

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.
Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.
Il Direttore Tecnico: *Il Responsabile di Progetto*
Dott. Ing. Luca Bondanelli

Il Geologo:

N / A

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della provincia di Palermo n. 3581

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

N/A

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Macchine:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A. PIZZAROTTI

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

**Generale
Segnaletica
Generale**

Segnaletica Verticale - Portale a bandiera - Sbraccio 8.69 mt - Relazione di calcolo

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N PROGR. DOC.	REV.
	RAAA	1	E	I	GE	SE	00	G	RE	003	A
A	06/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				VINCI	NIGRELLI	MAZZOLI			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			

SOMMARIO

1	PREMESSE	3
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2.1	PROGETTO ESECUTIVO	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	7
5.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	7
6	INQUADRAMENTO SISMICO	8
7	ANALISI DEI CARICHI	9
7.1	AZIONI PERMANENTI	9
7.2	AZIONE DELLA TEMPERATURA	9
7.3	AZIONE DEL VENTO	9
7.3.1	PRESSIONE DEL VENTO	9
7.3.2	AZIONE TANGENTE DEL VENTO	10
7.4	AZIONE SISMICA	11
8	AZIONI SULLE STRUTTURE	11
9	MODELLO DI CALCOLO	12
10	DESCRIZIONE DEL SOFTWARE	14
10.1	DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD	14
10.2	SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI	14
10.3	VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO	15
10.4	VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN ACCIAIO	15
11	DATI DI INPUT	16
12	DATI DI MODELLAZIONE	30
13	VERIFICHE	34
13.1	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO	34
13.2	VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO	41
13.3	VERIFICHE NODI IN ACCIAIO	42
14	VERIFICHE GEOTECNICHE	44
14.1	TIPOLOGIA DI FONDAZIONE	44
14.2	MODELLO DI FONDAZIONE	44
14.3	VERIFICHE GEOTECNICHE	44
14.3.1	VERIFICA DI SCORRIMENTO	44
14.3.2	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE	45
14.3.3	INFLUENZA DEGLI STRATI SULLA CAPACITÀ PORTANTE	46
14.3.4	INFLUENZA DEL SISMA SULLA CAPACITÀ PORTANTE	46
14.3.5	VERIFICHE DELLE FONDAZIONI	47
14.3.6	VERIFICHE PLINTI SUPERFICIALI	47

1 PREMESSE

La seguente relazione di calcolo è inerente al progetto dei portali a bandiera per il sostegno della segnaletica stradale posti nell'intorno degli svincoli autostradali lungo il tratto compreso nel I Lotto funzionale del "Raccordo autostradale A15/A22 Corridoio plurimodale Tirreno-Brennero tra l'Autostrada della Cisa – Fontevivo (PR) e l'Autostrada del Brennero – Nogarole Rocca (VR).

Gli oggetti in esame sono previsti nell'ambito Progetto Esecutivo del "Raccordo autostradale Autostrada della Cisa A15 – Autostrada del Brennero A22 Fontevivo (PR) – Nogarole Rocca (VR)" – 1° Lotto da Fontevivo (PR) all'Autostazione "Trecasali - Terre Verdiane" ed opere accessorie.

L'installazione dei portali a bandiera in esame lungo la tratta, è rappresentata negli elaborati grafici parte integrante del presente progetto.

La struttura metallica del portale è realizzata mediante profili metallici zincati cavi a sezione quadrata o rettangolare, collegati tra di loro mediante bullonature o saldature:

- montante (altezza totale 6.36 m): scatolare di sezione $B \times H \times S = 500 \times 500 \times 12$ mm;
- traverso (lunghezza totale massima dello sbraccio pari a 10.03 m): scatolare di sezione costante $B \times H \times S = 500 \times 500 \times 10$ mm di lunghezza variabile in funzione delle dimensioni del cartello stradale;
- IPE80 verticali, a cui sono collegati i cartelli stradali.

Il portale a bandiera è collegato alla fondazione con piastra di base, 900x900x30 mm, e tirafondi, 12 M30.

La struttura di fondazione è costituita da un plinto in c.a. delle dimensioni in pianta di 2.90x7.90 m.

Le caratteristiche geometriche degli elementi costituenti il telaio del "Portale a bandiera", sono le seguenti:

- altezza montante: 6.36 m;
- lunghezza del traverso: 10.28 m;
- lunghezza sbraccio, misurata in asse al montante: 10.03 m;
- dimensioni max di riferimento del cartello: n. 1 cartelli A = 3.00 m e B = 3.00 m ;
- superficie esposta al vento max di calcolo: 9.00 mq.

I calcoli e le verifiche sono state condotte con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del "D.M. Min.LL.PP. 9 Gennaio 1996".

In particolare, per l'installazione di tale struttura, sono stati determinati i seguenti dati:

- caratteristiche fisico-meccaniche dei diversi orizzonti litotecnici interessati dalle fondazioni;
- azione del vento in funzione dell'altitudine sul livello del mare del sito ove è installata la struttura;
- azione sismica in funzione delle coordinate del sito, della classificazione sismica, del grado di sismicità e del periodo di riferimento.

Per quanto riguarda le caratteristiche del terreno di fondazione, si è fatto riferimento alla "Relazione di caratterizzazione geotecnica" (elaborato RAAA1ERGEXX01ORE0030).

Il dimensionamento effettuato può ritenersi valido anche per portali a bandiera di analoga tipologia ma con luce dello sbraccio e dimensione dei pannelli minori o uguali a quelli trattati in questa relazione di calcolo.

Le unità di misura adottate sono quelle del S.I. Alla presente relazione è allegata la tavola di progetto (elaborato RAAA1EIGESE00GPC0050), alla quale si rimanda per una analisi più completa e dettagliata delle caratteristiche dell'opera.

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati di riferimento per la compilazione della presente relazione:

2.1 PROGETTO ESECUTIVO

- RAAA1EIGESE00GRE0010 Segnaletica Generale – Relazione Tecnica
- RAAA1EIGESE00ORE0010 Relazione geologica
- RAAA1ERGEXX01ERE0030 Relazione di caratterizzazione geotecnica
- RAAA1ERGEXX01ERE0040 Relazione geotecnica opere all'aperto

3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione esecutiva strutturale dell'Opera è stata eseguita applicando la normativa tecnica utilizzata per la redazione del progetto definitivo, quindi in accordo alle seguenti normative ed utilizzando, in modo omogeneo nell'ambito di ciascuna opera, il metodo di calcolo detto "agli stati limite":

STRUTTURE

- Legge 5 novembre 1971 n. 1086 - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.
- D.M. Min.LL.PP. 09.01.1996 - Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circ. Min.LL.PP. 15.10.1996, n.252 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996.
- CNR - DT 207/2008 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni
- 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".
- CNR-UNI 10011/97 - Costruzioni in acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- CNR-UNI 10022/84 "Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo - Istruzioni per l'impiego".
- Eurocodice 2 / UNI ENV 1992-1-1 "Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici", come previsto dal D.A.N. (Documento di Applicazione Nazionale) riportato nel D.M. 09.01.96.
- Eurocodice 3 / UNI ENV 1993-1-1 "Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici" come previsto dal D.A.N. (Documento di Applicazione Nazionale) riportato nel D.M. 09.01.96.
- UNI EN 206-1:2001 "Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità".

CARICHI E SOVRACCARICHI

- D.M. Min.LL.PP. 16.01.1996 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- Circ. Min.LL.PP. 04.07.1996, n.156 - 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 decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

SISMICA

- Legge 2 febbraio 1974 n. 64 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- D.M. Min.LL.PP. 16 gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circ. Min.LL.PP. 10 aprile 1997, n.65 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16 gennaio 1996.
- O.P.C.M. 3274 20.03.2003 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- D.M. LL. PP. E INT. 19-06-84 - Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- D.M. LL. PP. 11-03-88 - 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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- Calcestruzzo magro per sottofondazioni di classe $R_{ck}=15N/mm^2$ con almeno 200kg/mc di cemento tipo CEM I-V;
- Calcestruzzo di classe $R_{ck}=35N/mm^2$ - classe di esposizione XC3-XF2 Rapporto $a/c=0.50$ - Lavorabilità S4 con cemento tipo CEM III-V;
- Acciai in reti e barre di aderenza migliorata per l'esecuzione delle opere in c.a. rispettivamente del tipo B450C e B450A controllato in stabilimento;
- Acciai per carpenterie metalliche laminati del tipo S355JO rispondenti alle norme UNI EN 10025-1/6;
- Acciai per carpenterie metalliche laminati in forma di profilati cavi del tipo S355JO rispondenti alle norme EN 10210-1 o EN 10219-1;
- Acciai per accessori metallici del tipo S275J2G3 rispondenti alle norme UNI EN 10025-1/6;
- Tirafondi costituiti da barre filettate in acciaio di caratteristiche di resistenza non inferiore alla classe 8.8 secondo UNI EN 898 parte I (riferimento UNI 5712) con dadi di classe 6s UNI EN 20898 parte II (riferimento UNI 5713);
- Rosette in acciaio C50 UNI EN 10083-2/UNI 5714 temprato e rinvenuto (HRC 32-40);
- Bulloni ad alta resistenza per le unioni acciaio-acciaio conformi per le caratteristiche dimensionali delle viti alle UNI EN 898-1 riferimento UNI 5712 e per quelle dei dadi alle UNI EN 20898-2 riferimento UNI 5713, appartenenti alla classe 8.8 e 6s della UNI 3740;
- Saldature manuali effettuate ad arco con elettrodi rivestiti E44 aventi caratteristiche di classe 2, 3, 4 secondo UNI 5132, per spessori inferiori a 30 mm e classe 4B per spessori superiori;
- Zincatura a caldo rispondente alle indicazioni delle norme UNI 5744.

I valori dei parametri caratteristici dei suddetti materiali sono riportati nei tabulati di calcolo, nella relativa sezione.

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Il calcolo della fondazione del portale a bandiera è stato effettuato considerando la struttura posizionata su rilevato in ampliamento.

In particolare, la struttura oggetto di calcolo ricade nel tratto iniziale in sponda sinistra del Fiume Taro, nel quale, al di sotto del suolo agrario e di eventuali livelli limosi spessi massimo 2.00m, si ha una netta prevalenza di depositi ghiaiosi 20-25 metri di origine alluvionale post-glaciale (Olocene). Essi sono costituiti da ghiaia prevalente in matrice sabbioso e/o limosa, talora con sabbia:

- G1_{sx}: ghiaie in matrice sabbiosa (banco compreso fra 0-25 m da p.c.)

La stratigrafia e i parametri caratteristici dei materiali utilizzati per il calcolo e le verifiche sono stati determinati facendo riferimento al "Profilo Geotecnico" (elaborati RAAA1ERGEXX01EPG0010-80), parte integrante del presente progetto; le opere in oggetto ricadano entro un territorio, nel tratto iniziale in sponda sinistra del Fiume Taro, caratterizzato dalla presenza della cosiddetta unità geotecnica "G1_{sx}", costituita da ghiaia prevalente in matrice sabbioso e/o limosa, talora con sabbia; di seguito se ne riportano le relative caratteristiche, rimandando alla consultazione della "Relazione di caratterizzazione geotecnica" (elaborato RAAA1ERGEXX01ERE0030) per i necessari approfondimenti.

G1_{sx}: ghiaie in matrice sabbiosa (banco compreso fra 0-25 m da p.c.)

Unità	eventuale discretizzazione nell'unità (con la profondità del banco)		Peso naturale di volume	c'	φ	Cu	E _s	E _{op}
	prof. da p.c.	prof. da p.c.						
	m	m						
G1 _{sx}	0	15	19.0÷20.5	0	40÷46 (41)	-	500÷850	50-85
	15	-->		0	38÷43 (40)	-	850÷1100	85-110

In merito alla definizione della quota di progetto della falda, in accordo al "Profilo Geotecnico" (elaborati RAAA1ERGEXX01EPG0010-80), si assume, ai fini delle verifiche strutturali, una quota di falda pari a 5.50 m dal p.c.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto sulla base delle indagini svolte, così come indicato nella "Relazione Geologica" (elaborato RAAA1EIGESE00ORE0010), il terreno in esame risulta ascrivibile alla **Categoria di sottosuolo di tipo C** – *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti.*

6 INQUADRAMENTO SISMICO

In base alla recente normativa antisismica (Ordinanza PCM 3519 del 28 Aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone". G.U. – 11 Maggio 2006 n.108), il territorio italiano è stato suddiviso in 4 zone sismiche con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto. In particolare, nell'allegato relativo ai "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone" si è proceduto alla riclassificazione sismica dei comuni italiani in funzione di fattori quali l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni e l'accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Sono state così definite quattro zone con fattori di rischio decrescente:

VALORI DELLE ACCELERAZIONI ORIZZONTALI		
Zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	> 0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Inoltre le zone 1, 2 e 3 sono suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli riportati in tabella e intervallati da valori non minore di 0.025 a_g .

In base alla nuova classificazione, l'intervento è ubicato in un'area inserita in **zona 3**.

7 ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del "D.M. Min.LL.PP. 16 Gennaio 1996" e della "Circ. Min.LL.PP. 10 Aprile 1997, n. 65/AA.GG.".

7.1 AZIONI PERMANENTI

Per la visione dei valori precisi del peso proprio di ogni singolo elemento beam con cui si è discretizzata la struttura si rimanda ai tabulati di input e output del programma di calcolo ricordando che il peso specifico dell'acciaio è stato assunto pari a:

$$\gamma = 78,50 \text{ kN/m}^3$$

Il peso permanente portato del cartello di segnaletica in alluminio viene implementato nel modello come massa non strutturale; il peso specifico dell'alluminio è stato assunto pari a $28,00 \text{ kN/m}^3$, lo spessore della lastra pari a 3 mm.

cartello di segnaletica portale a bandiera:

$$L = 3.00 \text{ m}$$

$$H = 3.00 \text{ m}$$

$$s = 0.003 \text{ m}$$

$$\text{p.p. cartello} = 0.76 \text{ kN}$$

$$\text{p.p. struttura di sostegno} = 2.4 \text{ kN}$$

7.2 AZIONE DELLA TEMPERATURA

Per le azioni termiche, come previsto dalla normativa, si è tenuto conto della componente ΔT_u pari a $\pm 25^\circ\text{C}$ (per strutture in acciaio esposte).

7.3 AZIONE DEL VENTO

7.3.1 PRESSIONE DEL VENTO

L'azione del vento viene calcolata in accordo alle prescrizioni previste nel "D.M. Min.LL.PP. 16 Gennaio 1996":

$$p = q_{\text{ref}} \times C_e \times C_p \times C_d$$

pressione del vento

con:

q_{ref} = pressione cinetica di riferimento;

C_e = coefficiente di esposizione;

C_p = coefficiente di forma o aerodinamico;

C_d = coefficiente dinamico.

Emilia Romagna: zona di vento II

$$v_{\text{ref}0} = 25 \text{ m/s}$$

$$a_0 = 750 \text{ m}$$

$$k_a = 0.024 \text{ 1/s}$$

$$v_{\text{ref}} = v_{\text{ref}0} = 25 \text{ m/s}$$

($a_s \leq a_0$): velocità base di riferimento

$$T_r = 100 \text{ anni}$$

periodo di ritorno

$$\alpha_r = 1.07$$

$$v_{\text{ref}}(T_r) = \alpha_r \times v_{\text{ref}} = 26.75 \text{ m/s}$$

velocità di riferimento di progetto

$$q_{\text{ref}} = 1/2 \times \rho \times v_{\text{ref}}^2(T_r) = 1/2 \times 1.25 \times 26.75^2 = 0.45 \text{ kN/m}^2$$

pressione cinetica di riferimento

classe di rugosità del terreno D
categoria di esposizione del sito II

$$k_r = 0.19$$

$$z_0 = 0.05 \text{ m}$$

$$z_{\min} = 4.00 \text{ m}$$

$$c_t = 1$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad z < z_{\min}$$

$$c_e(z) = k_r^2 \times c_t \times \ln(z/z_0) \times [7 + c_t \times \ln(z/z_0)] \quad z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z = 8.40 \text{ m}) = 2.24 \quad (\text{montante})$$

$$c_e(z = 12.80 \text{ m}) = 2.51 \quad (\text{cartello})$$

$$c_d = 1$$

Il coefficiente di forma c_p viene determinato in maniera specifica per il palo e per il cartello. A tal proposito si fa riferimento alla CNR_DT207/2008 "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni":

MONTANTE SCATOLARE

Si utilizza quanto riportato al punto G.10 della suddetta norma per "Strutture snelle e elementi strutturali allungati" per determinare il coefficiente di forza da considerare:

$$c_{fx} = 2,15$$

TARGA SEGNALETICA

Si utilizza quanto riportato al punto G.7 della suddetta norma per "Insegne e tabelloni" per determinare il coefficiente di forza da considerare:

$$c_f = 1,80$$

La pressione del vento risulta quindi pari a:

$$p_{\text{montante}} = 0.45 \times 2.24 \times 2.15 \times 1.00 \approx 2.17 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{\text{cartello}} = 0.45 \times 2.51 \times 1.8 \times 1.00 \approx 2.03 \text{ kN/m}^2$$

7.3.2 AZIONE TANGENTE DEL VENTO

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dalla seguente espressione:

$$p_f = q_{\text{ref}} \times c_e \times c_f \quad \text{azione tangente del vento}$$

con:

c_f = coefficiente di attrito

$$c_f = 0.01 \quad (\text{superficie liscia acciaio})$$

$$p_f = 0.45 \times 2.51 \times 0.01 = 0.011 \text{ kN/m}^2$$

Tale azione, considerata l'esiguità, può ritenersi trascurabile ai fini delle verifiche di stabilità della struttura.

7.4 AZIONE SISMICA

L'azione del sisma viene automaticamente calcolata dal programma di calcolo utilizzato per la verifica della struttura nelle tre direzioni principali (zona 3, grado di sismicità = 6).

8 AZIONI SULLE STRUTTURE

I calcoli e le verifiche sono condotte con il metodo semiprobabilistico degli stati limiti secondo le indicazioni del "D.M. Min.LL.PP. 16 Gennaio 1996".

Su tutti gli elementi strutturali è stato inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati ad essa).

Le azioni introdotte direttamente sono state combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni previste nel "D.M. Min.LL.PP. 16 Gennaio 1996"; da esse si sono ottenuti i valori probabilistici impiegati nelle verifiche.

Per le combinazioni di carico si rimanda al paragrafo di riferimento.

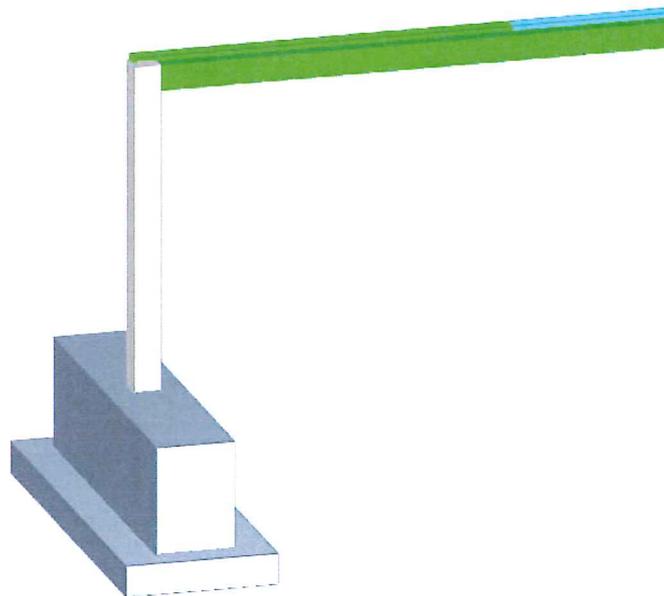
9 MODELLO DI CALCOLO

Il modello di calcolo assunto per la verifica della struttura è un modello ad elementi finiti. Gli elementi finiti modellano il montante e il traverso in acciaio (elementi frame per il modello).

I carichi (permanenti ed accidentali) sono stati assegnati agli elementi "frame", mentre il peso proprio degli elementi viene calcolato in automatico dal codice di calcolo.

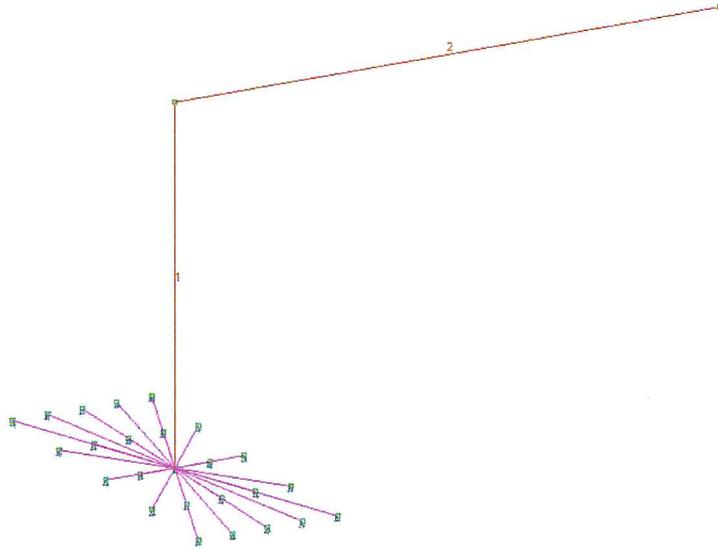
I cartelloni della segnaletica sono stati introdotti nel modello come carichi lineari applicati per una lunghezza corrispondente a quella effettiva lungo il frame del traverso.

Il vento è stato applicato al modello come carico distribuito sulla lunghezza degli elementi lineari, e come carico applicato linearmente sul traverso in corrispondenza della targa segnaletica. Il programma di calcolo utilizzato è il programma SISMICAD vers.12.3.

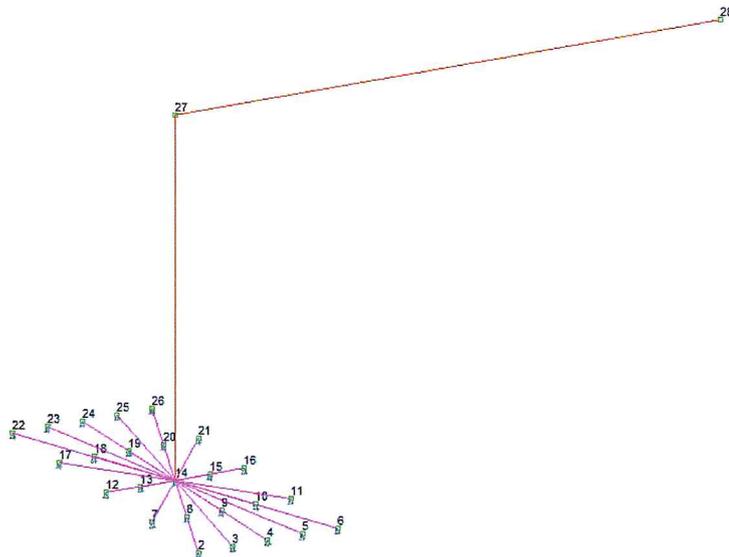


Modello agli elementi finiti con visualizzazione solida

Si riporta qui di seguito la rappresentazione grafica della discretizzazione operata con evidenziati i nodi e gli elementi:



Modello agli elementi finiti con indicata la numerazione degli elementi beams



Modello agli elementi finiti con indicata la numerazione dei nodi

10 DESCRIZIONE DEL SOFTWARE

10.1 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA SISMICAD

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre-processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

10.2 SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE E CRITERI DI CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidezza finita.

I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo coincidente con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio.

Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- Travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. È previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione.
- Le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito.
- Le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati.
- Le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale; in alternativa possono essere schematizzate attraverso un elemento finito parzialmente o non reagente alla trazione.
- I plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale.
- I pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla

spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti.

- I plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali.
- Le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale.

La deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio.

I disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali.

Alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche.

È prevista la gestione automatica di elementi non strutturali che assumono funzioni strutturali a seguito del sisma (tamponamenti riquadrati da telai schematizzati con puntoni diagonali equivalenti).

Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale controllando, in accordo alle varie normative adottate, la percentuale delle masse eccitate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale controllando, in accordo alle varie normative adottate, la percentuale delle masse eccitate. Le masse, nel caso di comportamento rigido sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

10.3 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN CEMENTO ARMATO

Nel caso più generale le verifiche degli elementi in c.a. possono essere condotte col metodo delle tensioni ammissibili (D.M. 14-1-92) o agli stati limite in accordo al D.M. 09-01-96, al D.M. 14-01-08 o secondo Eurocodice 2. Le travi sono progettate e verificate a flessione retta e taglio; a richiesta è possibile la verifica per le sei componenti della sollecitazione. I pilastri ed i pali sono verificati per le sei componenti della sollecitazione. Per gli elementi bidimensionali giacenti in un medesimo piano è disponibile la modalità di verifica che consente di analizzare lo stato di verifica nei singoli nodi degli elementi. Nelle verifiche (a presso flessione e punzonamento) è ammessa la introduzione dei momenti di calcolo modificati in base alle direttive dell'EC2, Appendice A.2.8. I plinti superficiali sono verificati assumendo lo schema statico di mensole con incastri posti a filo o in asse pilastro. Gli ancoraggi delle armature delle membrature in c.a. sono calcolati sulla base della effettiva tensione normale che ogni barra assume nella sezione di verifica distinguendo le zone di ancoraggio in zone di buona o cattiva aderenza. In particolare il programma valuta la tensione normale che ciascuna barra può assumere in una sezione sviluppando l'aderenza sulla superficie cilindrica posta a sinistra o a destra della sezione considerata; se in una sezione una barra assume per effetto dell'aderenza una tensione normale minore di quella ammissibile, il suo contributo all'area complessiva viene ridotto dal programma nel rapporto tra la tensione normale che la barra può assumere per effetto dell'aderenza e quella ammissibile. Le verifiche sono effettuate a partire dalle aree di acciaio equivalenti così calcolate che vengono evidenziate in relazione. A seguito di analisi inelastiche eseguite in accordo a OPCM 3431 o D.M. 14-01-08 vengono condotte verifiche di resistenza per i meccanismi fragili (nodi e taglio) e verifiche di deformabilità per i meccanismi duttili.

10.4 VERIFICHE DELLE MEMBRATURE IN ACCIAIO

Le verifiche delle membrature in acciaio (solo per utenti SismiCad acciaio) possono essere condotte secondo CNR 10011 (stato limite o tensioni ammissibili), CNR 10022, Eurocodice 3. Sono previste verifiche di resistenza e di instabilità. Queste ultime possono interessare superelementi cioè membrature composte di più aste. Le verifiche tengono conto, ovè richiesto, della distinzione delle condizioni di carico in normali o eccezionali (I e II) previste dalle normative adottate.

11 DATI DI INPUT

Materiali

Materiali c.a.

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
RCK300	300	312202	0.0025	0.1	141910.07	0.00001

Curve di materiali c.a.

Rck: Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/cm²]

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Curva: Curva caratteristica.

Reaz.traz.: Reagisce a trazione.

Comp.frag.: Ha comportamento fragile.

E.compr.: Modulo di elasticità a compressione. [daN/cm²]

Incr.compr.: Incrudimento di compressione. Il valore è adimensionale.

EpsEc: Epsilon elastico a compressione. Il valore è adimensionale.

EpsUc: Epsilon ultimo a compressione. Il valore è adimensionale.

E.traz.: Modulo di elasticità a trazione. [daN/cm²]

Incr.traz.: Incrudimento di trazione. Il valore è adimensionale.

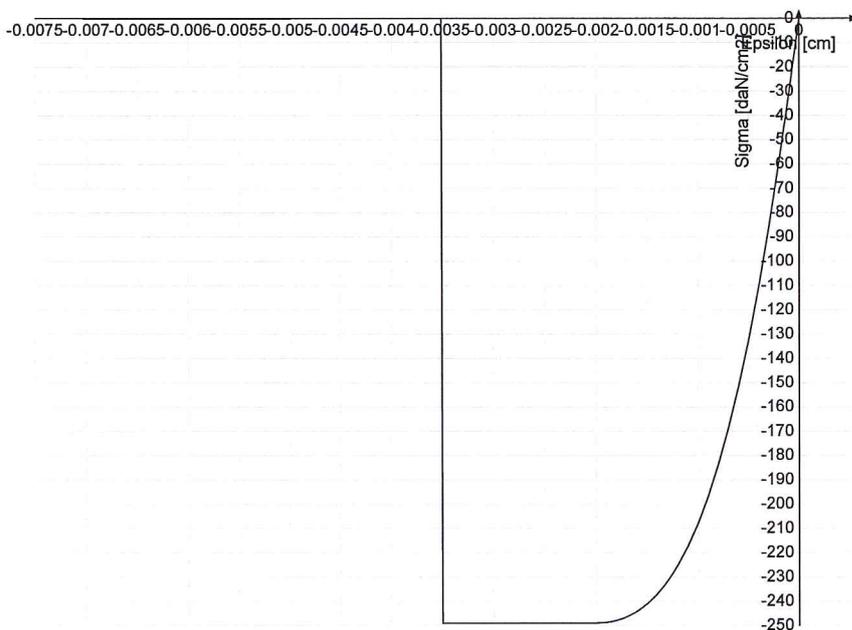
EpsEt: Epsilon elastico a trazione. Il valore è adimensionale.

EpsUt: Epsilon ultimo a trazione. Il valore è adimensionale.

Materiale: RCK300

Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
300	312202.16	0.0025	0.1	141910.07	0.00001

Curva									
Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
No	Si	312202.16	0.001	-0.002	-0.0035	312202.16	0.001	0.0000574	0.0000631



Armature

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

fyk: Resistenza caratteristica. [daN/cm²]

Sigma amm.: Tensione ammissibile. [daN/cm²]

Tipo: Tipo di barra.

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Livello di conoscenza: Indica se il materiale è nuovo o esistente, e in tal caso il livello di conoscenza secondo Circ. 02/02/09 n. 617 §C8A. Informazione impiegata solo in analisi D.M. 14-01-08 (N.T.C.).

Descrizione	fyk	Sigma amm.	Tipo	E	Gamma	Poisson	G	Alfa	Livello di conoscenza
FeB 44 k aderenza migliorata	4300	2550	Aderenza migliorata	2060000	0.00785	0.3	792307.69	0.000012	Nuovo

Acciai

Proprietà acciai base

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/cm²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [daN/cm³]

Poisson: Coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [daN/cm²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C⁻¹]

Descrizione	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
S275	2100000	0.00785	0.3	807692.31	0.000012
S355	2100000	0.00785	0.3	807692.31	0.000012

Proprietà acciai CNR 10011

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: Descrizione per norma.

fy(s<=40 mm): Resistenza di snervamento fy per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

fy(s>40 mm): Resistenza di snervamento fy per spessori >40 mm. [daN/cm²]

fu(s<=40 mm): Resistenza di rottura per trazione fu per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

fu(s>40 mm): Resistenza di rottura per trazione fu per spessori >40 mm. [daN/cm²]

Prosp. Omega: Prospetto per coefficienti Omega.

Sig.amm.(s<=40 mm): Sigma ammissibile per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

Sig.amm.(s>40 mm): Sigma ammissibile per spessori >40 mm. [daN/cm²]

fd(s<=40 mm): Resistenza di progetto fd per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

fd(s>40 mm): Resistenza di progetto fd per spessori >40 mm. [daN/cm²]

Descrizione	Tipo	fy(s<=40 mm)	fy(s>40 mm)	fu(s<=40 mm)	fu(s>40 mm)	Prosp. Omega	Sig.amm.(s<=40 mm)	Sig.amm.(s>40 mm)	fd(s<=40 mm)	fd(s>40 mm)
S275	FE430	2750	2550	4300	4100	III	1900	1700	2750	2500
S355	FE510	3550	3350	5100	4900	VI	2400	2100	3550	3150

Proprietà acciai CNR 10022

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: Descrizione per norma.

fy: Resistenza di snervamento fy. [daN/cm²]

fu: Resistenza di rottura fu. [daN/cm²]

fd: Resistenza di progetto fd. [daN/cm²]

Prospetto omega sag.fr.(s<3mm): Prospetto coeff. omega per spessori < 3 mm.

Prospetto omega sag.fr.(s>=3mm): Prospetto coeff. omega per spessori >= 3 mm.

Prospetti sig.crit. Eulero: Prospetti sigma critiche euleriane.

Descrizione	Tipo	fy	fu	fd	Prospetto omega sag.fr.(s<3mm)	Prospetto omega sag.fr.(s>=3mm)	Prospetti sig.crit. Eulero
S275	FE430	2750	4300	2750	d	e	l
S355	FE510	3550	5100	3550	f	g	l

Proprietà acciai EC3

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Tipo: Descrizione per norma.

fy(s<=40 mm): Resistenza di snervamento fy per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

fy(s>40 mm): Resistenza di snervamento fy per spessori >40 mm. [daN/cm²]

fu(s<=40 mm): Resistenza di rottura per trazione fu per spessori <=40 mm. [daN/cm²]

fu(s>40 mm): Resistenza di rottura per trazione fu per spessori >40 mm. [daN/cm²]

Descrizione	Tipo	fy(s<=40 mm)	fy(s>40 mm)	fu(s<=40 mm)	fu(s>40 mm)
S275	S275	2750	2550	4300	4100
S355	S355	3550	3350	5100	4700

Sezioni

Sezioni in acciaio

Profili singoli in acciaio

Tubi rettangolari



Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Curva Omega: Curva Omega

Sup.: Superficie bagnata per unità di lunghezza. [mm]

Area Tx FEM: Area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [mm²]

Area Ty FEM: Area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [mm²]
JxFEM: Momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [mm⁴]
JyFEM: Momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [mm⁴]
JtFEM: Momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [mm⁴]
h: Altezza del tubo. [mm]
b: Larghezza del tubo. [mm]
s: Spessore. [mm]
r: Raggio di curvatura. [mm]
Categoria: Categoria, basata sulla tecnologia costruttiva.

Descrizione	Curva Omega	Sup.	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	h	b	s	r	Categoria
UNI10219 500*500*10	A	3885.5	10000	10000	7.74E08	7.74E08	1.19E09	500	500	10	5	Sagomato a freddo conforme UNI 10219
UNI10219 500*500*12	A	3866	12000	12000	9.16E08	9.16E08	1.41E09	500	500	12	5	Sagomato a freddo conforme UNI 10219

Caratteristiche inerziali sezioni in acciaio

Caratteristiche inerziali principali sezioni in acciaio

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.
Xg: Coordinata X del baricentro. [cm]
Yg: Coordinata Y del baricentro. [cm]
Area: Area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [cm²]
Jx: Momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]
Jy: Momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]
Jxy: Momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [cm⁴]
Jm: Momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [cm⁴]
Jn: Momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [cm⁴]
Alfa X su M: Angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]
Jt: Momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma. [cm⁴]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	Alfa X su M	Jt
UNI10219 500*500*10	25	25	194.28	77412.65	77412.65	0	77412.65	77412.65	0	118668.53
UNI10219 500*500*12	25	25	231.97	91644.05	91644.05	0	91644.05	91644.05	0	140808.05

Caratteristiche inerziali momenti sezioni in acciaio

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.
ix: Raggio di inerzia relativo all'asse x. [cm]
iy: Raggio di inerzia relativo all'asse y. [cm]
im: Raggio di inerzia relativo all'asse principale m. [cm]
in: Raggio di inerzia relativo all'asse principale n. [cm]
Sx: Momento statico relativo all'asse x. [cm³]
Sy: Momento statico relativo all'asse y. [cm³]
Wx: Modulo di resistenza minimo relativo all'asse x. [cm³]
Wy: Modulo di resistenza minimo relativo all'asse y. [cm³]
Wm: Modulo di resistenza minimo relativo all'asse principale m. [cm³]
Wn: Modulo di resistenza minimo relativo all'asse principale n. [cm³]
Wplx: Momento plastico relativo all'asse x. [cm³]
Wply: Momento plastico relativo all'asse y. [cm³]

Descrizione	ix	iy	im	in	Sx	Sy	Wx	Wy	Wm	Wn	Wplx	Wply
UNI10219 500*500*10	19.96	19.96	19.96	19.96	1779.43	1779.43	3096.51	3096.51	3096.51	3096.51	3559.49	3559.49
UNI10219 500*500*12	19.88	19.88	19.88	19.88	2115.26	2115.26	3665.76	3665.76	3665.76	3665.76	4231.46	4231.46

Caratteristiche inerziali taglio sezioni in acciaio

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.
Atx: Area a taglio lungo x. [cm²]
Aty: Area a taglio lungo y. [cm²]

Descrizione	Atx	Aty
UNI10219 500*500*10	100	100
UNI10219 500*500*12	120	120

Fondazioni

Plinti superficiali con dado

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Bicchiera: Bicchiera incassata nella sommità del plinto.

H: Spessore del plinto. [cm]

Bx: Lunghezza della base del rettangolo del plinto. [cm]

By: Larghezza della base del rettangolo del plinto. [cm]

h: Altezza del dado soprastante il plinto superficiale. [cm]

bx: Lunghezza della base del rettangolo costituente il dado. [cm]

by: Larghezza della base del rettangolo costituente il dado. [cm]

Descrizione	Bicchiera	H	Bx	By	h	bx	by
Con dado 290*790*60		60	290	790	210	150	700

Funzioni

Vengono mostrate in forma tabellare le definizioni delle funzioni usate per gli spettri.

Funzione Spettro di risposta DM96

Indice	Tempo	Coefficiente moltiplicatore
1	0	1
2	0.8	1
3	0.82	0.984
4	0.84	0.968
5	0.86	0.953
6	0.88	0.939
7	0.9	0.925
8	0.95	0.892
9	1	0.862
10	1.1	0.809
11	1.2	0.763
12	1.3	0.723
13	1.4	0.689
14	1.5	0.658
15	1.6	0.63
16	1.7	0.605
17	1.8	0.582
18	1.9	0.562
19	2	0.543
20	2.2	0.51
21	2.4	0.481
22	2.6	0.456
23	2.8	0.434
24	3	0.414
25	4	0.342
26	5	0.295
27	6	0.261
28	7	0.235
29	8	0.215
30	9	0.199

Terreni

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Coesione: Coesione del terreno. [daN/cm²]

Coesione non drenata: Coesione non drenata (Cu) del terreno. [daN/cm²]

Attrito interno: Angolo di attrito interno del terreno. [deg]

Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno-cl. [deg]

Adesione: Coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cl. Il valore è adimensionale.

K0: Coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

Gamma naturale: Peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [daN/cm³]

Gamma saturo: Peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/cm³]

E: Modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/cm²]

Poisson: Coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson
GHIAIA	0	0	41	0	1	0.34	0.0019	0.0019	675	0.3

Dati di definizione

Preferenze commessa

Preferenze di analisi

Metodo di analisi	D.M. 16-01-96 dinamica modale	
Grado di sismicità	6	
Coefficiente di protezione sismica	1.4	
Coefficiente di fondazione	1	
Coefficiente di struttura	1.2	
Rotazione del sisma rispetto agli assi	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[cm]
Coefficiente per il controllo degli spostamenti di interpiano	0.002	
Tipo di spettro	Spettro di risposta	
Spettro	Spettro di risposta DM96	
Numero frequenze	6	
Metodo di Ritz	non applicato	
Metodo combinazione	CQC	
Tipo struttura	Edificio non in muratura	
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3	
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3	
Coefficiente di sicurezza portanza pali	2.5	

Preferenze di verifica

Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	stati limite in D.M.9-01-96
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in stato limite
Legno	Preferenze di verifica legno DM96 SL
Pannelli in gessofibra	Preferenze di verifica pannelli gessofibra
	Stati limite DM 09-01-96

Psi

Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
Gamma s (fattore di sicurezza parziale per l'acciaio)	1.15
Gamma c (fattore di sicurezza parziale per il calcestruzzo)	1.6
Limite σ_{mac}/f_{ck} in combinazione rara	0.6
Limite σ_{mac}/f_{ck} in combinazione quasi permanente	0.45
Limite σ_{maf}/f_{yk} in combinazione rara	0.7
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7

Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	80	[cm]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	80	[cm]
Tipo di mesh dei gusci (default)	Quadrilateri o triangoli	
Tipo di mesh imposta ai gusci	Specifico dell'elemento	
Metodo P-Delta	non utilizzato	
Analisi buckling	non utilizzata	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci muratura verticali	0.2	
Rapporto spessore flessionale/membranale gusci di pareti in legno	1	
Moltiplicatore rigidità connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]

Tolleranza di unicità punti	10	[cm]
Tolleranza generazione nodi di aste	1	[cm]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	4	[cm]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	100	[cm]
Considera deformazione a taglio delle piastre	No	
Modello elastico pareti in muratura	Gusci	
Concentra masse pareti nei vertici	No	
Segno risultati analisi spettrale	Analisi statica	
Memoria utilizzabile dal solutore	8000000	
Metodo di risoluzione della matrice	Matrici sparse	
Scrivi commenti nel file di input	No	
Scrivi file di output in formato testo	No	
Solidi colle e corpi ruvidi (default)	Solidi reali	
Moltiplicatore rigidezza molla torsionale applicata ad aste di fondazione	1	
Modello trave su suolo alla Winkler nel caso di modellazione lineare	Equilibrio elastico	

Moltiplicatori inerziali

Tipologia: Tipo di entità a cui si riferiscono i moltiplicatori inerziali.

J2: Moltiplicatore inerziale di J2. Il valore è adimensionale.

J3: Moltiplicatore inerziale di J3. Il valore è adimensionale.

Jt: Moltiplicatore inerziale di Jt. Il valore è adimensionale.

A: Moltiplicatore dell'area della sezione. Il valore è adimensionale.

A2: Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 2. Il valore è adimensionale.

A3: Moltiplicatore dell'area a taglio in direzione 3. Il valore è adimensionale.

Conci rigidi: Fattore di riduzione dei tronchi rigidi. Il valore è adimensionale.

Tipologia	J2	J3	Jt	A	A2	A3	Conci rigidi
Trave C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	0.5
Palo	1	1	0.01	1	1	1	0
Trave in legno	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in legno	1	1	1	1	1	1	1
Trave in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Colonna in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Trave di reticolare in acciaio	1	1	1	1	1	1	1
Maschio in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di accoppiamento in muratura	0	1	0	1	1	1	1
Trave di scala C.A. nervata	1	1	1	1	1	1	0.5
Trave tralicciata	1	1	0.01	1	1	1	0.5

Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.00001
Numero massimo iterazioni	50

Preferenze di analisi carichi superficiali

Detrazione peso proprio solai nelle zone di sovrapposizione	non applicata
Metodo di ripartizione	a zone d'influenza
Percentuale carico calcolato a trave continua	0
Esegui smoothing diagrammi di carico	applicata
Tolleranza smoothing altezza trapezi	0.001 [daN/cm]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.001 [daN/cm]

Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	no	
Fondazioni bloccate orizzontalmente	no	
Considera peso sismico delle fondazioni	no	
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no	
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	5 [daN/cm ³]	
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5	
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	1 [daN/cm ²]	
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	1 [daN/cm ²]	
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic	
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Terzaghi	
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	riporto_1	
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	200	[cm]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1	
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1	
K punta palo (default)	4 [daN/cm ³]	
Pressione limite punta palo (default)	10 [daN/cm ²]	
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	23 [daN/cm ²]	
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	si	
Spessore massimo strato	100	[cm]
Profondità massima	3000	[cm]
Cedimento assoluto ammissibile	5	[cm]
Cedimento differenziale ammissibile	5	[cm]
Cedimento relativo ammissibile	5	[cm]
Rapporto di inflessione F/L ammissibile	0.003333	
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]
Rotazione assoluta ammissibile	0.191	[deg]
Distorsione positiva ammissibile	0.191	[deg]
Distorsione negativa ammissibile	0.095	[deg]
Considera fondazioni compensate	no	
Coefficiente di riduzione della a Max attesa	0.3	
Condizione per la valutazione della spinta su pareti	Lungo termine	
Considera l'azione sismica del terreno anche su pareti sotto lo zero sismico	no	
Calcola cedimenti teorici pali	no	
Considera accorciamento del palo	si	
Distanza influenza cedimento palo	1000	[cm]
Distribuzione attrito laterale	Attrito laterale uniforme	
Ripartizione del carico	Ripartizione come da modello FEM	
Scelta terreno laterale	Media pesata degli strati coinvolti	
Scelta terreno punta	Media pesata degli strati coinvolti	
Cedimento assoluto ammissibile	5	[cm]
Cedimento medio ammissibile	5	[cm]
Cedimento differenziale ammissibile	5	[cm]
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]

Preferenze progetto acciaio

Default Beta X/m cerniera-cerniera	1
Default Beta Y/n cerniera-cerniera	1
Default Beta X/m cerniera-incastro	0.8
Default Beta Y/n cerniera-incastro	0.8
Default Beta X/m incastro-incastro	0.7
Default Beta Y/n incastro-incastro	0.7
Default Beta X/m incastro-libero	2
Default Beta Y/n incastro-libero	2

Default luce su freccia per travi	400
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00667
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002
Rapporto di sottoutilizzo	0.8
Modalità di utilizzo del nomogramma	nodi fissi
Valutazione delle frecce nelle mensole considerando spostamento relativo tra nodo iniziale e nodo finale	si

Azioni e carichi

Condizioni elementari di carico

Descrizione: Nome assegnato alla condizione elementare.

Nome breve: Nome breve assegnato alla condizione elementare.

I/II: Descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

Durata: Descrive la durata della condizione (necessario per strutture in legno).

Psi0: Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

Psi1: Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

Psi2: Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

Var.segno: Descrive se la condizione elementare ha la possibilità di variare di segno.

Descrizione	Nome breve	I/II	Durata	Psi0	Psi1	Psi2	Var.segno
Permanenti	Pem.		Permanente	0	0	0	
Vento	Vento	I	Media	0.7	0.2	0	
Delta T	Dt	II	Media	0.6	0.5	0	Si
Sisma X	Sis X			0	0	0	
Sisma Y	Sis Y			0	0	0	
Sisma Z	Sis Z			0	0	0	
Terreno sisma X	Tr sis X			0	0	0	
Terreno sisma Y	Tr sis Y			0	0	0	
Terreno sisma Z	Tr sis Z			0	0	0	

Combinazioni di carico

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia Limite ultimo

Il nome compatto della famiglia è LU.

Nome	Nome breve	Perm.	Vento	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z	Tr sis X	Tr sis Y	Tr sis Z
1	LU 1	1	0	-1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0
2	LU 2	1	0	-1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
3	LU 3	1	0	-1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
4	LU 4	1	0	-1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
5	LU 5	1	0	0	-1.5	0	0	-1.5	0	0
6	LU 6	1	0	0	0	-1.5	0	0	-1.5	0
7	LU 7	1	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0
8	LU 8	1	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0
9	LU 9	1	0	1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0
10	LU 10	1	0	1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
11	LU 11	1	0	1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
12	LU 12	1	0	1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
13	LU 13	1	1.05	-1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0
14	LU 14	1	1.05	-1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
15	LU 15	1	1.05	-1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
16	LU 16	1	1.05	-1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
17	LU 17	1	1.05	1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0
18	LU 18	1	1.05	1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
19	LU 19	1	1.05	1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
20	LU 20	1	1.05	1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
21	LU 21	1	1.5	-0.9	-1.5	0	0	-1.5	0	0
22	LU 22	1	1.5	-0.9	0	-1.5	0	0	-1.5	0
23	LU 23	1	1.5	-0.9	0	1.5	0	0	1.5	0
24	LU 24	1	1.5	-0.9	1.5	0	0	1.5	0	0
25	LU 25	1	1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0	0
26	LU 26	1	1.5	0	0	-1.5	0	0	-1.5	0
27	LU 27	1	1.5	0	0	1.5	0	0	1.5	0
28	LU 28	1	1.5	0	1.5	0	0	1.5	0	0
29	LU 29	1	1.5	0.9	-1.5	0	0	-1.5	0	0
30	LU 30	1	1.5	0.9	0	-1.5	0	0	-1.5	0
31	LU 31	1	1.5	0.9	0	1.5	0	0	1.5	0
32	LU 32	1	1.5	0.9	1.5	0	0	1.5	0	0
33	LU 33	1.4	0	-1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0

Nome	Nome breve	Perm.	Vento	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z	Tr sis X	Tr sis Y	Tr sis Z
34	LU 34	1.4	0	-1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
35	LU 35	1.4	0	-1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
36	LU 36	1.4	0	-1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
37	LU 37	1.4	0	0	-1.5	0	0	-1.5	0	0
38	LU 38	1.4	0	0	0	-1.5	0	0	-1.5	0
39	LU 39	1.4	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0
40	LU 40	1.4	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0
41	LU 41	1.4	0	1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0
42	LU 42	1.4	0	1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
43	LU 43	1.4	0	1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
44	LU 44	1.4	0	1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
45	LU 45	1.4	1.05	-1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0
46	LU 46	1.4	1.05	-1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
47	LU 47	1.4	1.05	-1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
48	LU 48	1.4	1.05	-1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
49	LU 49	1.4	1.05	1.5	-1.5	0	0	-1.5	0	0
50	LU 50	1.4	1.05	1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0
51	LU 51	1.4	1.05	1.5	0	1.5	0	0	1.5	0
52	LU 52	1.4	1.05	1.5	1.5	0	0	1.5	0	0
53	LU 53	1.4	1.5	-0.9	-1.5	0	0	-1.5	0	0
54	LU 54	1.4	1.5	-0.9	0	-1.5	0	0	-1.5	0
55	LU 55	1.4	1.5	-0.9	0	1.5	0	0	1.5	0
56	LU 56	1.4	1.5	-0.9	1.5	0	0	1.5	0	0
57	LU 57	1.4	1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	0	0
58	LU 58	1.4	1.5	0	0	-1.5	0	0	-1.5	0
59	LU 59	1.4	1.5	0	0	1.5	0	0	1.5	0
60	LU 60	1.4	1.5	0	1.5	0	0	1.5	0	0
61	LU 61	1.4	1.5	0.9	-1.5	0	0	-1.5	0	0
62	LU 62	1.4	1.5	0.9	0	-1.5	0	0	-1.5	0
63	LU 63	1.4	1.5	0.9	0	1.5	0	0	1.5	0
64	LU 64	1.4	1.5	0.9	1.5	0	0	1.5	0	0

Famiglia Esercizio rara

Il nome compatto della famiglia è RA.

Nome	Nome breve	Perm.	Vento	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z	Tr sis X	Tr sis Y	Tr sis Z
1	RA 1	1	0	-1	0	0	0	0	0	0
2	RA 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	RA 3	1	0	1	0	0	0	0	0	0
4	RA 4	1	0.7	-1	0	0	0	0	0	0
5	RA 5	1	0.7	1	0	0	0	0	0	0
6	RA 6	1	1	-0.6	0	0	0	0	0	0
7	RA 7	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	RA 8	1	1	0.6	0	0	0	0	0	0

Famiglia Esercizio frequente

Il nome compatto della famiglia è FR.

Nome	Nome breve	Perm.	Vento	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z	Tr sis X	Tr sis Y	Tr sis Z
1	FR 1	1	0	-0.5	0	0	0	0	0	0
2	FR 2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
3	FR 3	1	0	0.5	0	0	0	0	0	0
4	FR 4	1	0.2	0	0	0	0	0	0	0

Famiglia Esercizio quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è QP.

Nome	Nome breve	Perm.	Vento	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z	Tr sis X	Tr sis Y	Tr sis Z
1	QP 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Famiglia Pressioni sul terreno

Il nome compatto della famiglia è PT.

Nome	Nome breve	Perm.	Vento	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z	Tr sis X	Tr sis Y	Tr sis Z
1	PT 1	1	0	-1	-1	0	0	-1	0	0
2	PT 2	1	0	-1	0	-1	0	0	-1	0
3	PT 3	1	0	-1	0	1	0	0	1	0
4	PT 4	1	0	-1	1	0	0	1	0	0
5	PT 5	1	0	0	-1	0	0	-1	0	0
6	PT 6	1	0	0	0	-1	0	0	-1	0
7	PT 7	1	0	0	0	1	0	0	1	0
8	PT 8	1	0	0	1	0	0	1	0	0
9	PT 9	1	0	1	-1	0	0	-1	0	0
10	PT 10	1	0	1	0	-1	0	0	-1	0
11	PT 11	1	0	1	0	1	0	0	1	0
12	PT 12	1	0	1	1	0	0	1	0	0
13	PT 13	1	1	-1	-1	0	0	-1	0	0
14	PT 14	1	1	-1	0	-1	0	0	-1	0
15	PT 15	1	1	-1	0	1	0	0	1	0
16	PT 16	1	1	-1	1	0	0	1	0	0
17	PT 17	1	1	0	-1	0	0	-1	0	0
18	PT 18	1	1	0	0	-1	0	0	-1	0
19	PT 19	1	1	0	0	1	0	0	1	0

Nome	Nome breve	Perm.	Vento	Dt	Sis X	Sis Y	Sis Z	Tr sis X	Tr sis Y	Tr sis Z
20	PT 20	1	1	0	1	0	0	1	0	0
21	PT 21	1	1	1	-1	0	0	-1	0	0
22	PT 22	1	1	1	0	-1	0	0	-1	0
23	PT 23	1	1	1	0	1	0	0	1	0
24	PT 24	1	1	1	1	0	0	1	0	0

Definizioni di carichi lineari

Nome: Nome identificativo della definizione di carico.

Valori: Valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: Condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: Nome assegnato alla condizione elementare.

Fx i.: Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fx f.: Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione X. [daN/cm]

Fy i.: Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fy f.: Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Y. [daN/cm]

Fz i.: Valore iniziale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Fz f.: Valore finale della forza, per unità di lunghezza, agente in direzione Z. [daN/cm]

Mx i.: Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

Mx f.: Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse X. [daN]

My i.: Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

My f.: Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Y. [daN]

Mz i.: Valore iniziale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

Mz f.: Valore finale della coppia, per unità di lunghezza, agente attorno l'asse Z. [daN]

s: Coefficiente sismico associato. Il valore è adimensionale.

Nome	Valori													
	Condizione	Fx i.	Fx f.	Fy i.	Fy f.	Fz i.	Fz f.	Mx i.	Mx f.	My i.	My f.	Mz i.	Mz f.	s
vento_y	Permanenti	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Vento	0	0	1.1	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
cartello	Permanenti	0	0	0	0	-1.2	-1.2	0	0	0	0	0	0	1
	Vento	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5

Definizioni di carichi termici

Nome: Nome identificativo della definizione di carico.

Valore: Valore numerico. [°C]

Nome	Valore
acciaio_esposte	25

Quote

Livelli

Descrizione breve: Nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: Nome assegnato al livello.

Quota: Quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [cm]

Spessore: Spessore del livello. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0
L2	qta 1	636	0

Tronchi

Descrizione breve: Nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: Nome assegnato al tronco.

Quota 1: Riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Quota 2: Riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - qta 2	Fondazione	qta 1

Sondaggi del sito

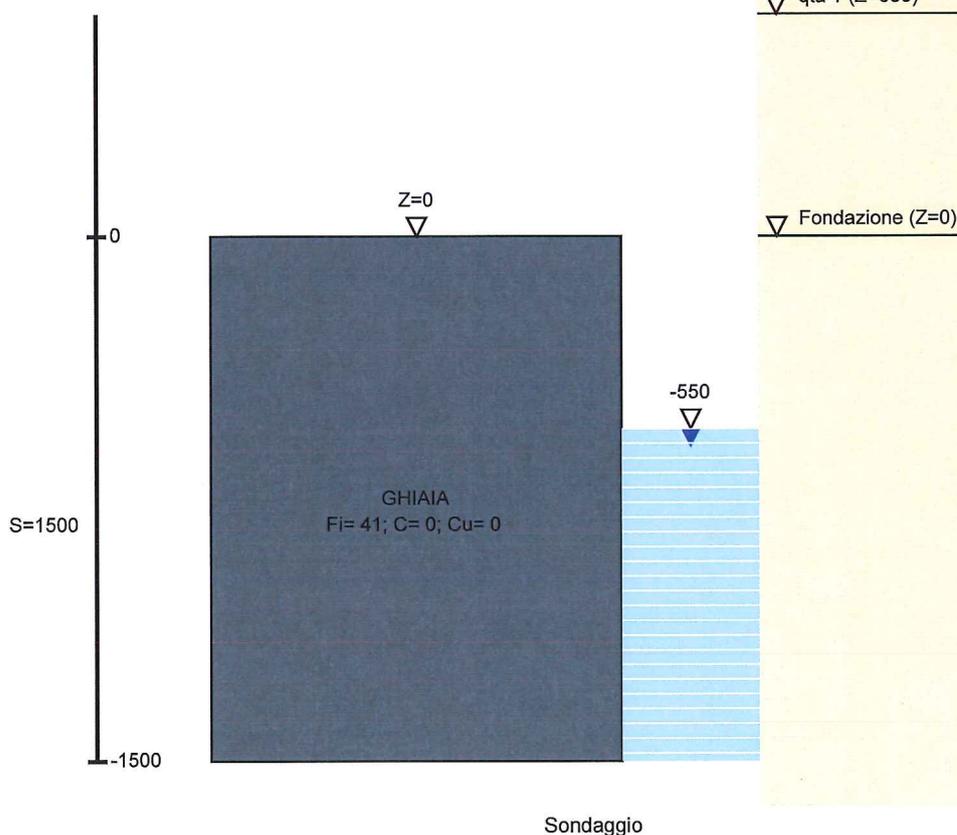
Vengono elencati in modo sintetico tutti i sondaggi risultanti dalle verticali di indagine condotte in sito, con l'indicazione dei terreni incontrati, degli spessori e dell'eventuale falda acquifera.

Nome attribuito al sondaggio: Sondaggio

Coordinate planimetriche del sondaggio nel sistema globale scelto: 0, 0

Quota della sommità del sondaggio (P.C.) nel sistema globale scelto: 0

I valori sono espressi in cm



Stratigrafie:

Terreno: Terreno mediamente uniforme presente nello strato.

Sp.,i: Spessore dello strato. [cm]

Kor,i: Coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Kor,s: Coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Kve,i: Coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Kve,s: Coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/cm³]

Eel,s: Modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

Eel,i: Modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

Eed,s: Modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

Eed,i: Modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/cm²]

CC,s: Coefficiente di compressione vergine CC al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

CC,i: Coefficiente di compressione vergine CC al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

CR,s: Coefficiente di ricomprensione CR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

CR,i: Coefficiente di ricomprensione CR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 0 per non calcolarli. Il valore è adimensionale.

adimensionale.

E0,s: Indice dei vuoti E0 al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

E0,i: Indice dei vuoti E0 al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione. Il valore è adimensionale.

OCR,s: Indice di sovraconsolidazione OCR al livello superiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

OCR,i: Indice di sovraconsolidazione OCR al livello inferiore per calcolo cedimenti di consolidazione; 1 per terreno NC. Il valore è adimensionale.

Terreno	Sp.	Kor,i	Kor,s	Kve,i	Kve,s	Eel,s	Eel,i	Eed,s	Eed,i	CC,s	CC,i	CR,s	CR,i	E0,s	E0,i	OCR,s	OCR,i
GHIAIA	1500	2.5	2.5	5	5	675	675	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Falde:

Profondità: Profondità della superficie superiore della falda dalla quota del punto di riferimento. [cm]

Carico piezometrico: Carico piezometrico rispetto alla superficie superiore, 0 per falde freatiche. [cm]

Spessore: Spessore dell'acquifero.

Profondità	Carico piezometrico	Spessore
550	0	Fino in fondo

Elementi di input

Travi in acciaio

Travi in acciaio di piano

Sezione: Sezione in acciaio.

P.i.: Posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. S=Sinistra, C=Centro, D=Destra

Liv.: Quota del punto di inserimento iniziale. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Punto i.: Punto di inserimento iniziale.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Punto f.: Punto di inserimento finale.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Estr.: Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [cm]

Mat.: Riferimento ad una definizione di materiale in acciaio.

Car.lin.: Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

DeltaT: Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

C.i.: Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

P.lin.: Peso per unità di lunghezza. [daN/cm]

Cal.: Descrizione sintetica dell'eventuale calastrello della sezione accoppiata o composita.

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Cal.
			X	Y	X	Y										
UNI10219 500*500*10	C	L2	-25	0	1003	0	0	S355	Nessuno; G	acciaio_esposte	0	No	No	No	1.53	

Colonne in acciaio

Tr.: Riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

Sezione: Sezione in acciaio.

P.i.: Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione. SS=Sinistra-sotto, SC=Sinistra-centro, SA=Sinistra-alto, CS=Centro-sotto, CC=Centro-centro, CA=Centro-alto, DS=Destra-sotto, DC=Destra-centro, DA=Destra-alto

Punto: Posizione del punto di inserimento rispetto alla geometria della sezione.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Ang.: Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Mat.: Riferimento ad una definizione di materiale in acciaio.

Car.lin.: Riferimento alla definizione di un carico lineare.L: valori del carico espressi nel sistema locale dell'elemento.G: valori del carico espressi nel sistema globale.

DeltaT: Riferimento alla definizione di una variazione termica. Accetta anche il valore "Nessuno".

Sovr.: Aliquota di sovrarresistenza da assicurare in verifica.

S.Z: Indica se l'elemento deve essere verificato considerando il sisma verticale.

C.i.: Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

C.f.: Svincolo o cerniera da applicare al relativo estremo dell'asta nel modello.

Cal.: Descrizione sintetica dell'eventuale calastrello della sezione accoppiata o composita.

Tr.	Sezione	P.I.	Punto		Ang.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	Cal.
			X	Y									
T1	UNI10219 500*500*12	CC	0	0	0	S355	vento_y; G	acciaio_esposte	0	No	No	No	

Plinti superficiali

Fondazioni di plinti superficiali

Descrizione breve: Descrizione breve usata nelle tabelle dei capitoli di plinti superficiali.

Stratigrafia: Stratigrafia del terreno nel punto medio in pianta dell'elemento.

Sondaggio: È possibile indicare esplicitamente un sondaggio definito nelle preferenze oppure richiedere di estrapolare il sondaggio dalla definizione del sito espressa nelle preferenze.

Estradosso: Distanza dalla quota superiore del sondaggio misurata in verticale con verso positivo verso l'alto. [cm]

Deformazione volumetrica: Valore della deformazione volumetrica impiegato nel calcolo della pressione limite a rottura con la formula di Vesic. Il valore è adimensionale. Accetta anche il valore di default espresso nelle preferenze.

K verticale: Coefficiente di sottofondo verticale del letto di molle. [daN/cm³]

Limite compressione: Pressione limite di plasticizzazione a compressione del letto di molle. [daN/cm²]

Limite trazione: Pressione limite di plasticizzazione a trazione del letto di molle. [daN/cm²]

Descrizione breve	Stratigrafia			K verticale	Limite compressione	Limite trazione
	Sondaggio	Estradosso	Deformazione volumetrica			
FP1	Sondaggio	0		Da Stratigrafia (2.079)	Da Stratigrafia (0)	Da Stratigrafia (0)

Plinti superficiali di piano

Plinto: Riferimento ad una definizione di plinto superficiale.

Liv.: Quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [cm]

Punto: Punto di inserimento.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Estr.: Distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [cm]

Ang.: Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

Mat.: Riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

Fond.: Riferimento alla fondazione sottostante l'elemento.

Plinto	Liv.	Punto		Estr.	Ang.	Mat.	Fond.
		X	Y				
Con dado 290*790*60	L1	0	0	0	0	C25/30	FP1

12 DATI DI MODELLAZIONE

Nodi modello

Nodi di definizione del modello

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Posizione: Coordinate del nodo.

X: Coordinata X. [cm]

Y: Coordinata Y. [cm]

Z: Coordinata Z. [cm]

Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione		
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
2	-124	-324	0	3	-62	-324	0	4	0	-324	0	5	62	-324	0
6	124	-324	0	7	-124	-162	0	8	-62	-162	0	9	0	-162	0
10	62	-162	0	11	124	-162	0	12	-124	0	0	13	-62	0	0
14	0	0	0	15	62	0	0	16	124	0	0	17	-124	162	0
18	-62	162	0	19	0	162	0	20	62	162	0	21	124	162	0
22	-124	324	0	23	-62	324	0	24	0	324	0	25	62	324	0
26	124	324	0	27	0	0	636	28	1003	0	636				

Carichi concentrati

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Nodo: Nodo su cui agisce il carico.

Condizione: Condizione elementare mappata nella quale agisce il carico.

Fx: Componente della forza lungo l'asse X. [daN]

Fy: Componente della forza lungo l'asse Y. [daN]

Fz: Componente della forza lungo l'asse Z. [daN]

Mx: Componente del momento attorno all'asse X. [daN*cm]

My: Componente del momento attorno all'asse Y. [daN*cm]

Mz: Componente del momento attorno all'asse Z. [daN*cm]

Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
1	14	Permanenti	0	0	-89490	0	0	0	2	27	Sisma X	92.2	0	0	0	0	0
3	27	Sisma Y	0	92.2	0	0	0	0	4	28	Sisma X	73.7	0	0	0	0	0
5	28	Sisma Y	0	73.7	0	0	0	0									

Carichi concentrati sismici

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Nodo: Nodo su cui agisce il carico.

Condizione: Condizione elementare mappata nella quale agisce il carico.

Fx: Componente della forza lungo l'asse X. [daN]

Fy: Componente della forza lungo l'asse Y. [daN]

Fz: Componente della forza lungo l'asse Z. [daN]

Mz: Componente del momento attorno all'asse Z. [daN*cm]

Peso: Peso sismico. [daN]

Gamma: Coefficiente gamma. Il valore è adimensionale.

Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mz	Peso	Gamma	Indice	Nodo	Condizione	Fx	Fy	Fz	Mz	Peso	Gamma
2	27	Sisma X	92.2	0	0	0	1.4E3	1	3	27	Sisma Y	0	92.2	0	0	1.4E3	1
4	28	Sisma X	73.7	0	0	0	1.1E3	1	5	28	Sisma Y	0	73.7	0	0	1.1E3	1

Aste

Carichi su aste modello

Carichi trapezoidali locali su aste modello

Indice asta: Indice dell'asta a cui si riferisce il carico trapezoidale.

Condizione: Condizione elementare di carico a cui si riferisce il carico.

Posizione iniziale: Posizione iniziale del carico sull'asse locale 1. [cm]

F1 iniziale: Componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/cm]

F2 iniziale: Componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/cm]

F3 iniziale: Componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/cm]

Posizione finale: Posizione finale del carico sull'asse locale 1. [cm]

F1 finale: Componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/cm]

F2 finale: Componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/cm]

F3 finale: Componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/cm]

Indice asta	Condizione	Posizione iniziale	F1 iniziale	F2 iniziale	F3 iniziale	Posizione finale	F1 finale	F2 finale	F3 finale
1	Vento	0	0	1.1	0	636	0	1.1	0
2	Vento	0	0	0	-1.1	703	0	0	-1.1
2	Permanenti	703	0	-1.2	0	1003	0	-1.2	0
2	Vento	703	0	0	-6	1003	0	0	-6

Caratteristiche meccaniche aste

I seguenti dati si riferiscono alle caratteristiche meccaniche delle aste utilizzate dal solutore ad elementi finiti. Normalmente differiscono dalle caratteristiche inerziali delle sezioni definite nel database. Tengono conto dei moltiplicatori inerziali espressi nelle preferenze FEM e di indicazioni tratte dalla bibliografia (SAP 90 Volume I Figura X-8; Belluzzi Vol. 1).

I.: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Area: Area della sezione trasversale. [cm²]

Area 2: Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 2. [cm²]

Area 3: Area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 3. [cm²]

In.2: Momento d'inerzia attorno all'asse locale 2. [cm⁴]

In.3: Momento d'inerzia attorno all'asse locale 3. [cm⁴]

In.tors.: Momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di torsione. [cm⁴]

E: Modulo di elasticità longitudinale. [daN/cm²]

G: Modulo di elasticità tangenziale. [daN/cm²]

Alfa: Coefficiente di dilatazione termica longitudinale. [°C⁻¹]

P.unit.: Peso per unità di lunghezza dell'elemento. [daN/cm]

S.fibre: Caratteristiche della sezione a fibre

Sez.corr.: Sezione degli elementi correlati.

Desc.: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Mat.corr.: Materiale degli elementi correlati.

Desc.: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

I.	Area	Area 2	Area 3	In.2	In.3	In.tors.	E	G	Alfa	P.unit.	S.fibre	Sez.corr.	Mat.corr.
												Desc.	Desc.
1	232	120	120	91644	91644	140808	2100000	807692	0.000012	1.821		UNI10219 500*500*12	S355
2	194	100	100	77413	77413	118669	2100000	807692	0.000012	1.525		UNI10219 500*500*10	S355

Definizioni aste

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Nodo I: Nodo iniziale.

Nodo J: Nodo finale.

Nodo K: Nodo che definisce l'asse locale 2.

Sezione: Caratteristiche inerziali-meccaniche della sezione.

Indice: Numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione Indice	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione Indice
1	14	27	30	1	2	27	28	31	2

Masse aggregate

Nodo: Nodo in cui si considera l'aggregazione delle masse.

Ind.: Indice del nodo.

Massa X: Massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [daN/(cm/s²)]

Massa Y: Massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [daN/(cm/s²)]

Massa Z: Massa per la componente di spostamento lungo l'asse Z. [daN/(cm/s²)]

Momento Z: Massa momento d'inerzia per la componente di rotazione attorno all'asse Z. [[daN/(cm/s²)]*cm²]

Nodo Ind.	Massa X	Massa Y	Massa Z	Momento Z	Nodo Ind.	Massa X	Massa Y	Massa Z	Momento Z
14	0.59	0.59	0		27	1.398	1.398	0	
28	1.119	1.119	0						

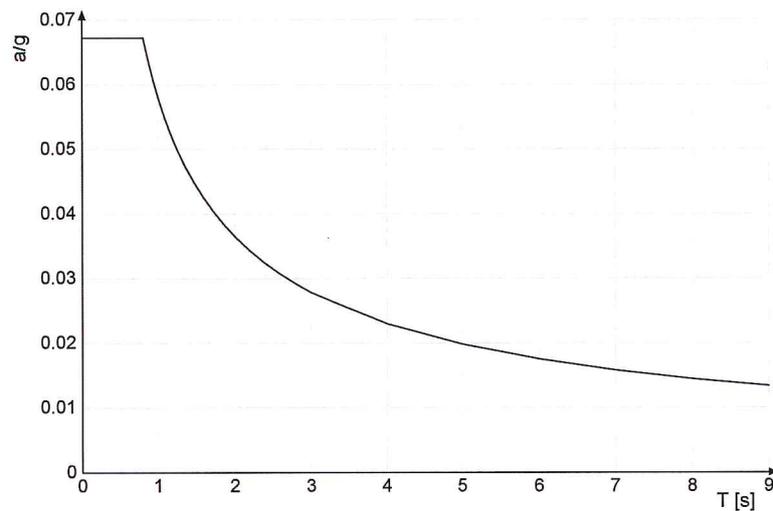
Accelerazioni spettrali

Ind.vertice: Indice del valore.

T: Periodo. [s]

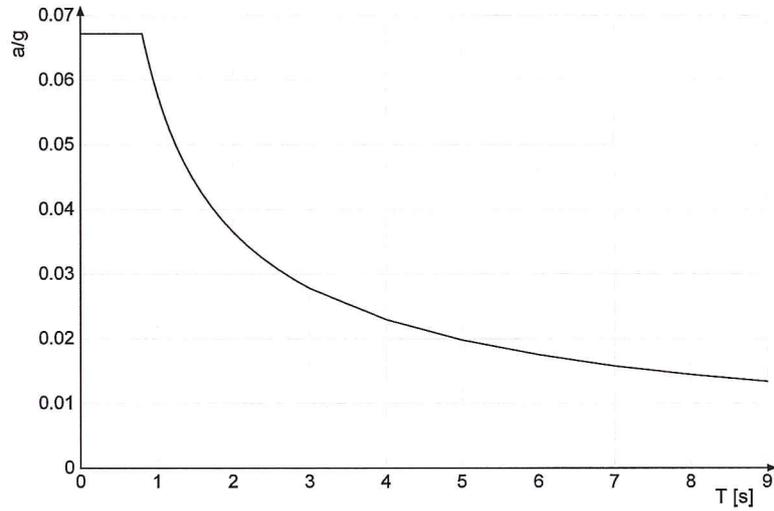
a/g: Accelerazione normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione per l'accelerazione di gravità. Il valore è adimensionale.

Sisma X



Ind.vertice	T	a/g
1	0	0.067
2	0.8	0.067
3	0.82	0.066
4	0.84	0.065
5	0.86	0.064
6	0.88	0.063
7	0.9	0.062
8	0.95	0.06
9	1	0.058
10	1.1	0.054
11	1.2	0.051
12	1.3	0.049
13	1.4	0.046
14	1.5	0.044
15	1.6	0.042
16	1.7	0.041
17	1.8	0.039
18	1.9	0.038
19	2	0.036
20	2.2	0.034
21	2.4	0.032
22	2.6	0.031
23	2.8	0.029
24	3	0.028
25	4	0.023
26	5	0.02
27	6	0.018
28	7	0.016
29	8	0.014
30	9	0.013

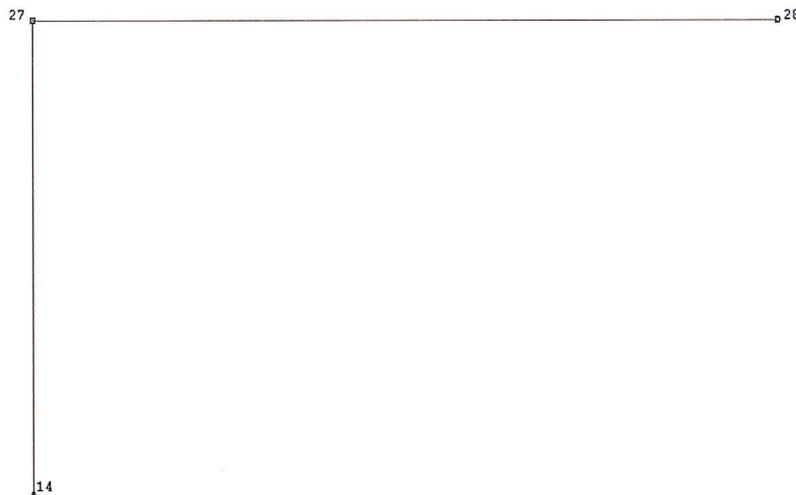
Sisma Y



Ind.vertice	T	a/g
1	0	0.067
2	0.8	0.067
3	0.82	0.066
4	0.84	0.065
5	0.86	0.064
6	0.88	0.063
7	0.9	0.062
8	0.95	0.06
9	1	0.058
10	1.1	0.054
11	1.2	0.051
12	1.3	0.049
13	1.4	0.046
14	1.5	0.044
15	1.6	0.042
16	1.7	0.041
17	1.8	0.039
18	1.9	0.038
19	2	0.036
20	2.2	0.034
21	2.4	0.032
22	2.6	0.031
23	2.8	0.029
24	3	0.028
25	4	0.023
26	5	0.02
27	6	0.018
28	7	0.016
29	8	0.014
30	9	0.013

13 VERIFICHE

13.1 VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO



Modello agli elementi finiti con indicata la numerazione dei nodi

Nodo: Nodo interessato dallo spostamento.

Ind.: Indice del nodo.

x: Componente X della posizione del nodo. [cm]

y: Componente Y della posizione del nodo. [cm]

z: Componente Z della posizione del nodo. [cm]

Cont.: Condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

n.br.: Nome breve della condizione o combinazione di carico.

spostamento: Spostamento traslazionale del nodo.

ux: Componente X dello spostamento del nodo. [cm]

uy: Componente Y dello spostamento del nodo. [cm]

uz: Componente Z dello spostamento del nodo. [cm]

rotazione: Spostamento rotazionale del nodo.

rx: Componente X della rotazione del nodo. [rad]

ry: Componente Y della rotazione del nodo. [rad]

rz: Componente Z della rotazione del nodo. [rad]

Ind.	Nodo			Cont. n.br.	spostamento			rotazione		
	X	Y	Z		ux	uy	uz	rx	ry	rz
27	0	0	636	RA 1	1.1289	0	-0.19402	0	0.00355	0
27	0	0	636	RA 2	1.1289	0	-0.00322	0	0.00355	0
27	0	0	636	RA 3	1.1289	0	0.18758	0	0.00355	0
27	0	0	636	RA 4	1.1289	0.89788	-0.19402	-0.0020645	0.00355	0.0070744
27	0	0	636	RA 5	1.1289	0.89788	0.18758	-0.0020645	0.00355	0.0070744
27	0	0	636	RA 6	1.1289	1.28269	-0.1177	-0.0029493	0.00355	0.0101063
27	0	0	636	RA 7	1.1289	1.28269	-0.00322	-0.0029493	0.00355	0.0101063
27	0	0	636	RA 8	1.1289	1.28269	0.11126	-0.0029493	0.00355	0.0101063
27	0	0	636	FR 1	1.1289	0	-0.09862	0	0.00355	0
27	0	0	636	FR 2	1.1289	0	-0.00322	0	0.00355	0
27	0	0	636	FR 3	1.1289	0	0.09218	0	0.00355	0
27	0	0	636	FR 4	1.1289	0.25654	-0.00322	-0.0005899	0.00355	0.0020213
27	0	0	636	QP 1	1.1289	0	-0.00322	0	0.00355	0
28	1003	0	636	RA 1	0.828	0	-5.53536	0	0.0059416	0
28	1003	0	636	RA 2	1.1289	0	-5.34456	0	0.0059416	0
28	1003	0	636	RA 3	1.4298	0	-5.15376	0	0.0059416	0
28	1003	0	636	RA 4	0.828	10.26783	-5.53536	-0.0020645	0.0059416	0.0101975
28	1003	0	636	RA 5	1.4298	10.26783	-5.15376	-0.0020645	0.0059416	0.0101975

Ind.	Nodo			Cont. n.br.	spostamento			rotazione		
	Posizione				ux	uy	uz	rx	ry	rz
	X	Y	Z							
28	1003	0	636	RA 6	0.94836	14.66833	-5.45904	-0.0029493	0.0059416	0.0145678
28	1003	0	636	RA 7	1.1289	14.66833	-5.34456	-0.0029493	0.0059416	0.0145678
28	1003	0	636	RA 8	1.30944	14.66833	-5.23008	-0.0029493	0.0059416	0.0145678
28	1003	0	636	FR 1	0.97845	0	-5.43996	0	0.0059416	0
28	1003	0	636	FR 2	1.1289	0	-5.34456	0	0.0059416	0
28	1003	0	636	FR 3	1.27935	0	-5.24916	0	0.0059416	0
28	1003	0	636	FR 4	1.1289	2.93367	-5.34456	-0.0005899	0.0059416	0.0029136
28	1003	0	636	QP 1	1.1289	0	-5.34456	0	0.0059416	0

Per il calcolo dei limiti agli spostamenti si fa riferimento alla combinazione di carico "Famiglia SLE rara 6" nella quale si assume agente sulla struttura l'intera pressione del vento, senza coefficienti riduttivi.

Il valore utilizzato per il limite massimo della deformazione elastica della struttura di sostegno dovuta ai carichi di progetto dovrà essere inferiore o uguale ad 1/150 della massima altezza della struttura di sostegno e verrà confrontato con uno spostamento pari a quello di calcolo.

Pertanto si ha che:

- lo spostamento assoluto della parte finale del traverso principale (nodo 28), in direzione verticale (Z), ottenuto come differenza tra lo spostamento del nodo finale del traverso, n. 28, e lo spostamento in testa del montante, nodo 27, quest'ultimo ricavato come somma degli effetti alla traslazione ed alla rotazione, risulta essere, per la condizioni di carico SLE RA 6, pari a:

$$\Delta_{\max} = (\delta_t - \delta_p - r_\alpha) = (5.46 - 0.12 - 0.0036 \times 630) \cong 3.07 \text{ cm} \leq 1/150 \times 870 = 5.8 \text{ cm}$$

- lo spostamento assoluto della parte finale del traverso principale (nodo 28), in direzione orizzontale (Y), ottenuto come differenza tra lo spostamento del nodo finale del traverso, n.28, e lo spostamento in testa del montante, nodo 27, quest'ultimo ricavato come somma degli effetti alla traslazione ed alla rotazione, risulta essere, per la condizione di carico SLE RA 6, pari a:

$$\Delta_{\max} = (\delta_t - \delta_p - r_\alpha) = (14.67 - 1.28 - 0.0101 \times 870) \cong 4.60 \text{ cm} \leq 1/150 \times 870 = 5.8 \text{ cm}$$

- lo spostamento assoluto della testa del montante principale (nodo 27), in direzione Verticale (Z) risulta essere, per la condizione di carico più gravosa carico SLE RA 1, pari a:

$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 0.19 \text{ cm} \leq 1/150 \times 630 = 4.20 \text{ cm}$$

- lo spostamento assoluto della testa del montante (nodo 27), in direzione trasversale (Y) risulta essere, per la condizione di carico più gravosa SLE RA 6, pari a:

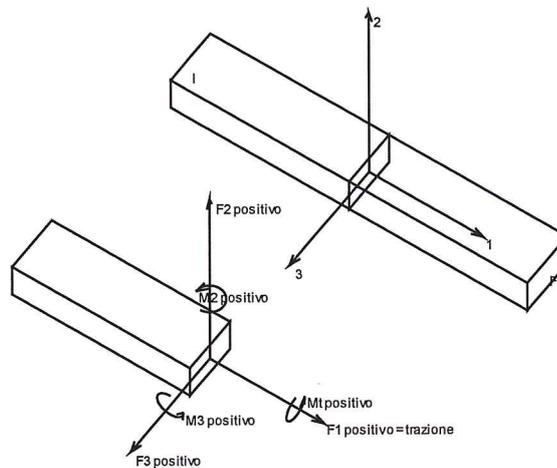
$$\Delta_{\max} = \delta_t \cong 1.28 \text{ cm} \leq 1/150 \times 630 = 4.20 \text{ cm}$$

SOLLECITAZIONI ASTE

Convenzioni di segno aste

Le abbreviazioni relative alle sollecitazioni sugli elementi aste sono da intendersi:

- F1 (N): sforzo normale nell'asta;
- F2: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 2;
- F3: sforzo di taglio agente nella direzione dell'asse locale 3;
- M1 (Mt): momento attorno all'asse locale 1; equivale al momento torcente;
- M2: momento attorno all'asse locale 2;
- M3: momento attorno all'asse locale 3;



La convenzione sui segni per i parametri di sollecitazione delle aste è la seguente:

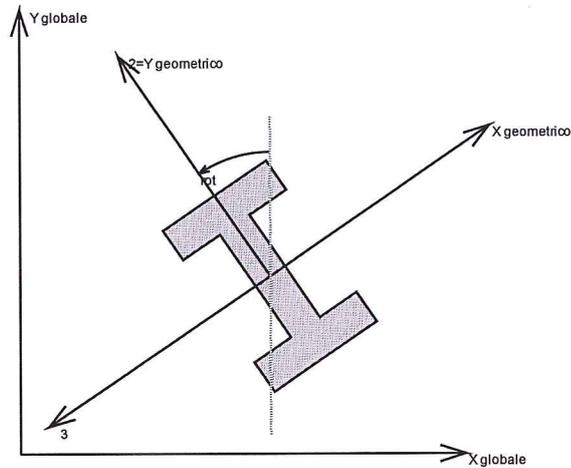
presa un'asta con nodo iniziale *i* e nodo finale *f*, asse 1 che va da *i* a *f*, assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (sezione da cui esce il versore asse 1) i parametri di sollecitazione sono positivi se hanno verso e direzione concordi con il sistema di riferimento locale dell'asta 1, 2, 3 (per i momenti si adotta la regola della mano destra).

Il sistema è definito diversamente per tre categorie di aste, a seconda che siano originate da:

- aste verticali ad esempio pilastri e colonne;
- aste non verticali non di c.a., ad esempio travi di acciaio o legno;
- aste non verticali in c.a.: travi in c.a. di piano, falda o a quota generica.

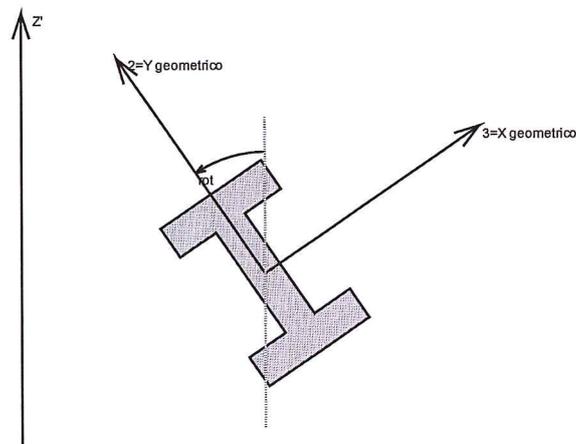
Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

Sistema locale aste verticali



Nella figura si considera l'asse 1 uscente dal foglio (l'osservatore guarda in direzione opposta a quella dell'asse 1).

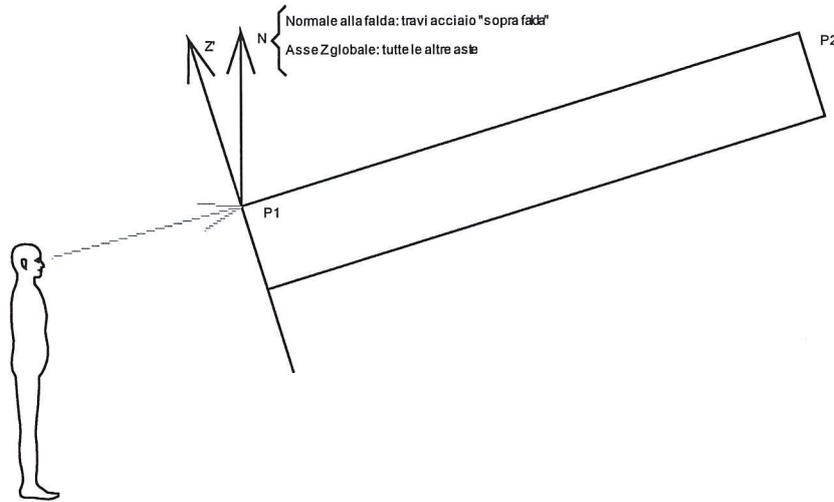
Sistema locale aste non verticali



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1).

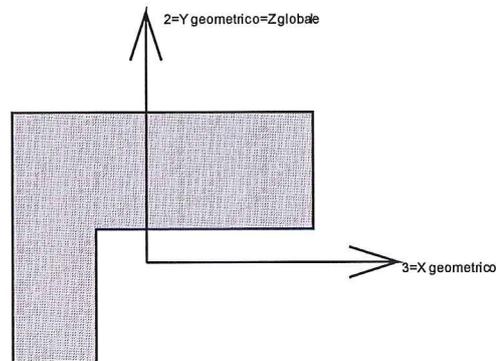
L'asse Z' è illustrato nella figura seguente dove:

- P1 è il punto di inserimento iniziale dell'asta
- P2 è il punto di inserimento finale dell'asta
- N è la normale al piano o falda di inserimento



Z' è quindi l'intersezione tra il piano passante per P1, P2 contenente N e il piano della sezione iniziale dell'asta.

Sistema locale aste derivanti da travi in c.a.



Nella figura si considera l'asse 1 entrante nel foglio (l'osservatore guarda in direzione coincidente a quella dell'asse 1). L'asse 2 è sempre verticale e quindi coincidente con l'asse Z globale nonché con l'asse y geometrico. L'asse 3 coincide con l'asse x geometrico. Si sottolinea il fatto che gli assi 2 e 3 non corrispondono agli assi principali della sezione.

Sollecitazioni estreme aste

Asta: Elemento asta a cui si riferiscono le sollecitazioni.

Ind.: Indice dell'asta.

Cont.: Contesto a cui si riferisce la sollecitazione

n.br.: Nome breve della condizione o combinazione di carico.

Pos.: Numero della sezione all'interno dell'asta (tra 1 e 31, dove 1 corrisponde alla sezione al nodo iniziale, 16 è la sezione in mezzzeria, 31 corrisponde alla sezione al nodo finale).

Posizione: Posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta.

X: Componente X della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [cm]

Y: Componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [cm]

Z: Componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [cm]

Soll.traslazionale: Componente traslazionale della sollecitazione dell'asta.

F1: Componente F1 della sollecitazione dell'asta. [daN]

F2: Componente F2 della sollecitazione dell'asta. [daN]

F3: Componente F3 della sollecitazione dell'asta. [daN]

Soll.rotazionale: Componente rotazionale della sollecitazione dell'asta.

M1: Componente M1 della sollecitazione dell'asta. [daN*cm]

M2: Componente M2 della sollecitazione dell'asta. [daN*cm]

M3: Componente M3 della sollecitazione dell'asta. [daN*cm]

Sollecitazioni con sforzo normale (N) minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	LU 41	1	0	0	0	-4267	0	249	0	1345286	0
2	LU 1	1	0	0	636	-111	-1890	0	0	0	-1074224

Sollecitazioni con sforzo normale (N) massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	LU 12	1	0	0	636	111	-1890	0	0	0	-1074224
1	Sis X	1	0	0	0	0	0	-166	0	105752	0

Sollecitazioni con momento M2 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	LU 2	1	0	0	636	0	-1890	119	0	-119304	-1074224
1	Sis X	31	0	0	636	0	0	-166	0	0	0

Sollecitazioni con momento M2 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	n.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	LU 23	1	0	0	636	0	-1890	-3979	0	2830126	-1074224
1	LU 44	1	0	0	0	-4267	0	-249	0	1662541	0

Sollecitazioni con momento M3 minimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	LU 33	1	0	0	636	-111	-2646	0	0	0	-1503913
1	LU 2	1	0	0	0	-3048	-177	0	-119304	1074224	-112488

Sollecitazioni con momento M3 massimo

Vengono mostrate le sole 5 aste più sollecitate.

Asta Ind.	Cont. n.br.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
			X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
1	LU 23	1	0	0	0	-3048	5086	0	2830126	1074224	2901126
2	LU 33	31	1003	0	636	-111	0	0	0	0	0

13.2 VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO

fd: resistenza di progetto

Ne,x: carico critico euleriano per inerzia secondo asse X dell'asta

Ne,y: carico critico euleriano per inerzia secondo asse Y dell'asta

Ne,m: carico critico euleriano per inerzia secondo asse M dell'asta

Ne,n: carico critico euleriano per inerzia secondo asse N dell'asta

betax: coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse X dell'asta

betay: coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse Y dell'asta

betam: coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse M dell'asta

betan: coefficiente di inflessione laterale per inerzia secondo asse N dell'asta

sid: tensione ideale di verifica a resistenza

sig: tensione ideale di verifica a instabilità

lambda: snellezza massima dell'asta

om: coefficiente omega per verifica ad instabilità

om1: coefficiente omega1 per verifica a svergolamento

fx: freccia elastica secondo l'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione positiva se provoca spostamento in direzione opposto all'asse x stesso

fy: freccia elastica secondo l'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione positiva se provoca spostamento in direzione opposto all'asse y stesso

N: sforzo normale (positivo se di trazione)

Mx: sollecitazione flettente attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione

My: sollecitazione flettente attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione

Mt: momento torcente

Tx: sollecitazione tagliante agente lungo l'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione

Ty: sollecitazione tagliante agente lungo l'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione

Mxeq: sollecitazione flettente equivalente attorno all'asse x del sistema di riferimento geometrico della sezione

Myeq: sollecitazione flettente equivalente attorno all'asse y del sistema di riferimento geometrico della sezione

comb: combinazione di verifica (comb. esercizio rara per l/f max)

x: distanza della sezione di verifica dall'estremità iniziale dell'asta

Asta 1: Colonna in acciaio tronco Fondazione - qta 2 (0; 0) [cm]

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza= 636 Nodo iniziale n.14 Nodo finale n.27 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sezione: UNI10219 500*500*12; Materiale: S355; Rotazione: 0°; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno;

Resistenza di calcolo $fd=3550$

$Ne,m=9583255$ $Ne,n=9583255$ $betam=0.7$ $betan=0.7$ $lambda=22$ curva A

$om=1.02$ $om1=1$

Verifica resistenza :

$sid=1534.75$ in comb. Famiglia "Limite ultimo" 55 $x=0$

$N=-4266.991$ $Mx=2901126$ $My=1503913.25$ $Mt=2830126.25$ $Tx=0$ $Ty=-5086.219$

Verifica instabilità

$sig=-1043.294$ in comb. Famiglia "Limite ultimo" 56

$N=-4266.991$ $Mxeq=2091478.125$ $Myeq=1662540.875$

Asta 2: Trave in acciaio livello qta 1 (-25; 0) (1003; 0) [cm]

Unita' di misura: cm, daN, deg, °C, s

Lunghezza= 1003 Nodo iniziale n.27 Nodo finale n.28 Cerniera iniziale: No Cerniera finale: No

Sezione: UNI10219 500*500*10; Materiale: S355; Rotazione: 0°; Sovreresistenza:0%; Sisma Z:No;

Mensola Y: Nessuno; Mensola X: Nessuno; Svergolamento: Nessuno;

Resistenza di calcolo $fd=3550$

Verifica resistenza :

$sid=1402.099$ in comb. Famiglia "Limite ultimo" 55 $x=0$

$N=0$ $Mx=-1503913.25$ $My=2830126.25$ $Mt=0$ $Tx=-3978.897$ $Ty=2645.578$

Verifica ad instabilità non richiesta (Coefficienti beta = 0). Non viene eseguita neppure la verifica a svergolamento.

Frecce massime e minime nelle combinazioni (relative alla congiungente nodo iniziale nodo finale):

comb. Famiglia "Esercizio rara" 1 $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 3454.052; freccia < luce/400

comb. Famiglia "Esercizio rara" 2 $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 3454.051; freccia < luce/400

comb. Famiglia "Esercizio rara" 3 $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 3454.052; freccia < luce/400

comb. Famiglia "Esercizio rara" 4 $fx=-0.391$ $x=401.2$ $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 2565.011; freccia < luce/400

comb. Famiglia "Esercizio rara" 5 $fx=-0.391$ $x=401.2$ $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 2565.011; freccia < luce/400

comb. Famiglia "Esercizio rara" 6 $fx=-0.559$ $x=401.2$ $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 1795.507; freccia < luce/400

comb. Famiglia "Esercizio rara" 7 $fx=-0.559$ $x=401.2$ $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 1795.507; freccia < luce/400

comb. Famiglia "Esercizio rara" 8 $fx=-0.559$ $x=401.2$ $fy=-0.29$ $x=367.767$ rapp. luce/freccia = 1795.507; freccia < luce/400

13.3 VERIFICHE NODI IN ACCIAIO

Piastra di base Asta 1 Nodo 14

Normativa di calcolo: CNR10011 - stati limite
Colonna: UNI10219 500*500*12 materiale S355
Materiale piastra S355
Tirafondi sollecitati nelle sezioni non filettate
Tirafondi diametro nominale 30 mm materiale S355; non resistenti a compressione
Diametro dei fori sulla piastra 32.0 mm
Cordoni di saldatura sulle ali della colonna lato 7.0 mm
Cordoni di saldatura sull'anima della colonna lato 7.0 mm
Cordoni di saldatura per gli irrigidimenti superiori lato 7.0 mm
Tipo di ancoraggio: aderenza semplice
Tirafondi non resistenti a compressione

Legenda dei simboli utilizzati:

Asse X	asse locale baricentrico dell'asta portata parallelo alle ali del profilo
Asse Y	asse locale baricentrico dell'asta portata parallelo all'anima del profilo
N	sforzo normale
Tx	taglio secondo l'asse X
Ty	taglio secondo l'asse Y
Mx	momento flettente attorno all'asse X
My	momento flettente attorno all'asse Y
Mt	momento torcente
tmax	tensione di taglio massima per i tirafondi
smax	tensione di trazione e compressione massima per i tirafondi
fdv	resistenza di calcolo di taglio per i tirafondi
fdn	resistenza di calcolo di trazione e compressione per i tirafondi
fd	resistenza di calcolo per i profili e le saldature
sid.max	tensione ideale massima
fd.rid	resistenza di calcolo ridotta per le saldature
so	tensione di trazione o compressione ortogonale alla sezione di gola per le saldature a cordoni d'angolo
to	tensione tangenziale nel piano della sezione di gola e ortogonale all'asse della saldatura per le saldature a cordoni
d'angolo	
tp	tensione tangenziale nel piano della sezione di gola e parallelo all'asse della saldatura per le saldature a cordoni
d'angolo	
V1 (so, to, tp)	verifica delle saldature a cordone d'angolo in presenza contemporanea di tutte le componenti di tensione so, to, tp
V2 (so, to)	verifica delle saldature a cordone d'angolo in presenza delle sole componenti di tensione so, to
V3 (so, tp oppure to, tp)	verifica delle saldature a cordone d'angolo in presenza delle sole componenti di tensione so, tp ovvero to, tp
V4 (so oppure to oppure tp)	verifica delle saldature a cordone d'angolo in presenza di una sola delle componenti di tensione so, to o tp
so.max	valore massimo della componente di tensione so
to.max	valore massimo della componente di tensione to
tp.max	valore massimo della componente di tensione tp
to + so .max	valore massimo della somma dei moduli delle componenti di tensione to, so per la verifica V1
tad.max	tensione di aderenza massima per i tirafondi
td	resistenza di calcolo di aderenza per i tirafondi
sc.max	tensione di compressione massima per il calcestruzzo di fondazione
fd	resistenza di calcolo di compressione per il calcestruzzo di fondazione

Verifica dei tirafondi

Trazione:

smax trazione = 2472.3 daN/cm² < fdn = 3550.0 daN/cm²

comb. 55 N -4.267E+03 daN Tx 0.0000E+00 daN Ty -5.086E+03 daN Mx 2.9011E+06 daN*cm My -1.504E+06 daN*cm Mt -2.830E+06 daN*cm

Taglio assorbito dall'attrito fondazione-piastra

Verifica di resistenza della piastra

sid.max = 1335.6 daN/cm² < fd = 3550.0 daN/cm²

comb. 56 N -4.267E+03 daN Tx 2.4900E+02 daN Ty -4.909E+03 daN Mx 2.7886E+06 daN*cm My -1.663E+06 daN*cm Mt -2.711E+06 daN*cm

Verifica dell'ancoraggio: aderenza semplice

tad.max = 10.01 daN/cm² < td = 25.66 daN/cm²

comb. 55 N -4.267E+03 daN Tx 0.0000E+00 daN Ty -5.086E+03 daN Mx 2.9011E+06 daN*cm My -1.504E+06 daN*cm Mt -2.830E+06 daN*cm

profondita' d'infissione dei tirafondi sufficiente

Verifica della pressione di contatto fra piastra e calcestruzzo:

sc.max compressione = 85.67 daN/cm² < fcd = 155.63 daN/cm²

comb. 56 N -4.267E+03 daN Tx 2.4900E+02 daN Ty -4.909E+03 daN Mx 2.7886E+06 daN*cm My -1.663E+06 daN*cm Mt -2.711E+06 daN*cm

Verifica di resistenza delle saldature sulla piastra (fd = 3550.0 daN/cm²)

a cordoni d'angolo:

verifica V1 (so, to, tp):

sid.max = 1004.3 daN/cm² < fd.rid = 2485.0 daN/cm²

|to|+|so|.max = 1270.6 daN/cm² < fd.rid = 3017.5 daN/cm²

comb. 55 N -4.267E+03 daN Tx 0.0000E+00 daN Ty -5.086E+03 daN Mx 2.9011E+06 daN*cm My -1.504E+06 daN*cm Mt -2.830E+06 daN*cm

Verifica di resistenza delle saldature sulla colonna (fd = 3550.0 daN/cm²)

a cordoni d'angolo - verifica V3 (so, tp):

sid.max = 1473.2 daN/cm² < fd.rid = 2485.0 daN/cm²

comb. 55 N -4.267E+03 daN Tx 0.0000E+00 daN Ty -5.086E+03 daN Mx 2.9011E+06 daN*cm My -1.504E+06 daN*cm Mt -2.830E+06 daN*cm

14 VERIFICHE GEOTECNICHE

14.1 TIPOLOGIA DI FONDAZIONE

Nella modellazione si è considerata la presenza di fondazioni superficiali, schematizzando il suolo con un letto di molle elastiche di assegnata rigidità. In direzione orizzontale si è considerata una rigidità pari a 0.5 volte quella verticale.

I valori di default dei parametri di modellazione del suolo, cioè quelli adottati dove non diversamente specificato, sono i seguenti:

Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	5 [daN/cm ³]
K punta palo (default)	4 [daN/cm ³]
Pressione limite punta palo (default)	10 [daN/cm ²]

Per elementi nei quali si sono valutati i parametri geotecnici in funzione della stratigrafia sottostante si sono adottate le seguenti formulazioni di letteratura:

Metodo di calcolo della K verticale	Vesic
Metodo di calcolo della capacità portante	Terzaghi
Metodo di calcolo della pressione limite punta palo	Vesic

La resistenza limite offerta dai pali in direzione orizzontale e verticale è funzione dell'attrito e della coesione che si può sviluppare all'interfaccia con il terreno. Oltre ai dati del suolo, descritti nelle seguenti stratigrafie, hanno influenza anche i seguenti parametri:

Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3

14.2 MODELLO DI FONDAZIONE

Le travi di fondazione sono modellate tramite uno specifico elemento finito che gestisce il suolo elastico alla Winkler. Le fondazioni a plinto superficiale sono modellate con un numero elevato di molle verticali elastiche agenti su nodi collegati rigidamente al nodo centrale. Le fondazioni a platea sono modellate con l'inserimento di molle verticali elastiche agenti nei nodi delle mesh.

14.3 VERIFICHE GEOTECNICHE

14.3.1 VERIFICA DI SCORRIMENTO

La verifica di scorrimento della fondazione superficiale viene eseguita considerando le caratteristiche del terreno immediatamente sottostante al piano di posa della fondazione, ricavato in base alla stratigrafia associata all'elemento, e trascurando, a favore di sicurezza, l'eventuale spinta passiva laterale.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

Lo scorrimento di una fondazione avviene nel momento in cui le componenti delle forze parallele al piano di contatto tra fondazione e terreno vincono l'attrito e la coesione terreno-fondazione e, qualora fosse presente, la spinta passiva laterale.

Il coefficiente di sicurezza a scorrimento si ottiene dal rapporto tra le forze stabilizzanti di progetto (R_d) e quelle instabilizzanti (E_d):

$$Rd = (N \cdot \tan(\varphi) + c_a \cdot B \cdot L + \alpha \cdot S_p) / \gamma_{Rs}$$

$$|Ed = \sqrt{T_x^2 + T_y^2}$$

dove:

- N = risultante delle forze normali al piano di scorrimento;
 Tx, Ty = componenti delle forze tangenziali al piano di scorrimento;
 tan(phi) = coefficiente di attrito terreno-fondazione;
 ca = aderenza alla base, pari alla coesione del terreno di fondazione o ad una sua frazione;
 B, L = dimensioni della fondazione;
 alpha = fattore di riduzione della spinta passiva;
 Sp = spinta passiva dell'eventuale terreno laterale;
 gamma rs = fattore di sicurezza parziale per lo scorrimento;

Le normative prevedono che il fattore di sicurezza a scorrimento FS=Rd/Ed sia non minore di un prefissato limite.

14.3.2 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

La verifica di capacità portante della fondazione superficiale viene eseguita mediante formulazioni di letteratura geotecnica considerando le caratteristiche dei terreni sottostanti al piano di posa della fondazione, ricavati in base alla stratigrafia associata all'elemento.

Qualora l'elemento in verifica sia formato da parti non omogenee tra loro, ad esempio una travata in cui le singole travi di fondazione siano associate ad un differente sondaggio, verranno condotte verifiche geotecniche distinte sui singoli tratti.

La verifica viene fatta raffrontando la portanza di progetto (Rd) con la sollecitazione di progetto (Ed); la prima deriva dalla portanza calcolata con metodi della letteratura geotecnica, ridotta da opportuni fattori di sicurezza parziali; la seconda viene valutata ricavando la risultante della sollecitazione scaricata al suolo con una integrazione delle pressioni nel tratto di calcolo. Le normative prevedono che il fattore di sicurezza alla capacità portante, espresso come rapporto tra il carico ultimo di progetto della fondazione (Rd) ed il carico agente (Ed), sia non minore di un prefissato limite.

La portanza di una fondazione rappresenta il carico ultimo trasmissibile al suolo prima di arrivare alla rottura del terreno. Le formule di calcolo presenti in letteratura sono nate per la fondazione nastroforme indefinita ma aggiungono una serie di termini correttivi per considerare le effettive condizioni al contorno della fondazione, esprimendo la capacità portante ultima in termini di pressione limite agente su di una fondazione equivalente soggetta a carico centrato.

La determinazione della capacità portante ai fini della verifica è stata condotta secondo il metodo di Terzaghi, che viene descritto nei paragrafi successivi.

Metodo di Terzaghi

La capacità portante, attraverso la formula di Terzaghi, risulta:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot c \cdot \tan \phi; \quad N_q = \frac{e^{2 \cdot (0.75 \cdot \pi - \phi/2) \cdot \tan \phi}}{2 \cdot \cos^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)}; \quad N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \cdot \left(\frac{K_{pz}}{\cos^2 \phi} - 1 \right)$$

dove:

- c = coesione dello strato di fondazione;
 q = sovraccarico del terreno sovrastante il piano di fondazione;
 gamma' = peso di volume efficace dello strato di fondazione;

B = larghezza efficace della fondazione ($B = B_f - 2e$);

N_c, N_q, N_γ = fattori di capacità portante;

s_c, s_γ = fattori di forma della fondazione;

Per la teoria di Terzaghi i coefficienti sopra definiti assumono le espressioni che seguono:

$$Q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma' \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma$$

nelle quali si sono considerati i seguenti dati:

ϕ = angolo di attrito dello strato di fondazione;

K_{py} è un valore interpolato linearmente dalla seguente tabella (ϕ / K_{py}), ricavata da Bowles interpretando i fattori di capacità portante di Terzaghi a ritroso: $0^\circ/10.8$; $5^\circ/12.2$; $10^\circ/14.7$; $15^\circ/18.6$; $20^\circ/25$; $25^\circ/35$; $30^\circ/52$; $35^\circ/82$; $40^\circ/141$; $45^\circ/298$; $50^\circ/800$;

I fattori di forma s_c ed s_γ valgono 1 per la fondazione nastriforme.

14.3.3 INFLUENZA DEGLI STRATI SULLA CAPACITÀ PORTANTE

Le formulazioni utilizzate per la portanza prevedono la presenza di uno stesso terreno nella zona interessata dalla potenziale rottura. In prima approssimazione lo spessore di tale zona è pari a:

$$H = \frac{1}{2} \cdot B \cdot \tan(45^\circ + \phi / 2)$$

In presenza di stratificazioni di terreni diversi all'interno di tale zona, il calcolo diventa più complesso; non esiste una metodologia univoca per questi casi, differenti autori hanno proposto soluzioni diverse a seconda dei casi che si possono presentare. In prima approssimazione, nel caso di stratificazioni, viene trovata una media delle caratteristiche dei terreni, pesata sullo spessore degli strati interessati. Nel caso in cui il primo strato incontrato sia coesivo viene anche verificato che la compressione media agente sulla fondazione non superi la tensione limite di espulsione, circostanza che provocherebbe il rifluimento del terreno da sotto la fondazione, rendendo impossibile la portanza.

La tensione limite di espulsione q_{ult} per terreno coesivo viene calcolata come:

$$q_{ult} = 4c + q$$

dove c è la coesione e q è il sovraccarico agente sul piano di posa.

14.3.4 INFLUENZA DEL SISMA SULLA CAPACITÀ PORTANTE

La capacità portante nelle combinazioni sismiche viene valutata mediante l'estensione di procedure classiche al caso di azione sismica.

L'effetto inerziale prodotto dalla struttura in elevazione sulla fondazione può essere considerato tenendo conto dell'effetto dell'inclinazione (rapporto tra forze T parallele al piano di posa e carico normale N) e dell'eccentricità (rapporto tra momento M e carico normale N) delle azioni in fondazione, e produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite, oltre alla riduzione dell'area efficace.

L'effetto cinematico si manifesta per effetto dell'inerzia delle masse del suolo sotto la fondazione come una riduzione della resistenza teorica calcolata in condizioni statiche; tale riduzione è in funzione del coefficiente sismico orizzontale k_h , cioè dell'accelerazione normalizzata massima attesa al suolo, e delle caratteristiche del suolo. L'effetto è più marcato su terreni granulari, mentre nei suoli coesivi è poco rilevante.

Per tener conto nella determinazione del carico limite di tali effetti inerziali vengono introdotti nelle

combinazioni sismiche anche i fattori correttivi e (earthquake), valutati secondo **Paolucci e Pecker**:

$$e_q = \left(1 - \frac{k_h}{\text{tg}\phi}\right)^{0.35}; \quad e_c = 1 - 0.32 \cdot k_h; \quad e_y = e_q$$

14.3.5 VERIFICHE DELLE FONDAZIONI

Nelle verifiche nei confronti degli Stati Limite ultimi SLU strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:

DA1.1 - Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

DA1.2 - Approccio 2:

- Combinazione 1:(A1+M1+R3)

Le seguenti verifiche delle fondazioni sono state condotte secondo l'approccio [2].

14.3.6 VERIFICHE PLINTI SUPERFICIALI

comb.: combinazione

st max: Massimo valore della pressione di compressione [daN/cm²]

st min: Minimo valore della pressione di compressione [daN/cm²]

st verifica: Valore di confronto della pressione di compressione [daN/cm²]

comb.: combinazione

Momento ribaltante: Momento ribaltante [daN*cm]

Momento resistente: Momento resistente [daN*cm]

Azione orizzontale: Componente orizzontale del carico [daN]

N: Componente verticale del carico [daN]

Resistenza alla traslazione: N*attrito/gammaR [daN]

asse di rotazione: combinazione

x1: ascissa punto 1 [cm]

y1: ordinata punto 1 [cm]

x2: ascissa punto 2 [cm]

y2: ordinata punto 2 [cm]

Descrizione: Descrizione del terreno

Gamma Naturale: Peso specifico naturale del terreno [daN/cm³]

Gamma Saturo: Peso specifico saturo del terreno [daN/cm³]

Angolo Attrito Interno: Angolo di attrito interno del terreno [deg]

Angolo Attrito Delta: Angolo di attrito all'interfaccia fondazione [deg]

Coesione Efficace: Coesione efficace del terreno [daN/cm²]

Coesione Non Drenata: Coesione non drenata del terreno [daN/cm²]

Coeff. di Adesione: Coefficiente di adesione della coesione

Azione verticale: Componente verticale del carico [daN]

Condizione: Resistenza valutata a breve o lungo termine

Adesione: Adesione di progetto [daN/cm²]

Attrito: Angolo di attrito di progetto [deg]

Laterale: Resistenza passiva laterale unitaria di progetto [daN/cm²]

GammaR: Coefficiente parziale sulla resistenza di progetto

Rd: Resistenza alla traslazione di progetto [daN]

Ed: Azione di progetto [daN]

Rd/Ed: Coefficiente di sicurezza allo scorrimento

Fx: Componente lungo x del carico [daN]

Fy: Componente lungo y del carico [daN]

Fz: Componente verticale del carico [daN]

Mx: Componente lungo x del momento [daN*cm]

My: Componente lungo y del momento [daN*cm]

ex: Eccentricità del carico in x [cm]

ey: Eccentricità del carico in y [cm]

B': Larghezza efficace [cm]

L': Lunghezza efficace [cm]

Coesione: Coesione di progetto [daN/cm²]

Peso: Peso specifico del terreno di progetto [daN/cm³]

Sovraccarico: Sovraccarico laterale da piano di posa [daN/cm²]

Amax: Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo

Nq: Nq

Nc: Nc

Ng: Ng

Sq: Sq

Sc: Sc

Sg: Sg

Dq: Dq

Dc: Dc

Dg: Dg

lq: lq

lc: lc

lg: lg

Pq: Pq

Pc: Pc

Pg: Pg

Eq: Eq

Ec: Ec

Eg: Eg

desc.: Descrizione

tipo sez.: asse o filo pilastro, filo risega

M: Momento flettente [daN*cm]

Mu: Momento ultimo [daN*cm]

: stato di verifica

fessurata: stato fessurato o non fessurato

SigmaC: Tensione nel calcestruzzo [daN/cm²]

SigmaF: Tensione nell'acciaio [daN/cm²]

wd: Apertura delle fessure [cm]

elemento punzonante: elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiera

d: altezza utile [cm]

perimetro: lunghezza utile del perimetro [cm]

beta: coefficiente UNI EN 1992-1-1 (6.38)

peso cono: peso del cono punzonato e del suolo sovrastante [daN]

reazione suolo: reazione del suolo di fondazione [daN]

vEd,red: tensione tangenziale [daN/cm²]

vRd,max: resistenza in adiacenza al pilastro [daN/cm²]

elem. punz.: elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiera

offset: distanza dal bordo pilastro del perimetro critico [cm]

perim. utile: lunghezza utile del perimetro [cm]

perim. minim.: perimetro critico con lati non attivi

ro_1: densità di armatura tesa

vRd: resistenza in assenza di armature a taglio [daN/cm²]

Asw: area efficace di ferri piegati [cm²]

vRd,cs: resistenza in presenza di armature a taglio [daN/cm²]

vert.: vertice

x: x [cm]

y: y [cm]

coeff.: coefficiente di sicurezza a pressoflessione

Vx: Sforzo di taglio x [daN]

Vy: Sforzo di taglio y [daN]

Vrdx: Taglio ultimo x in assenza di staffature [4.1.14] [daN]

Vrdy: Taglio ultimo y in assenza di staffature [4.1.14] [daN]

Vrdsx: Taglio ultimo x dovuto alla presenza di armatura trasversale [daN]

Vrdsy: Taglio ultimo y dovuto alla presenza di armatura trasversale [daN]

Vrcdx: Taglio x che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo [daN]

Vrcdy: Taglio y che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo [daN]

Le unità di misura delle verifiche elencate nel capitolo sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Plinto (0; 0)

Le unità di misura sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

Metodo di calcolo: DM 9 gennaio 1996 (metodo degli stati limite)

Materiali

Calcestruzzo C25/30 Resistenza cubica caratteristica Rck 300

Calcestruzzo per magrone Magrone Resistenza cubica caratteristica Rck 1

Acciaio per armatura "B450C" Fyk 4500

Dimensioni

Suola:

dimensione x 290 dimensione y 790 spessore 60

Dado:

dimensione x 150 dimensione y 700 spessore 210

Pilastro circolare:

diametro 50

Pressioni raggiunte sul terreno

Famiglia di combinazioni Famiglia "Pressioni sul terreno"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 13.45

comb.	st max	st min	st verifica
PT 16	-0.22	-0.57	-7.67
PT 20	-0.22	-0.57	-7.67
PT 24	-0.22	-0.57	-7.67
PT 15	-0.23	-0.56	-7.67
PT 19	-0.23	-0.56	-7.67

Verifiche a slittamento magrone-calcestruzzo

Famiglia di combinazioni Famiglia "Pressioni sul terreno"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

comb.	Azione orizzontale	N	Resistenza alla traslazione
PT 7	159	-92538	49828
PT 10	159	-92538	49828
PT 6	159	-92538	49828
PT 11	159	-92538	49828
PT 2	159	-92538	49828

Verifiche a ribaltamento

Famiglia di combinazioni Famiglia "Pressioni sul terreno"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 10.94

comb.	Momento ribaltante	Momento resistente	asse di rotazione			
			x1	y1	x2	y2
PT 8	1226139	13417988	145	-395	145	395
PT 4	1226139	13417988	145	-395	145	395
PT 24	1226139	13417988	145	-395	145	395
PT 20	1226139	13417988	145	-395	145	395
PT 16	1226139	13417988	145	-395	145	395

Verifiche geotecniche di scorrimento e capacità portante

Terreno a contatto con il piano di posa della fondazione

Descrizione	Gamma Naturale	Gamma Saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito Delta	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. di Adesione
GHIAIA	0.0019	0.0019	41	0	0	0	1

Terreno di progetto per la capacità portante della fondazione

Descrizione	Gamma Naturale	Gamma Saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito Delta	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. di Adesione
Suolo medio nel bulbo	0.0019	0.0019	41	0	0	0	1

Verifica di scorrimento

Famiglia di combinazioni Famiglia "Pressioni sul terreno"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 19.25

comb.	Azione orizzontale	Azione verticale	Condizione	Adesione	Attrito	Laterale	GammaR	Rd	Ed	Rd/Ed
PT 23	3432	-98815	LT	0	41	0	1.3	66076	3432	19.25
PT 15	3432	-98815	LT	0	41	0	1.3	66076	3432	19.25
PT 19	3432	-98815	LT	0	41	0	1.3	66076	3432	19.25
PT 17	3277	-98815	LT	0	41	0	1.3	66076	3277	20.16
PT 16	3277	-98815	LT	0	41	0	1.3	66076	3277	20.16

Verifica di capacità portante

Famiglia di combinazioni Famiglia "Pressioni sul terreno"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 25.76

comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ex	ey	B'	L'	Condizione	Coesione	Attrito	Peso	Sovraccarico	Amax	GammaR	Rd	Ed	Rd/Ed
PT 16	171	3273	-98815	- 2775504	1227849	12	-28	285	754	LT	0	41	0.0019	0	0	3	2545004	98815	25.76
PT 20	171	3273	-98815	- 2775504	1227849	12	-28	285	754	LT	0	41	0.0019	0	0	3	2545004	98815	25.76
PT 24	171	3273	-98815	- 2775504	1227849	12	-28	285	754	LT	0	41	0.0019	0	0	3	2545004	98815	25.76
PT 15	0	3432	-98815	- 2895048	1074224	11	-29	288	751	LT	0	41	0.0019	0	0	3	2592462	98815	26.24
PT 19	0	3432	-98815	- 2895048	1074224	11	-29	288	751	LT	0	41	0.0019	0	0	3	2592462	98815	26.24

Fattori di capacità portante in Famiglia "Pressioni sul terreno"

Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
94	107	131	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
94	107	131	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
94	107	131	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
94	107	131	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
94	107	131	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1

Verifiche della suola

Superficie su cui è valutata la pressione del suolo: rettangolare a filo pilastro e a filo dado

Non sono state richieste le verifiche a taglio della suola

Armatura inferiore in direzione X 36 diam. 20 mm Armatura superiore in direzione X 36 diam. 16 mm

Armatura inferiore in direzione Y 15 diam. 20 mm Armatura superiore in direzione Y 15 diam. 16 mm

Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 5.73

desc.	tipo sez.	comb.	M	Mu
norm.Y-	filo pil.	LU 27	-1060692	-6082501
norm.Y-	filo pil.	LU 31	-1060692	-6082501
norm.Y-	filo pil.	LU 23	-1060692	-6082501
norm.Y-	filo pil.	LU 24	-980614	-6082501
norm.Y-	filo pil.	LU 25	-980614	-6082501

Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: sigmac lim. 149.4 sigmaf lim. 3150

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 112.87

desc.	tipo sez.	comb.	M	fessurata	SigmaC	SigmaF
norm.X+	filo ris.	RA 1	649011	no	-1.3	6.2
norm.X+	filo ris.	RA 6	649011	no	-1.3	6.2
norm.X+	filo ris.	RA 7	649011	no	-1.3	6.2
norm.X+	filo ris.	RA 4	649011	no	-1.3	6.2
norm.X+	filo ris.	RA 3	649011	no	-1.3	6.2

Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio frequente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

desc.	tipo sez.	comb.	M	fessurata	wd
norm.X-	filo ris.	FR 2	333910	no	0
norm.X-	filo ris.	FR 1	333910	no	0
norm.X-	filo ris.	FR 4	333910	no	0
norm.X-	filo ris.	FR 3	333910	no	0
norm.X-	filo pil.	FR 2	585336	no	0

Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: sigmac lim. 112.1 w lim. 0.02

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 84.66

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

desc.	tipo sez.	comb.	M	fessurata	SigmaC	wd
norm.X+	filo ris.	QP 1	649011	no	-1.3	0
norm.X-	filo ris.	QP 1	333910	no	-0.7	0
norm.Y-	filo ris.	QP 1	74557	no	-0.4	0
norm.Y+	filo ris.	QP 1	74557	no	-0.4	0
norm.Y-	filo pil.	QP 1	881435	no	-0.4	0

Verifiche a punzonamento

Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)

Coefficiente di sicurezza minimo 8.42

comb.	elemento punzonante	d	perimetro	N	beta	peso cono	reazione suolo	vEd,red	vRd,max
LU 56	pilastro	260.5	157	-4267	34.62	1317	1103	4.24	35.73
LU 60	pilastro	260.5	157	-4267	34.62	1317	1103	4.24	35.73
LU 64	pilastro	260.5	157	-4267	34.62	1317	1103	4.24	35.73
LU 63	pilastro	260.5	157	-4267	34.27	1317	1103	4.2	35.73
LU 55	pilastro	260.5	157	-4267	34.27	1317	1103	4.2	35.73

Verifiche a distanza $\leq 2d$ dall'elemento punzonante (perimetro U1)

Coefficiente di sicurezza minimo 19.55

comb.	elem. punz.	d	offset	perim. utile	perim. minim.	N	beta	peso cono	reazione suolo	vEd,red	ro_l	vRd	Asw	vRd,cs
LU 56	dado/bicchiere	50.5	38.4	790	si	-4267	12.1	78065	111947	0.49	0.0036	9.56	0	0
LU 60	dado/bicchiere	50.5	38.4	790	si	-4267	12.1	78065	111947	0.49	0.0036	9.56	0	0
LU 64	dado/bicchiere	50.5	38.4	790	si	-4267	12.1	78065	111947	0.49	0.0036	9.56	0	0
LU 63	dado/bicchiere	50.5	38.4	790	si	-4267	16.36	78065	112405	0.47	0.0036	9.56	0	0
LU 55	dado/bicchiere	50.5	38.4	790	si	-4267	16.36	78065	112405	0.47	0.0036	9.56	0	0

Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 38.4 dal dado/bicchiere

vert.	x	y	vert.	x	y	vert.	x	y	vert.	x	y	vert.	x	y
1	-145	395	2	-145	-395	3	113.4	-395	4	113.4	395			

Verifiche della sezione di base del dado

armatura verticale 24 diam.16

armatura orizzontale 11 staffe diam. 16 mm

Famiglia di combinazioni Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 111.79

Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 101.16

comb.	N	Mx	My	coeff.	Vx	Vy	Vrdx	Vrddy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy
LU 64	-81442	-3819601	1714918	111.79	249	4909	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 60	-81442	-3819601	1714918	111.79	249	4909	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 56	-81442	-3819601	1714918	111.79	249	4909	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 48	-81442	-2673721	1714918	116.27	249	3437	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 52	-81442	-2673721	1714918	116.27	249	3437	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 63	-81442	-3969232	1503913	116.88	0	5086	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 59	-81442	-3969232	1503913	116.88	0	5086	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 55	-81442	-3969232	1503913	116.88	0	5086	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 27	-58173	-3969232	1074224	154.4	0	5086	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886
LU 23	-58173	-3969232	1074224	154.4	0	5086	346229	358354	106523	514517	3590166	3715886

Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio rara"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: sigmac lim. 149.4 sigmaf lim. 3150

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 128.08

comb.	N	Mx	My	fessurata	SigmaC	SigmaF
RA 6	-58173	-2546401	1074224	no	-1.2	0.1
RA 7	-58173	-2546401	1074224	no	-1.2	0.1
RA 8	-58173	-2546401	1074224	no	-1.2	0.1
RA 5	-58173	-1782480	1074224	no	-1.1	-0.3

Pressioni terreno in SLU

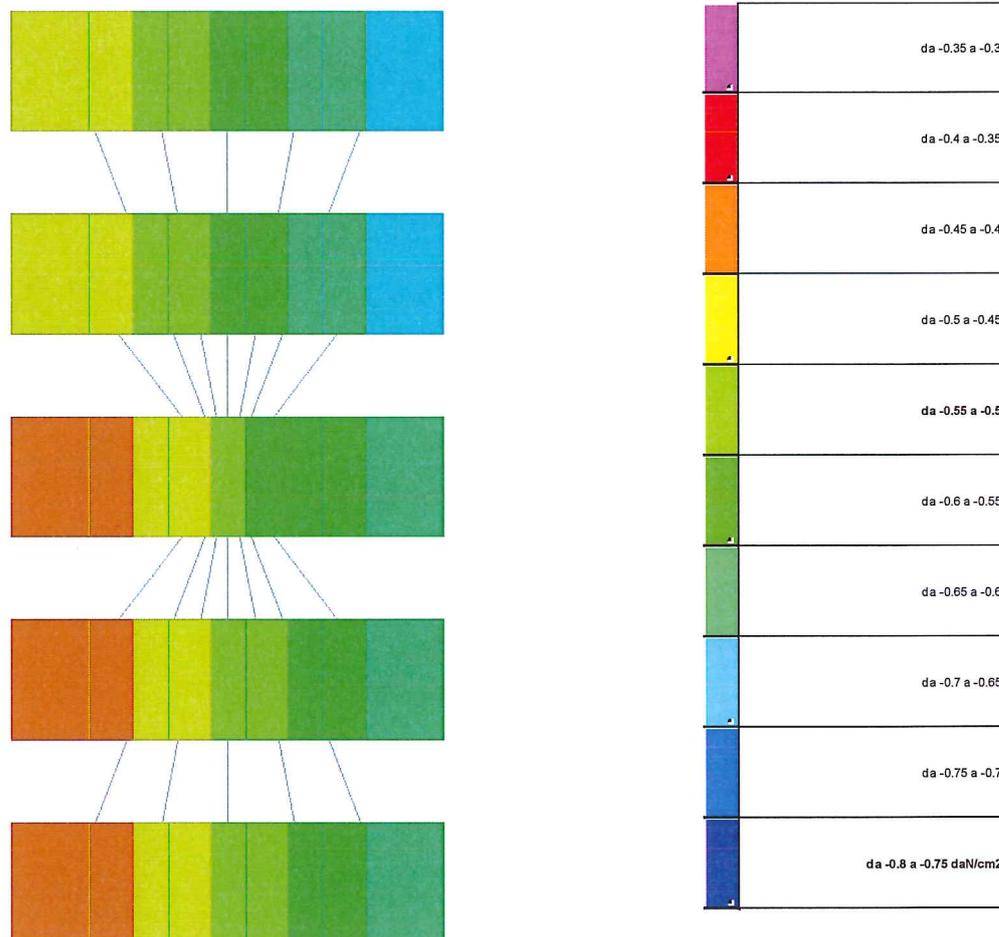


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglia SLU.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

Compressione estrema massima -0.69129 al nodo di indice 26, di coordinate $x = 124$, $y = 324$, $z = 0$, nel contesto Limite ultimo 64.

Spostamento estremo minimo -0.51813 al nodo di indice 26, di coordinate $x = 124$, $y = 324$, $z = 0$, nel contesto Limite ultimo 64.

Spostamento estremo massimo -0.16548 al nodo di indice 2, di coordinate $x = -124$, $y = -324$, $z = 0$, nel contesto Limite ultimo 32.

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	LU 33	-0.32194	-0.42953	LU 32	-0.16548	-0.22079
3	LU 33	-0.35432	-0.47274	LU 32	-0.19516	-0.26038
4	LU 42	-0.38878	-0.51871	LU 23	-0.22276	-0.29721
5	LU 44	-0.42673	-0.56934	LU 21	-0.24688	-0.32938
6	LU 44	-0.46675	-0.62273	LU 21	-0.26892	-0.35879
7	LU 33	-0.32194	-0.42953	LU 32	-0.19117	-0.25506
8	LU 33	-0.35432	-0.47274	LU 32	-0.22085	-0.29466
9	LU 42	-0.38774	-0.51732	LU 23	-0.24949	-0.33287
10	LU 44	-0.42673	-0.56934	LU 21	-0.27257	-0.36366
11	LU 44	-0.46675	-0.62273	LU 21	-0.29461	-0.39307

Nodo	Pressione minima			Pressione massima			
	Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
12		LU 33	-0.32194	-0.42953	LU 12	-0.21686	-0.28934
13		LU 33	-0.35432	-0.47274	LU 12	-0.24654	-0.32893
14		LU 41	-0.38671	-0.51594	LU 1	-0.27622	-0.36853
15		LU 44	-0.42673	-0.56934	LU 1	-0.29826	-0.39794
16		LU 44	-0.46675	-0.62273	LU 1	-0.3203	-0.42734
17		LU 53	-0.34783	-0.46381	LU 12	-0.21686	-0.28934
18		LU 53	-0.38001	-0.50701	LU 12	-0.24654	-0.32893
19		LU 63	-0.41343	-0.5516	LU 2	-0.27518	-0.36715
20		LU 64	-0.45242	-0.60361	LU 1	-0.29826	-0.39794
21		LU 64	-0.49244	-0.65701	LU 1	-0.3203	-0.42734
22		LU 53	-0.37332	-0.49808	LU 12	-0.21686	-0.28934
23		LU 53	-0.4057	-0.54129	LU 12	-0.24654	-0.32893
24		LU 63	-0.44016	-0.58726	LU 2	-0.27415	-0.36576
25		LU 64	-0.47811	-0.63789	LU 1	-0.29826	-0.39794
26		LU 64	-0.51813	-0.69129	LU 1	-0.3203	-0.42734

Pressioni terreno in SLVf/SLUEcc

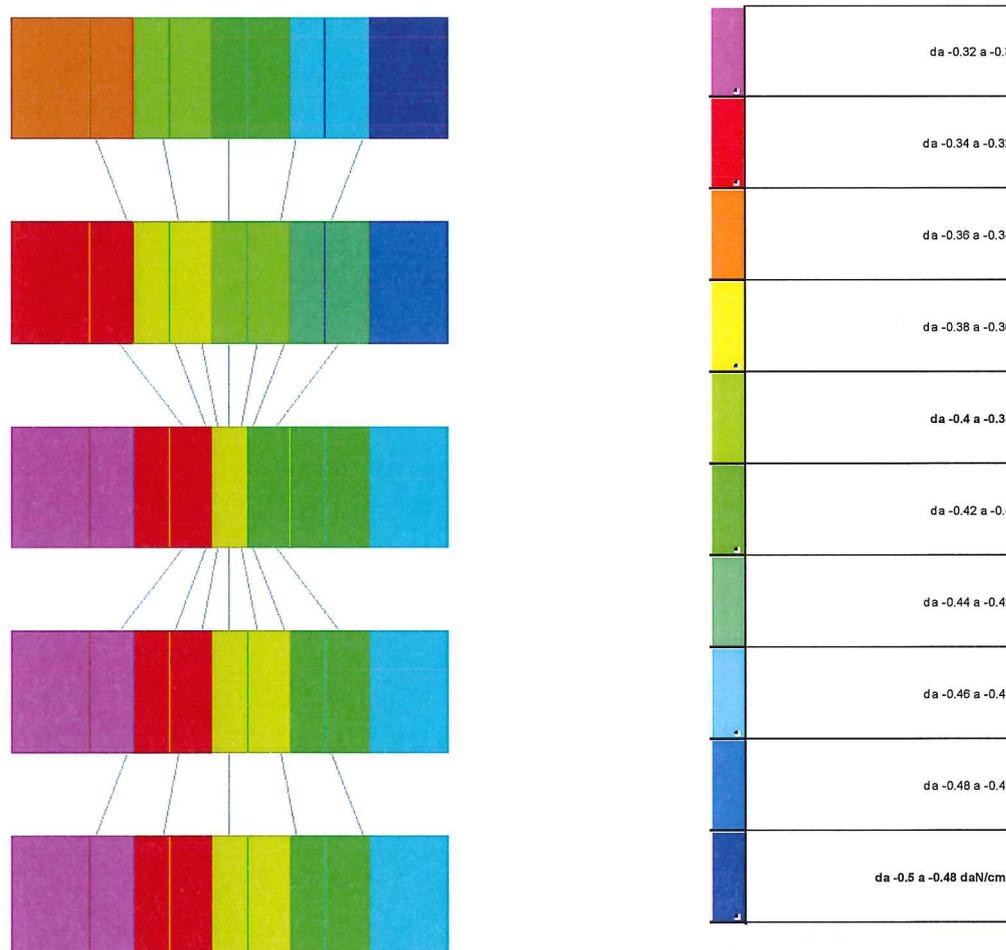


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLVf/SLUEcc.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm2]

Compressione estrema massima -0.49003 al nodo di indice 26, di coordinate $x = 124, y = 324, z = 0$, nel contesto Pressioni sul terreno 24.
 Spostamento estremo minimo -0.36728 al nodo di indice 26, di coordinate $x = 124, y = 324, z = 0$, nel contesto Pressioni sul terreno 24.
 Spostamento estremo massimo -0.18516 al nodo di indice 2, di coordinate $x = -124, y = -324, z = 0$, nel contesto Pressioni sul terreno 24.

Nodo	Pressione minima				Pressione massima			
	Ind.	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore	
2		PT 1	-0.22959	-0.30632	PT 24	-0.18516	-0.24703	
3		PT 1	-0.25291	-0.33743	PT 24	-0.21356	-0.28493	
4		PT 10	-0.2776	-0.37037	PT 15	-0.24058	-0.32098	
5		PT 12	-0.30462	-0.40643	PT 13	-0.26528	-0.35393	
6		PT 12	-0.33303	-0.44432	PT 13	-0.28859	-0.38504	
7		PT 1	-0.22959	-0.30632	PT 24	-0.20228	-0.26988	
8		PT 1	-0.25291	-0.33743	PT 24	-0.23069	-0.30778	
9		PT 10	-0.27691	-0.36945	PT 15	-0.2584	-0.34476	
10		PT 12	-0.30462	-0.40643	PT 13	-0.2824	-0.37678	
11		PT 12	-0.33303	-0.44432	PT 13	-0.30572	-0.40789	
12		PT 1	-0.22959	-0.30632	PT 12	-0.21941	-0.29274	
13		PT 1	-0.25291	-0.33743	PT 12	-0.24781	-0.33063	
14		PT 9	-0.27622	-0.36853	PT 1	-0.27622	-0.36853	
15		PT 12	-0.30462	-0.40643	PT 1	-0.29953	-0.39963	
16		PT 12	-0.33303	-0.44432	PT 1	-0.32285	-0.43074	
17		PT 13	-0.24672	-0.32917	PT 12	-0.21941	-0.29274	
18		PT 13	-0.27003	-0.36028	PT 12	-0.24781	-0.33063	
19		PT 23	-0.29404	-0.3923	PT 2	-0.27553	-0.36761	
20		PT 24	-0.32175	-0.42928	PT 1	-0.29953	-0.39963	
21		PT 24	-0.35016	-0.46718	PT 1	-0.32285	-0.43074	
22		PT 13	-0.26385	-0.35202	PT 12	-0.21941	-0.29274	
23		PT 13	-0.28716	-0.38313	PT 12	-0.24781	-0.33063	
24		PT 23	-0.31186	-0.41608	PT 2	-0.27484	-0.36669	
25		PT 24	-0.33888	-0.45213	PT 1	-0.29953	-0.39963	
26		PT 24	-0.36728	-0.49003	PT 1	-0.32285	-0.43074	

Pressioni terreno in SLE/SLD

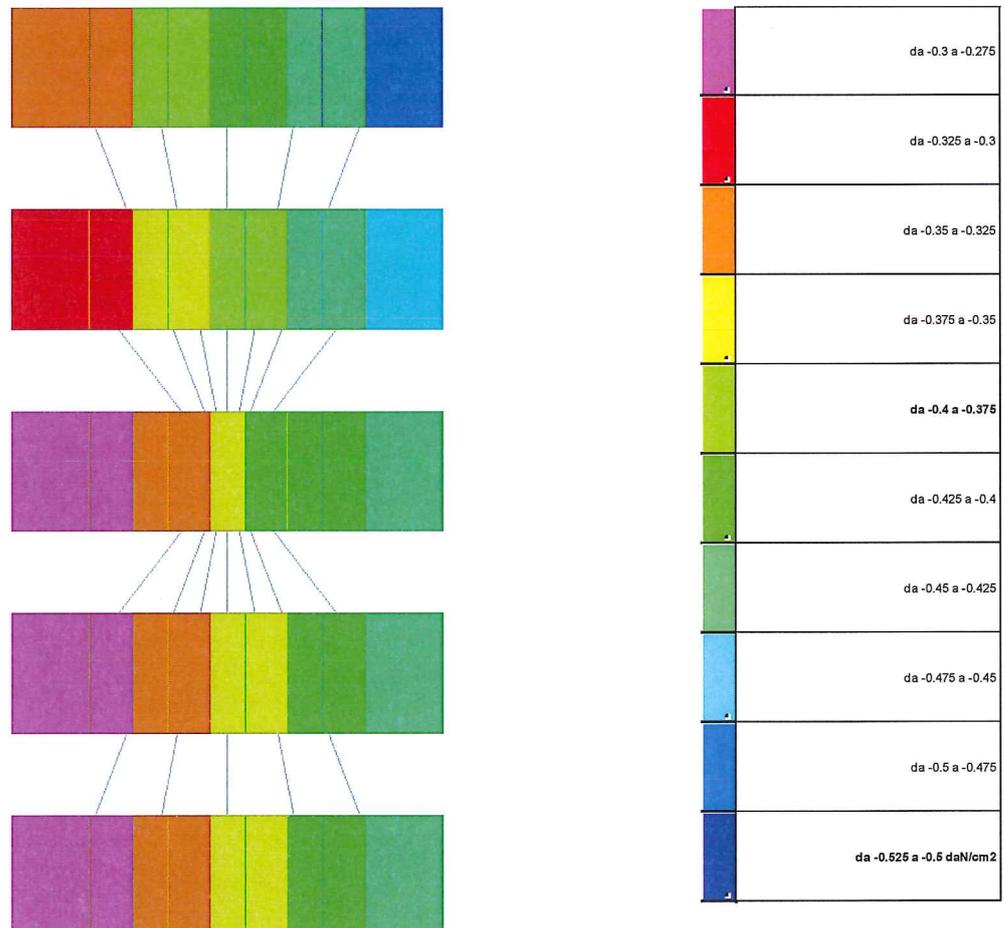


Immagine: rappresentazione in pianta delle massime compressioni sul terreno in famiglie SLE/SLD.

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Pressione minima: Situazione in cui si verifica la pressione minima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione minima.

uz: Spostamento massimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione minima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Pressione massima: Situazione in cui si verifica la pressione massima nel nodo.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce la pressione massima.

uz: Spostamento minimo verticale del nodo. [cm]

Valore: Pressione massima sul terreno del nodo. [daN/cm²]

Compressione estrema massima -0.48323 al nodo di indice 26, di coordinate $x = 124, y = 324, z = 0$, nel contesto Esercizio rara 8.

Spostamento estremo minimo -0.36219 al nodo di indice 26, di coordinate $x = 124, y = 324, z = 0$, nel contesto Esercizio rara 8.

Spostamento estremo massimo -0.19025 al nodo di indice 2, di coordinate $x = -124, y = -324, z = 0$, nel contesto Esercizio rara 8.

Nodo Ind.	Pressione minima			Pressione massima		
	Cont.	uz	Valore	Cont.	uz	Valore
2	RA 1	-0.2245	-0.29953	RA 8	-0.19025	-0.25383
3	RA 1	-0.25036	-0.33403	RA 8	-0.21611	-0.28833
4	RA 3	-0.27622	-0.36853	RA 6	-0.24196	-0.32283
5	RA 3	-0.30208	-0.40303	RA 6	-0.26782	-0.35733
6	RA 3	-0.32794	-0.43753	RA 6	-0.29368	-0.39183
7	RA 1	-0.2245	-0.29953	RA 8	-0.20737	-0.27668
8	RA 1	-0.25036	-0.33403	RA 8	-0.23323	-0.31118
9	RA 3	-0.27622	-0.36853	RA 6	-0.25909	-0.34568
10	RA 3	-0.30208	-0.40303	RA 6	-0.28495	-0.38018
11	RA 3	-0.32794	-0.43753	RA 6	-0.31081	-0.41468
12	RA 1	-0.2245	-0.29953	RA 3	-0.2245	-0.29953
13	RA 1	-0.25036	-0.33403	RA 3	-0.25036	-0.33403
14	RA 3	-0.27622	-0.36853	RA 1	-0.27622	-0.36853
15	RA 3	-0.30208	-0.40303	RA 1	-0.30208	-0.40303
16	RA 3	-0.32794	-0.43753	RA 1	-0.32794	-0.43753
17	RA 6	-0.24163	-0.32238	RA 3	-0.2245	-0.29953
18	RA 6	-0.26749	-0.35688	RA 3	-0.25036	-0.33403
19	RA 8	-0.29335	-0.39138	RA 1	-0.27622	-0.36853
20	RA 8	-0.31921	-0.42588	RA 1	-0.30208	-0.40303
21	RA 8	-0.34506	-0.46038	RA 1	-0.32794	-0.43753
22	RA 6	-0.25876	-0.34523	RA 3	-0.2245	-0.29953
23	RA 6	-0.28461	-0.37973	RA 3	-0.25036	-0.33403
24	RA 8	-0.31047	-0.41423	RA 1	-0.27622	-0.36853
25	RA 8	-0.33633	-0.44873	RA 1	-0.30208	-0.40303
26	RA 8	-0.36219	-0.48323	RA 1	-0.32794	-0.43753

Cedimenti fondazioni superficiali

Nodo: Nodo che interagisce col terreno.

Ind.: Indice del nodo.

Spostamento nodale massimo: Situazione in cui si verifica lo spostamento massimo verticale nel nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento massimo con segno è quello con valore massimo lungo l'asse Z, dove valori positivi rappresentano spostamenti verso l'alto.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: Spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: Pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

Spostamento nodale minimo: Situazione in cui si verifica lo spostamento minimo verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento minimo con segno è quello con valore minimo lungo l'asse Z, dove valori negativi rappresentano spostamenti verso il basso.

Cont.: Nome breve della condizione o combinazione di carico a cui si riferisce lo spostamento.

uz: Spostamento verticale del nodo calcolato dal solutore ad elementi finiti. Lo spostamento è dotato di segno. [cm]

Press.: Pressione sul terreno corrispondente allo spostamento. Valori positivi indicano trazione, valori negativi indicano compressione. [daN/cm²]

Cedimento elastico: Cedimento teorico elastico massimo.

Cont.: Nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico elastico massimo.

v.: Valore del cedimento teorico elastico massimo. [cm]

Cedimento edometrico: Cedimento teorico edometrico massimo.

Cont.: Nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico edometrico massimo.

v.: Valore del cedimento teorico edometrico massimo. [cm]

Cedimento di consolidazione: Cedimento teorico di consolidazione massimo.

Cont.: Nome breve della combinazione di carico in cui è stato calcolato il cedimento teorico di consolidazione massimo.

v.: Valore del cedimento teorico di consolidazione massimo. [cm]

Spostamento estremo minimo -0.36219 al nodo di indice 26, di coordinate $x = 124, y = 324, z = 0$, nel contesto Esercizio rara 8.
Spostamento estremo massimo -0.19025 al nodo di indice 2, di coordinate $x = -124, y = -324, z = 0$, nel contesto Esercizio rara 8.

Nodo Ind.	Spostamento nodale massimo			Spostamento nodale minimo			Cedimento elastico		Cedimento edometrico		Cedimento di consolidazione	
	Cont.	uz	Press.	Cont.	uz	Press.	Cont.	v.	Cont.	v.	Cont.	v.
2	RA 8	-0.19025	-0.25383	RA 1	-0.2245	-0.29953						
3	RA 8	-0.21611	-0.28833	RA 1	-0.25036	-0.33403						
4	RA 6	-0.24196	-0.32283	RA 3	-0.27622	-0.36853						
5	RA 6	-0.26782	-0.35733	RA 3	-0.30208	-0.40303						
6	RA 6	-0.29368	-0.39183	RA 3	-0.32794	-0.43753						
7	RA 8	-0.20737	-0.27668	RA 1	-0.2245	-0.29953						
8	RA 8	-0.23323	-0.31118	RA 1	-0.25036	-0.33403						
9	RA 6	-0.25909	-0.34568	RA 3	-0.27622	-0.36853						
10	RA 6	-0.28495	-0.38018	RA 3	-0.30208	-0.40303						
11	RA 6	-0.31081	-0.41468	RA 3	-0.32794	-0.43753						
12	RA 3	-0.2245	-0.29953	RA 1	-0.2245	-0.29953						
13	RA 3	-0.25036	-0.33403	RA 1	-0.25036	-0.33403						
14	RA 1	-0.27622	-0.36853	RA 3	-0.27622	-0.36853						
15	RA 1	-0.30208	-0.40303	RA 3	-0.30208	-0.40303						
16	RA 1	-0.32794	-0.43753	RA 3	-0.32794	-0.43753						
17	RA 3	-0.2245	-0.29953	RA 6	-0.24163	-0.32238						
18	RA 3	-0.25036	-0.33403	RA 6	-0.26749	-0.35688						
19	RA 1	-0.27622	-0.36853	RA 8	-0.29335	-0.39138						
20	RA 1	-0.30208	-0.40303	RA 8	-0.31921	-0.42588						
21	RA 1	-0.32794	-0.43753	RA 8	-0.34506	-0.46038						
22	RA 3	-0.2245	-0.29953	RA 6	-0.25876	-0.34523						
23	RA 3	-0.25036	-0.33403	RA 6	-0.28461	-0.37973						
24	RA 1	-0.27622	-0.36853	RA 8	-0.31047	-0.41423						
25	RA 1	-0.30208	-0.40303	RA 8	-0.33633	-0.44873						
26	RA 1	-0.32794	-0.43753	RA 8	-0.36219	-0.48323						