



Comune di Taglio di Po  
Provincia di Rovigo

## COSTRUZIONE DI 35 LOCULI NEL CIMITERO DI TAGLIO DI PO

**Ubicazione:** Via Cimitero, Taglio di Po (RO)

**Proprietà:** COMUNE DI TAGLIO DI PO  
Piazza IV Novembre, 5  
45019 Taglio di Po (RO)

**Il sindaco:** Francesco Siviero

**Il R.U.P.:** Ing. Alessio Mantovani

**Il progettista:** Ing. Mirco Mischiatti

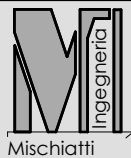
**CUP** F61B16000300006

### PROGETTAZIONE DEFINITIVA-ESECUTIVA

**OGGETTO :** RELAZIONE STRUTTURALE

Riferimento: 2017P034 PROGETTO  
CIMITERO R1 - particolari.pln

| REV | MODIFICHE                | DATA       | DISEGNATORE | TAVOLA        |
|-----|--------------------------|------------|-------------|---------------|
| 0   | CONSEGNA 09-09-2017      | 09-09-2017 |             | <b>A.03.2</b> |
| 1   | REVISIONE DEL 04-04-2018 | 27-04-2018 |             |               |
| 2   |                          |            |             |               |
| 3   |                          |            |             |               |
| 4   |                          |            |             |               |
| 5   |                          |            |             |               |
| 6   |                          |            |             |               |



**Ing. Mirco Mischiatti - Arch. Daria Viviani**  
Via Stadio, 1/D - 45019 Taglio di Po (RO)

Cell.: 3291848969 - 3474930318 - Fax: 0426 346892  
e-mail: m.mischiatti@mischiatti-ingegneria.com  
dariaviviani@gmail.com





Software e Servizi  
per l'Ingegneria s.r.l.

**PRO\_SAP**  
**PRO**fessional **S**tructural **A**nalysis **P**rogram

**Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 17 Gennaio 2018 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.**

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Via Garibaldi, 90

44121 Ferrara FE ( Italy)

Tel. +39 0532 200091

Fax +39 0532 200086

[www.2si.it](http://www.2si.it)

[info@2si.it](mailto:info@2si.it)

D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

<http://www.2si.it/software/Affidabilità.htm>

## INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

### Progetto

La progettazione in oggetto riguarda la completa demolizione di un edificio esistente e la nuova costruzione di uno stabile che dovrà ospitare 35 loculi. La nuova costruzione, di dimensioni 9,03 x 4,22 m, di altezza complessiva max pari a 4,95 dal piano campagna, sarà costituita da struttura in c.a. sia per l'opera di fondazione (platea), sia per le opere in elevazione (pilastri, travi e solai in latero cemento). Il modello strutturale è formato da elementi shell per la parte della platea, da elementi Beam per le travi ed i pilastri, da elementi solaio per l'orizzontamento rigido.

Contenuti della relazione:

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

- *Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo*

- *Affidabilità dei codici utilizzati*

- *Validazione dei codici*

- *Tipo di analisi svolta*

- *Modalità di presentazione dei risultati*

- *Informazioni generali sull'elaborazione*

- *Giudizio motivato di accettabilità dei risultati*

STAMPA DEI DATI DI INGRESSO

- *Normative prese a riferimento*

- *Criteri adottati per le misure di sicurezza*

- *Criteri seguiti nella schematizzazione della struttura, dei vincoli e delle sconnessioni*

- *Interazione tra terreno e struttura*

- *Legami costitutivi adottati per la modellazione dei materiali e dei terreni*

- *Schematizzazione delle azioni, condizioni e combinazioni di carico*

- *Metodologie numeriche utilizzate per l'analisi strutturale*

- *Metodologie numeriche utilizzate per la progettazione e la verifica degli elementi strutturali*

STAMPA DEI RISULTATI

*Il Progettista: Ing. Mirco Mischiatti, via Stadio 1/D, 45019 Taglio di Po (RO)*

11 maggio 2018

|   |    |
|---|----|
| RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....  | 5  |
| Premessa.....   | 5  |
| Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale .....                       | 5  |
| Analisi storico-critica .....   | 5  |
| Esito del rilievo geometrico-strutturale .....  | 5  |
| Descrizione generale dell'opera .....   | 5  |
| Descrizione generale dell'opera .....   | 6  |
| Principali caratteristiche della struttura .....  | 6  |
| Parametri della struttura.....  | 6  |
| Fattore di struttura .....  | 7  |
| Quadro normativo di riferimento adottato.....   | 7  |
| Progetto-verifica degli elementi .....  | 7  |
| Azione sismica.....   | 7  |
| Azioni di progetto sulla costruzione.....   | 7  |
| Modello numerico .....  | 8  |
| Tipo di analisi strutturale.....  | 8  |
| Informazioni sul codice di calcolo.....   | 9  |
| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: .....                                      | 10 |
| Tipo di vincoli: .....  | 10 |
| Modellazione delle azioni.....  | 11 |
| Combinazioni e/o percorsi di carico .....   | 11 |
| Principali risultati .....  | 12 |
| Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati..... | 13 |
| Verifiche agli stati limite ultimi.....   | 13 |
| Verifiche agli stati limite di esercizio.....   | 13 |
| RELAZIONE SUI MATERIALI .....   | 13 |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....   | 14 |
| CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI.....   | 15 |
| LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI.....   | 15 |
| MODELLAZIONE DELLE SEZIONI .....  | 20 |
| LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI.....   | 20 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI.....   | 22 |
| LEGENDA TABELLA DATI NODI.....  | 22 |

|   |    |
|---|----|
| TABELLA DATI NODI .....   | 22 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....                     | 24 |
| TABELLA DATI TRAVI.....   | 24 |
| MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL.....                     | 28 |
| LEGENDA TABELLA DATI SHELL .....                                | 28 |
| MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO .....    | 34 |
| LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI.....                        | 34 |
| MODELLAZIONE DELLE AZIONI .....                                 | 37 |
| LEGENDA TABELLA DATI AZIONI.....                                | 37 |
| SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO .....                       | 40 |
| LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO.....                             | 40 |
| DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI.....                             | 42 |
| LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO .....                    | 42 |
| AZIONE SISMICA .....  | 47 |
| VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA .....                          | 47 |
| Parametri della struttura.....                                  | 47 |
| RISULTATI ANALISI SISMICHE.....                                 | 48 |
| LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE.....                           | 48 |
| RISULTATI NODALI .....  | 56 |
| LEGENDA RISULTATI NODALI .....                                  | 56 |
| RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE .....                             | 58 |
| LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE .....                     | 58 |
| RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE .....                             | 65 |
| LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE.....                      | 65 |
| RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL .....                             | 71 |
| LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL .....                     | 71 |
| VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. ....                              | 75 |
| LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A. ....              | 75 |
| Progettazione delle fondazioni .....                            | 75 |
| VERIFICHE ELEMENTI PARETE E GUSCIO IN C.A. ....                 | 81 |
| LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI PARETE E GUSCIO IN C.A. .... | 81 |
| Progettazione delle fondazioni .....                            | 82 |
| STATI LIMITE D' ESERCIZIO .....                                 | 84 |
| LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO .....                 | 84 |

# RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

## Premessa

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al §10.1 del DM 17/01/18, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Nella presente parte sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale ed alle prestazioni attese dalla struttura.

## Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale

Per edifici esistenti, in coerenza con il paragrafo 8.2 delle NTC-18, l'analisi storico-critica ed il rilievo geometrico-strutturale devono evidenziare i seguenti aspetti: (a) la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione; (b) possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione; (c) la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti; (d) le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

L'intervento in oggetto prevede la demolizione integrale dell'edificio esistente: per tale motivo non si sono condotti rilievi di tipo strutturale.

## Analisi storico-critica

Per edifici esistenti, viene indicata la documentazione reperita e vengono esplicitate le informazioni desunte da ciascuno dei documenti esaminati per le finalità indicate al paragrafo 8.5.1 delle NTC-18.

L'intervento in oggetto prevede la demolizione integrale dell'edificio esistente: per tale motivo non si sono condotti rilievi di tipo strutturale.

## Esito del rilievo geometrico-strutturale

Per edifici esistenti, vengono descritte le modalità con cui è stato effettuato il rilievo geometrico strutturale e gli esiti di quest'ultimo, anche con riferimenti espliciti e puntuali agli elaborati grafici che saranno riportati nella parte "4.1. Rilievo geometrico-strutturale". Il rilievo delle strutture deve essere eseguito e restituito secondo le

modalità e con le finalità riportate nei paragrafi 8.5.2 e 8.7 delle NTC-18.

L'intervento in oggetto prevede la demolizione integrale dell'edificio esistente: per tale motivo non si sono condotti rilievi di tipo strutturale.

## Descrizione generale dell'opera

La nuova ricostruzione dell'edificio che ospiterà n.35 loculi presso il Cimitero di Taglio di Po (RO), sarà costituita da una platea in c.a. dello spessore di 35 cm, da pilastri in elevazione delle dimensioni di 25x25 cm e 25x30 cm. Il solaio di sottocopertura sarà in latero cemento, dello spessore 20+4 cm, sostenuto da travi in c.a. di dimensioni 25x40 e 30x40 cm. Le opere di tamponamento saranno realizzate in laterizio di tipo semiforato.

| Descrizione generale dell'opera |   |
|---------------------------------|---|
| Fabbricato ad uso               | Luogo di Culto (Cimitero)   |
| Ubicazione                      | Comune di TAGLIO DI PO (RO) (Regione VENETO)  |
|                                 | Località TAGLIO DI PO (RO)  |
|                                 | Longitudine 12.208, Latitudine 45.007   |
| Numero di piani                 | Fuori terra 1   |
|                                 | Interrati   |
|                                 | le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 9,03 m x 4,22 m |
| Numero vani scale               | 0   |
| Numero vani ascensore           | 0   |
| Tipo di fondazione              | Platea superficiale   |

| Principali caratteristiche della struttura                                    |                   |
|---|-------------------|
| Struttura regolare in pianta  | SI                |
| Struttura regolare in altezza   | SI                |
| Classe di duttilità   | BASSA             |
| Travi: ricalate o in spessore   | SI                |
| Pilastrì  | SI                |
| Pilastrì in falso   | NO                |
| Tipo di fondazione  | Platea superficia |
| Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma | Nessuna           |

| Parametri della struttura |                |            |                   |
|---------------------------|----------------|------------|-------------------|
| Classe d'uso              | Vita Vn [anni] | Coeff. Uso | Periodo Vr [anni] |
| IV                        | 100.0          | 2.0        | 200.0             |

### Fattore di struttura

Il fattore di struttura utilizzato nel calcolo è pari a 3

### Quadro normativo di riferimento adottato

Le norme ed i documenti assunti quale riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Nel capitolo “normativa di riferimento” è comunque presente l’elenco completo delle normative disponibili.

| Progetto-verifica degli elementi      |                 |
|---------------------------------------|-----------------|
| Progetto cemento armato               | D.M. 17-01-2018 |
| Progetto acciaio                      | D.M. 17-01-2018 |
| Progetto legno                        | D.M. 17-01-2018 |
| Progetto muratura                     | D.M. 17-01-2018 |
| Azione sismica                        |                 |
| Norma applicata per l’ azione sismica | D.M. 17-01-2018 |

### Azioni di progetto sulla costruzione

Nei capitoli “modellazione delle azioni” e “schematizzazione dei casi di carico” sono indicate le azioni sulla costruzioni.

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico,dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame ***sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.***

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L’analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo 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 tensodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L’analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell’ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:



$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$       dove     $\mathbf{K}$  = matrice di rigidezza

$\mathbf{u}$  = vettore spostamenti nodali

$\mathbf{F}$  = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS**                      (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM**                      (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE**                      (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE**                      (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY**                      (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS**                      (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK**                      (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO**                      (macro elemento composto da più membrane)

## Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-18, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

Il modello di calcolo utilizzato è costituito da elementi di fondazione di tipo Shell su suolo alla Winkler, da elementi tipo beam per i pilastri e travi ed elementi di tipo solaio rigido per la simulazione del piano di sottocopertura. Il manto di copertura in pannelli sandwich non è considerato ai fini strutturali per la mancanza di rigidezza dello stesso.

| Tipo di analisi strutturale |    |
|-----------------------------|----|
| Statica lineare             | SI |
| Statica non lineare         | NO |
| Sismica statica lineare     | NO |

|   |    |
|---|----|
| Sismica dinamica lineare                    | SI |
| Sismica statica non lineare (prop. masse)   | NO |
| Sismica statica non lineare (prop. modo)    | NO |
| Sismica statica non lineare (triangolare)   | NO |
| Non linearità geometriche (fattore P delta) | NO |

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

| Informazioni sul codice di calcolo |   |
|------------------------------------|---|
| Titolo:                            | PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program          |
| Versione:                          | PROFESSIONAL (build 2016-10-175)                          |
| Produttore-Distributore:           | 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara |
| Dati utente finale:                | Ing. Mirco Mischiatti                                     |
| Codice Licenza:                    | Licenza dsi4594   |

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ***ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico***. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

| Affidabilità dei codici utilizzati  |
|---|
| <p>2S.I. ha verificato 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.</p> <p>E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <a href="http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm">http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm</a></p> |

|   |        |
|---|--------|
| <b>Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:</b> |        |
| nodi  | 331    |
| elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)                  | 12     |
| elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)                  | 288    |
| elementi solaio   | 2      |
| elementi solidi   | 0      |
| <b>Dimensione del modello strutturale [cm]:</b>             |        |
| X min =   | 0.00   |
| Xmax =  | 990.00 |
| Ymin =  | 0.00   |
| Ymax =  | 425.00 |
| Zmin =  | -35.00 |
| Zmax =  | 385.00 |
| <b>Strutture verticali:</b>                                 |        |
| Elementi di tipo asta                                       | NO     |
| Pilastri  | SI     |
| Pareti  | NO     |
| Setti (a comportamento membranale)                          | NO     |
| <b>Strutture non verticali:</b>                             |        |
| Elementi di tipo asta                                       | NO     |
| Travi   | SI     |
| Gusci   | NO     |
| Membrane  | NO     |
| <b>Orizzontamenti:</b>                                      |        |
| Solai con la proprietà piano rigido                         | NO     |
| Solai senza la proprietà piano rigido                       | SI     |
| <b>Tipo di vincoli:</b>                                     |        |
| Nodi vincolati rigidamente                                  | NO     |
| Nodi vincolati elasticamente                                | NO     |

|   |    |
|---|----|
| Nodi con isolatori sismici                  | NO |
| Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo) | NO |
| Fondazioni di tipo trave                    | NO |
| Fondazioni di tipo platea                   | SI |
| Fondazioni con elementi solidi              | NO |

### Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo **“Schematizzazione dei casi di carico”** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte “2.6.

*Azioni di progetto sulla costruzione”.*

### Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo **“Definizione delle combinazioni”** in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

| Combinazioni dei casi di carico     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| APPROCCIO PROGETTUALE               | Approccio 2 |
| Tensioni ammissibili                | NO          |
| SLU                                 | SI          |
| SLV (SLU con sisma)                 | SI          |
| SLC                                 | NO          |
| SLD                                 | SI          |
| SLO                                 | NO          |
| SLU GEO A2 (per approccio 1)        | NO          |
| SLU EQU                             | NO          |
| Combinazione caratteristica (rara)  | SI          |
| Combinazione frequente              | SI          |
| Combinazione quasi permanente (SLE) | SI          |
| SLA (accidentale quale incendio)    | SI          |

## Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

### 2.8.1. Risultati dell'analisi modale

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

### 2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

2.8.3. Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative. L'analisi e la restituzione degli involuppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

### 2.8.4. Reazioni vincolari

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.

### 2.8.5. Altri risultati significativi

Nella presente parte vengono riportati tutti gli altri risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura.

La presente relazione, oltre ad illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e di elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e involuppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi

- diagrammi di armatura

- percentuali di sfruttamento
- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

### **Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.**

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 anormali. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

### **Verifiche agli stati limite ultimi**

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

### **Verifiche agli stati limite di esercizio**

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

### **RELAZIONE SUI MATERIALI**

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

# NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".
2. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
4. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
6. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
7. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
8. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
9. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
11. D.M. LL.PP. 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, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
12. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
13. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
14. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
15. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
16. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
17. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
18. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
19. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
20. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
21. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
22. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
23. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
24. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
25. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
26. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
27. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
28. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
29. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
30. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
31. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
32. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
33. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

# CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

## LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1 | materiale tipo cemento armato |
| 2 | materiale tipo acciaio        |
| 3 | materiale tipo muratura       |
| 4 | materiale tipo legno          |
| 5 | materiale tipo generico       |

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

|                |   |
|----------------|---|
| <i>Young</i>   | modulo di elasticità normale            |
| <i>Poisson</i> | coefficiente di contrazione trasversale |
| <i>G</i>       | modulo di elasticità tangenziale        |
| <i>Gamma</i>   | peso specifico                          |
| <i>Alfa</i>    | coefficiente di dilatazione termica     |

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

|   |                       |   |  |
|---|-----------------------|---|--|
| 1 | <b>cemento armato</b> | <b>Rck</b><br><b>Fctm</b>   | resistenza caratteristica cubica<br>resistenza media a trazione semplice   |
| 2 | <b>acciaio</b>        | <b>Ft</b><br><b>Fy</b><br><b>Fd</b><br><b>Fdt</b><br><b>Sadm</b><br><b>Sadmt</b>  | tensione di rottura a trazione<br>tensione di snervamento<br>resistenza di calcolo<br>resistenza di calcolo per spess. t>40 mm<br>tensione ammissibile<br>tensione ammissibile per spess. t>40 mm  |
| 3 | <b>muratura</b>       | <b>Resist. Fk</b><br><b>Resist. Fvko</b>  | resistenza caratteristica a compressione<br>resistenza caratteristica a taglio   |
| 4 | <b>legno</b>          | <b>Resist. fc0k</b><br><b>Resist. ft0k</b><br><b>Resist. fmk</b><br><b>Resist. fvk</b><br><b>Modulo E0,05</b><br><b>Lamellare</b> | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione<br>Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione<br>Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione<br>Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio<br>Modulo elastico parallelo caratteristico<br>lamellare o massiccio |

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.



Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

**Modellazione di strutture in c.a.**

| Test N° | Titolo  |
|---------|---|
| 41      | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.  |
| 42      | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.   |
| 43      | VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.   |
| 44      | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.  |
| 45      | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.                                     |
| 46      | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.                                       |
| 47      | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96                      |
| 48      | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 E D.M.17/01/2018. |
| 49      | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                        |
| 50      | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                                   |
| 51      | FATTORE DI STRUTTURA  |
| 52      | SOVRARESISTENZE   |
| 53      | DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO             |
| 54      | PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA   |
| 80      | ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.   |
| 120     | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM   |

| Id | Tipo / Note                |         | Young     | Poisson | G         | Gamma    | Alfa     |
|----|----------------------------|---------|-----------|---------|-----------|----------|----------|
|    |                            | daN/cm2 | daN/cm2   |         | daN/cm2   | daN/cm3  |          |
| 1  | Calcestruzzo Classe C25/30 |         | 3.145e+05 | 0.20    | 1.310e+05 | 2.50e-03 | 1.00e-05 |
|    | Rck                        | 300.0   |           |         |           |          |          |
|    | fctm                       | 25.6    |           |         |           |          |          |
| 4  | Calcestruzzo Classe C32/40 |         | 3.360e+05 | 0.20    | 1.400e+05 | 2.50e-03 | 1.00e-05 |
|    | Rck                        | 400.0   |           |         |           |          |          |
|    | fctm                       | 31.0    |           |         |           |          |          |

|             |        |        |        |         |         |         |
|-------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Pareti c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
| Generalità  |        |        |        |         |         |         |

| <b>Pareti c.a.</b>                   | <b>1/7/..</b>               | <b>2/8/..</b> | <b>3/9/..</b> | <b>4/10/..</b> | <b>5/11/..</b> | <b>6/12/..</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Progetto armatura                    | Composto con parete sismica |               |               |                |                |                |
| <b>Armatura</b>                      |                             |               |               |                |                |                |
| Inclinazione Av [ gradi ]            | 90.00                       |               |               |                |                |                |
| Angolo Av-Ao [ gradi ]               | 90.00                       |               |               |                |                |                |
| Minima tesa                          | 0.25                        |               |               |                |                |                |
| Massima tesa                         | 4.00                        |               |               |                |                |                |
| Maglia unica centrale                | No                          |               |               |                |                |                |
| Unico strato verticale               | No                          |               |               |                |                |                |
| Unico strato orizzontale             | No                          |               |               |                |                |                |
| Copriferro [ cm ]                    | 2.00                        |               |               |                |                |                |
| <b>Maglia V</b>                      |                             |               |               |                |                |                |
| diametro                             | 10                          |               |               |                |                |                |
| passo                                | 25                          |               |               |                |                |                |
| diametro aggiuntivi                  | 12                          |               |               |                |                |                |
| <b>Maglia O</b>                      |                             |               |               |                |                |                |
| diametro                             | 8                           |               |               |                |                |                |
| passo                                | 25                          |               |               |                |                |                |
| diametro aggiuntivi                  | 8                           |               |               |                |                |                |
| <b>Stati limite ultimi</b>           |                             |               |               |                |                |                |
| Tensione fy [daN/cm2 ]               | 4500.00                     |               |               |                |                |                |
| Tipo acciaio                         | tipo C                      |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma s                 | 1.15                        |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma c                 | 1.50                        |               |               |                |                |                |
| Fattore di confidenza FC             | 0.0                         |               |               |                |                |                |
| Verifiche con N costante             | Si                          |               |               |                |                |                |
| <b>Tensioni ammissibili</b>          |                             |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ]         | 97.50                       |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]     | 2600.00                     |               |               |                |                |                |
| Rapporto omogeneizzazione N          | 15.00                       |               |               |                |                |                |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00                        |               |               |                |                |                |
| <b>Parete sismica</b>                |                             |               |               |                |                |                |
| Fattore amplificazione taglio V      | 1.50                        |               |               |                |                |                |
| Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [ cm ]         | 0.0                         |               |               |                |                |                |
| Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [ cm ]         | 0.0                         |               |               |                |                |                |
| Usa diagramma di fig. 7.4.2          | Si                          |               |               |                |                |                |
| Vincolo lati                         | nessun lato                 |               |               |                |                |                |
| Verifica come fascia                 | No                          |               |               |                |                |                |
| Diametro di estremità                | 0                           |               |               |                |                |                |
| <b>Zona confinata</b>                |                             |               |               |                |                |                |
| Minima tesa                          | 1.00                        |               |               |                |                |                |
| Massima tesa                         | 4.00                        |               |               |                |                |                |
| Distanza barre [ cm ]                | 2.00                        |               |               |                |                |                |
| Interferro                           | 2                           |               |               |                |                |                |
| <b>Armatura inclinata</b>            |                             |               |               |                |                |                |
| Area barre [ cm2 ]                   | 0.0                         |               |               |                |                |                |
| Angolo orizzontale [ gradi ]         | 0.0                         |               |               |                |                |                |
| Distanza di base [ cm ]              | 0.0                         |               |               |                |                |                |
| <b>Resistenza al fuoco</b>           |                             |               |               |                |                |                |
| 3- intradosso                        | No                          |               |               |                |                |                |
| 3+ estradosso                        | No                          |               |               |                |                |                |
| Tempo di esposizione R               | 15                          |               |               |                |                |                |

| <b>Gusci c.a.</b>          | <b>1/7/..</b> | <b>2/8/..</b> | <b>3/9/..</b> | <b>4/10/..</b> | <b>5/11/..</b> | <b>6/12/..</b> |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Armatura</b>            |               |               |               |                |                |                |
| Inclinazione Ax [ gradi ]  | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Angolo Ax-Ay [ gradi ]     | 90.00         |               |               |                |                |                |
| Minima tesa                | 0.31          |               |               |                |                |                |
| Massima tesa               | 0.78          |               |               |                |                |                |
| Maglia unica centrale      | No            |               |               |                |                |                |
| Copriferro [ cm ]          | 3.00          |               |               |                |                |                |
| <b>Maglia x</b>            |               |               |               |                |                |                |
| diametro                   | 6             |               |               |                |                |                |
| passo                      | 20            |               |               |                |                |                |
| diametro aggiuntivi        | 18            |               |               |                |                |                |
| <b>Maglia y</b>            |               |               |               |                |                |                |
| diametro                   | 6             |               |               |                |                |                |
| passo                      | 20            |               |               |                |                |                |
| diametro aggiuntivi        | 18            |               |               |                |                |                |
| <b>Stati limite ultimi</b> |               |               |               |                |                |                |
| Tensione fy [daN/cm2 ]     | 4500.00       |               |               |                |                |                |

| <b>Gusci c.a.</b>                    | <b>1/7/..</b> | <b>2/8/..</b> | <b>3/9/..</b> | <b>4/10/..</b> | <b>5/11/..</b> | <b>6/12/..</b> |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Tipo acciaio                         | tipo C        |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma s                 | 1.15          |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma c                 | 1.50          |               |               |                |                |                |
| Fattore di confidenza FC             | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Verifiche con N costante             | Si            |               |               |                |                |                |
| Applica SLU da DIN                   | No            |               |               |                |                |                |
| <b>Tensioni ammissibili</b>          |               |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ]         | 97.50         |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]     | 2600.00       |               |               |                |                |                |
| Rapporto omogeneizzazione N          | 15.00         |               |               |                |                |                |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00          |               |               |                |                |                |
| <b>Resistenza al fuoco</b>           |               |               |               |                |                |                |
| 3- intradosso                        | No            |               |               |                |                |                |
| 3+ estradosso                        | No            |               |               |                |                |                |
| Tempo di esposizione R               | 15            |               |               |                |                |                |

| <b>Travi c.a.</b>                    | <b>1/7/..</b> | <b>2/8/..</b> | <b>3/9/..</b> | <b>4/10/..</b> | <b>5/11/..</b> | <b>6/12/..</b> |
|--------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Generalità</b>                    |               |               |               |                |                |                |
| Progetta a filo                      | No            |               |               |                |                |                |
| Af inf: da $q \cdot L \cdot L /$     | 0.0           |               |               |                |                |                |
| <b>Armatura</b>                      |               |               |               |                |                |                |
| Minima tesa                          | 0.31          |               |               |                |                |                |
| Minima compressa                     | 0.31          |               |               |                |                |                |
| Massima tesa                         | 0.78          |               |               |                |                |                |
| Da sezione                           | Si            |               |               |                |                |                |
| Usa armatura teorica                 | No            |               |               |                |                |                |
| <b>Stati limite ultimi</b>           |               |               |               |                |                |                |
| Tensione fy [daN/cm2 ]               | 4500.00       |               |               |                |                |                |
| Tensione fy staffe [daN/cm2 ]        | 4500.00       |               |               |                |                |                |
| Tipo acciaio                         | tipo C        |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma s                 | 1.15          |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma c                 | 1.50          |               |               |                |                |                |
| Fattore di confidenza FC             | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Verifiche con N costante             | Si            |               |               |                |                |                |
| Fattore di redistribuzione           | 0.0           |               |               |                |                |                |
| <b>Modello per il confinamento</b>   |               |               |               |                |                |                |
| Relazione tensio-deformativa         | Mander        |               |               |                |                |                |
| Incrudimento acciaio                 | 5.000e-03     |               |               |                |                |                |
| Fattore lambda                       | 1.00          |               |               |                |                |                |
| epsilon max,s                        | 4.000e-02     |               |               |                |                |                |
| epsilon cu2                          | 4.500e-03     |               |               |                |                |                |
| epsilon c2                           | 0.0           |               |               |                |                |                |
| epsilon cy                           | 0.0           |               |               |                |                |                |
| <b>Tensioni ammissibili</b>          |               |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ]         | 97.50         |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]     | 2600.00       |               |               |                |                |                |
| Rapporto omogeneizzazione N          | 15.00         |               |               |                |                |                |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00          |               |               |                |                |                |
| <b>Staffe</b>                        |               |               |               |                |                |                |
| Diametro staffe                      | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Passo minimo [ cm ]                  | 4.00          |               |               |                |                |                |
| Passo massimo [ cm ]                 | 30.00         |               |               |                |                |                |
| Passo raffittito [ cm ]              | 15.00         |               |               |                |                |                |
| Lunghezza zona raffittita [ cm ]     | 50.00         |               |               |                |                |                |
| Ctg(Teta) Max                        | 2.50          |               |               |                |                |                |
| Percentuale sagomati                 | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Luce di taglio per GR [ cm ]         | 1.00          |               |               |                |                |                |
| Adotta scorrimento medio             | No            |               |               |                |                |                |
| Torsione non essenziale inclusa      | Si            |               |               |                |                |                |

| <b>Pilastrì c.a.</b> | <b>1/7/..</b>   | <b>2/8/..</b> | <b>3/9/..</b> | <b>4/10/..</b> | <b>5/11/..</b> | <b>6/12/..</b> |
|----------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Generalità</b>    |                 |               |               |                |                |                |
| Progetto armatura    | Privilegia lati |               |               |                |                |                |
| Progetta a filo      | No              |               |               |                |                |                |
| Effetti del 2 ordine | Si              |               |               |                |                |                |
| Beta per 2-2         | 1.00            |               |               |                |                |                |

| <b>Pilastri c.a.</b>               | <b>1/7/..</b> | <b>2/8/..</b> | <b>3/9/..</b> | <b>4/10/..</b> | <b>5/11/..</b> | <b>6/12/..</b> |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Beta per 3-3                       | 1.00          |               |               |                |                |                |
| <b>Armatura</b>                    |               |               |               |                |                |                |
| Massima tesa                       | 4.00          |               |               |                |                |                |
| Minima tesa                        | 1.00          |               |               |                |                |                |
| <b>Stati limite ultimi</b>         |               |               |               |                |                |                |
| Tensione fy [daN/cm2 ]             | 4500.00       |               |               |                |                |                |
| Tensione fy staffe [daN/cm2 ]      | 4500.00       |               |               |                |                |                |
| Tipo acciaio                       | tipo C        |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma s               | 1.15          |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma c               | 1.50          |               |               |                |                |                |
| Fattore di confidenza FC           | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Verifiche con N costante           | Si            |               |               |                |                |                |
| <b>Modello per il confinamento</b> |               |               |               |                |                |                |
| Relazione tensio-deformativa       | Mander        |               |               |                |                |                |
| Incrudimento acciaio               | 5.000e-03     |               |               |                |                |                |
| Fattore lambda                     | 1.00          |               |               |                |                |                |
| epsilon max,s                      | 4.000e-02     |               |               |                |                |                |
| epsilon cu2                        | 4.500e-03     |               |               |                |                |                |
| epsilon c2                         | 0.0           |               |               |                |                |                |
| epsilon cy                         | 0.0           |               |               |                |                |                |
| <b>Tensioni ammissibili</b>        |               |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ]       | 97.50         |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]   | 2600.00       |               |               |                |                |                |
| Rapporto omogeneizzazione N        | 15.00         |               |               |                |                |                |
| <b>Staffe</b>                      |               |               |               |                |                |                |
| Diametro staffe                    | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Passo minimo [ cm ]                | 5.00          |               |               |                |                |                |
| Passo massimo [ cm ]               | 25.00         |               |               |                |                |                |
| Passo raffittito [ cm ]            | 15.00         |               |               |                |                |                |
| Lunghezza zona raffittita [ cm ]   | 45.00         |               |               |                |                |                |
| Ctg(Teta) Max                      | 2.50          |               |               |                |                |                |
| Luce di taglio per GR [ cm ]       | 1.00          |               |               |                |                |                |
| Massimizza gerarchia               | Si            |               |               |                |                |                |

| <b>Solai e pannelli</b>                      | <b>1/7/..</b> | <b>2/8/..</b> | <b>3/9/..</b> | <b>4/10/..</b> | <b>5/11/..</b> | <b>6/12/..</b> |
|--|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Generalità</b>                            |               |               |               |                |                |                |
| Usa tensioni ammissibili                     | No            |               |               |                |                |                |
| Af inf: da traliccio                         | Si            |               |               |                |                |                |
| Consenti armatura a taglio                   | No            |               |               |                |                |                |
| Incrementa armatura longitudinale per taglio | Si            |               |               |                |                |                |
| Af inf: da q*L*L /                           | 20.00         |               |               |                |                |                |
| Incremento fascia piena [ cm ]               | 5.00          |               |               |                |                |                |
| <b>Armatura</b>                              |               |               |               |                |                |                |
| Minima tesa                                  | 0.15          |               |               |                |                |                |
| Massima tesa                                 | 3.00          |               |               |                |                |                |
| Minima compressa                             | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Af/h [ cm ]                                  | 7.000e-02     |               |               |                |                |                |
| <b>Stati limite ultimi</b>                   |               |               |               |                |                |                |
| Tensione fy [daN/cm2 ]                       | 4500.00       |               |               |                |                |                |
| Tipo acciaio                                 | tipo C        |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma s                         | 1.15          |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma c                         | 1.50          |               |               |                |                |                |
| Fattore di ridistribuzione                   | 0.0           |               |               |                |                |                |
| <b>Tensioni ammissibili</b>                  |               |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ]                 | 85.00         |               |               |                |                |                |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]             | 2600.00       |               |               |                |                |                |
| Rapporto omogeneizzazione N                  | 15.00         |               |               |                |                |                |
| Massimo rapporto area compressa/tesa         | 1.00          |               |               |                |                |                |
| <b>Verifica freccia</b>                      |               |               |               |                |                |                |
| Infinita                                     | 250.00        |               |               |                |                |                |
| Istantanea                                   | 500.00        |               |               |                |                |                |
| Fattore viscosità                            | 3.00          |               |               |                |                |                |
| Usa J non fessurato                          | No            |               |               |                |                |                |
| <b>Elementi non strutturali</b>              |               |               |               |                |                |                |
| Tamponatura antiespulsione                   | No            |               |               |                |                |                |
| Tamponatura con armatura                     | No            |               |               |                |                |                |
| Fattore di struttura                         | 2.00          |               |               |                |                |                |
| Coefficiente gamma m                         | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Periodo Ta                                   | 0.0           |               |               |                |                |                |
| Altezza pannello                             | 0.0           |               |               |                |                |                |

# MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

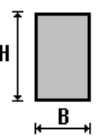
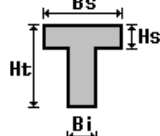
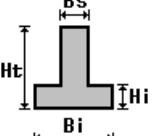
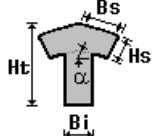
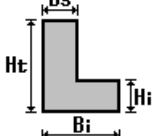
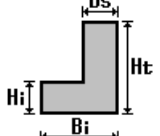
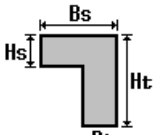
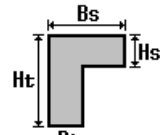
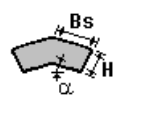
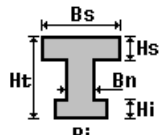
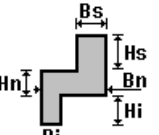
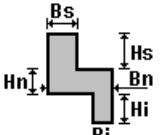
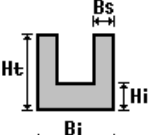
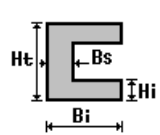
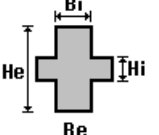
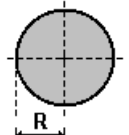
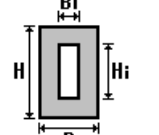
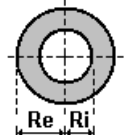
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

|              |   |
|--------------|---|
| <b>Area</b>  | area della sezione  |
| <b>A V2</b>  | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2) |
| <b>A V3</b>  | area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3) |
| <b>Jt</b>    | fattore torsionale di rigidità                                      |
| <b>J2-2</b>  | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2                 |
| <b>J3-3</b>  | momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3                 |
| <b>W2-2</b>  | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2              |
| <b>W3-3</b>  | modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3              |
| <b>Wp2-2</b> | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2     |
| <b>Wp3-3</b> | modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3     |

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidità degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

|  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| <br>rettangolare             | <br>a T           | <br>a T rovescia  | <br>a T di colmo | <br>a L                   | <br>a L specchiata  |
| <br>a L specchiata rovescia | <br>a L rovescia | <br>a L di colmo | <br>a doppio T  | <br>a quattro specchiata | <br>a quattro      |
| <br>a U                     | <br>a C          | <br>a croce      | <br>circolare   | <br>rettangolare cava    | <br>circolare cava |

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):  
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2  
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N°    | Titolo   |
|------------|--|
| <b>1</b>   | CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI  |
| <b>45</b>  | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.   |
| <b>48</b>  | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96                     |
| <b>49</b>  | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 E D.M. 17/1/2018 |
| <b>50</b>  | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                       |
| <b>51</b>  | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                                  |
| <b>104</b> | ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO   |

| Id | Tipo        | Area   | A V2   | A V3   | Jt        | J 2-2     | J 3-3     | W 2-2   | W 3-3   | Wp 2-2  | Wp 3-3  |
|----|-------------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|
|    |             | cm2    | cm2    | cm2    | cm4       | cm4       | cm4       | cm3     | cm3     | cm3     | cm3     |
| 1  | pilastr     | 625.00 | 520.83 | 520.83 | 5.491e+04 | 3.255e+04 | 3.255e+04 | 2604.17 | 2604.17 | 3906.25 | 3906.25 |
| 2  | TRAVE 25X40 | 875.00 | 729.17 | 729.17 | 1.022e+05 | 4.557e+04 | 8.932e+04 | 3645.83 | 5104.17 | 5468.75 | 7656.25 |

# MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

## LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

|             |                           |
|-------------|---------------------------|
| <b>Nodo</b> | numero del nodo.          |
| <b>X</b>    | valore della coordinata X |
| <b>Y</b>    | valore della coordinata Y |
| <b>Z</b>    | valore della coordinata Z |

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

|                |   |
|----------------|---|
| <b>Nodo</b>    | numero del nodo.  |
| <b>X</b>       | valore della coordinata X   |
| <b>Y</b>       | valore della coordinata Y   |
| <b>Z</b>       | valore della coordinata Z   |
| <b>Note</b>    | eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).           |
| <b>Note</b>    | (FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo.<br>(ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo |
| <b>Rig. TX</b> | valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).  |

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18

## TABELLA DATI NODI

| Nodo | X     | Y     | Z     | Nodo | X     | Y     | Z     | Nodo | X     | Y     | Z     |
|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|      | cm    | cm    | cm    |      | cm    | cm    | cm    |      | cm    | cm    | cm    |
| 1    | 0.0   | 0.0   | -35.0 | 2    | 55.0  | 0.0   | -35.0 | 3    | 110.0 | 0.0   | -35.0 |
| 4    | 165.0 | 0.0   | -35.0 | 5    | 220.0 | 0.0   | -35.0 | 6    | 275.0 | 0.0   | -35.0 |
| 7    | 330.0 | 0.0   | -35.0 | 8    | 385.0 | 0.0   | -35.0 | 9    | 440.0 | 0.0   | -35.0 |
| 10   | 495.0 | 0.0   | -35.0 | 11   | 550.0 | 0.0   | -35.0 | 12   | 605.0 | 0.0   | -35.0 |
| 13   | 660.0 | 0.0   | -35.0 | 14   | 687.5 | 0.0   | -35.0 | 15   | 715.0 | 0.0   | -35.0 |
| 16   | 742.5 | 0.0   | -35.0 | 17   | 770.0 | 0.0   | -35.0 | 18   | 797.5 | 0.0   | -35.0 |
| 19   | 825.0 | 0.0   | -35.0 | 20   | 852.5 | 0.0   | -35.0 | 21   | 880.0 | 0.0   | -35.0 |
| 22   | 907.5 | 0.0   | -35.0 | 23   | 935.0 | 0.0   | -35.0 | 24   | 962.5 | 0.0   | -35.0 |
| 25   | 990.0 | 0.0   | -35.0 | 26   | 0.0   | 35.4  | -35.0 | 27   | 55.0  | 35.4  | -35.0 |
| 28   | 110.0 | 35.4  | -35.0 | 29   | 165.0 | 35.4  | -35.0 | 30   | 220.0 | 35.4  | -35.0 |
| 31   | 275.0 | 35.4  | -35.0 | 32   | 330.0 | 35.4  | -35.0 | 33   | 385.0 | 35.4  | -35.0 |
| 34   | 440.0 | 35.4  | -35.0 | 35   | 495.0 | 35.4  | -35.0 | 36   | 550.0 | 35.4  | -35.0 |
| 37   | 605.0 | 35.4  | -35.0 | 38   | 660.0 | 35.4  | -35.0 | 39   | 687.5 | 35.4  | -35.0 |
| 40   | 715.0 | 35.4  | -35.0 | 41   | 742.5 | 35.4  | -35.0 | 42   | 770.0 | 35.4  | -35.0 |
| 43   | 797.5 | 35.4  | -35.0 | 44   | 825.0 | 35.4  | -35.0 | 45   | 852.5 | 35.4  | -35.0 |
| 46   | 880.0 | 35.4  | -35.0 | 47   | 907.5 | 35.4  | -35.0 | 48   | 935.0 | 35.4  | -35.0 |
| 49   | 962.5 | 35.4  | -35.0 | 50   | 990.0 | 35.4  | -35.0 | 51   | 0.0   | 70.8  | -35.0 |
| 52   | 55.0  | 70.8  | -35.0 | 53   | 110.0 | 70.8  | -35.0 | 54   | 165.0 | 70.8  | -35.0 |
| 55   | 220.0 | 70.8  | -35.0 | 56   | 275.0 | 70.8  | -35.0 | 57   | 330.0 | 70.8  | -35.0 |
| 58   | 385.0 | 70.8  | -35.0 | 59   | 440.0 | 70.8  | -35.0 | 60   | 495.0 | 70.8  | -35.0 |
| 61   | 550.0 | 70.8  | -35.0 | 62   | 605.0 | 70.8  | -35.0 | 63   | 660.0 | 70.8  | -35.0 |
| 64   | 687.5 | 70.8  | -35.0 | 65   | 715.0 | 70.8  | -35.0 | 66   | 742.5 | 70.8  | -35.0 |
| 67   | 770.0 | 70.8  | -35.0 | 68   | 797.5 | 70.8  | -35.0 | 69   | 825.0 | 70.8  | -35.0 |
| 70   | 852.5 | 70.8  | -35.0 | 71   | 880.0 | 70.8  | -35.0 | 72   | 907.5 | 70.8  | -35.0 |
| 73   | 935.0 | 70.8  | -35.0 | 74   | 962.5 | 70.8  | -35.0 | 75   | 990.0 | 70.8  | -35.0 |
| 76   | 0.0   | 106.3 | -35.0 | 77   | 55.0  | 106.3 | -35.0 | 78   | 110.0 | 106.3 | -35.0 |
| 79   | 165.0 | 106.3 | -35.0 | 80   | 220.0 | 106.3 | -35.0 | 81   | 275.0 | 106.3 | -35.0 |
| 82   | 330.0 | 106.3 | -35.0 | 83   | 385.0 | 106.3 | -35.0 | 84   | 440.0 | 106.3 | -35.0 |
| 85   | 495.0 | 106.3 | -35.0 | 86   | 550.0 | 106.3 | -35.0 | 87   | 605.0 | 106.3 | -35.0 |
| 88   | 660.0 | 106.3 | -35.0 | 89   | 687.5 | 106.3 | -35.0 | 90   | 715.0 | 106.3 | -35.0 |
| 91   | 742.5 | 106.3 | -35.0 | 92   | 770.0 | 106.3 | -35.0 | 93   | 797.5 | 106.3 | -35.0 |
| 94   | 825.0 | 106.3 | -35.0 | 95   | 852.5 | 106.3 | -35.0 | 96   | 880.0 | 106.3 | -35.0 |
| 97   | 907.5 | 106.3 | -35.0 | 98   | 935.0 | 106.3 | -35.0 | 99   | 962.5 | 106.3 | -35.0 |
| 100  | 990.0 | 106.3 | -35.0 | 101  | 0.0   | 141.7 | -35.0 | 102  | 55.0  | 141.7 | -35.0 |
| 103  | 110.0 | 141.7 | -35.0 | 104  | 165.0 | 141.7 | -35.0 | 105  | 220.0 | 141.7 | -35.0 |

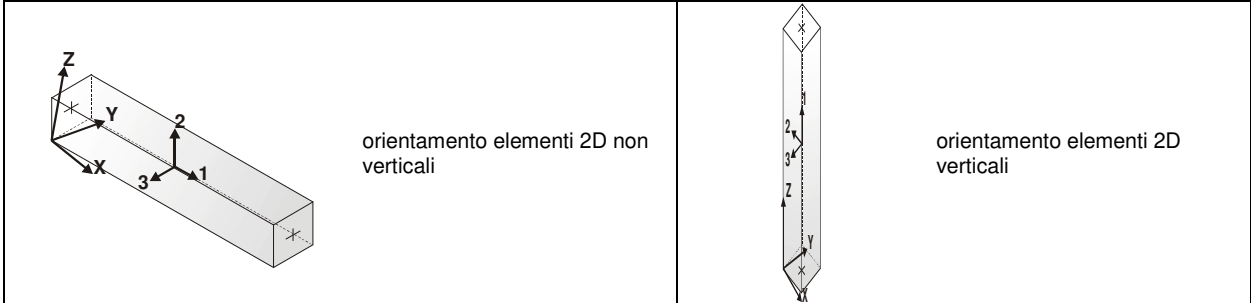
|     |       |       |       |     |       |       |       |     |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|
| 106 | 275.0 | 141.7 | -35.0 | 107 | 330.0 | 141.7 | -35.0 | 108 | 385.0 | 141.7 | -35.0 |
| 109 | 440.0 | 141.7 | -35.0 | 110 | 495.0 | 141.7 | -35.0 | 111 | 550.0 | 141.7 | -35.0 |
| 112 | 605.0 | 141.7 | -35.0 | 113 | 660.0 | 141.7 | -35.0 | 114 | 687.5 | 141.7 | -35.0 |
| 115 | 715.0 | 141.7 | -35.0 | 116 | 742.5 | 141.7 | -35.0 | 117 | 770.0 | 141.7 | -35.0 |
| 118 | 797.5 | 141.7 | -35.0 | 119 | 825.0 | 141.7 | -35.0 | 120 | 852.5 | 141.7 | -35.0 |
| 121 | 880.0 | 141.7 | -35.0 | 122 | 907.5 | 141.7 | -35.0 | 123 | 935.0 | 141.7 | -35.0 |
| 124 | 962.5 | 141.7 | -35.0 | 125 | 990.0 | 141.7 | -35.0 | 126 | 0.0   | 177.1 | -35.0 |
| 127 | 55.0  | 177.1 | -35.0 | 128 | 110.0 | 177.1 | -35.0 | 129 | 165.0 | 177.1 | -35.0 |
| 130 | 220.0 | 177.1 | -35.0 | 131 | 275.0 | 177.1 | -35.0 | 132 | 330.0 | 177.1 | -35.0 |
| 133 | 385.0 | 177.1 | -35.0 | 134 | 440.0 | 177.1 | -35.0 | 135 | 495.0 | 177.1 | -35.0 |
| 136 | 550.0 | 177.1 | -35.0 | 137 | 605.0 | 177.1 | -35.0 | 138 | 660.0 | 177.1 | -35.0 |
| 139 | 687.5 | 177.1 | -35.0 | 140 | 715.0 | 177.1 | -35.0 | 141 | 742.5 | 177.1 | -35.0 |
| 142 | 770.0 | 177.1 | -35.0 | 143 | 797.5 | 177.1 | -35.0 | 144 | 825.0 | 177.1 | -35.0 |
| 145 | 852.5 | 177.1 | -35.0 | 146 | 880.0 | 177.1 | -35.0 | 147 | 907.5 | 177.1 | -35.0 |
| 148 | 935.0 | 177.1 | -35.0 | 149 | 962.5 | 177.1 | -35.0 | 150 | 990.0 | 177.1 | -35.0 |
| 151 | 0.0   | 212.5 | -35.0 | 152 | 55.0  | 212.5 | -35.0 | 153 | 110.0 | 212.5 | -35.0 |
| 154 | 165.0 | 212.5 | -35.0 | 155 | 220.0 | 212.5 | -35.0 | 156 | 275.0 | 212.5 | -35.0 |
| 157 | 330.0 | 212.5 | -35.0 | 158 | 385.0 | 212.5 | -35.0 | 159 | 440.0 | 212.5 | -35.0 |
| 160 | 495.0 | 212.5 | -35.0 | 161 | 550.0 | 212.5 | -35.0 | 162 | 605.0 | 212.5 | -35.0 |
| 163 | 660.0 | 212.5 | -35.0 | 164 | 687.5 | 212.5 | -35.0 | 165 | 715.0 | 212.5 | -35.0 |
| 166 | 742.5 | 212.5 | -35.0 | 167 | 770.0 | 212.5 | -35.0 | 168 | 797.5 | 212.5 | -35.0 |
| 169 | 825.0 | 212.5 | -35.0 | 170 | 852.5 | 212.5 | -35.0 | 171 | 880.0 | 212.5 | -35.0 |
| 172 | 907.5 | 212.5 | -35.0 | 173 | 935.0 | 212.5 | -35.0 | 174 | 962.5 | 212.5 | -35.0 |
| 175 | 990.0 | 212.5 | -35.0 | 176 | 0.0   | 247.9 | -35.0 | 177 | 55.0  | 247.9 | -35.0 |
| 178 | 110.0 | 247.9 | -35.0 | 179 | 165.0 | 247.9 | -35.0 | 180 | 220.0 | 247.9 | -35.0 |
| 181 | 275.0 | 247.9 | -35.0 | 182 | 330.0 | 247.9 | -35.0 | 183 | 385.0 | 247.9 | -35.0 |
| 184 | 440.0 | 247.9 | -35.0 | 185 | 495.0 | 247.9 | -35.0 | 186 | 550.0 | 247.9 | -35.0 |
| 187 | 605.0 | 247.9 | -35.0 | 188 | 660.0 | 247.9 | -35.0 | 189 | 687.5 | 247.9 | -35.0 |
| 190 | 715.0 | 247.9 | -35.0 | 191 | 742.5 | 247.9 | -35.0 | 192 | 770.0 | 247.9 | -35.0 |
| 193 | 797.5 | 247.9 | -35.0 | 194 | 825.0 | 247.9 | -35.0 | 195 | 852.5 | 247.9 | -35.0 |
| 196 | 880.0 | 247.9 | -35.0 | 197 | 907.5 | 247.9 | -35.0 | 198 | 935.0 | 247.9 | -35.0 |
| 199 | 962.5 | 247.9 | -35.0 | 200 | 990.0 | 247.9 | -35.0 | 201 | 0.0   | 283.3 | -35.0 |
| 202 | 55.0  | 283.3 | -35.0 | 203 | 110.0 | 283.3 | -35.0 | 204 | 165.0 | 283.3 | -35.0 |
| 205 | 220.0 | 283.3 | -35.0 | 206 | 275.0 | 283.3 | -35.0 | 207 | 330.0 | 283.3 | -35.0 |
| 208 | 385.0 | 283.3 | -35.0 | 209 | 440.0 | 283.3 | -35.0 | 210 | 495.0 | 283.3 | -35.0 |
| 211 | 550.0 | 283.3 | -35.0 | 212 | 605.0 | 283.3 | -35.0 | 213 | 660.0 | 283.3 | -35.0 |
| 214 | 687.5 | 283.3 | -35.0 | 215 | 715.0 | 283.3 | -35.0 | 216 | 742.5 | 283.3 | -35.0 |
| 217 | 770.0 | 283.3 | -35.0 | 218 | 797.5 | 283.3 | -35.0 | 219 | 825.0 | 283.3 | -35.0 |
| 220 | 852.5 | 283.3 | -35.0 | 221 | 880.0 | 283.3 | -35.0 | 222 | 907.5 | 283.3 | -35.0 |
| 223 | 935.0 | 283.3 | -35.0 | 224 | 962.5 | 283.3 | -35.0 | 225 | 990.0 | 283.3 | -35.0 |
| 226 | 0.0   | 318.8 | -35.0 | 227 | 55.0  | 318.8 | -35.0 | 228 | 110.0 | 318.8 | -35.0 |
| 229 | 165.0 | 318.8 | -35.0 | 230 | 220.0 | 318.8 | -35.0 | 231 | 275.0 | 318.8 | -35.0 |
| 232 | 330.0 | 318.8 | -35.0 | 233 | 385.0 | 318.8 | -35.0 | 234 | 440.0 | 318.8 | -35.0 |
| 235 | 495.0 | 318.8 | -35.0 | 236 | 550.0 | 318.8 | -35.0 | 237 | 605.0 | 318.8 | -35.0 |
| 238 | 660.0 | 318.8 | -35.0 | 239 | 687.5 | 318.8 | -35.0 | 240 | 715.0 | 318.8 | -35.0 |
| 241 | 742.5 | 318.8 | -35.0 | 242 | 770.0 | 318.8 | -35.0 | 243 | 797.5 | 318.8 | -35.0 |
| 244 | 825.0 | 318.8 | -35.0 | 245 | 852.5 | 318.8 | -35.0 | 246 | 880.0 | 318.8 | -35.0 |
| 247 | 907.5 | 318.8 | -35.0 | 248 | 935.0 | 318.8 | -35.0 | 249 | 962.5 | 318.8 | -35.0 |
| 250 | 990.0 | 318.8 | -35.0 | 251 | 0.0   | 354.2 | -35.0 | 252 | 55.0  | 354.2 | -35.0 |
| 253 | 110.0 | 354.2 | -35.0 | 254 | 165.0 | 354.2 | -35.0 | 255 | 220.0 | 354.2 | -35.0 |
| 256 | 275.0 | 354.2 | -35.0 | 257 | 330.0 | 354.2 | -35.0 | 258 | 385.0 | 354.2 | -35.0 |
| 259 | 440.0 | 354.2 | -35.0 | 260 | 495.0 | 354.2 | -35.0 | 261 | 550.0 | 354.2 | -35.0 |
| 262 | 605.0 | 354.2 | -35.0 | 263 | 660.0 | 354.2 | -35.0 | 264 | 687.5 | 354.2 | -35.0 |
| 265 | 715.0 | 354.2 | -35.0 | 266 | 742.5 | 354.2 | -35.0 | 267 | 770.0 | 354.2 | -35.0 |
| 268 | 797.5 | 354.2 | -35.0 | 269 | 825.0 | 354.2 | -35.0 | 270 | 852.5 | 354.2 | -35.0 |
| 271 | 880.0 | 354.2 | -35.0 | 272 | 907.5 | 354.2 | -35.0 | 273 | 935.0 | 354.2 | -35.0 |
| 274 | 962.5 | 354.2 | -35.0 | 275 | 990.0 | 354.2 | -35.0 | 276 | 0.0   | 389.6 | -35.0 |
| 277 | 55.0  | 389.6 | -35.0 | 278 | 110.0 | 389.6 | -35.0 | 279 | 165.0 | 389.6 | -35.0 |
| 280 | 220.0 | 389.6 | -35.0 | 281 | 275.0 | 389.6 | -35.0 | 282 | 330.0 | 389.6 | -35.0 |
| 283 | 385.0 | 389.6 | -35.0 | 284 | 440.0 | 389.6 | -35.0 | 285 | 495.0 | 389.6 | -35.0 |
| 286 | 550.0 | 389.6 | -35.0 | 287 | 605.0 | 389.6 | -35.0 | 288 | 660.0 | 389.6 | -35.0 |
| 289 | 687.5 | 389.6 | -35.0 | 290 | 715.0 | 389.6 | -35.0 | 291 | 742.5 | 389.6 | -35.0 |
| 292 | 770.0 | 389.6 | -35.0 | 293 | 797.5 | 389.6 | -35.0 | 294 | 825.0 | 389.6 | -35.0 |
| 295 | 852.5 | 389.6 | -35.0 | 296 | 880.0 | 389.6 | -35.0 | 297 | 907.5 | 389.6 | -35.0 |
| 298 | 935.0 | 389.6 | -35.0 | 299 | 962.5 | 389.6 | -35.0 | 300 | 990.0 | 389.6 | -35.0 |
| 301 | 0.0   | 425.0 | -35.0 | 302 | 55.0  | 425.0 | -35.0 | 303 | 110.0 | 425.0 | -35.0 |
| 304 | 165.0 | 425.0 | -35.0 | 305 | 220.0 | 425.0 | -35.0 | 306 | 275.0 | 425.0 | -35.0 |
| 307 | 330.0 | 425.0 | -35.0 | 308 | 385.0 | 425.0 | -35.0 | 309 | 440.0 | 425.0 | -35.0 |
| 310 | 495.0 | 425.0 | -35.0 | 311 | 550.0 | 425.0 | -35.0 | 312 | 605.0 | 425.0 | -35.0 |
| 313 | 660.0 | 425.0 | -35.0 | 314 | 687.5 | 425.0 | -35.0 | 315 | 715.0 | 425.0 | -35.0 |
| 316 | 742.5 | 425.0 | -35.0 | 317 | 770.0 | 425.0 | -35.0 | 318 | 797.5 | 425.0 | -35.0 |
| 319 | 825.0 | 425.0 | -35.0 | 320 | 852.5 | 425.0 | -35.0 | 321 | 880.0 | 425.0 | -35.0 |
| 322 | 907.5 | 425.0 | -35.0 | 323 | 935.0 | 425.0 | -35.0 | 324 | 962.5 | 425.0 | -35.0 |
| 325 | 990.0 | 425.0 | -35.0 | 326 | 0.0   | 0.0   | 385.0 | 327 | 660.0 | 0.0   | 385.0 |
| 328 | 990.0 | 0.0   | 385.0 | 329 | 0.0   | 425.0 | 385.0 | 330 | 660.0 | 425.0 | 385.0 |
| 331 | 990.0 | 425.0 | 385.0 |     |       |       |       |     |       |       |       |



# MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

## TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.  
Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.  
Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

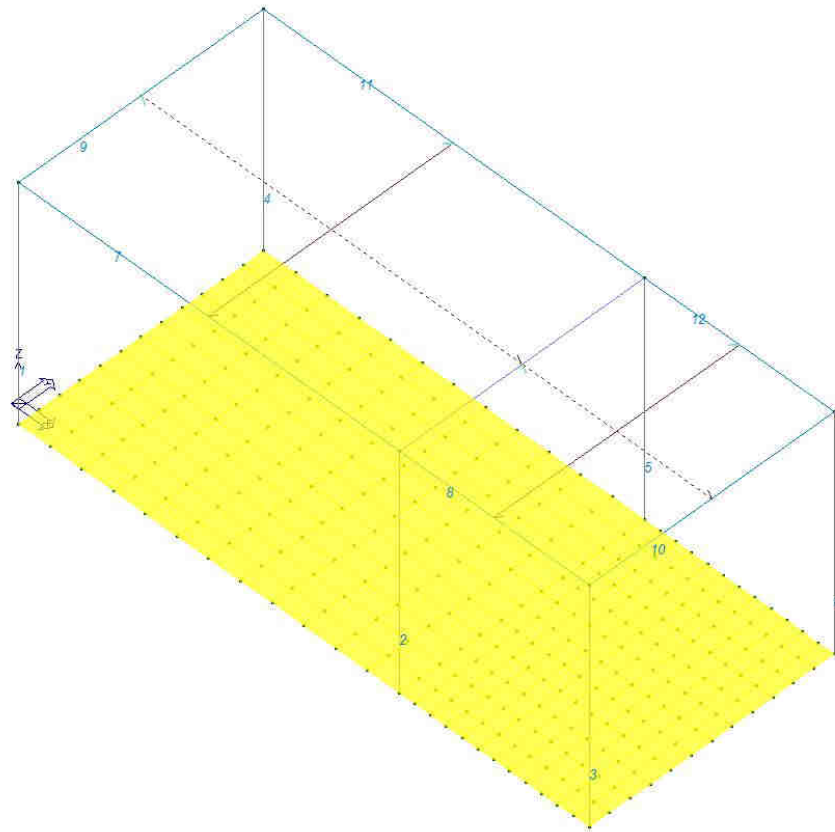
|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Elem.</b>          | numero dell'elemento  |
| <b>Note</b>           | codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,   |
| <b>Nodo I (J)</b>     | numero del nodo iniziale (finale)   |
| <b>Mat.</b>           | codice del materiale assegnato all'elemento   |
| <b>Sez.</b>           | codice della sezione assegnata all'elemento   |
| <b>Rotaz.</b>         | valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo |
| <b>Svincolo I (J)</b> | codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)  |
| <b>Wink V</b>         | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico  |
| <b>Wink O</b>         | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale   |

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test<br>N° | Titolo  |
|------------|---|
| 2          | TRAVI A UNA CAMPATA   |
| 3          | TRAVE A PIU' CAMPATE  |
| 4          | TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER   |
| 5          | TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE                                      |
| 6          | TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE  |
| 7          | TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE  |
| 11         | STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE  |
| 12         | STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI<br>DISTRIBUITI TRIANGOLARI         |
| 21         | DRILLING  |
| 24         | TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE                                |
| 27         | FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE   |
| 42         | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.  |
| 43         | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.   |
| 44         | VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.   |
| 45         | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.  |
| 47         | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.   |
| 48         | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96                        |
| 49         | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M.<br>14/1/2008 E D.M. 17/1/2018 |
| 50         | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                          |
| 51         | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                                     |
| 52         | FATTORE DI STRUTTURA  |
| 53         | SOVRARESISTENZE   |

|            |   |
|------------|---|
| <b>54</b>  | DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO |
| <b>56</b>  | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA          |
| <b>57</b>  | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO                                      |
| <b>58</b>  | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO   |
| <b>59</b>  | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO   |
| <b>64</b>  | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO                                      |
| <b>73</b>  | VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA                               |
| <b>74</b>  | VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D                                |
| <b>85</b>  | ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.                                     |
| <b>87</b>  | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE  |
| <b>88</b>  | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE  |
| <b>98</b>  | VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5                         |
| <b>99</b>  | VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5                         |
| <b>102</b> | SNELLEZZE EC5   |
| <b>130</b> | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM   |

| Elem. | Note   | Nodo I | Nodo J | Mat. | Sez. | Rotaz.<br>gradi | Svincolo I | Svincolo J | Wink V<br>daN/cm3 | Wink O<br>daN/cm3 |
|-------|--------|--------|--------|------|------|-----------------|------------|------------|-------------------|-------------------|
| 1     | Pilas. | 1      | 326    | 4    | 1    |                 |            |            |                   |                   |
| 2     | Pilas. | 13     | 327    | 4    | 1    |                 |            |            |                   |                   |
| 3     | Pilas. | 25     | 328    | 4    | 1    |                 |            |            |                   |                   |
| 4     | Pilas. | 301    | 329    | 4    | 1    |                 |            |            |                   |                   |
| 5     | Pilas. | 313    | 330    | 4    | 1    |                 |            |            |                   |                   |
| 6     | Pilas. | 325    | 331    | 4    | 1    |                 |            |            |                   |                   |
| 7     | Trave  | 326    | 327    | 4    | 2    |                 |            |            |                   |                   |
| 8     | Trave  | 327    | 328    | 4    | 2    |                 |            |            |                   |                   |
| 9     | Trave  | 326    | 329    | 4    | 2    |                 |            |            |                   |                   |
| 10    | Trave  | 328    | 331    | 4    | 2    |                 |            |            |                   |                   |
| 11    | Trave  | 329    | 330    | 4    | 2    |                 |            |            |                   |                   |
| 12    | Trave  | 330    | 331    | 4    | 2    |                 |            |            |                   |                   |

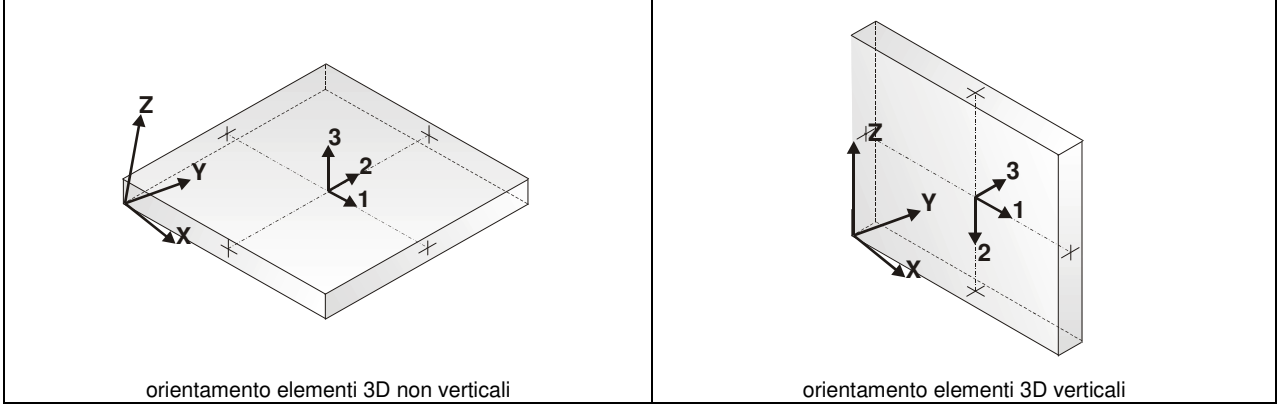


- Fig. 1 - modello strutturale di calcolo

# MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI SHELL

## LEGENDA TABELLA DATI SHELL

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o quattro nodi denominati in generale shell.  
Ogni elemento shell è individuato dai nodi I, J, K, L (L=I per gli elementi a tre nodi).  
Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Elem.</b>            | numero dell'elemento   |
| <b>Note</b>             | codice di comportamento:<br><i>Guscio</i> (elemento guscio in elevazione non verticale)<br><i>Guscio fond.</i> (elemento guscio su suolo elastico)<br><i>Setto</i> (elemento guscio in elevazione verticale)<br><i>Membrana</i> (elemento guscio con comportamento membranale) |
| <b>Nodo I (J, K, L)</b> | numero del nodo I (J, K, L)  |
| <b>Mat.</b>             | codice del materiale assegnato all'elemento  |
| <b>Spessore</b>         | spessore dell'elemento (costante)  |
| <b>Wink V</b>           | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico verticale  |
| <b>Wink O</b>           | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale  |

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo   |
|---------|--|
| 8       | MENSOLE CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO   |
| 10      | PIASTRA CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO   |
| 21      | DRILLING   |
| 25      | TENSIONI DI ELEMENTI PLATE   |
| 31      | REALIZZAZIONE DI MESH PIANA SU GEOMETRIA CON PUNTI FISSI<br>IMPORTATA DA FILE .DXF                   |
| 32      | REALIZZAZIONE DI MESH PIANA SU GEOMETRIA CON SEGMENTI E FORI<br>INTERNI IMPORTATA DA FILE .DXF       |
| 33      | REALIZZAZIONE DI MESH PIANE SU GEOMETRIE COSTRUITE IN PRO_SAP  |
| 34      | ANALISI DI BUCKLING DI PIASTRA ISOTROPA  |
| 35      | ANALISI DI BUCKLING DI UN CILINDRO COMPRESSO INCASTRATO ALLA BASE                                    |
| 36      | ANALISI DI PARETI FORATE   |
| 37      | BIMETALLIC STRIP (NAFEMS EXERCISE 6)   |
| 38      | ANALISI ELASTICA DI PIASTRA CON INTAGLIO CIRCOLARE<br>(FLAT BAR WITH EDGE NOTCHES-NAFEMS EXERCISE 9) |
| 39      | PLATEA NERVATA   |
| 45      | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.  |
| 117     | PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM   |
| 118     | PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI                              |

| Elem. | Note         | Nodo I | Nodo J | Nodo K | Nodo L | Mat. | Spessore | Wink V  | Wink O  |
|-------|--------------|--------|--------|--------|--------|------|----------|---------|---------|
|       |              |        |        |        |        |      | cm       | daN/cm3 | daN/cm3 |
| 1     | Guscio fond. | 1      | 2      | 27     | 26     | 1    | 35.0     | 0.34    | 0.19    |
| 2     | Guscio fond. | 2      | 3      | 28     | 27     | 1    | 35.0     | 0.34    | 0.19    |
| 3     | Guscio fond. | 3      | 4      | 29     | 28     | 1    | 35.0     | 0.34    | 0.19    |
| 4     | Guscio fond. | 4      | 5      | 30     | 29     | 1    | 35.0     | 0.34    | 0.19    |
| 5     | Guscio fond. | 5      | 6      | 31     | 30     | 1    | 35.0     | 0.34    | 0.19    |
| 6     | Guscio fond. | 6      | 7      | 32     | 31     | 1    | 35.0     | 0.34    | 0.19    |

|    |              |    |    |     |     |   |      |      |      |
|----|--------------|----|----|-----|-----|---|------|------|------|
| 7  | Guscio fond. | 7  | 8  | 33  | 32  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 8  | Guscio fond. | 8  | 9  | 34  | 33  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 9  | Guscio fond. | 9  | 10 | 35  | 34  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 10 | Guscio fond. | 10 | 11 | 36  | 35  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 11 | Guscio fond. | 11 | 12 | 37  | 36  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 12 | Guscio fond. | 12 | 13 | 38  | 37  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 13 | Guscio fond. | 13 | 14 | 39  | 38  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 14 | Guscio fond. | 14 | 15 | 40  | 39  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 15 | Guscio fond. | 15 | 16 | 41  | 40  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 16 | Guscio fond. | 16 | 17 | 42  | 41  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 17 | Guscio fond. | 17 | 18 | 43  | 42  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 18 | Guscio fond. | 18 | 19 | 44  | 43  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 19 | Guscio fond. | 19 | 20 | 45  | 44  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 20 | Guscio fond. | 20 | 21 | 46  | 45  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 21 | Guscio fond. | 21 | 22 | 47  | 46  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 22 | Guscio fond. | 22 | 23 | 48  | 47  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 23 | Guscio fond. | 23 | 24 | 49  | 48  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 24 | Guscio fond. | 24 | 25 | 50  | 49  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 25 | Guscio fond. | 26 | 27 | 52  | 51  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 26 | Guscio fond. | 27 | 28 | 53  | 52  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 27 | Guscio fond. | 28 | 29 | 54  | 53  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 28 | Guscio fond. | 29 | 30 | 55  | 54  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 29 | Guscio fond. | 30 | 31 | 56  | 55  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 30 | Guscio fond. | 31 | 32 | 57  | 56  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 31 | Guscio fond. | 32 | 33 | 58  | 57  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 32 | Guscio fond. | 33 | 34 | 59  | 58  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 33 | Guscio fond. | 34 | 35 | 60  | 59  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 34 | Guscio fond. | 35 | 36 | 61  | 60  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 35 | Guscio fond. | 36 | 37 | 62  | 61  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 36 | Guscio fond. | 37 | 38 | 63  | 62  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 37 | Guscio fond. | 38 | 39 | 64  | 63  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 38 | Guscio fond. | 39 | 40 | 65  | 64  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 39 | Guscio fond. | 40 | 41 | 66  | 65  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 40 | Guscio fond. | 41 | 42 | 67  | 66  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 41 | Guscio fond. | 42 | 43 | 68  | 67  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 42 | Guscio fond. | 43 | 44 | 69  | 68  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 43 | Guscio fond. | 44 | 45 | 70  | 69  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 44 | Guscio fond. | 45 | 46 | 71  | 70  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 45 | Guscio fond. | 46 | 47 | 72  | 71  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 46 | Guscio fond. | 47 | 48 | 73  | 72  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 47 | Guscio fond. | 48 | 49 | 74  | 73  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 48 | Guscio fond. | 49 | 50 | 75  | 74  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 49 | Guscio fond. | 51 | 52 | 77  | 76  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 50 | Guscio fond. | 52 | 53 | 78  | 77  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 51 | Guscio fond. | 53 | 54 | 79  | 78  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 52 | Guscio fond. | 54 | 55 | 80  | 79  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 53 | Guscio fond. | 55 | 56 | 81  | 80  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 54 | Guscio fond. | 56 | 57 | 82  | 81  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 55 | Guscio fond. | 57 | 58 | 83  | 82  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 56 | Guscio fond. | 58 | 59 | 84  | 83  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 57 | Guscio fond. | 59 | 60 | 85  | 84  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 58 | Guscio fond. | 60 | 61 | 86  | 85  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 59 | Guscio fond. | 61 | 62 | 87  | 86  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 60 | Guscio fond. | 62 | 63 | 88  | 87  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 61 | Guscio fond. | 63 | 64 | 89  | 88  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 62 | Guscio fond. | 64 | 65 | 90  | 89  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 63 | Guscio fond. | 65 | 66 | 91  | 90  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 64 | Guscio fond. | 66 | 67 | 92  | 91  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 65 | Guscio fond. | 67 | 68 | 93  | 92  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 66 | Guscio fond. | 68 | 69 | 94  | 93  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 67 | Guscio fond. | 69 | 70 | 95  | 94  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 68 | Guscio fond. | 70 | 71 | 96  | 95  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 69 | Guscio fond. | 71 | 72 | 97  | 96  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 70 | Guscio fond. | 72 | 73 | 98  | 97  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 71 | Guscio fond. | 73 | 74 | 99  | 98  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 72 | Guscio fond. | 74 | 75 | 100 | 99  | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 73 | Guscio fond. | 76 | 77 | 102 | 101 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 74 | Guscio fond. | 77 | 78 | 103 | 102 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 75 | Guscio fond. | 78 | 79 | 104 | 103 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 76 | Guscio fond. | 79 | 80 | 105 | 104 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 77 | Guscio fond. | 80 | 81 | 106 | 105 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 78 | Guscio fond. | 81 | 82 | 107 | 106 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 79 | Guscio fond. | 82 | 83 | 108 | 107 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 80 | Guscio fond. | 83 | 84 | 109 | 108 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 81 | Guscio fond. | 84 | 85 | 110 | 109 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 82 | Guscio fond. | 85 | 86 | 111 | 110 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 83 | Guscio fond. | 86 | 87 | 112 | 111 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |

|     |              |     |     |     |     |   |      |      |      |
|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| 84  | Guscio fond. | 87  | 88  | 113 | 112 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 85  | Guscio fond. | 88  | 89  | 114 | 113 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 86  | Guscio fond. | 89  | 90  | 115 | 114 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 87  | Guscio fond. | 90  | 91  | 116 | 115 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 88  | Guscio fond. | 91  | 92  | 117 | 116 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 89  | Guscio fond. | 92  | 93  | 118 | 117 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 90  | Guscio fond. | 93  | 94  | 119 | 118 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 91  | Guscio fond. | 94  | 95  | 120 | 119 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 92  | Guscio fond. | 95  | 96  | 121 | 120 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 93  | Guscio fond. | 96  | 97  | 122 | 121 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 94  | Guscio fond. | 97  | 98  | 123 | 122 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 95  | Guscio fond. | 98  | 99  | 124 | 123 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 96  | Guscio fond. | 99  | 100 | 125 | 124 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 97  | Guscio fond. | 101 | 102 | 127 | 126 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 98  | Guscio fond. | 102 | 103 | 128 | 127 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 99  | Guscio fond. | 103 | 104 | 129 | 128 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 100 | Guscio fond. | 104 | 105 | 130 | 129 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 101 | Guscio fond. | 105 | 106 | 131 | 130 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 102 | Guscio fond. | 106 | 107 | 132 | 131 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 103 | Guscio fond. | 107 | 108 | 133 | 132 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 104 | Guscio fond. | 108 | 109 | 134 | 133 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 105 | Guscio fond. | 109 | 110 | 135 | 134 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 106 | Guscio fond. | 110 | 111 | 136 | 135 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 107 | Guscio fond. | 111 | 112 | 137 | 136 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 108 | Guscio fond. | 112 | 113 | 138 | 137 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 109 | Guscio fond. | 113 | 114 | 139 | 138 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 110 | Guscio fond. | 114 | 115 | 140 | 139 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 111 | Guscio fond. | 115 | 116 | 141 | 140 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 112 | Guscio fond. | 116 | 117 | 142 | 141 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 113 | Guscio fond. | 117 | 118 | 143 | 142 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 114 | Guscio fond. | 118 | 119 | 144 | 143 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 115 | Guscio fond. | 119 | 120 | 145 | 144 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 116 | Guscio fond. | 120 | 121 | 146 | 145 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 117 | Guscio fond. | 121 | 122 | 147 | 146 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 118 | Guscio fond. | 122 | 123 | 148 | 147 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 119 | Guscio fond. | 123 | 124 | 149 | 148 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 120 | Guscio fond. | 124 | 125 | 150 | 149 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 121 | Guscio fond. | 126 | 127 | 152 | 151 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 122 | Guscio fond. | 127 | 128 | 153 | 152 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 123 | Guscio fond. | 128 | 129 | 154 | 153 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 124 | Guscio fond. | 129 | 130 | 155 | 154 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 125 | Guscio fond. | 130 | 131 | 156 | 155 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 126 | Guscio fond. | 131 | 132 | 157 | 156 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 127 | Guscio fond. | 132 | 133 | 158 | 157 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 128 | Guscio fond. | 133 | 134 | 159 | 158 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 129 | Guscio fond. | 134 | 135 | 160 | 159 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 130 | Guscio fond. | 135 | 136 | 161 | 160 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 131 | Guscio fond. | 136 | 137 | 162 | 161 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 132 | Guscio fond. | 137 | 138 | 163 | 162 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 133 | Guscio fond. | 138 | 139 | 164 | 163 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 134 | Guscio fond. | 139 | 140 | 165 | 164 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 135 | Guscio fond. | 140 | 141 | 166 | 165 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 136 | Guscio fond. | 141 | 142 | 167 | 166 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 137 | Guscio fond. | 142 | 143 | 168 | 167 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 138 | Guscio fond. | 143 | 144 | 169 | 168 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 139 | Guscio fond. | 144 | 145 | 170 | 169 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 140 | Guscio fond. | 145 | 146 | 171 | 170 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 141 | Guscio fond. | 146 | 147 | 172 | 171 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 142 | Guscio fond. | 147 | 148 | 173 | 172 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 143 | Guscio fond. | 148 | 149 | 174 | 173 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 144 | Guscio fond. | 149 | 150 | 175 | 174 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 145 | Guscio fond. | 151 | 152 | 177 | 176 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 146 | Guscio fond. | 152 | 153 | 178 | 177 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 147 | Guscio fond. | 153 | 154 | 179 | 178 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 148 | Guscio fond. | 154 | 155 | 180 | 179 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 149 | Guscio fond. | 155 | 156 | 181 | 180 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 150 | Guscio fond. | 156 | 157 | 182 | 181 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 151 | Guscio fond. | 157 | 158 | 183 | 182 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 152 | Guscio fond. | 158 | 159 | 184 | 183 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 153 | Guscio fond. | 159 | 160 | 185 | 184 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 154 | Guscio fond. | 160 | 161 | 186 | 185 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 155 | Guscio fond. | 161 | 162 | 187 | 186 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 156 | Guscio fond. | 162 | 163 | 188 | 187 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 157 | Guscio fond. | 163 | 164 | 189 | 188 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 158 | Guscio fond. | 164 | 165 | 190 | 189 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 159 | Guscio fond. | 165 | 166 | 191 | 190 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 160 | Guscio fond. | 166 | 167 | 192 | 191 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |



|     |              |     |     |     |     |   |      |      |      |
|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| 161 | Guscio fond. | 167 | 168 | 193 | 192 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 162 | Guscio fond. | 168 | 169 | 194 | 193 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 163 | Guscio fond. | 169 | 170 | 195 | 194 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 164 | Guscio fond. | 170 | 171 | 196 | 195 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 165 | Guscio fond. | 171 | 172 | 197 | 196 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 166 | Guscio fond. | 172 | 173 | 198 | 197 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 167 | Guscio fond. | 173 | 174 | 199 | 198 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 168 | Guscio fond. | 174 | 175 | 200 | 199 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 169 | Guscio fond. | 176 | 177 | 202 | 201 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 170 | Guscio fond. | 177 | 178 | 203 | 202 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 171 | Guscio fond. | 178 | 179 | 204 | 203 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 172 | Guscio fond. | 179 | 180 | 205 | 204 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 173 | Guscio fond. | 180 | 181 | 206 | 205 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 174 | Guscio fond. | 181 | 182 | 207 | 206 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 175 | Guscio fond. | 182 | 183 | 208 | 207 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 176 | Guscio fond. | 183 | 184 | 209 | 208 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 177 | Guscio fond. | 184 | 185 | 210 | 209 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 178 | Guscio fond. | 185 | 186 | 211 | 210 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 179 | Guscio fond. | 186 | 187 | 212 | 211 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 180 | Guscio fond. | 187 | 188 | 213 | 212 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 181 | Guscio fond. | 188 | 189 | 214 | 213 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 182 | Guscio fond. | 189 | 190 | 215 | 214 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 183 | Guscio fond. | 190 | 191 | 216 | 215 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 184 | Guscio fond. | 191 | 192 | 217 | 216 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 185 | Guscio fond. | 192 | 193 | 218 | 217 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 186 | Guscio fond. | 193 | 194 | 219 | 218 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 187 | Guscio fond. | 194 | 195 | 220 | 219 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 188 | Guscio fond. | 195 | 196 | 221 | 220 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 189 | Guscio fond. | 196 | 197 | 222 | 221 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 190 | Guscio fond. | 197 | 198 | 223 | 222 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 191 | Guscio fond. | 198 | 199 | 224 | 223 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 192 | Guscio fond. | 199 | 200 | 225 | 224 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 193 | Guscio fond. | 201 | 202 | 227 | 226 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 194 | Guscio fond. | 202 | 203 | 228 | 227 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 195 | Guscio fond. | 203 | 204 | 229 | 228 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 196 | Guscio fond. | 204 | 205 | 230 | 229 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 197 | Guscio fond. | 205 | 206 | 231 | 230 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 198 | Guscio fond. | 206 | 207 | 232 | 231 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 199 | Guscio fond. | 207 | 208 | 233 | 232 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 200 | Guscio fond. | 208 | 209 | 234 | 233 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 201 | Guscio fond. | 209 | 210 | 235 | 234 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 202 | Guscio fond. | 210 | 211 | 236 | 235 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 203 | Guscio fond. | 211 | 212 | 237 | 236 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 204 | Guscio fond. | 212 | 213 | 238 | 237 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 205 | Guscio fond. | 213 | 214 | 239 | 238 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 206 | Guscio fond. | 214 | 215 | 240 | 239 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 207 | Guscio fond. | 215 | 216 | 241 | 240 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 208 | Guscio fond. | 216 | 217 | 242 | 241 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 209 | Guscio fond. | 217 | 218 | 243 | 242 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 210 | Guscio fond. | 218 | 219 | 244 | 243 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 211 | Guscio fond. | 219 | 220 | 245 | 244 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 212 | Guscio fond. | 220 | 221 | 246 | 245 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 213 | Guscio fond. | 221 | 222 | 247 | 246 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 214 | Guscio fond. | 222 | 223 | 248 | 247 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 215 | Guscio fond. | 223 | 224 | 249 | 248 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 216 | Guscio fond. | 224 | 225 | 250 | 249 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 217 | Guscio fond. | 226 | 227 | 252 | 251 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 218 | Guscio fond. | 227 | 228 | 253 | 252 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 219 | Guscio fond. | 228 | 229 | 254 | 253 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 220 | Guscio fond. | 229 | 230 | 255 | 254 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 221 | Guscio fond. | 230 | 231 | 256 | 255 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 222 | Guscio fond. | 231 | 232 | 257 | 256 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 223 | Guscio fond. | 232 | 233 | 258 | 257 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 224 | Guscio fond. | 233 | 234 | 259 | 258 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 225 | Guscio fond. | 234 | 235 | 260 | 259 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 226 | Guscio fond. | 235 | 236 | 261 | 260 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 227 | Guscio fond. | 236 | 237 | 262 | 261 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 228 | Guscio fond. | 237 | 238 | 263 | 262 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 229 | Guscio fond. | 238 | 239 | 264 | 263 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 230 | Guscio fond. | 239 | 240 | 265 | 264 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 231 | Guscio fond. | 240 | 241 | 266 | 265 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 232 | Guscio fond. | 241 | 242 | 267 | 266 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 233 | Guscio fond. | 242 | 243 | 268 | 267 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 234 | Guscio fond. | 243 | 244 | 269 | 268 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 235 | Guscio fond. | 244 | 245 | 270 | 269 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 236 | Guscio fond. | 245 | 246 | 271 | 270 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 237 | Guscio fond. | 246 | 247 | 272 | 271 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |

|     |              |     |     |     |     |   |      |      |      |
|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|---|------|------|------|
| 238 | Guscio fond. | 247 | 248 | 273 | 272 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 239 | Guscio fond. | 248 | 249 | 274 | 273 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 240 | Guscio fond. | 249 | 250 | 275 | 274 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 241 | Guscio fond. | 251 | 252 | 277 | 276 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 242 | Guscio fond. | 252 | 253 | 278 | 277 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 243 | Guscio fond. | 253 | 254 | 279 | 278 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 244 | Guscio fond. | 254 | 255 | 280 | 279 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 245 | Guscio fond. | 255 | 256 | 281 | 280 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 246 | Guscio fond. | 256 | 257 | 282 | 281 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 247 | Guscio fond. | 257 | 258 | 283 | 282 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 248 | Guscio fond. | 258 | 259 | 284 | 283 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 249 | Guscio fond. | 259 | 260 | 285 | 284 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 250 | Guscio fond. | 260 | 261 | 286 | 285 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 251 | Guscio fond. | 261 | 262 | 287 | 286 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 252 | Guscio fond. | 262 | 263 | 288 | 287 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 253 | Guscio fond. | 263 | 264 | 289 | 288 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 254 | Guscio fond. | 264 | 265 | 290 | 289 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 255 | Guscio fond. | 265 | 266 | 291 | 290 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 256 | Guscio fond. | 266 | 267 | 292 | 291 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 257 | Guscio fond. | 267 | 268 | 293 | 292 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 258 | Guscio fond. | 268 | 269 | 294 | 293 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 259 | Guscio fond. | 269 | 270 | 295 | 294 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 260 | Guscio fond. | 270 | 271 | 296 | 295 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 261 | Guscio fond. | 271 | 272 | 297 | 296 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 262 | Guscio fond. | 272 | 273 | 298 | 297 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 263 | Guscio fond. | 273 | 274 | 299 | 298 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 264 | Guscio fond. | 274 | 275 | 300 | 299 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 265 | Guscio fond. | 276 | 277 | 302 | 301 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 266 | Guscio fond. | 277 | 278 | 303 | 302 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 267 | Guscio fond. | 278 | 279 | 304 | 303 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 268 | Guscio fond. | 279 | 280 | 305 | 304 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 269 | Guscio fond. | 280 | 281 | 306 | 305 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 270 | Guscio fond. | 281 | 282 | 307 | 306 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 271 | Guscio fond. | 282 | 283 | 308 | 307 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 272 | Guscio fond. | 283 | 284 | 309 | 308 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 273 | Guscio fond. | 284 | 285 | 310 | 309 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 274 | Guscio fond. | 285 | 286 | 311 | 310 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 275 | Guscio fond. | 286 | 287 | 312 | 311 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 276 | Guscio fond. | 287 | 288 | 313 | 312 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 277 | Guscio fond. | 288 | 289 | 314 | 313 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 278 | Guscio fond. | 289 | 290 | 315 | 314 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 279 | Guscio fond. | 290 | 291 | 316 | 315 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 280 | Guscio fond. | 291 | 292 | 317 | 316 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 281 | Guscio fond. | 292 | 293 | 318 | 317 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 282 | Guscio fond. | 293 | 294 | 319 | 318 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 283 | Guscio fond. | 294 | 295 | 320 | 319 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 284 | Guscio fond. | 295 | 296 | 321 | 320 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 285 | Guscio fond. | 296 | 297 | 322 | 321 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 286 | Guscio fond. | 297 | 298 | 323 | 322 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 287 | Guscio fond. | 298 | 299 | 324 | 323 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |
| 288 | Guscio fond. | 299 | 300 | 325 | 324 | 1 | 35.0 | 0.34 | 0.19 |

# MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO

## LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello.

Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi solaio, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell'archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO).

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Id.Arch.</b> | Identificativo dell' archivio  |
| <b>Tipo</b>     | Tipo di carico<br><b>Variab.</b> Carico variabile generico<br><b>Var. rid.</b> Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. ...)<br><b>Neve</b> Carico di neve |
| <b>G1k</b>      | carico permanente (comprensivo del peso proprio)   |
| <b>G2k</b>      | carico permanente non strutturale e non compiutamente definito   |
| <b>Qk</b>       | carico variabile   |
| <b>Fatt. A</b>  | fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."   |
| <b>S sis.</b>   | fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")  |
| <b>Psi 0</b>    | Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore raro</b>   |
| <b>Psi 1</b>    | Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore frequente</b>  |
| <b>Psi 2</b>    | Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <b>per valore quasi permanente</b>   |
| <b>Psi S 2</b>  | Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: <b>per la definizione delle masse sismiche</b>   |
| <b>Fatt. Fi</b> | Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici   |

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Elem</b>     | numero dell'elemento   |
| <b>Tipo</b>     | codice di comportamento<br><b>S</b> elemento utilizzato solo per scarico<br><b>C</b> elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido<br><b>P</b> elemento utilizzato come pannello<br><b>M</b> scarico monodirezionale<br><b>B</b> scarico bidirezionale |
| <b>Id.Arch.</b> | Identificativo dell' archivio  |
| <b>Mat</b>      | codice del materiale assegnato all'elemento  |
| <b>Spessore</b> | spessore dell'elemento (costante)  |
| <b>Orditura</b> | angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali   |
| <b>Gk</b>       | carico permanente solaio (comprensivo del peso proprio)  |
| <b>Qk</b>       | carico variabile solaio  |
| <b>Nodi</b>     | numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)  |

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione dei solai con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale); nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$  e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio.

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

|   |  |
|---|--|
| <b>Elem.</b>  | numero identificativo dell'elemento  |
| <b>Stato</b>  | Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali  |
| <b>Note</b>   | Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); |
| <b>Pos.</b>   | Ascissa del punto di verifica  |
| <b>F ist, F infi</b>  | Frecce istantanee e a tempo infinito   |
| <b>Momento</b>  | Momento flettente  |
| <b>Taglio</b>   | Sollecitazione di taglio   |
| <b>Af inf.</b>  | Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave                |
| <b>Af sup.</b>  | Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave                |
| <b>AfV</b>  | Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio                       |
| <b>Beff</b>   | Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio                        |
| <b>simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:</b> |  |
| <b>sc max</b>   | Massima tensione di compressione del calcestruzzo                              |
| <b>sf max</b>   | Massima tensione nell'acciaio  |
| <b>tau max</b>  | Massima tensione tangenziale nel cls   |
| <b>simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:</b>         |  |

|                |   |
|----------------|---|
| <b>x/d</b>     | rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)                     |
| <b>verif.</b>  | rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva                |
| <b>Verif.V</b> | rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni taglianti proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva             |
| <b>rRfck</b>   | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]             |
| <b>rFfck</b>   | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]        |
| <b>rPfck</b>   | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1] |
| <b>rRfyk</b>   | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]                |
| <b>rFyk</b>    | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]                     |
| <b>rPfyk</b>   | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]         |
| <b>wR</b>      | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]   |
| <b>wF</b>      | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]  |
| <b>wP</b>      | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]   |

Nel caso in cui si sia proceduto alla verifica delle tamponature secondo il D.M. 17.01.2018 - §7.2.3 viene riportata una tabella riassuntiva delle verifiche degli elementi pannello. La verifica confronta i momenti sollecitanti indotti dal sisma con i momenti resistenti, secondo tre ipotesi, due basate sulla resistenza a pressoflessione della tamponatura ed una basata sul cinetismo a seguito della formazione di tre cerniere plastiche sulla tamponatura (rif. Ufficio di Vigilanza sulle Costruzioni, Provincia di Terni).

Qualora la tamponatura sia di tipo antiespulsione (nelle due possibili varianti ordinaria o armata) viene condotta una verifica con meccanismo ad arco con degrado di resistenza. La verifica confronta le pressioni sollecitanti indotte dal sisma con le pressioni resistenti che la tamponatura sviluppa attraverso il meccanismo ad arco. La verifica considera anche il degrado di resistenza dovuto al danneggiamento nel piano della tamponatura.

Per quest'ultima tamponatura sono disponibili, in funzione del materiale impiegato (materiale [52] o materiale [53]):

- **Tamponatura Antiespulsione ordinaria Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova. Utilizzabile per il materiale [52].
- **Tamponatura Antiespulsione armata Poroton® Cis Edil** sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova. Utilizzabile per il materiale [53].

La verifica è stata calibrata sulla base di prove sperimentali sul sistema di Tamponatura Antiespulsione anche in presenza di aperture. (rif. Rapporti di Prova redatti dal Dipartimento ICEA - Università degli Studi di Padova di test sperimentali condotti sul sistema Tamponatura Antiespulsione di Cis Edil)

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Elem.</b>       | Numero identificativo dell'elemento  |
| <b>Stato</b>       | Codice di verifica   |
| <b>Ver. c.c.</b>   | Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico concentrato in mezzzeria  |
| <b>Ver. c.d.</b>   | Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico distribuito   |
| <b>Ver. c.cin.</b> | Verifica nell'ipotesi di cinetismo con formazione di cerniere plastiche in appoggio e mezzzeria                      |
| <b>Ver. CIS</b>    | Rapporto $p_a/p_r$ (valore minore o uguale a 1 per verifica positiva)  |
| <b>Z</b>           | Quota del baricentro dell'elemento   |
| <b>T1</b>          | Periodo proprio dell'edificio nella direzione di interesse (ortogonale al pannello)                                  |
| <b>Ta</b>          | Periodo proprio della parete   |
| <b>Sa</b>          | Accelerazione massima, adimensionalizzata allo SLV   |
| <b>pa</b>          | Pressione sulla parete causata dall'azione sismica   |
| <b>pr</b>          | Pressione resistente del meccanismo ad arco  |
| <b>Drift</b>       | Spostamento relativo interpiano allo SLV valutato secondo il D.M. 17.01.2018 - § 7.3.3.3                             |
| <b>Beta a</b>      | Coef. riduttivo per tener conto del danneggiamento del piano dipendente dallo spostamento, ottenuto sperimentalmente |

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N°   | Titolo  |
|-----------|---|
| <b>14</b> | <b>ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA</b>   |
| <b>15</b> | <b>EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI</b> |
| <b>16</b> | <b>SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE</b>       |

|            |   |
|------------|---|
| <b>17</b>  | <b>SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO</b>               |
| <b>28</b>  | <b>FRECCIA DI SOLAI IN C.A.</b>                       |
| <b>119</b> | <b>PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM</b> |

| ID Arch. | Tipo | G1k<br>daN/cm2 | G2k<br>daN/cm2 | Qk<br>daN/cm2 | Fatt. A | s sis. | Psi 0 | Psi 1 | Psi 2 | Psi S 2 | Fatt. Fi |
|----------|------|----------------|----------------|---------------|---------|--------|-------|-------|-------|---------|----------|
| 6        | Neve | 5.00e-02       |                | 1.00e-02      |         | 1.00   | 0.50  | 0.20  | 0.0   | 0.0     | 1.00     |

| Elem. | Tipo | ID Arch. | Mat. | Spessore | Orditura | G1k<br>daN/cm2 | G2k<br>daN/cm2 | Qk<br>daN/cm2 | Nodo 1/6.. | Nodo 2/7.. | Nodo 3/8.. | Nodo.. | Nodo.. |
|-------|------|----------|------|----------|----------|----------------|----------------|---------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| 1     | SB   | 6        | m=1  | 1.0      | 90.0     | 5.00e-02       |                | 1.00e-02      | 326        | 327        | 330        | 329    |        |
| 2     | SB   | 6        | m=1  | 1.0      | 90.0     | 5.00e-02       |                | 1.00e-02      | 327        | 328        | 331        | 330    |        |

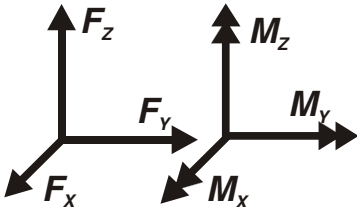
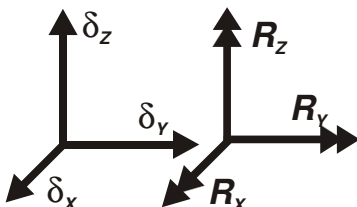
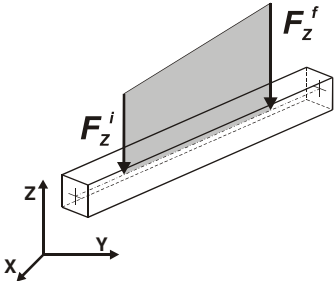
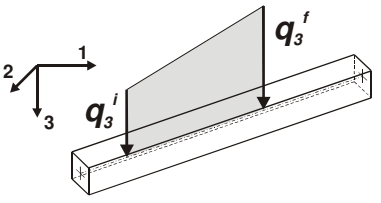
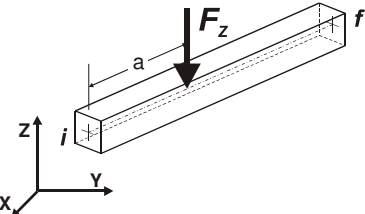
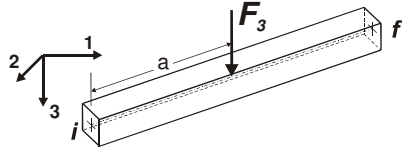
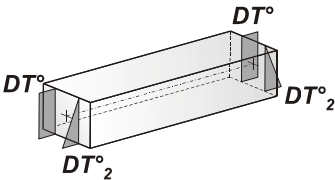
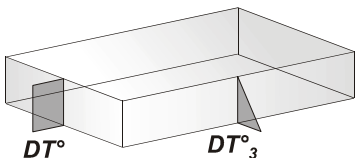
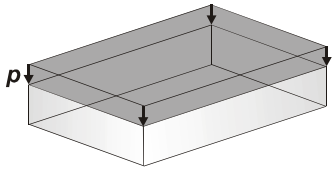
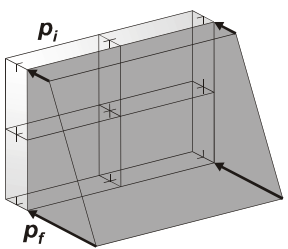
# MODELLAZIONE DELLE AZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

|           |  |
|-----------|--|
| <b>1</b>  | <b>carico concentrato nodale</b><br><br>6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )  |
| <b>2</b>  | <b>spostamento nodale impresso</b><br><br>6 dati (spostamento $T_x$ , $T_y$ , $T_z$ , rotazione $R_x$ , $R_y$ , $R_z$ )  |
| <b>3</b>  | <b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b><br><br>7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di inizio carico)<br><br>7 dati ( $f_x$ , $f_y$ , $f_z$ , $m_x$ , $m_y$ , $m_z$ , ascissa di fine carico) |
| <b>4</b>  | <b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b><br><br>7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di inizio carico)<br><br>7 dati ( $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ , $m_1$ , $m_2$ , $m_3$ , ascissa di fine carico)  |
| <b>5</b>  | <b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b><br><br>7 dati ( $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ , ascissa di carico)  |
| <b>6</b>  | <b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b><br><br>7 dati ( $F_1$ , $F_2$ , $F_3$ , $M_1$ , $M_2$ , $M_3$ , ascissa di carico)   |
| <b>7</b>  | <b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b><br><br>7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)  |
| <b>8</b>  | <b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b><br><br>1 dato (pressione)   |
| <b>9</b>  | <b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b><br><br>4 dati (pressione, quota, pressione, quota)   |
| <b>10</b> | <b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b><br><br>2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)  |
| <b>11</b> | <b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b>  |

|           |   |
|-----------|---|
|           | <p>1 dato descrizione della tipologia</p> <p>4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)</p> <p>la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave</p> |
| <b>12</b> | <p><b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b></p> <p>9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  <p>Carico concentrato nodale</p>   |  <p>Spostamento impresso</p>         |
|  <p>Carico distribuito globale</p>  |  <p>Carico distribuito locale</p>    |
|  <p>Carico concentrato globale</p>  |  <p>Carico concentrato locale</p>    |
|  <p>Carico termico 2D</p>          |  <p>Carico termico 3D</p>           |
|  <p>Carico pressione uniforme</p> |  <p>Carico pressione variabile</p> |

**Tipo** carico concentrato nodale

| Id | Tipo                             | Fx  | Fy  | Fz      | Mx     | My     | Mz     |
|----|----------------------------------|-----|-----|---------|--------|--------|--------|
|    |                                  | daN | daN | daN     | daN cm | daN cm | daN cm |
| 3  | Carico Permanente Muratura Dir.Y | 0.0 | 0.0 | -360.00 | 0.0    | 0.0    | 0.0    |
| 4  | Permanente Muratura Dir.X        | 0.0 | 0.0 | -560.00 | 0.0    | 0.0    | 0.0    |

**Tipo** carico di pressione uniforme su piastra

| Id | Tipo               | pressione |
|----|--------------------|-----------|
|    |                    | daN/cm2   |
| 1  | Permanente Loculi  | 0.28      |
| 2  | Accidentale Loculi | 0.03      |



# SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

## LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

|    | <b>Sigla</b> | <b>Tipo</b> | <b>Descrizione</b>  |
|----|--------------|-------------|---|
| 1  | <b>Ggk</b>   | A           | caso di carico comprensivo del peso proprio struttura   |
| 2  | <b>Gk</b>    | NA          | caso di carico con azioni permanenti  |
| 3  | <b>Qk</b>    | NA          | caso di carico con azioni variabili   |
| 4  | <b>Gsk</b>   | A           | caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture                               |
| 5  | <b>Qsk</b>   | A           | caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai  |
| 6  | <b>Qnk</b>   | A           | caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture  |
| 7  | <b>Qtk</b>   | SA          | caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura                                 |
| 8  | <b>Qvk</b>   | NA          | caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura   |
| 9  | <b>Esk</b>   | SA          | caso di carico sismico con analisi statica equivalente  |
| 10 | <b>Edk</b>   | SA          | caso di carico sismico con analisi dinamica   |
| 11 | <b>Et</b>    | NA          | caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica |
| 12 | <b>Pk</b>    | NA          | caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni                     |

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso: *Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento* del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

| <b>CDC</b> | <b>Tipo</b> | <b>Sigla Id</b>  | <b>Note</b>   |
|------------|-------------|--|---|
| 1          | Ggk         | CDC=Ggk (peso proprio della struttura)                 |   |
| 2          | Gsk         | CDC=G1sk (permanente solai-coperture)                  |   |
| 3          | Qnk         | CDC=Qnk (carico da neve)                               |   |
| 4          | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)                | partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)                  |
|            |             |  | partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)                   |
|            |             |  | partecipazione:1.00 per 3 CDC=Qnk (carico da neve)                                |
|            |             |  | partecipazione:1.00 per 12 CDC=G1k (permanente generico) Carico Permanente Loculi |
|            |             |  | partecipazione:0.80 per 13 CDC=Qk (variabile generico) Carico Accidentale Loculi  |
|            |             |  | partecipazione:1.00 per 14 CDC=G1k (permanente generico) Permanente Muratura      |
| 5          | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)                | come precedente CDC sismico   |
| 6          | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)              | come precedente CDC sismico   |
| 7          | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)              | come precedente CDC sismico   |
| 8          | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)                | come precedente CDC sismico   |
| 9          | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)                | come precedente CDC sismico   |
| 10         | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)              | come precedente CDC sismico   |
| 11         | Edk         | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)              | come precedente CDC sismico   |
| 12         | Gk          | CDC=G1k (permanente generico) Carico Permanente Loculi | D3 :da 121 a 132 Azione : Permanente Loculi                                       |
|            |             |  | D3 :da 145 a 156 Azione : Permanente Loculi                                       |
|            |             |  | D3 :da 169 a 180 Azione : Permanente Loculi                                       |
|            |             |  | D3 :da 193 a 204 Azione : Permanente Loculi                                       |
|            |             |  | D3 :da 217 a 228 Azione : Permanente Loculi                                       |
|            |             |  | D3 :da 241 a 252 Azione : Permanente Loculi                                       |
|            |             |  | D3 :da 265 a 276 Azione : Permanente Loculi                                       |
| 13         | Qk          | CDC=Qk (variabile generico) Carico Accidentale Loculi  | D3 :da 121 a 132 Azione : Accidentale Loculi                                      |
|            |             |  | D3 :da 145 a 156 Azione : Accidentale Loculi                                      |
|            |             |  | D3 :da 169 a 180 Azione : Accidentale Loculi                                      |

| CDC | Tipo | Sigla Id  | Note  |
|-----|------|---|---|
|     |      |   | D3 :da 193 a 204 Azione : Accidentale Loculi              |
|     |      |   | D3 :da 217 a 228 Azione : Accidentale Loculi              |
|     |      |   | D3 :da 241 a 252 Azione : Accidentale Loculi              |
|     |      |   | D3 :da 265 a 276 Azione : Accidentale Loculi              |
| 14  | Gk   | CDC=G1k (permanente generico) Permanente Muratura | Nodo: 26 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y          |
|     |      |   | Nodo:da 50 a 51 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y   |
|     |      |   | Nodo:da 75 a 76 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y   |
|     |      |   | Nodo:da 100 a 101 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo:da 125 a 126 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo: 138 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |
|     |      |   | Nodo:da 150 a 151 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo: 163 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |
|     |      |   | Nodo:da 175 a 176 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo: 188 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |
|     |      |   | Nodo:da 200 a 201 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo: 213 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |
|     |      |   | Nodo:da 225 a 226 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo: 238 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |
|     |      |   | Nodo:da 250 a 251 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo: 263 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |
|     |      |   | Nodo:da 275 a 276 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo: 288 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |
|     |      |   | Nodo:da 300 a 301 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y |
|     |      |   | Nodo:da 302 a 312 Azione : Permanente Muratura Dir.X      |
|     |      |   | Nodo: 313 Azione : Carico Permante Muratura Dir.Y         |

# DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

## LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione* assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

### Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

### Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

| Destinazione d'uso/azione   | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
|---|----------|----------|----------|
| Categoria A residenziali  | 0,70     | 0,50     | 0,30     |
| Categoria B uffici  | 0,70     | 0,50     | 0,30     |
| Categoria C ambienti suscettibili di affollamento                 | 0,70     | 0,70     | 0,60     |
| Categoria D ambienti ad uso commerciale                           | 0,70     | 0,70     | 0,60     |
| Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...                   | 1,00     | 0,90     | 0,80     |
| Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$ ) | 0,70     | 0,70     | 0,60     |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$ )    | 0,70     | 0,50     | 0,30     |
| Categoria H Coperture   | 0,00     | 0,00     | 0,00     |
| Vento   | 0,60     | 0,20     | 0,00     |
| Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$                                 | 0,50     | 0,20     | 0,00     |
| Neve a quota $> 1000\text{ m}$                                    | 0,70     | 0,50     | 0,20     |
| Variazioni Termiche   | 0,60     | 0,50     | 0,00     |

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),

- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

|  |             | Coefficiente<br>$\gamma_f$ | <b>EQU</b> | <b>A1</b> | <b>A2</b> |
|--|-------------|----------------------------|------------|-----------|-----------|
| Carichi permanenti   | Favorevoli  | $\gamma_{G1}$              | 0,9        | 1,0       | 1,0       |
|  | Sfavorevoli |                            | 1,1        | 1,3       | 1,0       |
| Carichi permanenti non strutturali<br>(Non compiutamente definiti) | Favorevoli  | $\gamma_{G2}$              | 0,0        | 0,0       | 0,0       |
|  | Sfavorevoli |                            | 1,5        | 1,5       | 1,3       |
| Carichi variabili  | Favorevoli  | $\gamma_{Qi}$              | 0,0        | 0,0       | 0,0       |
|  | Sfavorevoli |                            | 1,5        | 1,5       | 1,3       |

| Cmb | Tipo     | Sigla Id                       | effetto P-delta |
|-----|----------|--------------------------------|-----------------|
| 1   | SLU      | Comb. SLU A1 1                 |                 |
| 2   | SLU      | Comb. SLU A1 2                 |                 |
| 3   | SLU      | Comb. SLU A1 3                 |                 |
| 4   | SLU      | Comb. SLU A1 4                 |                 |
| 5   | SLU      | Comb. SLU A1 5                 |                 |
| 6   | SLU      | Comb. SLU A1 6                 |                 |
| 7   | SLU      | Comb. SLU A1 7                 |                 |
| 8   | SLU      | Comb. SLU A1 8                 |                 |
| 9   | SLU      | Comb. SLU A1 9                 |                 |
| 10  | SLU      | Comb. SLU A1 10                |                 |
| 11  | SLU      | Comb. SLU A1 11                |                 |
| 12  | SLU      | Comb. SLU A1 12                |                 |
| 13  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13    |                 |
| 14  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14    |                 |
| 15  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15    |                 |
| 16  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16    |                 |
| 17  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17    |                 |
| 18  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18    |                 |
| 19  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19    |                 |
| 20  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20    |                 |
| 21  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21    |                 |
| 22  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22    |                 |
| 23  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23    |                 |
| 24  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24    |                 |
| 25  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25    |                 |
| 26  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26    |                 |
| 27  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27    |                 |
| 28  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28    |                 |
| 29  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29    |                 |
| 30  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30    |                 |
| 31  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31    |                 |
| 32  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32    |                 |
| 33  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33    |                 |
| 34  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34    |                 |
| 35  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35    |                 |
| 36  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36    |                 |
| 37  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37    |                 |
| 38  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38    |                 |
| 39  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39    |                 |
| 40  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40    |                 |
| 41  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41    |                 |
| 42  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42    |                 |
| 43  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 43    |                 |
| 44  | SLU      | Comb. SLU A1 (SLV sism.) 44    |                 |
| 45  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45 |                 |
| 46  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46 |                 |
| 47  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47 |                 |
| 48  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48 |                 |
| 49  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49 |                 |
| 50  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50 |                 |
| 51  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51 |                 |
| 52  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52 |                 |
| 53  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53 |                 |
| 54  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54 |                 |
| 55  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55 |                 |
| 56  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56 |                 |
| 57  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57 |                 |
| 58  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58 |                 |
| 59  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59 |                 |
| 60  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60 |                 |
| 61  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61 |                 |
| 62  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62 |                 |
| 63  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63 |                 |
| 64  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64 |                 |
| 65  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65 |                 |
| 66  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66 |                 |
| 67  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67 |                 |
| 68  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68 |                 |
| 69  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69 |                 |
| 70  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70 |                 |
| 71  | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71 |                 |

| Cmb | Tipo      | Sigla Id                       | effetto P-delta |
|-----|-----------|--------------------------------|-----------------|
| 72  | SLD(sis)  | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72 |                 |
| 73  | SLD(sis)  | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73 |                 |
| 74  | SLD(sis)  | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74 |                 |
| 75  | SLD(sis)  | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 75 |                 |
| 76  | SLD(sis)  | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 76 |                 |
| 77  | SLU(acc.) | Comb. SLU (Accid.) 77          |                 |
| 78  | SLU(acc.) | Comb. SLU (Accid.) 78          |                 |
| 79  | SLE(r)    | Comb. SLE(rara) 79             |                 |
| 80  | SLE(r)    | Comb. SLE(rara) 80             |                 |
| 81  | SLE(r)    | Comb. SLE(rara) 81             |                 |
| 82  | SLE(r)    | Comb. SLE(rara) 82             |                 |
| 83  | SLE(r)    | Comb. SLE(rara) 83             |                 |
| 84  | SLE(r)    | Comb. SLE(rara) 84             |                 |
| 85  | SLE(f)    | Comb. SLE(freq.) 85            |                 |
| 86  | SLE(f)    | Comb. SLE(freq.) 86            |                 |
| 87  | SLE(f)    | Comb. SLE(freq.) 87            |                 |
| 88  | SLE(f)    | Comb. SLE(freq.) 88            |                 |
| 89  | SLE(f)    | Comb. SLE(freq.) 89            |                 |
| 90  | SLE(p)    | Comb. SLE(perm.) 90            |                 |
| 91  | SLE(p)    | Comb. SLE(perm.) 91            |                 |

| Cmb | CDC 1/15... | CDC 2/16... | CDC 3/17... | CDC 4/18... | CDC 5/19... | CDC 6/20... | CDC 7/21... | CDC 8/22... | CDC 9/23... | CDC 10/24... | CDC 11/25... | CDC 12/26... | CDC 13/27... | CDC 14/28... |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1   | 1.30        | 1.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.30         | 0.0          | 1.30         |
| 2   | 1.30        | 1.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.30         | 1.50         | 1.30         |
| 3   | 1.30        | 1.30        | 1.50        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.30         | 0.0          | 1.30         |
| 4   | 1.30        | 1.30        | 1.50        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.30         | 1.50         | 1.30         |
| 5   | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.0          | 1.00         |
| 6   | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 1.50         | 1.00         |
| 7   | 1.00        | 1.00        | 1.50        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.0          | 1.00         |
| 8   | 1.00        | 1.00        | 1.50        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 1.50         | 1.00         |
| 9   | 1.30        | 1.30        | 0.75        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.30         | 0.0          | 1.30         |
| 10  | 1.30        | 1.30        | 0.75        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.30         | 1.50         | 1.30         |
| 11  | 1.00        | 1.00        | 0.75        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.0          | 1.00         |
| 12  | 1.00        | 1.00        | 0.75        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 1.50         | 1.00         |
| 13  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -1.00       | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 14  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 15  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 1.00        | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 16  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 17  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 18  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 19  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 20  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 21  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -1.00       | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 22  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -1.00       | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 23  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 1.00        | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 24  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 1.00        | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 25  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -1.00       | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 26  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 27  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 1.00        | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 28  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 29  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -0.30       | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 30  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 31  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.30        | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 32  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 33  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -0.30       | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 34  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -0.30       | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 35  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.30        | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 36  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.30        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 37  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 38  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 39  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 40  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 41  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -0.30       | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 42  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | -0.30       | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 43  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.30        | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 44  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.30        | 0.0         | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 45  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | -1.00       | 0.0         | -0.30        | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 46  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | -1.00       | 0.0         | 0.30         | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |
| 47  | 1.00        | 1.00        | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 0.0         | 1.00        | 0.0         | -0.30        | 0.0          | 1.00         | 0.80         | 1.00         |

| Cmb | CDC<br>1/15... | CDC<br>2/16... | CDC<br>3/17... | CDC<br>4/18... | CDC<br>5/19... | CDC<br>6/20... | CDC<br>7/21... | CDC<br>8/22... | CDC<br>9/23... | CDC<br>10/24... | CDC<br>11/25... | CDC<br>12/26... | CDC<br>13/27... | CDC<br>14/28... |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 48  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 1.00           | 0.0            | 0.30            | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 49  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -1.00          | 0.0            | 0.0             | -0.30           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 50  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -1.00          | 0.0            | 0.0             | 0.30            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 51  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 1.00           | 0.0            | 0.0             | -0.30           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 52  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 1.00           | 0.0            | 0.0             | 0.30            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 53  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -1.00          | -0.30           | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 54  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -1.00          | 0.30            | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 55  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 1.00           | -0.30           | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 56  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 1.00           | 0.30            | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 57  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -1.00          | 0.0             | -0.30           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 58  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -1.00          | 0.0             | 0.30            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 59  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 1.00           | 0.0             | -0.30           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 60  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 1.00           | 0.0             | 0.30            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 61  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | 0.0            | -1.00           | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 62  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | 0.0            | 1.00            | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 63  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | 0.0            | -1.00           | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 64  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | 0.0            | 1.00            | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 65  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | -1.00           | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 66  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | 1.00            | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 67  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | -1.00           | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 68  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | 1.00            | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 69  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | 0.0            | 0.0             | -1.00           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 70  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | 0.0            | 0.0             | 1.00            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 71  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | 0.0            | 0.0             | -1.00           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 72  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | 0.0            | 0.0             | 1.00            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 73  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | 0.0             | -1.00           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 74  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | -0.30          | 0.0             | 1.00            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 75  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | 0.0             | -1.00           | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 76  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.30           | 0.0             | 1.00            | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 77  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.0             | 1.00            |
| 78  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 79  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.0             | 1.00            |
| 80  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 1.00            | 1.00            |
| 81  | 1.00           | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.0             | 1.00            |
| 82  | 1.00           | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 1.00            | 1.00            |
| 83  | 1.00           | 1.00           | 0.50           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.0             | 1.00            |
| 84  | 1.00           | 1.00           | 0.50           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 1.00            | 1.00            |
| 85  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.0             | 1.00            |
| 86  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 87  | 1.00           | 1.00           | 0.20           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.0             | 1.00            |
| 88  | 1.00           | 1.00           | 0.20           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |
| 89  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.90            | 1.00            |
| 90  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.0             | 1.00            |
| 91  | 1.00           | 1.00           | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0            | 0.0             | 0.0             | 1.00            | 0.80            | 1.00            |

# AZIONE SISMICA

## VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

| Parametri della struttura |                   |            |                      |               |                       |
|---------------------------|-------------------|------------|----------------------|---------------|-----------------------|
| Classe d'uso              | Vita $V_n$ [anni] | Coeff. Uso | Periodo $V_r$ [anni] | Tipo di suolo | Categoria topografica |
| IV                        | 100.0             | 2.0        | 200.0                | D             | T1                    |

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

| Id nodo | Longitudine | Latitudine | Distanza |
|---------|-------------|------------|----------|
|         |             |            | Km       |
| Loc.    | 12.208      | 45.007     |          |
| 14744   | 12.148      | 44.977     | 5.759    |
| 14745   | 12.219      | 44.978     | 3.328    |
| 14523   | 12.218      | 45.028     | 2.456    |
| 14522   | 12.147      | 45.027     | 5.268    |

| SL  | $P_{ver}$ | $T_r$  | ag    | Fo    | T*c   |
|-----|-----------|--------|-------|-------|-------|
|     |           | Anni   | g     |       | sec   |
| SLO | 81.0      | 120.0  | 0.041 | 2.550 | 0.310 |
| SLD | 63.0      | 201.0  | 0.048 | 2.610 | 0.330 |
| SLV | 10.0      | 1898.0 | 0.081 | 2.900 | 0.390 |
| SLC | 5.0       | 2475.0 | 0.085 | 2.930 | 0.400 |

| SL  | ag    | S     | Fo    | Fv    | Tb    | Tc    | Td    |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     | g     |       |       |       | sec   | sec   | sec   |
| SLO | 0.041 | 1.800 | 2.550 | 0.695 | 0.232 | 0.696 | 1.763 |
| SLD | 0.048 | 1.800 | 2.610 | 0.768 | 0.239 | 0.718 | 1.790 |
| SLV | 0.081 | 1.800 | 2.900 | 1.112 | 0.260 | 0.781 | 1.923 |
| SLC | 0.085 | 1.800 | 2.930 | 1.156 | 0.264 | 0.791 | 1.942 |



# RISULTATI ANALISI SISMICHE

## LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

- |                |  |
|----------------|--|
| <b>9. Esk</b>  | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| <b>10. Edk</b> | caso di carico sismico con analisi dinamica            |

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Angolo di ingresso</b>         | Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale  |
| <b>Fattore di importanza</b>      | Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza   |
| <b>Zona sismica</b>               | Zona sismica  |
| <b>Accelerazione ag</b>           | Accelerazione orizzontale massima sul suolo   |
| <b>Categoria suolo</b>            | Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione  |
| <b>Fattore di struttura q</b>     | Fattore dipendente dalla tipologia strutturale  |
| <b>Fattore di sito S</b>          | Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico   |
| <b>Classe di duttilità CD</b>     | Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa   |
| <b>Fattore riduz. SLD</b>         | Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno  |
| <b>Periodo proprio T1</b>         | Periodo proprio di vibrazione della struttura   |
| <b>Coefficiente Lambda</b>        | Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura  |
| <b>Ordinata spettro Sd(T1)</b>    | Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)                        |
| <b>Ordinata spettro Se(T1)</b>    | Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve) |
| <b>Ordinata spettro S (Tb-Tc)</b> | Valore dell'ordinata dello spettro in uso nel tratto costante   |
| <b>numero di modi considerati</b> | Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica   |

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) **analisi sismica statica equivalente:**
  - quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/L_s$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - azione sismica complessiva
- b) **analisi sismica dinamica con spettro di risposta:**
  - quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto  $r/L_s$  (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
  - massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_T$  (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità  $1000 \cdot \epsilon_T/h$  da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_T$ ,  $\epsilon_P$  e  $\epsilon_D$  degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità  $1000 \cdot \epsilon_T/h$  da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo l'allegato 10.A dell'Ordinanza 3274 e smi. In particolare la tabella, per ogni combinazione SLU (SLC per il DM 14-01-2018) sismica riporta il codice di verifica e i valori utilizzati per la verifica: spostamento  $d_E$ , area ridotta e dimensione  $A_2$ , azione verticale, deformazioni di taglio dell'elastomero e tensioni nell'acciaio.

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Nodo</b>         | Nodo di appoggio dell' isolatore   |
| <b>Cmb</b>          | Combinazione oggetto della verifica  |
| <b>Verif.</b>       | Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata                     |
| <b>dE</b>           | Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30% |
| <b>Ang fi</b>       | Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta Ar (per dispositivi circolari)                                   |
| <b>V</b>            | Azione verticale agente  |
| <b>Ar</b>           | Area ridotta efficace  |
| <b>Dim A2</b>       | Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione   |
| <b>Sig s</b>        | Tensione nell' inserto in acciaio  |
| <b>Gam c(a,s,t)</b> | Deformazioni di taglio dell' elastomero  |
| <b>Vcr</b>          | Carico critico per instabilità   |

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

- 1)  $V > 0$
- 2)  $Sig s < f_{yk}$
- 3)  $Gam t < 5$
- 4)  $Gam s < Gam * (caratteristica\ dell'\ elastomero)$
- 5)  $Gam s < 2$
- 6)  $V < 0.5 V_{cr}$

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito [www.2si.it](http://www.2si.it), si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N°   | Titolo                                       |
|-----------|--|
| <b>23</b> | DM 2018: SPETTRO                             |
| <b>29</b> | SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P-δ         |
| <b>30</b> | ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI |
| <b>70</b> | MASSE SISMICHE                               |
| <b>75</b> | PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI           |
| <b>76</b> | VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI           |
| <b>77</b> | VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM      |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 4   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +) |   |
|     |      |   | categoria suolo: D                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.800                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.442 sec.            |
|     |      |   | fattore di struttura q: 3.000             |
|     |      |   | fattore per spost. mu d: 4.537            |
|     |      |   | classe di duttilità CD: B                 |
|     |      |   | numero di modi considerati: 18            |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |
|     |      |   | Taglio di calcolo 39.4 [kN]               |

| Quota | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|-------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
|-------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 385.00  | 2.920e+04     | 480.88  | 212.50  | 0.0        | -21.25     | 550.00  | 212.50  | 1.489      | 0.149       | 0.0         |
| Risulta | 2.920e+04     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN              |          | daN              |          | daN              |          |         |             |
| 1              | 1.782     | 0.561   | 0.140          | 3.51             | 1.20e-02 | 2.799e+04        | 95.9     | 1.31e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 2.264     | 0.442   | 0.140          | 2.476e+04        | 84.8     | 47.54            | 0.2      | 0.33             | 1.15e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 2.373     | 0.421   | 0.140          | 3902.95          | 13.4     | 137.45           | 0.5      | 0.07             | 2.37e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 3.489     | 0.287   | 0.140          | 131.69           | 0.5      | 11.98            | 4.10e-02 | 0.03             | 1.10e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 3.629     | 0.276   | 0.140          | 0.22             | 7.56e-04 | 1.10e-04         | 0.0      | 1.11             | 3.81e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 5.826     | 0.172   | 0.142          | 0.22             | 7.55e-04 | 2.43             | 8.33e-03 | 0.02             | 5.58e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 7.474     | 0.134   | 0.143          | 282.15           | 1.0      | 4.33e-04         | 1.48e-06 | 4920.84          | 16.9     | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 7.846     | 0.127   | 0.143          | 1.63e-04         | 0.0      | 999.25           | 3.4      | 1.47e-03         | 5.02e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 9.449     | 0.106   | 0.143          | 75.71            | 0.3      | 2.44e-06         | 0.0      | 2.272e+04        | 77.8     | 0.0     | 0.0         |
| 10             | 11.584    | 0.086   | 0.144          | 2.18e-03         | 7.47e-06 | 1.15             | 3.94e-03 | 5.65e-03         | 1.93e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 11             | 15.596    | 0.064   | 0.144          | 37.63            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 1559.29          | 5.3      | 0.0     | 0.0         |
| 12             | 21.217    | 0.047   | 0.144          | 3.54e-05         | 0.0      | 5.25             | 1.80e-02 | 3.00e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 13             | 52.032    | 0.019   | 0.145          | 4.02e-03         | 1.38e-05 | 3.45e-05         | 0.0      | 3.17e-03         | 1.09e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 14             | 57.524    | 0.017   | 0.145          | 3.14e-03         | 1.08e-05 | 2.52e-05         | 0.0      | 2.66e-03         | 9.12e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 15             | 78.765    | 0.013   | 0.145          | 0.0              | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 3.78e-04         | 1.30e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 16             | 103.001   | 0.010   | 0.145          | 1.19e-04         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 6.39e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 17             | 104.230   | 0.010   | 0.145          | 2.23e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.11e-04         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 18             | 113.872   | 0.009   | 0.145          | 9.63e-05         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 4.91e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 100.00           |          | 100.00           |          | 100.00           |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 5   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -) |   |
|     |      |   | categoria suolo: D                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.800                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.442 sec.            |
|     |      |   | fattore di struttura q: 3.000             |
|     |      |   | fattore per spost. mu d: 4.537            |
|     |      |   | classe di duttilità CD: B                 |
|     |      |   | numero di modi considerati: 18            |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |
|     |      |   | Taglio di calcolo 39.4 [kN]               |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 385.00  | 2.920e+04     | 480.88  | 212.50  | 0.0        | 21.25      | 550.00  | 212.50  | 1.489      | 0.149       | 0.0         |
| Risulta | 2.920e+04     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
|      | Hz        | sec     | g              | daN              |          | daN              |          | daN              |          |         |             |
| 1    | 1.782     | 0.561   | 0.140          | 3.51             | 1.20e-02 | 2.799e+04        | 95.9     | 1.31e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2    | 2.264     | 0.442   | 0.140          | 2.476e+04        | 84.8     | 47.54            | 0.2      | 0.33             | 1.15e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 3    | 2.373     | 0.421   | 0.140          | 3902.95          | 13.4     | 137.45           | 0.5      | 0.07             | 2.37e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 4    | 3.489     | 0.287   | 0.140          | 131.69           | 0.5      | 11.98            | 4.10e-02 | 0.03             | 1.10e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 5    | 3.629     | 0.276   | 0.140          | 0.22             | 7.56e-04 | 1.10e-04         | 0.0      | 1.11             | 3.81e-03 | 0.0     | 0.0         |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
| 6              | 5.826     | 0.172   | 0.142          | 0.22             | 7.55e-04 | 2.43             | 8.33e-03 | 0.02             | 5.58e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 7.474     | 0.134   | 0.143          | 282.15           | 1.0      | 4.33e-04         | 1.48e-06 | 4920.84          | 16.9     | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 7.846     | 0.127   | 0.143          | 1.63e-04         | 0.0      | 999.25           | 3.4      | 1.47e-03         | 5.02e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 9.449     | 0.106   | 0.143          | 75.71            | 0.3      | 2.44e-06         | 0.0      | 2.272e+04        | 77.8     | 0.0     | 0.0         |
| 10             | 11.584    | 0.086   | 0.144          | 2.18e-03         | 7.47e-06 | 1.15             | 3.94e-03 | 5.65e-03         | 1.93e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 11             | 15.596    | 0.064   | 0.144          | 37.63            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 1559.29          | 5.3      | 0.0     | 0.0         |
| 12             | 21.217    | 0.047   | 0.144          | 3.54e-05         | 0.0      | 5.25             | 1.80e-02 | 2.99e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 13             | 52.032    | 0.019   | 0.145          | 4.02e-03         | 1.38e-05 | 3.45e-05         | 0.0      | 3.17e-03         | 1.09e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 14             | 57.524    | 0.017   | 0.145          | 3.14e-03         | 1.08e-05 | 2.52e-05         | 0.0      | 2.66e-03         | 9.12e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 15             | 78.765    | 0.013   | 0.145          | 0.0              | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 3.78e-04         | 1.30e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 16             | 103.001   | 0.010   | 0.145          | 1.19e-04         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 6.39e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 17             | 104.230   | 0.010   | 0.145          | 2.23e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.11e-04         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 18             | 113.872   | 0.009   | 0.145          | 9.63e-05         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 4.91e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 100.00           |          | 100.00           |          | 100.00           |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                  | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 6   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +) |   |
|     |      |   | categoria suolo: D                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.800                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.561 sec.            |
|     |      |   | fattore di struttura q: 3.000             |
|     |      |   | fattore per spost. mu d: 3.784            |
|     |      |   | classe di duttilità CD: B                 |
|     |      |   | numero di modi considerati: 18            |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |
|     |      |   | Taglio di calcolo 39.5 [kN]               |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 385.00  | 2.920e+04     | 480.88  | 212.50  | 49.50      | 0.0        | 550.00  | 212.50  | 1.489      | 0.149       | 0.0         |
| Risulta | 2.920e+04     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN              |          | daN              |          | daN              |          |         |             |
| 1              | 1.782     | 0.561   | 0.140          | 0.0              | 0.0      | 2.807e+04        | 96.1     | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 2.287     | 0.437   | 0.140          | 2.880e+04        | 98.6     | 0.0              | 0.0      | 0.41             | 1.41e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 2.407     | 0.415   | 0.140          | 0.0              | 0.0      | 86.15            | 0.3      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 3.488     | 0.287   | 0.140          | 0.0              | 0.0      | 30.57            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 3.531     | 0.283   | 0.140          | 0.22             | 7.66e-04 | 0.0              | 0.0      | 1.04             | 3.57e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 5.556     | 0.180   | 0.142          | 0.0              | 0.0      | 6.44             | 2.20e-02 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 7.473     | 0.134   | 0.143          | 281.51           | 1.0      | 0.0              | 0.0      | 4918.28          | 16.8     | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 7.839     | 0.128   | 0.143          | 0.0              | 0.0      | 1000.00          | 3.4      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 9.448     | 0.106   | 0.143          | 75.58            | 0.3      | 0.0              | 0.0      | 2.272e+04        | 77.8     | 0.0     | 0.0         |
| 10             | 11.584    | 0.086   | 0.144          | 0.0              | 0.0      | 0.86             | 2.95e-03 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 11             | 15.596    | 0.064   | 0.144          | 37.61            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 1559.38          | 5.3      | 0.0     | 0.0         |
| 12             | 21.215    | 0.047   | 0.144          | 0.0              | 0.0      | 5.22             | 1.79e-02 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 13             | 54.530    | 0.018   | 0.145          | 7.16e-03         | 2.45e-05 | 0.0              | 0.0      | 5.85e-03         | 2.00e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 14             | 54.614    | 0.018   | 0.145          | 0.0              | 0.0      | 5.85e-05         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 15             | 85.510    | 0.012   | 0.145          | 0.0              | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 3.20e-04         | 1.10e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 16             | 96.756    | 0.010   | 0.145          | 2.59e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.29e-04         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 17             | 108.007   | 0.009   | 0.145          | 2.15e-04         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.13e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 18             | 108.050   | 0.009   | 0.145          | 0.0              | 0.0      | 1.27e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 100.00           |          | 100.00           |          | 100.00           |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                  | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 7   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -) |   |
|     |      |   | categoria suolo: D                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.800                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.571 sec.            |
|     |      |   | fattore di struttura q: 3.000             |
|     |      |   | fattore per spost. $\mu$ d: 3.736         |
|     |      |   | classe di duttilità CD: B                 |
|     |      |   | numero di modi considerati: 18            |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |
|     |      |   | Taglio di calcolo 38.1 [kN]               |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 385.00  | 2.920e+04     | 480.88  | 212.50  | -49.50     | 0.0        | 550.00  | 212.50  | 1.489      | 0.149       | 0.0         |
| Risulta | 2.920e+04     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN              |          | daN              |          | daN              |          |         |             |
| 1              | 1.752     | 0.571   | 0.140          | 0.0              | 0.0      | 2.695e+04        | 92.3     | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 2.287     | 0.437   | 0.140          | 2.880e+04        | 98.6     | 0.0              | 0.0      | 0.41             | 1.41e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 2.371     | 0.422   | 0.140          | 0.0              | 0.0      | 1234.05          | 4.2      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 3.451     | 0.290   | 0.140          | 0.0              | 0.0      | 3.20             | 1.10e-02 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 3.736     | 0.268   | 0.140          | 0.16             | 5.61e-04 | 0.0              | 0.0      | 1.20             | 4.10e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 6.165     | 0.162   | 0.142          | 0.0              | 0.0      | 2.15e-03         | 7.37e-06 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 7.473     | 0.134   | 0.143          | 281.51           | 1.0      | 0.0              | 0.0      | 4918.40          | 16.8     | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 7.870     | 0.127   | 0.143          | 0.0              | 0.0      | 998.56           | 3.4      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 9.448     | 0.106   | 0.143          | 75.58            | 0.3      | 0.0              | 0.0      | 2.272e+04        | 77.8     | 0.0     | 0.0         |
| 10             | 11.588    | 0.086   | 0.144          | 0.0              | 0.0      | 1.52             | 5.21e-03 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 11             | 15.596    | 0.064   | 0.144          | 37.60            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 1559.40          | 5.3      | 0.0     | 0.0         |
| 12             | 21.219    | 0.047   | 0.144          | 0.0              | 0.0      | 5.30             | 1.81e-02 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 13             | 54.530    | 0.018   | 0.145          | 7.16e-03         | 2.45e-05 | 0.0              | 0.0      | 5.85e-03         | 2.00e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 14             | 54.614    | 0.018   | 0.145          | 0.0              | 0.0      | 6.04e-05         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 15             | 73.400    | 0.014   | 0.145          | 1.06e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 4.37e-04         | 1.50e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 16             | 108.007   | 0.009   | 0.145          | 2.15e-04         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.13e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 17             | 108.050   | 0.009   | 0.145          | 0.0              | 0.0      | 1.30e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 18             | 113.754   | 0.009   | 0.145          | 1.86e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 9.29e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 100.00           |          | 100.00           |          | 100.00           |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 8   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +) |   |
|     |      |   | categoria suolo: D                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.800                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.223 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.442 sec.            |
|     |      |   | numero di modi considerati: 18            |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |
|     |      |   | Taglio di calcolo 39.4 [kN]               |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 385.00  | 2.920e+04     | 480.88  | 212.50  | 0.0        | -21.25     | 550.00  | 212.50  | 1.489      | 0.149       | 0.0         |
| Risulta | 2.920e+04     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN              |          | daN              |          | daN              |          |         |             |
| 1              | 1.782     | 0.561   | 0.223          | 3.51             | 1.20e-02 | 2.799e+04        | 95.9     | 1.31e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 2.264     | 0.442   | 0.223          | 2.476e+04        | 84.8     | 47.54            | 0.2      | 0.33             | 1.15e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 2.373     | 0.421   | 0.223          | 3902.95          | 13.4     | 137.45           | 0.5      | 0.07             | 2.37e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 3.489     | 0.287   | 0.223          | 131.69           | 0.5      | 11.98            | 4.10e-02 | 0.03             | 1.10e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 3.629     | 0.276   | 0.223          | 0.22             | 7.56e-04 | 1.10e-04         | 0.0      | 1.11             | 3.81e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 5.826     | 0.172   | 0.184          | 0.22             | 7.55e-04 | 2.43             | 8.33e-03 | 0.02             | 5.58e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 7.474     | 0.134   | 0.163          | 282.15           | 1.0      | 4.33e-04         | 1.48e-06 | 4920.84          | 16.9     | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 7.846     | 0.127   | 0.159          | 1.63e-04         | 0.0      | 999.25           | 3.4      | 1.47e-03         | 5.02e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 9.449     | 0.106   | 0.146          | 75.71            | 0.3      | 2.44e-06         | 0.0      | 2.272e+04        | 77.8     | 0.0     | 0.0         |
| 10             | 11.584    | 0.086   | 0.135          | 2.18e-03         | 7.47e-06 | 1.15             | 3.94e-03 | 5.65e-03         | 1.93e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 11             | 15.596    | 0.064   | 0.122          | 37.63            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 1559.29          | 5.3      | 0.0     | 0.0         |
| 12             | 21.217    | 0.047   | 0.113          | 3.54e-05         | 0.0      | 5.25             | 1.80e-02 | 3.00e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 13             | 52.032    | 0.019   | 0.097          | 4.02e-03         | 1.38e-05 | 3.45e-05         | 0.0      | 3.17e-03         | 1.09e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 14             | 57.524    | 0.017   | 0.096          | 3.14e-03         | 1.08e-05 | 2.52e-05         | 0.0      | 2.66e-03         | 9.12e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 15             | 78.765    | 0.013   | 0.093          | 0.0              | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 3.78e-04         | 1.30e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 16             | 103.001   | 0.010   | 0.091          | 1.19e-04         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 6.39e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 17             | 104.230   | 0.010   | 0.091          | 2.23e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.11e-04         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 18             | 113.872   | 0.009   | 0.091          | 9.63e-05         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 4.91e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 100.00           |          | 100.00           |          | 100.00           |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 9   | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -) |   |
|     |      |   | categoria suolo: D                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.800                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.223 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:0.0                    |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: negativa         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.442 sec.            |
|     |      |   | numero di modi considerati: 18            |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |
|     |      |   | Taglio di calcolo 39.4 [kN]               |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 385.00  | 2.920e+04     | 480.88  | 212.50  | 0.0        | 21.25      | 550.00  | 212.50  | 1.489      | 0.149       | 0.0         |
| Risulta | 2.920e+04     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
|      | Hz        | sec     | g              | daN              |          | daN              |          | daN              |          |         |             |
| 1    | 1.782     | 0.561   | 0.223          | 3.51             | 1.20e-02 | 2.799e+04        | 95.9     | 1.31e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2    | 2.264     | 0.442   | 0.223          | 2.476e+04        | 84.8     | 47.54            | 0.2      | 0.33             | 1.15e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 3    | 2.373     | 0.421   | 0.223          | 3902.95          | 13.4     | 137.45           | 0.5      | 0.07             | 2.37e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 4    | 3.489     | 0.287   | 0.223          | 131.69           | 0.5      | 11.98            | 4.10e-02 | 0.03             | 1.10e-04 | 0.0     | 0.0         |
| 5    | 3.629     | 0.276   | 0.223          | 0.22             | 7.56e-04 | 1.10e-04         | 0.0      | 1.11             | 3.81e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6    | 5.826     | 0.172   | 0.184          | 0.22             | 7.55e-04 | 2.43             | 8.33e-03 | 0.02             | 5.58e-05 | 0.0     | 0.0         |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
| 7              | 7.474     | 0.134   | 0.163          | 282.15           | 1.0      | 4.33e-04         | 1.48e-06 | 4920.84          | 16.9     | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 7.846     | 0.127   | 0.159          | 1.63e-04         | 0.0      | 999.25           | 3.4      | 1.47e-03         | 5.02e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 9.449     | 0.106   | 0.146          | 75.71            | 0.3      | 2.44e-06         | 0.0      | 2.272e+04        | 77.8     | 0.0     | 0.0         |
| 10             | 11.584    | 0.086   | 0.135          | 2.18e-03         | 7.47e-06 | 1.15             | 3.94e-03 | 5.65e-03         | 1.93e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 11             | 15.596    | 0.064   | 0.122          | 37.63            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 1559.29          | 5.3      | 0.0     | 0.0         |
| 12             | 21.217    | 0.047   | 0.113          | 3.54e-05         | 0.0      | 5.25             | 1.80e-02 | 2.99e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 13             | 52.032    | 0.019   | 0.097          | 4.02e-03         | 1.38e-05 | 3.45e-05         | 0.0      | 3.17e-03         | 1.09e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 14             | 57.524    | 0.017   | 0.096          | 3.14e-03         | 1.08e-05 | 2.52e-05         | 0.0      | 2.66e-03         | 9.12e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 15             | 78.765    | 0.013   | 0.093          | 0.0              | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 3.78e-04         | 1.30e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 16             | 103.001   | 0.010   | 0.091          | 1.19e-04         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 6.39e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 17             | 104.230   | 0.010   | 0.091          | 2.23e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.11e-04         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 18             | 113.872   | 0.009   | 0.091          | 9.63e-05         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 4.91e-06         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 100.00           |          | 100.00           |          | 100.00           |          |         |             |

| CDC | Tipo | Sigla Id                                  | Note                                      |
|-----|------|---|---|
| 10  | Edk  | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +) |   |
|     |      |   | categoria suolo: D                        |
|     |      |   | fattore di sito S = 1.800                 |
|     |      |   | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.223 g |
|     |      |   | angolo di ingresso:90.00                  |
|     |      |   | eccentricità aggiuntiva: positiva         |
|     |      |   | periodo proprio T1: 0.561 sec.            |
|     |      |   | numero di modi considerati: 18            |
|     |      |   | combinaz. modale: CQC                     |
|     |      |   | Taglio di calcolo 39.5 [kN]               |

| Quota   | M Sismica x g | Pos. GX | Pos. GY | E agg. X-X | E agg. Y-Y | Pos. KX | Pos. KY | rapp. r/Ls | rapp. ex/rx | rapp. ey/ry |
|---------|---------------|---------|---------|------------|------------|---------|---------|------------|-------------|-------------|
| cm      | daN           | cm      | cm      | cm         | cm         | cm      | cm      |            |             |             |
| 385.00  | 2.920e+04     | 480.88  | 212.50  | 49.50      | 0.0        | 550.00  | 212.50  | 1.489      | 0.149       | 0.0         |
| Risulta | 2.920e+04     |         |         |            |            |         |         |            |             |             |

| Modo           | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | %        | M efficace Y x g | %        | M efficace Z x g | %        | Energia | Energia x v |
|----------------|-----------|---------|----------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|---------|-------------|
|                | Hz        | sec     | g              | daN              |          | daN              |          | daN              |          |         |             |
| 1              | 1.782     | 0.561   | 0.223          | 0.0              | 0.0      | 2.807e+04        | 96.1     | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 2              | 2.287     | 0.437   | 0.223          | 2.880e+04        | 98.6     | 0.0              | 0.0      | 0.41             | 1.41e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 3              | 2.407     | 0.415   | 0.223          | 0.0              | 0.0      | 86.15            | 0.3      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 4              | 3.488     | 0.287   | 0.223          | 0.0              | 0.0      | 30.57            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 5              | 3.531     | 0.283   | 0.223          | 0.22             | 7.66e-04 | 0.0              | 0.0      | 1.04             | 3.57e-03 | 0.0     | 0.0         |
| 6              | 5.556     | 0.180   | 0.189          | 0.0              | 0.0      | 6.44             | 2.20e-02 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 7              | 7.473     | 0.134   | 0.163          | 281.51           | 1.0      | 0.0              | 0.0      | 4918.28          | 16.8     | 0.0     | 0.0         |
| 8              | 7.839     | 0.128   | 0.159          | 0.0              | 0.0      | 1000.00          | 3.4      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 9              | 9.448     | 0.106   | 0.146          | 75.58            | 0.3      | 0.0              | 0.0      | 2.272e+04        | 77.8     | 0.0     | 0.0         |
| 10             | 11.584    | 0.086   | 0.135          | 0.0              | 0.0      | 0.86             | 2.95e-03 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 11             | 15.596    | 0.064   | 0.122          | 37.61            | 0.1      | 0.0              | 0.0      | 1559.38          | 5.3      | 0.0     | 0.0         |
| 12             | 21.215    | 0.047   | 0.113          | 0.0              | 0.0      | 5.22             | 1.79e-02 | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 13             | 54.530    | 0.018   | 0.096          | 7.16e-03         | 2.45e-05 | 0.0              | 0.0      | 5.85e-03         | 2.00e-05 | 0.0     | 0.0         |
| 14             | 54.614    | 0.018   | 0.096          | 0.0              | 0.0      | 5.85e-05         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 15             | 85.510    | 0.012   | 0.092          | 0.0              | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 3.20e-04         | 1.10e-06 | 0.0     | 0.0         |
| 16             | 96.756    | 0.010   | 0.091          | 2.59e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.29e-04         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 17             | 108.007   | 0.009   | 0.091          | 2.15e-04         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 1.13e-05         | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| 18             | 108.050   | 0.009   | 0.091          | 0.0              | 0.0      | 1.27e-06         | 0.0      | 0.0              | 0.0      | 0.0     | 0.0         |
| Risulta        |           |         |                | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          | 2.920e+04        |          |         |             |
| In percentuale |           |         |                | 100.00           |          | 100.00           |          | 100.00           |          |         |             |

[illegible][illegible]



# RISULTATI NODALI

## LEGENDA RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali.

Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno).

Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

| Nodo | Cmb | Traslazione X<br>cm | Traslazione Y<br>cm | Traslazione Z<br>cm | Rotazione X | Rotazione Y | Rotazione Z |
|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| 1    | 1   | -1.23e-04           | 1.59e-05            | -1.06               | -3.30e-03   | -2.10e-03   | -1.28e-06   |
| 1    | 2   | -1.31e-04           | 1.76e-05            | -1.07               | -3.58e-03   | -2.16e-03   | -1.38e-06   |
| 1    | 3   | -1.65e-04           | 3.81e-05            | -1.14               | -3.22e-03   | -2.29e-03   | -1.77e-06   |
| 1    | 4   | -1.74e-04           | 3.98e-05            | -1.16               | -3.50e-03   | -2.36e-03   | -1.86e-06   |
| 1    | 5   | -9.44e-05           | 1.23e-05            | -0.81               | -2.54e-03   | -1.62e-03   | 0.0         |
| 1    | 6   | -1.03e-04           | 1.39e-05            | -0.83               | -2.82e-03   | -1.68e-03   | -1.08e-06   |
| 1    | 7   | -1.37e-04           | 3.44e-05            | -0.89               | -2.46e-03   | -1.81e-03   | -1.47e-06   |
| 1    | 8   | -1.46e-04           | 3.61e-05            | -0.91               | -2.74e-03   | -1.87e-03   | -1.57e-06   |
| ...  |     |                     |                     |                     |             |             |             |
| 331  | 91  | -0.28               | 1.01                | -1.12               | -2.00e-03   | -6.86e-04   | -5.20e-05   |
| Nodo |     | Traslazione X       | Traslazione Y       | Traslazione Z       | Rotazione X | Rotazione Y | Rotazione Z |
|      |     | -1.44               | -0.83               | -2.93               | -7.03e-03   | -2.54e-03   | -1.58e-03   |
|      |     | 0.90                | 3.36                | 0.24                | 1.91e-03    | 2.24e-03    | 9.85e-04    |

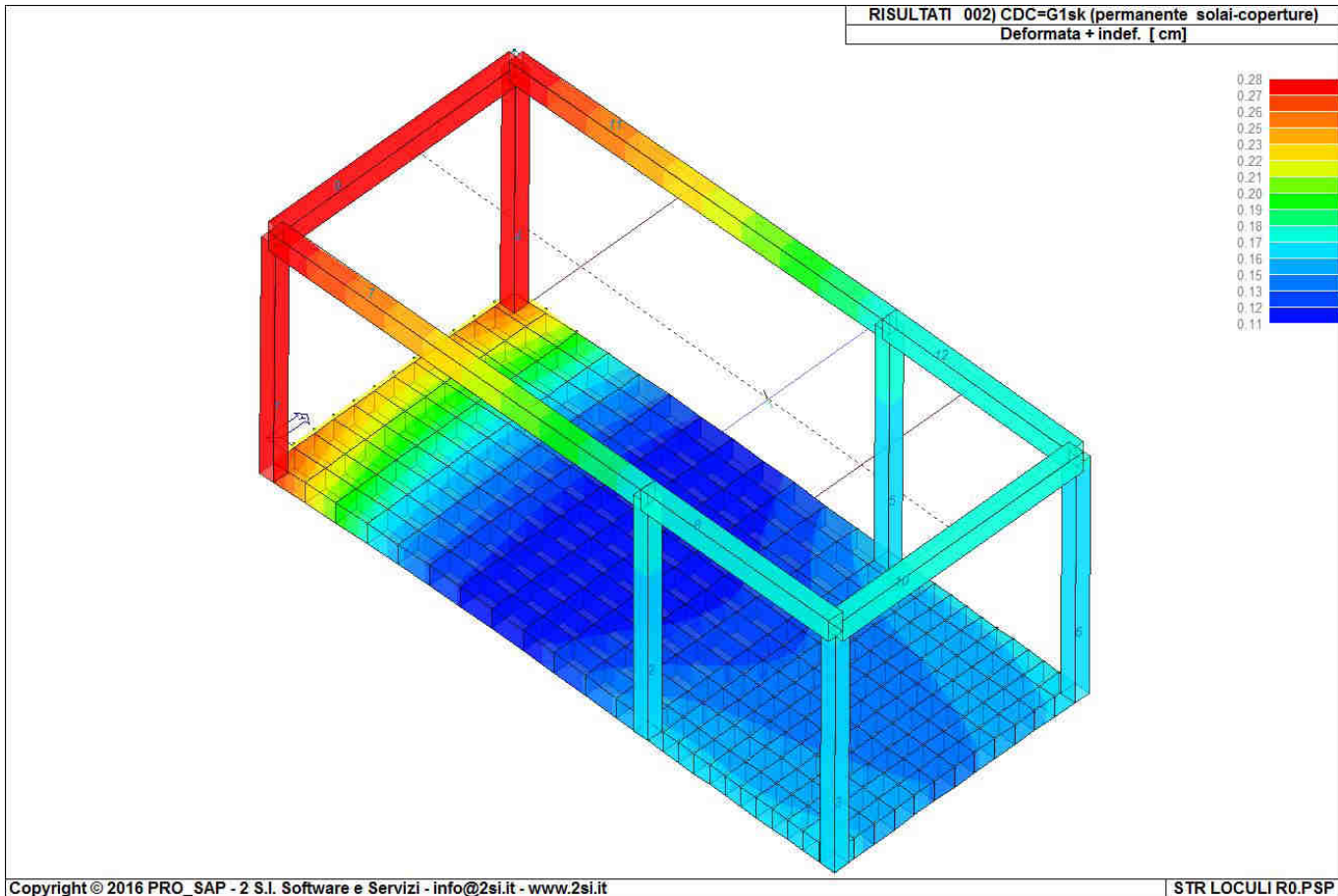


Fig. 2

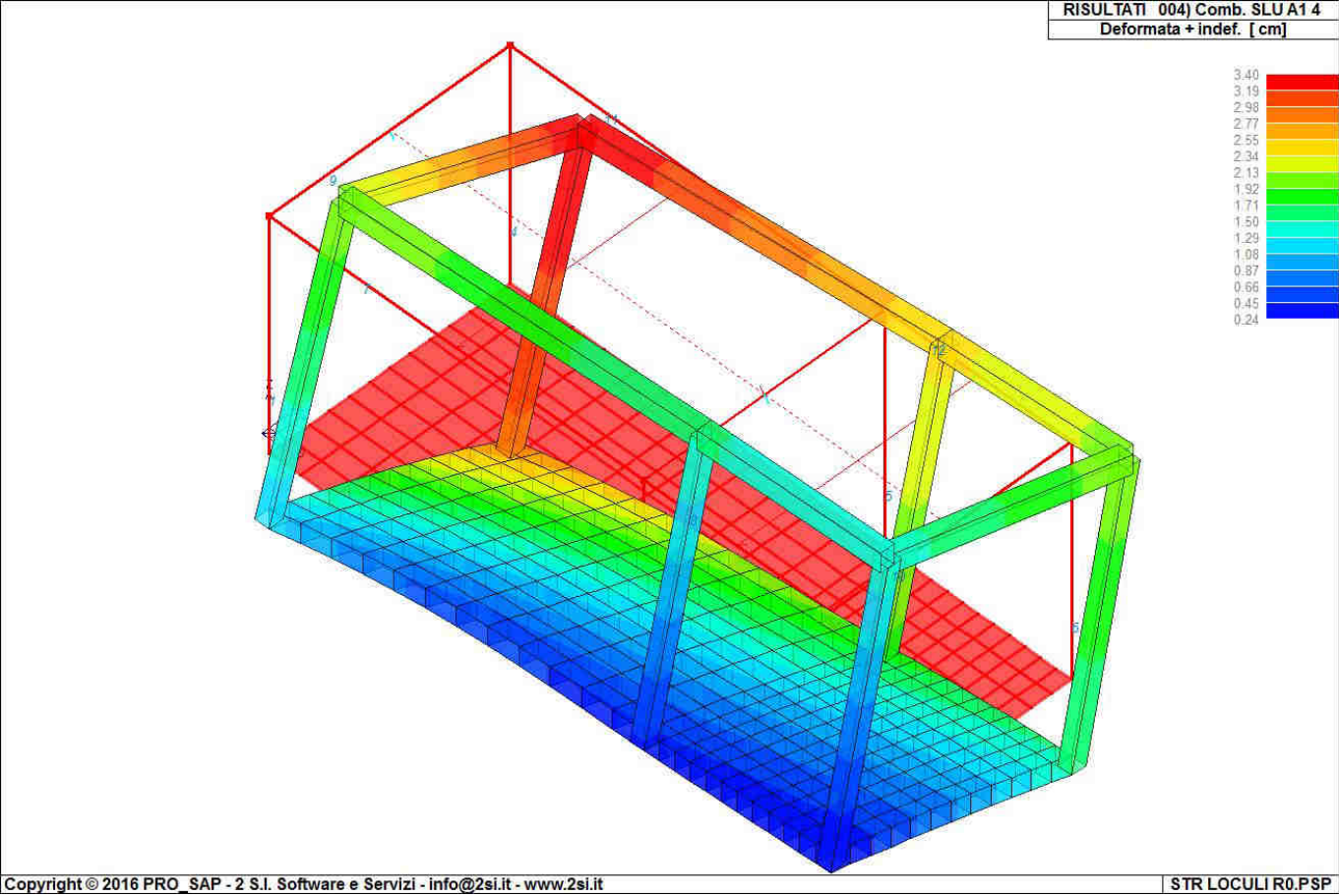


Fig. 3

| Nodo | Cmb | Azione X<br>daN | Azione Y<br>daN | Azione Z<br>daN | Azione RX<br>daN cm | Azione RY<br>daN cm | Azione RZ<br>daN cm |
|------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Nodo |     | Azione X        | Azione Y        | Azione Z        | Azione RX           | Azione RY           | Azione RZ           |
| Nodo | Cmb | Azione X<br>daN | Azione Y<br>daN | Azione Z<br>daN | Azione RX<br>daN cm | Azione RY<br>daN cm | Azione RZ<br>daN cm |

# RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

## LEGENDA RISULTATI OPERE DI FONDAZIONE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne le opere di fondazione, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

La prima tabella è riferita alle fondazioni tipo palo e plinto su pali.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le sei componenti di sollecitazione (esprese nel riferimento globale della struttura) per ogni palo componente l'opera.

In particolare viene riportato:

|              |  |
|--------------|--|
| <b>Nodo</b>  | numero del nodo a cui è applicato il plinto  |
| <b>Tipo</b>  | codice corrispondente al nome assegnato al tipo di plinto di fondazione:<br>3) palo singolo ( <i>PALO</i> )<br>4) plinto su palo<br>5) plinto su due pali ( <i>PL.2P</i> )<br>6) plinto su tre pali ( <i>PL.3P</i> )<br>7) plinto su quattro pali ( <i>PL.4P</i> )<br>8) plinto rettangolare su cinque pali ( <i>PL.5P.R</i> )<br>9) plinto pentagonale su cinque pali ( <i>PL.5P</i> )<br>10) plinto su sei pali ( <i>PL.6P</i> ) |
| <b>Palo</b>  | numero del palo  |
| <b>Comb.</b> | combinazione di carico in cui si verificano le sei componenti di sollecitazione.   |
| <b>Quota</b> | quota assoluta della sezione del palo per cui si riportano le sei componenti di sollecitazione.  |

L'azione  $F_z$  ( corrispondente allo sforzo normale nel palo) è costante poiché il peso del palo stesso non è considerato nella modellazione.

La seconda tabella è riferita alle fondazioni tipo plinto su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni nei quattro vertici dell'impronta sul terreno.

In particolare viene riportato:

|                  |        |  |
|------------------|--------|--|
| Nodo             |        | numero del nodo a cui è applicato il plinto                    |
| Tipo             |        | Codice identificativo del nome assegnato al plinto             |
| area             |        | area dell'impronta del plinto                                  |
| Wink O           | Wink V | coefficienti di Winkler (orizzontale e verticale) adottati     |
| Comb             |        | Combinazione di carico in cui si verificano i valori riportati |
| Pt (P1 P2 P3 P4) |        | valori di pressione nei vertici                                |

La terza tabella è riferita alle fondazioni tipo platea su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni in ogni vertice (nodo) degli elementi costituenti la platea.

La quarta tabella è riferita alle fondazioni tipo trave su suolo elastico.

Per questo tipo di fondazione vengono riportate le pressioni alle estremità dell'elemento e la massima (in valore assoluto) pressione lungo lo sviluppo dell'elemento.

Vengono inoltre riportati, con funzione statistica, i valori massimo e minimo delle pressioni che compaiono nella tabella.

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test N° | Titolo                   |
|---------|--------------------------|
| 105     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 106     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 107     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 108     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 109     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 110     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 111     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 112     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 113     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 114     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 115     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 116     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 117     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 118     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 119     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 120     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 121     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 122     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 123     | PLINTO SUPERFICIALE      |
| 124     | FONDAZIONE NASTRIFORME   |
| 125     | CALCOLO DEI K DI WINKLER |

| Nodo (G) | Pt 1/12 | Pt 2/13 | Pt 3... | Pt 4... |         |         |         |         |         |         |         |         |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 |
| 1        | -0.36   | -0.36   | -0.39   | -0.39   | -0.28   | -0.28   | -0.30   | -0.31   | -0.37   | -0.38   | -0.29   |         |

|          |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | -0.30   | -0.23   | -0.27   | -0.29   | -0.33 | -0.23 | -0.27 | -0.29 | -0.33 | -0.23 | -0.27 |
|          | -0.29   | -0.33   | -0.23   | -0.27   | -0.28 | -0.33 | -0.20 | -0.34 | -0.22 | -0.35 | -0.20 |
|          | -0.34   | -0.22   | -0.35   | -0.20   | -0.34 | -0.22 | -0.36 | -0.20 | -0.34 | -0.21 | -0.36 |
|          | -0.20   | -0.26   | -0.29   | -0.36   | -0.20 | -0.27 | -0.29 | -0.36 | -0.20 | -0.27 | -0.29 |
|          | -0.35   | -0.20   | -0.27   | -0.29   | -0.36 | -0.16 | -0.37 | -0.19 | -0.40 | -0.16 | -0.37 |
|          | -0.19   | -0.40   | -0.15   | -0.38   | -0.18 | -0.41 | -0.15 | -0.38 | -0.18 | -0.41 | -0.28 |
|          | -0.28   | -0.28   | -0.28   | -0.29   | -0.30 | -0.28 | -0.29 | -0.28 | -0.28 | -0.28 | -0.28 |
| ...      |         |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |
| 325      | -0.38   | -0.37   | -0.38   | -0.38   | -0.39 | -0.38 | -0.39 | -0.37 | -0.38 | -0.37 | -0.38 |
| Nodo (G) | Pt 1/12 | Pt 2/13 | Pt 3... | Pt 4... |       |       |       |       |       |       |       |
|          | -0.99   |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |
|          | 0.08    |         |         |         |       |       |       |       |       |       |       |

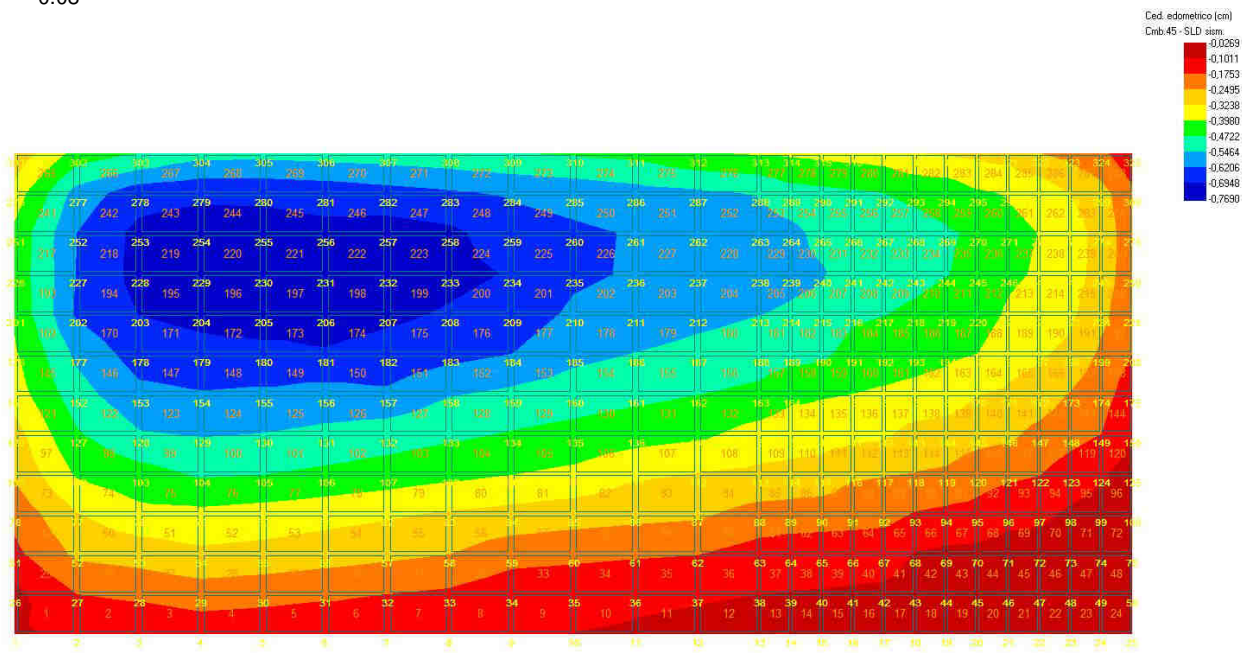


Fig. 4

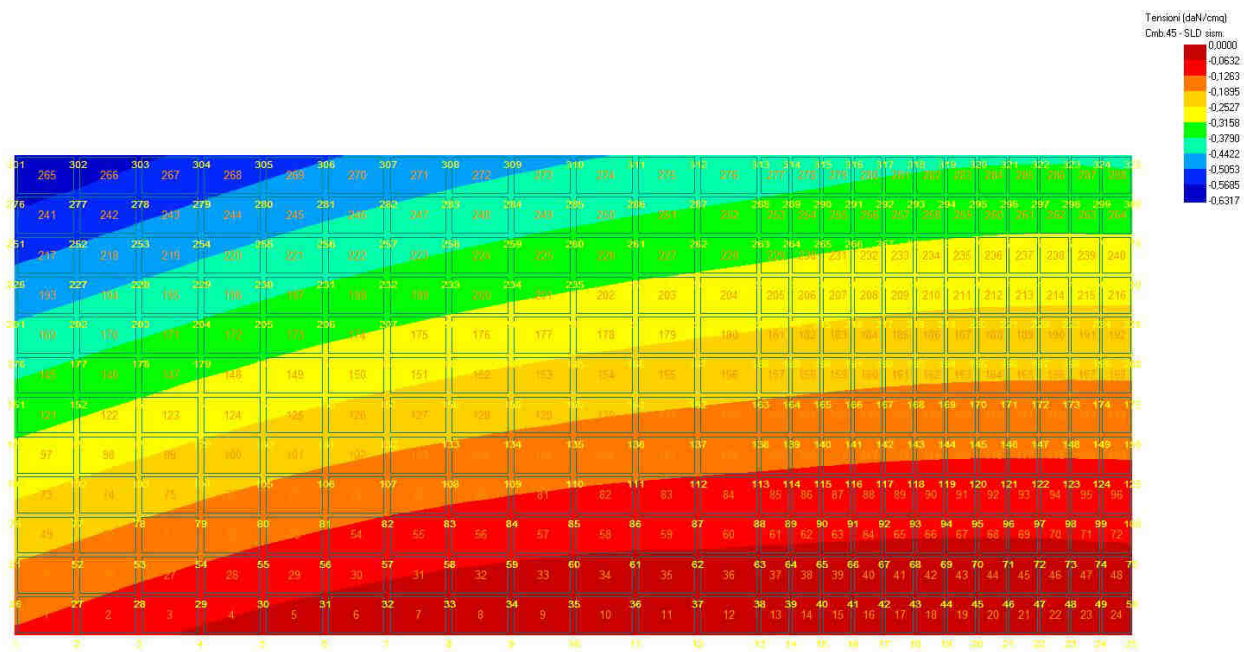


Fig. 5

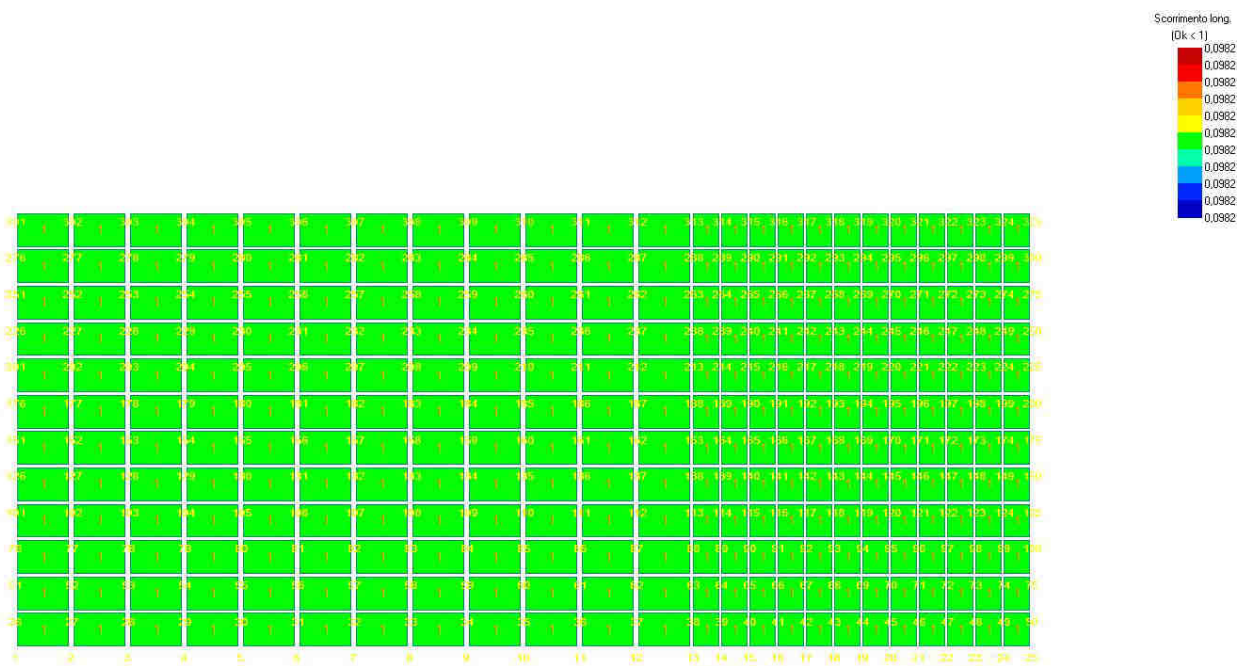


Fig. 6



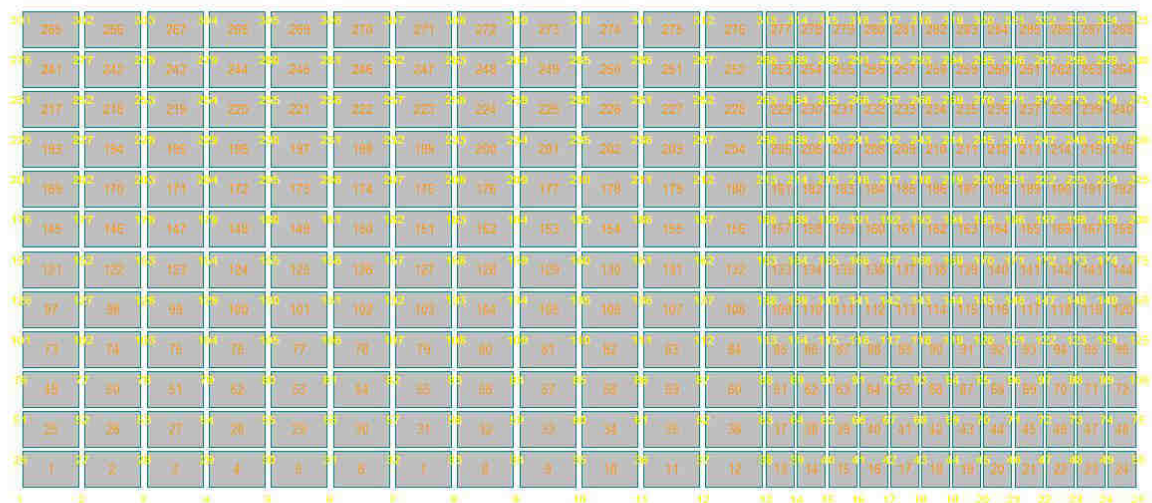


Fig. 7

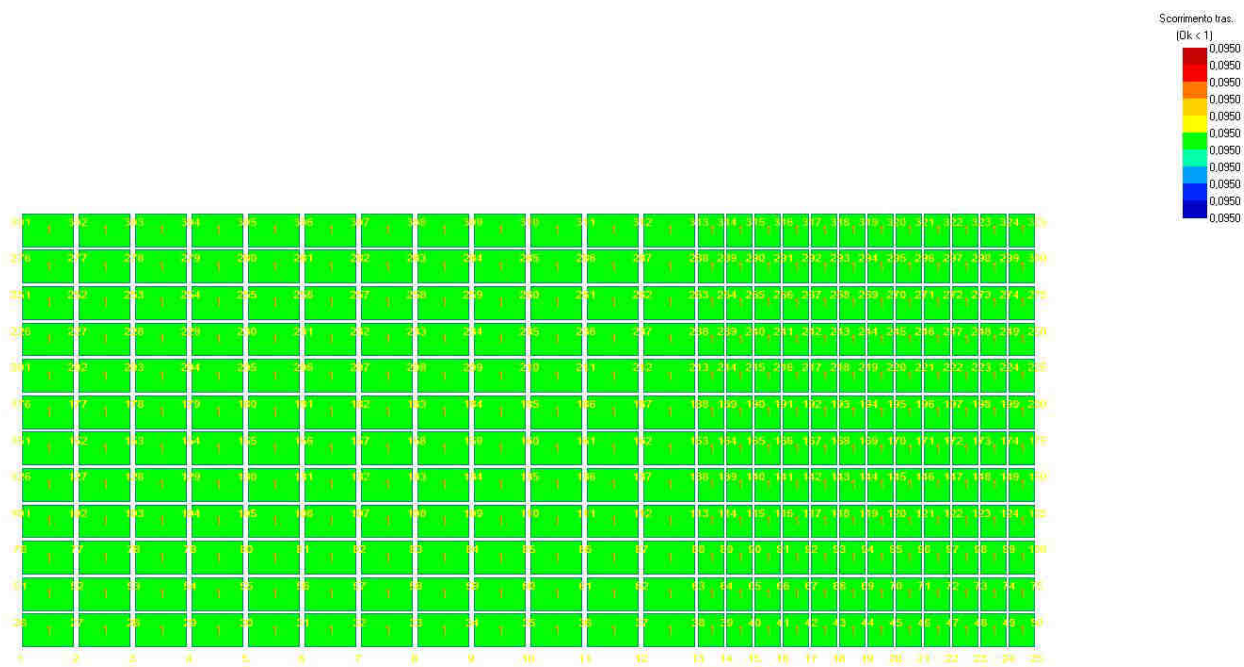


Fig. 8

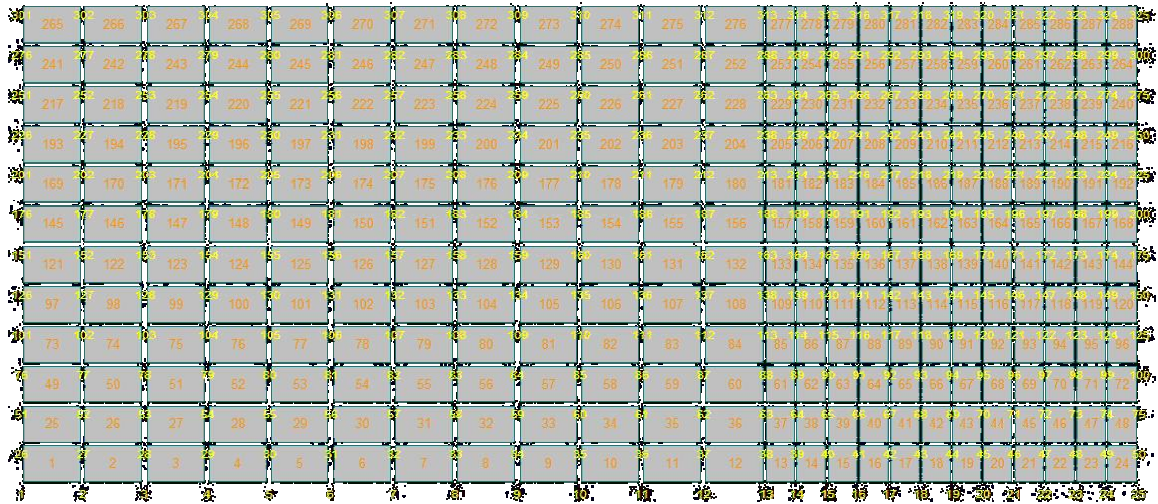


Fig. 9

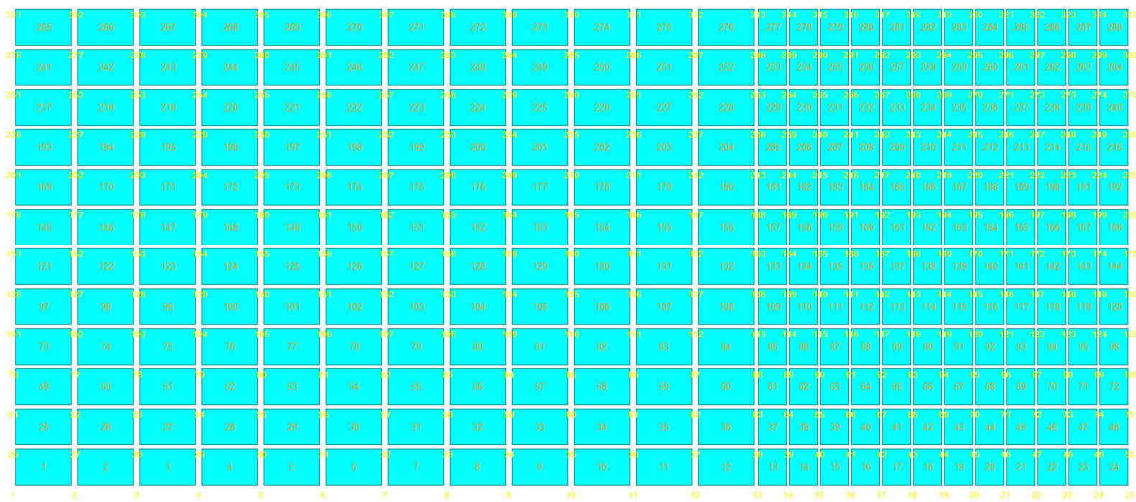


Fig. 10



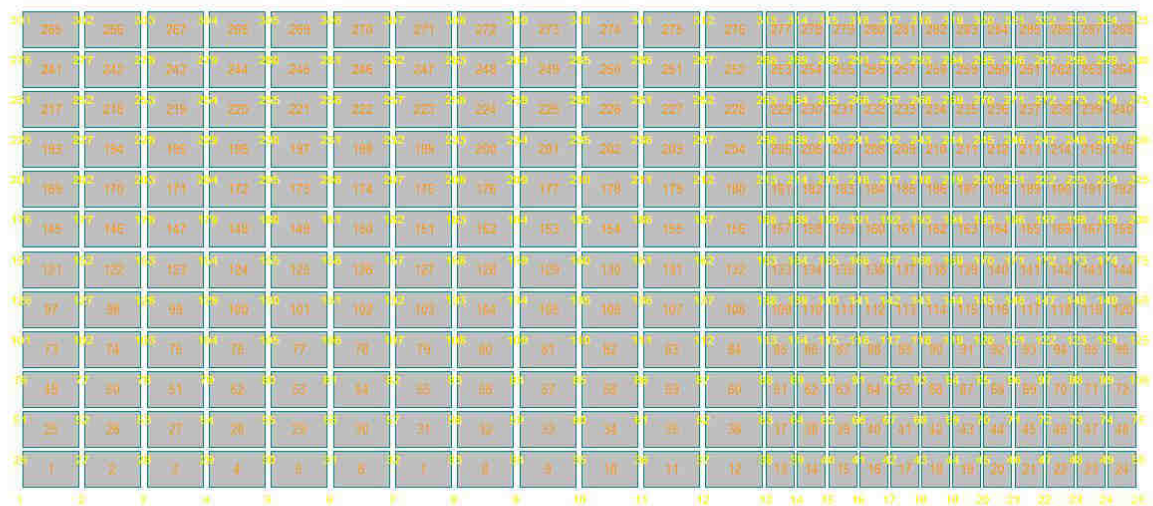


Fig. 11

# RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

## LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo **pilastro**
- tipo **trave in elevazione**
- tipo **trave in fondazione**

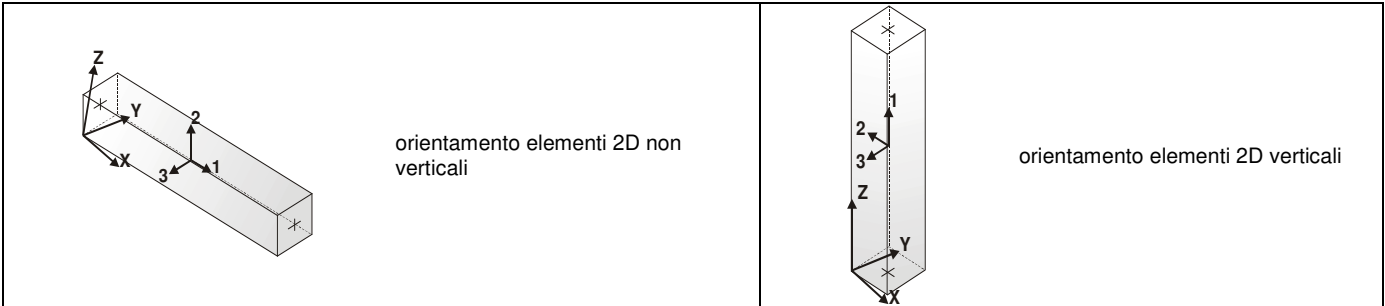
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Pilas.</b>       | numero dell'elemento pilastro  |
| <b>Cmb</b>          | combinazione in cui si verificano i valori riportati                     |
| <b>M3 mx/mn</b>     | momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)    |
| <b>M2 mx/mn</b>     | momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)    |
| <b>D2/D3</b>        | freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga) |
| <b>Q2/Q3</b>        | carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)   |
| <b>Pos.</b>         | ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento                        |
| <b>N, V2, ecc..</b> | sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento    |

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.



| Pilas. | Cmb | M3 mx/mn   | M2 mx/mn   | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3  | Pos.  | N          | V 2      | V 3      | T          | M 2        | M 3        |
|--------|-----|------------|------------|-----------|------------|-------|------------|----------|----------|------------|------------|------------|
|        |     | daN cm     | daN cm     | cm        | daN        | cm    | daN        | daN      | daN      | daN cm     | daN cm     | daN cm     |
| 1      | 1   | -3.422e+04 | -6520.87   | 0.38      | 0.0        | 0.0   | -7050.15   | -269.83  | -110.36  | -1024.98   | -6520.87   | -3.422e+04 |
|        |     | -1.476e+05 | -5.287e+04 | -1.56     | 0.0        | 420.0 | -6197.03   | -269.83  | -110.36  | -1024.98   | -5.287e+04 | -1.476e+05 |
| 1      | 2   | -3.038e+04 | -5256.05   | 0.41      | 0.0        | 0.0   | -7073.78   | -287.35  | -115.96  | -1079.12   | -5256.05   | -3.038e+04 |
|        |     | -1.511e+05 | -5.396e+04 | -1.68     | 0.0        | 420.0 | -6220.65   | -287.35  | -115.96  | -1079.12   | -5.396e+04 | -1.511e+05 |
| 1      | 3   | -3.583e+04 | -9209.61   | 0.40      | 0.0        | 0.0   | -8135.61   | -336.69  | -119.74  | -1091.05   | -9209.61   | -3.583e+04 |
|        |     | -1.772e+05 | -5.950e+04 | -1.56     | 0.0        | 420.0 | -7282.48   | -336.69  | -119.74  | -1091.05   | -5.950e+04 | -1.772e+05 |
| 1      | 4   | -3.199e+04 | -7944.78   | 0.43      | 0.0        | 0.0   | -8159.23   | -354.21  | -125.35  | -1145.19   | -7944.78   | -3.199e+04 |
|        |     | -1.808e+05 | -6.059e+04 | -1.68     | 0.0        | 420.0 | -7306.11   | -354.21  | -125.35  | -1145.19   | -6.059e+04 | -1.808e+05 |
| ...    |     |            |            |           |            |       |            |          |          |            |            |            |
| 6      | 91  | -5740.75   | -4061.92   | -1.01     | 0.0        | 420.0 | -1805.63   | -44.82   | 88.22    | -975.72    | 3.299e+04  | -5740.75   |
| Pilas. |     | M3 mx/mn   | M2 mx/mn   | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3  |       | N          | V 2      | V 3      | T          |            |            |
|        |     | -3.677e+05 | -3.875e+05 | -3.21     | 0.0        |       | -1.234e+04 | -1355.23 | -1774.69 | -2.602e+04 |            |            |
|        |     | 4.088e+05  | 3.876e+05  | 1.34      | 0.0        |       | 425.64     | 1849.00  | 1677.28  | 1.525e+04  |            |            |
|        |     |            |            |           |            |       |            |          |          |            |            |            |
| Trave  | Cmb | M3 mx/mn   | M2 mx/mn   | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3  | Pos.  | N          | V 2      | V 3      | T          | M 2        | M 3        |
|        |     | daN cm     | daN cm     | cm        | daN        | cm    | daN        | daN      | daN      | daN cm     | daN cm     | daN cm     |
| 7      | 1   | 4.211e+05  | 2.952e+04  | 0.67      | -9625.69   | 0.0   | -142.43    | 4103.98  | -68.20   | 2.125e+04  | 2.952e+04  | -1.559e+05 |
|        |     | -6.237e+05 | -1.549e+04 | 0.24      | 0.0        | 660.0 | -142.43    | -5521.71 | -68.20   | 2.125e+04  | -1.549e+04 | -6.237e+05 |
| 7      | 2   | 4.210e+05  | 3.167e+04  | 0.70      | -9625.69   | 0.0   | -150.07    | 4117.93  | -72.87   | 2.230e+04  | 3.167e+04  | -1.601e+05 |
|        |     | -6.187e+05 | -1.642e+04 | 0.26      | 0.0        | 660.0 | -150.07    | -5507.76 | -72.87   | 2.230e+04  | -1.642e+04 | -6.187e+05 |
| 7      | 3   | 5.008e+05  | 2.989e+04  | 0.70      | -1.141e+04 | 0.0   | -209.29    | 4873.87  | -69.88   | 2.254e+04  | 2.989e+04  | -1.856e+05 |
|        |     | -7.354e+05 | -1.623e+04 | 0.25      | 0.0        | 660.0 | -209.29    | -6540.00 | -69.88   | 2.254e+04  | -1.623e+04 | -7.354e+05 |
| 7      | 4   | 5.006e+05  | 3.204e+04  | 0.73      | -1.141e+04 | 0.0   | -216.93    | 4887.82  | -74.54   | 2.359e+04  | 3.204e+04  | -1.898e+05 |
|        |     | -7.304e+05 | -1.716e+04 | 0.27      | 0.0        | 660.0 | -216.93    | -6526.05 | -74.54   | 2.359e+04  | -1.716e+04 | -7.304e+05 |
| ...    |     |            |            |           |            |       |            |          |          |            |            |            |
| 12     | 91  | -3.802e+05 | -2.420e+04 | 0.08      | 0.0        | 330.0 | 145.88     | -711.38  | -70.39   | 1.425e+04  | -2.420e+04 | -4069.89   |
| Trave  |     | M3 mx/mn   | M2 mx/mn   | D 2 / D 3 | Q 2 / Q 3  |       | N          | V 2      | V 3      | T          |            |            |
|        |     | -7.520e+05 | -9.183e+04 | -2.01     | -1.141e+04 |       | -650.84    | -6615.00 | -439.81  | -7.333e+04 |            |            |
|        |     | 5.127e+05  | 8.459e+04  | 1.04      | 0.0        |       | 567.39     | 4942.24  | 377.68   | 9.385e+04  |            |            |



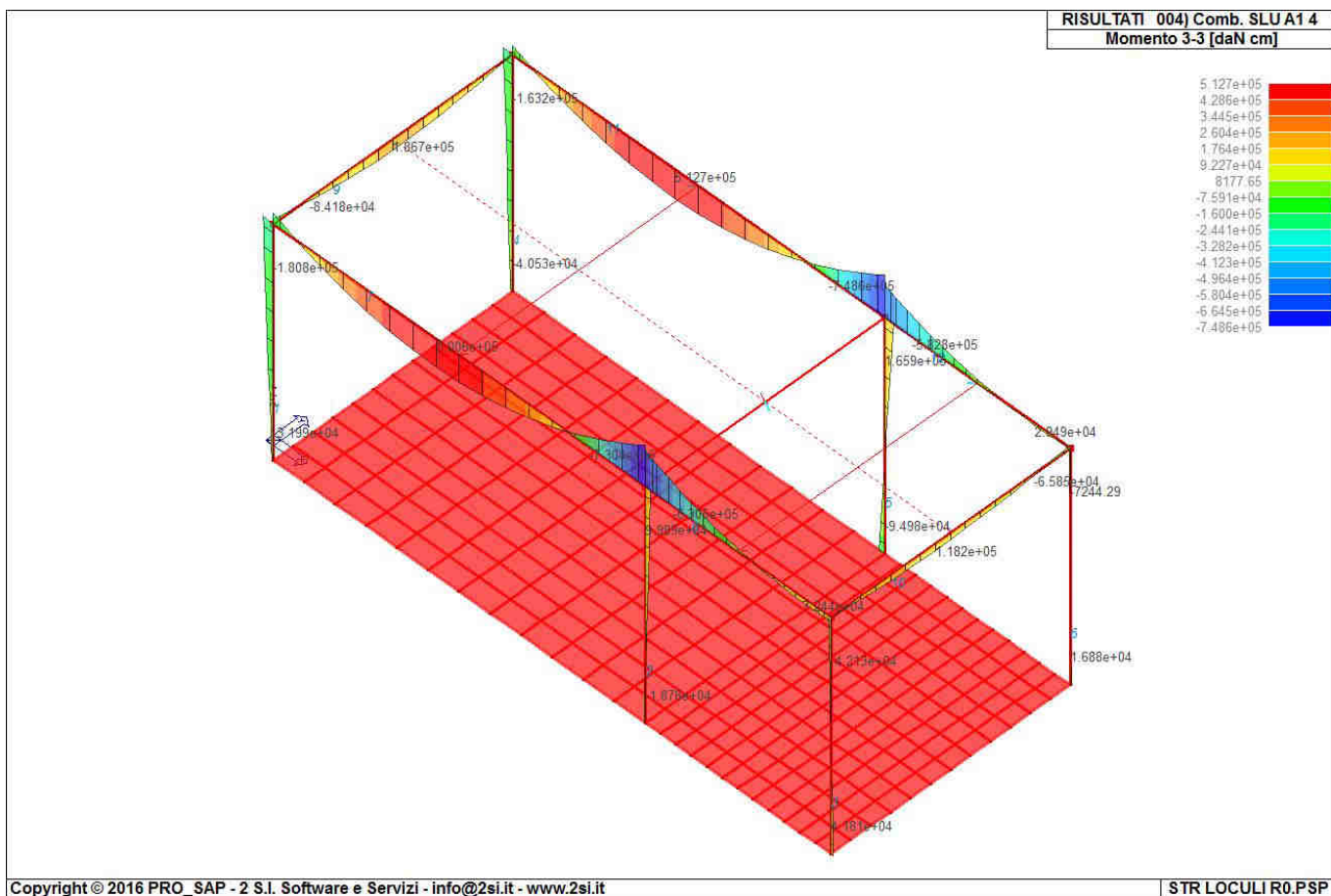


Fig. 13

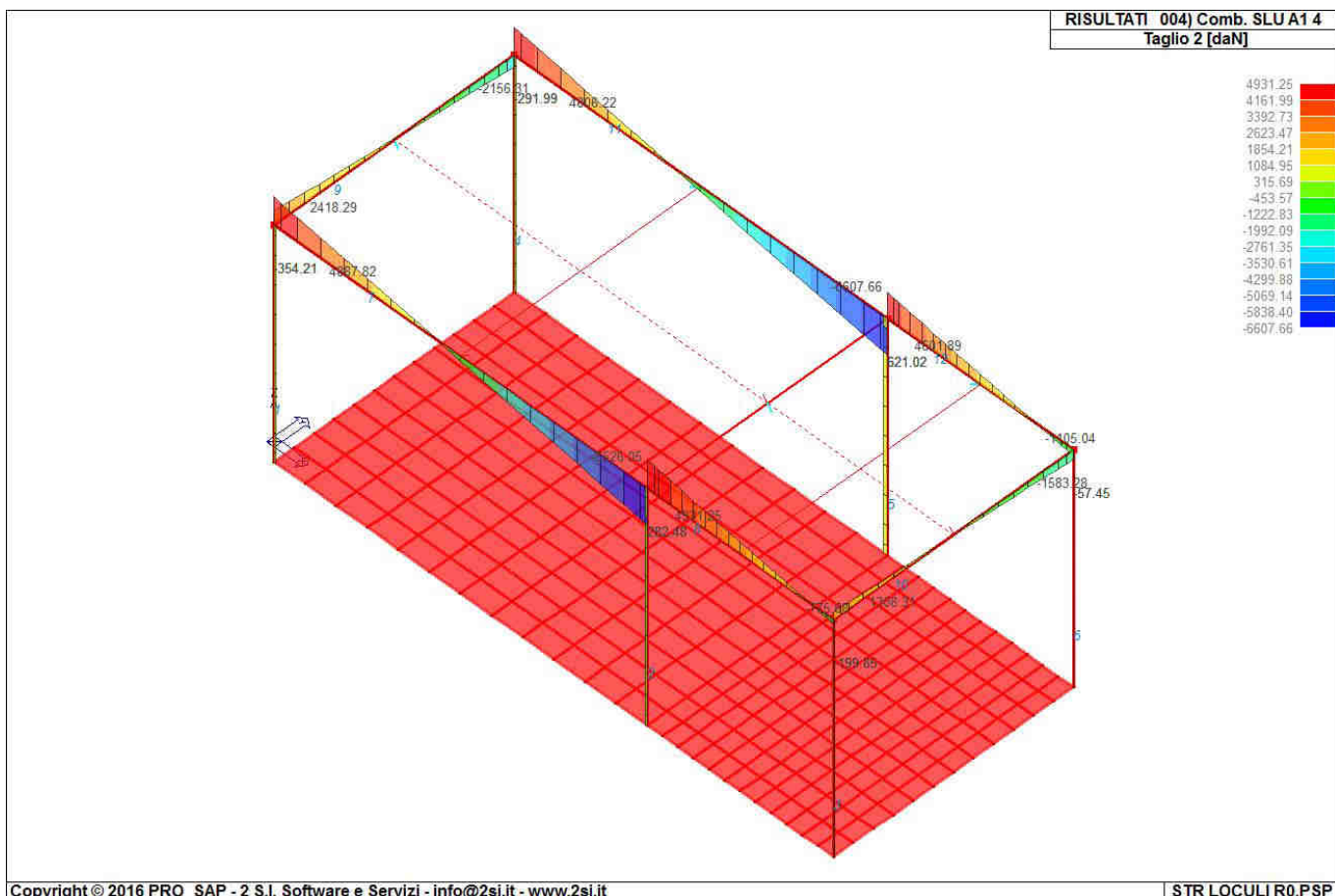


Fig. 14

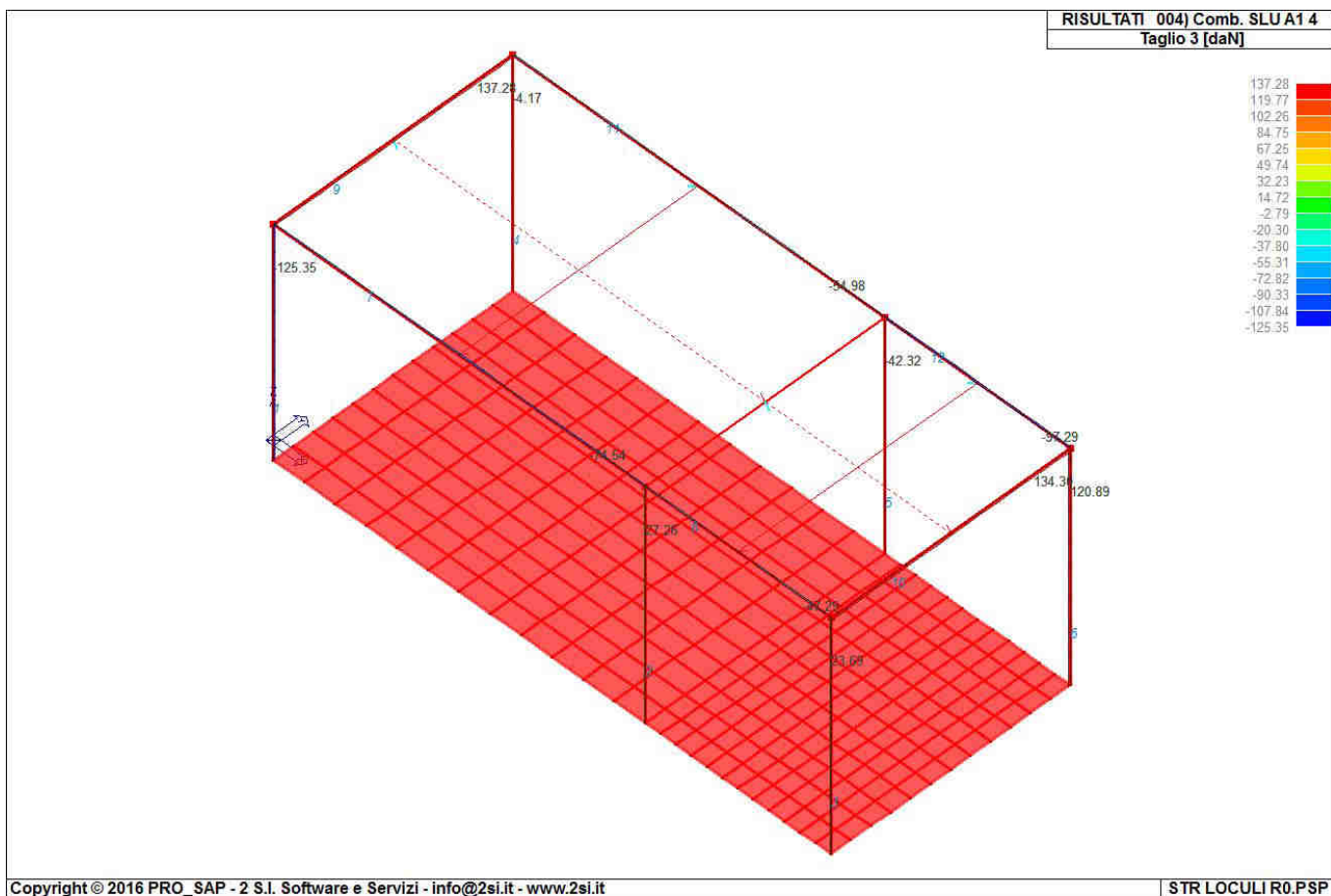
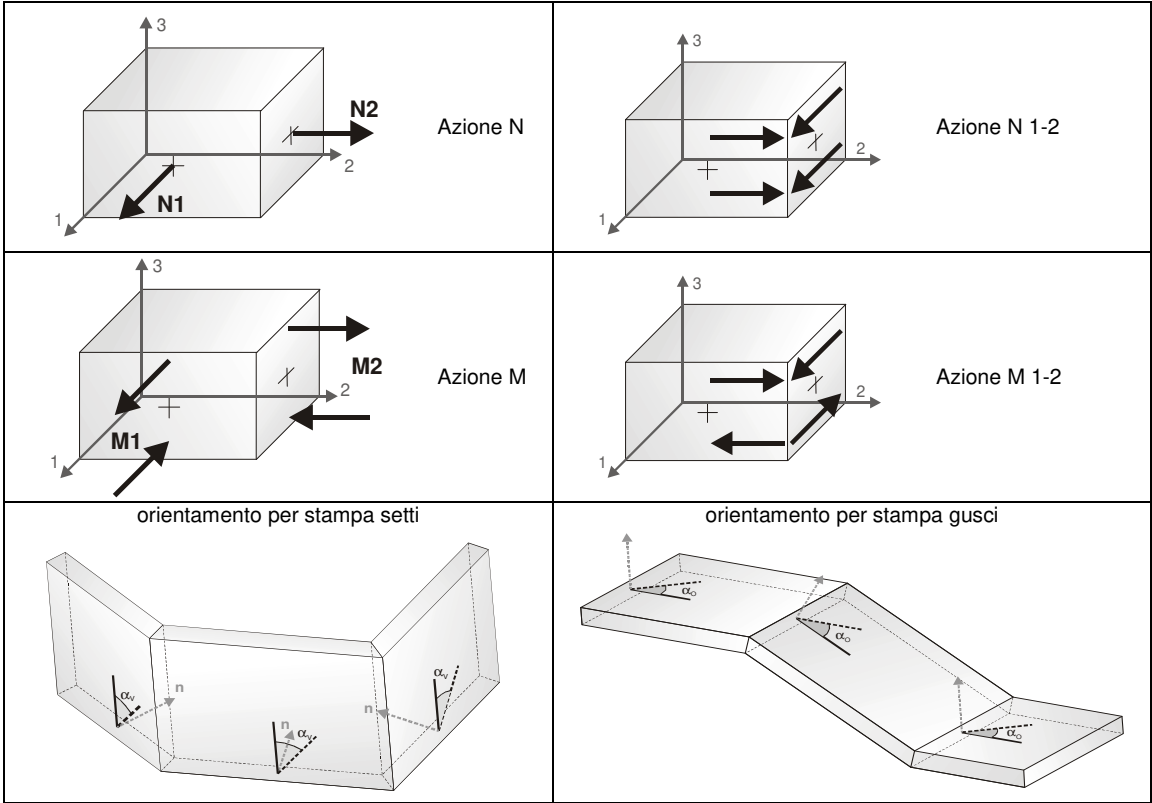


Fig. 15

# RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

## LEGENDA RISULTATI ELEMENTI TIPO SHELL

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo shell, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate. Per ogni elemento, e per ogni combinazione(o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.



In particolare vengono riportati in ogni nodo di un elemento per ogni combinazione:

| tensione di Von Mises |      | (valore riassuntivo del complessivo stato di sollecitazione)   |
|-----------------------|------|--|
| N max                 |      | sforzo membranale principale massimo   |
| N min                 |      | sforzo membranale principale minimo  |
| M max                 |      | sforzo flessionale principale massimo  |
| M min                 |      | sforzo flessionale principale minimo   |
| N1                    | N2   | sforzi membranali e flessionali in direzione locale 1 e 2 dell'elemento (lo sforzo 2-1 è uguale allo sforzo 1-2 per la reciprocità delle tensioni tangenziali) |
| N1-2                  | M1   |  |
| M2                    | M1-2 |  |

I suddetti risultati possono a scelta del progettista essere preceduti o sostituiti da valori di sollecitazione non più riferiti al sistema locale dell'elemento ma al sistema globale.

In questo caso gli elementi vengono raggruppati in gruppi (M, S: macro gusci o macro setti, raggruppati per materiale, spessore, e posizione fisica) per la valutazione dei valori mediati ai nodi appartenenti agli elementi dei gruppi stessi.

I valori di sollecitazione sono, in questo caso, riferiti ad una terna specifica del gruppo ruotata di  $\alpha_o$  attorno all'asse Z per i gusci e ruotata di  $\alpha_v$  attorno alla normale (che per definizione è orizzontale) al piano del setto.

Per i setti, in particolare, se  $\alpha_v$  è zero, l'asse '1-1 rappresenta la verticale e l'asse '2-2 l'orizzontale contenuta nel setto.

Le azioni sui setti possono essere espresse anche con formato macro, cioè riferite all'intero macroelemento.

In particolare vengono riportati per ogni quota Z dei nodi e per ogni combinazione i seguenti valori:

|         |  |
|---------|--|
| N memb. | Azione membranale complessiva agente sulla parete in direzione Z                   |
| V memb. | Azione complessiva di taglio agente nel piano del macroelemento                    |
| V orto  | Azione complessiva di taglio agente in direzione perpendicolare al macroelemento   |
| M memb. | Azione flessionale complessiva agente nel piano del macroelemento                  |
| M orto  | Azione flessionale complessiva agente in direzione perpendicolare al macroelemento |
| T       | Azione torsionale complessiva agente nel piano orizzontale                         |



|   |        |     |
|---|--------|-----|
| 1 | Guscio | 0.0 |
|---|--------|-----|

| M_G | Cmb | Nodo | N max<br>daN/cm | N min<br>daN/cm | N 1<br>daN/cm | N 2<br>daN/cm | N 1-2<br>daN/cm | M max<br>daN | M min<br>daN | M 1<br>daN | M 2<br>daN | M 1-2<br>daN |
|-----|-----|------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|--------------|------------|------------|--------------|
| 1   | 1   | 1    | 14.60           | -5.95           | 11.50         | -2.85         | 7.36            | 970.74       | -2059.70     | -1876.18   | 787.22     | 722.82       |
| 1   | 1   | 2    | 8.87            | 4.16            | 8.74          | 4.28          | -0.75           | 3519.77      | -565.49      | 3267.64    | -313.35    | 983.09       |
| 1   | 1   | 3    | 3.16            | -0.82           | 3.12          | -0.77         | -0.44           | 4294.50      | -147.51      | 4239.71    | -92.71     | 490.31       |
| 1   | 1   | 4    | 2.10            | -8.45e-02       | 2.10          | -8.42e-02     | -2.12e-02       | 5049.23      | -80.31       | 5039.48    | -70.56     | 223.47       |
| 1   | 1   | 5    | 1.27            | -1.41e-02       | 1.27          | -1.41e-02     | 4.74e-03        | 5374.54      | -60.37       | 5374.47    | -60.31     | 18.30        |
| 1   | 1   | 6    | 0.72            | -5.76e-03       | 0.72          | -5.73e-03     | 4.25e-03        | 5325.81      | -57.86       | 5321.04    | -53.08     | -160.25      |
| 1   | 1   | 7    | 0.34            | -3.91e-03       | 0.34          | -3.89e-03     | 2.67e-03        | 4984.44      | -68.86       | 4963.75    | -48.17     | -322.66      |
| 1   | 1   | 8    | 0.11            | -3.09e-03       | 0.11          | -3.07e-03     | 1.25e-03        | 4418.75      | -95.94       | 4368.08    | -45.28     | -475.58      |
| ... |     |      |                 |                 |               |               |                 |              |              |            |            |              |
| 1   | 91  | 325  | 7.20            | -7.78           | -7.67         | 7.09          | 1.28            | 1293.02      | -1247.76     | -1171.14   | 1216.40    | 434.50       |
| M_G |     |      | N max           | N min           | N 1           | N 2           | N 1-2           | M max        | M min        | M 1        | M 2        | M 1-2        |
|     |     |      | 87.29           | -95.43          | -94.84        | -95.42        | -11.15          | 1.992e+04    | -2.206e+04   | -1.641e+04 | -1.614e+04 | -7533.95     |
|     |     |      |                 |                 | 74.43         | 86.42         | 13.32           |              |              | 1.207e+04  | 1.588e+04  | 9447.41      |

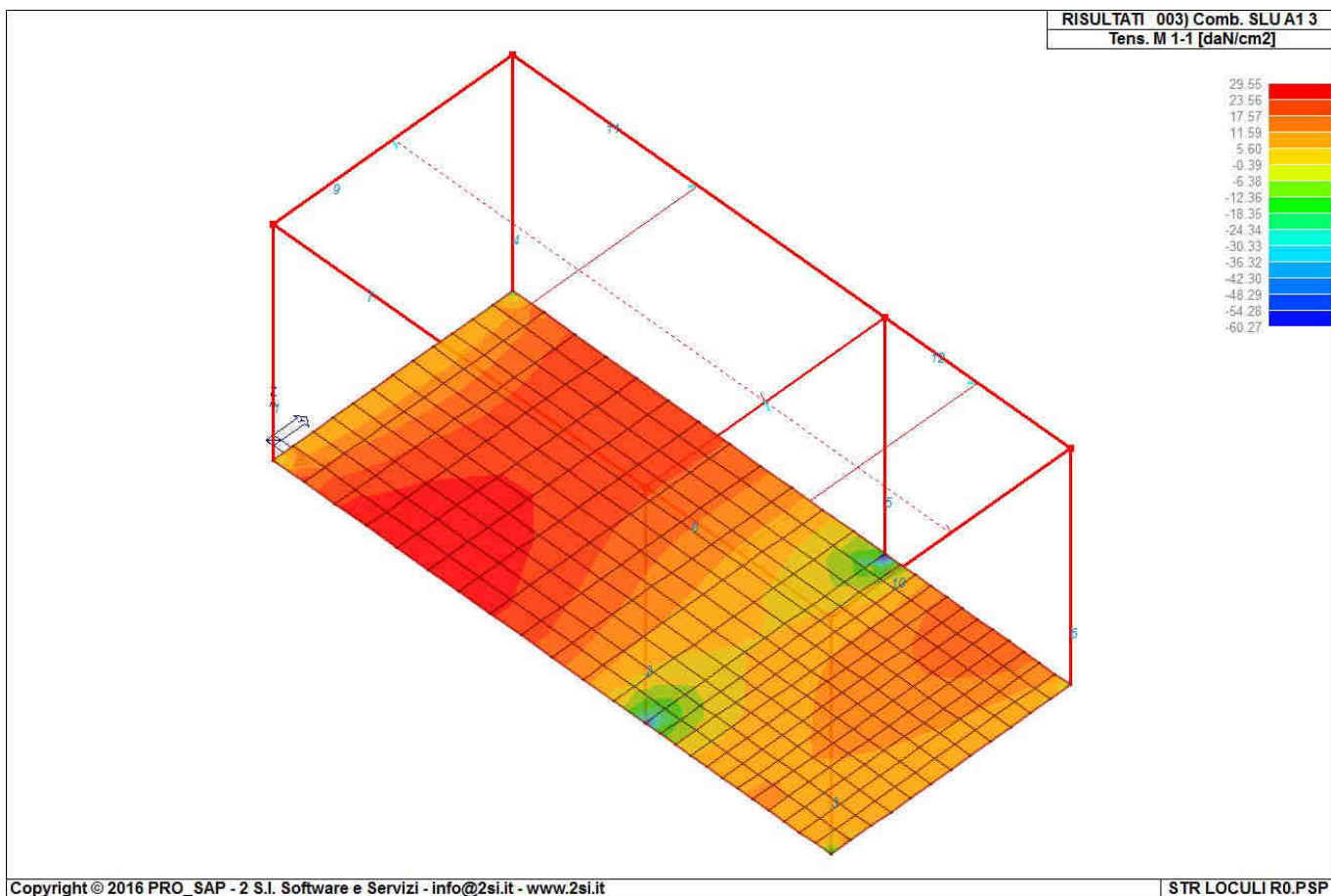


Fig. 16

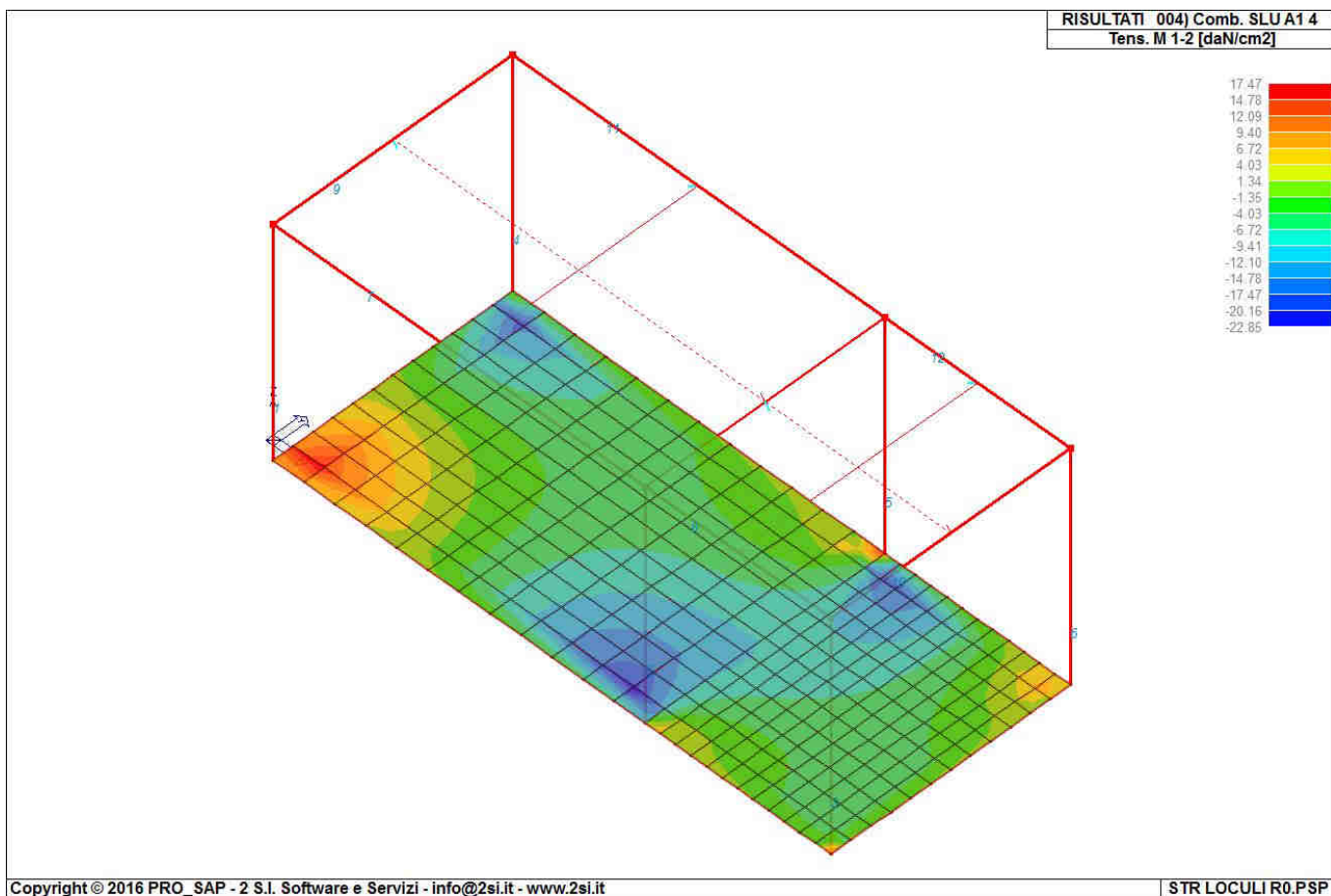


Fig. 17

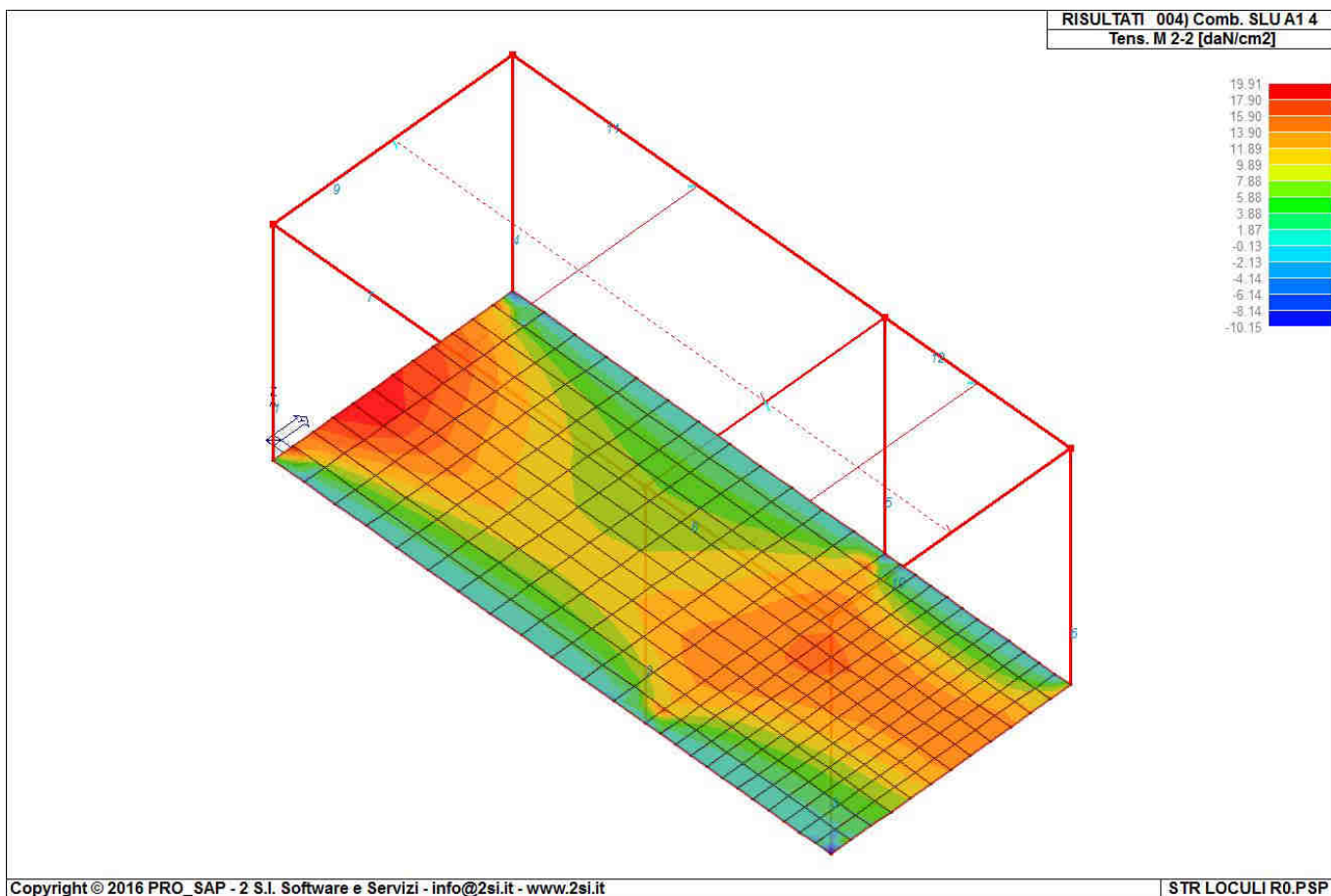


Fig. 18

# VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

## LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

In tabella vengono riportati per ogni elemento il numero dello stesso ed il codice di verifica.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima compressione media nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale) con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$ , le verifiche per sollecitazioni proporzionali e la verifica per compressione media con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Per gli elementi tipo pilastro sono riportati numero e diametro dei ferri di vertice, numero e diametro di ferri disposti lungo i lati L1 (paralleli alla base della sezione) e lungo i lati L2 (paralleli all'altezza della sezione).

Per gli elementi tipo trave sono riportati infine le quantità di armatura inferiore e superiore.

In particolare i simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili assumono il seguente significato:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>M P X Y</b>        | Numero della pilastrata e posizione in pianta  |
| <b>M T Z P P</b>      | Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)   |
| <b>Pilas. o Trave</b> | numero identificativo dell'elemento  |
| <b>Note</b>           | Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); nella terza riga viene riportato il valore delle snellezze in direzione 2-2 e 3-3 |
| <b>Stato</b>          | Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali  |
| <b>Quota</b>          | Ascissa del punto di verifica  |
| <b>%Af</b>            | Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo  |
| <b>Armat. long.</b>   | Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato<br>(vedi seguente figura)  |
| <b>Af inf.</b>        | Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave  |
| <b>Af sup</b>         | Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave  |
| <b>Sc max</b>         | Massima tensione di compressione del calcestruzzo  |
| <b>Sc med</b>         | Massima tensione media di compressione del calcestruzzo  |
| <b>Sf max</b>         | Tensione massima nell'acciaio  |
| <b>staffe</b>         | Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto       |
| <b>Tau max</b>        | Tensione massima tangenziale nel cls   |
| <b>Rif. comb</b>      | Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max   |
| <b>AfV</b>            | area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio   |
| <b>AfT</b>            | area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione   |
| <b>Scorr. P</b>       | Scorrimento dei piegati  |
| <b>Af long.</b>       | Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione  |

## Progettazione delle fondazioni

Il D.M.17/01/2018 - par: 7.2.5 prevede:

“Per le strutture progettate sia per CD “A” sia per CD “B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti [...] si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD “B” e 1,3 in CD “A” e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura  $q$  pari a 1....”

Nel contesto visualizzazione risultati e nella stampa della relazione sulle fondazioni PRO\_SAP mostra le sollecitazioni che derivano dall'analisi non incrementate sia in termini di pressioni sul terreno che in termini di sollecitazioni.

La progettazione degli elementi strutturali con proprietà fondazione è effettuata da PRO\_SAP (per travi e platee) o da PRO\_CAD Plinti (per plinti e pali di fondazione) incrementando le sollecitazioni delle combinazioni con sisma del fattore:  $\gamma_{rd}$  = 1.1 in CDB  $\gamma_{rd}$  = 1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

Per i bicchieri dei plinti di fondazione prefabbricati l'incremento delle sollecitazioni ha un fattore:  $\gamma_{rd} = 1.2$  in CDB  $\gamma_{rd} = 1.35$  in CDA.

N.B.: se il fattore di struttura  $q \leq 1$  la progettazione viene effettuata senza nessun incremento.

Le verifiche geotecniche vengono effettuate dal modulo geotecnico incrementando automaticamente le sollecitazioni del fattore:  $\gamma_{rd} = 1.1$  in CDB  $\gamma_{rd} = 1.3$  in CDA per pali, plinti, travi e platee.

N.B.: se il fattore di struttura  $q \leq 1$  le verifiche geotecniche vengono effettuate senza nessun incremento.

Mentre i simboli utilizzati con il metodo degli stati limite assumono il seguente significato:

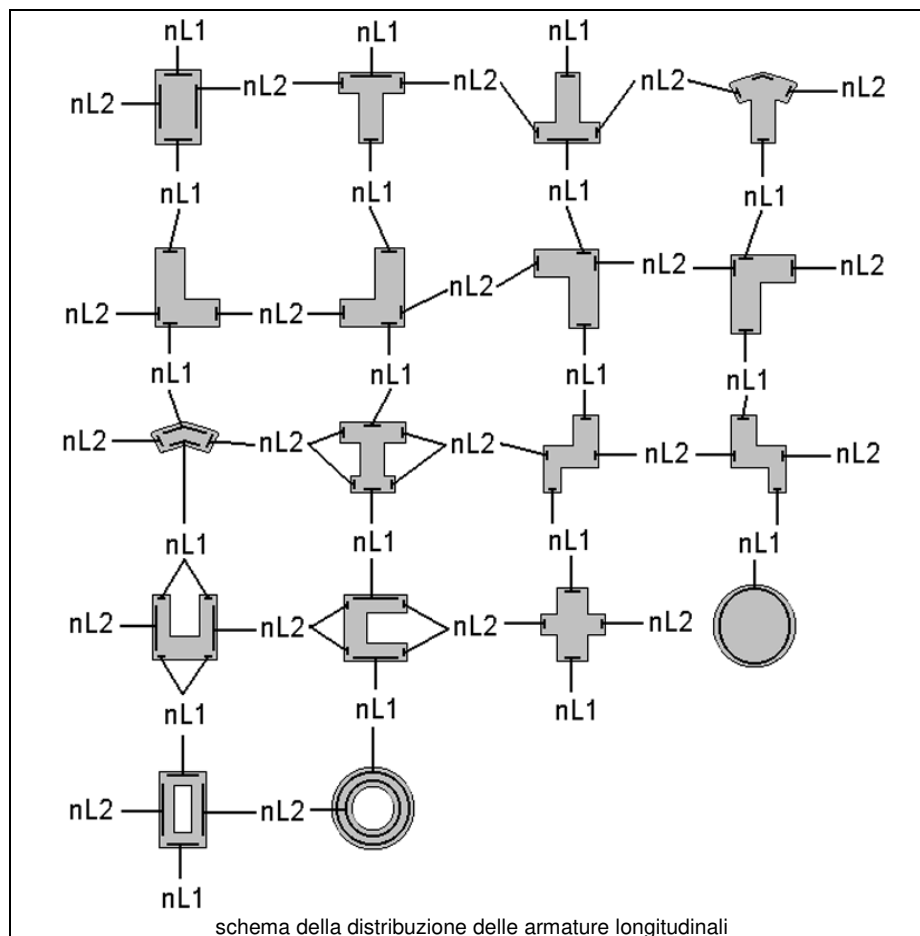
|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>r. snell.</b>        | Rapporto $\lambda$ su $\lambda^*$ :<br>valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio |
| <b>Verifica(verif.)</b> | rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante:<br>valore minore o uguale a 1 per verifica positiva                               |
| <b>ver.sis</b>          | rapporto $N_d/N_u$ con $N_u$ calcolato come al punto 7.4.4.2.2.1; valore minore o uguale a 1 per verifica positiva  |
| <b>ver.V/T</b>          | rapporto $S_d/S_u$ con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali<br>valore minore o uguale a 1 per verifica positiva  |
| <b>x/d</b>              | rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione<br>(per sola flessione)  |

Per gli elementi progettati secondo il criterio della gerarchia delle resistenze (pilastri e travi) si riporta una ulteriore tabella di seguito descritta:

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>M negativo i</b> | Valore del momento resistente negativo (positivo) all'estremità iniziale i (finale f) della trave   |
| <b>V M-i M+f</b>    | Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f)  |
| <b>V totale</b>     | Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.)  |
| <b>Verif. V</b>     | Rapporto tra il taglio massimo e $V_{r1}$ (p.to 7.4.4.1.2.2);   |
| <b>Sovr. 2-2 i</b>  | Sovreresistenza del pilastro (come da formula 7.4.4). Rapporto tra i momenti resistenti delle travi e dei pilastri. Il valore del fattore rispettivamente per il momento 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro deve essere maggiore del $\gamma_{Rd}$ adottato |
| <b>M 2-2 i</b>      | Valore del momento resistente rispettivamente per 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro (massimo momento in presenza dello sforzo normale di calcolo)  |
| <b>Luce per V</b>   | Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)   |
| <b>V M2-2</b>       | Valore del taglio generato dai momenti resistenti 2-2 (3-3)   |

Per i nodi trave-pilastro viene riportata la seguente tabella relativa al calcolo delle armature di confinamento e alla verifica di resistenza del nodo (richiesta solo per strutture in classe di duttilità alta); le caselle vuote indicano parametri non riportati in quanto non necessari.

|                 |  |
|-----------------|--|
| <b>Stato</b>    | Esito della verifica (come da formula 7.4.8) per resistenza a compressione del nodo (solo CDA) |
| <b>I 7.4.29</b> | Passo delle staffe di confinamento come richiesto dalla formula 7.4.29                         |
| <b>Bj2(3)</b>   | Dimensione del nodo per il taglio in direzione 2 (3)   |
| <b>Hjc2(2)</b>  | Distanza tra le giaciture di armatura del pilastro per il taglio in direzione 2 (3)            |
| <b>V. 7.4.8</b> | Rapporto tra il taglio $V_{jbd}$ e il taglio resistente come da formula 7.4.8 (solo CDA)       |
| <b>I 7.4.10</b> | Passo delle staffe valutato in funzione della formula 7.4.10 (solo CDA)                        |



Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| Test<br>N° | Titolo   |
|------------|--|
| 24         | TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE                             |
| 27         | FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE  |
| 41         | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.   |
| 42         | GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.  |
| 43         | VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.  |
| 44         | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.   |
| 46         | VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.                                      |
| 47         | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96                     |
| 48         | PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008 E D.M. 17/1/2018 |
| 49         | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                       |
| 50         | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.                                  |
| 52         | SOVRARESISTENZE  |
| 53         | DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO            |
| 68         | VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU PILASTRATA  |
| 69         | VALUTAZIONE EFFETTO P- $\delta$ SU TELAIO 3D   |
| 120        | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM  |

| M_P= 1 X=0.0 Y=0.0   |             |       |       |      |           |              |        |         |                |       |           |             |          |
|----------------------|-------------|-------|-------|------|-----------|--------------|--------|---------|----------------|-------|-----------|-------------|----------|
| Pilas.               | Note        | Stato | Quota | %Af  | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe         | v V/T | cls v V/T | acc         | Rif. cmb |
|                      |             |       | cm    |      |           |              |        |         | L=cm           |       |           |             |          |
| 1                    | s=1,m=4     | ok,ok | -35.0 | 1.97 | 1.24      | 4d14 2+2 d14 | 0.50   | 0.09    | 2+2d8/10 L=70  | 0.27  | 0.18      | 38,40,39,39 |          |
|                      |             |       | 175.0 | 1.97 | 1.24      | 4d14 2+2 d14 | 0.22   | 0.08    | 2+2d8/15 L=280 | 0.27  | 0.27      | 3,40,39,39  |          |
|                      | [b=1.0;1.0] |       | 385.0 | 1.97 | 1.24      | 4d14 2+2 d14 | 0.59   | 0.08    | 2+2d8/10 L=70  | 0.27  | 0.18      | 44,40,39,39 |          |
| M_P= 2 X=660.0 Y=0.0 |             |       |       |      |           |              |        |         |                |       |           |             |          |
| Pilas.               | Note        | Stato | Quota | %Af  | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe         | v V/T | cls v V/T | acc         | Rif. cmb |
| 2                    | s=1,m=4     | ok,ok | -35.0 | 1.97 | 1.21      | 4d14 2+2 d14 | 0.40   | 0.11    | 2+2d8/10 L=70  | 0.32  | 0.22      | 13,32,37,43 |          |
|                      |             |       | 175.0 | 1.97 | 1.21      | 4d14 2+2 d14 | 0.16   | 0.11    | 2+2d8/15 L=280 | 0.32  | 0.33      | 35,32,37,43 |          |
|                      | [b=1.0;1.0] |       | 385.0 | 1.97 | 1.21      | 4d14 2+2 d14 | 0.49   | 0.10    | 2+2d8/10 L=70  | 0.32  | 0.22      | 18,32,37,43 |          |
| M_P= 3 X=990.0 Y=0.0 |             |       |       |      |           |              |        |         |                |       |           |             |          |
| Pilas.               | Note        | Stato | Quota | %Af  | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe         | v V/T | cls v V/T | acc         | Rif. cmb |
| 3                    | s=1,m=4     | ok,ok | -35.0 | 1.97 | 0.58      | 4d14 2+2 d14 | 0.41   | 0.04    | 2+2d8/10 L=70  | 0.27  | 0.18      | 35,30,39,41 |          |
|                      |             |       | 175.0 | 1.97 | 0.58      | 4d14 2+2 d14 | 0.04   | 0.04    | 2+2d8/15 L=280 | 0.27  | 0.27      | 3,30,39,41  |          |

|               |         |       |  |            |                  |              |      |               |                |                            |           |             |
|---------------|---------|-------|--|------------|------------------|--------------|------|---------------|----------------|----------------------------|-----------|-------------|
| [b=1.0;1.0]   |         |       | 385.0  | 1.97       | 0.58             | 4d14 2+2 d14 | 0.41 | 0.03          | 2+2d8/10 L=70  | 0.27                       | 0.18      | 16,30,39,41 |
|               |         |       | <b>M_P= 4</b> <b>X=0.0</b> <b>Y=425.0</b><br>r. snell.      Armat. long.      verific.   |            |                  |              |      |               |                |                            |           |             |
| Pilas.        | Note    | Stato | Quota  | %Af        |                  |              |      | ver.sis       | Staffe         | v V/T cls                  | v V/T acc | Rif. cmb    |
| 4             | s=1,m=4 | ok,ok | -35.0  | 1.97       | 1.38             | 4d14 2+2 d14 | 0.52 | 0.08          | 2+2d8/10 L=70  | 0.26                       | 0.18      | 44,43,44,41 |
|               |         |       | 175.0  | 1.97       | 1.38             | 4d14 2+2 d14 | 0.24 | 0.08          | 2+2d8/15 L=280 | 0.26                       | 0.27      | 3,43,44,41  |
| [b=1.0;1.0]   |         |       | 385.0  | 1.97       | 1.38             | 4d14 2+2 d14 | 0.56 | 0.08          | 2+2d8/10 L=70  | 0.26                       | 0.18      | 44,43,44,41 |
|               |         |       | <b>M_P= 5</b> <b>X=660.0</b> <b>Y=425.0</b><br>r. snell.      Armat. long.      verific. |            |                  |              |      |               |                |                            |           |             |
| Pilas.        | Note    | Stato | Quota  | %Af        |                  |              |      | ver.sis       | Staffe         | v V/T cls                  | v V/T acc | Rif. cmb    |
| 5             | s=1,m=4 | ok,ok | -35.0  | 1.97       | 0.96             | 4d14 2+2 d14 | 0.51 | 0.11          | 2+2d8/10 L=70  | 0.35                       | 0.22      | 22,35,37,37 |
|               |         |       | 175.0  | 1.97       | 0.96             | 4d14 2+2 d14 | 0.13 | 0.10          | 2+2d8/15 L=280 | 0.35                       | 0.33      | 32,35,37,37 |
| [b=1.0;1.0]   |         |       | 385.0  | 1.97       | 0.96             | 4d14 2+2 d14 | 0.58 | 0.10          | 2+2d8/10 L=70  | 0.35                       | 0.22      | 25,35,37,37 |
|               |         |       | <b>M_P= 6</b> <b>X=990.0</b> <b>Y=425.0</b><br>r. snell.      Armat. long.      verific. |            |                  |              |      |               |                |                            |           |             |
| Pilas.        | Note    | Stato | Quota  | %Af        |                  |              |      | ver.sis       | Staffe         | v V/T cls                  | v V/T acc | Rif. cmb    |
| 6             | s=1,m=4 | ok,ok | -35.0  | 1.97       | 0.78             | 4d14 2+2 d14 | 0.38 | 0.05          | 2+2d8/10 L=70  | 0.26                       | 0.18      | 35,33,41,39 |
|               |         |       | 175.0  | 1.97       | 0.78             | 4d14 2+2 d14 | 0.05 | 0.04          | 2+2d8/15 L=280 | 0.26                       | 0.27      | 4,33,41,39  |
| [b=1.0;1.0]   |         |       | 385.0  | 1.97       | 0.78             | 4d14 2+2 d14 | 0.42 | 0.04          | 2+2d8/10 L=70  | 0.26                       | 0.18      | 35,33,41,39 |
| <b>Pilas.</b> |         |       |  | <b>%Af</b> | <b>r. snell.</b> |              |      | <b>verif.</b> | <b>ver.sis</b> | <b>v V/T cls v V/T acc</b> |           |             |
|               |         |       |  | 1.97       | 1.38             |              |      | 0.59          | 0.11           | 0.35   0.33                |           |             |

| Pilas. | sovr. Xi | sovr. Xf | sovr. Yi | sovr. Yf | M 2-2 i   | M 2-2 f   | M 3-3 i   | M 3-3 f   | Luce per V | V M2-2  | V M3-3  |
|--------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|---------|
|        |          |          |          |          | daN cm    | daN cm    | daN cm    | daN cm    | cm         | daN     | daN     |
| 1      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 5.165e+05 | 5.111e+05 | 5.165e+05 | 5.111e+05 | 385.00     | 2951.42 | 2951.42 |
| 2      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 5.313e+05 | 5.261e+05 | 5.313e+05 | 5.261e+05 | 385.00     | 3036.05 | 3036.05 |
| 3      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 4.869e+05 | 4.814e+05 | 4.869e+05 | 4.814e+05 | 385.00     | 2782.33 | 2782.33 |
| 4      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 5.144e+05 | 5.090e+05 | 5.144e+05 | 5.090e+05 | 385.00     | 2939.39 | 2939.39 |
| 5      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 5.298e+05 | 5.246e+05 | 5.298e+05 | 5.246e+05 | 385.00     | 3027.52 | 3027.52 |
| 6      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 4.907e+05 | 4.852e+05 | 4.907e+05 | 4.852e+05 | 385.00     | 2804.18 | 2804.18 |

| Pilas. | M 2-2 i   | M 2-2 f   | M 3-3 i   | M 3-3 f   | V M2-2  | V M3-3  |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
|        | 5.313e+05 | 5.261e+05 | 5.313e+05 | 5.261e+05 | 3036.05 | 3036.05 |

| Nodo | Stato | Pilas. | Diam st | I 7.4.29 | n. br. 2 | Bj2  | Hjc2 | n. br. 3 | Bj3  | Hjc3 | V. 7.4.8 | I 7.4.10 | Rif. cmb |
|------|-------|--------|---------|----------|----------|------|------|----------|------|------|----------|----------|----------|
|      |       |        | mm      | cm       |          | cm   | cm   |          | cm   | cm   |          |          |          |
| 326  |       | 1      | 8       | 10.0     | 2        | 25.0 |      | 2        | 25.0 |      |          |          |          |
| 327  |       | 2      | 8       | 10.0     | 2        | 25.0 |      | 2        | 25.0 |      |          |          |          |
| 328  |       | 3      | 8       | 10.0     | 2        | 25.0 |      | 2        | 25.0 |      |          |          |          |
| 329  |       | 4      | 8       | 10.0     | 2        | 25.0 |      | 2        | 25.0 |      |          |          |          |
| 330  |       | 5      | 8       | 10.0     | 2        | 25.0 |      | 2        | 25.0 |      |          |          |          |
| 331  |       | 6      | 8       | 10.0     | 2        | 25.0 |      | 2        | 25.0 |      |          |          |          |

| Nodo | I 7.4.29 | V. 7.4.8 | I 7.4.10 |
|------|----------|----------|----------|
|      | 10.00    |          |          |

| Trave   | Note  | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | M_T= 1 | Z=385.0 | P=1       | P=3       | Staffe       | Rif. cmb |
|---------|-------|-------|------|---------|---------|----------|--------|---------|-----------|-----------|--------------|----------|
|         |       | cm    |      |         |         |          | x/d    | V N/M   | V V/T cls | V V/T acc | L=cm         |          |
| 7       | ok,ok | 0.0   | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 4.0      | 0.12   | 0.56    | 0.42      | 0.35      | 2d8/5 L=75   | 19,30,32 |
| s=2,m=4 |       | 330.0 | 0.64 | 5.6     | 4.0     | 4.0      | 0.14   | 0.75    | 0.28      | 0.63      | 2d8/15 L=485 | 4,30,32  |
|         |       | 660.0 | 0.81 | 4.0     | 7.1     | 4.0      | 0.16   | 0.91    | 0.44      | 0.38      | 2d8/5 L=75   | 3,30,32  |
| 8       | ok,ok | 0.0   | 0.69 | 4.0     | 6.0     | 4.0      | 0.15   | 0.93    | 0.44      | 0.40      | 2d8/5 L=50   | 3,34,35  |
| s=2,m=4 |       | 165.0 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 4.0      | 0.12   | 0.13    | 0.36      | 0.79      | 2d8/12 L=205 | 14,34,35 |
|         |       | 330.0 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 4.0      | 0.12   | 0.39    | 0.41      | 0.37      | 2d8/5 L=50   | 16,34,35 |
| Trave   | Note  | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | M_T= 2 | Z=385.0 | P=1       | P=4       | Staffe       | Rif. cmb |
|         |       |       |      |         |         |          | x/d    | V N/M   | V V/T cls | V V/T acc |              |          |
| 9       | ok,ok | 0.0   | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 0.0      | 0.12   | 0.62    | 0.22      | 0.07      | 2d8/5 L=50   | 38,27,13 |
| s=2,m=4 |       | 212.5 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 0.0      | 0.12   | 0.40    | 0.16      | 0.21      | 2d8/25 L=300 | 3,27,13  |
|         |       | 425.0 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 0.0      | 0.12   | 0.53    | 0.22      | 0.07      | 2d8/5 L=50   | 41,27,13 |
| Trave   | Note  | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | M_T= 3 | Z=385.0 | P=3       | P=6       | Staffe       | Rif. cmb |
|         |       |       |      |         |         |          | x/d    | V N/M   | V V/T cls | V V/T acc |              |          |
| 10      | ok,ok | 0.0   | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 0.0      | 0.12   | 0.45    | 0.22      | 0.06      | 2d8/5 L=50   | 32,38,13 |
| s=2,m=4 |       | 212.5 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 0.0      | 0.12   | 0.25    | 0.17      | 0.21      | 2d8/25 L=300 | 3,38,13  |
|         |       | 425.0 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 0.0      | 0.12   | 0.54    | 0.22      | 0.06      | 2d8/5 L=50   | 35,38,13 |
| Trave   | Note  | Pos.  | %Af  | Af inf. | Af. sup | Af long. | M_T= 4 | Z=385.0 | P=4       | P=6       | Staffe       | Rif. cmb |
|         |       |       |      |         |         |          | x/d    | V N/M   | V V/T cls | V V/T acc |              |          |
| 11      | ok,ok | 0.0   | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 0.0      | 0.12   | 0.50    | 0.38      | 0.09      | 2d8/5 L=50   | 28,30,13 |
| s=2,m=4 |       | 330.0 | 0.64 | 5.6     | 4.0     | 0.0      | 0.14   | 0.76    | 0.25      | 0.18      | 2d8/25 L=535 | 4,30,13  |
|         |       | 660.0 | 0.81 | 4.0     | 7.1     | 0.0      | 0.16   | 0.93    | 0.41      | 0.12      | 2d8/5 L=50   | 3,30,3   |
| 12      | ok,ok | 0.0   | 0.64 | 4.0     | 5.6     | 4.0      | 0.14   | 0.93    | 0.40      | 0.41      | 2d8/5 L=50   | 3,32,29  |
| s=2,m=4 |       | 165.0 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 4.0      | 0.12   | 0.14    | 0.32      | 0.82      | 2d8/12 L=205 | 21,32,29 |
|         |       | 330.0 | 0.46 | 4.0     | 4.0     | 4.0      | 0.12   | 0.30    | 0.38      | 0.39      | 2d8/5 L=50   | 22,32,29 |



|              |            |                |                |                 |            |              |                  |                  |
|--------------|------------|----------------|----------------|-----------------|------------|--------------|------------------|------------------|
| <b>Trave</b> | <b>%Af</b> | <b>Af inf.</b> | <b>Af. sup</b> | <b>Af long.</b> | <b>x/d</b> | <b>V N/M</b> | <b>V V/T cls</b> | <b>V V/T acc</b> |
|              | 0.81       | 5.56           | 7.10           | 4.02            | 0.16       | 0.93         | 0.44             | 0.82             |

# VERIFICHE ELEMENTI PARETE E GUSCIO IN C.A.

## LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI PARETE E GUSCIO IN C.A.

Per le pareti in c.a. progettate in ottemperanza al cap. 7 del DM 17-01-18 vengono riportate 4 tabelle. In particolare per ogni parete si riportano:

- una tabella riassuntiva della geometria e dello stato di verifica per compressione assiale, pressoflessione e taglio; per le estese debolmente armate anche lo stato di verifica relativo alla snellezza.
- una tabella nella quale, per ogni quota significativa, si riporta l'armatura verticale di base e della zona confinata, eventuale armatura concentrata all'estremità per le estese debolmente armate, l'armatura orizzontale, l'esito delle 5 verifiche condotte, lo sforzo assiale aggiuntivo per  $q$  superiore a 2 e i valori di involuppo di taglio e momento
- una tabella nella quale, per ogni quota significativa, si riportano le azioni che hanno reso massimo il valore delle 5 verifiche condotte (in particolare le verifiche a taglio sono influenzate dal valore dello sforzo assiale e del momento). Le azioni derivate dall'analisi, in ogni combinazione di calcolo, sono elaborate come previsto al punto 7.4.4.5.1: traslazione del momento, incremento e variazione diagramma taglio, incremento e decremento sforzo assiale
- una tabella riassuntiva dei parametri utilizzati per le verifiche a taglio per ogni quota significativa.

| <b>Tabella 1</b>                           |   |
|--|---|
| <b>H totale</b>                            | Altezza complessiva della parete  |
| <b>Spessore</b>                            | Spessore della parete   |
| <b>H critica</b>                           | Altezza come da punto 7.4.4.5.1 per traslazione momento   |
| <b>H critica V</b>                         | Altezza come da punto 7.4.6.1.4 per la definizione della zona critica e zona confinata  |
| <b>L totale</b>                            | Larghezza di base della parete  |
| <b>L confinata</b>                         | Larghezza della zona confinata  |
| <b>Verif. N</b>                            | Verifica di cui al punto 7.4.4.5.2.1 compressione semplice  |
| <b>Verif. N-M</b>                          | Verifica di cui al punto 7.4.4.5.2.1 pressoflessione  |
| <b>Verif. Snellezza</b>                    | Verifica di cui al punto 7.4.4.5.2.1 limitazione compressione per prevenire l'instabilità   |
| <b>Fattore V</b>                           | Fattore di amplificazione del taglio di cui al punto 7.4.4.5.1  |
| <b>Diagramma V</b>                         | Diagramma elaborato per effetto modi superiori come da fig. 7.4.2   |
| <b>Verif. V</b>                            | Verifica di cui al punto 7.4.4.5.2.2 taglio (compressione cls, trazione acciaio, scorrimento in zona critica)                       |
| <b>Tabella 2</b>                           |   |
| <b>Af conf.</b>                            | Numero e diametro armatura presente in una zona confinata   |
| <b>Af std</b>                              | Diametro e passo armatura in zona non confinata (doppia maglia)   |
| <b>Af estremi</b>                          | Diametro dei ferri di estremità del pannello; se posto uguale 0, viene utilizzato il diametro standard                              |
| <b>Af V (ori)</b>                          | Diametro e passo armatura orizzontale (doppia maglia)   |
| <b>Ver. N</b>                              | Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a compressione (normalizzato a 1 in quanto da confrontare con 40% in CDB e 35 % in CDA) |
| <b>Ver. N/M</b>                            | Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a pressoflessione   |
| <b>Ver. Snell.</b>                         | Rapporto tra la snellezza dell'elemento e la snellezza lim. come da formula 4.1.33  |
| <b>Ver. V cls</b>                          | Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a taglio-compressione   |
| <b>Ver. V acc</b>                          | Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a taglio-trazione   |
| <b>Ver. V scorr.</b>                       | Rapporto tra azione di calcolo e resistenza a taglio scorrimento  |
| <b>N add</b>                               | Sforzo assiale di cui al punto 7.4.4.5.1 da sommare e sottrarre nelle verifiche quando $q$ supera 2                                 |
| <b>M invil</b>                             | Involuppo del momento come al punto 7.4.4.5.1 (informativo)   |
| <b>V invil</b>                             | Involuppo del taglio come al punto 7.4.4.5.1 (informativo)  |
| <b>Tabella 3</b>                           |   |
| <b>N v.N</b>                               | Valore dello sforzo assiale per cui Ver. N attinge il massimo valore  |
| <b>N v.M/N, M v.M/N</b>                    | Valore dello sforzo assiale e momento per cui Ver. N/M attinge il massimo valore  |
| <b>N v.M/N, M v.M/N Mo v.M/N</b>           | Valore dello sforzo assiale e dei momenti per cui Ver. N/M attinge il massimo valore (per le pareti estese debolmente armate)       |
| <b>N v.Vcls, V v.Vcls,</b>                 | Valore dello sforzo assiale e taglio per cui Ver. V. cls attinge il massimo valore  |
| <b>N v.Vacc, M v.Vacc, V v.Vacc,</b>       | Valore dello sforzo assiale, momento e taglio per cui Ver. V. acc attinge il massimo valore   |
| <b>N v.Vscorr, M v.Vscorr, V v.Vscorr,</b> | Valore dello sforzo assiale, momento e taglio per cui Ver. V. scorr.e   |
| <b>Tabella 4</b>                           |   |
| <b>CtgT Vcls</b>                           | Valore di $ctg(teta)$ adottato nella verifica V compressione cls  |
| <b>Vrsd Vcls</b>                           | Valore della resistenza a taglio trazione (armatura di calcolo)   |
| <b>Vrcd Vcls</b>                           | Valore della resistenza a taglio compressione   |
| <b>CtgT Vacc</b>                           | Valore di $ctg(teta)$ adottato nella verifica V trazione armatura   |
| <b>Vrsd Vacc</b>                           | Valore della resistenza a taglio trazione (armatura presente)   |
| <b>Vrcd Vacc</b>                           | Valore della resistenza a taglio compressione   |
| <b>Vdd</b>                                 | Valore del contributo alla resistenza allo scorrimento come da [7.4.19]   |
| <b>Vid</b>                                 | Valore del contributo alla resistenza allo scorrimento come da [7.4.20]   |
| <b>Vfd</b>                                 | Valore del contributo alla resistenza allo scorrimento come da [7.4.21]   |

Nel caso dei gusci e nel caso in cui la progettazione della parete sia integrata o effettuata del tutto con progettazione locale si produce una tabella nella quale vengono riportati per ogni macroelemento il numero dello stesso ed il codice di verifica.

Per la progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto  $x/d$ , la verifica per sollecitazioni ultime e la verifica per compressione media con l'indicazione delle due combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima compressione media nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio) con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Per ogni elemento viene riportata inoltre la maglia di armatura necessaria in relazione alle risultanze della progettazione dei nodi dell'elemento

stesso (diametri in mm, passi in cm). Le quantità di armature necessarie sono armature (disposte rispettivamente in direzione principale e secondaria, inferiore e superiore) distribuite nell'elemento ed espresse in centimetri quadri per sviluppo lineare pari ad un metro.

In particolare i simboli utilizzati assumono il seguente significato:

|   |  |  |
|---|--|--|
| In particolare i simboli utilizzati assumono il seguente significato: |  |  |
| M_S   | macroelemento di tipo setto (elementi verticali contigui ed analoghi per proprietà)  |  |
| M_G   | macroelemento di tipo guscio (elementi non verticali contigui ed analoghi per proprietà)   |  |
| Stato   | codice di verifica dell'elemento   |  |
| Nodo  | numero del nodo  |  |
| x/d   | rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)  |  |
| verif.  | rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva   |  |
| Ver.rd  | rapporto Nd/Nu (Nu ottenuto con riduzione del 25% di fcd): valore minore o uguale a 1 per verifica positiva  |  |
| Rete pr   | maglia di armatura (diametro/passi) in direzione principale inferiore e superiore  |  |
| Rete sec  | maglia di armatura (diametro/passi) in direzione secondaria inferiore e superiore  |  |
| Aggiuntivi  | relativa armatura aggiuntiva (diametro/passi) inferiore (i) e superiore (s) eventualmente differenziate  |  |
| sc max  | massima tensione di compressione del calcestruzzo  |  |
| sc med  | massima tensione media di compressione del calcestruzzo  |  |
| sf max  | massima tensione dell'acciaio  |  |
| Rif. cmb  | combinazioni di carico in cui si verificano i valori riportati   |  |
| Af pr-  | quantità di armatura richiesta in direzione principale relativa alla faccia negativa (intradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo) |  |
| Af pr+  | quantità di armatura richiesta in direzione principale relativa alla faccia positiva (estradosso piastre) (valore derivante da calcolo o minimo normativo) |  |
| Af sec-   | Af sec+  | valori analoghi a quelli soprariportati ma relativi alla armatura secondaria   |
| N   | M  | azioni membranali e flessionali (in direzione dell'armatura principale e secondaria) estratte, poiché rappresentative, tra quelle utilizzate per il progetto e la verifica |

## Progettazione delle fondazioni

Il D.M.17/01/2018 - par: 7.2.5 prevede:

“Per le strutture progettate sia per CD “A” sia per CD “B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azioni in fondazione le resistenze degli elementi strutturali soprastanti [...] si richiede tuttavia che tali azioni risultino non maggiori di quelle trasferite dagli elementi soprastanti, amplificate con un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD “B” e 1,3 in CD “A” e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura q pari a 1....”

Nel contesto visualizzazione risultati e nella stampa della relazione sulle fondazioni PRO\_SAP mostra le sollecitazioni che derivano dall'analisi non incrementate sia in termini di pressioni sul terreno che in termini di sollecitazioni.

La progettazione degli elementi strutturali con proprietà fondazione è effettuata da PRO\_SAP (per travi e platee) o da PRO\_CAD Plinti (per plinti e pali di fondazione) incrementando le sollecitazioni delle combinazioni con sisma del fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.1 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

Per i bicchieri dei plinti di fondazione prefabbricati l'incremento delle sollecitazioni ha un fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.2 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.35 in CDA.

N.B.: se il fattore di struttura q è =1 la progettazione viene effettuata senza nessun incremento.

Le verifiche geotecniche vengono effettuate dal modulo geotecnico incrementando automaticamente le sollecitazioni del fattore:  $\gamma_{rd}$ = 1.1 in CDB  $\gamma_{rd}$ =1.3 in CDA per pali, plinti, travi e platee.

N.B.: se il fattore di struttura q è =1 le verifiche geotecniche vengono effettuate senza nessun incremento.

| Guscio | Stato | Nodo | x/d  | verif. | ver. rid | Rif. cmb | Af pr- | Af pr+ | Af sec- | Af sec+ | Rete pr + Aggiuntivi   | Rete sec + Aggiuntivi  |
|--------|-------|------|------|--------|----------|----------|--------|--------|---------|---------|------------------------|------------------------|
| 1      | ok    | 1    | 0.12 | 0.98   | 0.01     | 40,39    | 10.9   | 11.4   | 10.9    | 11.4    | 6/20+(18/27 i 18/25 s) | 6/20+(18/27 i 18/25 s) |
|        |       | 2    | 0.12 | 0.85   | 8.42e-03 | 19,38    | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
|        |       | 27   | 0.12 | 0.41   | 2.38e-03 | 4,38     | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
|        |       | 26   | 0.12 | 0.98   | 0.02     | 38,39    | 10.9   | 11.1   | 10.9    | 12.7    | 6/20+(18/27 i 18/26 s) | 6/20+(18/27 i 18/23 s) |
|        |       | 2    | 0.12 | 0.25   | 5.72e-03 | 20,38    | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
|        |       | 3    | 0.12 | 0.39   | 6.61e-03 | 4,38     | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
|        |       | 28   | 0.12 | 0.46   | 1.44e-03 | 20,18    | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
|        |       | 27   | 0.12 | 0.42   | 2.61e-03 | 4,18     | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
|        |       | 3    | 0.12 | 0.38   | 3.45e-03 | 20,38    | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
|        |       | ...  |      |        |          |          |        |        |         |         |                        |                        |
| 288    | ok    | 324  | 0.12 | 0.94   | 0.02     | 22,23    | 10.9   | 10.9   | 10.9    | 10.9    | 6/20+(18/27 i 18/27 s) | 6/20+(18/27 i 18/27 s) |
| Guscio |       |      | x/d  | verif. | ver. rid |          | Af pr- | Af pr+ | Af sec- | Af sec+ |                        |                        |
|        |       |      | 0.13 | 0.98   | 0.02     |          | 14.45  | 12.87  | 14.45   | 12.87   |                        |                        |

# STATI LIMITE D' ESERCIZIO

## LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

I valori di interesse sono i seguenti:

|              |  |
|--------------|--|
| <b>rRfck</b> | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare<br>[normalizzato a 1]             |
| <b>rRfyk</b> | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare<br>[normalizzato a 1]                     |
| <b>rPfck</b> | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti<br>[normalizzato a 1] |
| <b>wR</b>    | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]  |
| <b>wF</b>    | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]   |
| <b>wP</b>    | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]  |
| <b>dR</b>    | massima deformazione in combinazioni rare  |
| <b>dF</b>    | massima deformazione in combinazioni frequenti   |
| <b>dP</b>    | massima deformazione in combinazioni quasi permanenti  |

Per ognuno dei nove valori soprariportati viene indicata (Rif.cmb) la combinazione in cui si è verificato.

In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

|               |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|--|
| pilastr       | <b>rRfck</b>                           | <b>rRfyk</b>                           | <b>rPfck</b>                           | per sezioni significative  |
| travi         | <b>rRfck</b><br><b>wR</b><br><b>dR</b> | <b>rRfyk</b><br><b>wF</b><br><b>dF</b> | <b>rPfck</b><br><b>wP</b><br><b>dP</b> | per sezioni significative<br>per sezioni significative<br>massimi in campata |
| setti e gusci | <b>rRfck</b><br><b>wR</b>              | <b>rRfyk</b><br><b>wF</b>              | <b>rPfck</b><br><b>wP</b>              | massimi nei nodi dell'elemento<br>massimi nei nodi dell'elemento             |

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti al piano verticale (piano locale 1-2 con momenti flettenti 3-3).

| Pilas. | Pos.<br>cm | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb | Pos.<br>cm | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb |
|--------|------------|-------|-------|-------|----------|------------|-------|-------|-------|----------|
| 1      | 0.0        | 0.09  | 0.06  | 0.11  | 81,81,90 | 210.0      | 0.24  | 0.15  | 0.28  | 81,81,90 |
|        | 420.0      | 0.42  | 0.35  | 0.48  | 82,82,91 |            |       |       |       |          |
| 2      | 0.0        | 0.11  | 0.08  | 0.12  | 81,81,90 | 210.0      | 0.12  | 0.09  | 0.14  | 81,81,90 |
|        | 420.0      | 0.20  | 0.13  | 0.22  | 81,81,90 |            |       |       |       |          |
| 3      | 0.0        | 0.12  | 0.08  | 0.15  | 82,79,91 | 210.0      | 0.04  | 0.02  | 0.04  | 81,81,90 |
|        | 420.0      | 0.10  | 0.08  | 0.13  | 81,81,90 |            |       |       |       |          |
| 4      | 0.0        | 0.14  | 0.09  | 0.17  | 81,81,90 | 210.0      | 0.24  | 0.14  | 0.27  | 81,81,90 |
|        | 420.0      | 0.34  | 0.28  | 0.38  | 82,82,91 |            |       |       |       |          |
| ...    |            |       |       |       |          |            |       |       |       |          |
| 6      | 420.0      | 0.10  | 0.07  | 0.12  | 81,81,90 | 210.0      | 0.05  | 0.03  | 0.06  | 82,82,91 |
| Pilas. |            | rRfck | rRfyk | rPfck |          |            | rRfck | rRfyk | rPfck |          |
|        |            | 0.42  | 0.35  | 0.48  |          |            |       |       |       |          |

| Trave | Pos.<br>cm | rRfck    | rRfyk | rPfck    | Rif. cmb | wR<br>mm | wF<br>mm | wP<br>mm | Rif. cmb | dR<br>cm | dF<br>cm | dP<br>cm | Rif. cmb |
|-------|------------|----------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 7     | 0.0        | 0.17     | 0.34  | 0.19     | 82,82,91 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    | 2.10     | 2.17     | 2.14     | 82,88,91 |
|       | 330.0      | 0.39     | 0.64  | 0.44     | 82,82,91 | 0.16     | 0.16     | 0.15     | 82,88,91 |          |          |          |          |
|       | 660.0      | 0.54     | 0.78  | 0.63     | 81,81,90 | 0.19     | 0.18     | 0.17     | 81,87,90 |          |          |          |          |
| 8     | 0.0        | 0.49     | 0.79  | 0.58     | 81,81,90 | 0.21     | 0.20     | 0.19     | 81,87,90 | 0.49     | 0.48     | 0.48     | 82,89,91 |
|       | 165.0      | 0.05     | 0.10  | 0.06     | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |          |          |          |          |
|       | 330.0      | 0.05     | 0.11  | 0.07     | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |          |          |          |          |
| 9     | 0.0        | 0.08     | 0.15  | 0.09     | 82,82,91 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    | -2.68    | -2.66    | -2.65    | 82,89,91 |
|       | 212.5      | 0.17     | 0.34  | 0.20     | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |          |          |          |          |
| ...   |            |          |       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 12    | 330.0      | 4.58e-03 | 0.02  | 5.14e-03 | 80,80,91 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    | 0.88     | 0.88     | 0.87     | 82,89,91 |
| Trave |            | rRfck    | rRfyk | rPfck    |          | wR       | wF       | wP       |          | dR       | dF       | dP       |          |
|       |            | 0.56     | 0.80  | 0.65     |          | 0.21     | 0.20     | 0.20     |          | 2.93     | 3.04     | 3.00     |          |

| Guscio | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb | wR<br>mm | wF<br>mm | wP<br>mm | Rif. cmb |
|--------|-------|-------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 0.21  | 0.35  | 0.25  | 81,82,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| 2      | 0.19  | 0.36  | 0.23  | 82,82,91 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| 3      | 0.21  | 0.39  | 0.25  | 82,82,91 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| 4      | 0.22  | 0.41  | 0.27  | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| 5      | 0.22  | 0.41  | 0.27  | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| 6      | 0.22  | 0.41  | 0.26  | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| 7      | 0.21  | 0.39  | 0.26  | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| 8      | 0.20  | 0.37  | 0.24  | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| ...    |       |       |       |          |          |          |          |          |
| 288    | 0.09  | 0.17  | 0.11  | 81,81,90 | 0.0      | 0.0      | 0.0      | 0,0,0    |
| Guscio | rRfck | rRfyk | rPfck |          | wR       | wF       | wP       |          |
|        | 0.44  | 0.73  | 0.52  |          | 0.21     | 0.22     | 0.22     |          |