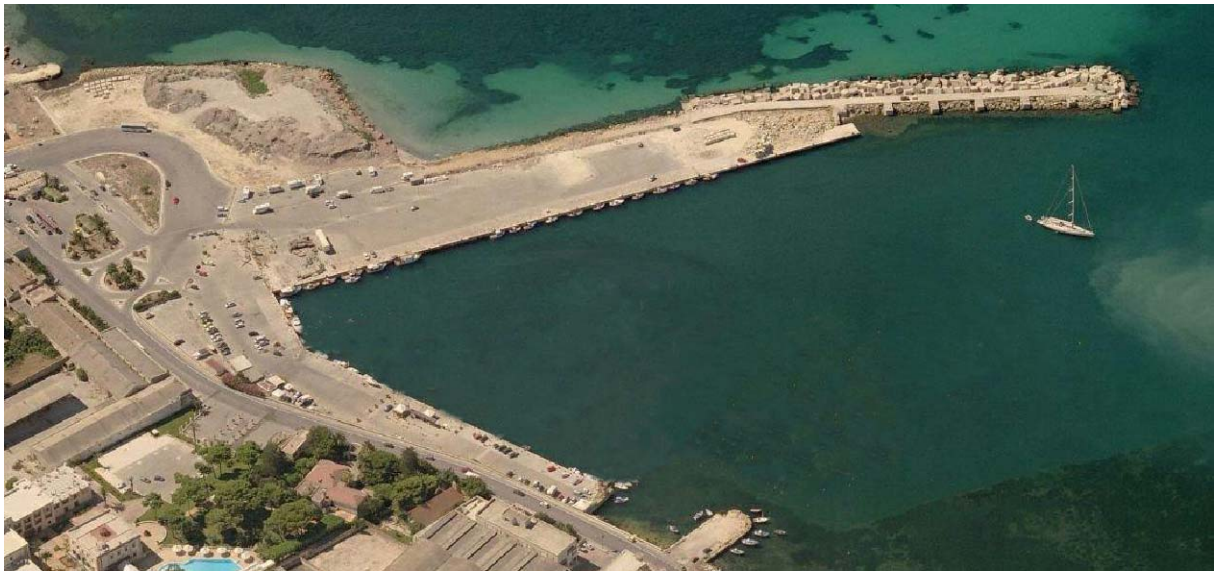
# REGIONE SICILIA

Provincia di Trapani

Comune di Marsala

## PROGETTO DEFINITIVO OPERE DI TRASFERIMENTO OPERATORI PORTUALI



| Tav. | Stato Progetto | Rev. | Data | Scala |
|---|---|---|---|---|
| TO | DEFINITIVO | 03 | Apr. 2014 | |

Descrizione

## SC2 - Relazione di calcolo

S.14

Committente

**M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l.**

Via Favara 452/c bis- T. +39 0923 722319

Marsala Yachting Resort


Capo Progetto

**Ing. Massimo Ombra**

Ordine degli Ing. della Porvincia di Trapani n° 1046


Timbro e Firma

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trapani — Ing. Massimo OMBRA — Marsala — n. 1046 — TRAPANI


Progettisti

| | |
|---|---|
| Coordinamento gruppo di progettazione: | Ing. Francesco Di Noto |
| Progettazione Architettonica: | Itineralab Srl - Architetti Nuzzo |
| Ingegneria marittima / civile e studi ambientali: | Ing. Antonio D'Arrigo |

Collaborazioni

| | |
|---|---|
| Opere marittime: | Ing. Agostino La Rosa |
| Analisi strutturali e geotecniche: | Ing. Nicola Rustica |
| Impianti idrici: | Ing. Giovanni Berbiglia |
| Impianti elettrici e di illuminazione: | Ing. Pietro Inferrera / Ing. Massimo Brancatelli |
| Aspetti ambientali: | Ing. Domenico Mangano |
| Studi geologici e geotecnici: | Dott. Piero Merk Ricordi |



QUESTO DOCUMENTO PUÒ ESSERE UTILIZZATO ESCLUSIVAMENTE PER LE FINALITÀ PREVISTE DAL CONTRATTO IN BASE AL QUALE LO STESSO È STATO FORNITO; LA RIPRODUZIONE, LA CESSIONE E COMUNQUE OGNI UTILIZZO PER FINALITÀ DIVERSE SONO VIETATE IN ASSENZA DI PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE DA PARTE DEL RESPONSABILE DEL DOCUMENTO. IL CONTENUTO DEL DOCUMENTO È PROTETTO DALLE NORME SUL DIRITTO D'AUTORE E LA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

*REGIONE SICILIANA*

*COMUNE DI MARSALA*

*Provincia di Trapani*

*****

# PROGETTO DEL PORTO TURISTICO

# Marina di Marsala

*****

**Committente: M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l**

*****

## TRASFERIMENTO OPERATORI PORTUALI

## EDIFICIO SC2 – RELAZIONE DI CALCOLO

*****

# INDICE


## 1. GENERALITA' .....3

1.1. PREMESSA ..... 3
1.2. DESCRIZIONE EDIFICIO ..... 3
1.3. NORMATIVA ADOTTATA ..... 4
1.4. RELAZIONI DI RIFERIMENTO ..... 4
1.5. MATERIALI IMPIEGATI ..... 4
1.6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA ..... 6
1.7. CODICI DI CALCOLO ..... 7
1.8. AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI ..... 7

## 2. AZIONI SULLA STRUTTURA .....8

2.1. PREMESSA ..... 8
2.2. ANALISI DEI CARICHI ..... 8
2.3. AZIONE DELLA NEVE ..... 9
2.4. AZIONE DEL VENTO ..... 9
**2.5. AZIONE DELLA TEMPERATURA** ..... 12
2.6. AZIONE SISMICA ..... 13
**2.7. CALCOLO SOLAI** ..... 21
**2.8. CALCOLO TAMPONATURE** ..... 23

## 3. TABULATO DI CALCOLO .....24

3.1. TABULATO STRUTTURALE ..... 24
3.2. TABULATO GEOTECNICO ..... 89

# 1. GENERALITA'

## 1.1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce ai calcoli delle strutture edilizie da realizzarsi nell'ambito della costruzione del Porto Turistico di Marsala. In particolare la relazione si riferisce ai calcoli delle strutture dell'edificio SC2 – posto in corrispondenza dell'area di Trasferimento operatori portuali.
Con parere di "fattibilità sismica" ai sensi del D.M. 14.01.2008, reso nella conferenza dei servizi del 20 giugno 2013, l'Ufficio del Genio Civile di Trapani in merito all'edificio in oggetto ha mosso le seguenti osservazioni:

- il valore del fatttore di struttura assunto nei calcoli (3,30) non tiene conto della irregolarità in pianta che riduce il fattore al valore 3,15;
- le travi a spessore non rispettano il limite di cui al punto 7.4.6.1.1 del D.M. 14/01/2008;
- annoverare tra le condizioni di carico anche lo stress termico, da combinare, unitamente al carico da neve e al carico da vento, con le altre secondo le previsioni del DM 14/01/2008.

In particolare si è ritenuto opportuno procedere nel seguente modo:

- è stato corretto il fattore di struttura;
- sono state modificate le travi a spessore;
- è stato annoverato tra le condizioni di carico anche lo stress termico.

A seguito delle integrazioni e con parere di "fattibilità sismica" ai sensi del D.M. 14.01.2008, reso nella conferenza dei servizi del 10 ottobre 2013, l'Ufficio del Genio Civile di Trapani in merito all'edificio in oggetto, esprimendo parere favorevole, si è espresso nel seguente modo:

- è stato corretto il fattore di struttura;
- sono state modificate le travi a spessore;
- è stata introdotta la condizione di carico dello stress termico.

Comunque, in seguito a delle modifiche architettoniche effettuate durante l'iter approvativo del progetto si è ritenuto opportuno procedere al nuovo calcolo dell'edificio.

## 1.2. DESCRIZIONE EDIFICIO

La struttura è stata prevista in cemento armato ed ha una struttura intelaiata. L'edificio ha forma ad L ed ha dimensioni in pianta 10.55*17.29 m. Il corpo è costituito da 5 telai in direzione X e 4 telai in direzione Y.
La struttura è composta da 14 pilastri e travi di collegamento dei pilastri in tutte le direzioni.

La copertura è piana, non praticabile ed è prevista la realizzazione con un solaio tipo plastbau metal dello spessore adeguato in funzione della luce che deve coprire e dei carichi che devono essere portati. Le fondazioni sono state previste con travi rettangolari in cemento armato.
Le differenze sostanziali rispetto al progetto già approvato sono le seguenti:

- lunghezza in direzione X pari a 10.55 m rispetto a 7.69 m;

## 1.3. NORMATIVA ADOTTATA

Nei calcoli si sono adottate le seguenti norme:

- D.M. 14.Gen.2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni
- Circ. 02.Feb.2009 n.ro 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.Gen.2008
- Linee Guida sul calcestruzzo strutturale

## 1.4. RELAZIONI DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento alle seguenti relazioni generali:
[1] Relazione geologica – redatta dal Dott. Geol. Piero Merk Ricordi
[2] Relazione Geotecnica

## 1.5. MATERIALI IMPIEGATI

Per la scelta delle caratteristiche dei calcestruzzi si fa riferimento alle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale redatte dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri. Ai fini della classe di esposizione gli edifici in oggetto sono "*strutture sulla costa o in prossimità di essa*" che sono "*esposte ad atmosfera salina ma non in contatto diretto con l'acqua di mare*" per cui la classe di esposizione deve essere XS1. Le caratteristiche che deve avere il calcestruzzo per ottenere una classe di esposizione XS1 sono:

- contenuto minimo di cemento 320 kg/mc
- resistenza caratteristica minima 37-40 N/mmq.

Pertanto si assume com classe di resistenza la C30/37 (Tabella 6.2.2 delle linee guida" che nella nuova norma corrisponde ad una classe di resistenza C32/40 ( Tabella 4.1.1 – Classi di resistenza delle NTC 2008).
Per le strutture in c.a. si utilizzano quindi i materiali con le seguenti caratteristiche:

| | | |
|---|---|---|
| CLS classe C32/40 | $R_{ck}$ = 400 kg/cm$^2$ | (resistenza caratt. cubica a compressione) |
| | $f_{ck}$ = 320 kg/cm$^2$ | (resistenza caratt. cilindrica a compr.) |
| Armatura tipo B450C | $f_{yk}$ = 4.500 kg/cm$^2$ | (tensione caratteristica di snervamento) |
| | $f_{tk}$ = 5.400 kg/cm$^2$ | (tensione caratteristica di rottura) |

I valori nominali delle altre proprietà del materiale saranno determinati con le seguenti relazioni di Normativa (§ 11.2.10 e § 4.1.2.1.1.4 D.M. 14/01/2008):

- Resistenza cil. media a compr. $f_{cm} = f_{ck} + 80$ [kg/cm$^2$]
- Modulo elastico longitudinale $E_c = 220.000 \cdot (f_{cm}/100)^{0,3}$
- Resistenza cil. media a trazione $f_{ctm} = 3,0 \cdot (f_{ck}/10)^{2/3}$ [kg/cm$^2$]
- Resistenza cil. caratt. a trazione $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm}$ [kg/cm$^2$]
- Resist. tang. caratt. di aderenza $f_{bk} = 2,25 \cdot 1,00 \cdot f_{ctk}$ [kg/cm$^2$]
- Coefficiente di Poisson $\nu_c$ = 0,00 (CLS fessurato)
  $\nu_c$ = 0,20 (CLS non fessurato)
- Coeff. espansione termica lin. $\alpha_c = 1,0 \times 10^{-5}$ per °C$^{-1}$
- Peso specifico $\gamma_c$ = 2.500 [kg/m$^3$]

| **Valori delle resistenze** | | |
|---|---|---|
| **Classe del calcestruzzo** | **C32/40** | |
| Resistenza cilindrica caratteristica a compr. | fck = | 320 kg/cmq |
| Resistenza cubica caratteristica a compr. | Rck = | 400 kg/cmq |
| Resistenza cilindrica media a compr. | fcm = | 400 kg/cmq |
| Modulo elastico longitudinale | E = | 333458 kg/cmq |
| Resistenza media a trazione | fctm = | 30.24 kg/cmq |
| Resistenza caratteristica a trazione | fctk = | 21.17 kg/cmq |
| Res. Tang. Caratteristica di aderenza | fbk = | 47.63 kg/cmq |

**Tabella 1.1 – Valori di resistenza del materiale**

Ai fini delle verifiche agli SLU, i valori di calcolo delle resistenze del c.a. valgono, rispettivamente:

- Resist. di calcolo a compr. CLS $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c$ [kg/cm$^2$]
- Coeff. carichi di lunga durata $\alpha_{cc}$ = 0,85
- Coeff. parz. di sicurezza CLS $\gamma_c$ = 1,50

- Resist. di calcolo a traz. CLS $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c$ [kg/cm$^2$]
- Resist. di calcolo acciaio $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$ [kg/cm$^2$]
- Coeff. parz. di sicurezza acciaio $\gamma_s$ = 1,15
- Resist. tang. aderenza di calcolo $f_{bd} = f_{bk}/\gamma_c$ [kg/cm$^2$]
- " per sovr. in zona tesa $f'_{bd} = f_{bd}/1,5$ [kg/cm$^2$]

I calcoli delle resistenze sono riportati nella Tabella 1.2.

| Calcolo delle resistenze allo SLU | | | |
|---|---|---|---|
| Coeff. Carichi lunga durata | αcc = | 0.85 | |
| Coeff. Parziale di sicurezza | γc = | 1.50 | |
| Resistenza di calcolo a compressione | fcd = | 181.33 | kg/cmq |
| Resistenza a trazione del calcestruzzo | fctd = | 14.11 | kg/cmq |
| Acciaio tipo B450 C | fyk = | 4500.00 | kg/cmq |
| Coeff. Parziale di sicurezza acciaio | γs = | 1.15 | |
| Resistenza di calcolo dell'acciaio | fyd = | 3913.04 | kg/cmq |
| Resistenza tang. Aderenza di calcolo | fbd = | 31.75 | kg/cmq |
| Rest. Aderenza sovr. In zona tesa | f'bd = | 21.17 | kg/cmq |

**Tabella 1.2 – Valori delle resistenze allo SLU**

## 1.6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni in corrispondenza all'edificio oggetto di calcolo, si è fatto riferimento alla Relazione Geologica [1] e alla Relazione Geotecnica [2]. I terreni in corrispondenza dell'area di trasferimento sono stati caratterizzati mediante una serie di indagini condotte in corrispondenza della radice del molo di sottoflutto.

In generale occorre rilevare che tutta l'area oggetto di intervento è caratterizzata da uno strato superficiale di terreno di riporto che si riscontra in corrispondenza delle aree a terra, da uno strato di limo sabbioso con scarse caratteristiche geotecniche e dallo strato di base che è costituito da calcareniti miste a sabbia e limo che si presenta alterato negli strati superficiali e più compatto negli strati profondi, anche se nella formazione si riscontrano livelli e livelletti di limi sabbiosi. In corrispondenza dell'edificio in esame i terreni superficiali sono costituiti da riporti che sono stati caratterizzati nella Relazione Geotecnica e per i quali sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche.

***- terreni di riporto***

$\gamma$ = 1.80 ton/mc

$\gamma_{sat}$ = 1.90 ton/mc

c = 0.00 kg/cmq

φ = 25°

E = 200 kg/cmq

ν = 0.30

k(Wincler) = 1.16 kg/cmc

## 1.7. CODICI DI CALCOLO

Per la redazione del presente progetto sono stati utilizzati i seguenti codici di calcolo:

a) Fogli elettronici autoprodotti;
b) Programma di calcolo PRO-SAP – Professional Structural Analysis Program – Versione ENTRY (build 2011-06-155) – Produttore –Distributore – 2SI – Software e Servizi per l'Ingegneria srl – Ferrara – Licenza free-ware

## 1.8. AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI

Il codice di calcolo è stato verificato dal produttore che ha verificato l'affidabilità e la robustezza attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

# 2. AZIONI SULLA STRUTTURA

## 2.1. PREMESSA

Le condizioni di carico assunte per il calcolo delle strutture sono indicate di seguito:

- $G_1$ Peso Proprio elementi strutturali
- $G_2$ Carichi Permanenti non strutturali compiutamente definiti;
- $Q_{k1}$ Carico Variabile d'Esercizio (tab. 3.1.II D.M. 14/01/2008)
- $Q_{k2}$ Azione della neve (quota ≤ 1000 m s.l.m.m.)
- $Q_{k3}$ Azione del vento

L'analisi dei carichi, ed il calcolo delle azioni dovute al vento ed alla neve sono state condotte nel rispetto del D.M. 14/01/2008 e vengono di riportate nei paragrafi seguenti.

## 2.2. ANALISI DEI CARICHI

La struttura è caratterizzata dal solo solaio di copertura che non è praticabile per cui i calcoli dei pesi devono essere eseguiti per questo tipo di solaio. Per le strutture in esame si è scelto di utilizzare un solaio costituito da un pannello autoportante che consente di reggere i carichi prima del getto con appoggi rompitratta fino a 2.00 m che è completato da una soletta dello spessore di 4 cm. I travetti hanno un interasse di 60 cm e una base dello spessore di 11 cm. In funzione della luce e del carico utile sul solaio deve essere stabilita l'altezza H del travetto. Trattandosi di solaio di copertura ed essendo la luce massima di calcolo pari a 5.60 m si adotta una altezza del solaio pari a H16+4. L'altezza totale del solaio è quindi pari a H = 4+16+4 = 24 cm. Il peso proprio del solaio è quindi pari a 190,00 kg/mq per cui

- $G_{1sol}$ PP solai = 190,00 kg/m$^2$

Il carico permanente $G_2$ relativo al pacchetto di copertura è costituito dalle seguenti voci:

- $G_{2a}$ CP massetto: 0,05·2200 = 110,00 kg/m$^2$
- $G_{2b}$ CP impermeabilizzazione: = 10,00 kg/m$^2$
- $G_{2c}$ CP coibentazione: = 30,00 kg/m$^2$

- $G_{2d}$ CP allettamento e intonaco: 0,03·2200 = 66,00 kg/m$^2$
- $G_{2e}$ CP controsoffitti ed impianti: = 60,00 kg/m$^2$

---

- $G_{2copertura}$ CP solaio di copertura = 276,00 kg/m$^2$

Tale carico va considerato permanente, non strutturale e compiutamente definito.
In merito ai carichi variabili d'esercizio della copertura, essendo quest'ultima non accessibile se non per la sola manutenzione, si adotta il valore relativo alla Cat. H1 della tabella 3.1.II del D.M 14/01/2008, ovvero:

- $Q_{k1\ Cop}$ CE solaio copertura: = 50,00 kg/m$^2$

## 2.3. AZIONE DELLA NEVE

Il carico neve $q_s$ è valutato con la seguente espressione (§ 3.4 D.M. 14/01/2008):

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

in cui $q_s$ è il carico neve sulla copertura, $\mu_i$ è il coefficiente di forma della copertura, $q_{sk}$ è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo, $C_E$ è il coefficiente di esposizione ed infine $C_t$ è il coefficiente termico.
Trovandoci in Zona III ed essendo il sito in cui è localizzato l'immobile posto a quota $a_s \leq 200$ ml sul l.m.m., si assume $q_{sk} = 60$ kg/mq.
Il coefficiente di forma $\mu_i$ è funzione del numero e dell'angolo $\alpha$ di inclinazione delle falde. La copertura in oggetto è piana ed orizzontale, per cui si assume $\mu_i = 0{,}80$.
I coefficienti $C_t$ e $C_E$ sono posti pari all'unità, trattandosi di un'area classificabile nella categoria normale di topografia e di una struttura con normali caratteristiche di isolamento termico. Nel caso in oggetto, il carico neve vale, dunque:

$$q_s = 0{,}8 \cdot 60{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 48{,}0 \text{ kg/m}^2$$

## 2.4. AZIONE DEL VENTO

La pressione $p$ trasmessa dal vento sulla struttura è valutata quale azione statica equivalente normale alla superficie, con la relazione (§ 3.3.4 D.M. 14/01/2008):

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

in cui $q_b$ è la pressione cinetica di riferimento, $c_e$ è il coefficiente di esposizione, $c_p$ è il coefficiente di forma o aerodinamico, ed infine $c_d$ è il coefficiente dinamico.

La pressione cinetica di riferimento $q_b$ in N/m$^2$ viene determinata con la relazione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 ,$$

in cui $\rho$ = 1,25 kg/m$^3$ è la densità dell'aria e $v_b$ è la velocità di riferimento del vento, data dall'espressione:

$$\begin{cases} v_b = v_{b,0} & \text{per } a_s \le a_0 \\ v_b = v_{b,0} + k_a \cdot (a_s - a_0) & \text{per } a_0 \le a_s \le 1500 \text{ m} \end{cases} .$$

in cui $v_{b,0}$, $a_0$, e $k_a$ sono parametri tabellati in funzione della macrozonazione del territorio (tab. 3.3.1 D.M. 14/01/2008).

Nel nostro caso si ha: $v_{ref,0}$ = 28 m/s, $a_0$ = 500 m, $k_a$ = 0.020 1/s (zona 4). L'altitudine $a_s$ del sito ove sorge la costruzione sul l.m.m., è inferiore a 1500 m, per cui si ha, $v_b = v_{b,0}$ = 28,0 m/s. Si ottiene dunque che la pressione cinetica di riferimento è pari a:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1{,}25 \cdot 28^2 = 490{,}00 \text{ N/m}^2 = 49{,}00 \text{ kg/m}^2 .$$

Per calcolare il coefficiente di esposizione $c_e(z)$, si adotta la seguente relazione:

$$c_e(z) = \begin{cases} k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] & \text{per } z \ge z_{min} \\ c_e(z_{min}) & \text{per } z < z_{min} \end{cases} \quad \Rightarrow \quad c_e = 1{,}80 \text{ m/s}$$

in cui $z$ = 2,00 ml, $z_0$ = 0,05 ml, $k_r$ = 0,19, $c_t$ = 1,00, $z_{min}$ = 4,00, $\ln(z/z_0) = \ln(2{,}00/0{,}05) = 3{,}69$, $\ln(z_{min}/z_0) = \ln(4{,}00/0{,}05) = 4{,}38$ (zona 4, classe di rugosità D, categoria di esposizione del sito II).

Il coefficiente di forma $c_p$ si determina in funzione della tipologia e della geometria della costruzione. La pressione esterna per edifici a pianta rettangolare con coperture piane a falda inclinate o curve si valuta come segue:

- per elementi sopravento con inclinazione $\alpha \ge 60°$, si pone $c_{pe}$ =+0,80;
- per elem. sopravento con inclin. $20° < \alpha < 60°$, si pone $c_{pe}$ =+0,03·α-1;
- per elem. sopravento con inclin. $0° \le \alpha \le 20°$ e per elementi sottovento, si pone $c_{pe}$ = -0,40.

Per la valutazione della pressione interna si fa riferimento alle seguenti regole:

- per costruzioni che hanno (o possono anche avere in condizioni eccezionali) una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, si pone $c_{pi}$ =± 0,20
- per costruzioni che hanno (o possono anche avere in condizioni eccezionali) una parete con aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale, si pone:
  - $c_{pi}$ = +0,80 quando la parete aperta è sopravento,
  - $c_{pi}$ = -0,50 quando la parete aperta è sottovento o parallela al vento;
- per costruzioni che presentano su due pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale, si pone:
  - $c_{pe} + c_{pi} = \pm 1,2$ per gli elementi normali alla direzione del vento,
  - $c_{pi} = \pm 0,2$ per i rimanenti elementi.

I casi sopra enunciati sono riassunti nella seguente figura:

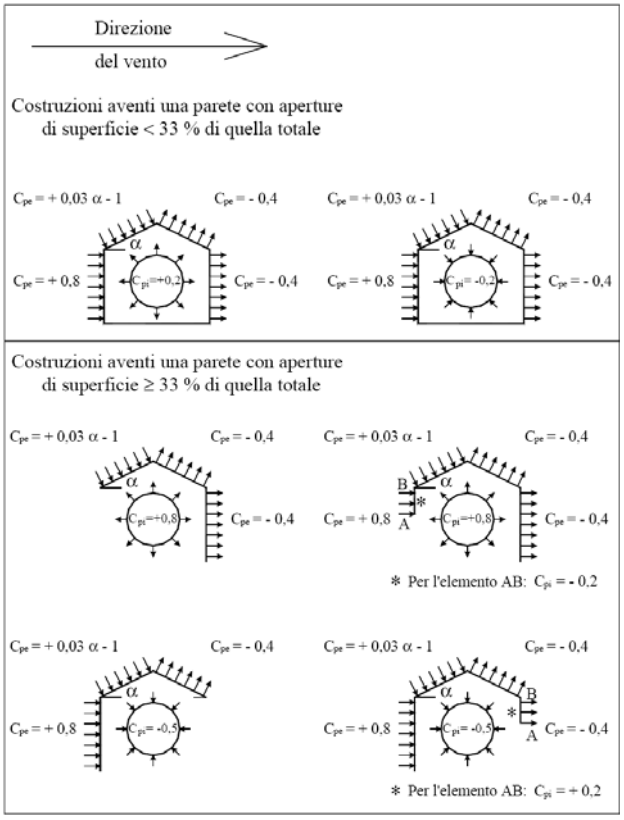



**Figura 2.1 – Rif. C.3.3.3 Istruzioni D.M. 14/01/2008 (Cons. Sup. LL.PP.) Coefficienti di forma per edifici**

Per quanto riguarda la pensilina perimetrale sbalzante dalla copertura, si fa riferimento al par. C3.3.10.3.2 delle Istruzioni per l'applicazione del D.M. 14/01/2008 a cura del Consiglio Superiore dei LL.PP., che suggerisce l'adozione del valore $c_p = \pm 1{,}20$ per tettoie e pensiline di qualsiasi tipologia, con spioventi orizzontali.
Nel nostro caso si assumono i seguenti valori:

- $c_{pe\ PV+}$ pressione esterna pareti verticali sopravento = + 0,80
- $c_{pe\ PV-}$ pressione esterna pareti verticali sottovento = - 0,40
- $c_{pi\ PV}$ pressione interna pareti verticali = ± 0,20
- $c_{p\ PH}$ pressione sbalzi copertura = ± 1,20

Assumendo infine $c_d = 1{,}00$, la pressione netta ortogonale sui vari elementi considerati, risulta pari a:

- $p_{pe\ PV+}$ 49,00·1,80·1,00·0,80 = + 70,56 kg/m$^2$
- $p_{pe\ PV-}$ 49,00·1,80·1,00·(-0,40) = - 35,28 kg/m$^2$
- $p_{pi\ PV}$ 49,00·1,80·1,00·(±0,20) = ± 17,64 kg/m$^2$
- $p_{p\ PH}$ 49,00·1,80·1,00·(±1,20) = ±105,84 kg/m$^2$

Essendo le azioni da vento sopra calcolate di entità certamente inferiore rispetto all'azione sismica, sono state trascurate nel calcolo globale delle strutture.

## 2.5. AZIONE DELLA TEMPERATURA

Con riferimento al paragrafo 3.5.5 delle NTC 2008 si adottano le seguenti variazioni di temperatura come definito nella tabella 3.5.II:

| Tipo di struttura | $\Delta T_u$ |
|---|---|
| Strutture in c.a. e c.a.p. esposte | ± 15 °C |
| Strutture in c.a. e c.a.p. protette | ± 10 °C |
| Strutture in acciaio esposte | ± 25 °C |
| Strutture in acciaio protette | ± 15 °C |

Per il fabbricato in oggetto, in acciaio, si fa riferimento ai seguenti valori:

- Elementi strutturali esposti $\Delta T_u = \pm 25°C$

- Elementi strutturali protetti $\Delta T_u = \pm 15°C$

A favore di sicurezza è stato adottato il valore di variazione termica previsto per gli elementi esposti ossia $\Delta T_u = \pm 25°C$.

Tali azioni risulteranno combinate con le altre azioni variabili con l'applicazione dei coefficienti di cui alla tabella 2.5.I delle NTC 2008, di seguito riportati:

- $\psi 0j = 0,6$
- $\psi 1j = 0,5$
- $\psi 2j = 0,0$

## 2.6. AZIONE SISMICA

Ai fini delle norme NTC 2008, l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa $a_g$ in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza $P_{VR}$ nel periodo di riferimento $V_R$. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite di esercizio ed ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli **stati limite di esercizio** sono:

- *Stato Limite di Operatività* (**SLO**): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno* (**SLD**): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a

rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli **stati limite ultimi** sono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita* (**SLV**): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso* (**SLC**): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_{VR}$ cui riferirsi per individuare l'azione sismica per gli stati limite considerati, sono riportate nella tabella successiva:

| **Stati Limite** | | $P_{V_R}$ : **Probabilità di superamento nel periodo di riferimento** $V_R$ |
|---|---|---|
| Stati limite di esercizio | SLO | 81% |
| | SLD | 63% |
| Stati limite ultimi | SLV | 10% |
| | SLC | 5% |

**Tabella 2.1 – Rif. Tab. 3.2.I D.M. 14/01/2008**

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie

orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della *risposta sismica locale*. Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende dunque necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, come riportate nelle seguenti tabelle:

| Categoria | Descrizione |
|---|---|
| A | *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m. |
| B | *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| C | *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina). |
| D | *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina). |
| E | *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s). |

**Tabella 2.2 – Rif. Tab. 3.2.II D.M. 14/01/2008**

| Categoria | Descrizione |
|---|---|
| **S1** | Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche. |
| **S2** | Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti. |

**Tabella 2.3 – Rif. Tab. 3.2.III D.M. 14/01/2008**

In riferimento alle possibili configurazioni topografiche si può fare riferimento alla seguente classificazione:

| Categoria | Caratteristiche della superficie topografica |
|---|---|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$ |
| T2 | Pendii con inclinazione media $i > 15°$ |
| T3 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$ |
| T4 | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$ |

**Tabella 2.4 – Rif. Tab. 3.2.IV D.M. 14/01/2008**

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali X ed Y è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima $a_g$ su sito di riferimento rigido orizzontale ed è definito dalle seguenti relazioni:

$$0 \leq T < T_B \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \qquad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali $T$ ed $S_e$ sono, rispettivamente, il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale orizzontale, S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo $S_S$ il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed $S_T$ è il coefficiente di amplificazione topografica, definiti nelle seguenti tabelle:

| Categoria sottosuolo | $S_S$ |
|---|---|
| A | 1,00 |
| B | $1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$ |
| C | $1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$ |
| D | $0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80 \cdot$ |
| E | $1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$ |

**Tabella 2.5 – Rif. Tab. 3.2.V D.M. 14/01/2008**

| Categoria topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento | $S_T$ |
|---|---|---|
| T1 | - | 1,0 |
| T2 | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2 |
| T3 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2 |
| T4 | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4 |

**Tabella 2.6 – Rif. Tab. 3.2.VI D.M. 14/01/2008**

Nelle espressioni dello spettro elastico, inoltre, $\eta$ è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali $\xi$ diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \ge 0,55$$

dove $\xi$ (espressa in percentuale) è valutata sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione; $F_0$ è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale; $T_C$ è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da:

$$T_C = C_C \cdot T^*_C$$

dove $T^*_C$ è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale e $C_C$ è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo tabellato come segue:

| Categoria sottosuolo | $C_C$ |
|---|---|
| A | 1,00 |
| B | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

**Tabella 2.7 – Rif. Tab. 3.2.V D.M. 14/01/2008**

$T_B = T_C/3$ è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante; $T_D$, infine, è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale Z è definito dalle seguenti espressioni:

$$0 \le T < T_B \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \le T < T_C \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \le T < T_D \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \le T \qquad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali $T$ e $S_{ve}$ sono, rispettivamente, il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale verticale, mentre $F_v$ è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno $a_g$ su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Per la componente verticale del sisma, i valori di $S_S$, $T_B$, $T_C$ e $T_D$, sono riportati di seguito:

| Categoria di sottosuolo | $S_S$ | $T_B$ | $T_C$ | $T_D$ |
|---|---|---|---|---|
| A, B, C, D, E | 1,0 | 0,05 s | 0,15 s | 1,0 s |

**Tabella 2.8 – Rif. Tab. 3.2.VII D.M. 14/01/2008**

Per gli **stati limite di esercizio** lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_{VR}$ considerata.

Per gli **stati limite ultimi**, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento $P_{VR}$ considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule $\eta$ con $1/q$, dove $q$ è il fattore di struttura, funzione della tipologia strutturale dell'opera. Si assumerà comunque $S_d(T) \geq 0{,}2 \cdot a_g$.

Nel caso in esame, si assume un terreno appartenente alla categoria di sottosuolo di riferimento C, una categoria topografica $T_1$, una Vita Nominale $V_N$ della costruzione di 50 anni, un Coefficiente d'Uso $C_U$ pari ad 1,00.

Il coefficiente $V_N$ si determina attraverso la tabella seguente:

| | TIPI DI COSTRUZIONE | Vita Nominale $V_N$ (in anni) |
|---|---|---|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1] | ≤ 10 |
| 2 | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50 |
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | ≥ 100 |

**Tabella 2.9 – Rif. Tab. 2.4.I D.M. 14/01/2008**

Il coefficiente d'uso $C_U$ dipende dalla classe d'uso della costruzione, scelta fra quelle riportate di seguito:

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

per come definito nella seguente tabella:

| **CLASSE D'USO** | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| **COEFFICIENTE $C_U$** | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

**Tabella 2.10 – Rif. Tab. 2.4.II D.M. 14/01/2008**

Il fattore di struttura $q = K_R \cdot q_0$ è stato infine desunto dal valore del fattore riduttivo $K_R$ = 1,00 trattandosi di struttura regolare in altezza (§ 7.3.1 D.M. 14/01/2008) e dalla seguente tabella relativa alle costruzioni in calcestruzzo (Tabella 7.4.1).

| **Tipologia** | $q_o$ | |
|---|---|---|
| | **CD"B"** | **CD"A"** |
| Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste | $3{,}0\alpha_u/\alpha_1$ | $4{,}5\ \alpha_u/\alpha_1$ |
| Strutture a pareti non accoppiate | 3,0 | $4{,}0\ \alpha_u/\alpha_1$ |
| Strutture deformabili torsionalmente | 2,0 | 3,0 |
| Strutture a pendolo inverso | 1,5 | 2,0 |

**Tabella 2.11 – Rif. Tab. 7.4.I D.M. 14/01/2008**

Trattandosi di strutture a telaio in classe di duttilità CD"B" e trattandosi di strutture regolari in pianta, a telaio e ad una elevazione si assume $\alpha_u/\alpha_1 = 1.1$ per cui il coefficiente di struttura è pari a q = 3.00*1.10 = 3.30. Ai fini della caratterizzazione del suolo di fondazione, come si evince dai risultati delle prove riportate nella Relazione Geotecnica [2], la categoria del suolo che deve essere assunta nei calcoli è la categoria B.

## 2.7. CALCOLO SOLAI

**DATI**

L : Luce netta
Hp : Altezza pignatte
Bp : Larghezza pignatte
Bt : Larghezza travetto
Hs : Solettina collaborante
Cop : Copriferro
BtSx : Base trave a sinistra
BtDx : Base trave a destra

| L [cm] | Hp [cm] | Bp [cm] | Bt [cm] | Hs [cm] | Cop [cm] | BtSx [cm] | BtDx [cm] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 560 | 16 | 49 | 11 | 4 | 2 | 40 | 40 |

Fattori di sicurezza parziali per le azioni sulla struttura

| Coeff. γg (Azioni permanenti) | Coeff. γgns (Azioni perm. non strutt.) | Coeff. γq (Azioni variabili) |
|---|---|---|
| 1.5 | 1.3 | 1.5 |

Coefficenti di combinazione

| Coeff. ψ1 | Coeff. ψ2 |
|---|---|
| 0.50 | 0.30 |

**CARATTERISTICHE MATERIALI**

Materiale CLS

| Nome | Classe | Rck [daN/cm²] | ν | ps [daN/m³] | αt [1/°C] | Ec [daN/cm²] | γm,c | Ect/Ec | fck [daN/cm²] | fcd SLU [daN/cm²] | fctd SLU [daN/cm²] | fctk,0.05 [daN/cm²] | fctm [daN/cm²] | εc2 [‰] | εcu2 [‰] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C25/30 | C25/30 | 300 | 0.15 | 2500.00 | 1.0E-005 | 314758.06 | 1.50 | 0.50 | 250.00 | 141.67 | 11.97 | 17.95 | 25.65 | 2.00 | 3.50 |

Materiale Acciaio Armature

| Nome | Tipo | γm | γE | Es [daN/cm²] | fyk [daN/cm²] | ftk [daN/cm²] | fd SLU [daN/cm²] | k | εud [‰] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B450C | B450C | 1.15 | - | 2100000.00 | 4500.00 | 5400.00 | 3913.04 | 1.00 | 10.00 |

**ANALISI DEI CARICHI**

| Peso trav. e pignatte [daN/m²] | Peso solett. coll. [daN/m²] | Sovracc. perm. [daN/m²] | Infl. tramezz. [daN/m²] | Car. eserc. [daN/m²] | TOTALE CARICHI [daN/m²] |
|---|---|---|---|---|---|
| 90 | 100 | 276 | 0 | 50 | 516 |

Carico esercizio concentrato esaminato = 120 daN

Altezza solaio = 20 cm
Interasse travetto = 60 cm
Carico per travetto = 310 daN/ml

## RISULTATO CALCOLO

| Verifica a flessione | x = 0 cm | x = 280 cm | x = 560 cm |
|---|---|---|---|
| Momento flettente daNcm | -142884 | 142884 | -142884 |
| Armatura inferiore (cm²) | 2.01 | 4.02 | 2.01 |
| Armatura superiore (cm²) | 4.02 | 2.01 | 4.02 |
| Momento resistente daNcm | -247085 | 247085 | -247085 |
| Coefficiente di sicurezza | 1.73 | 1.73 | 1.73 |

**Ferri:**
Diritti superiori = 1ø16
Sagomati = 1ø16
Diritti inferiori = 1ø16
Carico esercizio = **CONCENTRATO**

**VERIFICA A TAGLIO**

Verifica soddisfatta con:
Fascia Semi-piena Sx pari a 20cm
Fascia Semi-piena Dx pari a 20cm

**VERIFICHE D'ESERCIZIO**

| Stato tensionale | x = 0 cm | x = 280 cm | x = 560 cm |
|---|---|---|---|
| Momento soll. Caratteristiche [daNcm] | -101880 | 101880 | -101880 |
| σ calc. cls [daN/cm²] | 95.31 | 38.61 | 95.31 |
| σlimite cls [daN/cm²] | 120 | 120 | 120 |
| σcalc. Acc. [daN/cm²] | -1637.89 | -1545.6 | -1637.89 |
| σ limite Acc [daN/cm²] | 3600 | 3600 | 3600 |
| Coefficiente sicurezza | 1.26 | 2.33 | 1.26 |
| Momento soll. Freq. [daNcm] | -92880 | 92880 | -92880 |
| σcalc. cls [daN/cm²] | 86.89 | 35.2 | 86.89 |
| σlimite cls [daN/cm²] | 90 | 90 | 90 |
| σ calc. Acc. [daN/cm²] | -1493.2 | -1409.06 | -1493.2 |
| σ limite Acc [daN/cm²] | 3600 | 3600 | 3600 |
| Coefficiente sicurezza | 1.04 | 2.55 | 1.04 |
| Momento soll. QPerm. [daNcm] | -89280 | 89280 | -89280 |
| σ calc. cls [daN/cm²] | 83.52 | 33.84 | 83.52 |
| σ limite cls [daN/cm²] | 90 | 90 | 90 |
| σ calc. Acc. [daN/cm²] | -1435.32 | -1354.45 | -1435.32 |
| σ limite Acc [daN/cm²] | 3600 | 3600 | 3600 |
| Coefficiente sicurezza | 1.08 | 2.66 | 1.08 |

| Fessurazione | x = 0 cm | x = 280 cm | x = 560 cm |
|---|---|---|---|
| Momento soll. Caratteristiche [daNcm] | -101880 | 101880 | -101880 |
| Fessura di calc. [mm] | 0 | 0 | 0 |
| Fessura limite [mm] | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Coefficiente sicurezza | 100000 | 100000 | 100000 |
| Momento soll. Freq. [daNcm] | -92880 | 92880 | -92880 |
| Fessura di calc. [mm] | 0 | 0 | 0 |
| Fessura limite [mm] | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Coefficiente sicurezza | 100000 | 100000 | 100000 |
| Momento soll. QPerm. [daNcm] | -89280 | 89280 | -89280 |
| Fessura di calc. [mm] | 0 | 0 | 0 |
| Fessura limite [mm] | 0.3 | 0.3 | 0.3 |
| Coefficiente sicurezza | 100000 | 100000 | 100000 |

| Deformabilità | Def. di calc.(f/l)) | Def. lim.(f/l)) | Coeff. Sic. |
|---|---|---|---|
| Comb. Caratteristica | 0.0001 | 0.002 | 20 |
| Comb. Freq. | 0.0001 | 0.002 | 20 |
| Comb. Q. Perm. | 0.0001 | 0.002 | 20 |

**VERIFICA A PUNZONAMENTO SOLETTINA COLLABORANTE**

```
Su area 5.00 cm x 5.00 cm di Solettina dello spessore di  4 cm
Carico di calcolo                          = 180.00 daN
Taglio resistente                          = 720 daN
Coefficiente di sicurezza                  = 4.00
Esito verifica a punzonamento              = SODDISFATTO
```

## 2.8. CALCOLO TAMPONATURE

Poiché la prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale così come previsto dalla CIRCOLARE MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. non è necessario effettuare il calcolo visto l'accorgimento proposto.

# 3. TABULATO DI CALCOLO

## 3.1. TABULATO STRUTTURALE

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:

**K** * **u** = **F** dove **K** = matrice di rigidezza
**u** = vettore spostamenti nodali
**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-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

| 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 |
| Produttore-Distributore: | 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara |
| Dati utente finale: | Antonio D'Arrigo |
| Codice Licenza: | Licenza Freeware |

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** |
|---|
| 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.<br>E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm |

| Modellazione della geometria e proprietà meccaniche: | |
|---|---|
| nodi | 28 |
| elementi D2 (per aste, travi, pilastri…) | 52 |
| elementi D3 (per pareti, platee, gusci…) | 0 |
| elementi solaio | 6 |
| elementi solidi | 0 |
| **Dimensione del modello strutturale [cm]:** | |
| X min = | -280.00 |
| Xmax = | 739.00 |
| Ymin = | -0.00 |
| Ymax = | 1694.00 |
| Zmin = | 0.00 |
| Zmax = | 340.00 |
| **Strutture verticali:** | |
| Elementi di tipo asta | NO |
| Pilastri | SI |
| Pareti | NO |
| Setti (a comportamento membranale) | NO |
| **Strutture non verticali:** | |
| Elementi di tipo asta | NO |
| Travi | SI |
| Gusci | NO |
| Membrane | NO |
| **Orizzontamenti:** | |
| Solai con la proprietà piano rigido | SI |

| | |
|---|---|
| Solai senza la proprietà piano rigido | NO |
| Tipo di vincoli: | |
| Nodi vincolati rigidamente | NO |
| Nodi vincolati elasticamente | NO |
| Nodi con isolatori sismici | NO |
| Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo) | NO |
| Fondazioni di tipo trave | SI |
| Fondazioni di tipo platea | NO |
| 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 combiazioni"** 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.<br>2.8.1. Risultati dell'analisi modale<br>Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.<br>2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico<br>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.<br>2.8.3. Inviluppo delle sollecitazioni maggiormente significativeL'analisi e la restituzione degli inviluppi (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.<br>2.8.4. Reazioni vincolari<br>Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.<br>2.8.5. Altri risultati significativi<br>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.<br>La presente relazione, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:<br>per i dati in ingresso:<br>• modello solido della struttura<br>• numerazione di nodi e ed elementi<br>• configurazioni di carico statiche<br>• configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità<br><br>per le combinizioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)<br>• configurazioni deformate<br>• diagrammi e inviluppi delle azioni interne<br>• mappe delle tensioni<br>• reazioni vincolari<br>• mappe delle pressioni sul terreno<br><br>per il progetto-verifica degli elementi<br>• diagrammi di armatura<br>• percentuali di sfruttamento<br>• 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 abnormi. 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 riportata 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 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. 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".
4. 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>>".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
6. 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.
7. 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.
8. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
9. 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”.
10. 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”.
11. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 “Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate”.
12. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
13. 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.
14. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
15. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
16. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
17. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
18. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
19. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
20. 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.
21. 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.
22. 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.
23. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
24. 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.

25. 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.
26. 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.
27. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
28. 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.
29. 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.
30. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
31. 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.
32. 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 edifico esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

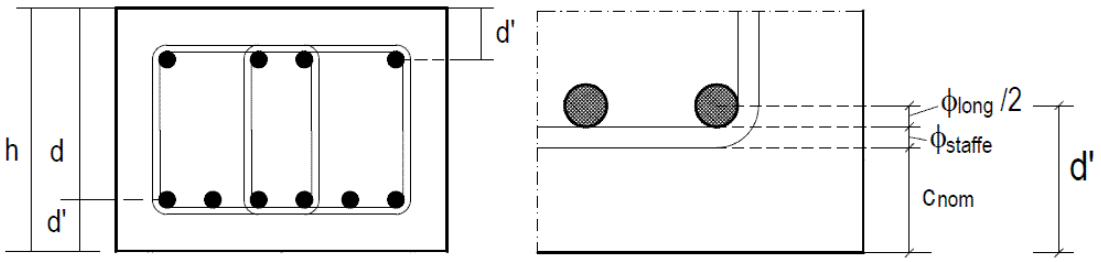
| Classe di esposizione ambientale | Copriferro $c_{min,dur}$ [mm] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 15 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 |
| XC1 | C25/30, 0.60, 300 | | | | | | | |
| XC2 | C25/30, 0.60, 300 | | | | | | | |
| XC3 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XC4 | C32/40, 0.50, 340 | | | | | | | |
| XD1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XD2 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XD3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XS1 | C28/35, 0.55, 320 | | | | | | | |
| XS2 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XS3 | C35/45, 0.45, 360 | | | | | | | |
| XF1 | C28/35, 0,50, 320 | | | | | | | |
| XF2 – XF3 | C25/30, 0,50, 340 | | | | | | | |
| XF4 | C28/35, 0,45, 360 | | | | | | | |
| XA1 | C28/35, 0,55, 320 | | | | | | | |
| XA2 | C32/40, 0,50, 340 | | | | | | | |
| XA3 | C35/45, 0,45, 360 | | | | | | | |

50 anni

100 anni

$$c_{nom} = \max (c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \ (mm) \geq 20 \ mm$$

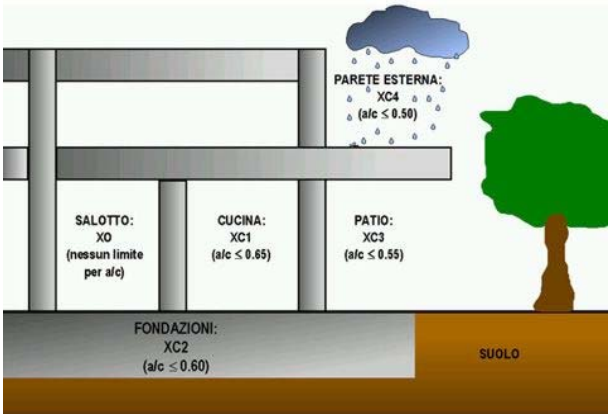
$c_{min,b} = \phi\sqrt{n_b}$ $n_b$ numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola $n_b = 1$.

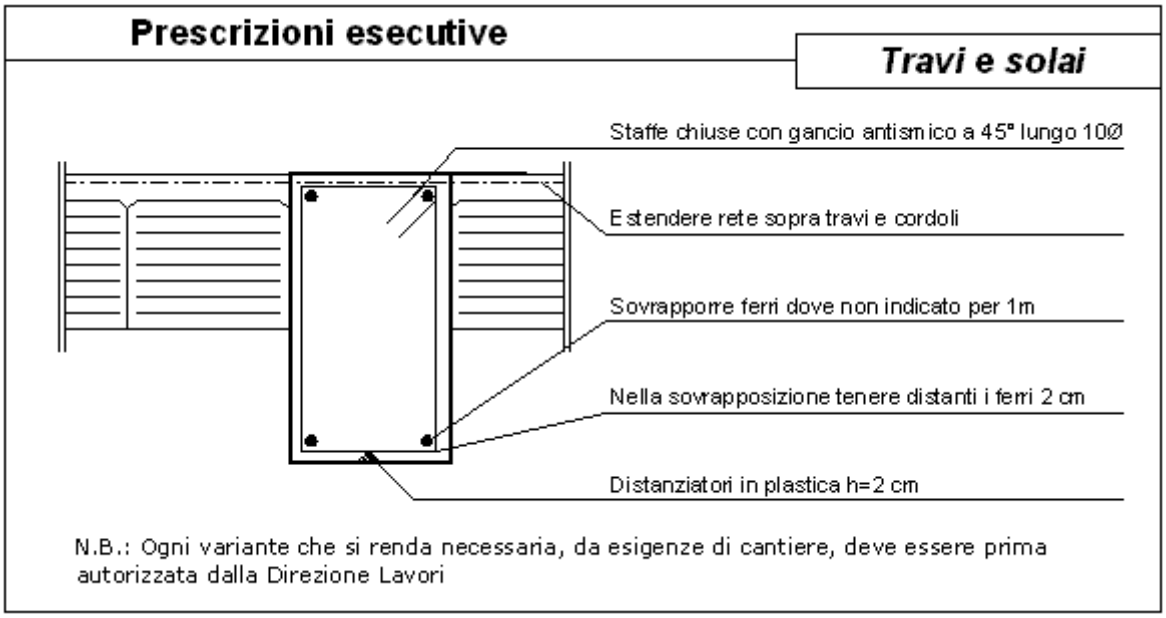



Altezze d e d'

DURABILITA’

| | | |
|---|---|---|
| **1 Nessun rischio di corrosione o di attacco** | | |
| X0 | Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico.<br>Calcestruzzo con armatura o inserti metallici molto asciutto. | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa. |
| **2 Corrosione indotta da carbonatazione** | | |
| XC1 | Asciutto o permanentemente bagnato | Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua |
| XC2 | Bagnato, raramente asciutto | Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni |
| XC3 | Umidità moderata | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia |
| XC4 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2 |
| **3 Corrosione indotta da cloruri** | | |
| XD1 | Umidità moderata | Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto | Piscine. Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri |
| XD3 | Ciclicamente bagnato ed asciutto | Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri<br>Pavimentazioni stradali e di parcheggi |
| **4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare** | | |
| XS1 | Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare | Strutture prossime oppure sulla costa |
| XS2 | Permanentemente sommerso | Parti di strutture marine |
| XS3 | Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree | Parti di strutture marine |
| **5 Attacco di cicli gelo/disgelo** | | |
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF2 | Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo |
| XF3 | Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo | Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF4 | Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare | Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo<br>Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo |
| **6. Attacco chimico** | | |
| XA1 | Ambiente chimico debolmente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |
| XA2 | Ambiente chimico moderatamente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |
| XA3 | Ambiente chimico fortemente aggressivo | Suoli naturali ed acqua del terreno |






- Sovrapporre i ferri nelle riprese per almeno 60 diametri ;
- Impiegare distanziatori in plastica o pasta di cemento per garantire un copriferro (misurato dall'esterno ferro e non dal baricentro ferro ) di almeno cm 2,5 per le travi e cm 3 per i pilastri (a meno di prescrizioni superiori per esigenze di REI) ;
- Estendere la rete nella soletta dei solai fino all'esterno cordolo o travi ;
- Sovrapporre le reti di cui sopra per almeno cm 20 ;
- Ancorare i ferri aggiuntivi superiori dei solai all'esterno delle travi di bordo, curando di tenere il baricentro a circa 2.5 cm dal filo superiore del getto della caldana del solaio ;
- Nella giunzione per sovrapposizione dei ferri, non legare i due ferri fra loro, ma tenerli distanziati di almeno cm 2 (interferro).

## 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:

| | |
|---|---|
| *Young* | modulo di elasticità normale |
| *Poisson* | coefficiente di contrazione trasversale |
| *G* | modulo di elasticità tangenziale |
| *Gamma* | peso specifico |
| *Alfa* | 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 | *cemento armato* | | |
| | | Rck | resistenza caratteristica cubica |
| | | Fctm | resistenza media a trazione semplice |
| 2 | *acciaio* | | |
| | | Ft | tensione di rottura a trazione |
| | | Fy | tensione di snervamento |
| | | Fd | resistenza di calcolo |
| | | Fdt | resistenza di calcolo per spess. t>40 mm |
| | | Sadm | tensione ammissibile |
| | | Sadmt | tensione ammissibile per spess. t>40 mm |
| 3 | *muratura* | | |
| | | Resist. Fk | resistenza caratteristica a compressione |
| | | Resist. Fvko | resistenza caratteristica a taglio |
| 4 | *legno* | | |
| | | Resist. fc0k | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione |
| | | Resist. ft0k | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione |
| | | Resist. fmk | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione |
| | | Resist. fvk | Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio |
| | | Modulo E0,05 | Modulo elastico parallelo caratteristico |
| | | Lamellare | lamellare o massiccio |

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 |
| **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 |

Modellazione di strutture in acciaio

| Test N° | Titolo |
|---|---|
| **55** | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| **56** | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |
| **57** | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| **58** | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| **59** | FATTORE DI STRUTTURA |
| **60** | ACCIAIO D.M.2008 |
| **61** | ACCIAIO EC3 |
| **62** | GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO |
| **63** | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| **73** | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI |
| **74** | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA<br>DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA |
| **75** | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA<br>DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA |
| **76** | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA |
| **77** | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO |
| **78** | COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE |
| **79** | VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA |
| **85** | TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI |

| Test N° | Titolo |
|---|---|
| **81** | ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA |
| **84** | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA |
| **86** | VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA) |
| **87** | VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL) |
| **88** | FATTORE DI STRUTTURA |

Modellazione di strutture in legno

| Test N° | Titolo |
|---|---|
| **17** | SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO |
| **89** | VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| **90** | VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| **91** | FATTORE DI STRUTTURA |
| **92** | VERIFICHE EC5 |
| **93** | SNELLEZZE EC5 |
| **94** | VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| **117** | PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM |
| **118** | PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI |
| **119** | PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM |

| Id | Tipo / Note | | Young | Poisson | G | Gamma | Alfa |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | daN/cm2 | daN/cm2 | | daN/cm2 | daN/cm3 | |
| 4 | Calcestruzzo Classe C32/40 | | 3.360e+05 | 0.12 | 1.500e+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** | | | | | | |
| Progetto armatura | Composto con parete sismica | Composto con parete sismica | Composto con parete sismica | | | |
| **Armatura** | | | | | | |
| Inclinazione Av [ gradi ] | 90.00 | 90.00 | 90.00 | | | |
| Angolo Av-Ao [ gradi ] | 90.00 | 90.00 | 90.00 | | | |
| Minima tesa | 0.25 | 0.25 | 0.25 | | | |
| Massima tesa | 4.00 | 4.00 | 4.00 | | | |
| Maglia unica centrale | No | No | No | | | |
| Copriferro [ cm ] | 2.00 | 2.00 | 2.00 | | | |
| **Maglia V** | | | | | | |
| diametro | 10 | 10 | 10 | | | |
| passo | 25 | 25 | 25 | | | |
| diametro aggiuntivi | 12 | 12 | 12 | | | |
| **Maglia O** | | | | | | |
| diametro | 8 | 8 | 8 | | | |
| passo | 25 | 25 | 25 | | | |
| diametro aggiuntivi | 8 | 8 | 8 | | | |
| **Stati limite ultimi** | | | | | | |
| Tensione fyk [daN/cm2 ] | 4500.00 | 4500.00 | 4500.00 | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | tipo C | tipo C | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | | |
| Verifiche con N costante | Si | Si | Si | | | |
| **Tensioni ammissibili** | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ] | 97.50 | 97.50 | 97.50 | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ] | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | 15.00 | 15.00 | | | |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| **Parete sismica** | | | | | | |
| Fattore amplificazione taglio V | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | | |
| Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [ cm ] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [ cm ] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Usa diagramma di fig. 7.4.2 | No | No | No | | | |
| Verifica come fascia | No | No | No | | | |
| **Zona confinata** | | | | | | |
| Minima tesa | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| Massima tesa | 4.00 | 4.00 | 4.00 | | | |
| Distanza barre [ cm ] | 2.00 | 2.00 | 2.00 | | | |
| Interferro | 2 | 2 | 2 | | | |
| **Armatura inclinata** | | | | | | |
| Area barre [ cm2 ] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Angolo orizzontale [ gradi ] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Distanza di base [ cm ] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| **Resistenza al fuoco** | | | | | | |
| 3- intradosso | No | No | No | | | |
| 3+ estradosso | No | No | No | | | |
| Tempo di esposizione R | 15 | 15 | 15 | | | |

| _Gusci c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Armatura** | | | | | | |
| Inclinazione Ax [ gradi ] | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Angolo Ax-Ay [ gradi ] | 90.00 | 90.00 | 90.00 | | | |
| Minima tesa | 0.31 | 0.31 | 0.31 | | | |
| Massima tesa | 0.78 | 0.78 | 0.78 | | | |
| Maglia unica centrale | No | No | No | | | |
| Copriferro [ cm ] | 2.00 | 2.00 | 2.00 | | | |
| **Maglia x** | | | | | | |
| diametro | 10 | 10 | 10 | | | |
| passo | 20 | 20 | 20 | | | |
| diametro aggiuntivi | 12 | 12 | 12 | | | |
| **Maglia y** | | | | | | |
| diametro | 10 | 10 | 10 | | | |
| passo | 20 | 20 | 20 | | | |
| diametro aggiuntivi | 12 | 12 | 12 | | | |

| _Gusci c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Stati limite ultimi** | | | | | | |
| Tensione fyk [daN/cm2 ] | 4500.00 | 4500.00 | 4500.00 | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | tipo C | tipo C | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | | |
| Verifiche con N costante | Si | Si | Si | | | |
| Applica SLU da DIN | No | No | No | | | |
| **Tensioni ammissibili** | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ] | 97.50 | 97.50 | 97.50 | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ] | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | 15.00 | 15.00 | | | |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| **Resistenza al fuoco** | | | | | | |
| 3- intradosso | No | No | No | | | |
| 3+ estradosso | No | No | No | | | |
| Tempo di esposizione R | 15 | 15 | 15 | | | |

| _Travi c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Generalità** | | | | | | |
| Progetta a filo | No | No | No | | | |
| Af inf: da traliccio | Si | Si | Si | | | |
| Af inf: da q*L*L / | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| **Armatura** | | | | | | |
| Minima tesa | 0.31 | 0.31 | 0.31 | | | |
| Minima compressa | 0.31 | 0.31 | 0.31 | | | |
| Massima tesa | 0.78 | 0.78 | 0.78 | | | |
| Da sezione | Si | Si | Si | | | |
| Usa armatura teorica | No | No | No | | | |
| Diametro barre per correnti reggistaffa SUP. | 16 | 16 | 16 | | | |
| Diametro barre per aggiuntivi/spezzoni SUP. | 16 | 16 | 16 | | | |
| Diametro barre per correnti reggistaffa INF. | 16 | 16 | 16 | | | |
| Diametro barre per aggiuntivi/spezzoni INF. | 16 | 16 | 16 | | | |
| Diametro barre per armatura di parete | 16 | 16 | 16 | | | |
| **Stati limite ultimi** | | | | | | |
| Tensione fyk [daN/cm2 ] | 4500.00 | 4500.00 | 4500.00 | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | tipo C | tipo C | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | | |
| Verifiche con N costante | Si | Si | Si | | | |
| Af slu: trasla per V | Si | Si | Si | | | |
| Fattore di ridistribuzione | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| **Modello per il confinamento** | | | | | | |
| Relazione tensio-deformativa | Mander | Mander | Mander | | | |
| Incrudimento acciaio | 5.000e-03 | 5.000e-03 | 5.000e-03 | | | |
| Fattore lambda | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| epsilon max,s | 4.000e-02 | 4.000e-02 | 4.000e-02 | | | |
| epsilon cu2 | 4.500e-03 | 4.500e-03 | 4.500e-03 | | | |
| epsilon c2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| epsilon cy | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| **Tensioni ammissibili** | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ] | 97.50 | 97.50 | 97.50 | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ] | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | 15.00 | 15.00 | | | |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| **Staffe** | | | | | | |
| Diametro staffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Passo minimo [ cm ] | 5.00 | 5.00 | 3.00 | | | |
| Passo massimo [ cm ] | 30.00 | 30.00 | 30.00 | | | |
| Passo raffittito [ cm ] | 15.00 | 15.00 | 15.00 | | | |
| Lunghezza zona raffittita [ cm ] | 50.00 | 50.00 | 50.00 | | | |
| Percentuale sagomati | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Luce di taglio per GR [ cm ] | 1.00 | 1.00 | 0.0 | | | |
| Adotta scorrimento medio | No | No | No | | | |
| Torsione non essenziale inclusa | Si | Si | No | | | |

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

| _Pilastri c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Progetto armatura | Privilegia lati | Privilegia lati | Privilegia lati | | | |
| Progetta a filo | No | No | No | | | |
| Effetti del 2 ordine | Si | Si | Si | | | |
| Beta per 2-2 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| Beta per 3-3 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| **Armatura** | | | | | | |
| Massima tesa | 4.00 | 4.00 | 4.00 | | | |
| Minima tesa | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| **Stati limite ultimi** | | | | | | |
| Tensione fyk [daN/cm2 ] | 4500.00 | 4500.00 | 4500.00 | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | tipo C | tipo C | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | | |
| Verifiche con N costante | Si | Si | Si | | | |
| **Modello per il confinamento** | | | | | | |
| Relazione tensio-deformativa | Mander | Mander | Mander | | | |
| Incrudimento acciaio | 5.000e-03 | 5.000e-03 | 5.000e-03 | | | |
| Fattore lambda | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| epsilon max,s | 4.000e-02 | 4.000e-02 | 4.000e-02 | | | |
| epsilon cu2 | 4.500e-03 | 4.500e-03 | 4.500e-03 | | | |
| epsilon c2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| epsilon cy | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| **Tensioni ammissibili** | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ] | 97.50 | 97.50 | 97.50 | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ] | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | 15.00 | 15.00 | | | |
| **Staffe** | | | | | | |
| Diametro staffe | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Passo minimo [ cm ] | 5.00 | 5.00 | 5.00 | | | |
| Passo massimo [ cm ] | 25.00 | 25.00 | 25.00 | | | |
| Passo raffittito [ cm ] | 15.00 | 15.00 | 15.00 | | | |
| Lunghezza zona raffittita [ cm ] | 45.00 | 45.00 | 45.00 | | | |
| Luce di taglio per GR [ cm ] | 1.00 | 1.00 | 0.0 | | | |
| Massimizza gerarchia | Si | Si | Si | | | |

| _Solai c.a. | 1/7/.. | 2/8/.. | 3/9/.. | 4/10/.. | 5/11/.. | 6/12/.. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Generalità** | | | | | | |
| Usa tensioni ammissibili | No | No | No | | | |
| Af inf: da traliccio | Si | Si | Si | | | |
| Consenti armatura a taglio | No | No | No | | | |
| Incrementa armatura longitudinale per taglio | Si | Si | Si | | | |
| Af inf: da q*L*L / | 20.00 | 20.00 | 20.00 | | | |
| Incremento fascia piena [ cm ] | 5.00 | 5.00 | 5.00 | | | |
| **Armatura** | | | | | | |
| Minima tesa | 0.15 | 0.15 | 0.15 | | | |
| Massima tesa | 3.00 | 3.00 | 3.00 | | | |
| Minima compressa | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| Af/h [ cm ] | 7.000e-02 | 7.000e-02 | 7.000e-02 | | | |
| **Stati limite ultimi** | | | | | | |
| Tensione fyk [daN/cm2 ] | 4500.00 | 4500.00 | 4500.00 | | | |
| Tipo acciaio | tipo C | tipo C | tipo C | | | |
| Coefficiente gamma s | 1.15 | 1.15 | 1.15 | | | |
| Coefficiente gamma c | 1.50 | 1.50 | 1.50 | | | |
| Fattore di ridistribuzione | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| **Tensioni ammissibili** | | | | | | |
| Tensione amm. cls [daN/cm2 ] | 85.00 | 85.00 | 85.00 | | | |
| Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ] | 2600.00 | 2600.00 | 2600.00 | | | |
| Rapporto omogeneizzazione N | 15.00 | 15.00 | 15.00 | | | |
| Massimo rapporto area compressa/tesa | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | | |
| **Verifica freccia** | | | | | | |
| Infinita | 250.00 | 500.00 | 250.00 | | | |
| Istantanea | 500.00 | 1000.00 | 500.00 | | | |
| Fattore viscosità | 3.00 | 3.00 | 3.00 | | | |
| Usa J non fessurato | No | No | No | | | |

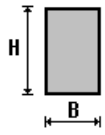
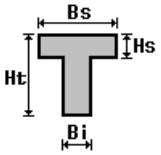
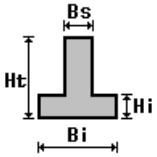
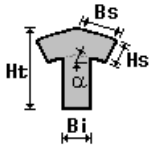
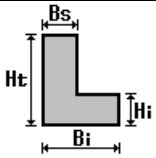
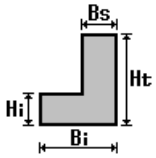
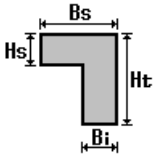
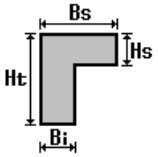
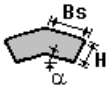
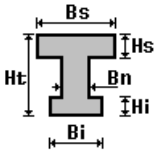
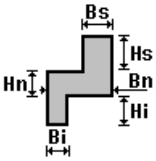
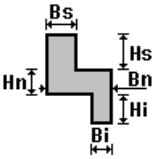
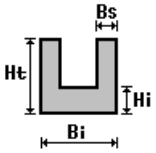
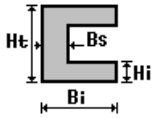
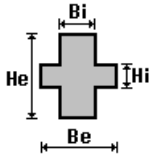
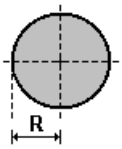
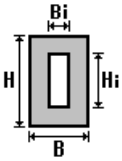
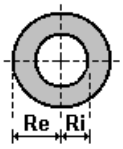
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

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:

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

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze 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.

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

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

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 Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

| **Test N°** | **Titolo** |
|---|---|
| **1** | CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI |
| **44** | VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE 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 |
| **49** | VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| **50** | VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A. |
| **95** | 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 | Rettangolare: b=30.00 h=30.00 | 900.00 | 750.00 | 750.00 | 1.139e+05 | 6.750e+04 | 6.750e+04 | 4500.00 | 4500.00 | 6750.00 | 6750.00 |
| 14 | Rettangolare: b=30.00 h=40.00 | 1200.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1.946e+05 | 9.000e+04 | 1.600e+05 | 6000.00 | 8000.00 | 9000.00 | 1.200e+04 |
| 15 | Rettangolare: b=40.00 h=22.00 | 880.00 | 733.33 | 733.33 | 9.278e+04 | 1.173e+05 | 3.549e+04 | 5866.67 | 3226.67 | 8800.00 | 4840.00 |
| 21 | Rettangolare: b=40.00 h=60.00 | 2400.00 | 2000.00 | 2000.00 | 7.424e+05 | 3.200e+05 | 7.200e+05 | 1.600e+04 | 2.400e+04 | 2.400e+04 | 3.600e+04 |
| 44 | Rettangolare: b=40.00 h=30.00 | 1200.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1.946e+05 | 1.600e+05 | 9.000e+04 | 8000.00 | 6000.00 | 1.200e+04 | 9000.00 |

## 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:

| | |
|---|---|
| Nodo | numero del nodo. |
| X | valore della coordinata X |
| Y | valore della coordinata Y |
| Z | 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:

| | |
|---|---|
| Nodo | numero del nodo. |
| X | valore della coordinata X |
| Y | valore della coordinata Y |
| Z | valore della coordinata Z |
| Note | 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). |
| Note | (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 |
| Rig. TX | valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ). |

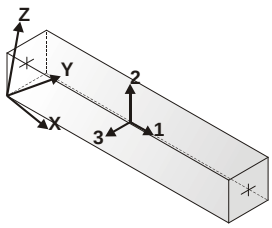
Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

## TABELLA DATI NODI

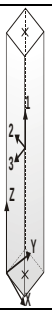
| Nodo | X | Y | Z | Nodo | X | Y | Z | Nodo | X | Y | Z |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm | cm | cm | | cm | cm | cm | | cm | cm | cm |
| 1 | 371.0 | -8.04e-06 | 0.0 | 2 | 739.0 | -2.13e-04 | 0.0 | 3 | 371.0 | 350.0 | 0.0 |
| 4 | 739.0 | 350.0 | 0.0 | 5 | 371.0 | 825.0 | 0.0 | 6 | 739.0 | 825.0 | 0.0 |
| 7 | 60.0 | 1359.0 | 0.0 | 8 | 371.0 | 1359.0 | 0.0 | 9 | 739.0 | 1359.0 | 0.0 |
| 10 | 60.0 | 1694.0 | 0.0 | 11 | 376.0 | 1694.0 | 0.0 | 12 | 739.0 | 1694.0 | 0.0 |
| 13 | 371.0 | -8.04e-06 | 340.0 | 14 | 739.0 | -2.13e-04 | 340.0 | 15 | 371.0 | 350.0 | 340.0 |
| 16 | 739.0 | 350.0 | 340.0 | 17 | 371.0 | 825.0 | 340.0 | 18 | 739.0 | 825.0 | 340.0 |
| 19 | 60.0 | 1359.0 | 340.0 | 20 | 371.0 | 1359.0 | 340.0 | 21 | 739.0 | 1359.0 | 340.0 |
| 22 | 60.0 | 1694.0 | 340.0 | 23 | 376.0 | 1694.0 | 340.0 | 24 | 739.0 | 1694.0 | 340.0 |
| 25 | -280.0 | 1359.0 | 0.0 | 26 | -280.0 | 1694.0 | 0.0 | 27 | -280.0 | 1359.0 | 340.0 |

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.




orientamento elementi 2D non verticali




orientamento elementi 2D verticali

In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

| | |
|---|---|
| Elem. | numero dell'elemento |
| Note | codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa |
| Nodo I (J) | numero del nodo iniziale (finale) |
| Mat. | codice del materiale assegnato all'elemento |
| Sez. | codice della sezione assegnata all'elemento |
| Rotaz. | 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 |
| Svincolo I (J) | 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) |
| Wink V | costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico |
| Wink O | 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** |
|---|---|
| **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 DISTRIBUITI TRIANGOLARI |
| **21** | DRILLING |
| **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 |
| **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 |
| **55** | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| **56** | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |
| **57** | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| **58** | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| **63** | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| **68** | VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU PILASTRATA |
| **69** | VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU TELAIO 3D |
| **80** | ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A. |
| **82** | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE |
| **83** | ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE |
| **89** | VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| **90** | VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5 |
| **93** | SNELLEZZE EC5 |
| **120** | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM |

| Elem. | Note | Nodo I | Nodo J | Mat. | Sez. | Rotaz. gradi | Svincolo I | Svincolo J | Wink V daN/cm3 | Wink O daN/cm3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Trave f. | 1 | 2 | 4 | 21 | | | | 5.20 | 3.00 |
| 2 | Trave f. | 1 | 3 | 4 | 21 | | | | 5.13 | 2.96 |
| 3 | Trave f. | 2 | 4 | 4 | 21 | | | | 5.13 | 2.96 |
| 4 | Trave f. | 3 | 4 | 4 | 21 | | | | 5.20 | 3.00 |
| 5 | Trave f. | 3 | 5 | 4 | 21 | | | | 5.13 | 2.96 |
| 6 | Trave f. | 4 | 6 | 4 | 21 | | | | 5.13 | 2.96 |
| 7 | Trave f. | 5 | 6 | 4 | 21 | | | | 5.20 | 3.00 |
| 8 | Trave f. | 5 | 8 | 4 | 21 | | | | 5.13 | 2.96 |
| 9 | Trave f. | 6 | 9 | 4 | 21 | | | | 5.13 | 2.96 |
| 10 | Trave f. | 7 | 8 | 4 | 21 | | | | 5.14 | 2.97 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | Trave f. | 8 | 9 | 4 | 21 | | 5.14 | 2.97 |
| 12 | Trave f. | 7 | 10 | 4 | 21 | | 5.22 | 3.02 |
| 13 | Trave f. | 8 | 11 | 4 | 21 | | 5.13 | 2.96 |
| 14 | Trave f. | 9 | 12 | 4 | 21 | | 5.13 | 2.96 |
| 15 | Trave f. | 10 | 11 | 4 | 21 | | 5.14 | 2.97 |
| 16 | Trave f. | 11 | 12 | 4 | 21 | | 5.14 | 2.97 |
| 17 | Pilas. | 1 | 13 | 4 | 44 | | | |
| 18 | Pilas. | 2 | 14 | 4 | 44 | | | |
| 19 | Pilas. | 3 | 15 | 4 | 44 | | | |
| 20 | Pilas. | 4 | 16 | 4 | 44 | | | |
| 21 | Pilas. | 5 | 17 | 4 | 44 | | | |
| 22 | Pilas. | 6 | 18 | 4 | 44 | | | |
| 23 | Pilas. | 7 | 19 | 4 | 1 | | | |
| 24 | Pilas. | 8 | 20 | 4 | 44 | | | |
| 25 | Pilas. | 9 | 21 | 4 | 44 | | | |
| 26 | Pilas. | 10 | 22 | 4 | 1 | | | |
| 27 | Pilas. | 11 | 23 | 4 | 14 | | | |
| 28 | Pilas. | 12 | 24 | 4 | 14 | | | |
| 29 | Trave | 13 | 14 | 4 | 14 | | | |
| 30 | Trave | 13 | 15 | 4 | 14 | | | |
| 31 | Trave | 14 | 16 | 4 | 14 | | | |
| 32 | Trave | 15 | 16 | 4 | 14 | | | |
| 33 | Trave | 15 | 17 | 4 | 14 | | | |
| 34 | Trave | 16 | 18 | 4 | 14 | | | |
| 35 | Trave | 17 | 18 | 4 | 14 | | | |
| 36 | Trave | 17 | 20 | 4 | 14 | | | |
| 37 | Trave | 18 | 21 | 4 | 14 | | | |
| 38 | Trave | 19 | 20 | 4 | 15 | | | |
| 39 | Trave | 20 | 21 | 4 | 14 | | | |
| 40 | Trave | 19 | 22 | 4 | 14 | | | |
| 41 | Trave | 20 | 23 | 4 | 14 | | | |
| 42 | Trave | 21 | 24 | 4 | 14 | | | |
| 43 | Trave | 22 | 23 | 4 | 15 | | | |
| 44 | Trave | 23 | 24 | 4 | 14 | | | |
| 45 | Trave f. | 25 | 7 | 4 | 21 | | 5.14 | 2.97 |
| 46 | Trave f. | 25 | 26 | 4 | 21 | | 5.22 | 3.02 |
| 47 | Trave f. | 26 | 10 | 4 | 21 | | 5.14 | 2.97 |
| 48 | Pilas. | 25 | 27 | 4 | 1 | | | |
| 49 | Pilas. | 26 | 28 | 4 | 1 | | | |
| 50 | Trave | 27 | 19 | 4 | 15 | | | |
| 51 | Trave | 27 | 28 | 4 | 14 | | | |
| 52 | Trave | 28 | 22 | 4 | 15 | | | |

## MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA:ELEMENTI SOLAIO
## LEGENDA TABELLA DATI SOLAI

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

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

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

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 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:

| | |
|---|---|
| Elem. | numero identificativo dell'elemento |
| Stato | Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali |
| Note | Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); |
| Pos. | Ascissa del punto di verifica |
| F ist, F infi | Frecce instantanee e a tempo infinito |
| Momento | Momento flettente |
| Taglio | Sollecitazione di taglio |
| Af inf. | Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave |
| Af sup. | Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave |
| AfV | Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio |
| Beff | Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio |
| | *simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:* |
| sc max | Massima tensione di compressione del calcestruzzo |
| sf max | Massima tensione nell'acciaio |
| tau max | Massima tensione tangenziale nel cls |
| | *simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:* |
| 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 proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| Verif.V | rapporto Sd/Su con sollecitazioni taglianti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| rRfck | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1] |
| rFfck | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni frequenti [normalizzato a 1] |
| rPfck | rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1] |
| rRfyk | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni frequenti [normalizzato a 1] |
| rFyk | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1] |
| rPfyk | rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1] |
| wR | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm] |
| wF | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm] |
| wP | apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm] |

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 |
|---|---|
| **14** | ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA |
| **15** | EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI |
| **16** | SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE |
| **17** | SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO |
| **28** | FRECCIA DI SOLAI IN C.A. |
| **119** | PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM |

| ID Arch. | Tipo | G1k | G2k | Qk | Fatt. A | s sis. | Psi 0 | Psi 1 | Psi 2 | Psi S 2 | Fatt. Fi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | daN/cm2 | daN/cm2 | daN/cm2 | | | | | | | |
| 1 | Variab. | 5.00e-02 | | 4.80e-03 | | 1.00 | 0.50 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 1.00 |

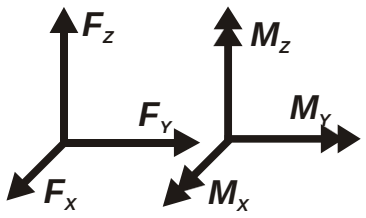
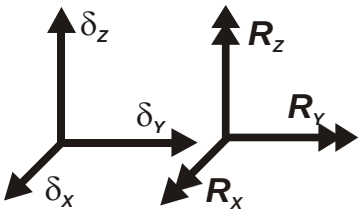
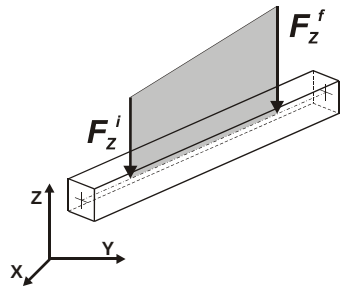
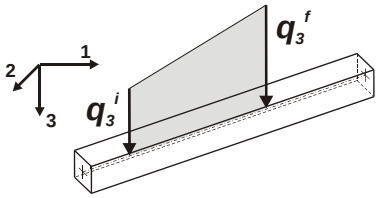
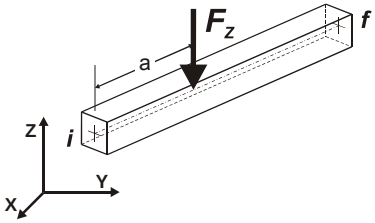
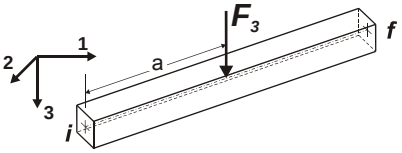
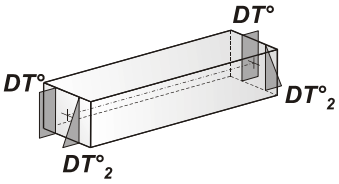
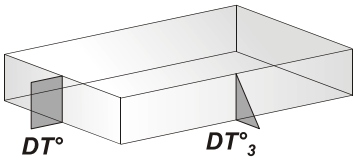
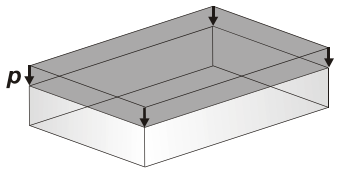
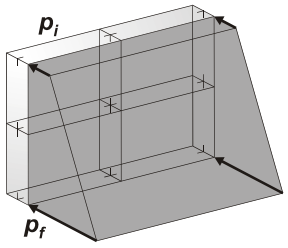
| Elem. | Tipo | ID Arch. | Nodo 1/6.. | Nodo 2/7.. | Nodo 3/8.. | Nodo.. | Nodo.. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CM | 1 | 20 | 23 | 22 | 19 | |
| 2 | CM | 1 | 14 | 16 | 15 | 13 | |
| 3 | CM | 1 | 16 | 18 | 17 | 15 | |
| 4 | CM | 1 | 18 | 21 | 20 | 17 | |
| 5 | CM | 1 | 21 | 24 | 23 | 20 | |
| 6 | CM | 1 | 19 | 22 | 28 | 27 | |

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:

| | |
|---|---|
| **1** | **carico concentrato nodale**<br><br>6 dati (forza Fx, Fy, Fz, momento Mx, My, Mz) |
| **2** | **spostamento nodale impresso**<br><br>6 dati (spostamento Tx,Ty,Tz, rotazione Rx,Ry,Rz) |
| **3** | **carico distribuito globale su elemento tipo trave**<br><br>7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di inizio carico)<br>7 dati (fx,fy,fz,mx,my,mz,ascissa di fine carico) |
| **4** | **carico distribuito locale su elemento tipo trave**<br><br>7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di inizio carico)<br>7 dati (f1,f2,f3,m1,m2,m3,ascissa di fine carico) |
| **5** | **carico concentrato globale su elemento tipo trave**<br><br>7 dati (Fx,Fy,Fz,Mx,My,Mz,ascissa di carico) |
| **6** | **carico concentrato locale su elemento tipo trave**<br><br>7 dati (F1, F2, F3, M1, M2, M3, ascissa di carico) |
| **7** | **variazione termica applicata ad elemento tipo trave**<br><br>7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale) |
| **8** | **carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra**<br><br>1 dato (pressione) |
| **9** | **carico di pressione variabile su elemento tipo piastra**<br><br>4 dati (pressione, quota, pressione, quota) |
| **10** | **variazione termica applicata ad elemento tipo piastra** |

| | |
|---|---|
| | 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore) |
| **11** | **carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra**<br><br>1 dato descrizione della tipologia<br>4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore)<br>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 |
| **12** | **gruppo di carichi con impronta su piastra**<br><br>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 |

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

| Tipo | variazione termica applicata a trave |
|---|---|

| Id | Tipo | DT uniforme | DT iniziale | DT finale | DT 2-2 ini | DT 2-2 fin | DT 3-3 ini | DT 3-3 fin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | C | C | C | C | C | C | C |
| 4 | T2:DT=15.00 | 15.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

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:

| | *Sigla* | *Tipo* | *Descrizione* |
|---|---|---|---|
| 1 | Ggk | A | caso di carico comprensivo del peso proprio struttura |
| 2 | Gk | NA | caso di carico con azioni permanenti |
| 3 | Qk | NA | caso di carico con azioni variabili |
| 4 | Gsk | A | caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture |
| 5 | Qsk | A | caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai |
| 6 | Qnk | A | caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture |
| 7 | Qtk | SA | caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura |
| 8 | Qvk | NA | caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura |
| 9 | Esk | SA | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| 10 | Edk | SA | caso di carico sismico con analisi dinamica |
| 11 | Pk | 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.

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 1 | Ggk | CDC=Ggk (peso proprio della struttura) | |
| 2 | Gsk | CDC=G1sk (permanente solai-coperture) | |
| 3 | Qsk | CDC=Qsk (variabile solai) | |
| 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=Qsk (variabile solai) |
| | | | partecipazione:0.80 per 11 CDC=Qk (variabile termico) |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 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 SLD) alfa=0.0 (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=90.00 (ecc. +) | come precedente CDC sismico |
| 10 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -) | come precedente CDC sismico |
| 11 | Qk | CDC=Qk (variabile termico) | D2 :da 17 a 44 Azione : T2:DT=15.00 |

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

$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione caratteristica** (rara) SLE

$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione frequente** SLE

$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

**Combinazione quasi permanente** SLE

$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \ldots$

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

$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \ldots$

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

$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \ldots$

*Dove:*

NTC 2008 Tabella 2.5.I

| **Destinazione d'uso/azione** | **ψ0** | **ψ1** | **ψ2** |
|---|---|---|---|
| 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 <= 30kN) | 0,70 | 0,70 | 0,60 |
| Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli > 30kN) | 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 <= 1000 m | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| Neve a quota > 1000 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 2008 Tabella 2.6.I

| | | Coefficiente $\gamma f$ | **EQU** | **A1** | **A2** |
|---|---|---|---|---|---|
| Carichi permanenti | Favorevoli | $\gamma G1$ | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevoli | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Carichi permanenti non strutturali | Favorevoli | $\gamma G2$ | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| (Non compiutamente definiti) | 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 13 | |
| 14 | SLU | Comb. SLU A1 14 | |
| 15 | SLU | Comb. SLU A1 15 | |
| 16 | SLU | Comb. SLU A1 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 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 33 | |
| 34 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 34 | |
| 35 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 35 | |
| 36 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 36 | |
| 37 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37 | |
| 38 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 38 | |
| 39 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 39 | |
| 40 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40 | |
| 41 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41 | |
| 42 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42 | |
| 43 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43 | |
| 44 | SLD(sis) | Comb. SLE (SLD Danno 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 | SLU(acc.) | Comb. SLU (Accid.) 65 | |
| 66 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 66 | |
| 67 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 67 | |
| 68 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 68 | |

| Cmb | Tipo | Sigla Id | effetto P-delta |
|---|---|---|---|
| 69 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 69 | |
| 70 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 70 | |
| 71 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 71 | |
| 72 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 72 | |
| 73 | SLE(r) | Comb. SLE(rara) 73 | |
| 74 | SLE(f) | Comb. SLE(freq.) 74 | |
| 75 | SLE(f) | Comb. SLE(freq.) 75 | |
| 76 | SLE(f) | Comb. SLE(freq.) 76 | |
| 77 | SLE(f) | Comb. SLE(freq.) 77 | |
| 78 | SLE(p) | Comb. SLE(perm.) 78 | |

| 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 | -0.90 | | | |
| 2 | 1.30 | 1.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.90 | | | |
| 3 | 1.30 | 1.30 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.90 | | | |
| 4 | 1.30 | 1.30 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.90 | | | |
| 5 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.90 | | | |
| 6 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.90 | | | |
| 7 | 1.00 | 1.00 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.90 | | | |
| 8 | 1.00 | 1.00 | 1.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.90 | | | |
| 9 | 1.30 | 1.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.50 | | | |
| 10 | 1.30 | 1.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.50 | | | |
| 11 | 1.30 | 1.30 | 0.75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.50 | | | |
| 12 | 1.30 | 1.30 | 0.75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.50 | | | |
| 13 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.50 | | | |
| 14 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.50 | | | |
| 15 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.50 | | | |
| 16 | 1.00 | 1.00 | 0.75 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.50 | | | |
| 17 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 18 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 19 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 20 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 21 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 22 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 23 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 24 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 25 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 26 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 27 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 28 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 29 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 30 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 31 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 32 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 33 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 34 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 35 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 36 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 37 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | | | |
| 38 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | | | |
| 39 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | | | |
| 40 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | | | |
| 41 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 42 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 43 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 44 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 45 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | | | |
| 46 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | | | |
| 47 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | | | |
| 48 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | | | |
| 49 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 50 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 51 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 52 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 53 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 54 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 55 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | -1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 56 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | | | |

| 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... |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | | | |
| 58 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | | | |
| 59 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | | | |
| 60 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | | | |
| 61 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | | | |
| 62 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.30 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | | | |
| 63 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | -1.00 | 0.0 | | | |
| 64 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.30 | 0.0 | 1.00 | 0.0 | | | |
| 65 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 66 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.60 | | | |
| 67 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.60 | | | |
| 68 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.60 | | | |
| 69 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.60 | | | |
| 70 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | | | |
| 71 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | | | |
| 72 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -1.00 | | | |
| 73 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.00 | | | |
| 74 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 75 | 1.00 | 1.00 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |
| 76 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | -0.50 | | | |
| 77 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.50 | | | |
| 78 | 1.00 | 1.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | | | |

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 Vr 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 Vr e la probabilità di superamento Pver associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno Tr 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 Vn [anni] | Coeff. Uso | Periodo Vr [anni] | Tipo di suolo | Categoria topografica |
| II | 50.0 | 1.0 | 50.0 | B | 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 = Ss*St (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. | 12.447 | 37.797 | |
| 46714 | 12.419 | 37.780 | 3.093 |
| 46715 | 12.482 | 37.780 | 3.598 |
| 46493 | 12.481 | 37.830 | 4.716 |
| 46492 | 12.418 | 37.830 | 4.452 |

| SL | Pver | Tr | ag | Fo | T*c |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Anni | g | | sec |
| SLO | 81.0 | 30.0 | 0.014 | 2.530 | 0.140 |
| SLD | 63.0 | 50.0 | 0.019 | 2.530 | 0.150 |
| SLV | 10.0 | 475.0 | 0.049 | 2.470 | 0.310 |
| SLC | 5.0 | 975.0 | 0.062 | 2.550 | 0.340 |

| SL | ag | S | Fo | Fv | Tb | Tc | Td |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | g | | | | sec | sec | sec |
| SLO | 0.014 | 1.200 | 2.530 | 0.400 | 0.076 | 0.228 | 1.655 |
| SLD | 0.019 | 1.200 | 2.530 | 0.466 | 0.080 | 0.241 | 1.674 |
| SLV | 0.049 | 1.200 | 2.470 | 0.737 | 0.144 | 0.431 | 1.795 |
| SLC | 0.062 | 1.200 | 2.550 | 0.855 | 0.155 | 0.464 | 1.847 |

RISULTATI ANALISI SISMICHE
LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

9. Esk caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10. Edk 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:

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

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sottoriportati (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/Ls (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/Ls (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 etaT (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità 1000*etaT/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 etaT, etaP e etaD degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità 1000*etaT/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 14-01-2008) sismica riporta il codice di verifica e i valori utilizzati per la verifica: spostamento dE, area ridotta e dimensione A2, azione verticale, deformazioni di taglio dell' elastomero e tensioni nell' acciaio.

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

Affinchè la verifica sia positiva deve essere:

1) V > 0
2) Sig s < fyk
3) Gam t < 5
4) Gam s < Gam * (caratteristica dell' elastomero)

5) Gam s < 2
6) V < 0.5 Vcr

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 |
|---|---|
| **23** | DM 2008: SPETTRO |
| **29** | SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P-δ |
| **30** | ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI |
| **65** | MASSE SISMICHE |
| **70** | PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI |
| **71** | VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI |
| **72** | VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 4 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +) | |
| | | | categoria suolo: B |
| | | | fattore di sito S = 1.200 |
| | | | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.046 g |
| | | | angolo di ingresso:0.0 |
| | | | eccentricità aggiuntiva: positiva |
| | | | periodo proprio T1: 0.215 sec. |
| | | | fattore di struttura q: 3.150 |
| | | | fattore per spost. mu d: 5.312 |
| | | | classe di duttilità CD: B |
| | | | numero di modi considerati: 16 |
| | | | combinaz. modale: CQC |

| 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 | | | |
| 340.00 | 6.926e+04 | 419.80 | 1016.55 | 0.0 | -84.70 | 451.47 | 1076.61 | 1.092 | 0.051 | 0.084 |
| Risulta | 6.926e+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 | | | |

| Modo | Frequenza | Periodo | Acc. Spettrale | M efficace X x g | % | M efficace Y x g | % | M efficace Z x g | % | Energia | Energia x v |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4.653 | 0.215 | 0.046 | 5.355e+04 | 77.3 | 136.97 | 0.2 | 0.21 | 3.00e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 5.702 | 0.175 | 0.046 | 4762.92 | 6.9 | 5.184e+04 | 74.9 | 0.34 | 4.84e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 6.101 | 0.164 | 0.046 | 1.026e+04 | 14.8 | 1.665e+04 | 24.0 | 1.47 | 2.13e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 14.976 | 0.067 | 0.053 | 0.82 | 1.18e-03 | 23.98 | 3.46e-02 | 0.16 | 2.36e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 20.823 | 0.048 | 0.055 | 34.05 | 4.92e-02 | 0.37 | 5.39e-04 | 4.769e+04 | 68.9 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 21.213 | 0.047 | 0.055 | 449.99 | 0.6 | 36.55 | 5.28e-02 | 16.84 | 2.43e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 21.417 | 0.047 | 0.055 | 43.06 | 6.22e-02 | 51.79 | 7.48e-02 | 3795.54 | 5.5 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 22.238 | 0.045 | 0.055 | 5.21 | 7.52e-03 | 26.16 | 3.78e-02 | 5036.70 | 7.3 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 22.865 | 0.044 | 0.055 | 9.51 | 1.37e-02 | 0.81 | 1.17e-03 | 9201.82 | 13.3 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 23.289 | 0.043 | 0.055 | 90.85 | 0.1 | 3.72 | 5.38e-03 | 3473.09 | 5.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 24.447 | 0.041 | 0.055 | 1.12 | 1.61e-03 | 323.32 | 0.5 | 1.89 | 2.73e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 24.701 | 0.040 | 0.055 | 10.96 | 1.58e-02 | 18.49 | 2.67e-02 | 0.06 | 8.26e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 26.856 | 0.037 | 0.056 | 2.36 | 3.41e-03 | 61.56 | 8.89e-02 | 5.87 | 8.47e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 28.042 | 0.036 | 0.056 | 0.13 | 1.91e-04 | 69.14 | 9.98e-02 | 0.56 | 8.13e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 29.781 | 0.034 | 0.056 | 7.60 | 1.10e-02 | 0.68 | 9.87e-04 | 3.19 | 4.61e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 30.044 | 0.033 | 0.056 | 4.96e-03 | 7.15e-06 | 7.34 | 1.06e-02 | 10.25 | 1.48e-02 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta | | | | 6.923e+04 | | 6.925e+04 | | 6.924e+04 | | | |
| In percentuale | | | | 99.96 | | 99.99 | | 99.97 | | | |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 5 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -) | |
| | | | categoria suolo: B |
| | | | fattore di sito S = 1.200 |
| | | | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.046 g |
| | | | angolo di ingresso:0.0 |
| | | | eccentricità aggiuntiva: negativa |
| | | | periodo proprio T1: 0.202 sec. |
| | | | fattore di struttura q: 3.150 |
| | | | fattore per spost. mu d: 5.598 |
| | | | classe di duttilità CD: B |
| | | | numero di modi considerati: 16 |
| | | | combinaz. modale: CQC |

| 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 | | | |
| 340.00 | 6.926e+04 | 419.80 | 1016.55 | 0.0 | 84.70 | 451.47 | 1076.61 | 1.092 | 0.051 | 0.084 |
| Risulta | 6.926e+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 | 4.962 | 0.202 | 0.046 | 6.810e+04 | 98.3 | 253.76 | 0.4 | 1.07 | 1.55e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 5.666 | 0.176 | 0.046 | 463.64 | 0.7 | 4.300e+04 | 62.1 | 0.07 | 9.91e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 6.027 | 0.166 | 0.046 | 2.44 | 3.52e-03 | 2.538e+04 | 36.6 | 0.40 | 5.72e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 15.430 | 0.065 | 0.053 | 5.37 | 7.75e-03 | 19.27 | 2.78e-02 | 0.28 | 4.07e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 20.823 | 0.048 | 0.055 | 32.80 | 4.74e-02 | 0.35 | 5.05e-04 | 4.777e+04 | 69.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 21.237 | 0.047 | 0.055 | 401.40 | 0.6 | 49.33 | 7.12e-02 | 173.01 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 21.454 | 0.047 | 0.055 | 99.22 | 0.1 | 39.66 | 5.73e-02 | 3637.32 | 5.3 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 22.236 | 0.045 | 0.055 | 4.87 | 7.03e-03 | 26.00 | 3.75e-02 | 4933.07 | 7.1 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 22.868 | 0.044 | 0.055 | 6.58 | 9.50e-03 | 1.12 | 1.62e-03 | 9330.27 | 13.5 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 23.298 | 0.043 | 0.055 | 95.37 | 0.1 | 3.70 | 5.35e-03 | 3370.98 | 4.9 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 24.449 | 0.041 | 0.055 | 1.29 | 1.86e-03 | 321.71 | 0.5 | 1.04 | 1.50e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 24.703 | 0.040 | 0.055 | 11.18 | 1.61e-02 | 20.57 | 2.97e-02 | 0.01 | 1.45e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 26.866 | 0.037 | 0.056 | 2.67 | 3.85e-03 | 60.77 | 8.77e-02 | 5.31 | 7.67e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 28.042 | 0.036 | 0.056 | 0.11 | 1.64e-04 | 69.18 | 9.99e-02 | 0.58 | 8.37e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 30.026 | 0.033 | 0.056 | 0.67 | 9.69e-04 | 8.13 | 1.17e-02 | 12.79 | 1.85e-02 | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 30.611 | 0.033 | 0.056 | 12.20 | 1.76e-02 | 3.08 | 4.44e-03 | 3.37 | 4.87e-03 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta | | | | 6.924e+04 | | 6.926e+04 | | 6.924e+04 | | | |
| In percentuale | | | | 99.97 | | 100.00 | | 99.97 | | | |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 6 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -) | |
| | | | categoria suolo: B |
| | | | fattore di sito S = 1.200 |
| | | | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.046 g |
| | | | angolo di ingresso:90.00 |
| | | | eccentricità aggiuntiva: negativa |
| | | | periodo proprio T1: 0.162 sec. |
| | | | fattore di struttura q: 3.150 |
| | | | fattore per spost. mu d: 6.722 |
| | | | classe di duttilità CD: B |
| | | | numero di modi considerati: 16 |
| | | | combinaz. modale: CQC |

| 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 | | | |
| 340.00 | 6.926e+04 | 419.80 | 1016.55 | -50.95 | 0.0 | 451.47 | 1076.61 | 1.092 | 0.051 | 0.084 |
| Risulta | 6.926e+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 | 4.872 | 0.205 | 0.046 | 5.906e+04 | 85.3 | 1066.82 | 1.5 | 0.44 | 6.34e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 5.393 | 0.185 | 0.046 | 7598.89 | 11.0 | 3.348e+04 | 48.3 | 0.61 | 8.82e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 6.175 | 0.162 | 0.046 | 1914.31 | 2.8 | 3.402e+04 | 49.1 | 0.70 | 1.00e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 14.131 | 0.071 | 0.053 | 2.43 | 3.51e-03 | 82.72 | 0.1 | 0.19 | 2.76e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 20.823 | 0.048 | 0.055 | 33.69 | 4.86e-02 | 0.36 | 5.24e-04 | 4.772e+04 | 68.9 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 21.223 | 0.047 | 0.055 | 433.02 | 0.6 | 42.03 | 6.07e-02 | 55.74 | 8.05e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 21.430 | 0.047 | 0.055 | 61.93 | 8.94e-02 | 47.09 | 6.80e-02 | 3750.00 | 5.4 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 22.237 | 0.045 | 0.055 | 4.83 | 6.97e-03 | 26.15 | 3.78e-02 | 5001.56 | 7.2 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 22.865 | 0.044 | 0.055 | 8.06 | 1.16e-02 | 0.84 | 1.21e-03 | 9212.36 | 13.3 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 23.292 | 0.043 | 0.055 | 92.55 | 0.1 | 3.29 | 4.76e-03 | 3472.75 | 5.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 24.411 | 0.041 | 0.055 | 0.69 | 1.00e-03 | 322.73 | 0.5 | 1.24 | 1.79e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 24.702 | 0.040 | 0.055 | 11.36 | 1.64e-02 | 17.48 | 2.52e-02 | 0.02 | 2.27e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 26.861 | 0.037 | 0.056 | 2.71 | 3.91e-03 | 62.93 | 9.09e-02 | 5.51 | 7.96e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 28.043 | 0.036 | 0.056 | 0.11 | 1.59e-04 | 69.42 | 0.1 | 0.58 | 8.40e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 30.023 | 0.033 | 0.056 | 0.99 | 1.43e-03 | 8.13 | 1.17e-02 | 13.05 | 1.88e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 30.481 | 0.033 | 0.056 | 11.30 | 1.63e-02 | 0.79 | 1.14e-03 | 1.09 | 1.57e-03 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta | | | | 6.924e+04 | | 6.926e+04 | | 6.924e+04 | | | |
| In percentuale | | | | 99.97 | | 100.00 | | 99.97 | | | |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 7 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +) | |
| | | | categoria suolo: B |
| | | | fattore di sito S = 1.200 |
| | | | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g |
| | | | angolo di ingresso:0.0 |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| | | | eccentricità aggiuntiva: positiva |
| | | | periodo proprio T1: 0.215 sec. |
| | | | numero di modi considerati: 16 |
| | | | combinaz. modale: CQC |

| 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 | | | |
| 340.00 | 6.926e+04 | 419.80 | 1016.55 | 0.0 | -84.70 | 451.47 | 1076.61 | 1.092 | 0.051 | 0.084 |
| Risulta | 6.926e+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 | 4.653 | 0.215 | 0.058 | 5.355e+04 | 77.3 | 136.97 | 0.2 | 0.21 | 3.00e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 5.702 | 0.175 | 0.058 | 4762.92 | 6.9 | 5.184e+04 | 74.9 | 0.34 | 4.84e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 6.101 | 0.164 | 0.058 | 1.026e+04 | 14.8 | 1.665e+04 | 24.0 | 1.47 | 2.13e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 14.976 | 0.067 | 0.052 | 0.82 | 1.18e-03 | 23.98 | 3.46e-02 | 0.16 | 2.36e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 20.823 | 0.048 | 0.044 | 34.05 | 4.92e-02 | 0.37 | 5.39e-04 | 4.769e+04 | 68.9 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 21.213 | 0.047 | 0.043 | 449.99 | 0.6 | 36.55 | 5.28e-02 | 16.84 | 2.43e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 21.417 | 0.047 | 0.043 | 43.06 | 6.22e-02 | 51.79 | 7.48e-02 | 3795.54 | 5.5 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 22.238 | 0.045 | 0.042 | 5.21 | 7.52e-03 | 26.16 | 3.78e-02 | 5036.70 | 7.3 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 22.865 | 0.044 | 0.042 | 9.51 | 1.37e-02 | 0.81 | 1.17e-03 | 9201.82 | 13.3 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 23.289 | 0.043 | 0.042 | 90.85 | 0.1 | 3.72 | 5.38e-03 | 3473.09 | 5.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 24.447 | 0.041 | 0.041 | 1.12 | 1.61e-03 | 323.32 | 0.5 | 1.89 | 2.73e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 24.701 | 0.040 | 0.040 | 10.96 | 1.58e-02 | 18.49 | 2.67e-02 | 0.06 | 8.26e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 26.856 | 0.037 | 0.039 | 2.36 | 3.41e-03 | 61.56 | 8.89e-02 | 5.87 | 8.47e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 28.042 | 0.036 | 0.038 | 0.13 | 1.91e-04 | 69.14 | 9.98e-02 | 0.56 | 8.13e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 29.781 | 0.034 | 0.037 | 7.60 | 1.10e-02 | 0.68 | 9.87e-04 | 3.19 | 4.61e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 30.044 | 0.033 | 0.037 | 4.96e-03 | 7.15e-06 | 7.34 | 1.06e-02 | 10.25 | 1.48e-02 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta | | | | 6.923e+04 | | 6.925e+04 | | 6.924e+04 | | | |
| In percentuale | | | | 99.96 | | 99.99 | | 99.97 | | | |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 8 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -) | |
| | | | categoria suolo: B |
| | | | fattore di sito S = 1.200 |
| | | | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g |
| | | | angolo di ingresso:0.0 |
| | | | eccentricità aggiuntiva: negativa |
| | | | periodo proprio T1: 0.202 sec. |
| | | | numero di modi considerati: 16 |
| | | | combinaz. modale: CQC |

| 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 | | | |
| 340.00 | 6.926e+04 | 419.80 | 1016.55 | 0.0 | 84.70 | 451.47 | 1076.61 | 1.092 | 0.051 | 0.084 |
| Risulta | 6.926e+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 | 4.962 | 0.202 | 0.058 | 6.810e+04 | 98.3 | 253.76 | 0.4 | 1.07 | 1.55e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 5.666 | 0.176 | 0.058 | 463.64 | 0.7 | 4.300e+04 | 62.1 | 0.07 | 9.91e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 6.027 | 0.166 | 0.058 | 2.44 | 3.52e-03 | 2.538e+04 | 36.6 | 0.40 | 5.72e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 15.430 | 0.065 | 0.051 | 5.37 | 7.75e-03 | 19.27 | 2.78e-02 | 0.28 | 4.07e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 20.823 | 0.048 | 0.044 | 32.80 | 4.74e-02 | 0.35 | 5.05e-04 | 4.777e+04 | 69.0 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 21.237 | 0.047 | 0.043 | 401.40 | 0.6 | 49.33 | 7.12e-02 | 173.01 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 21.454 | 0.047 | 0.043 | 99.22 | 0.1 | 39.66 | 5.73e-02 | 3637.32 | 5.3 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 22.236 | 0.045 | 0.042 | 4.87 | 7.03e-03 | 26.00 | 3.75e-02 | 4933.07 | 7.1 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 22.868 | 0.044 | 0.042 | 6.58 | 9.50e-03 | 1.12 | 1.62e-03 | 9330.27 | 13.5 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 23.298 | 0.043 | 0.042 | 95.37 | 0.1 | 3.70 | 5.35e-03 | 3370.98 | 4.9 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 24.449 | 0.041 | 0.041 | 1.29 | 1.86e-03 | 321.71 | 0.5 | 1.04 | 1.50e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 24.703 | 0.040 | 0.040 | 11.18 | 1.61e-02 | 20.57 | 2.97e-02 | 0.01 | 1.45e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 26.866 | 0.037 | 0.039 | 2.67 | 3.85e-03 | 60.77 | 8.77e-02 | 5.31 | 7.67e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 28.042 | 0.036 | 0.038 | 0.11 | 1.64e-04 | 69.18 | 9.99e-02 | 0.58 | 8.37e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 30.026 | 0.033 | 0.037 | 0.67 | 9.69e-04 | 8.13 | 1.17e-02 | 12.79 | 1.85e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 30.611 | 0.033 | 0.037 | 12.20 | 1.76e-02 | 3.08 | 4.44e-03 | 3.37 | 4.87e-03 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta | | | | 6.924e+04 | | 6.926e+04 | | 6.924e+04 | | | |
| In percentuale | | | | 99.97 | | 100.00 | | 99.97 | | | |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 9 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +) | |
| | | | categoria suolo: B |
| | | | fattore di sito S = 1.200 |
| | | | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g |
| | | | angolo di ingresso:90.00 |
| | | | eccentricità aggiuntiva: positiva |
| | | | periodo proprio T1: 0.173 sec. |
| | | | numero di modi considerati: 16 |
| | | | combinaz. modale: CQC |

| 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 | | | |
| 340.00 | 6.926e+04 | 419.80 | 1016.55 | 50.95 | 0.0 | 451.47 | 1076.61 | 1.092 | 0.051 | 0.084 |
| Risulta | 6.926e+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 | 4.891 | 0.204 | 0.058 | 6.324e+04 | 91.3 | 271.73 | 0.4 | 0.54 | 7.85e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 5.789 | 0.173 | 0.058 | 1819.50 | 2.6 | 5.795e+04 | 83.7 | 0.32 | 4.61e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 5.892 | 0.170 | 0.058 | 3514.43 | 5.1 | 1.043e+04 | 15.1 | 0.89 | 1.29e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 16.748 | 0.060 | 0.049 | 1.45 | 2.10e-03 | 1.27 | 1.84e-03 | 0.30 | 4.36e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 20.823 | 0.048 | 0.044 | 33.73 | 4.87e-02 | 0.35 | 5.04e-04 | 4.772e+04 | 68.9 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 21.225 | 0.047 | 0.043 | 429.69 | 0.6 | 41.68 | 6.02e-02 | 62.49 | 9.02e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 21.432 | 0.047 | 0.043 | 65.96 | 9.52e-02 | 46.58 | 6.73e-02 | 3766.36 | 5.4 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 22.237 | 0.045 | 0.042 | 5.30 | 7.65e-03 | 26.27 | 3.79e-02 | 4952.25 | 7.2 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 22.866 | 0.044 | 0.042 | 8.08 | 1.17e-02 | 1.13 | 1.63e-03 | 9321.33 | 13.5 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 23.295 | 0.043 | 0.042 | 93.57 | 0.1 | 4.39 | 6.34e-03 | 3392.95 | 4.9 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 24.520 | 0.041 | 0.041 | 2.38 | 3.43e-03 | 318.60 | 0.5 | 1.63 | 2.36e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 24.703 | 0.040 | 0.040 | 10.44 | 1.51e-02 | 27.07 | 3.91e-02 | 0.06 | 8.22e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 26.865 | 0.037 | 0.039 | 2.39 | 3.45e-03 | 58.54 | 8.45e-02 | 5.62 | 8.11e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 28.041 | 0.036 | 0.038 | 0.12 | 1.76e-04 | 69.22 | 9.99e-02 | 0.57 | 8.22e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 30.021 | 0.033 | 0.037 | 0.97 | 1.40e-03 | 8.01 | 1.16e-02 | 13.22 | 1.91e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 30.583 | 0.033 | 0.037 | 13.62 | 1.97e-02 | 1.76 | 2.54e-03 | 3.21 | 4.64e-03 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta | | | | 6.924e+04 | | 6.926e+04 | | 6.924e+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 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| In percentuale | | | | 99.97 | | 100.00 | | 99.97 | | | |

| CDC | Tipo | Sigla Id | Note |
|---|---|---|---|
| 10 | Edk | CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -) | |
| | | | categoria suolo: B |
| | | | fattore di sito S = 1.200 |
| | | | ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g |
| | | | angolo di ingresso:90.00 |
| | | | eccentricità aggiuntiva: negativa |
| | | | periodo proprio T1: 0.162 sec. |
| | | | numero di modi considerati: 16 |
| | | | combinaz. modale: CQC |

| 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 | | | |
| 340.00 | 6.926e+04 | 419.80 | 1016.55 | -50.95 | 0.0 | 451.47 | 1076.61 | 1.092 | 0.051 | 0.084 |
| Risulta | 6.926e+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 | 4.872 | 0.205 | 0.058 | 5.906e+04 | 85.3 | 1066.82 | 1.5 | 0.44 | 6.34e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 2 | 5.393 | 0.185 | 0.058 | 7598.89 | 11.0 | 3.348e+04 | 48.3 | 0.61 | 8.82e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 3 | 6.175 | 0.162 | 0.058 | 1914.31 | 2.8 | 3.402e+04 | 49.1 | 0.70 | 1.00e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 4 | 14.131 | 0.071 | 0.054 | 2.43 | 3.51e-03 | 82.72 | 0.1 | 0.19 | 2.76e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 5 | 20.823 | 0.048 | 0.044 | 33.69 | 4.86e-02 | 0.36 | 5.24e-04 | 4.772e+04 | 68.9 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 21.223 | 0.047 | 0.043 | 433.02 | 0.6 | 42.03 | 6.07e-02 | 55.74 | 8.05e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 7 | 21.430 | 0.047 | 0.043 | 61.93 | 8.94e-02 | 47.09 | 6.80e-02 | 3750.00 | 5.4 | 0.0 | 0.0 |
| 8 | 22.237 | 0.045 | 0.042 | 4.83 | 6.97e-03 | 26.15 | 3.78e-02 | 5001.56 | 7.2 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 22.865 | 0.044 | 0.042 | 8.06 | 1.16e-02 | 0.84 | 1.21e-03 | 9212.36 | 13.3 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 23.292 | 0.043 | 0.042 | 92.55 | 0.1 | 3.29 | 4.76e-03 | 3472.75 | 5.0 | 0.0 | 0.0 |
| 11 | 24.411 | 0.041 | 0.041 | 0.69 | 1.00e-03 | 322.73 | 0.5 | 1.24 | 1.79e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 12 | 24.702 | 0.040 | 0.040 | 11.36 | 1.64e-02 | 17.48 | 2.52e-02 | 0.02 | 2.27e-05 | 0.0 | 0.0 |
| 13 | 26.861 | 0.037 | 0.039 | 2.71 | 3.91e-03 | 62.93 | 9.09e-02 | 5.51 | 7.96e-03 | 0.0 | 0.0 |
| 14 | 28.043 | 0.036 | 0.038 | 0.11 | 1.59e-04 | 69.42 | 0.1 | 0.58 | 8.40e-04 | 0.0 | 0.0 |
| 15 | 30.023 | 0.033 | 0.037 | 0.99 | 1.43e-03 | 8.13 | 1.17e-02 | 13.05 | 1.88e-02 | 0.0 | 0.0 |
| 16 | 30.481 | 0.033 | 0.037 | 11.30 | 1.63e-02 | 0.79 | 1.14e-03 | 1.09 | 1.57e-03 | 0.0 | 0.0 |
| Risulta | | | | 6.924e+04 | | 6.926e+04 | | 6.924e+04 | | | |
| In percentuale | | | | 99.97 | | 100.00 | | 99.97 | | | |

| Cmb | Pilas. | 1000 etaT/h | etaT cm | inter. h cm | Pilas. | 1000 etaT/h | etaT cm | inter. h cm | Pilas. | 1000 etaT/h | etaT cm | inter. h cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | 17 | 0.25 | 0.08 | 340.0 | 18 | 0.25 | 0.08 | 340.0 | 19 | 0.22 | 0.08 | 340.0 |
| | 20 | 0.22 | 0.07 | 340.0 | 21 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.18 | 0.06 | 340.0 |
| | 23 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | | | | |
| 34 | 17 | 0.24 | 0.08 | 340.0 | 18 | 0.22 | 0.08 | 340.0 | 19 | 0.22 | 0.07 | 340.0 |
| | 20 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 21 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.13 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 48 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 49 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | | | | |
| 35 | 17 | 0.23 | 0.08 | 340.0 | 18 | 0.23 | 0.08 | 340.0 | 19 | 0.20 | 0.07 | 340.0 |
| | 20 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 21 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 28 | 0.08 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 36 | 17 | 0.23 | 0.08 | 340.0 | 18 | 0.25 | 0.09 | 340.0 | 19 | 0.20 | 0.07 | 340.0 |
| | 20 | 0.22 | 0.08 | 340.0 | 21 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 23 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 24 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.07 | 0.03 | 340.0 | 27 | 0.07 | 0.02 | 340.0 | 28 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.08 | 0.03 | 340.0 | | | | |
| 37 | 17 | 0.22 | 0.07 | 340.0 | 18 | 0.22 | 0.07 | 340.0 | 19 | 0.20 | 0.07 | 340.0 |
| | 20 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 21 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 23 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.13 | 0.05 | 340.0 | 28 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 48 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 38 | 17 | 0.27 | 0.09 | 340.0 | 18 | 0.25 | 0.09 | 340.0 | 19 | 0.24 | 0.08 | 340.0 |
| | 20 | 0.22 | 0.07 | 340.0 | 21 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 23 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 28 | 0.08 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 39 | 17 | 0.26 | 0.09 | 340.0 | 18 | 0.26 | 0.09 | 340.0 | 19 | 0.22 | 0.07 | 340.0 |
| | 20 | 0.22 | 0.08 | 340.0 | 21 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 25 | 0.08 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 27 | 0.07 | 0.02 | 340.0 | 28 | 0.05 | 0.02 | 340.0 |
| | 48 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.13 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 40 | 17 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 18 | 0.22 | 0.08 | 340.0 | 19 | 0.18 | 0.06 | 340.0 |
| | 20 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 21 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.10 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 28 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | | | | |
| 41 | 17 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 20 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 23 | 0.19 | 0.06 | 340.0 | 24 | 0.19 | 0.06 | 340.0 | 25 | 0.18 | 0.06 | 340.0 |
| | 26 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 27 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 28 | 0.16 | 0.06 | 340.0 |
| | 48 | 0.19 | 0.07 | 340.0 | 49 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | | | | |
| 42 | 17 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 24 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 25 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 26 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 27 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 28 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 48 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 49 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | | | | |
| 43 | 17 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.13 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 28 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 48 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 44 | 17 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 28 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 48 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 45 | 17 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.13 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 24 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 25 | 0.19 | 0.06 | 340.0 |
| | 26 | 0.21 | 0.07 | 340.0 | 27 | 0.20 | 0.07 | 340.0 | 28 | 0.19 | 0.07 | 340.0 |
| | 48 | 0.21 | 0.07 | 340.0 | 49 | 0.21 | 0.07 | 340.0 | | | | |
| 46 | 17 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 18 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 20 | 0.16 | 0.06 | 340.0 | 21 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 22 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 23 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 28 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 48 | 0.16 | 0.06 | 340.0 | 49 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 47 | 17 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 19 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 21 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.13 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | | | | |
| 48 | 17 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 24 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 25 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 26 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 27 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 28 | 0.17 | 0.06 | 340.0 |
| | 48 | 0.16 | 0.06 | 340.0 | 49 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | | | | |
| 49 | 17 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 26 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 27 | 0.10 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | | | | |
| 50 | 17 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 19 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 51 | 17 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 23 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 52 | 17 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 24 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 27 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.08 | 0.03 | 340.0 | 49 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | | | | |
| 53 | 17 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 22 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | | | | |
| 54 | 17 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 18 | 0.10 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.13 | 0.05 | 340.0 | 28 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 55 | 17 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | | | | |
| 56 | 17 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 19 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 48 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | | | | |
| 57 | 17 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 18 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 19 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |
| | 20 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 21 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 22 | 0.10 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 28 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 48 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | | | | |
| 58 | 17 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 18 | 0.16 | 0.06 | 340.0 | 19 | 0.16 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.10 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 25 | 0.08 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.16 | 0.06 | 340.0 | | | | |
| 59 | 17 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 18 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 19 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 21 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 23 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.08 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 49 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | | | | |
| 60 | 17 | 0.08 | 0.03 | 340.0 | 18 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 19 | 0.08 | 0.03 | 340.0 |
| | 20 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 21 | 0.08 | 0.03 | 340.0 | 22 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 23 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 27 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 28 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 48 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 61 | 17 | 0.10 | 0.04 | 340.0 | 18 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 19 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 20 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 21 | 0.10 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.10 | 0.03 | 340.0 |
| | 23 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 24 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 25 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 26 | 0.19 | 0.06 | 340.0 | 27 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | 28 | 0.16 | 0.06 | 340.0 |
| | 48 | 0.19 | 0.07 | 340.0 | 49 | 0.21 | 0.07 | 340.0 | | | | |
| 62 | 17 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.14 | 0.05 | 340.0 |
| | 20 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 24 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 25 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.11 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 28 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 49 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | | | | |
| 63 | 17 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 18 | 0.16 | 0.05 | 340.0 | 19 | 0.12 | 0.04 | 340.0 |
| | 20 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 21 | 0.10 | 0.04 | 340.0 | 22 | 0.11 | 0.04 | 340.0 |
| | 23 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 24 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 25 | 0.08 | 0.03 | 340.0 |
| | 26 | 0.12 | 0.04 | 340.0 | 27 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 28 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |
| | 48 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | | | | |
| 64 | 17 | 0.10 | 0.03 | 340.0 | 18 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 19 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |
| | 20 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 21 | 0.09 | 0.03 | 340.0 | 22 | 0.09 | 0.03 | 340.0 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 23 | 0.14 | 0.05 | 340.0 | 24 | 0.13 | 0.04 | 340.0 | 25 | 0.13 | 0.04 | 340.0 |
| | 26 | 0.17 | 0.06 | 340.0 | 27 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 28 | 0.15 | 0.05 | 340.0 |
| | 48 | 0.15 | 0.05 | 340.0 | 49 | 0.18 | 0.06 | 340.0 | | | | |

| **Cmb** | **1000 etaT/h** |
|---|---|
| | 0.27 |

VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO
LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:
1. aste 2. travi 3. pilastri
L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato
*Ok*: verifica con esito positivo
*NV*: verifica con esito negativo
*Nr*: verifica non richiesta.
Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

| Verifica | | Aste | Travi | Pilastri |
|---|---|---|---|---|
| 4.2.3.1 | Classificazione | X | X | X |
| 4.2.4.1.2 | Trazione, Compressione | X | X | X |
| | Taglio, Torsione | | X | X |
| | Flessione,taglio e forza assiale | | X | X |
| 4.2.4.1.3.1 | Aste compresse | X | X | X |
| 4.2.4.1.3.2 | Instabilità flesso-torsionale | | X | X |
| 4.2.4.1.3.3 | Membrature inflesse e compresse | | X | X |

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617 per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

| Verifica | | Travi | Pilastri |
|---|---|---|---|
| 4.2.4.1.2 | Trazione, Compressione | X | X |
| | Taglio, Torsione | | X |
| | Flessione,taglio e forza assiale | X | X |
| 4.2.4.1.3.1 | Aste compresse | X | X |
| 4.2.4.1.3.2 | Instabilità flesso-torsionale | | X |
| 7.5.3 | Sfruttamento per momento | X | |
| 7.5.4 | Sfruttamento per sforzo normale | X | |
| 7.5.5 | Sfruttamento per taglio da capacità flessionale | X | |
| 7.5.9 | Sfruttamento per taglio amplificato | | X |

Viene inoltre riportata la verifica del par. 7.5.4.3 Gerarchia delle resistenze trave-colonna per ogni colonna, considerando piede e testa in entrambe le direzioni globali X e Y.

L' insieme delle verifiche soprariportate è condotto sugli elementi purchè dotati di sezione idonea come da tabella seguente:

| Azione | | SEZIONI GENERICHE | PROFILI SEMPLICI | PROFILI ACCOPPIATI |
|---|---|---|---|---|
| 4.2.3.1 | Classificazione automatica | L, doppio T, C, rettangolare cava, | Tutti | Da profilo semplice |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | circolare cava | | |
| 4.2.3.1 | Classificazione di default 2 | Circolare | | |
| 4.2.3.1 | Classificazione di default 3 | restanti | | |
| 4.2.4.1.2 | Trazione | si | si | si |
| 4.2.4.1.2 | Compressione | si | si | si |
| 4.2.4.1.2 | Taglio, Torsione | si | si | si |
| 4.2.4.1.2 | Flessione,taglio e forza assiale | si | si | si |
| 4.2.4.1.3.1 | Aste compresse | si | si | per elementi ravvicinati e a croce o coppie calstrellate |
| 4.2.4.1.3.2 | Travi inflesse | doppio T simmetrica | doppio T | no |

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sottoindicato; le verifiche sono espresse dal rapporto tra l' azione di progetto e la capacità ultima, pertanto la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all' unità.

| | |
|---|---|
| Asta \| Trave \| Pilastro | numero dell'elemento |
| Stato | codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento |
| Note | sezione e materiali adottati per l'elemento |
| V N | (ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10) |
| V V/T | (TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione |
| V N/M | (TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte con riduzione per taglio (4.2.41) ove richiesto |
| N \| M3 \| M2 \| V2 \| V3 \| T | sollecitazioni di interesse per la verifica |
| V stab | (ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42) |
| V stab | (TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flesso-torsionale |
| BetaxL \| B22xL \| B33xL | lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente) |
| Snellezza | snellezza massima |
| Classe | classe del profilo |
| Chi mn | coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente |
| Rif. cmb | combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati |
| V flst | (TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.29) |
| B1-1 x L | Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali |
| Chi LT | coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flesso-torsionale |
| | |
| Snell adim | Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5 |
| v.Omeg | Valore del rapporto capacità/domanda per l' azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l' amplificazione delle azioni |
| f.Om. N | Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5 |
| f.Om. T | Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4 |
| V.7.5.3 M Ed | Verifica come prevista al punto 7.5.3 e valore dell' azione flettente |
| V.7.5.4 N Ed | Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell' azione assiale |
| V.7.5.5 V Ed,G V Ed,M | Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità |
| V.7.5.9 V Ed | Verifica come prevista al punto 7.5.9 e valore dell' azione di taglio |
| sovr. Xi (Xf, Yi, Yf) | Valore della sovraresistenza come prevista al par. 7.5.4.3 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd classe di duttilità) |

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** |
|---|---|
| **55** | VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA |
| **56** | LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO |
| **57** | LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO |
| **58** | SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO |
| **63** | STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO |
| **68** | VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU PILASTRATA |
| **69** | VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU TELAIO 3D |

## 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:

| | |
|---|---|
| M_P X Y | Numero della pilastrata e posizione in pianta |
| M_T Z P P | Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata) |
| Pilas. o Trave | numero identificativo dell'elemento |
| Note | Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);<br>nella terza riga viene riportato il valore delle snellezze in direzione 2-2 e 3-3 |
| Stato | Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali |
| Quota | Ascissa del punto di verifica |
| %Af | Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo |
| Armat. long. | Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato<br>*(vedi seguente figura)* |
| Af inf. | Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave |
| Af sup | Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave |
| Sc max | Massima tensione di compressione del calcestruzzo |
| Sc med | Massima tensione media di compressione del calcestruzzo |
| Sf max | Tensione massima nell'acciaio |
| staffe | Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica;<br>in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto |
| Tau max | Tensione massima tangenziale nel cls |
| Rif. comb | Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione:<br>Sc max, Sc med, Sf max, Tau max |
| AfV | area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio |
| AfT | area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione |
| Scorr. P | Scorrimento dei piegati |
| Af long. | Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione |

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

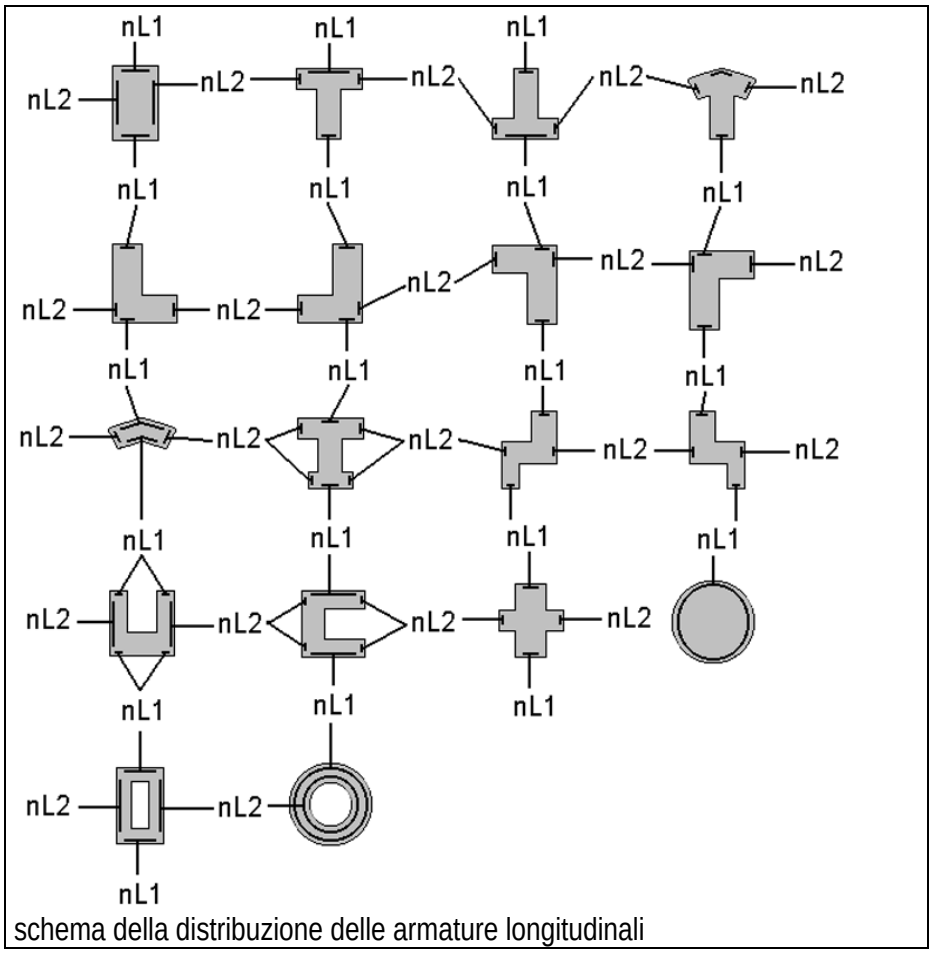
| | |
|---|---|
| r. snell. | Rapporto $\lambda$ su $\lambda$*:<br>valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio |
| Verifica(verif.) | rapporto Sd/Su con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante:<br>valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| ver.sis | rapporto Nd/Nu con Nu calcolato come al punto 7.4.4.2.2.1; valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| ver.V/T | rapporto Sd/Su con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali<br>valore minore o uguale a 1 per verifica positiva |
| x/d | 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:

| | |
|---|---|
| M negativo i | Valore del momento resistente negativo (positivo) all' estremità iniziale i (finale f) della trave |
| V M-i M+f | Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f) |
| V totale | Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.) |
| Verif. V | Rapporto tra il taglio massimo e Vr1 (p.to 7.4.4.1.2.2); |
| Sovr. 2-2 i | Sovraresistenza 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 gammaRd adottato |
| M 2-2 i | 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) |
| Luce per V | Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti) |
| V M2-2 | 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.

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



schema della distribuzione delle armature longitudinali

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** |
|---|---|
| **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 |
| **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-δ SU PILASTRATA |
| **69** | VALUTAZIONE EFFETTO P-δ SU TELAIO 3D |
| **120** | PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM |

| | | | | | **M_P= 1** | **X=371.0Y=-8.04e-06** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pilas. | Note | Stato | Quota cm | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe L=cm | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 17s=44,m=4 | | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.48 | 4d14 4+2 d14 | 0.13 | 0.02 | 2+2d8/5 L=60 | 0.24 | 0.12 | 13,20,27,27 |
| | | | 170.0 | 1.28 | 0.48 | 4d14 4+2 d14 | 0.05 | 0.02 | 2+2d8/15 L=220 | 0.24 | 0.35 | 11,20,27,27 |
| [b=1.0;1.0] | | | 340.0 | 1.28 | 0.48 | 4d14 4+2 d14 | 0.17 | 0.02 | 2+2d8/5 L=60 | 0.24 | 0.12 | 12,20,27,27 |
| | | | | | **M_P= 2** | **X=739.0Y=-2.13e-04** | | | | | |
| Pilas. | Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 18s=44,m=4 | | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.34 | 4d14 4+2 d14 | 0.14 | 0.02 | 2+2d8/5 L=60 | 0.24 | 0.12 | 13,18,27,27 |
| | | | 170.0 | 1.28 | 0.34 | 4d14 4+2 d14 | 0.05 | 0.02 | 2+2d8/15 L=220 | 0.24 | 0.35 | 11,18,27,27 |
| [b=1.0;1.0] | | | 340.0 | 1.28 | 0.34 | 4d14 4+2 d14 | 0.18 | 0.02 | 2+2d8/5 L=60 | 0.24 | 0.12 | 12,18,27,27 |
| | | | | | **M_P= 3** | **X=371.0 Y=350.0** | | | | | |
| Pilas. | Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 19s=44,m=4 | | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.50 | 4d14 4+2 d14 | 0.12 | 0.05 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 12,19,26,27 |
| | | | 170.0 | 1.28 | 0.50 | 4d14 4+2 d14 | 0.03 | 0.05 | 2+2d8/15 L=220 | 0.25 | 0.37 | 11,19,26,27 |
| [b=1.0;1.0] | | | 340.0 | 1.28 | 0.50 | 4d14 4+2 d14 | 0.13 | 0.04 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 12,19,26,27 |
| | | | | | **M_P= 4** | **X=739.0 Y=350.0** | | | | | |
| Pilas. | Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 20s=44,m=4 | | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.52 | 4d14 4+2 d14 | 0.13 | 0.05 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 12,17,27,27 |
| | | | 170.0 | 1.28 | 0.52 | 4d14 4+2 d14 | 0.03 | 0.05 | 2+2d8/15 L=220 | 0.25 | 0.37 | 11,17,27,27 |
| [b=1.0;1.0] | | | 340.0 | 1.28 | 0.52 | 4d14 4+2 d14 | 0.14 | 0.04 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 12,17,27,27 |
| | | | | | **M_P= 5** | **X=371.0 Y=825.0** | | | | | |
| Pilas. | Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 21s=44,m=4 | | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.76 | 4d14 4+2 d14 | 0.08 | 0.05 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 18,19,26,19 |
| | | | 170.0 | 1.28 | 0.76 | 4d14 4+2 d14 | 0.03 | 0.05 | 2+2d8/15 L=220 | 0.25 | 0.37 | 3,19,26,19 |
| [b=1.0;1.0] | | | 340.0 | 1.28 | 0.76 | 4d14 4+2 d14 | 0.06 | 0.05 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 26,19,26,19 |
| | | | | | **M_P= 6** | **X=739.0 Y=825.0** | | | | | |
| Pilas. | Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 22s=44,m=4 | | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.41 | 4d14 4+2 d14 | 0.08 | 0.06 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 20,17,27,19 |
| | | | 170.0 | 1.28 | 0.41 | 4d14 4+2 d14 | 0.03 | 0.05 | 2+2d8/15 L=220 | 0.25 | 0.37 | 3,17,27,19 |
| [b=1.0;1.0] | | | 340.0 | 1.28 | 0.41 | 4d14 4+2 d14 | 0.07 | 0.05 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 30,17,27,19 |
| | | | | | **M_P= 7** | **X=-280.0 Y=1359.0** | | | | | |
| Pilas. | Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 48 | s=1,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.09 | 0.03 | 2+2d8/10 L=60 | 0.20 | 0.19 | 11,32,18,19 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 170.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.06 | 0.03 | 2+2d8/15 L=220 | 0.20 | 0.28 | 11,32,18,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.12 | 0.02 | 2+2d8/10 L=60 | 0.20 | 0.19 | 26,32,18,19 |
| | | | | **M_P= 8** | **X=60.0 Y=1359.0** | | | | | | |
| Pilas. Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 23 s=1,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.10 | 0.04 | 2+2d8/10 L=60 | 0.21 | 0.19 | 11,26,18,19 |
| | | 170.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.06 | 0.04 | 2+2d8/15 L=220 | 0.21 | 0.29 | 4,26,18,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.21 | 0.04 | 2+2d8/10 L=60 | 0.21 | 0.19 | 11,26,18,19 |
| | | | | **M_P= 9** | **X=371.0 Y=1359.0** | | | | | | |
| Pilas. Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 24 s=44,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.84 | 4d14 4+2 d14 | 0.12 | 0.06 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.13 | 12,24,32,19 |
| | | 170.0 | 1.28 | 0.84 | 4d14 4+2 d14 | 0.04 | 0.06 | 2+2d8/15 L=220 | 0.25 | 0.38 | 3,24,32,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.28 | 0.84 | 4d14 4+2 d14 | 0.12 | 0.06 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.13 | 12,24,32,19 |
| | | | | **M_P= 10** | **X=739.0 Y=1359.0** | | | | | | |
| Pilas. Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 25 s=44,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.56 | 4d14 4+2 d14 | 0.11 | 0.05 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 16,22,29,19 |
| | | 170.0 | 1.28 | 0.56 | 4d14 4+2 d14 | 0.04 | 0.05 | 2+2d8/15 L=220 | 0.25 | 0.37 | 11,22,29,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.28 | 0.56 | 4d14 4+2 d14 | 0.16 | 0.04 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 12,22,29,19 |
| | | | | **M_P= 11** | **X=-280.0 Y=1694.0** | | | | | | |
| Pilas. Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 49 s=1,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.13 | 0.03 | 2+2d8/10 L=60 | 0.20 | 0.19 | 9,19,19,19 |
| | | 170.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.06 | 0.03 | 2+2d8/15 L=220 | 0.20 | 0.28 | 11,19,19,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.37 | 0.50 | 4d14 2+2 d14 | 0.19 | 0.02 | 2+2d8/10 L=60 | 0.20 | 0.19 | 12,19,19,19 |
| | | | | **M_P= 12** | **X=60.0 Y=1694.0** | | | | | | |
| Pilas. Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 26 s=1,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.37 | 0.54 | 4d14 2+2 d14 | 0.16 | 0.04 | 2+2d8/10 L=60 | 0.21 | 0.19 | 12,27,19,19 |
| | | 170.0 | 1.37 | 0.54 | 4d14 2+2 d14 | 0.07 | 0.04 | 2+2d8/15 L=220 | 0.21 | 0.29 | 3,27,19,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.37 | 0.54 | 4d14 2+2 d14 | 0.25 | 0.04 | 2+2d8/10 L=60 | 0.21 | 0.19 | 12,27,19,19 |
| | | | | **M_P= 13** | **X=376.0 Y=1694.0** | | | | | | |
| Pilas. Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 27 s=14,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.48 | 4d14 2+4 d14 | 0.16 | 0.03 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 12,31,19,19 |
| | | 170.0 | 1.28 | 0.48 | 4d14 2+4 d14 | 0.05 | 0.03 | 2+2d8/15 L=220 | 0.25 | 0.36 | 11,31,19,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.28 | 0.48 | 4d14 2+4 d14 | 0.23 | 0.03 | 2+2d8/5 L=60 | 0.25 | 0.12 | 12,31,19,19 |
| | | | | **M_P= 14** | **X=739.0 Y=1694.0** | | | | | | |
| Pilas. Note | Stato | Quota | %Af | r. snell. | Armat. long. | verif. | ver.sis | Staffe | v V/T cls | v V/T acc | Rif. cmb |
| 28 s=14,m=4 | ok,ok | 0.0 | 1.28 | 0.37 | 4d14 2+4 d14 | 0.14 | 0.02 | 2+2d8/5 L=60 | 0.24 | 0.12 | 12,21,19,19 |
| | | 170.0 | 1.28 | 0.37 | 4d14 2+4 d14 | 0.04 | 0.02 | 2+2d8/15 L=220 | 0.24 | 0.35 | 11,21,19,19 |
| [b=1.0;1.0] | | 340.0 | 1.28 | 0.37 | 4d14 2+4 d14 | 0.18 | 0.02 | 2+2d8/5 L=60 | 0.24 | 0.12 | 12,21,19,19 |

| **Pilas.** | **%Af** | **r. snell.** | **verif.** | **ver.sis** | **v V/T cls** | **v V/T acc** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.37 | 0.84 | 0.25 | 0.06 | 0.25 | 0.38 |

| **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 |
| 17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.076e+06 | 1.060e+06 | 7.786e+05 | 7.671e+05 | 320.00 | 7396.99 | 5353.19 |
| 18 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.076e+06 | 1.060e+06 | 7.784e+05 | 7.668e+05 | 320.00 | 7394.59 | 5351.40 |
| 19 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.130e+06 | 1.114e+06 | 8.188e+05 | 8.073e+05 | 320.00 | 7765.43 | 5628.99 |
| 20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.130e+06 | 1.115e+06 | 8.189e+05 | 8.075e+05 | 320.00 | 7766.70 | 5629.95 |
| 21 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.142e+06 | 1.127e+06 | 8.281e+05 | 8.168e+05 | 320.00 | 7850.95 | 5693.52 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.144e+06 | 1.129e+06 | 8.294e+05 | 8.180e+05 | 320.00 | 7862.49 | 5702.24 |
| 23 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.877e+05 | 5.804e+05 | 5.877e+05 | 5.804e+05 | 320.00 | 4040.74 | 4040.74 |
| 24 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.161e+06 | 1.146e+06 | 8.423e+05 | 8.310e+05 | 320.00 | 7979.46 | 5790.83 |
| 25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.135e+06 | 1.120e+06 | 8.232e+05 | 8.118e+05 | 320.00 | 7805.89 | 5659.50 |
| 26 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.876e+05 | 5.803e+05 | 5.876e+05 | 5.803e+05 | 320.00 | 4039.52 | 4039.52 |
| 27 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.295e+05 | 7.196e+05 | 1.058e+06 | 1.043e+06 | 320.00 | 5015.55 | 7274.64 |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.132e+05 | 7.032e+05 | 1.034e+06 | 1.019e+06 | 320.00 | 4903.37 | 7108.00 |
| 48 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.713e+05 | 5.640e+05 | 5.713e+05 | 5.640e+05 | 320.00 | 3927.89 | 3927.89 |
| 49 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.709e+05 | 5.635e+05 | 5.709e+05 | 5.635e+05 | 320.00 | 3924.98 | 3924.98 |

| **Pilas.** | **M 2-2 i** | **M 2-2 f** | **M 3-3 i** | **M 3-3 f** | **V M2-2** | **V M3-3** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.161e+06 | 1.146e+06 | 1.058e+06 | 1.043e+06 | 7979.46 | 7274.64 |

| **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 | | | |
| 13 | | 17 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | | 2 | 30.0 | | | | |
| 14 | | 18 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | | 2 | 30.0 | | | | |
| 15 | | 19 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | | 2 | 30.0 | | | | |
| 16 | | 20 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | | 2 | 30.0 | | | | |
| 17 | | 21 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | | 2 | 30.0 | | | | |
| 18 | | 22 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | | 2 | 30.0 | | | | |
| 19 | | 23 | 8 | 8.0 | 2 | 30.0 | | 2 | 30.0 | | | | |
| 20 | | 24 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | | 2 | 30.0 | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 25 | 8 | 5.0 | 2 | 40.0 | 2 | 30.0 | |
| 22 | 26 | 8 | 8.0 | 2 | 30.0 | 2 | 30.0 | |
| 23 | 27 | 8 | 5.0 | 2 | 30.0 | 2 | 40.0 | |
| 24 | 28 | 8 | 5.0 | 2 | 30.0 | 2 | 40.0 | |
| 27 | 48 | 8 | 8.0 | 2 | 30.0 | 2 | 30.0 | |
| 28 | 49 | 8 | 8.0 | 2 | 30.0 | 2 | 30.0 | |

| **Nodo** | **I 7.4.29** | **V. 7.4.8** | **I 7.4.10** |
|---|---|---|---|
| | 5.00 | | |

| | | | | | | | **M_T= 1** | **Z=0.0** | **P=1** | **P=2** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Trave | Note | Pos. cm | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe L=cm | Rif. cmb |
| 1 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 2d8/15 L=58 | 17,12,12 |
| | s=21,m=4 | 184.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.17 | 0.01 | 0.01 | 2d8/15 L=221 | 12,20,20 |
| | | 368.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.05 | 0.06 | 0.10 | 2d8/15 L=58 | 17,12,12 |
| | | | | | | | **M_T= 2** | **Z=0.0** | **P=1** | **P=13** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 2 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.10 | 0.04 | 0.07 | 2d8/15 L=53 | 12,11,11 |
| | s=21,m=4 | 175.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 2d8/15 L=203 | 12,12,12 |
| | | 350.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.16 | 0.07 | 0.12 | 2d8/15 L=53 | 4,12,12 |
| 5 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.21 | 0.06 | 0.13 | 2d8/15 L=53 | 11,11,11 |
| | s=21,m=4 | 237.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.09 | 0.01 | 0.02 | 2d8/15 L=328 | 4,12,12 |
| | | 475.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.23 | 0.06 | 0.13 | 2d8/15 L=53 | 4,4,3 |
| 8 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.22 | 0.08 | 0.13 | 2d8/15 L=58 | 4,3,3 |
| | s=21,m=4 | 267.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.11 | 0.02 | 7.94e-03 | 2d8/15 L=377 | 4,20,12 |
| | | 534.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.23 | 0.08 | 0.13 | 2d8/15 L=58 | 11,11,11 |
| 13 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.19 | 0.06 | 0.11 | 2d8/15 L=53 | 12,12,12 |
| | s=21,m=4 | 167.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.07 | 0.02 | 0.04 | 2d8/15 L=193 | 12,12,12 |
| | | 335.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.10 | 0.03 | 0.06 | 2d8/15 L=53 | 12,11,11 |
| | | | | | | | **M_T= 3** | **Z=0.0** | **P=2** | **P=14** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 3 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.10 | 0.04 | 0.06 | 2d8/15 L=53 | 12,11,11 |
| | s=21,m=4 | 175.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.12 | 0.03 | 0.04 | 2d8/15 L=203 | 12,12,12 |
| | | 350.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.17 | 0.07 | 0.12 | 2d8/15 L=53 | 12,12,12 |
| 6 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.21 | 0.06 | 0.12 | 2d8/15 L=53 | 11,11,11 |
| | s=21,m=4 | 237.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.09 | 9.24e-03 | 0.02 | 2d8/15 L=328 | 12,17,12 |
| | | 475.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.24 | 0.07 | 0.13 | 2d8/15 L=53 | 12,4,4 |
| 9 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.22 | 0.07 | 0.13 | 2d8/15 L=58 | 4,3,3 |
| | s=21,m=4 | 267.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.12 | 6.45e-03 | 8.57e-03 | 2d8/15 L=377 | 4,11,12 |
| | | 534.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.24 | 0.07 | 0.13 | 2d8/15 L=58 | 11,11,11 |
| 14 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.21 | 0.08 | 0.13 | 2d8/15 L=108 | 4,12,12 |
| | s=21,m=4 | 167.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.08 | 0.03 | 0.04 | 2d8/15 L=83 | 12,12,12 |
| | | 335.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.06 | 2d8/15 L=108 | 12,12,21 |
| | | | | | | | **M_T= 4** | **Z=0.0** | **P=3** | **P=4** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 4 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 2d8/15 L=53 | 17,3,3 |
| | s=21,m=4 | 184.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.13 | 9.58e-03 | 0.01 | 2d8/15 L=231 | 4,20,20 |
| | | 368.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 2d8/15 L=53 | 17,11,11 |
| | | | | | | | **M_T= 5** | **Z=0.0** | **P=5** | **P=6** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 7 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 2d8/15 L=53 | 17,3,3 |
| | s=21,m=4 | 184.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.13 | 7.09e-03 | 0.01 | 2d8/15 L=231 | 4,20,20 |
| | | 368.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.05 | 0.05 | 0.10 | 2d8/15 L=53 | 17,11,11 |
| | | | | | | | **M_T= 6** | **Z=0.0** | **P=7** | **P=10** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 45 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.04 | 0.04 | 0.07 | 2d8/15 L=53 | 11,11,11 |
| | s=21,m=4 | 170.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.09 | 0.01 | 0.01 | 2d8/15 L=203 | 12,25,12 |
| | | 340.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.08 | 2d8/15 L=53 | 11,11,3 |
| 10 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.09 | 0.07 | 0.07 | 2d8/15 L=58 | 11,11,11 |
| | s=21,m=4 | 155.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.02 | 0.04 | 0.02 | 2d8/15 L=164 | 12,17,21 |
| | | 311.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.13 | 0.08 | 0.08 | 2d8/15 L=58 | 21,3,3 |
| 11 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.11 | 0.06 | 0.10 | 2d8/15 L=53 | 4,4,3 |
| | s=21,m=4 | 184.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.10 | 0.02 | 0.02 | 2d8/15 L=231 | 4,12,24 |
| | | 368.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.04 | 0.05 | 0.08 | 2d8/15 L=53 | 21,3,11 |
| | | | | | | | **M_T= 7** | **Z=0.0** | **P=8** | **P=12** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 12 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.02 | 0.04 | 0.07 | 2d8/15 L=98 | 10,12,4 |
| | s=21,m=4 | 167.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.12 | 0.01 | 0.01 | 2d8/15 L=108 | 4,12,12 |
| | | 335.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.06 | 0.04 | 0.07 | 2d8/15 L=98 | 12,11,11 |
| | | | | | | | **M_T= 8** | **Z=0.0** | **P=11** | **P=14** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.04 | 0.04 | 0.06 | 2d8/15 L=58 | 11,12,12 |
| | s=21,m=4 | 170.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.10 | 0.01 | 0.02 | 2d8/15 L=193 | 12,12,12 |
| | | 340.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.07 | 0.05 | 0.09 | 2d8/15 L=58 | 12,12,12 |
| 15 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.09 | 0.05 | 0.07 | 2d8/15 L=53 | 11,11,4 |
| | s=21,m=4 | 158.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.03 | 0.02 | 0.01 | 2d8/15 L=174 | 12,11,21 |
| | | 316.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.12 | 0.05 | 0.08 | 2d8/15 L=53 | 21,3,12 |
| 16 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.10 | 0.06 | 0.10 | 2d8/15 L=53 | 3,12,12 |
| | s=21,m=4 | 181.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.12 | 0.02 | 0.02 | 2d8/15 L=216 | 12,24,24 |
| | | 363.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.06 | 0.05 | 0.09 | 2d8/15 L=53 | 21,12,12 |
| | | | | | | | **M_T= 17** | **Z=0.0** | **P=7** | **P=11** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 46 | ok,ok | 0.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.02 | 0.04 | 0.08 | 2d8/15 L=98 | 28,12,12 |
| | s=21,m=4 | 167.5 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.13 | 9.35e-03 | 5.87e-03 | 2d8/15 L=108 | 12,12,10 |
| | | 335.0 | 0.34 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 2d8/15 L=98 | 12,12,4 |
| | | | | | | | **M_T= 9** | **Z=340.0** | **P=1** | **P=2** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 29 | ok,ok | 0.0 | 0.46 | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.08 | 0.15 | 0.12 | 2d8/8 L=50 | 19,19,17 |
| | s=14,m=4 | 184.0 | 0.46 | 5.6 | 4.0 | 0.0 | 0.12 | 0.53 | 0.13 | 0.25 | 2d8/20 L=238 | 11,19,17 |
| | | 368.0 | 0.46 | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.08 | 0.15 | 0.12 | 2d8/8 L=50 | 18,19,17 |
| | | | | | | | **M_T= 10** | **Z=340.0** | **P=1** | **P=13** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 30 | ok,ok | 0.0 | 0.50 | 6.0 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.39 | 0.19 | 0.15 | 2d8/8 L=50 | 13,19,17 |
| | s=14,m=4 | 175.0 | 0.55 | 6.6 | 5.6 | 0.0 | 0.13 | 0.58 | 0.17 | 0.33 | 2d8/20 L=210 | 11,19,17 |
| | | 350.0 | 0.67 | 4.0 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.63 | 0.24 | 0.19 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| 33 | ok,ok | 0.0 | 0.59 | 5.6 | 7.1 | 0.0 | 0.16 | 0.61 | 0.20 | 0.15 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| | s=14,m=4 | 237.5 | 0.55 | 6.6 | 4.0 | 0.0 | 0.13 | 0.84 | 0.13 | 0.24 | 2d8/20 L=335 | 11,19,17 |
| | | 475.0 | 0.67 | 4.0 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.77 | 0.22 | 0.17 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| 36 | ok,ok | 0.0 | 0.67 | 5.6 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.78 | 0.22 | 0.17 | 2d8/8 L=50 | 11,18,17 |
| | s=14,m=4 | 267.0 | 0.59 | 7.1 | 4.0 | 0.0 | 0.14 | 0.83 | 0.12 | 0.21 | 2d8/20 L=394 | 11,18,17 |
| | | 534.0 | 0.67 | 5.6 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.71 | 0.22 | 0.17 | 2d8/8 L=50 | 11,18,17 |
| 41 | ok,ok | 0.0 | 0.86 | 6.0 | 10.3 | 0.0 | 0.19 | 0.79 | 0.34 | 0.26 | 2d8/8 L=50 | 11,24,17 |
| | s=14,m=4 | 167.5 | 0.76 | 9.1 | 6.6 | 0.0 | 0.15 | 0.70 | 0.23 | 0.44 | 2d8/20 L=200 | 11,24,17 |
| | | 335.0 | 0.67 | 8.0 | 7.1 | 0.0 | 0.16 | 0.12 | 0.28 | 0.22 | 2d8/8 L=50 | 13,24,17 |
| | | | | | | | **M_T= 11** | **Z=340.0** | **P=2** | **P=14** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 31 | ok,ok | 0.0 | 0.50 | 6.0 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.40 | 0.19 | 0.15 | 2d8/8 L=50 | 13,19,17 |
| | s=14,m=4 | 175.0 | 0.55 | 6.6 | 5.6 | 0.0 | 0.13 | 0.58 | 0.17 | 0.33 | 2d8/20 L=210 | 11,19,17 |
| | | 350.0 | 0.67 | 4.0 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.63 | 0.24 | 0.19 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| 34 | ok,ok | 0.0 | 0.55 | 5.6 | 6.6 | 0.0 | 0.16 | 0.73 | 0.19 | 0.15 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| | s=14,m=4 | 237.5 | 0.55 | 6.6 | 4.0 | 0.0 | 0.13 | 0.81 | 0.13 | 0.24 | 2d8/20 L=335 | 11,19,17 |
| | | 475.0 | 0.67 | 4.0 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.78 | 0.22 | 0.17 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| 37 | ok,ok | 0.0 | 0.67 | 4.0 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.82 | 0.22 | 0.17 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| | s=14,m=4 | 267.0 | 0.59 | 7.1 | 4.0 | 0.0 | 0.14 | 0.83 | 0.11 | 0.21 | 2d8/20 L=394 | 11,19,17 |
| | | 534.0 | 0.67 | 5.6 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.62 | 0.21 | 0.16 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| 42 | ok,ok | 0.0 | 0.60 | 4.0 | 7.2 | 0.0 | 0.16 | 0.81 | 0.23 | 0.18 | 2d8/8 L=50 | 11,29,17 |
| | s=14,m=4 | 167.5 | 0.50 | 6.0 | 5.6 | 0.0 | 0.12 | 0.50 | 0.17 | 0.31 | 2d8/20 L=200 | 11,29,17 |
| | | 335.0 | 0.46 | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.45 | 0.20 | 0.15 | 2d8/8 L=50 | 13,29,17 |
| | | | | | | | **M_T= 12** | **Z=340.0** | **P=3** | **P=4** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 32 | ok,ok | 0.0 | 1.05 | 12.6 | 12.6 | 0.0 | 0.19 | 0.04 | 0.30 | 0.23 | 2d8/8 L=50 | 19,21,17 |
| | s=14,m=4 | 184.0 | 1.05 | 12.6 | 12.6 | 0.0 | 0.15 | 0.10 | 0.28 | 0.55 | 2d8/20 L=238 | 11,21,17 |
| | | 368.0 | 1.05 | 12.6 | 12.6 | 0.0 | 0.19 | 0.04 | 0.30 | 0.23 | 2d8/8 L=50 | 18,21,17 |
| | | | | | | | **M_T= 13** | **Z=340.0** | **P=5** | **P=6** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 35 | ok,ok | 0.0 | 1.05 | 12.6 | 12.6 | 0.0 | 0.19 | 0.03 | 0.30 | 0.23 | 2d8/8 L=50 | 19,18,17 |
| | s=14,m=4 | 184.0 | 1.05 | 12.6 | 12.6 | 0.0 | 0.15 | 0.11 | 0.28 | 0.55 | 2d8/20 L=238 | 11,18,17 |
| | | 368.0 | 1.05 | 12.6 | 12.6 | 0.0 | 0.19 | 0.03 | 0.30 | 0.23 | 2d8/8 L=50 | 18,18,17 |
| | | | | | | | **M_T= 14** | **Z=340.0** | **P=7** | **P=10** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 50 | ok,ok | 0.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.07 | 0.05 | 7.53e-03 | 4d8/4 L=50 | 23,12,12 |
| | s=15,m=4 | 170.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.09 | 0.03 | 7.55e-03 | 4d8/12 L=210 | 11,12,9 |
| | | 340.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.18 | 0.05 | 9.16e-03 | 4d8/4 L=50 | 9,3,9 |
| 38 | ok,ok | 0.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.08 | 0.12 | 6.61e-03 | 4d8/4 L=50 | 23,3,12 |
| | s=15,m=4 | 155.5 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.04 | 0.10 | 4.38e-03 | 4d8/12 L=181 | 9,11,22 |
| | | 311.0 | 1.43 | 8.0 | 12.6 | 0.0 | 0.41 | 0.06 | 0.13 | 6.61e-03 | 4d8/4 L=50 | 9,11,9 |
| 39 | ok,ok | 0.0 | 1.05 | 8.6 | 12.6 | 0.0 | 0.21 | 0.06 | 0.27 | 0.20 | 2d8/8 L=50 | 9,19,17 |
| | s=14,m=4 | 184.0 | 1.05 | 8.6 | 12.6 | 0.0 | 0.13 | 0.49 | 0.25 | 0.46 | 2d8/20 L=238 | 11,19,17 |
| | | 368.0 | 1.05 | 8.6 | 12.6 | 0.0 | 0.21 | 0.19 | 0.27 | 0.20 | 2d8/8 L=50 | 15,19,17 |
| | | | | | | | **M_T= 15** | **Z=340.0** | **P=8** | **P=12** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 40 | ok,ok | 0.0 | 0.67 | 7.1 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.57 | 0.31 | 0.24 | 2d8/8 L=50 | 11,17,17 |
| | s=14,m=4 | 167.5 | 0.84 | 10.1 | 5.6 | 0.0 | 0.17 | 0.69 | 0.20 | 0.39 | 2d8/20 L=205 | 11,17,17 |
| | | 335.0 | 0.67 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.17 | 0.22 | 0.30 | 0.23 | 2d8/8 L=50 | 11,17,17 |
| | | | | | | | **M_T= 16** | **Z=340.0** | **P=11** | **P=14** | | |

| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52 | ok,ok | 0.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.08 | 0.05 | 8.06e-03 | 4d8/4 L=50 | 13,4,12 |
| | s=15,m=4 | 170.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.09 | 0.04 | 8.91e-03 | 4d8/12 L=210 | 11,11,9 |
| | | 340.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.20 | 0.06 | 9.90e-03 | 4d8/4 L=50 | 9,11,9 |
| 43 | ok,ok | 0.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.08 | 0.06 | 7.04e-03 | 4d8/4 L=50 | 24,12,10 |
| | s=15,m=4 | 158.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.04 | 0.04 | 5.75e-03 | 4d8/12 L=181 | 11,12,21 |
| | | 316.0 | 0.91 | 8.0 | 8.0 | 0.0 | 0.34 | 0.13 | 0.05 | 7.58e-03 | 4d8/4 L=50 | 11,4,11 |
| 44 | ok,ok | 0.0 | 0.46 | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.15 | 0.17 | 0.12 | 2d8/8 L=50 | 9,18,17 |
| | s=14,m=4 | 181.5 | 0.46 | 5.6 | 4.0 | 0.0 | 0.12 | 0.36 | 0.15 | 0.26 | 2d8/20 L=223 | 11,18,17 |
| | | 363.0 | 0.46 | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.11 | 0.17 | 0.12 | 2d8/8 L=50 | 13,18,17 |
| | | | | | | | **M_T= 18** | **Z=340.0** | **P=7** | **P=11** | | |
| Trave | Note | Pos. | %Af | Af inf. | Af. sup | Af long. | x/d | V N/M | V V/T cls | V V/T acc | Staffe | Rif. cmb |
| 51 | ok,ok | 0.0 | 0.46 | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.26 | 0.21 | 0.16 | 2d8/8 L=50 | 11,19,17 |
| | s=14,m=4 | 167.5 | 0.50 | 6.0 | 4.0 | 0.0 | 0.13 | 0.90 | 0.15 | 0.28 | 2d8/20 L=205 | 11,19,17 |
| | | 335.0 | 0.46 | 5.6 | 5.6 | 0.0 | 0.15 | 0.09 | 0.21 | 0.16 | 2d8/8 L=50 | 27,19,17 |

| **Trave** | **%Af** | **Af inf.** | **Af. sup** | **Af long.** | **x/d** | **V N/M** | **V V/T cls** | **V V/T acc** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.43 | 12.57 | 12.57 | 0.0 | 0.41 | 0.90 | 0.34 | 0.55 |

| **Trave** | **M negativo i** | **M positivo i** | **M negativo f** | **M positivo f** | **Luce per V** | **V M-i M+f** | **V M+i M-f** | **VEd,min** | **VEd,max** | **Vr1** | **As** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | daN cm | daN cm | daN cm | daN cm | cm | daN | daN | daN | daN | daN | cm2 |
| 29 | 7.503e+05 | 7.027e+05 | 7.503e+05 | 7.027e+05 | 338.00 | 4298.63 | 4298.63 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 30 | 7.503e+05 | 7.591e+05 | 1.051e+06 | 5.174e+05 | 310.00 | 4089.29 | 5839.46 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 31 | 7.503e+05 | 7.591e+05 | 1.051e+06 | 5.174e+05 | 310.00 | 4089.30 | 5839.47 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 32 | 1.593e+06 | 1.541e+06 | 1.593e+06 | 1.541e+06 | 338.00 | 9272.67 | 9272.67 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 33 | 9.371e+05 | 7.023e+05 | 1.051e+06 | 5.174e+05 | 435.00 | 3343.62 | 4030.91 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 34 | 8.720e+05 | 7.026e+05 | 1.051e+06 | 5.174e+05 | 435.00 | 3194.10 | 4031.56 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 35 | 1.593e+06 | 1.541e+06 | 1.593e+06 | 1.541e+06 | 338.00 | 9272.67 | 9272.67 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 36 | 1.051e+06 | 7.024e+05 | 1.051e+06 | 7.024e+05 | 494.00 | 3548.95 | 3548.95 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 37 | 1.051e+06 | 5.174e+05 | 1.051e+06 | 7.024e+05 | 494.00 | 3549.69 | 3174.37 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 39 | 1.593e+06 | 1.071e+06 | 1.593e+06 | 1.071e+06 | 338.00 | 7881.77 | 7881.77 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 40 | 1.051e+06 | 8.871e+05 | 1.051e+06 | 9.997e+05 | 305.00 | 6722.41 | 6353.29 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 41 | 1.322e+06 | 7.591e+05 | 9.370e+05 | 9.997e+05 | 299.52 | 7751.41 | 5662.64 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 42 | 9.447e+05 | 5.176e+05 | 7.503e+05 | 7.027e+05 | 300.00 | 5491.38 | 4226.20 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 44 | 7.503e+05 | 7.027e+05 | 7.503e+05 | 7.027e+05 | 323.00 | 4498.26 | 4498.26 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 51 | 7.503e+05 | 7.027e+05 | 7.503e+05 | 7.027e+05 | 305.00 | 4763.76 | 4763.76 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

| **Trave** | **M negativo i** | **M positivo i** | **M negativo f** | **M positivo f** | **V M-i M+f** | **V M+i M-f** | **VEd,min** | **VEd,max** | **Vr1** | **As** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 0.0 | | | |
| | 1.593e+06 | 1.541e+06 | 1.593e+06 | 1.541e+06 | 9272.67 | 9272.67 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

## 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:

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

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| pilastri | rRfck | rRfyk | rPfck | per sezioni significative |
| travi | rRfck | rRfyk | rPfck | per sezioni significative |
| | wR | wF | wP | per sezioni significative |
| | dR | dF | dP | massimi in campata |
| setti e gusci | rRfck | rRfyk | rPfck | massimi nei nodi dell'elemento |
| | wR | wF | wP | 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. | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb | Pos. | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm | | | | | cm | | | | |
| 17 | 0.0 | 0.10 | 0.09 | 0.03 | 70,70,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.12 | 0.14 | 0.07 | 73,73,78 | | | | | |
| 18 | 0.0 | 0.11 | 0.10 | 0.03 | 70,70,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.14 | 0.15 | 0.07 | 73,73,78 | | | | | |
| 19 | 0.0 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 73,73,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.09 | 0.06 | 0.05 | 73,73,78 | | | | | |
| 20 | 0.0 | 0.09 | 0.07 | 0.05 | 70,72,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.11 | 0.08 | 0.06 | 73,73,78 | | | | | |
| 21 | 0.0 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 73,73,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 68,68,78 |
| | 340.0 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 68,68,78 | | | | | |
| 22 | 0.0 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 72,72,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 68,68,78 |
| | 340.0 | 0.06 | 0.05 | 0.06 | 73,73,78 | | | | | |
| 23 | 0.0 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 72,72,78 | 170.0 | 0.05 | 0.03 | 0.06 | 69,69,78 |
| | 340.0 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 72,72,78 | | | | | |
| 24 | 0.0 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 73,73,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.05 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 73,73,78 | | | | | |
| 25 | 0.0 | 0.08 | 0.06 | 0.05 | 70,73,78 | 170.0 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.13 | 0.09 | 0.08 | 73,73,78 | | | | | |
| 26 | 0.0 | 0.13 | 0.07 | 0.06 | 73,73,78 | 170.0 | 0.05 | 0.03 | 0.06 | 69,69,78 |
| | 340.0 | 0.21 | 0.18 | 0.18 | 73,73,78 | | | | | |
| 27 | 0.0 | 0.11 | 0.08 | 0.05 | 73,73,78 | 170.0 | 0.04 | 0.03 | 0.04 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.17 | 0.17 | 0.12 | 73,73,78 | | | | | |
| 28 | 0.0 | 0.12 | 0.09 | 0.04 | 70,70,78 | 170.0 | 0.04 | 0.02 | 0.04 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.14 | 0.15 | 0.07 | 73,73,78 | | | | | |
| 48 | 0.0 | 0.08 | 0.04 | 0.04 | 72,72,78 | 170.0 | 0.05 | 0.03 | 0.06 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.11 | 0.08 | 0.12 | 73,73,78 | | | | | |
| 49 | 0.0 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 70,70,78 | 170.0 | 0.06 | 0.03 | 0.06 | 72,72,78 |
| | 340.0 | 0.18 | 0.15 | 0.12 | 73,73,78 | | | | | |

| Pilas. | | rRfck | rRfyk | rPfck | | | rRfck | rRfyk | rPfck | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0.21 | 0.18 | 0.18 | | | | | | |

| Trave | Pos. | rRfck | rRfyk | rPfck | Rif. cmb | wR | wF | wP | Rif. cmb | dR | dF | dP | Rif. cmb |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm | | | | | mm | mm | mm | | cm | cm | cm | |
| 1 | 0.0 | 6.68e-03 | 0.01 | 8.03e-03 | 72,68,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 73,77,78 |
| | 184.0 | 0.06 | 0.15 | 0.06 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 368.0 | 9.18e-03 | 0.02 | 7.61e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 2 | 0.0 | 0.03 | 0.08 | 1.92e-03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.07 | 0.04 | 7.49e-03 | 72,77,78 |
| | 175.0 | 0.04 | 0.10 | 0.03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 350.0 | 0.06 | 0.15 | 0.07 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 3 | 0.0 | 0.03 | 0.08 | 2.21e-03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | -0.08 | -0.04 | 7.77e-03 | 72,77,78 |
| | 175.0 | 0.04 | 0.10 | 0.03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 350.0 | 0.06 | 0.15 | 0.07 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 4 | 0.0 | 9.53e-03 | 0.02 | 9.42e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 73,77,78 |
| | 184.0 | 0.05 | 0.11 | 0.06 | 69,69,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 368.0 | 0.01 | 0.03 | 7.52e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 5 | 0.0 | 0.08 | 0.17 | 0.07 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 73,77,78 |
| | 237.5 | 0.03 | 0.09 | 0.04 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 475.0 | 0.08 | 0.21 | 0.10 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 6 | 0.0 | 0.08 | 0.17 | 0.07 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 73,77,78 |
| | 237.5 | 0.03 | 0.09 | 0.04 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 475.0 | 0.09 | 0.22 | 0.11 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 7 | 0.0 | 0.01 | 0.02 | 0.01 | 69,69,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.03 | 0.02 | 0.02 | 69,77,78 |
| | 184.0 | 0.05 | 0.11 | 0.06 | 68,69,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 368.0 | 0.01 | 0.03 | 8.91e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 8 | 0.0 | 0.08 | 0.20 | 0.10 | 68,69,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.04 | 0.03 | 0.03 | 73,77,78 |
| | 267.0 | 0.04 | 0.11 | 0.05 | 68,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 534.0 | 0.09 | 0.19 | 0.08 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 9 | 0.0 | 0.08 | 0.21 | 0.10 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.03 | 0.03 | 0.02 | 73,77,78 |
| | 267.0 | 0.04 | 0.12 | 0.06 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 534.0 | 0.09 | 0.20 | 0.09 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 10 | 0.0 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 73,77,78 |
| | 155.5 | 7.59e-03 | 0.02 | 8.15e-03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 311.0 | 0.05 | 0.11 | 0.06 | 68,68,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 11 | 0.0 | 0.04 | 0.10 | 0.05 | 68,69,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.04 | 0.04 | 0.03 | 73,77,78 |
| | 184.0 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 368.0 | 0.02 | 0.03 | 6.01e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 12 | 0.0 | 5.89e-03 | 0.02 | 0.0 | 71,71,0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | -0.04 | 0.03 | 0.02 | 72,76,78 |
| | 167.5 | 0.04 | 0.11 | 0.05 | 69,69,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.02 | 0.05 | 6.66e-03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 13 | 0.0 | 0.07 | 0.17 | 0.08 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | -0.05 | -0.03 | 0.01 | 72,76,78 |
| | 167.5 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.03 | 0.09 | 0.02 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 14 | 0.0 | 0.08 | 0.19 | 0.09 | 69,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.07 | 0.03 | 6.81e-03 | 72,76,78 |
| | 167.5 | 0.03 | 0.07 | 0.02 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.02 | 0.06 | 4.32e-03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 15 | 0.0 | 0.03 | 0.07 | 0.03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | -0.02 | -0.02 | -0.01 | 73,77,78 |
| | 158.0 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 316.0 | 0.04 | 0.09 | 0.04 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 16 | 0.0 | 0.04 | 0.08 | 0.04 | 68,68,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.08 | 0.06 | 0.04 | 71,77,78 |
| | 181.5 | 0.04 | 0.10 | 0.04 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 363.0 | 0.01 | 0.03 | 0.01 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 29 | 0.0 | 0.09 | 0.59 | 0.01 | 71,72,78 | 0.35 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.31 | -0.02 | -0.02 | 72,76,78 |
| | 184.0 | 0.10 | 0.68 | 0.04 | 73,72,78 | 0.40 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| | 368.0 | 0.10 | 0.61 | 0.01 | 71,72,78 | 0.35 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| 30 | 0.0 | 0.15 | 0.64 | 0.05 | 73,70,78 | 0.36 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | -0.35 | -0.11 | -0.03 | 72,76,78 |
| | 175.0 | 0.12 | 0.68 | 0.07 | 73,72,78 | 0.33 | 0.17 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 350.0 | 0.17 | 0.65 | 0.17 | 73,72,78 | 0.21 | 0.11 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| 31 | 0.0 | 0.15 | 0.64 | 0.05 | 73,70,78 | 0.36 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | -0.35 | -0.11 | -0.03 | 72,76,78 |
| | 175.0 | 0.12 | 0.68 | 0.07 | 73,72,78 | 0.33 | 0.17 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 350.0 | 0.17 | 0.65 | 0.17 | 73,72,78 | 0.21 | 0.11 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| 32 | 0.0 | 0.13 | 0.45 | 6.61e-03 | 71,72,78 | 0.19 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.30 | -0.09 | -0.02 | 72,76,78 |
| | 184.0 | 0.13 | 0.49 | 0.03 | 73,72,78 | 0.20 | 0.10 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 368.0 | 0.14 | 0.45 | 8.59e-03 | 71,72,78 | 0.19 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| 33 | 0.0 | 0.22 | 0.68 | 0.19 | 73,72,78 | 0.21 | 0.12 | 0.0 | 72,76,0 | -0.46 | -0.10 | -0.07 | 72,76,78 |
| | 237.5 | 0.15 | 0.73 | 0.12 | 73,72,78 | 0.37 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | | | | |
| | 475.0 | 0.23 | 0.72 | 0.24 | 73,72,78 | 0.21 | 0.13 | 0.06 | 72,76,78 | | | | |
| 34 | 0.0 | 0.22 | 0.73 | 0.20 | 73,72,78 | 0.25 | 0.15 | 0.0 | 72,76,0 | -0.46 | -0.10 | -0.07 | 72,76,78 |
| | 237.5 | 0.15 | 0.72 | 0.12 | 73,72,78 | 0.37 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | | | | |
| | 475.0 | 0.23 | 0.72 | 0.24 | 73,72,78 | 0.21 | 0.13 | 0.06 | 72,76,78 | | | | |
| 35 | 0.0 | 0.14 | 0.48 | 6.84e-03 | 71,72,78 | 0.21 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.31 | -0.12 | -0.02 | 72,76,78 |
| | 184.0 | 0.14 | 0.52 | 0.03 | 73,72,78 | 0.22 | 0.10 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 368.0 | 0.15 | 0.49 | 9.04e-03 | 71,72,78 | 0.21 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| 36 | 0.0 | 0.24 | 0.73 | 0.25 | 73,72,78 | 0.20 | 0.14 | 0.06 | 72,76,78 | -0.25 | -0.20 | -0.12 | 68,76,78 |
| | 267.0 | 0.18 | 0.73 | 0.16 | 73,72,78 | 0.32 | 0.16 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 534.0 | 0.27 | 0.71 | 0.26 | 73,72,78 | 0.20 | 0.13 | 0.07 | 72,76,78 | | | | |
| 37 | 0.0 | 0.26 | 0.74 | 0.27 | 73,72,78 | 0.21 | 0.14 | 0.07 | 72,76,78 | -0.25 | -0.24 | -0.12 | 68,76,78 |
| | 267.0 | 0.18 | 0.73 | 0.17 | 73,72,78 | 0.31 | 0.16 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 534.0 | 0.25 | 0.67 | 0.24 | 73,72,78 | 0.19 | 0.13 | 0.06 | 72,76,78 | | | | |
| 38 | 0.0 | 0.13 | 0.41 | 0.06 | 73,72,78 | 0.18 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | -0.02 | -0.02 | -0.02 | 73,77,78 |
| | 155.5 | 0.10 | 0.38 | 0.02 | 71,70,78 | 0.18 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | | | | |
| | 311.0 | 0.12 | 0.29 | 0.05 | 71,72,78 | 0.16 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | | | | |
| 39 | 0.0 | 0.15 | 0.64 | 0.02 | 71,72,78 | 0.31 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.19 | -0.17 | -0.02 | 68,76,78 |
| | 184.0 | 0.13 | 0.71 | 0.02 | 71,72,78 | 0.30 | 0.14 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 368.0 | 0.16 | 0.68 | 7.37e-03 | 71,72,78 | 0.28 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| 40 | 0.0 | 0.16 | 0.68 | 0.08 | 73,72,78 | 0.25 | 0.12 | 0.0 | 72,76,0 | -0.09 | -0.08 | -0.07 | 69,77,78 |
| | 167.5 | 0.22 | 0.69 | 0.17 | 73,72,78 | 0.31 | 0.15 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.18 | 0.61 | 0.07 | 73,72,78 | 0.22 | 0.11 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| 41 | 0.0 | 0.25 | 0.72 | 0.21 | 73,72,78 | 0.23 | 0.13 | 0.04 | 72,76,78 | -0.04 | -0.04 | -0.04 | 73,77,78 |
| | 167.5 | 0.19 | 0.71 | 0.11 | 73,72,78 | 0.34 | 0.16 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.18 | 0.67 | 0.06 | 73,72,78 | 0.25 | 0.12 | 0.0 | 72,76,0 | | | | |
| 42 | 0.0 | 0.18 | 0.73 | 0.20 | 73,72,78 | 0.24 | 0.14 | 0.0 | 72,76,0 | 0.28 | 0.04 | -0.02 | 72,76,78 |
| | 167.5 | 0.11 | 0.67 | 0.06 | 73,72,78 | 0.34 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.13 | 0.66 | 0.03 | 73,70,78 | 0.36 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | | | | |
| 43 | 0.0 | 0.12 | 0.38 | 0.06 | 71,70,78 | 0.17 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.10 | -8.63e-03 | -7.53e-03 | 70,76,78 |
| | 158.0 | 0.10 | 0.38 | 0.02 | 71,72,78 | 0.17 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| | 316.0 | 0.11 | 0.44 | 0.07 | 73,72,78 | 0.17 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| 44 | 0.0 | 0.10 | 0.56 | 0.03 | 71,70,78 | 0.21 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.04 | -0.03 | -0.02 | 71,77,78 |
| | 181.5 | 0.09 | 0.64 | 0.03 | 73,72,78 | 0.39 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| | 363.0 | 0.09 | 0.59 | 9.46e-03 | 73,72,78 | 0.34 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| 45 | 0.0 | 0.01 | 0.03 | 3.79e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.02 | 0.02 | 0.01 | 71,77,78 |
| | 170.0 | 0.03 | 0.08 | 0.04 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 340.0 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 46 | 0.0 | 4.07e-03 | 0.01 | 3.19e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 73,77,78 |
| | 167.5 | 0.05 | 0.12 | 0.06 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.01 | 0.03 | 3.54e-03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 47 | 0.0 | 0.01 | 0.03 | 4.92e-03 | 72,72,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | -0.04 | 0.02 | 0.01 | 71,77,78 |
| | 170.0 | 0.04 | 0.09 | 0.04 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| | 340.0 | 0.03 | 0.06 | 0.03 | 73,73,78 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0,0 | | | | |
| 50 | 0.0 | 0.13 | 0.38 | 0.03 | 73,70,78 | 0.18 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.21 | -0.03 | -0.02 | 72,76,78 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 170.0 | 0.11 | 0.41 | 0.04 | 73,72,78 | 0.17 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| | 340.0 | 0.11 | 0.47 | 0.08 | 71,70,78 | 0.18 | 0.08 | 0.0 | 70,76,0 | | | | |
| 51 | 0.0 | 0.10 | 0.60 | 0.04 | 73,72,78 | 0.22 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.06 | -0.06 | -0.05 | 73,77,78 |
| | 167.5 | 0.15 | 0.75 | 0.13 | 73,72,78 | 0.36 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | | | | |
| | 335.0 | 0.12 | 0.56 | 0.04 | 73,70,78 | 0.34 | 0.0 | 0.0 | 70,0,0 | | | | |
| 52 | 0.0 | 0.13 | 0.39 | 0.03 | 73,70,78 | 0.18 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | -0.20 | -0.03 | -0.02 | 72,76,78 |
| | 170.0 | 0.11 | 0.41 | 0.04 | 73,72,78 | 0.17 | 0.0 | 0.0 | 72,0,0 | | | | |
| | 340.0 | 0.11 | 0.48 | 0.08 | 71,70,78 | 0.18 | 0.08 | 0.0 | 70,76,0 | | | | |

| **Trave** | **rRfck** | **rRfyk** | **rPfck** | **wR** | **wF** | **wP** | **dR** | **dF** | **dP** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.27 | 0.75 | 0.27 | 0.40 | 0.17 | 0.07 | 0.28 | 0.06 | 0.04 |

## 3.2. TABULATO GEOTECNICO

**CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI :**

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione, inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento, si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il "meccanismo generale" e quello di "punzonamento". Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento, il terreno sottostante la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, in modo che la superficie del terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo, è caratterizzato dalla assenza di una superficie di scorrimento ben definita; il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si osserva un abbassamento generalizzato. Questo ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite, in quanto la curva dei cedimenti in funzione del carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Il VESIC ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidezza "$I_r$" così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot tg(\varphi)}.$$

Per la determinazione del modulo di rigidezza a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1+\nu)}; \qquad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \qquad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \qquad k_0 = 1 - sen(\varphi).$$

Indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico "$I_{r,crit}$", avente la seguente espressione:

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[\left(3.3 - 0.45 \cdot \frac{B}{L}\right) \cdot ctg\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right)\right]}}{2}.$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza si mantiene minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti "Coefficienti di punzonamento" i quali sono funzione dell'indice di rigidezza, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se $I_r < I_{r,crit}$ si ha :

$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[\left(0.6 \cdot \frac{B}{L} - 4.4\right) \cdot tg(\varphi) + \frac{3.07 \cdot sen(\varphi) \cdot \log_{10}(2 \cdot I_r)}{1 + sen(\varphi)}\right]} \qquad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot tg(\varphi)} \qquad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$$

- se $I_r > I_{r,crit}$ si ha che $\psi_\gamma = \psi_q = \psi_c = 1$.

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- $E_{ed}$ è il modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione;
- $\nu$ è il coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione;
- $k_0$ è il coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione;

- φ è l'angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa;
- c' è la coesione in termini di tensioni efficaci;
- σ' è la tensione litostatica effettiva a profondità D+B/2;
- L è la luce delle singole travi di fondazione;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;
- B è la larghezza della trave di fondazione.

Definito il meccanismo di rottura si passa al calcolo del carico limite modellando il terreno come mezzo rigido perfettamente plastico. L'espressione del carico limite è la seguente:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma .$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:
- $N_q$, $N_c$, $N_\gamma$, sono i fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno;
- $s_q$, $s_c$, $s_\gamma$, sono i coefficienti che rappresentano il fattore di forma;
- $d_q$, $d_c$, $d_\gamma$, sono i coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento;
- $i_q$, $i_c$, $i_\gamma$, sono i coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico;
- $\gamma_1$ è il peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa;
- $\gamma_2$ è il peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa.

Si dimostra, per fondazioni aventi larghezza modesta, che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", secondo sia VESIC che DE BEER il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. BOWLES per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log_{10}\left(\frac{B}{2}\right)$ dove "$B$" va espresso in metri.

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico, il Meyerhof, consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto ($A_f$) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B$ $L_{rid} = L - 2 \cdot e_L$ dove $e_B, e_L$ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

***Formulazione di Hansen (1970) :***

$$N_q = tg^2\left(\frac{90° + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \qquad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \qquad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{\alpha_1} \qquad i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{\alpha_2} \qquad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}}\right)$$

***Formulazione di Vesic (1975) :***

$$N_q = tg^2\left(\frac{90° + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \qquad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \qquad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot tg(\varphi) \qquad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \qquad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^m \qquad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{m+1} \qquad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \qquad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

***Formulazione di Brinch-Hansen :***

$$N_q = tg^2\left(\frac{90° + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \qquad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \qquad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))} \qquad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))} \qquad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot tg(\varphi)}$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^m \qquad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^{m+1} \qquad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \qquad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

***Formulazione Eurocodice 7 :***

$$N_q = tg^2\left(\frac{90° + \varphi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \qquad N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \qquad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot sen(\varphi) \qquad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \qquad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

- se H è parallela al lato B si ha:

$$i_q = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^3 \qquad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)}\right]^3 \qquad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se H è parallela al lato L si ha:

$$i_q = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \qquad i_\gamma = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \qquad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \qquad d_\gamma = 1.0 \qquad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}}\right)$$

Si ricorda che,per le relazioni sopra riportate, nel caso in cui $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0$, $N_\gamma = 1.0$ e $N_c = 2+\pi$. Il significato dei termini presenti nelle relazioni su descritte è il seguente:

- V componente verticale del carico agente sulla fondazione;
- H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L);
- $c_a$ adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);
- $\alpha_1$, $\alpha_2$ esponenti di potenza che variano tra 2 e 5.

Nel caso in cui il cuneo di fondazione è interessato da falda idrica, il valore di $\gamma_2$ nella formula trinomia assume la seguente espressione:

$$\gamma_2 = \frac{\gamma \cdot z + \gamma_{sat} \cdot (h_c - z)}{h_c} \qquad h_c = \frac{B}{2} \cdot tg\left(\frac{90 + \varphi}{2}\right)$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $\gamma$ è il peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa;
- $\gamma_{sat}$ è il peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa;
- $z$ è la profondità della falda dal piano di posa;
- $h_c$ è l'altezza del cuneo di rottura della fondazione.

Tutto ciò descritto è valido nell'ipotesi di terreno con caratteristiche geotecniche omogenee. Nella realtà i terreni costituenti il piano di posa delle fondazioni sono quasi sempre composti o comunque riconducibili a formazioni di terreno omogenee di spessore variabile che si sovrappongono (caso di terreni stratificati). In queste condizioni l'algoritmo implementato è il seguente:

- viene determinata l'altezza del cuneo di rottura in funzione delle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati, quindi si determinato il numero degli strati interessati da esso;
- in corrispondenza di ogni superficie di separazione, partendo da quella immediatamente sottostante il piano di posa della fondazione e fino a raggiungere l'altezza del cuneo di rottura, viene determinata la capacità portante di ogni singolo strato come somma di due valori. Il primo valore scaturisce dall'applicazione della formula trinomia alla quota iesima dello strato, il secondo deriva dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame;
- il minimo dei valori come sopra determinati sarà assunto come valore massimo della capacità portante della

fondazione stratificata.
In forma analitica il procedimento su esposto può essere formulato nel seguente modo:

$$q'_{ult} = \left[q''_{ult} + q_{resT}\right]_{\min} = \left[q''_{ult} + \frac{p}{A_f}\left(P_V \cdot K_s \cdot tg(\varphi) + d \cdot c\right)\right]_{\min}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $q''_{ult}$ è il carico limite per un'ipotetica fondazione posta alla quota dello strato interessato;
- $p$ è il perimetro della fondazione;
- $P_V$ è la spinta verticale del terreno dal piano di posa allo strato interessato;
- $K_S$ è il coefficiente di spinta laterale del terreno;
- $d$ è la distanza dal piano di posa allo strato interessato.

## CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA :

Per la determinazione del carico limite, nel caso di presenza di ammasso roccioso fra i vari strati interessati dal cuneo di rottura, bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice RQD (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice che può variare da un valore minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un valore massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}.$$

E' chiaro che se il valore di RQD è molto basso, quindi ci troviamo nel caso di roccia molto fratturata, il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto, utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.
Per ricavare la capacità portante di rocce non assimilabili ad ammassi di terreno sciolto sono state implementate due formulazioni, quella del Terzaghi (1943) e quella di Stagg-Zienkiewicz (1968) e correlate all'indice RQD. In definitiva il valore della capacità portante sarà espresso dalla seguente relazione:

$$q'_{ult} = q''_{ult} \cdot RQD^2$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $q'_{ult}$ è il carico limite calcolato dell'ammasso roccioso;
- $q''_{ult}$ è il carico limite calcolato alla Terzaghi o alla Stagg-Zienkiewicz.

L'equazione trinomia del carico limite nel caso in esame assume la seguente formulazione:

$$q''_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c \cdot s_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma.$$

I termini presenti nell'equazione hanno lo stesso significato di quelli già descritti in precedenza. I coefficienti di forma assumeranno i seguenti valori:

$s_c = 1.0$ per fondazioni di tipo nastriforme $\qquad$ $s_c = 1.3$ per fondazioni di tipo quadrato;

$s_\gamma = 1.0$ per fondazioni di tipo nastriforme $\qquad$ $s_\gamma = 0.8$ per fondazioni di tipo quadrato.

I fattori adimensionali di portanza a seconda della formulazione adottata saranno:

***Formulazione di Terzaghi (1943) :***

$$N_q = \frac{e^{2\cdot\left(0.75\cdot\pi - \frac{\varphi}{2}\right)\cdot tg(\varphi)}}{2\cdot\cos^2\left(\frac{90° + \varphi}{2}\right)} \qquad N_\gamma = \frac{tg(\varphi)}{2}\left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2(\varphi)} - 1\right) \qquad N_c = (N_q - 1)\cdot ctg(\varphi)$$

$$\text{se } \varphi = 0 \Rightarrow N_c = 1.5\cdot\pi + 1$$

| φ | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $K_{p\gamma}$ | 10.8 | 12.2 | 14.7 | 18.6 | 25.0 | 35.0 | 52.0 | 82.0 | 141.0 | 298.0 | 800.0 |

***Formulazione di Stagg-Zienkiewicz (1968) :***

$$N_q = tg^6\left(\frac{90° + \varphi}{2}\right) \qquad N_\gamma = N_q + 1 \qquad N_c = 5 \cdot tg^4\left(\frac{90° + \varphi}{2}\right)$$

**VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI :**

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa, bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti, la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale oltre alle due componenti ora citate può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno di ricoprimento esercita sulla fondazione, questa però fino ad un massimo del 30%. In forma analitica il procedimento su esposto può essere formulato nel seguente modo:

$$T_{Sd} \le T_{Rd} = N_{Sd} \cdot tg(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $T_{Sd}$ componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L);
- $N_{Sd}$ componente verticale del carico agente sulla fondazione;
- $c_a$ adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);
- $\delta$ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);
- $S_p$ spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione;
- $f_{Sp}$ percentuale di partecipazione della spinta passiva;
- $A_f$ superficie di contatto del piano di posa della fondazione.

Va da se che tale tipo di verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele al lato della base che per quelle ortogonali.

**DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO :**

Ai fini del calcolo dei cedimenti è essenziale conoscere lo stato tensionale indotto nel terreno a varie profondità da un carico applicato in superficie. Tale determinazione viene eseguita ipotizzando che il terreno si comporti come un mezzo continuo, elastico-lineare, omogeneo e isotopo. Tale assunzione, utilizzata per la determinazione della variazione delle tensioni verticali dovuta all'applicazione di un carico in superficie, è confortata dalla letteratura (Morgenstern e Phukan) perché la non linearità del materiale poco influenza la distribuzione delle tensioni verticali. Per ottenere un profilo verticale di pressioni si possono utilizzare tre metodi di calcolo; il primo è il **metodo di Boussinesq**, il secondo è il **metodo di Westergaard** e infine il terzo è il **metodo di Mindlin**, tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il secondo metodo differisce dal primo per la presenza del coefficiente di Poisson "υ", quindi meglio si adatta ai terreni stratificati. Il terzo metodo differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico (i primi due pongono il carico esclusivamente sulla frontiera), quindi meglio si presta al caso di fondazioni poste a una profondità di una certa importanza (il metodo risulta equivalente a quello di Boussinesq nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico). L'algoritmo implementato, basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, cioè:

$$\text{Boussinesq} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{3 \cdot Q \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot \left(r^2 + z^2\right)^{\frac{5}{2}}} \qquad \text{Westergaard} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{1-2\cdot\nu}{2-2\cdot\nu}}}{\left(\frac{1-2\cdot\nu}{2-2\cdot\nu} + \frac{r^2}{z^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $Q$ carico puntiforme applicato sulla frontiera del mezzo;
- $r$ proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame;
- $z$ proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame.

$$\text{Mindlin} \;\Rightarrow\; \Delta\sigma_v = \frac{Q}{8\cdot\pi\cdot(1-\nu)\cdot D^2}\left(-\frac{(1-2\cdot\nu)\cdot(\mathrm{m}-1)}{A^3}+\frac{(1-2\cdot\nu)\cdot(\mathrm{m}-1)}{B^3}-\frac{3\cdot(\mathrm{m}-1)^3}{A^5}-\frac{30\cdot\mathrm{m}\cdot(\mathrm{m}+1)^3}{B^7}-\right.$$
$$\left.-\frac{3\cdot(3-4\cdot\nu)\cdot\mathrm{m}\cdot(\mathrm{m}+1)^2-3\cdot(\mathrm{m}+1)\cdot(5\cdot\mathrm{m}-1)}{B^5}\right)$$

$$\mathrm{n}=\frac{r}{D};\qquad \mathrm{m}=\frac{z}{D};\qquad A^2=\mathrm{n}^2+(\mathrm{m}-1)^2;\qquad B^2=\mathrm{n}^2+(\mathrm{m}+1)^2$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $Q$ carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo;
- $D$ proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo;
- $r$ proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame;
- $z$ proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame.

esegue un integrazione, delle equazioni di cui sopra, lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali, estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; il tutto al fine della determinazione della variazione dello stato tensionale verticale "$\Delta\sigma_v$". Una nota esplicativa va fatta sul valore da assegnare a "$Q$", esso va definito, nel caso di pressione, come "pressione netta" ossia la pressione in eccesso rispetto a quella geostatica esistente, che può essere sopportata con sicurezza alla profondità "D" del piano di posa delle fondazioni, questo perché i cedimenti sono causati solo da incrementi netti di pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

## CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE :

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni, assume, in special modo nella fase di esercizio, una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi. Nell'evolversi della fase di cedimento, il terreno passa da uno stato di sforzo corrente (dovuto al peso proprio) a uno nuovo, per effetto del carico addizionale applicato. La variazione dello stato tensionale di cui sopra, produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno nonché deformazioni elastiche è rotture delle particelle costituenti il mezzo, localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento, che nel caso in esame è quello verticale. Nonostante che la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che modellare il terreno (ai fini del calcolo dei cedimenti) come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. Diversi sono i metodi esistenti in letteratura per il calcolo dei cedimenti (si ricorda che qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi) quelli implementati vengono di seguito descritti.

**Il metodo edometrico,** che si basa sulla nota relazione:

$$w_{ed}=\sum_{i=1}^{n}\frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_{ed,i}}\cdot\Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione stato tensionale verticale alla profondità "$z_i$" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico;
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo;
- $\Delta z_i$ spessore dello strato i-esimo.

Si ricorda che tale metodo si basa sull'ipotesi edometrica, quindi l'approssimazione del risultato è tanto migliore quanto più ridotto è il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni. Tuttavia lo stesso è dotato di ottima approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

**Il metodo dell'elasticità,** che si basa sulle note relazioni:

$$w_{\mathrm{Imp.}}=\sum_{i=1}^{n}\frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i}\cdot\Delta z_i \qquad\qquad w_{\mathrm{Lib.}}=\sum_{i=1}^{n}\frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i}\cdot\frac{1-2\cdot\nu^2}{1-\nu}\cdot\Delta z_i$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- $w_{\mathrm{Imp.}}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita;
- $w_{\mathrm{Lib.}}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale libera;
- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione stato tensionale verticale alla profondità "$z_i$" dello strato i-esimo per l'applicazione del carico;

- $E_i$ modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo;
- $\Delta z_i$ spessore dello strato i-esimo.

La doppia formulazione adottata consente di ottenere un intervallo di valori (valore minimo per $w_{\text{Imp.}}$ e valore massimo per $w_{\text{Lib.}}$) del cedimento elastico per la fondazione in esame.

## SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO :

Di seguito, per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo, viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

***Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali :***

*per tipologie travi e plinti superficiali:*
- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento;
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna;
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento;
- Altezza altezza della sezione trasversale dell'elemento;
- Lung. Elem. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento;
- Lung. Travata nel caso in cui l'elemento è un sottoinsieme di elementi costituenti lo stesso allineamento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale dell'insieme.

*per tipologia platea:*
- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento;
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna;
- Dia. Eq. diametro del cerchio equivalente alla superficie dell'elemento;
- Spessore spessore dell'elemento;
- Superficie superficie dell'elemento;
- Vert. Elem. Numero dei vertici che costituiscono l'elemento;
- Macro nel caso in cui l'elemento è un sottoinsieme di elementi costituenti un'unica macrostruttura, rappresenta il numero identificativo della stessa.

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla Macro in esame.

***Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali :***

*per tipologie travi e plinti superficiali:*
- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- Tipologia tipologia della combinazione di carico;
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame;
- Ecc. B valore dell'eccentricità del carico Normale agente sul piano di fondazione nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- Ecc. L valore dell'eccentricità del carico Normale agente sul piano di fondazione nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.Taglio B valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- S.Taglio L valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.Normale valore del carico Normale agente sul piano di fondazione;
- T.T.min minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale;
- T.T.max massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale.

*per tipologia platea:*
- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);

- Tipologia tipologia della combinazione di carico;
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame;
- Press. N1 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento;
- Press. N2 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento;
- Press. N3 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento;
- Press. N4 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento;
- S.Taglio X valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela all'asse X del riferimento globale;
- S.Taglio Y valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela all'asse Y del riferimento globale.

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le Macro Azioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi platea) del plinto equivalente alla Macro in esame.

***Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali :***

- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- Strato Rot. strato nel quale si attinge il minor valore di portanza rispetto al numero di strati interessati dal cuneo di rottura;
- Ver.TB valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- S.T.B / TB rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0);
- Ver.TL valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.T.L / TL rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0);
- Sgm. Lt. tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale;
- Qlim q valore del termine relativo al sovraccarico nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim g valore del termine relativo alla larghezza della base di fondazione nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim c valore del termine relativo alla coesione nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qres T valore della capacità portante relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Tale valore risulta non nullo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- QLIM valore della capacità portante totale quale somma di Qlim q, Qlim g, Qlim c e di Qres T (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile);
- T.T. / QLIM rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale e il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è < 1.0).

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla Macro in esame.

***Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali :***

- Cmb numero della combinazione di carico e tipologia;
- Nodo vertice dell'elemento in cui viene calcolato il cedimento;
- Car. Netto valore del carico netto applicato sulla superficie del terreno;
- Cedimento/i valore del cedimento (nel caso di calcolo di cedimenti elastici i valori riportati sono due, il primo corrisponde al cedimento $w_{Imp.}$, mentre il secondo al cedimento $w_{Lib.}$).

# TABULATI DI CALCOLO :

## PARAMETRI DI CALCOLO :

**Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali :**

| | |
|---|---|
| Per terreni sciolti: | Vesic |
| Per terreni lapidei: | Terzaghi |

**Combinazioni di carico da approccio progettuale TIPO 2**

**Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :**

| | |
|---|---|
| Riduzione dimensioni per eccentricità | **:** Si |
| Fattori di forma della fondazione | **:** Si |
| Fattori di profondità del piano di posa | **:** Si |
| Fattori di inclinazione del carico | **:** Si |
| Fattori di punzonamento (Vesic) | **:** Si |
| Fattore riduzione effetto piastra (Bowles) | **:** Si |
| Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea | **:** 20,00 % |
| Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea | **:** 20,00 % |

**Effetti inerziali (Paolucci-Pecker):**
Coeff. sismico orizzontale Kh = 0,012
Angolo d'attrito alla quota di fond.= 20,0
Fattore correttivo Zc = 0,996
Fattore correttivo Zq = 0,989

**Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE e SLD nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :**

| | | |
|---|---|---|
| Coeff. parziale di sicurezza Fc | (statico) | : 2,50 |
| Coeff. parziale di sicurezza Fq | (statico) | : 2,50 |
| Coeff. parziale di sicurezza Fg | (statico) | : 2,50 |
| Coeff. parziale di sicurezza Fc | (sismico) | : 3,00 |
| Coeff. parziale di sicurezza Fq | (sismico) | : 3,00 |
| Coeff. parziale di sicurezza Fg | (sismico) | : 3,00 |

**Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :**

| | | |
|---|---|---|
| Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per Tan(fi) | (statico) | : 1,25 |
| Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per c' | (statico) | : 1,25 |
| Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per Cu | (statico) | : 1,40 |
| Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per Tan(fi) | (sismico) | : 1,00 |
| Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per c' | (sismico) | : 1,25 |
| Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per Cu | (sismico) | : 1,40 |
| Coeff. R1 capacità portante | | : 1,00 |
| Coeff. R2 capacità portante | | : 1,80 |
| Coeff. R3 capacità portante | | : 2,30 |
| Coeff. R1 scorrimento | | : 1,00 |
| Coeff. R2 scorrimento | | : 1,10 |
| Coeff. R3 scorrimento | | : 1,10 |

**Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali :**

| | | |
|---|---|---|
| *Fattore per l'adesione* | *6 < Ca < 10* | **:** 8 |
| *Fattore per attrito ter.-fond.* | *5 < Delta < 10* | **:** 7 |
| *Frazione di spinta passiva fSp* | | **:** 30,00 % |

**Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali :**

| | |
|---|---|
| *Metodo di calcolo tensioni superficiali* | **:** Boussinesq |
| *Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali* | **:** Sovrapposizione dei bulbi |
| *Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno* | **:** Cedimenti edometrici |

## ARCHIVIO STRATIGRAFIE :

**Indice / Descrizione** **:** 001 / Nuova stratigrafia n° 1
**Numero strati** **:** 1
**Profondità falda** **:** Assente.

| Strato n ° | Quota di riferimento | Spessore | Indice / Descrizione terreno | Effetto Attr. Neg. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | da 0,0 a -5000,0 cm. | 5000,0 cm. | 001 / RIPORTO | Assente |

## ARCHIVIO TERRENI :

**Indice / Descrizione terreno** : 001 / RIPORTO
**Comportamento del terreno** : Condizione drenata

| Peso Spec. | Peso Spec. Sat. | Angolo Res. | Coesione | Coes. non Dren. | Mod. Edo. | Mod. Ela. | Poisson | D.R. | RQD | C. Ades. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| daN/cmc | daN/cmc | Gradi (°) | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | | % | % | |
| 1,800 E-3 | 1,900 E-3 | 25,000 | 0,000 | 0,000 | 250,000 | 200,000 | 0,300 | 70,0 | 0,0 | 0,00 |

## DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI :

| Elemento | Tipologia | Indice Strat. | Prof. Fon. | Base | Altezza | Lung. Elem. | Lung. Travata |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | n° | cm | cm | cm | cm | cm |
| TRAVE N° 1 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 368,00 | 368,00 |
| TRAVE N° 2 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 350,00 | 1694,04 |
| TRAVE N° 3 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 350,00 | 1694,00 |
| TRAVE N° 4 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 368,00 | 368,00 |
| TRAVE N° 5 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 475,00 | 1694,04 |
| TRAVE N° 6 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 475,00 | 1694,00 |
| TRAVE N° 7 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 368,00 | 368,00 |
| TRAVE N° 8 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 534,00 | 1694,04 |
| TRAVE N° 9 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 534,00 | 1694,00 |
| TRAVE N° 10 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 311,00 | 1019,00 |
| TRAVE N° 11 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 368,00 | 1019,00 |
| TRAVE N° 12 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 335,00 | 335,00 |
| TRAVE N° 13 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 335,04 | 1694,04 |
| TRAVE N° 14 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 335,00 | 1694,00 |
| TRAVE N° 15 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 316,00 | 1019,00 |
| TRAVE N° 16 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 363,00 | 1019,00 |
| TRAVE N° 45 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 340,00 | 1019,00 |
| TRAVE N° 46 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 335,00 | 335,00 |
| TRAVE N° 47 | Trave | 001 | 60,00 | 40,00 | 60,00 | 340,00 | 1019,00 |

## VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI :

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni SLU sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. GammaRD = 1.10

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportate le sole combinazioni maggiormente gravose per ogni verifica.

**ELEMENTO : TRAVE N° 1**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 012 | SLU STR | No | 0,2 | 1,1 | 354,2 | 38,1 | -9406,2 | -0,588 | -0,725 |
| 014 | SLU STR | No | 0,3 | 1,3 | 333,4 | 37,6 | -7452,1 | -0,462 | -0,581 |
| 019 | SLV A1 | Si | 0,1 | 0,5 | 31,6 | -344,5 | -5832,8 | -0,388 | -0,406 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 3497,4 | 0,101 | 2783,2 | 0,014 | -0,108 | -0,638 | -0,144 | 0,000 | 0,000 | -0,783 | 0,926 |
| 014/SLU STR | 1 di 1 | 2937,3 | 0,114 | 2223,1 | 0,017 | -0,108 | -0,630 | -0,141 | 0,000 | 0,000 | -0,770 | 0,754 |
| 019/SLV A1 | 1 di 1 | 2473,1 | 0,014 | 1759,0 | 0,215 | -0,108 | -0,631 | -0,139 | 0,000 | 0,000 | -0,770 | 0,580 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 2**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 012 | SLU STR | No | -0,1 | -5,4 | -107,8 | -213,8 | -8092,7 | -0,535 | -0,682 |
| 019 | SLV A1 | Si | 0,0 | 1,5 | -345,1 | 43,4 | -5428,9 | -0,377 | -0,406 |
| 026 | SLV A1 | Si | -0,1 | 1,8 | 62,2 | -181,4 | -5909,3 | -0,406 | -0,447 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 3081,7 | 0,035 | 2406,7 | 0,089 | -0,108 | -0,642 | -0,158 | 0,000 | 0,000 | -0,800 | 0,853 |
| 019/SLV A1 | 1 di 1 | 2318,1 | 0,164 | 1643,2 | 0,029 | -0,108 | -0,569 | -0,135 | 0,000 | 0,000 | -0,704 | 0,634 |
| 026/SLV A1 | 1 di 1 | 2455,8 | 0,028 | 1780,9 | 0,112 | -0,108 | -0,629 | -0,154 | 0,000 | 0,000 | -0,783 | 0,628 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 3**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 012 | SLU STR | No | 0,2 | -5,5 | 191,5 | -249,2 | -8363,5 | -0,549 | -0,709 |
| 018 | SLV A1 | Si | 0,2 | -0,2 | 349,9 | -19,5 | -6512,1 | -0,445 | -0,495 |
| 028 | SLV A1 | Si | 0,1 | 1,7 | 103,5 | -210,7 | -5654,5 | -0,391 | -0,423 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 3159,3 | 0,061 | 2484,4 | 0,100 | -0,108 | -0,632 | -0,156 | 0,000 | 0,000 | -0,789 | 0,899 |
| 018/SLV A1 | 1 di 1 | 2628,6 | 0,146 | 1953,7 | 0,011 | -0,108 | -0,582 | -0,138 | 0,000 | 0,000 | -0,720 | 0,755 |
| 028/SLV A1 | 1 di 1 | 2382,8 | 0,048 | 1707,9 | 0,136 | -0,108 | -0,624 | -0,152 | 0,000 | 0,000 | -0,776 | 0,599 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 4**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | 0,0 | -0,6 | -106,7 | -37,8 | -8517,0 | -0,553 | -0,625 |
| 019 | SLV A1 | Si | 0,0 | 0,2 | -13,2 | -197,7 | -5884,0 | -0,394 | -0,412 |
| 028 | SLV A1 | Si | 0,0 | -0,1 | 161,4 | -2,1 | -5959,9 | -0,394 | -0,426 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 3242,5 | 0,033 | 2528,4 | 0,015 | -0,108 | -0,671 | -0,157 | 0,000 | 0,000 | -0,827 | 0,756 |
| 019/SLV A1 | 1 di 1 | 2487,8 | 0,006 | 1773,6 | 0,123 | -0,108 | -0,651 | -0,149 | 0,000 | 0,000 | -0,800 | 0,566 |
| 028/SLV A1 | 1 di 1 | 2509,5 | 0,071 | 1795,4 | 0,001 | -0,108 | -0,641 | -0,147 | 0,000 | 0,000 | -0,788 | 0,594 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 5**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | -0,1 | 0,8 | -201,6 | 67,4 | -11531,1 | -0,581 | -0,638 |
| 019 | SLV A1 | Si | -0,1 | 3,1 | -326,5 | 78,7 | -7663,5 | -0,387 | -0,432 |
| 026 | SLV A1 | Si | -0,1 | 1,7 | -13,5 | -197,9 | -8186,5 | -0,410 | -0,459 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 4339,4 | 0,046 | 3392,3 | 0,020 | -0,108 | -0,639 | -0,159 | 0,000 | 0,000 | -0,798 | 0,799 |
| 019/SLV A1 | 1 di 1 | 3230,8 | 0,111 | 2283,7 | 0,038 | -0,108 | -0,596 | -0,144 | 0,000 | 0,000 | -0,740 | 0,642 |
| 026/SLV A1 | 1 di 1 | 3380,7 | 0,004 | 2433,6 | 0,089 | -0,108 | -0,635 | -0,157 | 0,000 | 0,000 | -0,791 | 0,638 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 6**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 003 | SLU STR | No | 0,1 | 1,7 | 132,2 | 36,4 | -11398,2 | -0,573 | -0,637 |
| 018 | SLV A1 | Si | 0,2 | 1,0 | 340,4 | 6,4 | -8656,3 | -0,428 | -0,486 |
| 028 | SLV A1 | Si | 0,1 | 3,5 | 108,3 | -238,5 | -7911,2 | -0,395 | -0,450 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 003/SLU STR | 1 di 1 | 4301,3 | 0,031 | 3354,2 | 0,011 | -0,108 | -0,646 | -0,162 | 0,000 | 0,000 | -0,808 | 0,788 |
| 018/SLV A1 | 1 di 1 | 3515,4 | 0,107 | 2568,3 | 0,003 | -0,108 | -0,600 | -0,145 | 0,000 | 0,000 | -0,745 | 0,718 |
| 028/SLV A1 | 1 di 1 | 3301,8 | 0,036 | 2354,7 | 0,111 | -0,108 | -0,630 | -0,155 | 0,000 | 0,000 | -0,785 | 0,631 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 7**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | 0,0 | -0,3 | -12,6 | -42,7 | -8753,2 | -0,571 | -0,638 |
| 022 | SLV A1 | Si | 0,0 | 0,4 | 69,9 | 138,0 | -6436,1 | -0,411 | -0,481 |
| 028 | SLV A1 | Si | 0,0 | 0,2 | 161,0 | -17,4 | -6240,3 | -0,410 | -0,450 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 3310,2 | 0,004 | 2596,1 | 0,016 | -0,108 | -0,683 | -0,161 | 0,000 | 0,000 | -0,844 | 0,756 |
| 022/SLV A1 | 1 di 1 | 2646,0 | 0,029 | 1931,9 | 0,079 | -0,108 | -0,661 | -0,153 | 0,000 | 0,000 | -0,814 | 0,650 |
| 028/SLV A1 | 1 di 1 | 2589,9 | 0,068 | 1875,8 | 0,010 | -0,108 | -0,643 | -0,148 | 0,000 | 0,000 | -0,791 | 0,626 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 8**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | -0,1 | -2,3 | -136,1 | -12,4 | -12303,6 | -0,540 | -0,637 |
| 024 | SLV A1 | Si | 0,0 | -2,1 | -291,0 | -37,8 | -8407,3 | -0,371 | -0,431 |
| 027 | SLV A1 | Si | -0,1 | -2,0 | -108,3 | 202,9 | -8721,2 | -0,382 | -0,451 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 4689,3 | 0,029 | 3613,7 | 0,003 | -0,108 | -0,647 | -0,163 | 0,000 | 0,000 | -0,809 | 0,787 |
| 024/SLV A1 | 1 di 1 | 3572,4 | 0,090 | 2496,9 | 0,017 | -0,108 | -0,606 | -0,149 | 0,000 | 0,000 | -0,755 | 0,629 |
| 027/SLV A1 | 1 di 1 | 3662,4 | 0,033 | 2586,9 | 0,086 | -0,108 | -0,635 | -0,157 | 0,000 | 0,000 | -0,793 | 0,626 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 9**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 003 | SLU STR | No | 0,1 | -0,4 | 132,7 | 13,6 | -12453,9 | -0,541 | -0,637 |
| 021 | SLV A1 | Si | 0,2 | 0,2 | 352,6 | 68,7 | -9452,3 | -0,402 | -0,494 |
| 028 | SLV A1 | Si | 0,1 | -0,7 | 34,1 | -234,0 | -8762,5 | -0,382 | -0,449 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 003/SLU STR | 1 di 1 | 4732,4 | 0,028 | 3656,8 | 0,004 | -0,108 | -0,647 | -0,163 | 0,000 | 0,000 | -0,810 | 0,786 |
| 021/SLV A1 | 1 di 1 | 3872,0 | 0,100 | 2796,4 | 0,027 | -0,108 | -0,603 | -0,146 | 0,000 | 0,000 | -0,749 | 0,727 |
| 028/SLV A1 | 1 di 1 | 3674,3 | 0,010 | 2598,7 | 0,099 | -0,108 | -0,633 | -0,156 | 0,000 | 0,000 | -0,789 | 0,627 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 10**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | 0,1 | 1,3 | 106,4 | 10,7 | -7256,1 | -0,554 | -0,598 |
| 024 | SLV A1 | Si | 0,0 | 1,9 | 57,8 | -143,5 | -4973,2 | -0,379 | -0,415 |
| 026 | SLV A1 | Si | 0,0 | 2,3 | 140,0 | -27,6 | -4985,2 | -0,378 | -0,417 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 2756,9 | 0,039 | 2166,9 | 0,005 | -0,108 | -0,647 | -0,160 | 0,000 | 0,000 | -0,807 | 0,741 |
| 024/SLV A1 | 1 di 1 | 2102,6 | 0,030 | 1512,6 | 0,104 | -0,108 | -0,635 | -0,154 | 0,000 | 0,000 | -0,789 | 0,578 |
| 026/SLV A1 | 1 di 1 | 2106,0 | 0,073 | 1516,0 | 0,020 | -0,108 | -0,620 | -0,151 | 0,000 | 0,000 | -0,771 | 0,595 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 11**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 004 | SLU STR | No | -0,1 | 2,9 | -57,8 | 27,4 | -8193,8 | -0,535 | -0,620 |
| 021 | SLV A1 | Si | 0,0 | 3,6 | -63,7 | 199,4 | -6327,8 | -0,410 | -0,488 |
| 025 | SLV A1 | Si | 0,0 | 2,7 | -169,5 | 109,1 | -6289,6 | -0,409 | -0,476 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 004/SLU STR | 1 di 1 | 3149,9 | 0,018 | 2435,7 | 0,011 | -0,108 | -0,657 | -0,164 | 0,000 | 0,000 | -0,820 | 0,756 |
| 021/SLV A1 | 1 di 1 | 2615,0 | 0,027 | 1900,8 | 0,115 | -0,108 | -0,633 | -0,153 | 0,000 | 0,000 | -0,786 | 0,682 |
| 025/SLV A1 | 1 di 1 | 2604,0 | 0,072 | 1889,9 | 0,063 | -0,108 | -0,621 | -0,151 | 0,000 | 0,000 | -0,773 | 0,678 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 12**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | 0,0 | -3,8 | 63,2 | -118,9 | -6864,7 | -0,488 | -0,580 |
| 014 | SLU STR | No | 0,0 | 4,4 | -48,9 | 138,5 | -4944,1 | -0,350 | -0,426 |
| 021 | SLV A1 | Si | 0,0 | -0,5 | 180,5 | 54,1 | -5193,3 | -0,371 | -0,419 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 2697,0 | 0,023 | 2054,8 | 0,058 | -0,108 | -0,677 | -0,156 | 0,000 | 0,000 | -0,833 | 0,696 |
| 014/SLU STR | 1 di 1 | 2146,5 | 0,023 | 1504,2 | 0,092 | -0,108 | -0,669 | -0,153 | 0,000 | 0,000 | -0,821 | 0,518 |
| 021/SLV A1 | 1 di 1 | 2218,0 | 0,090 | 1575,7 | 0,038 | -0,108 | -0,634 | -0,143 | 0,000 | 0,000 | -0,776 | 0,594 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 13**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | 0,0 | -4,7 | -2,2 | -28,5 | -7311,9 | -0,506 | -0,594 |
| 024 | SLV A1 | Si | 0,0 | -1,6 | -210,7 | 2,1 | -5373,5 | -0,391 | -0,414 |
| 027 | SLV A1 | Si | 0,0 | -0,8 | 24,5 | 165,5 | -5519,9 | -0,403 | -0,426 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 2825,3 | 0,001 | 2182,9 | 0,013 | -0,108 | -0,658 | -0,167 | 0,000 | 0,000 | -0,825 | 0,720 |
| 024/SLV A1 | 1 di 1 | 2269,7 | 0,102 | 1627,3 | 0,001 | -0,108 | -0,601 | -0,147 | 0,000 | 0,000 | -0,748 | 0,610 |
| 027/SLV A1 | 1 di 1 | 2311,6 | 0,012 | 1669,3 | 0,109 | -0,108 | -0,629 | -0,155 | 0,000 | 0,000 | -0,785 | 0,598 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 14**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 012 | SLU STR | No | 0,2 | 3,8 | 110,9 | 117,2 | -8479,7 | -0,584 | -0,718 |
| 021 | SLV A1 | Si | 0,2 | 1,0 | 289,8 | 82,6 | -6552,1 | -0,471 | -0,523 |
| 025 | SLV A1 | Si | 0,1 | 0,8 | 195,3 | 190,7 | -6370,0 | -0,459 | -0,506 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 3159,9 | 0,035 | 2517,7 | 0,047 | -0,108 | -0,645 | -0,161 | 0,000 | 0,000 | -0,806 | 0,891 |
| 021/SLV A1 | 1 di 1 | 2607,4 | 0,122 | 1965,2 | 0,046 | -0,108 | -0,594 | -0,143 | 0,000 | 0,000 | -0,737 | 0,781 |
| 025/SLV A1 | 1 di 1 | 2555,2 | 0,084 | 1913,0 | 0,110 | -0,108 | -0,612 | -0,150 | 0,000 | 0,000 | -0,762 | 0,731 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 15**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 012 | SLU STR | No | -0,2 | 1,5 | -197,5 | -64,2 | -7035,0 | -0,531 | -0,587 |
| 024 | SLV A1 | Si | -0,1 | 1,1 | -28,8 | -210,0 | -4919,6 | -0,377 | -0,403 |
| 027 | SLV A1 | Si | -0,1 | 1,1 | -185,0 | 64,5 | -5210,6 | -0,396 | -0,428 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 2704,5 | 0,073 | 2103,6 | 0,031 | -0,108 | -0,631 | -0,153 | 0,000 | 0,000 | -0,784 | 0,748 |
| 024/SLV A1 | 1 di 1 | 2098,1 | 0,015 | 1497,2 | 0,154 | -0,108 | -0,624 | -0,149 | 0,000 | 0,000 | -0,773 | 0,574 |
| 027/SLV A1 | 1 di 1 | 2181,5 | 0,093 | 1580,6 | 0,045 | -0,108 | -0,610 | -0,147 | 0,000 | 0,000 | -0,757 | 0,621 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 16**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 012 | SLU STR | No | -0,1 | 6,0 | -176,5 | 28,2 | -8793,8 | -0,561 | -0,718 |
| 021 | SLV A1 | Si | -0,1 | 6,2 | -89,9 | 297,4 | -6362,2 | -0,409 | -0,516 |
| 025 | SLV A1 | Si | -0,1 | 4,5 | -197,9 | 199,6 | -6374,5 | -0,416 | -0,502 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 3311,0 | 0,053 | 2607,7 | 0,011 | -0,108 | -0,640 | -0,157 | 0,000 | 0,000 | -0,797 | 0,900 |
| 021/SLV A1 | 1 di 1 | 2614,0 | 0,038 | 1910,7 | 0,171 | -0,108 | -0,621 | -0,148 | 0,000 | 0,000 | -0,769 | 0,739 |
| 025/SLV A1 | 1 di 1 | 2617,5 | 0,083 | 1914,2 | 0,115 | -0,108 | -0,616 | -0,149 | 0,000 | 0,000 | -0,765 | 0,722 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 45**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 011 | SLU STR | No | 0,2 | 1,6 | 205,5 | 15,0 | -7329,3 | -0,515 | -0,580 |
| 024 | SLV A1 | Si | 0,1 | 1,5 | 131,2 | -189,1 | -4970,1 | -0,353 | -0,390 |
| 026 | SLV A1 | Si | 0,1 | 0,9 | 217,9 | -57,2 | -4978,8 | -0,354 | -0,387 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 011/SLU STR | 1 di 1 | 2841,1 | 0,072 | 2187,9 | 0,007 | -0,108 | -0,631 | -0,153 | 0,000 | 0,000 | -0,784 | 0,739 |
| 024/SLV A1 | 1 di 1 | 2164,9 | 0,067 | 1511,7 | 0,138 | -0,108 | -0,622 | -0,151 | 0,000 | 0,000 | -0,774 | 0,554 |
| 026/SLV A1 | 1 di 1 | 2167,3 | 0,111 | 1514,2 | 0,042 | -0,108 | -0,599 | -0,143 | 0,000 | 0,000 | -0,742 | 0,574 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 46**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 012 | SLU STR | No | -0,1 | 4,1 | -201,1 | 137,3 | -7238,4 | -0,503 | -0,630 |
| 024 | SLV A1 | Si | 0,0 | 1,3 | -271,8 | -60,0 | -4856,2 | -0,350 | -0,391 |
| 027 | SLV A1 | Si | -0,1 | -1,4 | -20,4 | 180,0 | -5358,2 | -0,375 | -0,446 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 2804,1 | 0,072 | 2161,9 | 0,064 | -0,108 | -0,654 | -0,148 | 0,000 | 0,000 | -0,803 | 0,785 |
| 024/SLV A1 | 1 di 1 | 2121,3 | 0,141 | 1479,0 | 0,045 | -0,108 | -0,605 | -0,133 | 0,000 | 0,000 | -0,738 | 0,583 |
| 027/SLV A1 | 1 di 1 | 2265,2 | 0,010 | 1623,0 | 0,122 | -0,108 | -0,654 | -0,147 | 0,000 | 0,000 | -0,802 | 0,612 |

**ELEMENTO : TRAVE N° 47**

| Cmb | Tipologia | Sismica | Ecc. B | Ecc. L | S. Taglio B | S. Taglio L | S. Normale | T.T. min | T.T. max |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | | | cm | cm | daN | daN | daN | daN/cmq | daN/cmq |
| 012 | SLU STR | No | -0,2 | -2,8 | -264,5 | -147,2 | -7511,3 | -0,520 | -0,624 |
| 024 | SLV A1 | Si | -0,1 | 0,1 | -33,8 | -251,0 | -5064,5 | -0,361 | -0,388 |
| 027 | SLV A1 | Si | -0,2 | -0,8 | -234,5 | 40,1 | -5424,2 | -0,382 | -0,428 |

| Cmb | Strato Rot. | Ver. TB | S.T.B / TB | Ver. TL | S.T.L / TL | Sgm. Lt. | Qlim q | Qlim g | Qlim c | Qres T | QLIM | T.T. / QLIM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | n° | daN | | daN | | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | daN/cmq | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 012/SLU STR | 1 di 1 | 2893,3 | 0,091 | 2240,1 | 0,066 | -0,108 | -0,622 | -0,150 | 0,000 | 0,000 | -0,772 | 0,809 |
| 024/SLV A1 | 1 di 1 | 2191,9 | 0,017 | 1538,8 | 0,179 | -0,108 | -0,618 | -0,146 | 0,000 | 0,000 | -0,765 | 0,558 |
| 027/SLV A1 | 1 di 1 | 2295,0 | 0,112 | 1641,8 | 0,027 | -0,108 | -0,600 | -0,143 | 0,000 | 0,000 | -0,743 | 0,634 |