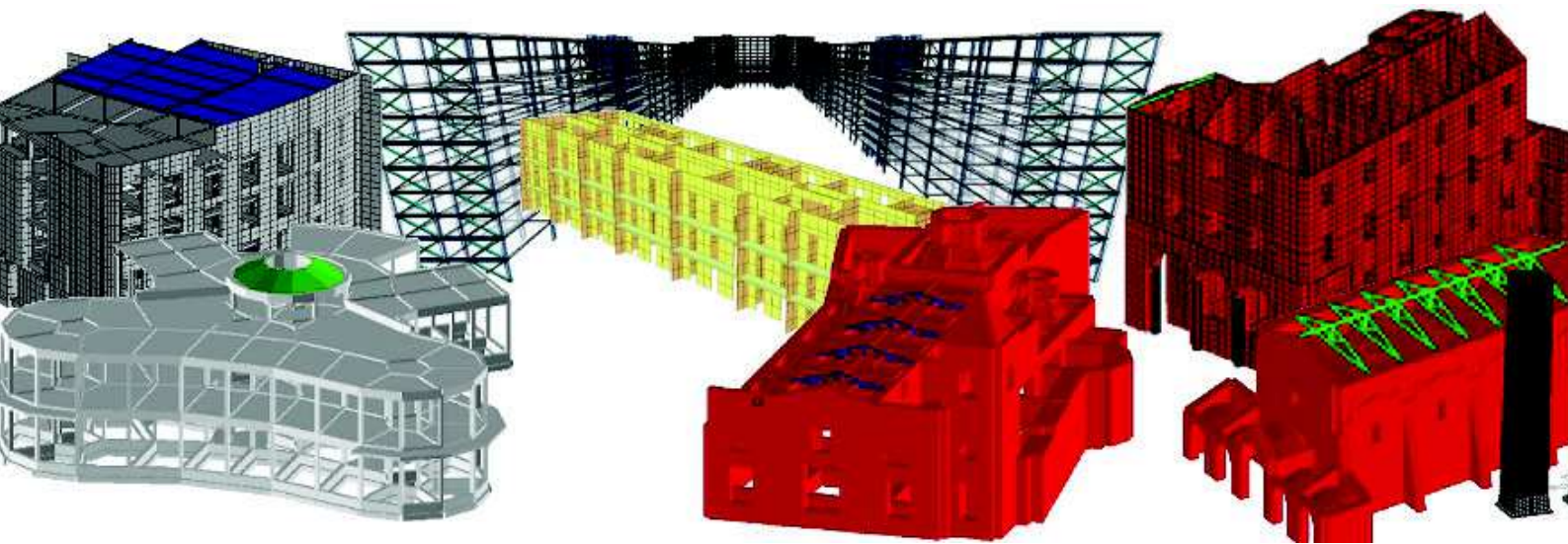


PRO_SAP



CHI SIAMO

2SI sviluppa e distribuisce il software a elementi finiti PRO_SAP; è attiva da più di 20 anni ed è leader nel campo dell'ingegneria delle strutture e geotecnica.

Le potenzialità dei programmi si sono via via accresciute anche in virtù delle molteplici collaborazioni con istituti universitari, enti qualificati nel campo della sismica quali EUCENTRE e organismi deputati alla verifica dell'affidabilità nell'analisi FEM quali NAFEMS.

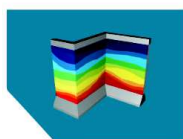
Il catalogo prodotti della società si presenta particolarmente completo, spaziando dai più avanzati programmi per analisi agli elementi finiti fino agli strumenti di utilità per la produzione di disegni esecutivi e di dettaglio, relazioni di calcolo, piani di manutenzione e computi.

SERVIZI E SUPPORTO TECNICO

2S.I. arricchisce il software di tutti i servizi che solo un centro di supporto qualificato può fornire: raccolte di esempi guida, documentazione tecnica e legislativa, ampia documentazione di affidabilità (come previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni), corsi propedeutici e avanzati, assistenza (telefonica, email, Skype, webinar), download degli aggiornamenti dal web.

Grazie agli incontri tecnici - riunioni a cadenza quindicinale gratuite per gli utenti - ove si è diffusamente dibattuta la recente evoluzione normativa, si è perfezionata la capacità in termini di assistenza all'utente, oggi sempre più richiesta per indicazioni ingegneristiche piuttosto che operative.

Il sito aziendale, di facile consultazione, consente di ottenere in tempo reale informazioni relative ai corsi tematici e agli eventi aziendali, prevede un forum per la discussione di temi strutturali e permette l'immediata acquisizione degli ultimi documenti tecnici prodotti.





PRO_SAP

PROGETTA cemento armato, acciaio, muratura ordinaria e armata, legno, XLAM, travi reticolari miste, pareti estese debolmente armate, rinforzi in FRP per muratura e c.a.

VERIFICA anche edifici esistenti, isolatori, interazione terreno-struttura, resistenza al fuoco.

APPLICA le NTC 2018, le precedenti normative italiane, gli Eurocodici.

GESTISCE elementi elasto-plastici, non linearità geometriche, stabilità dell'equilibrio, fasi costruttive, analisi pushover, dissipatori.

DISEGNA esecutivi di strutture in c.a., acciaio, legno.

REDIGE relazione di calcolo, relazione geotecnica, computi, piani di manutenzione.

DETTAGLIA solai, scale, tetti, nuclei ascensore, cerchiature nella muratura.

DIALOGA attraverso la tecnologia IFC con gli attori della filiera BIM.

MODULI

PRO SAP Professional SAP soddisfa le esigenze di ogni progettista: i moduli che lo compongono **sono acquistabili singolarmente** per consentire la massima personalizzazione.

Di seguito per ciascun modulo verranno riportati una breve descrizione e **un estratto della documentazione di affidabilità**.

ASSISTENZA

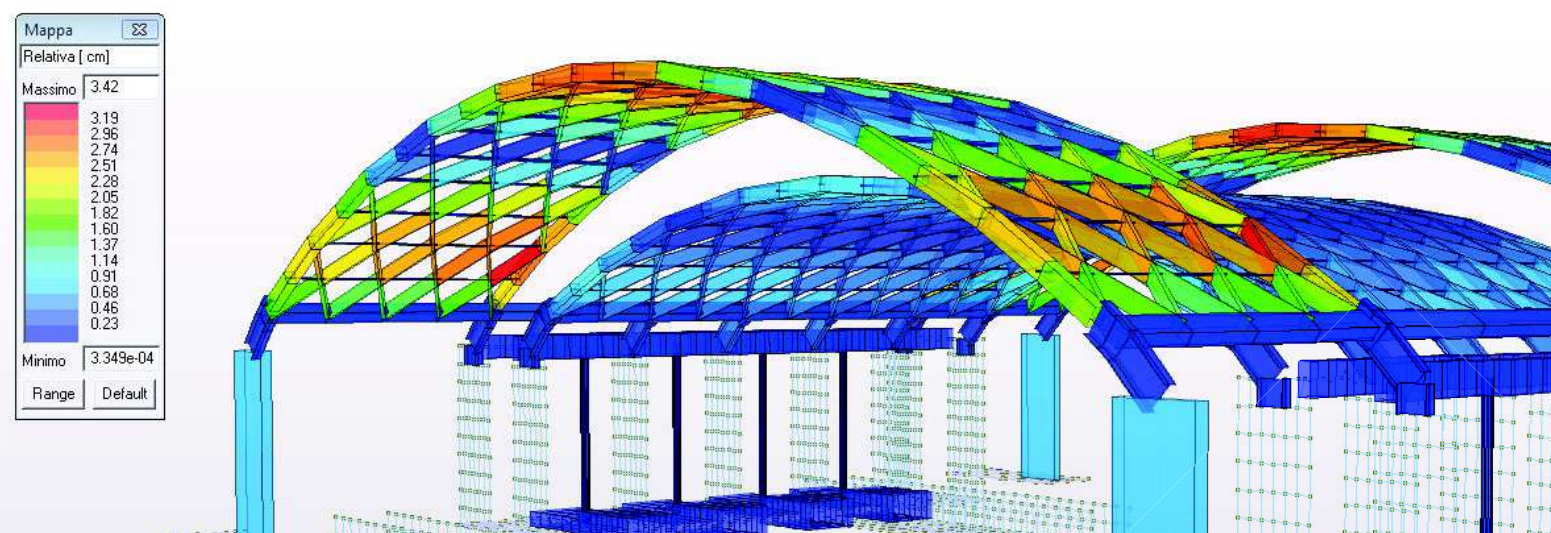
L'assistenza è gratuita per gli utenti delle versioni aggiornate (anche dimostrative).

Sono disponibili:

assistenza telefonica dalle 9 alle 12 e dalle 16 alle 18.30 al numero 0532 200091

- assistenza via mail all'indirizzo assistenza@2si.it
- partecipazione ai corsi gratuiti che si tengono il primo e terzo venerdì di ogni mese presso la sede 2S.I.

Oltre all'assistenza gratuita sono disponibili corsi di formazione specifici presso la sede 2S.I. o in videoconferenza.



ANALISI FEM: IL MODULO BASE

Il modulo base consente la modellazione delle strutture con elementi asta, trave, pilastro, membrana, setto, guscio, elementi solidi, solai, travi, plinti, platee e pali di fondazione.

La modellazione avviene in un ambiente di lavoro analogo a quello dei CAD più comunemente utilizzati e completamente autonomo.

Importa file DXF realizzati con qualunque programma di CAD.

PRO_SAP, attraverso il modulo base, è in grado di gestire la tecnologia BIM, ovvero importare le geometrie definite in un file con estensione .IFC e convertirle automaticamente in elementi strutturali, ed anche esportare i modelli di calcolo in formato IFC utilizzabile dai programmi di CAD tridimensionali.

Il meshatore automatico consente di realizzare platee e pareti collegando tutti i nodi selezionati.

Realizza modelli con qualunque materiale presente nell'archivio: cemento armato, acciaio, muratura, legno, è anche possibile inserire materiali non presenti in archivio come alluminio, vetro,...

Il modulo base effettua le analisi lineari e consente il controllo dei risultati in termini di spostamenti, tensioni e sollecitazioni. Se nel pacchetto non sono presenti i moduli per il progetto e la verifica dello specifico materiale, queste ultime sono lasciate all'utente.

Il modulo calcola il coefficiente theta per la valutazione degli effetti del secondo ordine secondo il metodo p-delta.

Il modulo effettua l'analisi sismica statica lineare secondo la normativa italiana, quella europea o con un generico spettro di progetto.

Il modulo utilizza, se presente, il solutore a 64 bit (gestendo una quantità di memoria pressoché illimitata: 2^{64} byte).

Con il modulo è possibile realizzare la relazione di calcolo con Microsoft Word, o con Open Office, oppure con il word processor realizzato appositamente per PRO_SAP.

Nel modulo base è compreso il software per il piano di manutenzione.

Test 38 ANALISI ELASTICA DI PIASTRA CON INTAGLIO CIRCOLARE (FLAT BAR WITH EDGE NOTCHES-NAFEMS EXERCISE 9)

Revisione: 02

Data: 19/01/2011

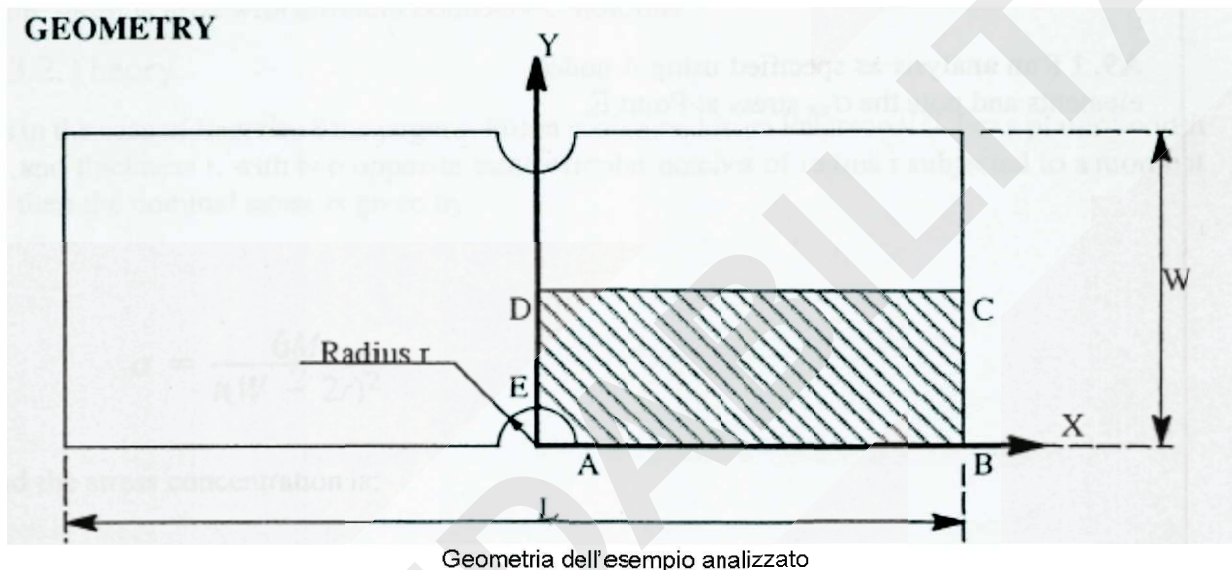
Programma: PRO_SAP

Versione: 2007-03-141; 2010-05-151; 2010-10-154

Files: 20080716_Nafems9.PSP; 20080716_Nafems9_RY2010.PSP; 20080716_Nafems9_RY2010new.PSP

• Scopo:

Validazione del software in ambito lineare attraverso confronto con esempi di cui sono noti risultati di riferimento forniti da Nafems- The International Association for the Engineering Analysis Community (Nafems Workbook of Examples R0019).



• Descrizione test:

Si considera la piastra con intagli circolari rappresentata nella figura riportata sopra. Si assumono i seguenti valori per le grandezze rappresentate: $L=200$ mm, $W=80$ mm raggio d'intaglio $r=10$ mm, spessore della piastra $t=1$ mm.

Si suppone che la piastra sia realizzata con materiale elastico isotropo (modulo di Young $E=200000$ MPa coefficiente di Poisson 0.3).

Si suppone la piastra caricata sui lati verticali con due coppie simmetriche di modulo pari a $M=5333$ N mm.

Si discrezza, sfruttando condizioni di simmetria (asse ED) e antisimmetria (asse DC) solo un quarto di piastra.

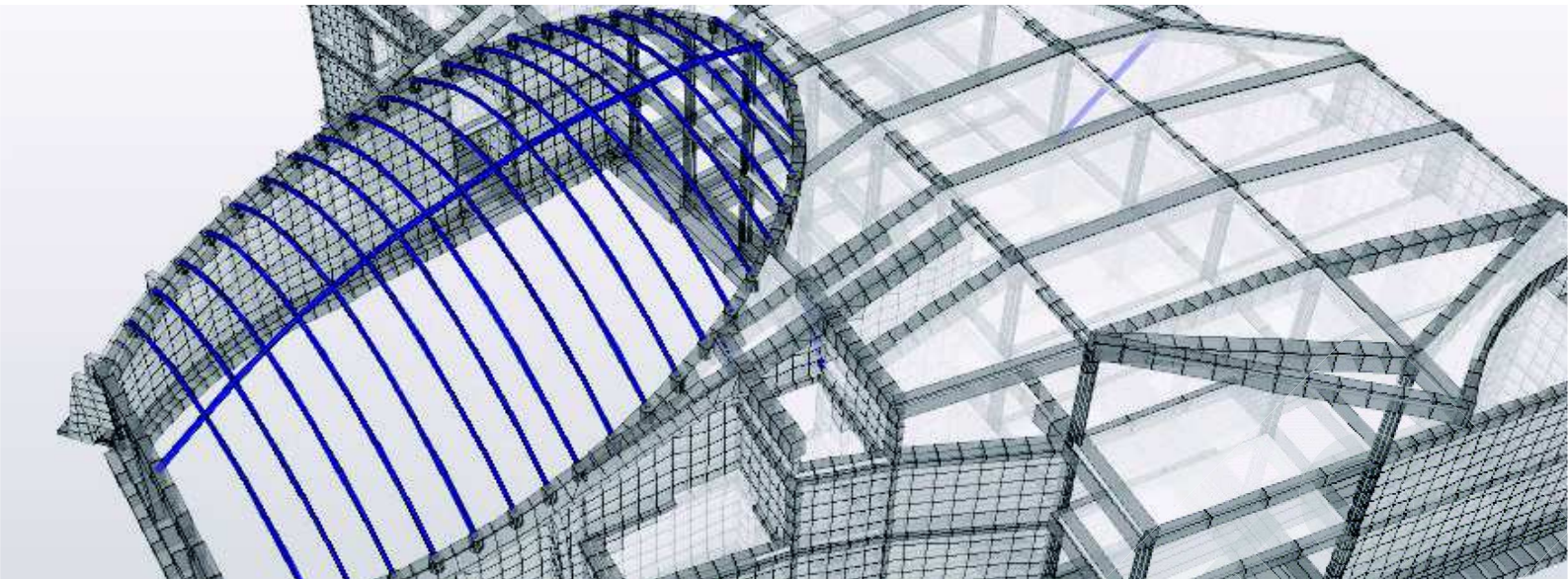
È possibile simulare l'applicazione del momento esterno attraverso l'imposizione di un carico distribuito triangolare agente su BC, con valore massimo in B pari a 10 N/mm e minimo in C pari a 0.

La piastra è discretizzata attraverso elementi quadrangolari a quattro nodi in stato piano di tensione. Sono analizzate 5 mesh a livello di raffittimento crescente, come illustrato nella figura riportata nella pagina successiva (Mesh 0 si riferisce alla discretizzazione proposta da Nafems).

• Tipo di confronto:

Valutazione della tensione σ_{xx} nel punto E (si veda a tal proposito la figura riportata nella pagina precedente) e confronto con la soluzione target fornita da Peterson.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	16/07/08	20080716_Nafems9.PSP	PRO_SAP vers. 2007-03-141	Ing. G. Milani
01	29/03/10	20080716_Nafems9_RY2010.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza
02	19/01/11	20080716_Nafems9_RY2010new.PSP	PRO_SAP vers. 2010-10-154	Ing. D. Fugazza

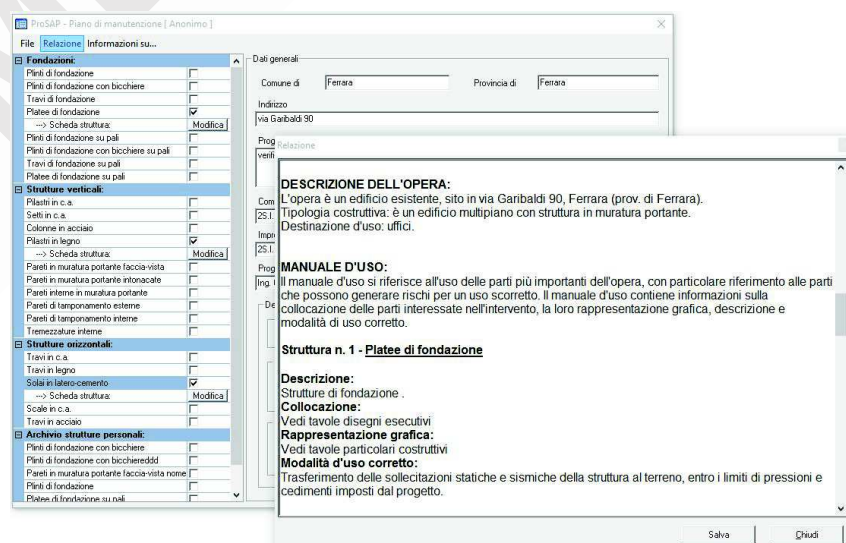


CEMENTO ARMATO: IL MODULO 1

Il modulo 1 consente il progetto e la verifica dell'armatura degli elementi in cemento armato. In base alla normativa impostata nelle preferenze viene applicato il metodo degli stati limite o quello delle tensioni ammissibili. Sono utilizzabili le precedenti normative, come ad esempio il DM '96 (utili per il progetto simulato di edifici esistenti), oppure le NTC 2018 o gli Eurocodici.

Per edifici nuovi con il modulo 1 è possibile progettare travi e pilastri anche con la gerarchia delle resistenze (sia in CDA che in CDB), è inoltre possibile progettare gli elementi di fondazione (travi, plinti, platee) tenendo conto automaticamente degli incrementi di sollecitazione previsti dalla norma. Per le pareti è possibile effettuare una progettazione locale, oppure considerare pareti sismiche duttili, con la rielaborazione delle sollecitazioni prevista dalla norma, oppure pareti estese debolmente armate.

Per edifici esistenti è possibile assegnare l'armatura esistente per travi, pilastri, pareti e platee poi eseguire le verifiche sia con il metodo dello spettro elastico ($q=1$) che con il metodo dello spettro di progetto. È inoltre possibile definire interventi di rinforzo con incamiciature in C.A.. Sia per edifici nuovi che per edifici esistenti realizza la relazione di calcolo.



Test 54 DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO

Revisione: 00
Data: 02/07/10
Programma: PRO_SAP
Versione: 2010-05-151
Files: 01_Arm_trasv_min_cdb.PSP; 02_Arm_trasv_min_cda.PSP

• Scopo:

Validazione del calcolo del quantitativo minimo di armature trasversali in pilastri (NTC2008 - formula [7.4.28]) e di armature di confinamento in nodi in c.a. (NTC2008 - formule: [7.4.8], [7.4.9], [7.4.10], [7.4.29]), per strutture in zona sismica (V).

• Descrizione test:

Si prende in esame un modello semplice di portale a due piani in c.a. (figura 1), caratterizzato da:

- cls ordinario C25/30 per travi e pilastri e acciaio B450C per le barre d'armatura;
- pilastri di sezione rettangolare 100x30cm e "campate a spessore" di sezione 50x30cm;
- altezza pilastri: 300cm, luce travi: 500cm;
- copriferro pari a 3cm, armature longitudinali $\Phi 16$, staffe $\Phi 10$ a quattro braccia (sia per le travi che per i pilastri);
- carichi: permanenti linearmente distribuiti $g_k = 5 \text{ kN/m}$, variabili linearmente distribuiti $q_k = 10 \text{ kN/m}$;

Per la quantificazione dell'azione sismica si è assunto: località Ferrara (Longitudine: 11.618, Latitudine: 44.836), classe d'uso II, Vita nominale $V_n = 50$ anni, categoria di suolo di fondazione D e categoria topografia T1.

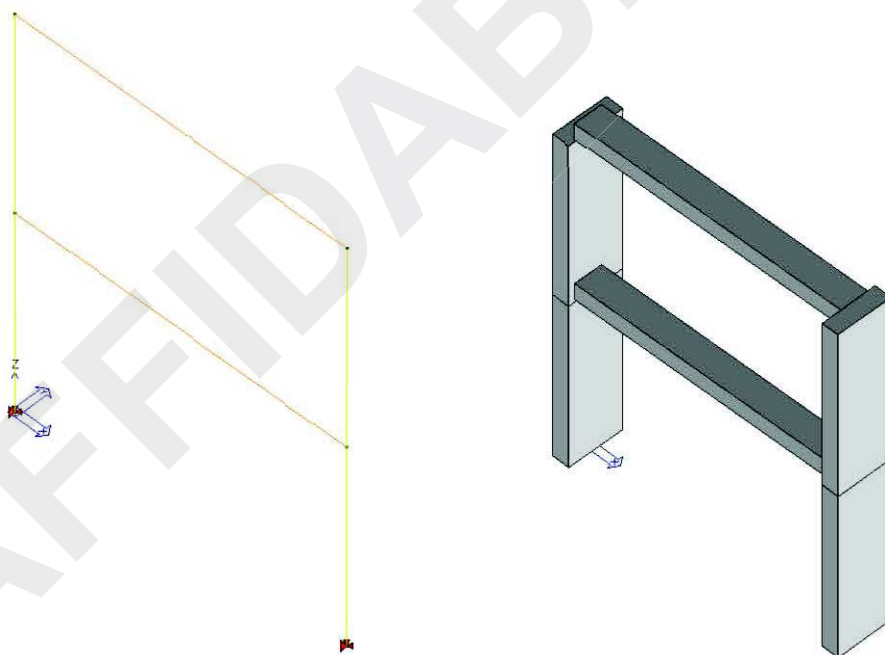


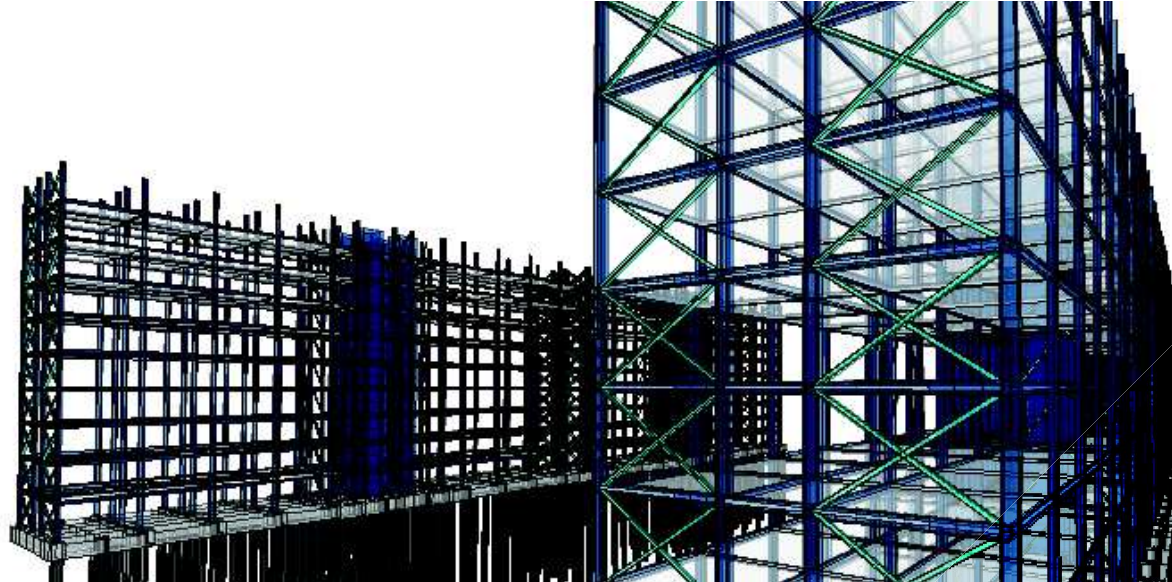
Figura 1 – portale a due piani in c.a.: vista filo di ferro e vista solida

Con riferimento alle pilastrate, si calcola il quantitativo minimo di armature trasversali in CD^*A e in CD^*B . Si procede successivamente al calcolo del quantitativo minimo di armature trasversali di confinamento nei nodi in corrispondenza delle travate.

Le NTC2008 in merito alle armature trasversali, al punto 7.4.6.2.2. prescrivono che:

"Nelle zone critiche le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o da legature; le barre non fissate devono trovarsi a meno di 15

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	02/07/10	01_Arm_trasv_min_cdb.PSP 02_Arm_trasv_min_cda.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Massimo Garutti



ACCIAIO: IL MODULO 2

Il modulo 2 consente la verifica delle strutture in acciaio.

A seconda della normativa impostata nelle preferenze viene applicato il metodo degli stati limite o quello delle tensioni ammissibili. Sono utilizzabili le precedenti normative, CNR 10011, oppure le NTC 2018 o gli Eurocodici.

Vengono effettuate le verifiche di resistenza e stabilità sia per profili semplici che per profili composti. Oltre ai profili presenti in archivio è possibile utilizzare profili generici importando il disegno nell'archivio delle sezioni.

Per edifici nuovi con il modulo è possibile progettare travi, pilastri e controventi utilizzando due differenti approcci:

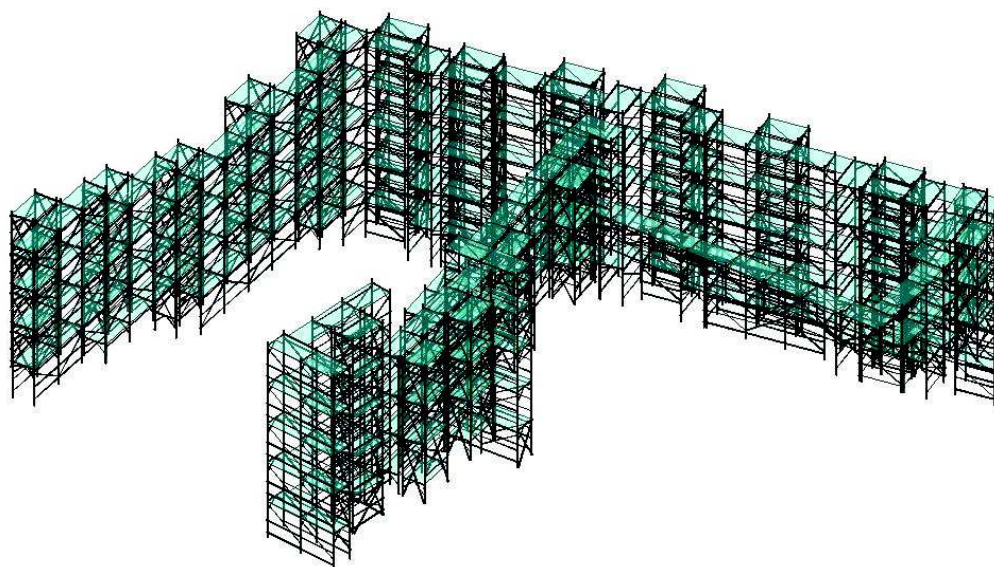
- edifici non dissipativi
- edifici dissipativi con la gerarchia delle resistenze (sia in CDA che in CDB).

Per edifici esistenti è possibile eseguire le verifiche con il metodo dello spettro di progetto ($q=1.5$).

Per edifici esistenti in C.A., con il modulo è possibile definire interventi di rinforzo con incamiciature in acciaio.

Con il modulo è possibile progettare anche ponteggi.

Sia per edifici nuovi che per edifici esistenti realizza la relazione di calcolo.



Test 58 LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO

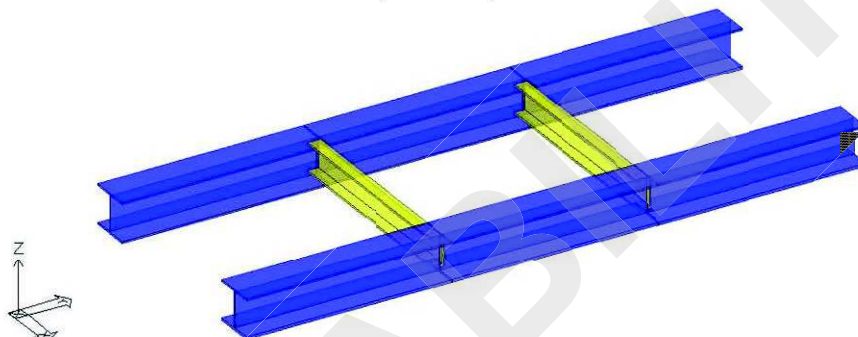
Revisione: 01
Data: 15/03/2010
Programma: PRO_SAP
Versione: 2007-12-143; 2010-05-151
Files: 20071205_acc_luce_travi.PSP; 20071205_acc_luce_travi_RY2010.PSP

• Scopo:

Validazione del calcolo della luce libera di travi e aste in acciaio (A).

• Descrizione test:

Si valutano le luci libere degli elementi costituenti una semplice struttura in acciaio realizzata con due travi HEA200 semplicemente appoggiate all'estremità e irrigidite una serie di aste trasversali UPN140.
La lunghezza geometrica delle travi HEA200 è di 300 cm, mentre quella delle aste trasversali UPN140 è di 100 cm.



Criteri di progetto assegnati alle travi e alle aste:

Tabella dei criteri di progetto

Pareti c.a.	Gusci c.a.	Travi c.a.	Colonne c.a.	Solai c.a.
Aste acciaio	Colonne acciaio	Travi acciaio	Muratura	Legno
3-3 Beta	1	Beta x L	0	☒ Auto
2-2 Beta	1	Beta x L	0	☒ Auto
1-1 Beta	1	Beta x L	0	☒ Auto
Coeff. svr.	1.4			
Zg/H	0	[*]		
Cb mod.f	0	(per flessione-torsione in AISC)		
☒ M. equivalenti	☒ Usa condizioni I e II (t.amm.)			

[*] EC3 Funzione del punto di applicazione del carico zg/H:
tipico 0.5 estradosso; -0.5 intradosso

TRAVE - ASTE

Copia Incolla Applica Annulla Esci 1

Tabella dei criteri di progetto

Pareti c.a.	Gusci c.a.	Travi c.a.	Colonne c.a.	Solai c.a.
Aste acciaio	Colonne acciaio	Travi acciaio	Muratura	Legno
0.8	Beta assegnato			
☐	Verifica come controvento			
☒	Usa condizioni I e II (t.amm.)			

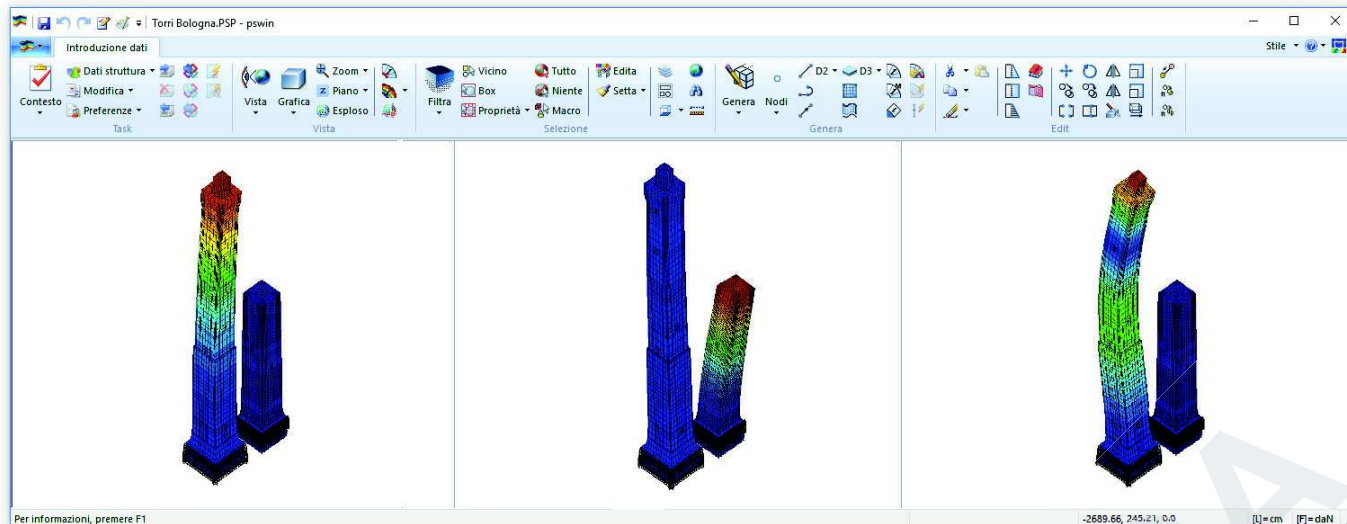
TRAVE - ASTE

Copia Incolla Applica Annulla Esci 1

• Tipo di confronto:

Calcolo manuale.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	05/12/07	20071205_acc_luce_travi.PSP	PRO_SAP vers. 2007-12-143	Ing. F. Barigozzi
01	15/03/10	20071205_acc_luce_travi_RY2010.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza



ANALISI DINAMICA: IL MODULO 3

Il modulo 3 permette l'analisi sismica dinamica con spettro di risposta e l'analisi di stabilità dell'equilibrio.

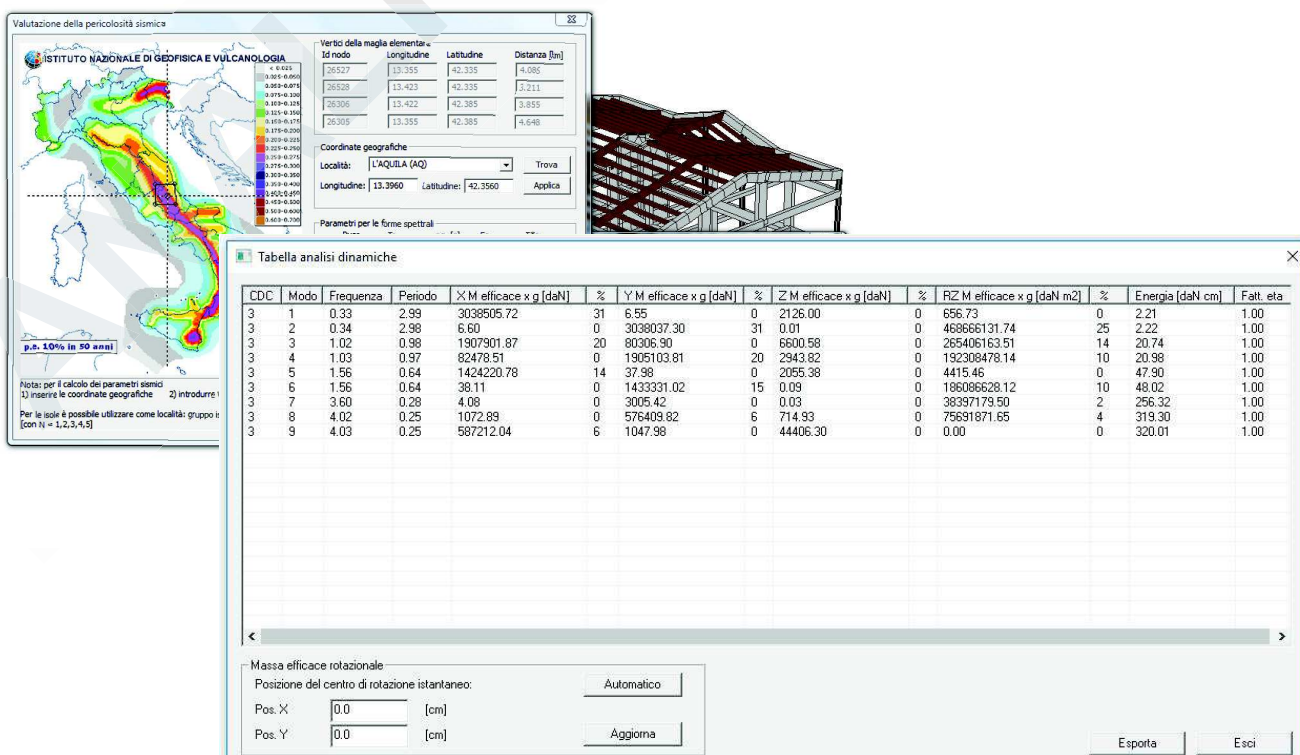
Il modulo effettua l'analisi modale della struttura. Calcola le frequenze e i relativi modi di vibrazione. Ricerca le frequenze inferiori o in uno specifico range. Utilizza un algoritmo ibrido Lanczos – iterazione nel sottospazio. In alternativa utilizza il metodo dei vettori carico-dipendenti di Ritz (LDRV) più adatto per l'analisi sismica.

Il modulo consente inoltre l'analisi di buckling (o di stabilità). Calcola infatti i moltiplicatori dei carichi assegnati e le relative deformate. Ricerca i moltiplicatori inferiori o in uno specifico range.

Con il calcolo delle energie modali definisce il coefficiente di smorzamento degli edifici con dissipatori sismici.

La verifica di strutture con isolatori sismici è effettuata con l'analisi sismica dinamica.

Il modulo utilizza, se presente, il solutore a 64 bit (gestendo una quantità di memoria pressoché illimitata: 2^{64} byte).



Test 76 PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI

Revisione: 01
Data: 15/03/2010
Programma: PRO_SAP
Versione: 2007-11-143; 2010-05-151
Files: 20071201_isolatori.PSP; 20071201_isolatori_RY2010.PSP

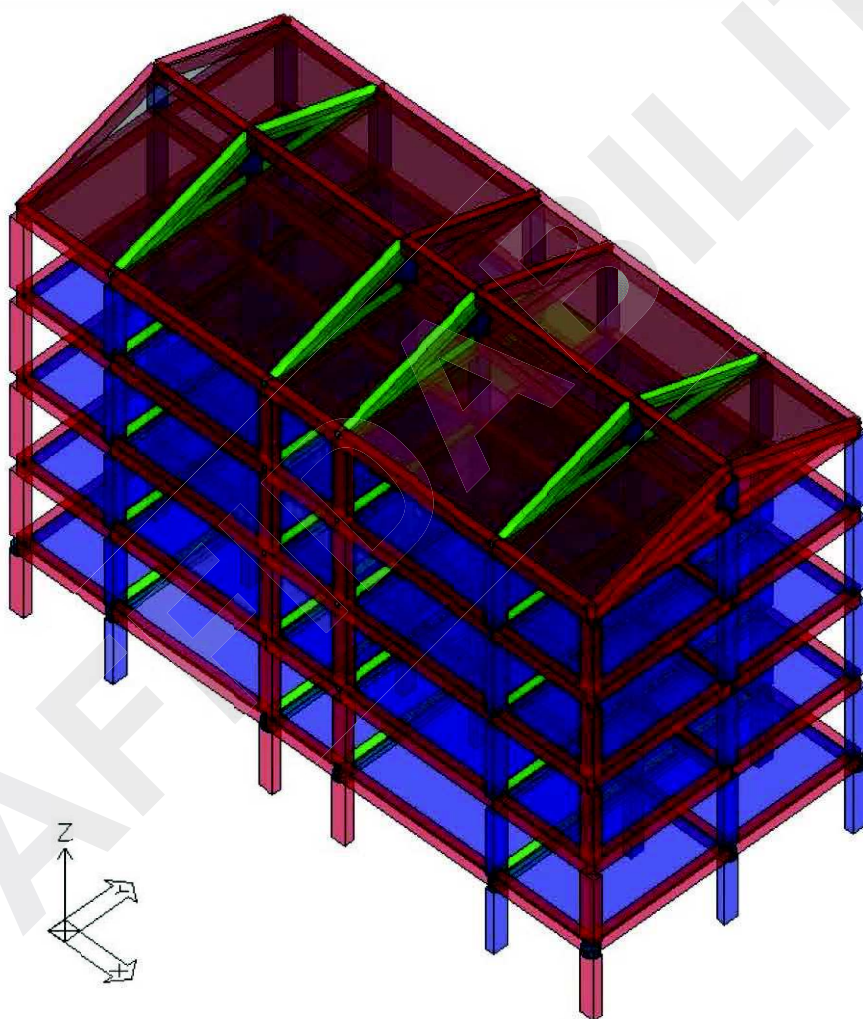
- **Scopo:**

Validazione dei dati assunti per gli isolatori (M e R).

- **Descrizione test:**

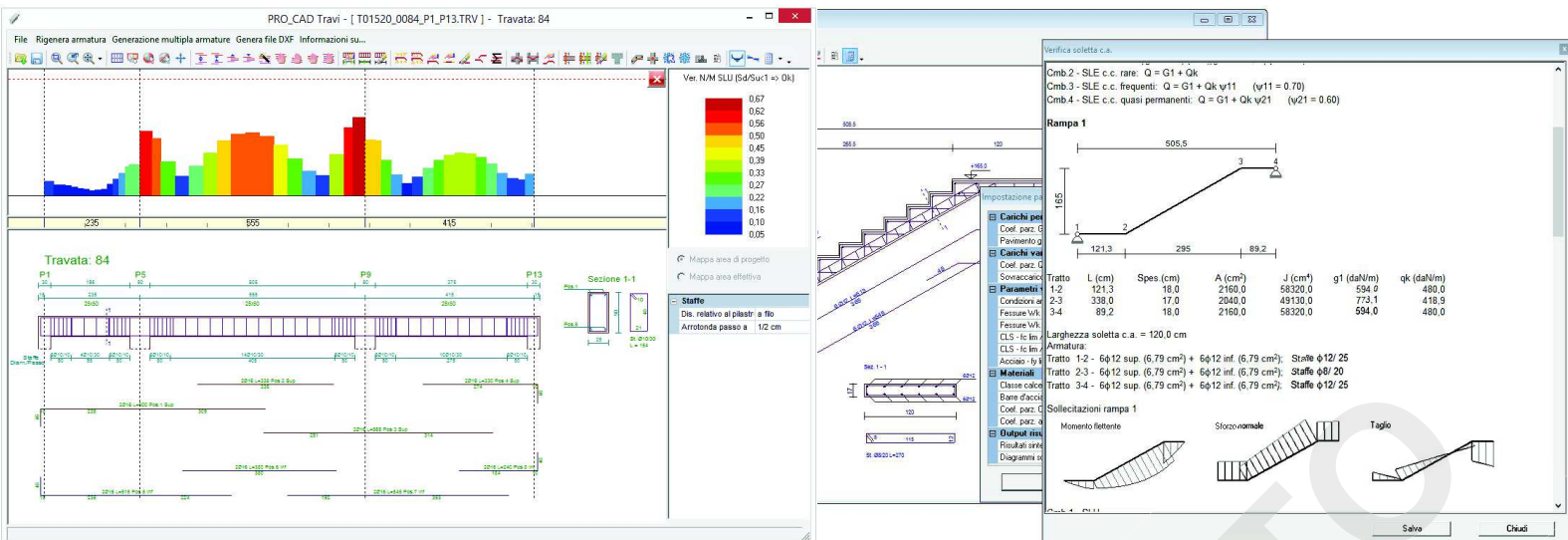
Si verificano i dati introdotti per gli isolatori sismici elastomerici che vengono utilizzati per l'esecuzione delle analisi della struttura, il progetto e la verifica degli isolatori stessi.

La struttura utilizzata per la validazione è una struttura tridimensionale isolata al piede con due tipologie di isolatori: Isol_1, utilizzati per i pilastri interni con smorzamento pari a 8.2 e Isol_2 utilizzati per i pilastri di riva con smorzamento pari a 10. Complessivamente nella struttura si hanno 4 isolatori tipo Isol_1 e 14 isolatori tipo Isol_2.



STRUTTURA TRIDIMENSIONALE UTILIZZATA PER LA VALIDAZIONE

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	01/12/07	20071201_isolatori.PSP	PRO_SAP vers. 2007-11-143	Ing. F. Barigozzi
01	15/03/10	20071201_isolatori_RY2010.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

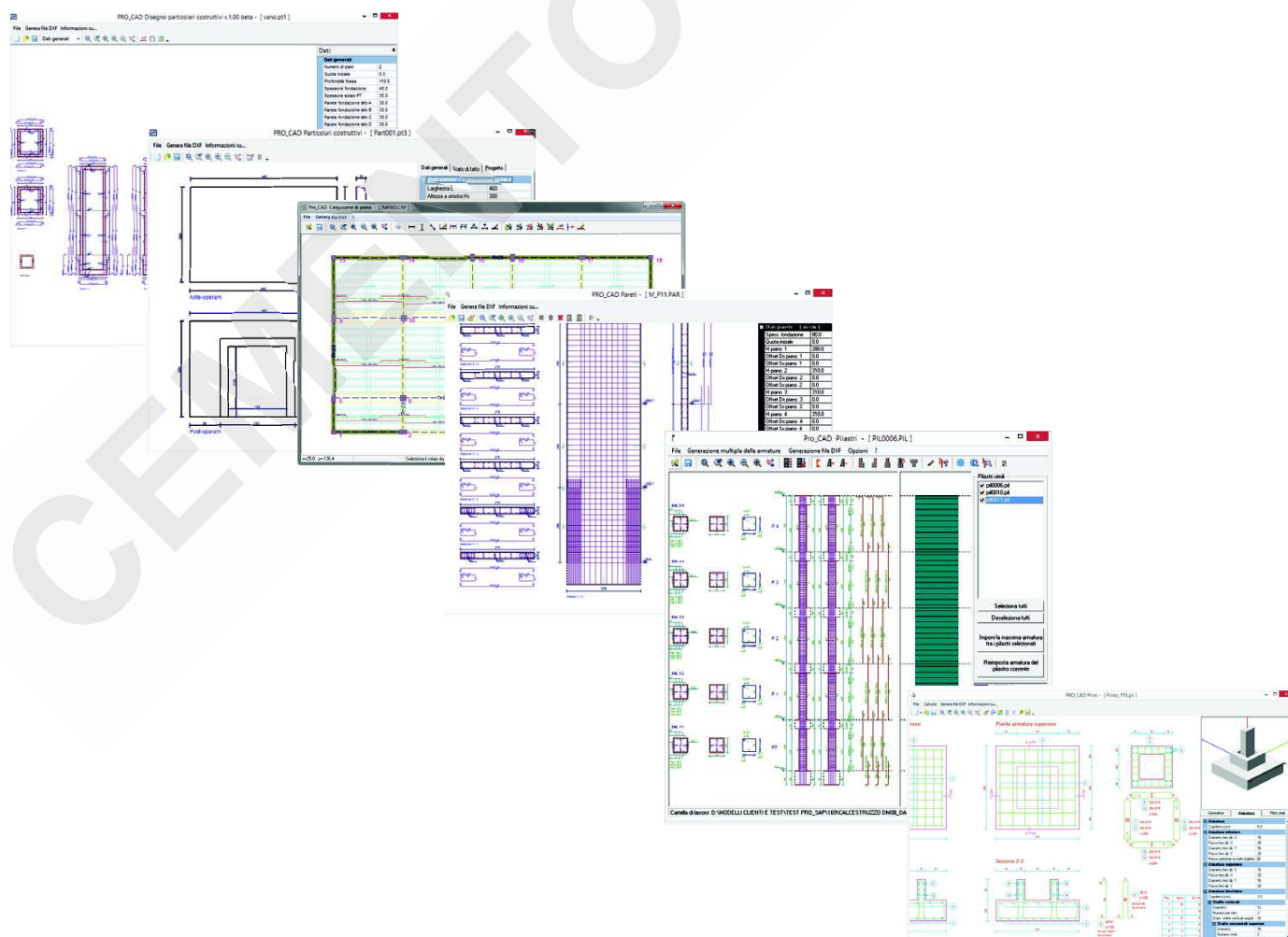


CEMENTO ARMATO: IL MODULO 4

Il modulo 4 consente la generazione degli esecutivi di elementi in cemento armato: travi, pilastri, setti e pareti, piastre, platee, solai, carpenterie di piano, scale, nuclei.

Gli esecutivi sono realizzati a partire dalle armature calcolate con PRO_SAP modulo 1, le armature sono personalizzabili e un controllo in tempo reale consente di verificare il rispetto delle verifiche di resistenza, deformabilità e gerarchia delle resistenze.

Sono inoltre disponibili il progetto e la verifica di scale, calcolo di aggetti in cemento armato, solai con lamiera grecata e soletta collaborante, e il progetto, disegno e relazione di calcolo per plinti e pali di fondazione.



Test 43 GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.

Revisione: 00
Data: 06/03/2009
Programma: PRO_SAP
Versione: 2009-03-146
File: 20090306_gerarchie_pilastri.PSP

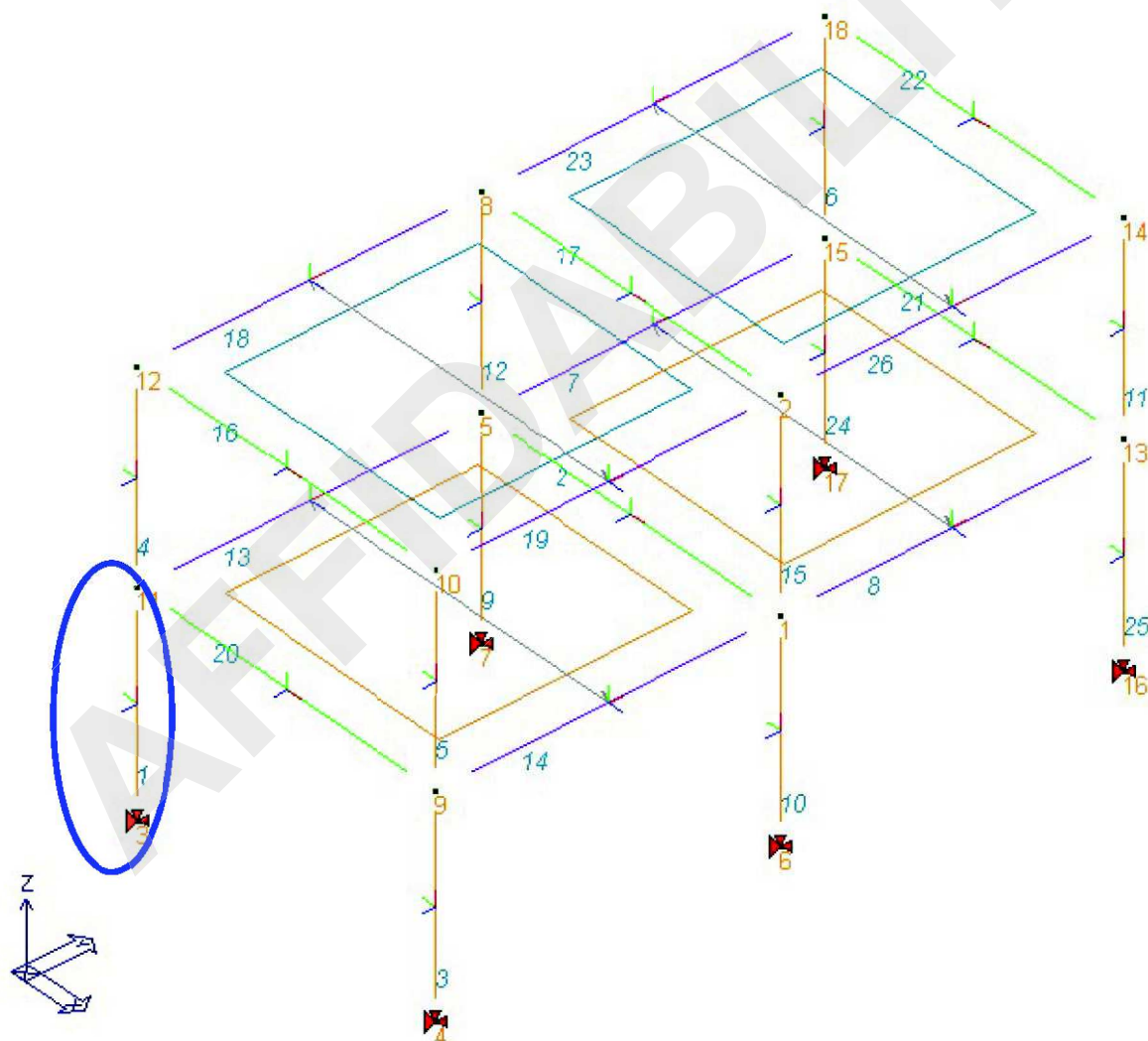
- Scopo:**

Validazione della gerarchia delle resistenze per pilastri in cemento armato (V).

- Descrizione test:**

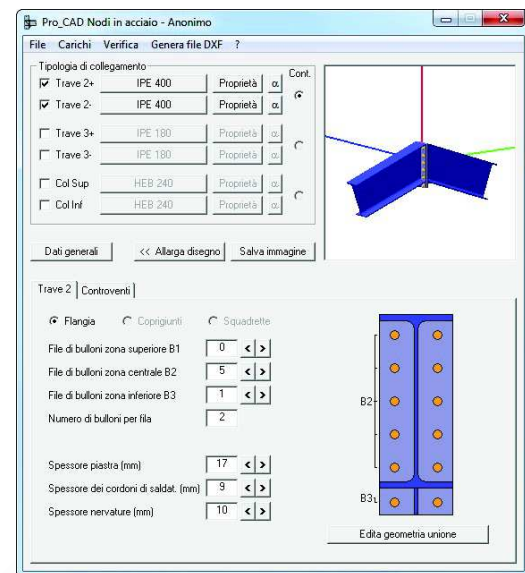
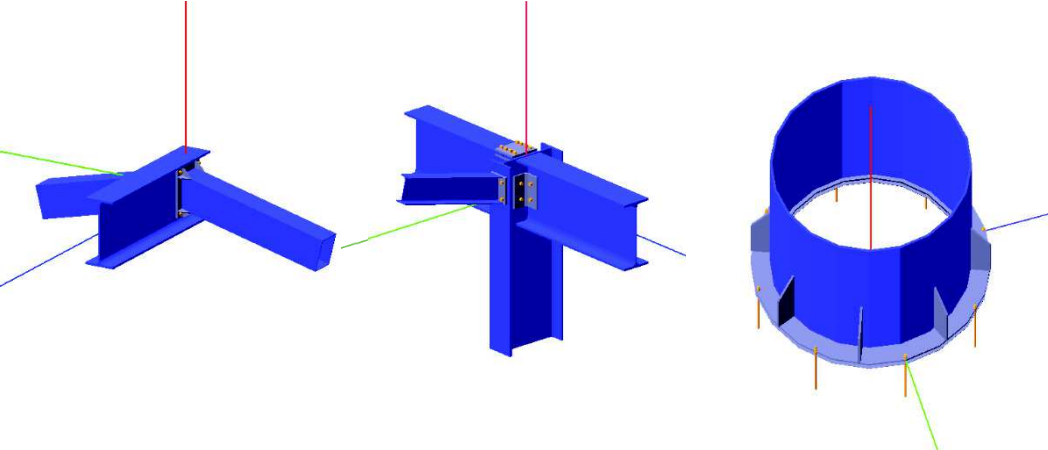
Si considera un telaio spaziale soggetto ad azioni permanenti e sismiche e se ne verifica la corretta applicazione dei criteri dettati dalla gerarchia delle resistenze in fase di progettazione per i pilastri secondo quanto previsto dal DM 2008.

Il pilastro analizzato è quello evidenziato in figura.



Momenti resistenti utilizzati nei calcoli (dedotti dalla relazione in base all'effettiva armatura progettata):

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	06/03/09	20090306_gerarchie_pilastri.PSP	PRO_SAP vers. 2009-03-146	Ing. Francesco Barigozzi



ACCIAIO: IL MODULO 5

Progetto e verifica dei collegamenti metallici.

La galleria nodi, che viene continuamente ampliata, prevede:

- piastra di base
- nodo trave-colonna
- giunto di continuità
- nodo trave-trave
- carpenterie bullonate
- carpenterie saldate.

I nodi sono progettati e verificati con le normative italiane (CNR 10011 o NTC 2018), oppure con gli Eurocodici. È possibile considerare la gerarchia delle resistenze e realizzare nodi a completo ripristino.

I nodi possono essere generati in modalità autonoma o esportati da un modello PRO_SAP, che passerà automaticamente geometrie, materiali, svincoli e sollecitazioni. Esportando i nodi da PRO_SAP è possibile accoppiare i nodi simili e progettarli simultaneamente.

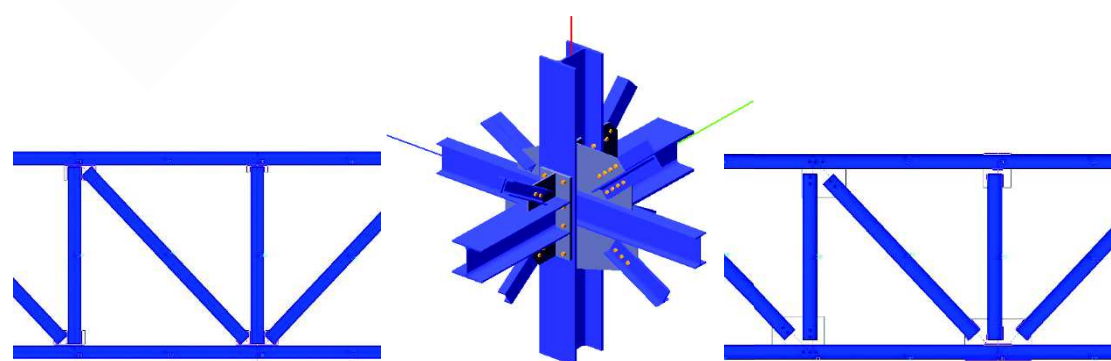
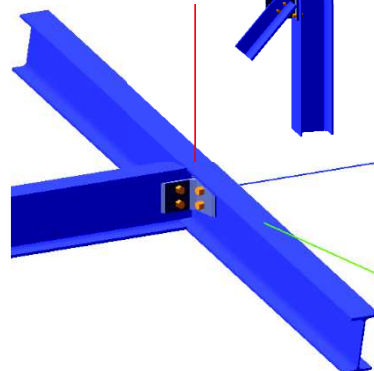
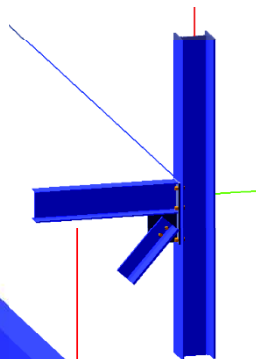
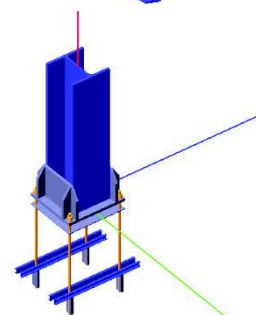
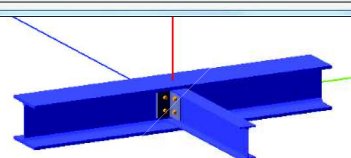
Per le carpenterie bullonate o saldate sono gestiti profili semplici o accoppiati, tubi tondi e tubi quadrati.

Per la piastra di base sono gestiti profili a doppio T, tubi tondi di dimensioni personalizzabili e tubi quadrati o rettangolari personalizzabili.

Per i nodi trave colonna, trave-trave e giunto di continuità sono gestiti profili a doppio T o tubolari per le membrature principali, L o UPN (semplici o accoppiati) per i controventi.

È possibile personalizzare le geometrie delle bullonature e degli irrigidimenti, le dimensioni delle piastre e ottenere le verifiche automatiche.

Per tutti i nodi vengono realizzati il disegno in formato .dxf e la relazione di calcolo.



Test 84 COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE

Revisione: 00
Data: 20/12/2007
Programma: PRO_CAD Nodi acciaio Nodo trave colonna
Versione: BUILD 2007-12-0016
File: TEST06.NV6

• Scopo:

Validazione calcolo di giunto trave colonna flangiato secondo il metodo T-STUB descritto in EN 1993-1-8: 2005.

• Descrizione test:

Si considera un giunto trave-colonna flangiato a una via su anima colonna a quattro file di bulloni di cui una su piastra inferiore e una su piastra superiore.
DATI DELLA STRUTTURA

Colonna

Tipo di profilo: HEB 240
Materiale: Acciaio S355
Classe sezione: 1

Trave

Tipo di profilo: HEA 200
Materiale: Acciaio S355
Classe sezione: 2

Flangia

Dimensioni (B x H x Sp): 211,0 x 430,0 x 22,0 mm

Bullonature

Bulloni cl. 8.8 ($F_y = 640 \text{ N/mm}^2$, $F_u = 800 \text{ N/mm}^2$)
Diametro = 27 mm (Area ridotta per filettatura = $458,0 \text{ mm}^2$)

Sollecitazioni nella sezione d'attacco della trave

Nodo.CMB	V2-2 (N)	V3-3 (N)	N (N)	M2-2 (N mm)	M3-3 (N mm)	T (N mm)
1.1	250000,0	0,0	200000,0	0,0	50500000,0	0,0

• Tipo di confronto:

Calcolo manuale conforme a EN 1993-1-8:2005.

• Tabella risultati:

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione PRO_CAD Nodi acciaio Nodo trave colonna	Differenza
$(M_j, Ed(2+) / M_j, Rd(2+)) + (M_j, Ed(2+) / M_j, Rd(2+))$	1.507	1.507	0.00%

• Commenti:

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/12/07	TEST06.NV6	PRO_CAD Nodi acciaio Nodo trave colonna BUILD 2007-12-0016	Ing. A. Campagnoli

Test 93 Analisi non lineare in grandi spostamenti di una mensola soggetta a flessione

Revisione: 00
Data: 08/03/2013
Programma: PRO_SAP
Versione: PRO_SAP RY(2013) (A). (ver 11.0.0 beta 8)
Files: pb_1_029.psp

• Scopo:

In sommità di una colonna viene applicata una coppia concentrata M (Figura 5), questa viene incrementata fino a che l'angolo di rotazione in cima alla colonna raggiunge il valore π . Lo spostamento orizzontale e verticale del nodo in cui è applicata M vengono calcolati attraverso il programma e confrontati con i valori ottenuti manualmente.

Vengono realizzati tre modelli con diverso numero di elementi finiti D2:

1. Modello A: 4 elementi finiti
2. Modello B: 8 elementi finiti
3. Modello C: 16 elementi finiti
4. Modello D: 64 elementi finiti

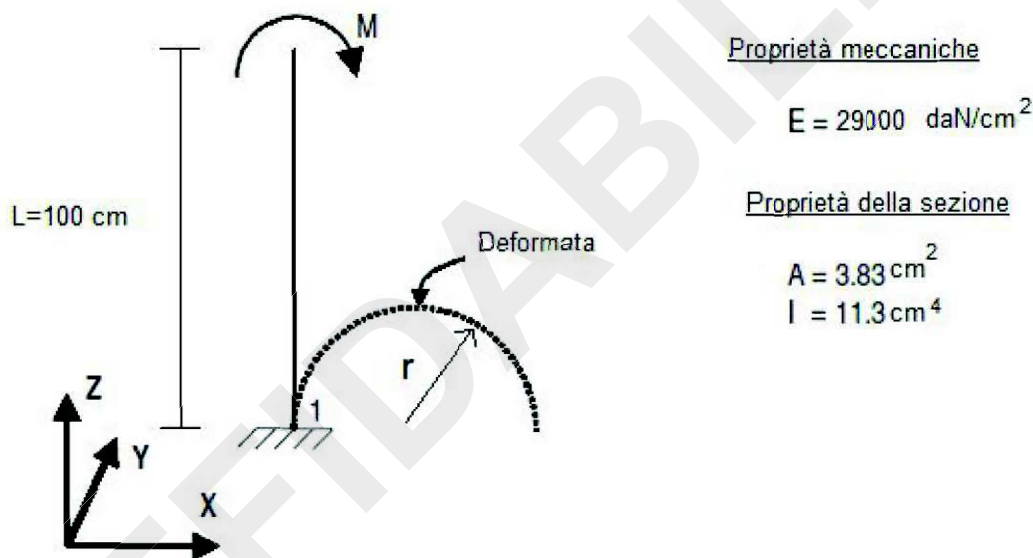


Figura 5: Schema statico

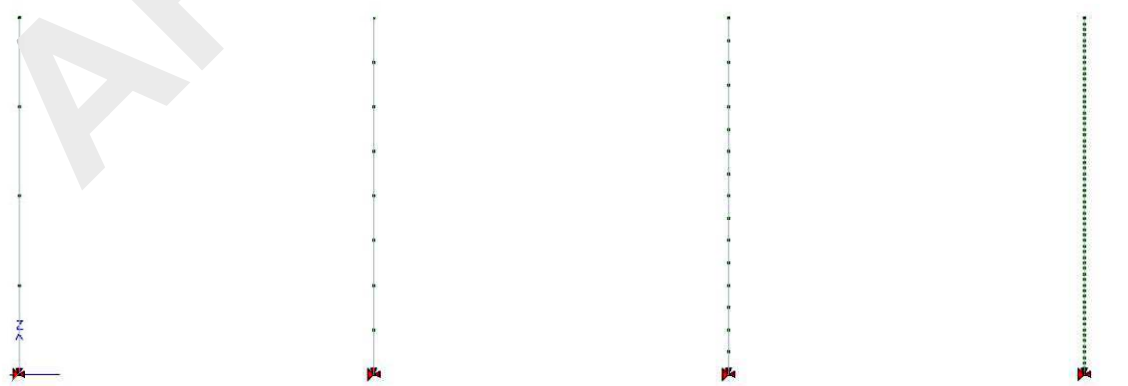
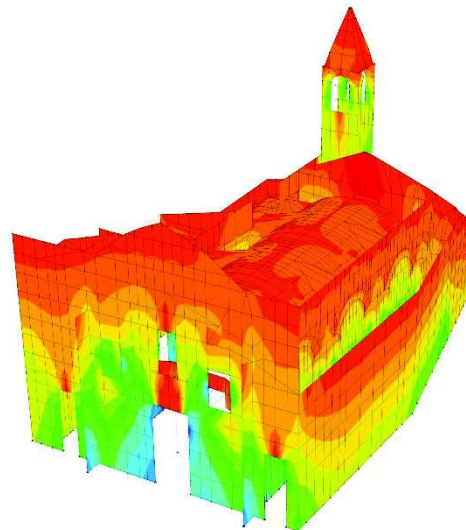
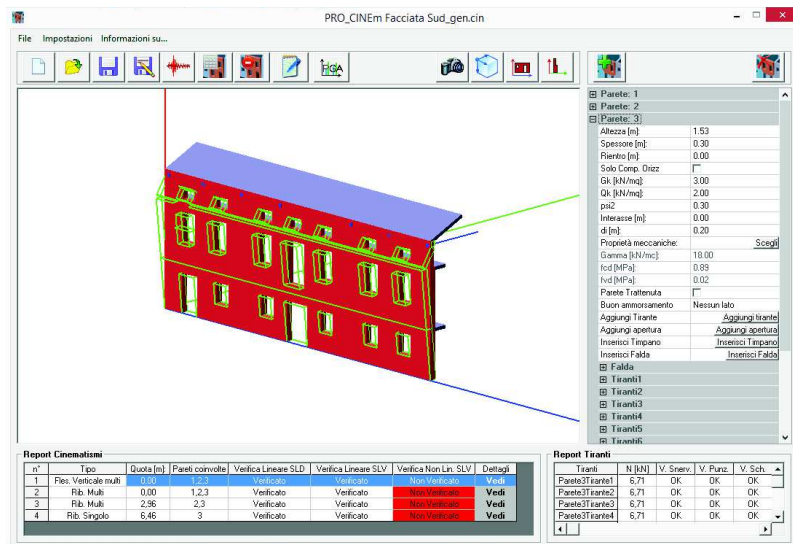


Figura 6: Modelli FEM: A, B, C, D (da sinistra a destra)

In cima alla colonna viene applicata una coppia concentrata di valore:

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	06/03/13	pb_1_029.psp	PRO_SAP RY(2013) (A). (ver 11.0.0 beta 8)	Ing. Marco Pizzolato

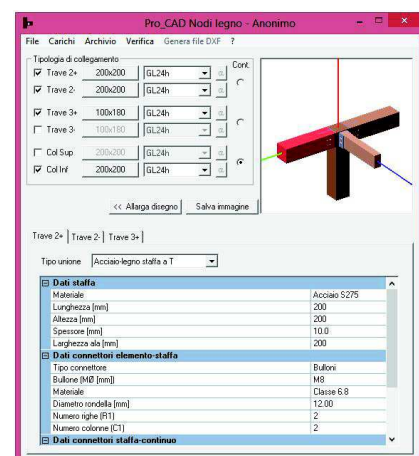
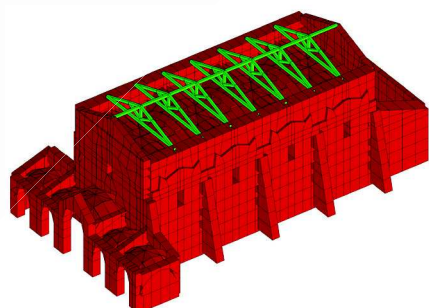
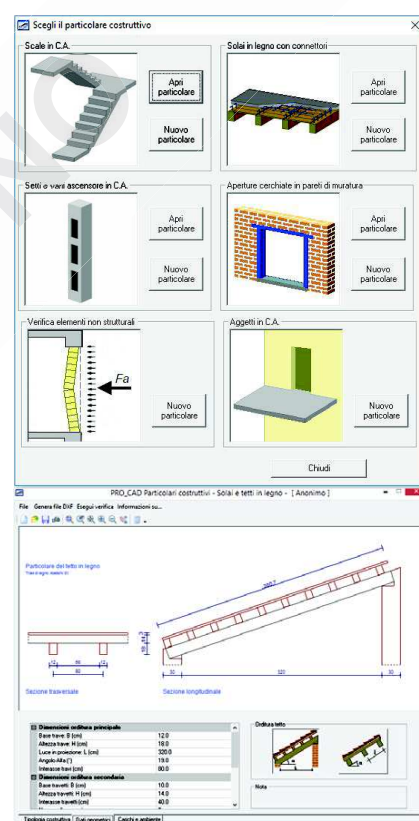


MURATURA E LEGNO: IL MODULO 7

Il modulo 7 consente verifica di edifici nuovi ed esistenti in muratura ordinaria. Per la modellazione è possibile realizzare modelli con elementi D3 (plate-shell), per i quali PRO_SAP determinerà le sollecitazioni risultanti di ciascun maschio murario integrando le sollecitazioni locali per ottenere le azioni macro, oppure è possibile realizzare modelli a telaio equivalente. Se nel pacchetto è previsto anche il modulo 6, sul modello a telaio equivalente verranno condotte le analisi di pushover, altrimenti sono disponibili le analisi lineari.

È inoltre compreso il calcolo dei cinematismi locali nella muratura: PRO_CineM effettua il calcolo dei cinematismi lineari e non lineari (questi ultimi sono disponibili se nel pacchetto è previsto il modulo 6), esegue il progetto e la verifica dei tiranti.

Il programma per il calcolo dei dettagli costruttivi consente di calcolare gli interventi locali di cerchiatura nelle pareti considerando la cerchiatura di acciaio, oppure di cemento armato. Il modulo verifica inoltre gli elementi in legno secondo i metodi degli stati limite e delle tensioni ammissibili, calcola i nodi in legno e progetta solai o tetti in legno con connettori.



Test 103 VERIFICHE EC5

Revisione: 00
Data: 02/07/10
Programma: PRO_SAP
Versione: 2010-05-151
Files: 01_copertura.PSP; 02_colonna.PSP

• Scopo:

Validazione delle verifiche a pressoflessione, tensoflessione, taglio, taglio-torsione e di stabilità e svergolamento secondo EC5 (V).

• Descrizione test:

Si prendono in esame, rispettivamente, due modelli atti a simulare: 1) una copertura in legno (*figura 1*) ; 2) un pilastro isolato incastrato alla base (*figura 2*). Sul primo modello, con riferimento all'elemento D2 n°6 (puntone), si sviluppano le verifiche a pressoflessione, taglio e di stabilità e svergolamento; con il secondo modello si procede alle verifiche a tenso-flessione e taglio-torsione.

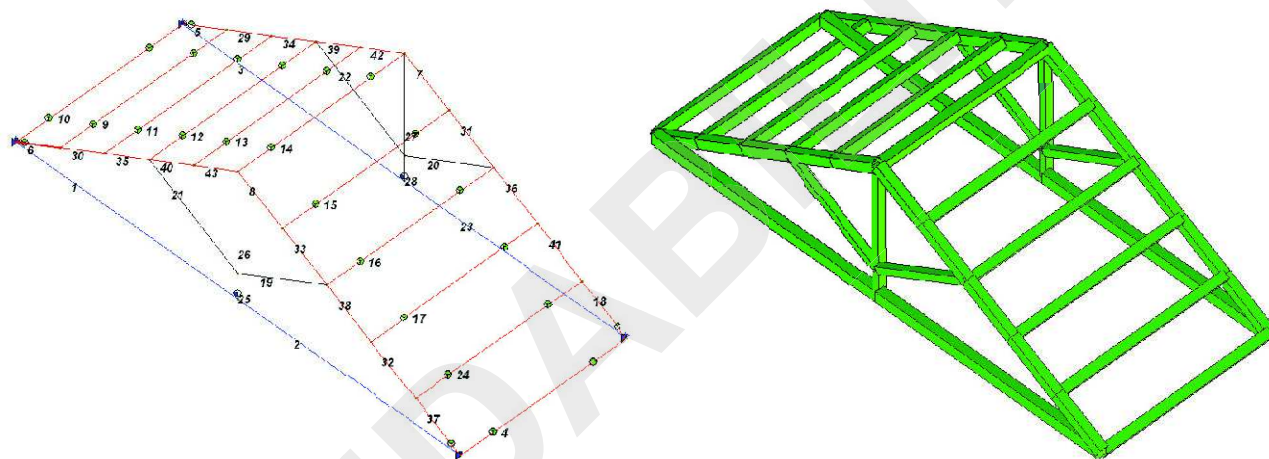


Figura 1 – Copertura in legno: vista filo di ferro e solido accurato



Figura 2 – Pilastro in legno: vista filo di ferro e solido accurato

- Copertura in legno

L'elemento D2 n°6 è parte di un puntone della copertura caratterizzato da sezione rettangolare piena 14x16cm. Il legno è di conifera C24 (massiccio).

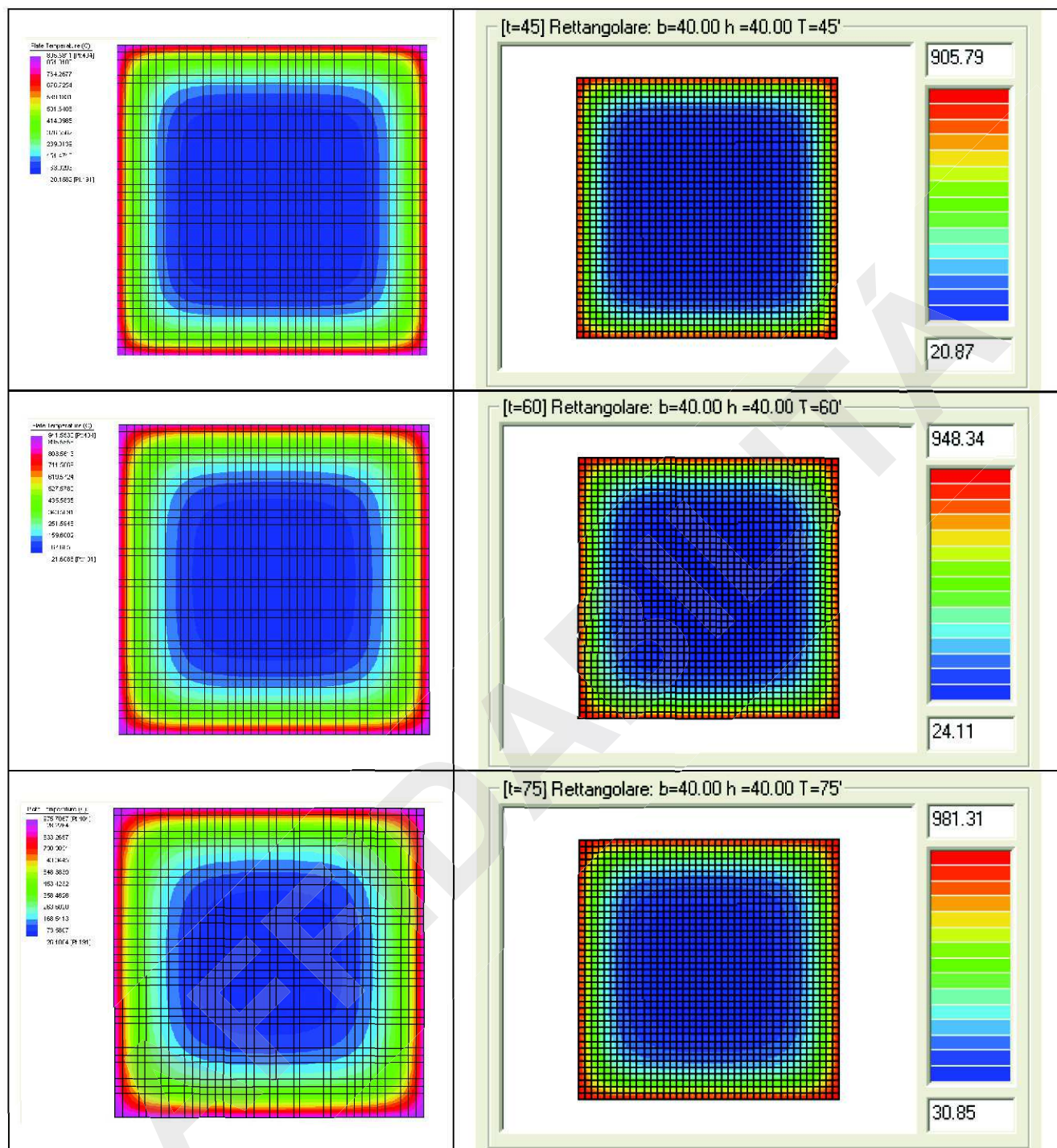
Rev.	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	02/07/10	01_copertura.PSP 02_colonna.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Massimo Garutti



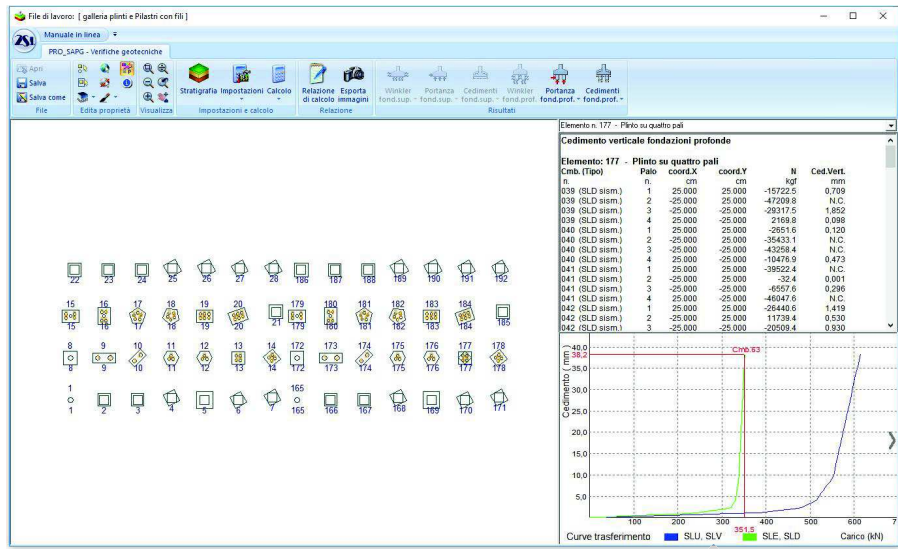
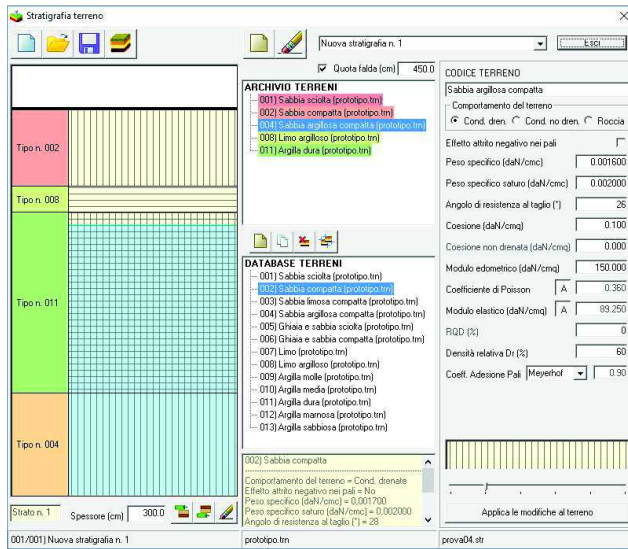
Nell'archivio delle sezioni, una volta definita per ciascuna sezione quali sono i lati esposti all'incendio, poi specificata la durata dell'incendio espressa in minuti, il modulo calcola la mappa termica della sezione ed identifica la temperatura dei ferri longitudinali, delle staffe e del calcestruzzo. Per le pareti in CA è possibile indicare il lato esposto nell'archivio dei criteri di progetto. Una volta inserite le combinazioni SLU di tipo eccezionale esegue la verifica automatica della struttura.

Nell'archivio delle sezioni è possibile definire per ciascuna sezione quali sono i lati esposti all'incendio, poi specificare la durata dell'incendio espressa in minuti, il modulo 8 di PRO_SAP calcola la sezione resistente tenendo conto della velocità di carbonizzazione. Per le pareti e gli orizzontamenti in XLAM è possibile indicare il lato esposto nell'archivio dei criteri di progetto. Una volta inserite le combinazioni SLU di tipo accidentale (o eccezionale), è possibile ottenere la verifica automatica della struttura.

Per elementi in acciaio applica l'Eurocodice 3, UNI EN 1993-1-2 2005.



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	14/05/08	20080514_fuoco1.PSP	PRO_SAP vers. 2007-3-143	Ing. Gabriele Milani



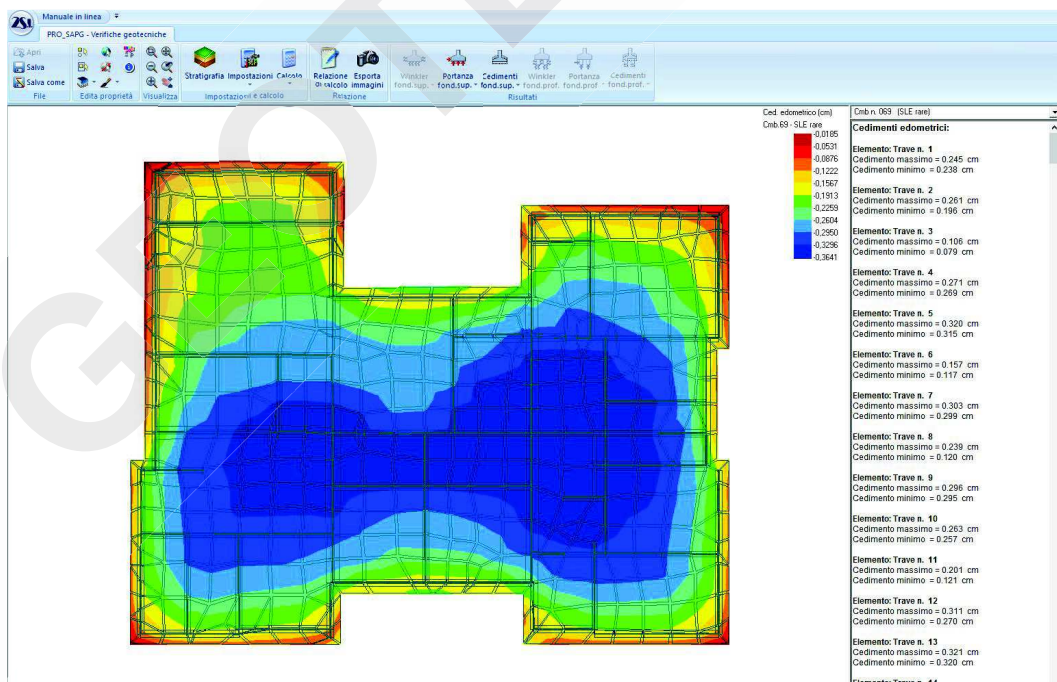
GEOTECNICA: IL MODULO 9

Il modulo 9 consente di effettuare le verifiche geotecniche, il calcolo delle costanti di interazione terreno struttura (ad esempio K di Winkler) per fondazioni superficiali e profonde e il calcolo della portanza e dei cedimenti.

Dal contesto introduzione dati è possibile definire la stratigrafia del terreno, e assegnare stratigrafie differenziate per diverse zone della struttura. Una volta assegnata la stratigrafia è possibile ottenere in automatico le costanti di interazione terreno struttura per plinti, travi platee, pali e micropali. I valori sono aggiornati in automatico nel modello strutturale.

Dal contesto visualizzazione risultati è possibile ottenere i calcoli di portanza e cedimenti sia per le fondazioni superficiali che per le fondazioni profonde, in funzione dei carichi applicati alla struttura e della normativa impostata secondo quanto previsto dalle NTC 2018.

Il modulo redige una completa relazione geotecnica.



Test 127 Calcolo del k di Winkler

Revisione: 00
Data: 15/06/2009
Programma: PRO_SAP Modulo Geotecnico
Versione: build 2009.06.0010
File: 200906_k_winkler plinto.PSP

- Scopo:**

Validazione del calcolo del k di Winkler di un plinto: i risultati ottenuti con il programma PRO_SAP Modulo Geotecnico vengono confrontati con i calcoli manuali.

- Descrizione test:**

Si considera un plinto su suolo alla winkler: una volta definita la geometria dell'elemento e la stratigrafia viene calcolata la costante di sottofondo.

Per il calcolo del K di winkler viene applicato il *Carico applicato* pari al Carico Limite diviso per il "Fattore di sicurezza per il Carico Limite per la determinazione del carico applicato". Si è impostato il fattore di sicurezza pari a 3, così il carico applicato coincide col carico ammissibile.

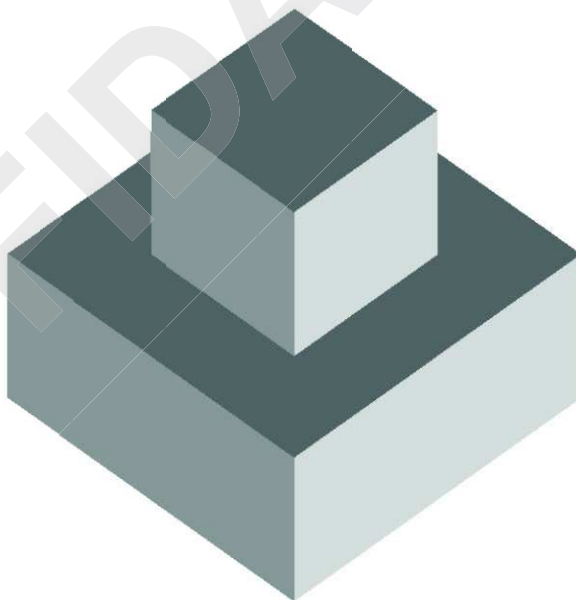
Viene poi calcolato il carico netto pari al carico applicato meno la σ litostatica.

Il profilo delle tensioni verticali è calcolato secondo la teoria di *Westergaard* il profilo di tensioni è calcolato per una profondità pari a 5 volte la base della fondazione.

Il cedimento netto è calcolato suddividendo il terreno sottostante al plinto in fasce orizzontali e calcolando il cedimento edometrico di ciascuno.

Il k di winkler è ottenuto come rapporto tra il carico applicato e il cedimento netto corrispondente al profilo di tensioni.

DATI GEOMETRICI:

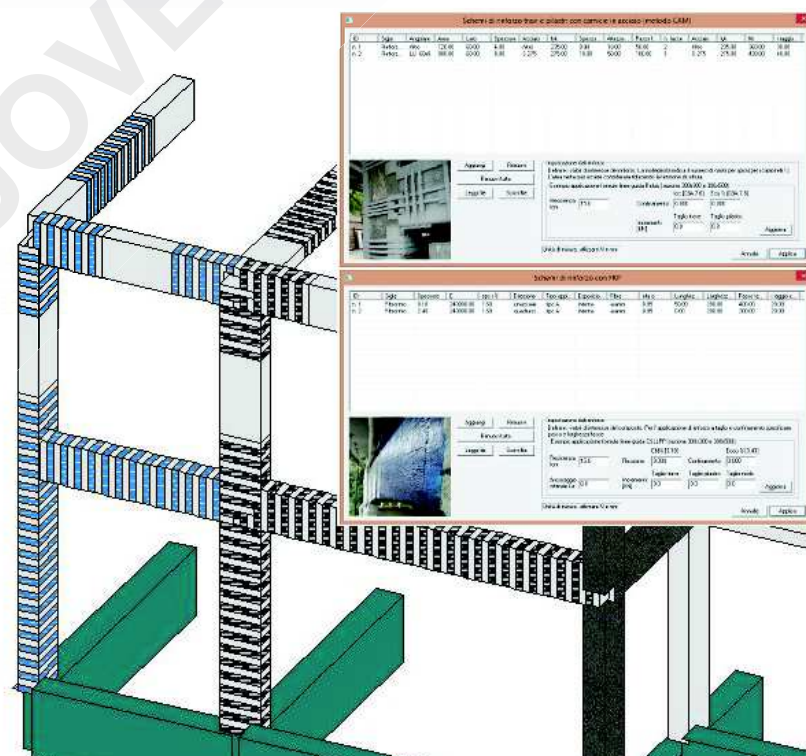


Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	15/06/09	200906_k_winkler plinto.PSP	PRO_SAP Modulo Geotecnico vers. 2009-06-0010	Ing. Gennj Venturini



Il modulo 10 prevede il progetto e verifica di strutture con nuove tecnologie:

- muratura armata;
- pareti estese debolmente armate;
- pannelli in legno di tipo XLAM per pareti e orizzontamenti;
- travi prefabbricate reticolari miste con gestione automatizzata delle fasi costruttive e output dati per i produttori;
- rinforzi di strutture in muratura e c.a. con FRP e incamiciature, ad esempio CAM.



Test 128 PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM

Revisione: 00

Data: 19/05/2011

Programma: PRO_SAP

Versione: 2011-05-155

Files: 20110310_guscio_XLAM_caso1.PSP; 20110310_guscio_XLAM_caso2.PSP;
20110310_guscio_XLAM_caso3.PSP; 20110310_guscio_XLAM_caso4.PSP

• Scopo:

Validazione dell'analisi, progetto e verifica di strutture a guscio in materiale XLAM (M e A).

• Descrizione test:

Si considera una semplice struttura a guscio in materiale XLAM soggetta a diverse condizioni di carico. La struttura, un quadrato di lato 100 cm, è modellata con 1 elemento D3 ed ha i nodi A e B incastrati. Ai nodi C e D, invece, sono applicati dei carichi concentrati tali da riprodurre azioni di trazione (Caso 1), compressione (Caso 2), taglio nel piano del guscio (Caso 3) e taglio perpendicolare al piano del guscio (Caso 4). In particolare, i casi di carico sono specificati come segue:

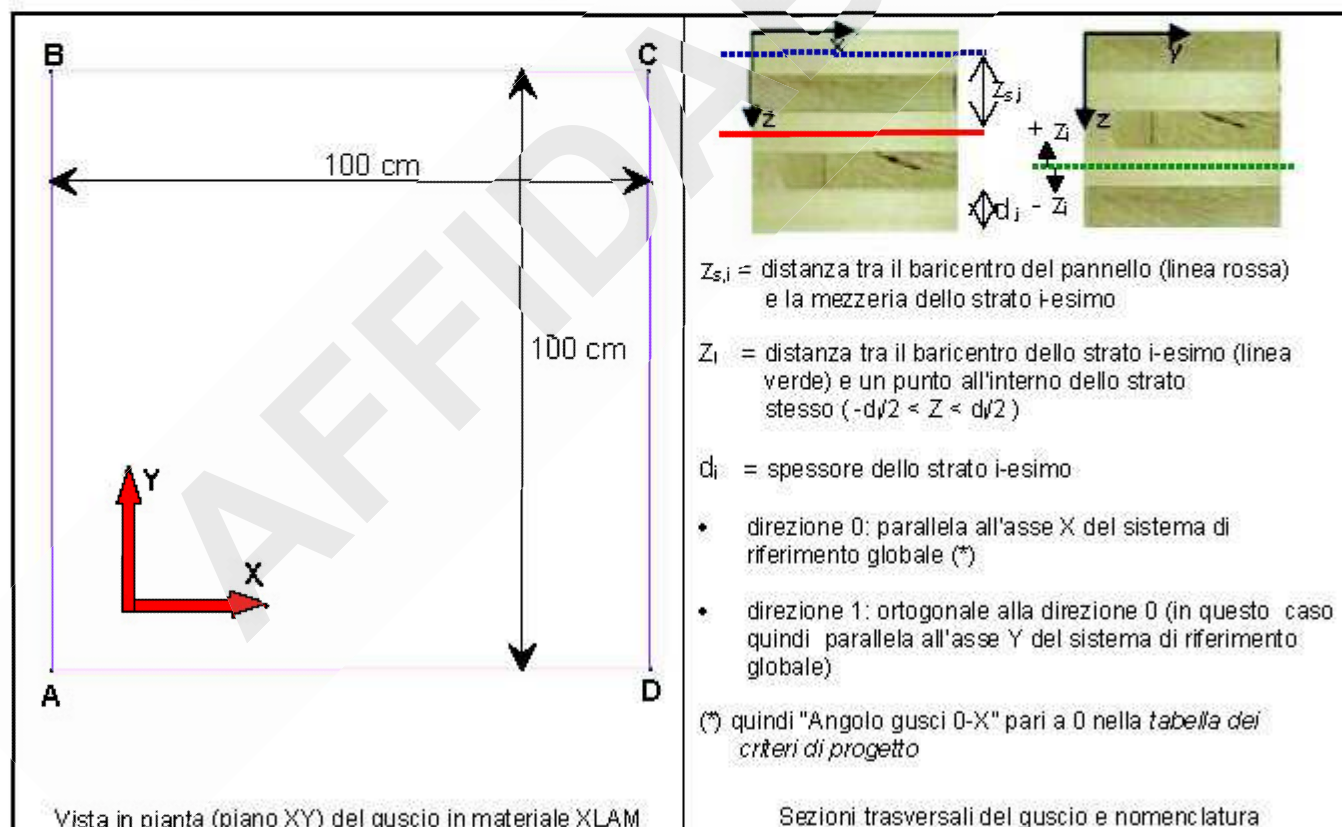
Caso 1: nodi C e D soggetti ad un carico parallelo all'asse X positivo del sistema di riferimento globale di 125 daN;

Caso 2: nodi C e D soggetti ad un carico parallelo all'asse X negativo del sistema di riferimento globale di 125 daN;

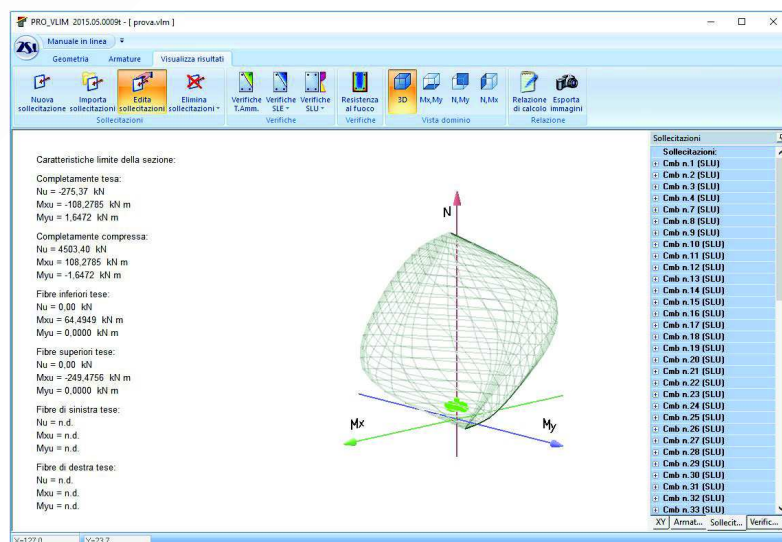
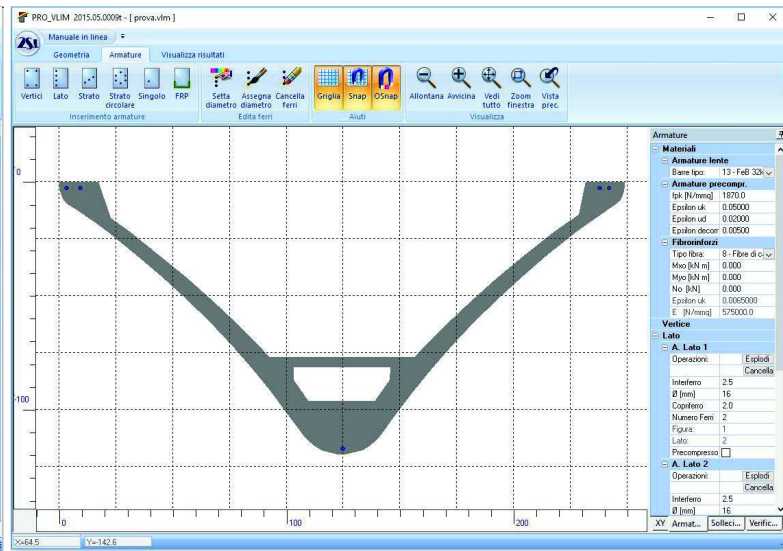
Caso 3: nodi C e D soggetti ad un carico parallelo all'asse Y negativo del sistema di riferimento globale di 125 daN;

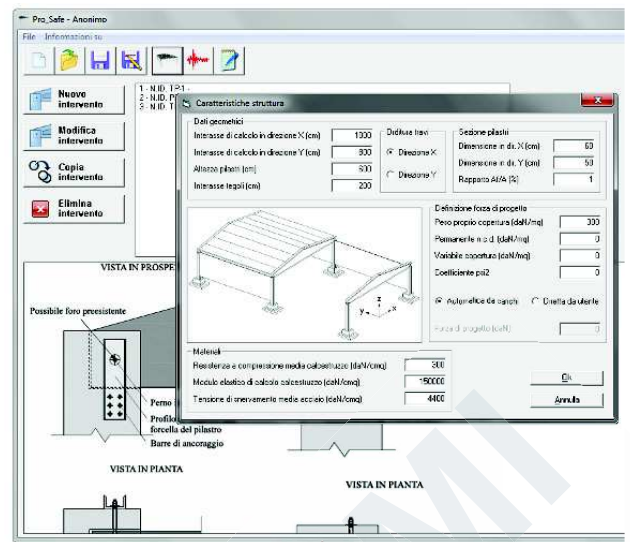
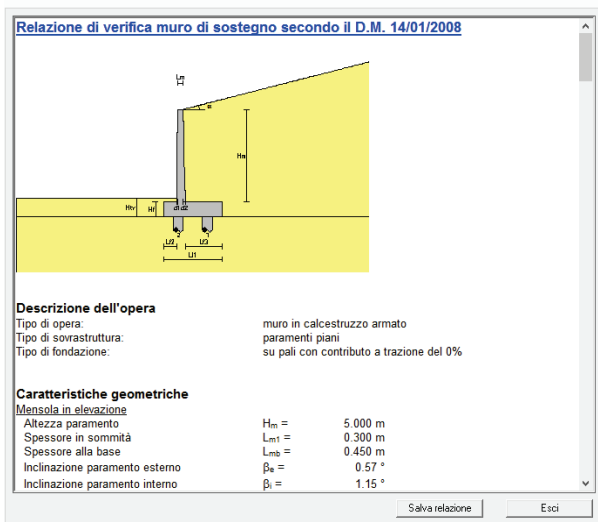
Caso 4: nodi C e D soggetti ad un carico parallelo all'asse Z negativo del sistema di riferimento globale di 125 daN.

Il guscio considerato è formato da 5 strati di uguale spessore incollati tra di loro. Le tavole saranno considerate sia non incollate lungo il lato lungo sia incollate, allo scopo di osservare le differenze, dal punto di vista della risposta strutturale, alla sollecitazione imposta. Le figure sottostanti mostrano la rappresentazione grafica di quanto descritto e specificano le caratteristiche geometriche e meccaniche dei singoli strati.



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	19/05/11	20110310_guscio_XLAM_caso1.PSP 20110310_guscio_XLAM_caso2.PSP 20110310_guscio_XLAM_caso3.PSP 20110310_guscio_XLAM_caso4.PSP	PRO_SAP vers. 2011-05-155	Ing. D. Fugazza



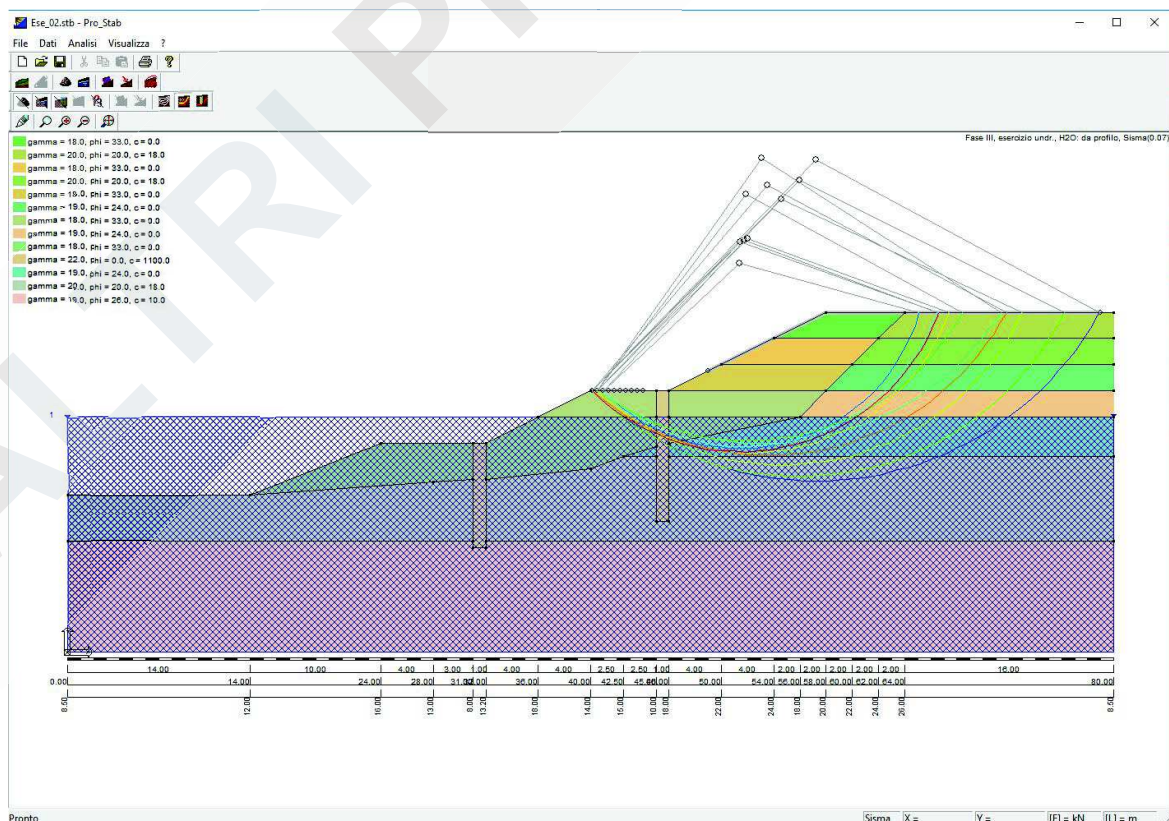


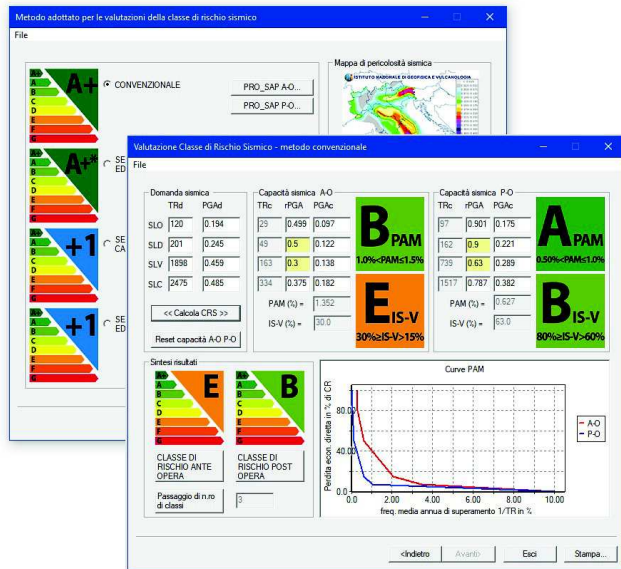
ALTRI PROGRAMMI 2S.I.

PRO_MST: progetto, verifica e disegno dei muri di sostegno a gravità e a mensola. Gestisce anche muri di sostegno su pali. Effettua le verifiche di scorrimento, ribaltamento e portanza. Generazione automatica della relazione di calcolo e disegni esecutivi.

PRO_STAB: verifiche di stabilità dei pendii: pre e post-processore del codice PCSTABL5M.

PRO_SAFE: progetto e verifica degli interventi di fase 1 previsti dalle linee guida Reluis per i capannoni industriali, verifica stato limite di perdita di appoggio e redazione della relazione di calcolo automatica.





ALTRI PROGRAMMI 2S.I.

PRO_SMB automatizza il calcolo della classe di rischio sismico.

La Legge di Stabilità 2017, approvata il 21 dicembre 2016, ha introdotto il Sismabonus. Lo strumento attuativo è il decreto del MIT n. 65 del 7 marzo 2017. Al decreto sono allegate le “Linee Guida per la Classificazione del Rischio Sismico delle Costruzioni” che forniscono le indicazioni per il calcolo della classe di rischio delle strutture, definiscono infatti otto **Classi di Rischio**, con rischio crescente dalla lettera **A+** alla lettera **G**.

PRO_SMB determina la classe di un edificio secondo due metodi:

- *Convenzionale*: applicabile a qualsiasi tipologia di costruzione. Consente la valutazione della Classe di Rischio della costruzione sia nello stato di fatto, sia nello stato conseguente all'eventuale intervento. È possibile acquisire in automatico le informazioni necessarie per la classificazione da modelli PRO_SAP, oppure assegnare i parametri manualmente nel caso si utilizzi il programma in maniera autonoma.

- *Semplificato*: consente una valutazione speditiva della Classe di Rischio. È applicabile agli edifici in muratura, a quelli assimilabili ai capannoni industriali ed agli edifici in calcestruzzo armato. Il metodo semplificato non richiede la modellazione della struttura in PRO_SAP.

PRO_CIS - Certificazione di idoneità statica - [Anonimo]

Genera Scheda Livello 1 Genera Check List A Informazioni su...

Identificazione del fabbricato oggetto di certificazione

Indirizzo (Via, Corso, Piazza, ecc. e numero civico): Milano

Comune: Milano

Provincia: Milano

Coordinate geografiche: Latitudine (es. 45.46736): 45

Coordinate geografiche: Longitudine (es. 9.18255): 9

Dati catastali: Foglio: 0

Allegato: Particella

Ubicazione dell'edificio: Isolato

Numero di piani del fabbricato: 1

Conveniente: Proprietario

1 - Analisi statica critica

1.1 - Documentazione riguardante il progetto e il collaudo: No

1.2 - Al fine di ricostruire lo stato di fatto è stato necessario dare corso a rilievi sul fabbricato?: No

1.3 - Il fabbricato ha subito eventi eccezionali?: No

1.3 - Interventi al proprietario: No

1.4 - Nel fabbricato esistono delle attività soggette alla prevenzione incendi?: No

1.5 - Esistenza pratiche edilizie in corso, quali ad esempio: condoni, ampliamenti, ecc.: No

2 - Definizione dell'organismo strutturale primario

2.1 - Conoscenza dello schema statico: No

2.2 - Descrizione della tipologia strutturale portante: -> Descrizione

2.3 - Dimensioni generali. Esiste corrispondenza tra misure di progetto e misure rilevate?: No

2.3 - Sono state eseguite operazioni peritali mirate a definire l'attuale geometria del fabbricato?: No

2.3 - Descrizione dei documenti recuperati: Descrizione inserita

2.4 - Verifica della congruità dei carichi con la destinazione d'uso dei locali: Si

2.4 - E' possibile esprimere un giudizio di idoneità statica relativo alle zone in cui sono state riscontrate tali difformità?: No

2.4 - Nella relazione viene indicato di stabilire carichi congruenti con la statica delle aree su cui sono applicati?: No

2.4 - Specificare le relazioni tra carichi e destinazioni d'uso: -> Descrizione

2.5 - Ampliamenti e/o soprالعlevazioni realizzati in tempi successivi alla costruzione originale: No

2.6 - Presenza di strutture non portanti connesse alle primarie (Pensiline a copertura di terrazze, strutture vetrate di chiusura balconi, ecc.): No

2.7 - Conoscenza della tipologia e geometria delle fondazioni: No

3 - Interazione con fattori esterni indipendenti dal fabbricato

3.1 - Interazione e pericoli derivanti da fabbricati adiacenti non oggetto della certificazione: No

3.2 - Condizioni al contorno di tipo geometrico. Esistono interazioni con altri manufatti interrati e fuori terra?: No

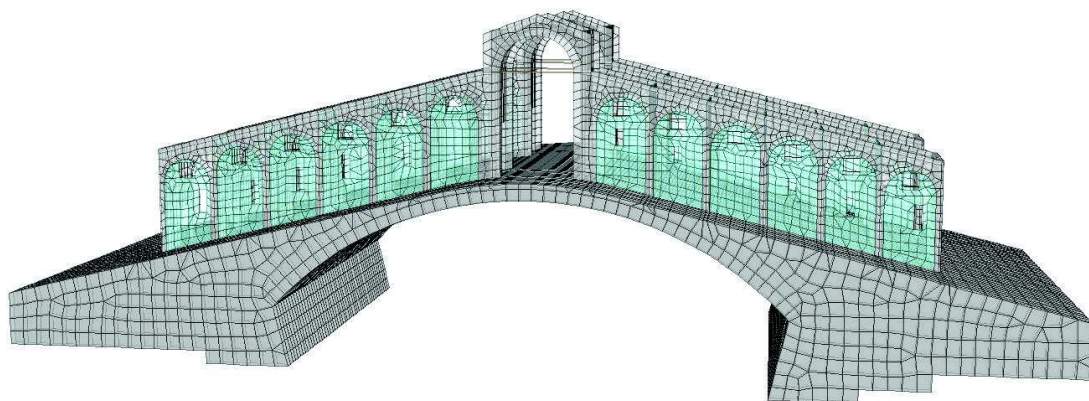
3.3 - Sussistenza di evidenti problematiche di natura geotecnica/geologica: No

PRO_CIS Il regolamento edilizio del Comune di Milano introduce una novità per quanto riguarda il certificato di idoneità statica: all'articolo 11, comma 6, il regolamento rende obbligatoria la verifica dell'idoneità statica di tutti i fabbricati per i quali siano trascorsi più di 50 anni dalla data di collaudo o di ultimazione.

Secondo il regolamento edilizio del Comune di Milano questa verifica si rende necessaria anche in caso di cambio di destinazione d'uso o di interventi di manutenzione straordinaria se non sussistono le condizioni per un nuovo collaudo dell'opera.

Il certificato di idoneità statica deve essere allegato al *fascicolo del fabbricato*.

Il modulo **PRO_CIS** redige il certificato di idoneità statica del Comune di Milano. Compila automaticamente la scheda di primo livello e la checklist A. Il documento a cui fa riferimento sono le linee guida del 23 novembre 2016.



VERSIONI

PRO_SAP è disponibile in due versioni con le medesime funzionalità:

PROFESSIONAL: consente il calcolo di strutture senza nessun limite di nodi e geometria.

LT: limitata a 500 nodi; le funzionalità sono le stesse della versione **PROFESSIONAL** con la sola limitazione nel numero dei nodi.

Sono disponibili **VERSIONI GRATUITE** per chi non è cliente di 2S.I. che si possono utilizzare anche per scopi professionali e realizzano disegni e relazioni di calcolo:

ENTRY (comprende i moduli 1,2,3,4,7) è gratis fino a 150 nodi, consente la generazione di relazioni di calcolo e disegni esecutivi.

e-TIME (comprende tutti i moduli) è gratis sabato, domenica e dalle 20 alle 8 tutti i giorni.

Inoltre, la versione **start-UP** (con tutti i moduli) è pensata per scopi didattici o di ricerca scientifica e non ha limiti di orario o di nodi.

EDIZIONI (LT/PROFESSIONAL)

PRO_SAP Professional SAP è disponibile anche in due pacchetti particolarmente convenienti:

Edizione standard: comprende il modulo base e gli opzionali da 1 a 5 e consente il progetto, la verifica, la generazione di relazioni di calcolo e disegni esecutivi di edifici in cemento armato e acciaio.

Edizione avanzata: comprende il modulo base e gli opzionali da 1 a 10 e consente il progetto, la verifica, la generazione di relazioni di calcolo e disegni esecutivi con tutte le tecnologie gestite da **PRO_SAP**.

Sono previste agevolazioni per studenti, neolaureati, docenti; sconti particolari sono riservati in caso di acquisto di licenze multiple o in aggiornamento competitivo - rottamazione.



DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITÀ

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (NTC 2018 - Paragrafo 10.2)

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Autore-Produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra i quali quelli di tipo sismico).

Gli elementi, lineari e non lineari, utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

Elemento TRUSS (asta)

Elemento BEAM (trave)

Elemento MEMBRANE (membrana)

Elemento PLATE (piastra-guscio)

Elemento BRICK (solido)

Elemento CINGHIA

Elemento BOUNDARY (molla)

Elemento STIFFNESS

(matrice di rigidezza)

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/affidabilita.php>

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi.

Garanzia di qualità

Dal 1 dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

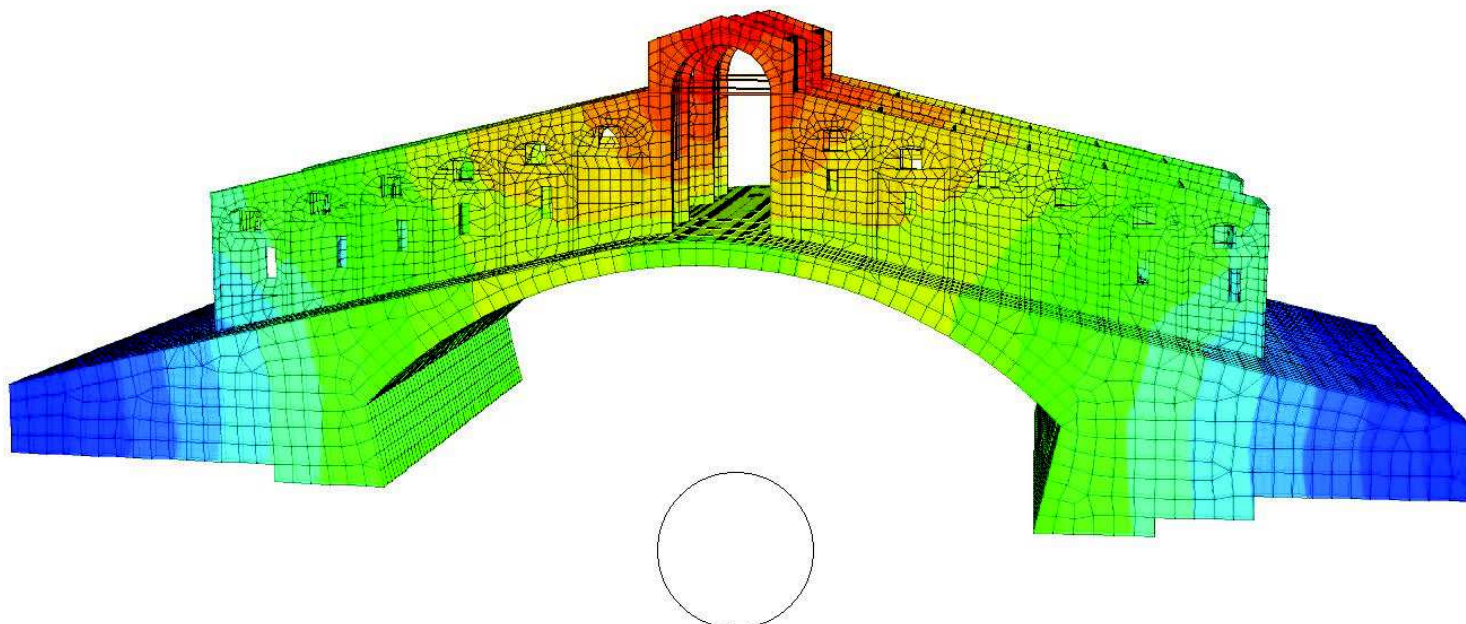
- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;

- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;

- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

Nella produzione del solutore FEM 2S.I. implementa componenti sviluppati da CM2 - Computing Objects SARL spin-off dell'École Centrale Paris, France. E' disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

http://www.2si.it/software/download/manuali/pro_sap_quaderni/Affidabilita/benchmarks_e_sap.zip



PRO_SAP Tabella comparativa versioni

	Edizioni free			Edizione Standard		Edizione Avanzata	
	Entry	e-TIME	Startup	LT	Professional	LT	Professional
Limiti di utilizzo	150 nodi	Sabato, domenica e dalle 20 alle 8 tutti i giorni. Nodi illimitati.	Per studenti o per ricerca scientifica. Nodi illimitati.	500 nodi	Nodi illimitati	500 nodi	Nodi illimitati
Input e analisi statica modulo base	✓	✓	✓		✓		✓
Progetto e verifica c.a. modulo 1	✓	✓	✓		✓		✓
Progetto e verifica acciaio modulo 2	✓	✓	✓		✓		✓
Analisi sismica dinamica, time history, buckling modulo 3	✓	✓	✓		✓		✓
Generazione esecutivi per strutture in c.a. modulo 4	✓	✓	✓		✓		✓
Progetto e verifica dei collegamenti metallici modulo 5		✓	✓		✓		✓
Analisi non lineare modulo 6		✓	✓				✓
Verifica muratura e legno modulo 7	✓	✓	✓				✓
Verifica analitica della resistenza al fuoco modulo 8		✓	✓				✓
Verifica geotecnica modulo 9		✓	✓				✓
Progetto e verifica nuove tecnologie - modulo 10		✓	✓				✓
Analisi con solutore e_SAP a 64 - modulo 11		✓	✓				

©Copyright 2S.I. Software e Servizi per l'ingegneria S.r.l. tutti i diritti riservati.

I programmi, la documentazione e gli allegati (siano essi file, disegni o altro) sono soggetti alle clausole contenute nella licenza d'uso del software PRO_SAP. Il loro utilizzo comporta l'accettazione del contratto di licenza d'uso del software PRO_SAP.

Immagini del Ponte di Rialto per gentile concessione Alessandro Gumier Studio di Ingegneria.

PRO_SAP

Listino	LT	Professional
Input e analisi statica delle strutture Modulo base	€ 450	€ 1.000
Progetto e verifica c.a. Modulo 1	€ 300	€ 750
Progetto e verifica acciaio Modulo 2	€ 300	€ 750
Analisi sismica dinamica, time history, buckling Modulo 3	€ 300	€ 750
Generazione esecutivi per strutture in c.a. Modulo 4	€ 300	€ 750
Progetto e verifica dei collegamenti metallici Modulo 5	€ 200	€ 375
PRO_SAP Edizione standard Comprende modulo base + moduli da 1 a 5	€ 1.750	€ 3.950
Analisi non lineare Modulo 6	€ 300	€ 750
Verifica muratura e legno Modulo 7	€ 250	€ 500
Verifica analitica della resistenza al fuoco Modulo 8	€ 450	€ 750
Verifica geotecnica Modulo 9	€ 300	€ 750
Progetto e verifica nuove tecnologie Modulo 10	€ 300	€ 750
PRO_SAP Edizione avanzata Comprende modulo base + moduli da 1 a 10	€ 3.200	€ 6.950
Aggiornamento annuale Comprende le nuove release software. Gratuito per il primo anno	€ 240	€ 480
Solutore 64 bit Analisi con solutore e_SAP a 64 bit - e_SAPx64	€ 375	
PRO_SAFE Progetto e rafforzamento locale delle strutture ad uso produttivo	€ 600	
PRO_MST Muri di sostegno	€ 400	
PRO_VLIM Domini di rottura per sezioni in c.a.	€ 400	
PRO_STAB Stabilità pendii	€ 400	
PRO_CIS Redazione certificato di idoneità statica del Comune di Milano	€ 175	
PRO_SMB Classificazione del Rischio Sismico per le costruzioni con il metodo convenzionale o semplificato	€ 175	

Versione LT: massimo numero di nodi 500.
Agevolazioni previste per licenza aziendale - didattica - neolaureato - rottamazione.
Prezzi IVA esclusa. Prezzi e caratteristiche soggetti a modifiche senza obbligo di preavviso.

**Aggiornamento gratuito
per il primo anno**