, con dati riguardanti: tipo di materiale, altezza, dimensioni dell'anima e delle ali laterali, deformabilità del sottofondo, carico limite e relativi fattori riduttivi, da considerare nelle verifiche delle tensioni sul terreno in campo statico e sismico.

■ *I tipi di trave*

Definiscono le tipologie delle travi, con riguardo al tipo di materiale e alla sezione.

■ *I tipi di impalcato*

I tipi di impalcato definiscono le caratteristiche dei solai presenti nell'edificio, in termini tecnologici (latero-cementizio, in legno, in acciaio) e dimensionali.

■ *I tipi di apertura*

Descrivono le porte e le finestre da disporre nei pannelli. Sono richieste le dimensioni di ingombro, il materiale dell'architrave, la sua eventuale freccia e altri dettagli dimensionali tipici quali mazzetta, quadro e sguincio.

■ *I tipi di cordoli*

I cordoli realizzano l'ammorsamento fra pannello murario e solaio ed contrastano fenomeni di distacco e martellamento. La presenza di un cordolo conferisce un grado di vincolo trasversale al pannello, che sarà considerato nella verifiche fuori piano. Se tali effetti sono del tutto assenti, si potrà assegnare al pannello il cordolo "Nullo", previsto di default.

■ *I tipi di rinforzi*

Il software consente la definizione dei tipi di rinforzo da applicare ai paramenti esterni dei pannelli murari. Sono previste alcune tipologie classiche come l'affiancamento murario e l'intonaco armato, che comportano un aumento di spessore, bilaterale o monolaterale, da specificare per ogni pannello. Altre due tipologie sono più innovative e riguardano i rinforzi con fasce di fibre composite incollate con resine (Frp) e le cuciture attive in lamina di acciaio pretese (Cam).

2.4.3. Gli elementi di modellazione

Sono anch'essi elementi strutturali, ma a differenza di questi, non sono assegnati direttamente dall'utente, ma riconosciuti in automatico dal software nel corso della fase di costruzione del modello. Si tratta di elementi murari ottenuti per assemblaggio e decomposizione degli elementi murari definiti nella fase di input, tenendo conto degli allineamenti, della suddivisione determinata dalle aperture e delle connessioni interne.

■ *I macropannelli*

Si ottengono assemblando uno o più pannelli allineati, fino a costruire un riquadro controverso dall'incrocio con gli eventuali pannelli trasversali. Dal riconoscimento dei macropannelli si ri-

cavano informazioni sull'efficacia dei vincoli trasversali, necessarie per valutare la snellezza dei setti, oggetto essa stessa di verifica e che interviene in una delle verifiche a pressoflessione.

■ *Le pareti*

Le pareti si ottengono dall'assemblaggio di uno o più pannelli murari allineati in pianta e in verticale, nell'ambito di una predefinita tolleranza di allineamento. Dall'assemblaggio delle pareti dipende tutta la successiva modellazione in tratti e setti murari.

■ *I tratti*

I tratti sono il prodotto di una operazione di disassemblaggio delle pareti ai vari piani, corrispondenti ai pieni e ai vuoti determinati dalla presenza delle aperture. Il riconoscimento dei tratti è importante nella distribuzione del carico verticale e dell'eccentricità all'interno di una parete, con un meccanismo che prevede il passaggio del carico attraverso l'architrave nel caso di tratto “vuoto” corrispondente ad una apertura.

■ *I maschi*

I maschi o setti murari corrispondono ai tratti di muratura pieni delle pareti e sono gli elementi strutturali di riferimento che intervengono nelle verifiche, sia di tipo locale, sia di tipo globale come l'analisi sismica.

↳ **2.5. L'ambiente grafico**

Il software consente la vista grafica del modello, attraverso piante, prospetti, viste solide, domini di resistenza, mappe di impegno, realizzate con un grado di dettaglio tale da rendere visibili tutti i particolari della modellazione e i risultati più significativi del calcolo eseguito.

Tutte le finestre sono dotate dei comandi grafici usuali (zoom, pan, anteprima, ecc.) che permettono una facile gestione del disegno. In altre viste, come nella pianta, ai comandi di base si aggiungono i comandi di editing grafico, organizzati in apposite barre strumenti, con i quali è possibile inserire, cancellare, spostare, modificare e quotare gli elementi di modellazione.

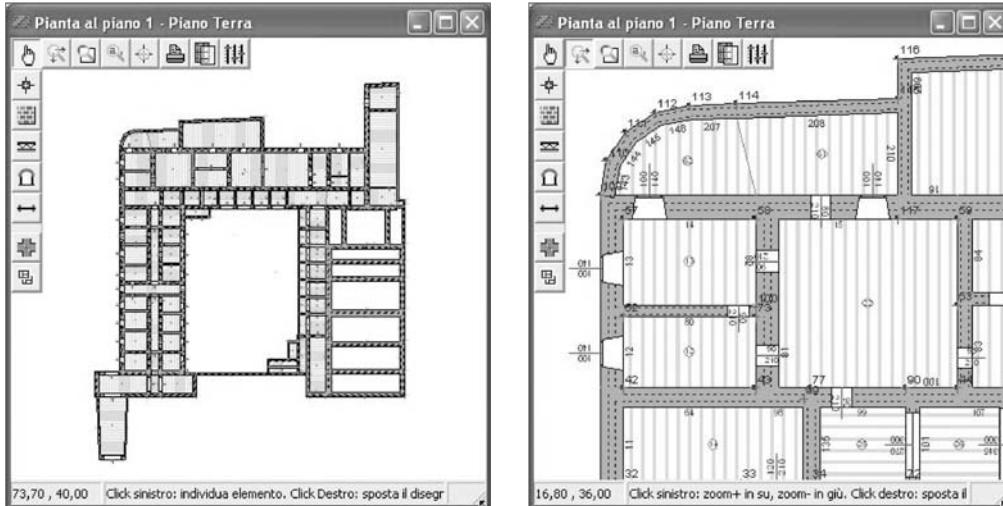
Altre viste si rendono disponibili col progredire del lavoro: i prospetti delle pareti e la vista solida 3D ad esempio dipendono dalla costruzione logica del modello strutturale e quindi richiedono una consistenza minima dei dati di definizione. Le viste basate sui risultati, come i domini di resistenza e le mappe di impegno, diventano disponibili ad analisi eseguita e permettono l'interpretazione sintetica dei risultati raggiunti.

Per tutte le viste grafiche è possibile assegnare preferenze di disegno, come la dimensione e il font dei caratteri, il passo della griglia, la presenza degli indici sugli elementi o delle fillature, l'oscuramento di particolari layer. Altra caratteristica comune a tutte le finestre grafiche è il comando *Anteprima*, che consente di esaminare il preview di stampa del disegno, di riposizionarlo sul foglio, di stamparlo o di esportarlo in .DXF.

■ *Le piante*

Nelle finestre delle piante è possibile costruire graficamente lo schema strutturale dei vari piani e controllarne la rispondenza col modello reale. Il disegno è costruito in scala con un grado di dettaglio tale da rendere visivamente apprezzabili tutti i particolari della modellazione eseguita ed è facilmente manipolabile con un ricco assortimento di comandi grafici: zoom, pan, anteprima di

stampa, importazione ed esportazione .DXF, ecc. Sono inoltre presenti le barre strumenti per l'inserimento e la modifica grafica di tutti gli elementi che costituiscono il modello. Il disegno è aggiornato immediatamente dopo ogni operazione di modifica dei dati, apportata graficamente o per digitazione diretta nelle griglie di definizione degli elementi.



Nelle piante sono visibili tutti gli elementi utilizzati nella modellazione, i nodi di incrocio, i pannelli murari, le aperture, i solai, i cordoli di ammorsamento e i tiranti di piano. Il grado di dettaglio consente di apprezzare gli spessori e i disassamenti dei pannelli, i rinforzi applicati, la presenza dei cordoli, l'orditura dei solai, le dimensioni delle aperture.

Informazioni aggiuntive sono rese con codice colore, come nel caso dei pannelli, fillati nel colore caratteristico del tipo di muratura che li costituisce. Sono presenti gli indici dei nodi, dei pannelli e dei solai ed è possibile apporre una quotatura dimensionale ai pannelli o alle aperture, utilizzando l'apposito comando grafico.

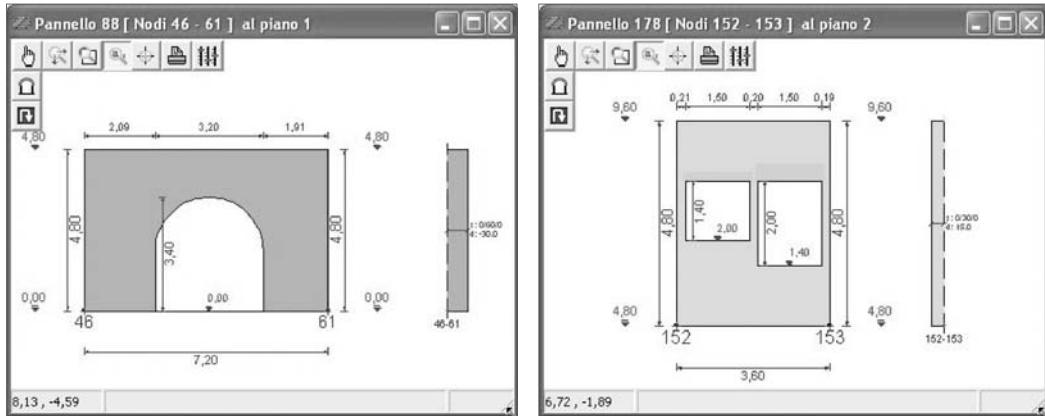
I prospetti dei pannelli

In queste finestre si esaminano nel dettaglio i prospetti dei pannelli murari, la cui geometria è ricavata dal software in funzione dei ribassamenti o dei rialzi definiti sui solai che insistono sul pannello. La muratura del pannello e gli architravi delle aperture sono riprodotti con colori legati al tipo di materiale per consentirne un immediato riconoscimento visivo.

Il disegno è quotato nelle dimensioni principali, in lunghezza e in altezza sui nodi estremali, negli interassi e nelle dimensioni interne delle aperture e quindi risulta molto utile per il controllo dimensionale del modello.

Visibile anche la vista della sezione trasversale, che consente di controllare lo spessore della muratura d'anima e gli eventuali paramenti aggiuntivi di rinforzo, nonché disassamenti rispetto alla congiungente i due nodi di estremità.

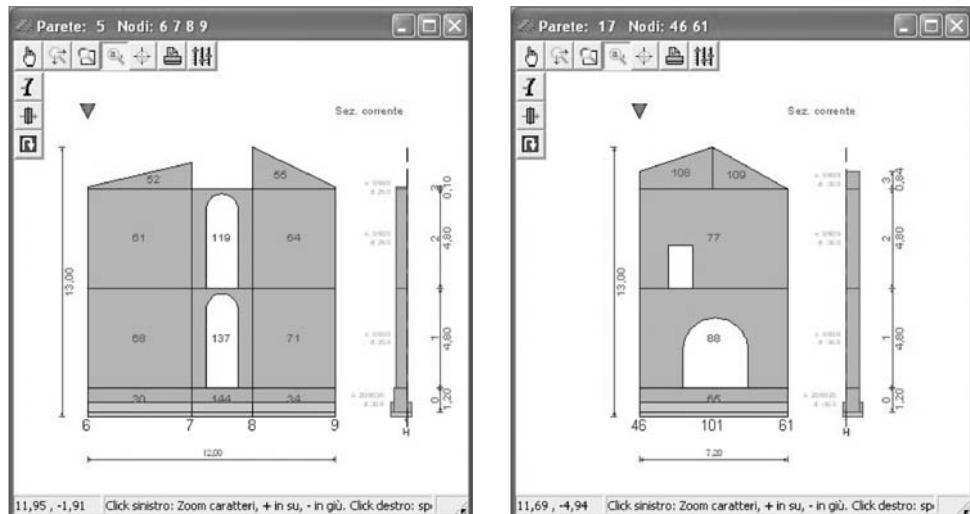
La barra strumenti, oltre ai comandi comuni di zoom, spostamento, anteprima, ecc., prevede i comandi specifici di gestione delle aperture, per l'inserimento, lo spostamento o la modifica grafica delle aperture.



I prospetti delle pareti

Nella fase di costruzione del modello strutturale, il software assembla in automatico le pareti come successione allineata di singoli pannelli e il risultato di tale operazione è visibile nella vista *Pareti*. Nel disegno è riportato il prospetto della parete e la sezione trasversale corrispondente all'ascissa scelta dall'utente. I singoli pannelli che costituiscono la parete sono fillati nel colore caratteristico del tipo di muratura utilizzato. La sezione trasversale consente di controllare gli spessori e i disassamenti verticali delle murature.

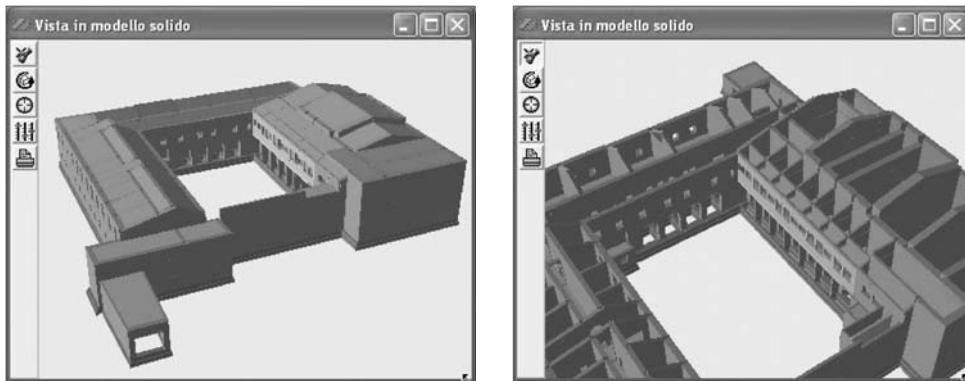
Nella barra strumenti sono presenti i comandi per regolare le sezioni da verificare a ribaltamento e per impostare in maniera interattiva il disassamento delle murature ai vari piani. Le sezioni di verifica a ribaltamento sono indicate da un segnaposto triangolare e, in prima istanza, sono determinate in automatico dal software. Col comando specifico è possibile spostare una sezione di verifica, cancellarla o aggiungerne una nuova. Con l'altro comando si possono regolare i disassamenti cliccando sulla sezione trasversale: ad ogni click si disassa il muro di 1 cm, verso sinistra se si usa il tasto sinistro del mouse, verso destra se si usa il pulsante destro.



■ La vista solida 3D

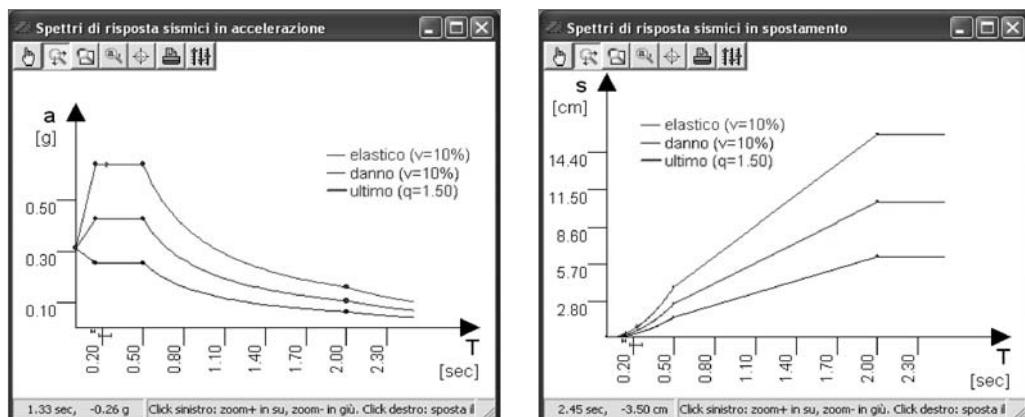
In questa finestra si mostra il modello solido tridimensionale dell'edificio, utile per controllare la rispondenza geometrica con l'edificio reale. La grafica è realizzata con le funzioni *OpenGL* che sfruttano direttamente il motore grafico della scheda video e rendono possibile una gestione interattiva degli spostamenti e delle rotazioni del modello, con semplici movimenti del mouse.

Fra le opzioni è prevista la possibilità di variare gli effetti di luce e nebbia e di comporre viste parziali del modello solido, per agevolare il controllo di zone strutturali che altrimenti risulterebbero nascoste da altri elementi. Come per la vista *Pareti*, questa visualizzazione è disponibile dopo la costruzione del modello.



■ Spettri di risposta

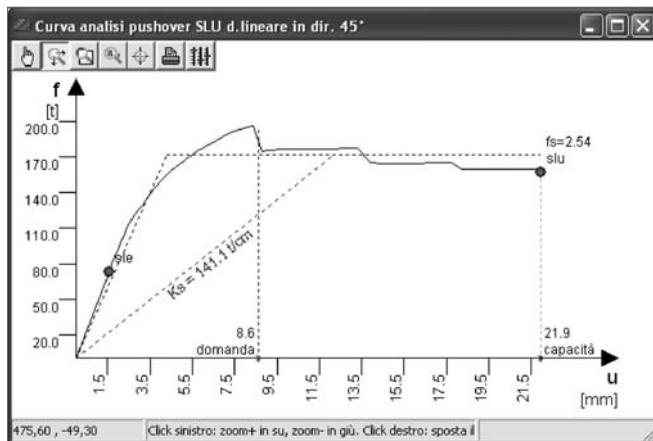
Sono disponibili i grafici degli spettri di risposta elastico, di danno ed ultimo, in termini di accelerazione o di spostamento, sui quali ad analisi conclusa, sono riportati i punti di lavoro delle analisi effettuate.



■ Curve pushover

Dette anche curve di capacità, rappresentano il percorso di equilibrio carico-spostamento dell'analisi pushover per ogni direzione sismica. Sono evidenziati sulla curva gli stati limite raggiun-

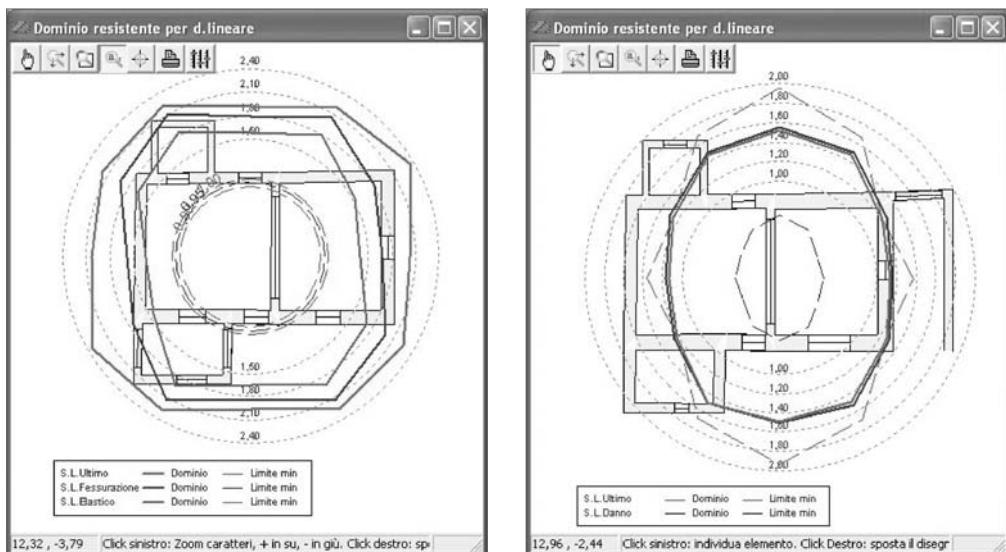
ti, la schematizzazione bilineare equivalente, la retta della rigidezza secante fessurata e il limite dello spostamento richiesto che la curva deve superare per il soddisfacimento della verifica.



■ I domini di resistenza sismica

L'esame dei domini di resistenza è un mezzo molto efficace per valutare i risultati dell'analisi sismica. Un dominio di resistenza è un diagramma polare disegnato in pianta con centro sul bari-centro delle rigidezze, il cui raggio in una certa direzione misura la sicurezza strutturale per sisma agente in quella direzione.

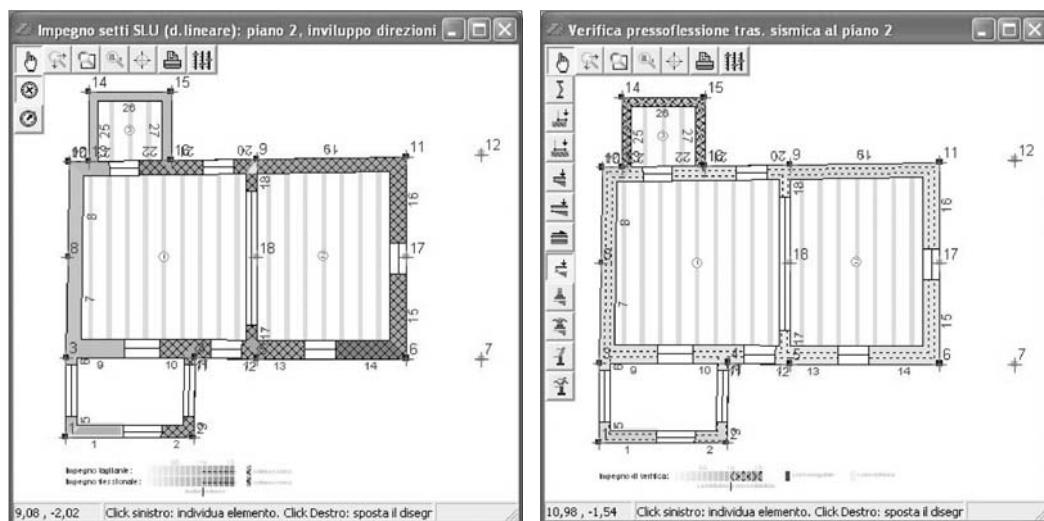
I domini di resistenza riportati in grafico dipendono dal sistema normativo sismico selezionato: nel caso di analisi sismica secondo il D.M. 1996 sono riportati il dominio elastico, di fessurazione ed ultimo. Nel caso di analisi sismica secondo Ordinanza n. 3274/2003 sono riportati invece i domini di danno e ultimo, valutati per una doppia distribuzione di forze sismiche sull'altezza dell'edificio.



Ogni dominio è disegnato in colore diverso e la loro lettura è immediata, il dominio deve essere sempre esterno al cerchio della sicurezza minima richiesta e le direzioni di maggiore debolezza sono quelle a raggio minore. L'esame dei domini è quindi particolarmente utile per comprendere le carenze strutturali sulla risposta sismica e per progettare gli interventi di rinforzo.

■ *Le mappe di impegno sismico*

Si tratta di un disegno pianta che riporta in codice colore il quadro deformativo dei maschi murari corrispondente ad uno degli stati limiti di interesse determinati con l'analisi sismica non lineare. Si possono individuare i setti collassati e il tipo di crisi che ha determinato il collasso del maschio, per taglio o per pressoflessione longitudinale. Inoltre, è possibile riconoscere i collassi critici, quelli cioè che avvengono per bassi livelli dell'azione sismica e che risultano pregiudiziali per il soddisfacimento della verifica sismica.



Cliccando il setto col mouse è inoltre possibile ottenere informazioni numeriche più dettagliate. L'informazione espressa da tali mappe risulta molto utile per interpretare le risorse di sicurezza disponibili e per localizzare i possibili interventi di rinforzo.

■ *Le mappe di impegno per le verifiche*

Si tratta di un disegno pianta, analogo al precedente, in cui le tonalità di colore esprimono il grado di impegno dei setti murari nei confronti delle verifiche di tipo locale, tonalità chiare indicano un impegno basso, tonalità cariche esprimono un impegno alto.

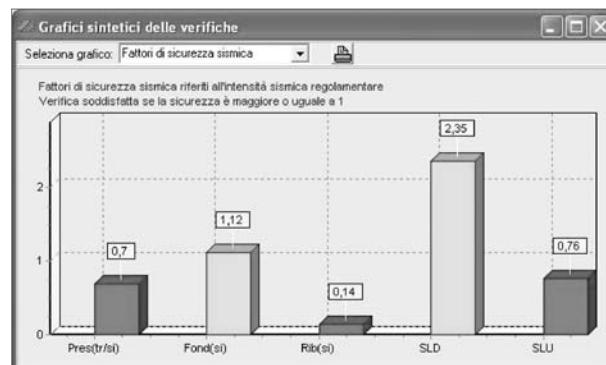
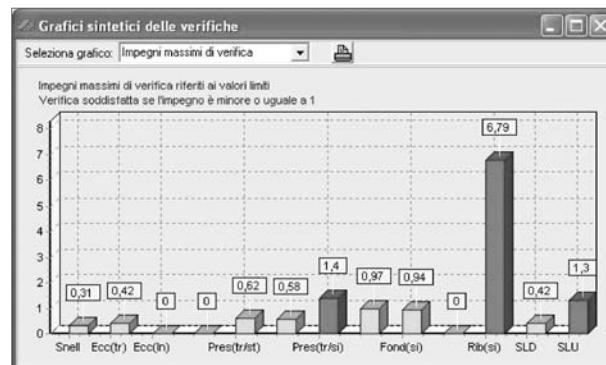
La soglia di verifica è rappresentata da un impegno pari al 100%, i setti con un impegno superiore non soddisfano la verifica e sono evidenziati in rosso pieno, con un doppio tratteggio diagonale. Con un semplice click, inoltre, è possibile ottenere informazioni numeriche dettagliate riguardanti la verifica del setto cliccato.

È evidente che le mappe di impegno di verifica, insieme alle mappe di impegno sismico e ai domini di resistenza, costituiscono delle preziose fonti di informazione per l'interpretazione visiva dei risultati principali dell'analisi e per il dimensionamento delle opere di rinforzo.

■ Iстограмми riepilogativi

Sono gli istogrammi riepilogativi di tutte le verifiche effettuate, riportati in termini di impegni massimi di verifica e di fattori di sicurezza sismica.

Nella prima forma, si considerano tutte le verifiche (statiche e sismiche) e per ognuna di esse si riporta il grado di impegno massimo, definito come rapporto fra il valore massimo di esercizio e il valore limite imposto dalla normativa. La verifica risulta soddisfatta se l'impegno è minore di 1.



Nella seconda forma si prendono in considerazione le sole verifiche sismiche e per ognuna di esse si riporta il fattore di sicurezza rispetto all'azione sismica, espresso in rapporto all'intensità sismica di progetto. La verifica risulta soddisfatta se il fattore di sicurezza è maggiore di 1.

↳ 2.6. La costruzione del modello

Quando l'inserimento dati ha raggiunto una minima consistenza, si può eseguire la costruzione del modello strutturale. Questa è una importante fase di lavoro, essenziale per le successive fasi di analisi e verifica. Nel corso della costruzione del modello il software effettua il controllo di congruenza dei dati, segnalando eventuali situazioni strutturali anomale o inaccettabili, con tutti i riferimenti utili per le modifiche correttive.

Se non si riscontrano incongruenze, si procede valutando le connessioni reciproche di tutti gli elementi inseriti e assemblando le pareti come successioni di singoli pannelli. Si riconoscono i maschi murari ai vari livelli dell'edificio e si determinano le loro caratteristiche meccaniche, di rigi-

dezza e di vincolo. Il quadro informativo costruito in questa fase verrà utilizzato in tutte le successive fasi di calcolo.

La generazione del modello si articola nelle seguenti fasi correlate:

- controllo globale dei dati;
- il riconoscimento delle pareti;
- il riconoscimento dei macropannelli;
- la costruzione dei maschi murari.

2.7. L'esecuzione dell'analisi

Una volta che l'edificio risulti definito in tutte le sue parti, si può passare alla fase successiva che è quella di analisi e verifica.

Verifiche locali e globali

In linea generale, sono previste per le murature verifiche di tipo locale e di tipo globale, complementari al fine di garantire la sicurezza del fabbricato. La distinzione fra verifiche locali e globali dipende sostanzialmente dalla natura locale o globale del meccanismo di crisi considerato e dalle schematizzazioni utilizzate per il calcolo.

Le verifiche ottenute dall'analisi sismica non lineare sono a carattere globale, in quanto valutano la sicurezza in riferimento a stati limite predefiniti, dipendenti non tanto dal comportamento del singolo elemento resistente, ma piuttosto dalla risposta sismica globale dell'edificio. Le verifiche locali riguardano meccanismi di collasso che non coinvolgono comportamenti d'insieme e che sono strettamente dipendenti dal contesto locale dell'elemento sottoposto a verifica.

Rientrano in questa categoria tutte le verifiche eseguite separatamente dall'analisi sismica, quali le verifiche di pressoflessione trasversale, pressoflessione e taglio longitudinale in assenza di sisma, ribaltamento delle pareti, tensioni in fondazione.

I risultati delle verifiche sono immediatamente disponibili a video sia in termini numerici all'interno delle griglie, sia in forma grafica come mappe di impegno a toni di colore.

2.7.1. Il quadro delle verifiche

POR può eseguire tutte le verifiche richieste dalle norme attualmente in vigore in Italia:

- il D.M. 1987, norma generale per le costruzioni in muratura;
- il D.M. 1996, norma sismica precedente all'Ordinanza n. 3274/2003;
- l'Ordinanza n. 3274, la norma sismica pubblicata nel 2003.

Il quadro complessivo delle verifiche può essere organizzato per meccanismi di crisi, secondo il seguente schema:

- Verifiche nel piano della muratura;
- Verifiche fuori dal piano della muratura;
- Verifiche dei collegamenti;
- Verifiche della fondazione.

Verifiche nel piano della muratura

Verifica dell'eccentricità longitudinale per azioni statiche (D.M. 1987);

Verifica a taglio per azioni statiche (D.M. 1987);

Verifica pressoflessione longitudinale per azioni statiche (D.M. 1987);
Verifica sismica al limite ultimo (D.M. 1987);
Verifica sismica al limite di danno e ultimo (Ordinanza n. 3274/2003).

■ *Verifiche fuori dal piano della muratura*

Verifica della snellezza (D.M. 1987);
Verifica dell'eccentricità trasversale per azioni statiche (D.M. 1987);
Verifica a pressoflessione trasversale per azioni statiche (D.M. 1987);
Verifica a pressoflessione trasversale per azioni statiche (D.M. 1996);
Verifica a ribaltamento per azioni statiche e sismiche.

■ *Verifiche dei collegamenti*

Verifica a trazione dei tiranti;
Verifica a punzonamento sui capochiave.

■ *Verifiche della fondazione*

Verifica delle tensioni in fondazione per azioni statiche e sismiche (Decreto Ministeriale 1988 e Ordinanza n. 3274/2003).

■ *Combinazioni di carico*

Il software mette a disposizione dell'utente la possibilità di inserire i fattori e i coefficienti che intervengono nella valutazione dei valori di calcolo delle azioni, delle resistenze e dei limiti geometrici.

Sono previste tre o quattro diverse combinazioni di carico, in funzione del sistema normativo, di cui l'utente può assegnare i coefficienti di combinazione minimo e massimo.

Per l'analisi secondo Ordinanza n. 3274/2003 sono previste le seguenti combinazioni:

- Combinazione ultima non sismica per verifiche locali;
- Combinazione ultima sismica per verifiche locali;
- Combinazione ultima sismica per analisi allo stato limite ultimo;
- Combinazione ultima sismica per analisi allo stato limite di danno.

Per l'analisi secondo Decreto 1996 sono previste le seguenti combinazioni:

- Combinazione ultima non sismica per verifiche locali;
- Combinazione ultima sismica per verifiche locali;
- Combinazione ultima sismica per analisi allo stato limite ultimo.

Le verifiche locali non sismiche sono eseguite secondo il metodo agli Stati Limite.

L'esecuzione materiale del calcolo fornisce dettagliatamente tutti i risultati delle verifiche da confrontare con i valori limite, determinati in funzione dei coefficienti di sicurezza definiti per la situazione in atto. La mancata verifica dei valori di calcolo è opportunamente segnalata.

■ *Verifica della snellezza dei setti (D.M. 1987)*

Il software valuta il valore della snellezza per ogni maschio murario e lo confronta col limite massimo consentito di 20.

La snellezza interviene ancora nella verifica a pressoflessione per la determinazione del coefficiente f di riduzione della resistenza: valori di snellezza maggiori di 20 non consentono la determinazione di f e quindi impediscono l'esecuzione stessa della verifica.

■ Verifica della eccentricità massima trasversale (D.M. 1987)

Il decreto citato impone un limite massimo al valore dell'eccentricità trasversale, che come per la snellezza interviene pure nell'ambito della verifica a pressoflessione per il calcolo del coefficiente di riduzione della resistenza: valori di eccentricità maggiori del limite consentito rendono impossibile la verifica stessa.

■ Verifica a pressoflessione trasversale per azioni statiche (D.M. 1987)

La verifica è eseguita per la combinazione di carico Ultima non sismica locale e consiste nel controllare che la tensione media di compressione risulti minore della tensione limite a compressione ridotta tramite un coefficiente f , tabellato in funzione della snellezza e dell'eccentricità.

■ Verifica a pressoflessione trasversale per azioni sismiche (D.M. 1996)

La verifica è eseguita per la combinazione di carico Ultima non sismica locale e consiste nel controllare che le tensioni minime e massime indotte dalla pressoflessione siano inferiori delle rispettive resistenze limite della muratura, a trazione e a compressione.

■ Verifica a pressoflessione trasversale per azioni sismiche (Ordinanza n. 3274/2003)

La verifica è eseguita per la combinazione di carico Ultima non sismica locale e consiste nel controllare che il momento resistente ultimo in direzione trasversale sia maggiore del momento agente.

■ Verifica a ribaltamento

La verifica consiste nel confrontare che nelle pareti perimetrali, supposte incernierate al piede di ogni piano, il momento delle azioni stabilizzanti sia maggiore di quello delle azioni ribaltanti, per le due combinazioni di carico Ultima non sismica locale e Ultima sismica locale. Il polo per la valutazione dei momenti è ipotizzato al piede del piano in corrispondenza della facciata esterna. Nel calcolo si tiene conto dell'effetto instabilizzante prodotto dalla spinta sismica di inerzia e di solai non ammorsati, dalla spinta statica orizzontale di falde non ammorsate. Negli effetti stabilizzanti si valuta il contributo offerto dai cordoli e dai tiranti presenti.

■ Verifica della eccentricità massima longitudinale (D.M. 1987)

Il decreto citato impone limiti anche sul valore dell'eccentricità longitudinale, che gioca un ruolo anche nella verifica a pressoflessione longitudinale per il calcolo del coefficiente di riduzione della resistenza: valori di eccentricità maggiori del limite consentito rendono impossibile la verifica stessa.

■ Verifica a taglio per azioni da vento (D.M. 1987)

La verifica consiste nel controllare che la tensione media tangenziale di taglio, generate da azioni non sismiche (vento), eventualmente amplificata di un fattore di parzializzazione della sezione, risulti minore della resistenza tangenziale limite della muratura.

■ Verifica a pressoflessione longitudinale per azioni statiche (D.M. 1987)

La verifica eseguita per la combinazione di carico Ultima non sismica locale consiste nel controllare che la tensione media di compressione risulti minore della tensione limite a compressione ridotta tramite i coefficienti f_t e f_l (di riduzione trasversale e longitudinale), tabellati in funzione della snellezza e dell'eccentricità.

■ *Verifica del terreno di fondazione (D.M. 1988 e Ordinanza n. 3274/2003)*

Per ogni fondazione, in base allo sforzo normale e al momento trasversale agente sulla suola, si calcolano le tensioni massime e minime indotte sul terreno, considerando due diverse combinazioni di carico (in assenza e in presenza di azione sismica). I valori delle tensioni dovranno risultare inferiori dei valori limiti imposti dall'utente.

■ *Verifica dei collegamenti*

La verifica dei collegamenti consiste nel controllare che la tensione di lavoro dei tiranti risulti minore del limite massimo e che in corrispondenza delle sezioni terminali di ancoraggio, la muratura non ceda per punzonamento.

Tali verifiche sono implicitamente soddisfatte nell'ambito della verifica a ribaltamento e a pressoflessione trasversale, in quanto la tensione di lavoro utile per il tirante è limitata dal soddisfacimento intrinseco delle due verifiche in questione.

2.7.2. Verifiche globali

Le verifiche globali prendono in esame la risposta sismica globale dell'edificio e valutano la sicurezza strutturale rispetto al raggiungimento di particolari stati limite, corrispondenti a situazioni di collasso o di danneggiamento. In queste verifiche, quindi, lo stato di crisi non è direttamente collegato alla crisi locale del singolo setto, ma piuttosto al raggiungimento di particolari stati di sollecitazione e di deformazione della struttura nel suo complesso.

■ *Modellazione ed analisi sismica*

La modellazione dell'edificio per l'analisi sismica si basa su una schematizzazione a maschi murari, dotati di rigidezza tagliante e flessionale.

Si tiene conto della rigidezza delle fasce di piano con un fattore equivalente di riduzione della luce netta e della continuità fra maschi consecutivi, omogeneizzando la rigidezza flessionale. Si considerano i contributi di rigidezza di fondazioni sfalsate, valutando la quota parte del tagliente sismico direttamente assorbito da tali elementi.

L'analisi sismica è di tipo statico non lineare (analisi pushover), condotta facendo variare il sisma secondo una scansione angolare stabilita dall'utente e procedendo per incrementi di carico successivi fino al raggiungimento degli stati limite di interesse, stato limite di danno ed ultimo per l'analisi secondo Ordinanza n. 3274/2003 e stato limite di collasso per analisi secondo il D.M. 1996. L'analisi porta alla costruzione delle curve forze-spostamenti per ogni direzione sismica analizzata, dei domini di resistenza sismici e delle mappe di impegno dei setti in corrispondenza di ogni stato limite. L'esame di questi grafici sintetizza in maniera efficace la risposta sismica dell'edificio e consente di trarre utili indicazioni per gli eventuali interventi di rinforzo.

Nel caso di analisi secondo la normativa del 1996, sono valutati i fattori di sicurezza:

- al limite elastico;
- al limite di fessurazione;
- al limite ultimo di collasso.

Nel caso di analisi secondo la più recente normativa sismica, l'Ordinanza n. 3274/2003, sono valutati i fattori di sicurezza:

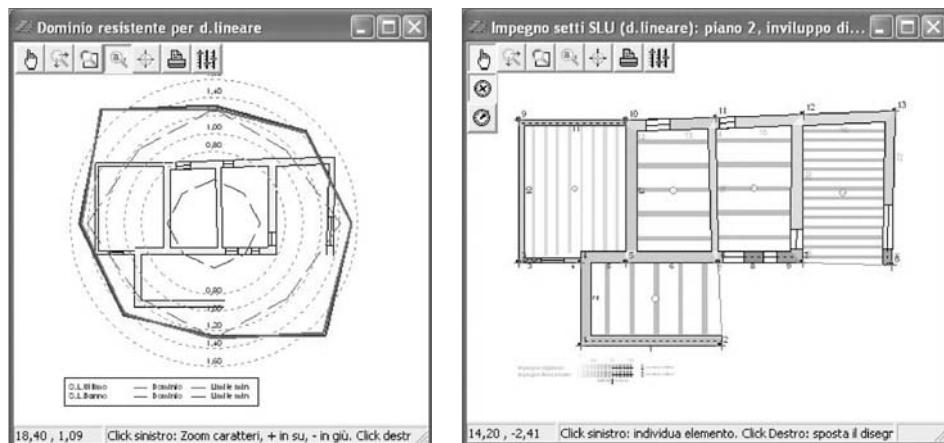
- al limite di danno;
- al limite ultimo.

Il minimo fattore di sicurezza riscontrato fra tutte le direzioni scandite per i diversi piani, rappresenta l'effettivo coefficiente di sicurezza dell'edificio nei confronti del raggiungimento del corrispondente stato limite.

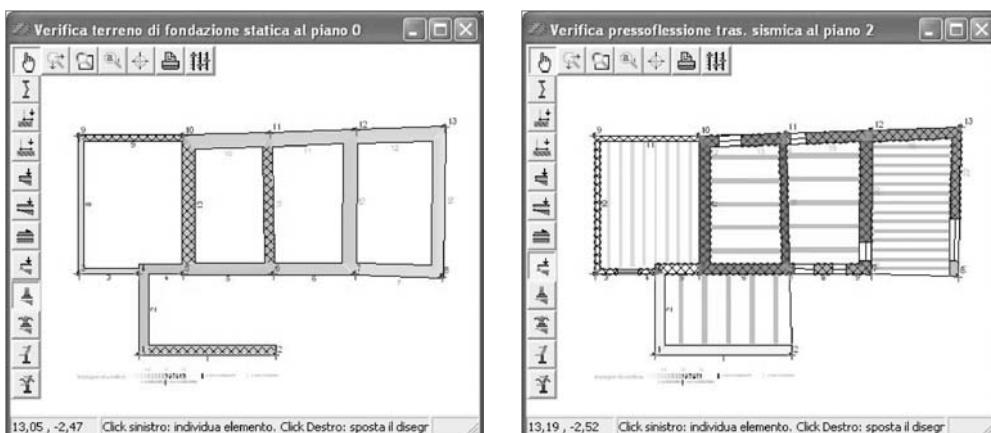
2.7.3. Controllo dei risultati

Il solutore ottimizzato consente ottime velocità di calcolo e una analisi completa non richiede più di qualche secondo su struttura medio-grandi.

Valutare i risultati e per capire quali interventi siano necessari per migliorare la sicurezza strutturale è invece un processo che, se non adeguatamente supportato dal software, potrebbe risultare estremamente difficoltoso.



Con il software **POR** l'utente ha a disposizione i risultati completi di tutte le verifiche e sintesi grafiche che facilitano l'interpretazione dei risultati conseguiti: ci riferiamo in particolare ai domini di resistenza per l'analisi sismica, alle mappe di impegno a toni di colore e agli istogrammi di sintesi finale.



Dall'esame grafico l'utente individua subito le direzioni di maggiore debolezza strutturale sotto sisma, i setti che non soddisfano le verifiche, le pareti a cui si richiede un maggiore ammorsamento. Una volta individuate le carenze strutturali, si possono predisporre gli interventi di rinforzo ed rieseguire l'analisi per controllare i miglioramenti ottenuti.

↳ 2.8. Stampa della relazione e dei disegni

Le opzioni di stampa del software, consentono di avere in uscita un elaborato finale di calcolo completo di dati, risultati e disegni, in accordo con le più recenti disposizioni legislative.

■ *Il tabulato*

La relazione introduttiva, i dati descrittivi dell'edificio, i parametri di analisi e i risultati delle verifiche, possono essere organizzati in una relazione di calcolo, visibile in anteprima di stampa ed esportabile in formato .RTF.

The screenshot shows a software window titled "Relazione Tecnica". The interface includes a toolbar with icons for zoom, print, and file operations, and a status bar indicating "Pag. 1 di 3" and various filtering options like "Corrente", "Pari", "Dispari", and "Tutto".

Tabella dei coefficienti sismici secondo Ordinanza 3274/2003

SPETTO ELASTICO			
-zona sismica:	II	-coefficiente di incertezza:	0,25
-category z o b di trasduzione:		-coefficiente di riferimento strutturale:	1,25
-periodi Tb-Tc-Td 1 km a Orizzontale:		-periodi Tb-Tc-Td 1 km a Orizzontale:	0,15 - 0,50 - 2,00 sec

FATTORI ISTRUTTURALI

-raggruppato in classe:		-raggruppato in classe:	
-spessore minimo:	misura ordinaria a filo piatto	-altezza minima:	1,50
-altezza massima:	misura ordinaria a filo piatto	-altezza di importanza:	1,00
-altezza di importanza:	misura ordinaria a filo piatto	-altezza di importanza:	1,00

Forze sismiche ai livelli per analisi sismica SLU d.lineare

Lv	z	Mp	Xp	Yp	Mc	Xg	Yg	Xl	Yl
3	6,15	267,41	4,33	4,45	45017	4,33	4,45	5,29	6,20
2	4,95	109,16	4,33	5,51	135148	4,33	5,51	6,29	6,51
1	2,10	1337,32	5,69	5,82	269148	5,05	5,42	6,43	6,91
0	0,00	1125,39	6,11	5,84	269148	5,05	5,42	4,37	5,68

Forze sismiche ai livelli per analisi sismica SLU d.costante

Lv	z	Mp	Xp	Yp	Mc	Xg	Yg	Xl	Yl
3	6,15	267,41	4,33	4,45	25741	4,33	4,45	5,29	6,20
2	4,95	109,16	4,33	5,51	135148	4,81	5,20	6,29	6,51
1	2,10	1337,32	5,69	5,82	269148	5,05	5,42	6,43	6,91
0	0,00	1125,39	6,11	5,84	361687	5,50	5,84	4,37	5,68

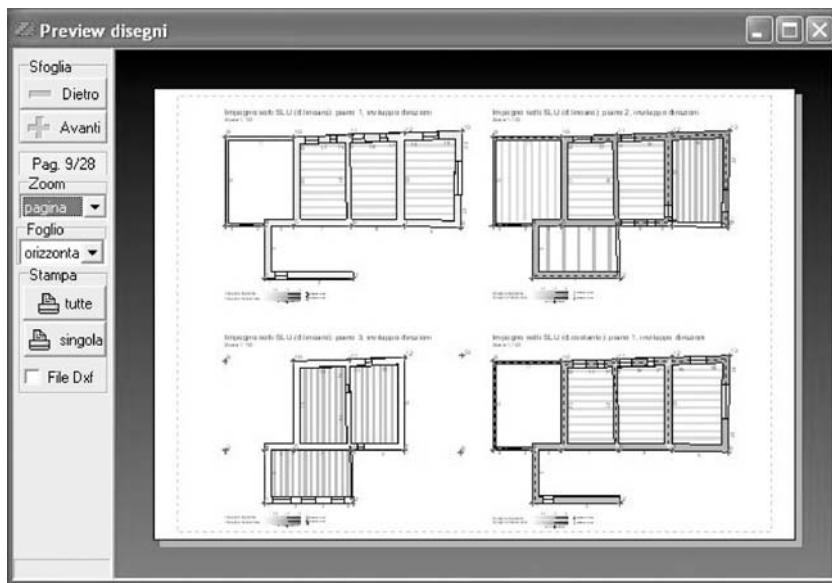
■ *I disegni*

I disegni prodotti dal software consistono in carpenterie di piano, prospetti delle pareti, prospettive solide, domini di resistenza, mappe di impegno per gli stati limite sismici e per le verifiche locali, curve dell'analisi pushover.

Nella fase di definizione della struttura, i disegni riportati a video possono essere utilizzati per controllare l'esattezza dei dati inseriti. A valle delle fasi di analisi e di verifica, inoltre, i domini di resistenza sismica e le mappe di impegno risultano molto utili per individuare le carenze strutturali e per predisporre il piano degli interventi di rinforzo; nella stampa finale costituiscono una sintesi visiva molto efficace sul comportamento strutturale.

Tutti i disegni possono essere impaginati sul foglio correntemente selezionato, dall'A4 fino all'A0 in funzione della capacità della stampante correntemente selezionata. È possibile quindi esami-

nare l'anteprima di stampa dell'impaginato e, utilizzando gli ulteriori comandi di gestione previsti, procedere alla stampa diretta o all'esportazione .DXF di singole tavole o solo di quelle selezionate.



2.8.1. Fasi operative

Si è posta una cura particolare nel progettare l'ambiente di lavoro del software, di modo che fosse di facile apprendimento e semplice nell'uso, nel rispetto degli standard applicativi dell'ambiente Windows.

Tutte le fasi di lavoro sono opportunamente distinte, si fa ampio uso della grafica sia per l'input che per i risultati e per la digitazione da tastiera un posto di rilievo è assegnato alle griglie, che consentono una visione molto compatta dei dati e consentono operazioni di modifica molto veloci. Il codice di analisi è stato ottimizzato con lo scopo di ottenere risultati affidabili nel minor tempo possibile e per aumentare la produttività del software. Le fasi di output sono state particolarmente curate per raggiungere la migliore resa grafica, sia nelle fasi di preview che di stampa su carta. Inoltre, la relazione di calcolo e i disegni possono essere esportati verso altri ambienti, utilizzando i formati .RTF per il testo e il .DXF per i disegni.

■ Tipica sessione di lavoro

Le fasi tipiche che compongono una sessione di lavoro sono le seguenti:

- 1. Inserimento dei dati di una nuova struttura o lettura di un file dati già salvato.**

Gli elementi strutturali (nodi di incrocio, pannelli, solai ecc.), possono essere definiti utilizzando indifferentemente le griglie di definizione o l'editore grafico disponibile nella vista piante. L'inserimento degli elementi nell'ambiente grafico è particolarmente semplice ed intuitivo, ed essendo supportato da finestre di aiuto sui dati correntemente usati, consente un immediato riscontro visivo delle entità introdotte. Inoltre si può importare uno sfondo in formato .DXF per agevolare le operazioni di input delle piante in ambiente grafico.