

## Dott. Ing. Lionello LUPI

✉ via della Siderurgia n. 18  
loc. S. Palomba  
00040 Pomezia – ROMA –

☎ telefono +39 347 2599917

✉ fax on e-mail 178 222 0967

✉ E-mail [lio.lupi@tiscali.it](mailto:lio.lupi@tiscali.it)

Ordine Ingegneri della Provincia di Roma n. 11646

Codice Ministero Interni Abil. VVF n. RM11646I02309

Ns. rif. P stop-leonina4  
data 26-11-2024  
06-02-2025

### OGGETTO:

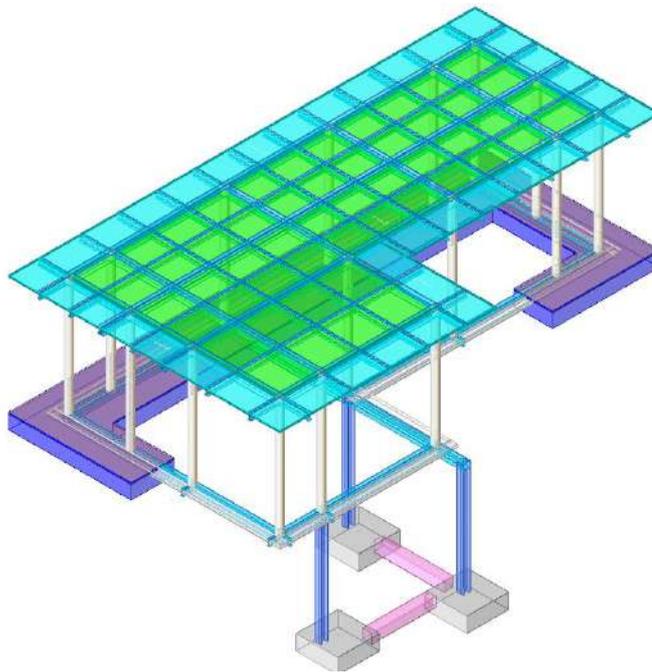
**Calcoli statici della struttura metallica prefabbricata adibita a protezione dei locali bagni interrati a P.zza Leonina a Roma**

**Progettista architettonico: D'Ottavi Zeppa Architetti**

**Progettista delle strutture: Ing. Lionello Lupi**

### GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

---



La presente relazione ha lo scopo di verificare l'affidabilità del codice di calcolo utilizzato per la risoluzione della struttura così come previsto al punto 10.2 del D.M. 14.01.2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni.

In particolare, si riporta di seguito un caso prova interamente risolto e commentato con i relativi file di input utili per riprodurre l'elaborazione.

#### **TIPO DI ANALISI SVOLTA**

All'uopo si è utilizzato il programma SISMICAD, versione 12.24, prodotto e commercializzato dalla CONCRETE S.r.l. con sede in Padova, Via della Pieve 19, di cui il sottoscritto è provvisto di licenza n. 9206151 e di contratto di assistenza.

#### **AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI**

L'esempio che si riporta è quello di un telaio spaziale con quattro pilastri, considerato per semplicità di elaborazione come ricadente in zona non sismica, per il quale è stata condotta modellazione FEM, applicazione dei carichi, sia permanenti che accidentali, valutazione delle caratteristiche di sollecitazione, sia per le travi che per un pilastro tipo e calcolo delle tensioni.

#### **PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

I risultati ottenuti dal programma di calcolo sono raffrontati con i risultati derivanti dall'applicazione di procedure analitiche "manuali", dedotte dai più comuni manuali di calcolo esistenti, quale il Prontuario Le Monnier e il testo "Calcolo delle Sezioni in cemento armato" di Giovanni Falchi Delitalia, ed. Hoepli.

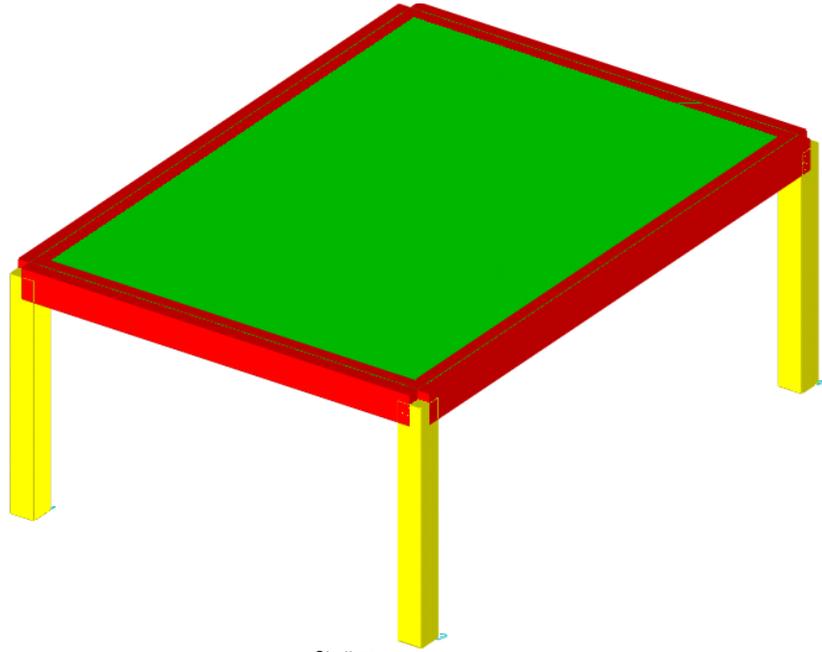
Il raffronto non ha prodotto alcuna apprezzabile differenza.

#### **GIUDIZIO SULL'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

In virtù di quanto di seguito si riporta e dei confronti effettuati si ritengono i risultati assolutamente accettabili ed il software in grado di rispondere accuratamente e con fiducia alle esigenze di una corretta progettazione e verifica strutturale.

Nelle pagine che seguono viene quindi prima riportato il file del modello, completo di input ed output, quindi eseguita l'analisi comparativa della struttura.

# 1 Rappresentazione generale dell'edificio



Struttura  
Vista assonometrica dell'edificio nella sua interezza

## 2 Normative

. 05-11-71, n. 1086

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

### **D.M. LL.PP. del 14-02-92**

Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **D.M. del 09-01-96**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **Circolare Ministeriale del 15-10-96 N°252**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09-01-96

### **D.M. del 16-01-96**

Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

### **Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.**

### **Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 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.

### **D.M. 17-01-18**

Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP**

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

### **Eurocodici**

EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014

ETA-03/0050

ETA-07/0086

ETA-08/0147

# 3 Descrizione del software

## 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.

## Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.24

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Identificatore licenza: SW-9206151

Intestatario della licenza: Lupi Ing. Lionello - Via della Siderurgia, 18 - Pomezia (RM)

Versione regolarmente licenziata

## 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 rigidità 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 principale coincide 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 rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità 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.- 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.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. 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.

## 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.

# 4 Descrizione hardware

Processore	Intel(R) Core(TM) i7-4500U CPU @ 1.80GHz
Architettura	x86
Frequenza	2394 MHz
Memoria	7,93 GB
Sistema operativo	Microsoft Windows 8.1 (64 bit)

# 5 Dati generali

## 5.1 Materiali

### 5.1.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/m<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/m<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/m<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**Gamma:** peso specifico del materiale. [daN/m<sup>3</sup>]

**Alfa:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	Gamma	Alfa
RCK300	3000000	3122021581	Default (1419100718)	0.1	2500	0.00001

### 5.1.2 Curve di materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Curva:** curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** ha comportamento fragile.

**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

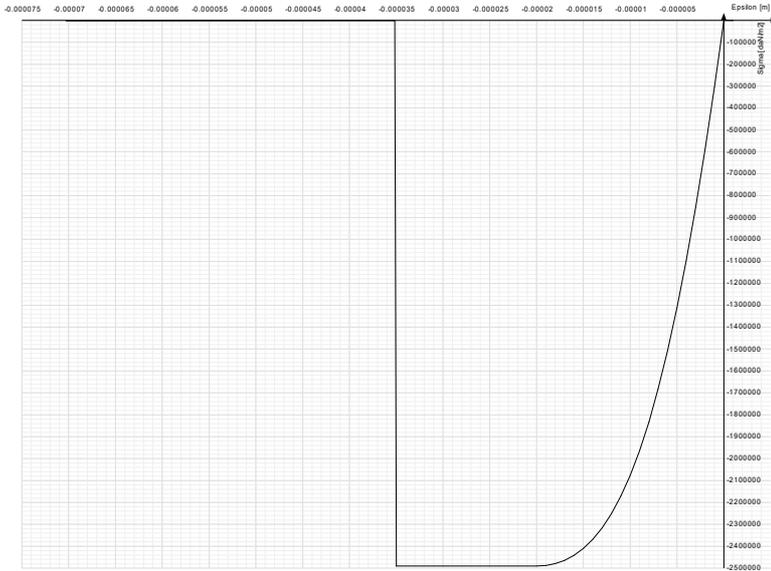
**E.traz.:** modulo di elasticità a trazione. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
RCK300	No	Si	3122021581	0.0001	-0.002	-0.0035	3122021581	0.0001	0.0000584	0.0000643



### 5.1.3 Armature

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [daN/m<sup>2</sup>]

**Sigma amm.:** tensione ammissibile. [daN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** peso specifico del materiale. [daN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**Alfa:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**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	Alfa	Livello di conoscenza
FeB 44 k aderenza migliorata	43000000	25500000	Aderenza migliorata	20600000000	7850	0.3	0.000012	Nuovo

## 5.2 Sezioni

### 5.2.1 Sezioni C.A.

#### 5.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.



**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**H:** altezza della sezione. [m]

**B:** larghezza della sezione. [m]

**c.s.:** copriferro superiore della sezione. [m]

**c.i.:** copriferro inferiore della sezione. [m]

**c.l.:** copriferro laterale della sezione. [m]

Descrizione	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	H	B	c.s.	c.i.	c.l.
R 30*40	0.1	0.1	0.0016	0.0009	0.001899	0.4	0.3	0.02	0.02	0.02
R 30*30	0.075	0.075	0.000675	0.000675	0.000999	0.3	0.3	0.018	0.018	0.018

### 5.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Xg:** ascissa del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [m]

**Yg:** ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [m]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m<sup>2</sup>]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jy:** momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jxy:** momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jm:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [m<sup>4</sup>]

**Jn:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [m<sup>4</sup>]

**Alfa:** angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	Alfa	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM
R 30*40	0.15	0.2	0.12	0.0016	0.0009	0	0.0016	0.0009	0	0.1	0.1	0.0016	0.0009	0.001899
R 30*30	0.15	0.15	0.09	6.8E-4	6.8E-4	0	6.8E-4	6.8E-4	0	0.075	0.075	0.000675	0.000675	0.000999

## 5.3 Terreni

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Coesione:** coesione del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**Coesione non drenata:** coesione non drenata (Cu) del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**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/m<sup>3</sup>]

**Gamma saturo:** peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/m<sup>3</sup>]

**E:** modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

**Rqd:** rock quality degree. Per roccia assume valori nell'intervallo (0;1). Il valore convenzionale 0 indica che si tratta di un terreno sciolto. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson	Rqd
Riporto_1	0	0	38	0	1	0.38	1600	2150	9000000	0.3	0
Terreno vegetale e riporto artificiale	3000	3000	0	0	0.7	1	1850	1850	10000	0	0

# 6 Dati di definizione

## 6.1 Preferenze commessa

### 6.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	Non sismica
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3
Coefficiente di sicurezza portanza pali	2.5

### 6.1.2 Preferenze di verifica

#### 6.1.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	tensioni ammissibili in D.M.9-01-96
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in tensioni ammissibili
Acciaio	Preferenze analisi di verifica in tensioni ammissibili
	CNR10011/CNR10022

#### 6.1.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7
Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure	1

### 6.1.2.3 Normativa di verifica acciaio

Coefficiente di ingobbamento	0.5
Verifica di instabilità flessotorsionale	no
Rapporto bo/t elementi irrigiditi da anima e piega	60
Rapporto bo/t elementi irrigiditi da due anime	250
Rapporto bo/t elementi non irrigiditi	30
Rapporto h/t anime inflesse	150

### 6.1.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8	[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8	[m]
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	1	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1	[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01	[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04	[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1	[m]
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	Deformata cubica	

### 6.1.4 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	1
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	1
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	1
Palo	1	1	0.01	1	1	1	1
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

### 6.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.0001
Numero massimo iterazioni	50

### 6.1.6 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	0.1 [daN/m]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.1 [daN/m]

## 6.1.7 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	si	
Fondazioni bloccate orizzontalmente	si	
Considera peso sismico delle fondazioni	no	
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no	
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	3000000	[daN/m3]
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5	
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	10000	[daN/m2]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	10000	[daN/m2]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic	
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Vesic	
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	Riporto_1	
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	2	[m]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1	
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1	
K punta palo (default)	4000000	[daN/m3]
Pressione limite punta palo (default)	100000	[daN/m2]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	30000	[daN/m2]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	no	
Spessore massimo strato	1	[m]
Profondità massima	30	[m]
Cedimento assoluto ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Cedimento relativo ammissibile	0.05	[m]
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	10	[m]
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	0.05	[m]
Cedimento medio ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]

## 6.1.8 Preferenze progetto legno

Default Beta X cerniera-cerniera	1	
Default Beta Y cerniera-cerniera	1	
Default Beta X cerniera-incastro	0.8	
Default Beta Y cerniera-incastro	0.8	
Default Beta X incastro-incastro	0.7	
Default Beta Y incastro-incastro	0.7	
Default Beta X incastro-libero	2	
Default Beta Y incastro-libero	2	
Rapporto luce su freccia istantanea (default)	300	
Rapporto luce su freccia differita (default)	300	

## 6.1.9 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	300	
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333	
Limite spostamento relativo complessivo multipiano colonne	0.002	
Rapporto di sottoutilizzo	0.8	
Modalità di utilizzo del nomogramma	nodii fissi	
Valutazione delle frecce nelle mensole considerando spostamento relativo tra nodo iniziale e nodo finale	no	

## 6.1.10 Preferenze progetto muratura

Forza minima aggancio al piano (default)	0	[daN/m]
Denominatore per momento ortogonale (default)	8	
Minima resistenza trazione travi (default)	30000	[daN]
Angolo cuneo verifica ribaltamento (default)	30	[deg]
Considera $d = 0.8 * h$ nei maschi senza fibre compresse	si	

## 6.2 Azioni e carichi

### 6.2.1 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**l/l:** descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

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

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

Descrizione	Nome breve	I/II	Durata	Var.segno
Permanenti	Perm.		Permanente	
Variabili	Variabili	I	Istantaneo	
Delta T	Dt	II	Media	No

## 6.2.2 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 Unica

Il nome compatto della famiglia è UN.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabili	Dt
1	UN 1	1	1	0

## 6.2.3 Definizioni di carichi superficiali

**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.

**Valore:** modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/m<sup>2</sup>]

**Applicazione:** modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
	Permanenti	400	Verticale
	Variabili	200	Verticale

## 6.3 Quote

### 6.3.1 Livelli

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

**Spessore:** spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Livello 0	0	0
L2	Livello 1	3.24	0.24

### 6.3.2 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. [m]

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Livello 1-Livello 0	Livello 0	Livello 1

## 6.4 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: 10000

I valori sono espressi in m

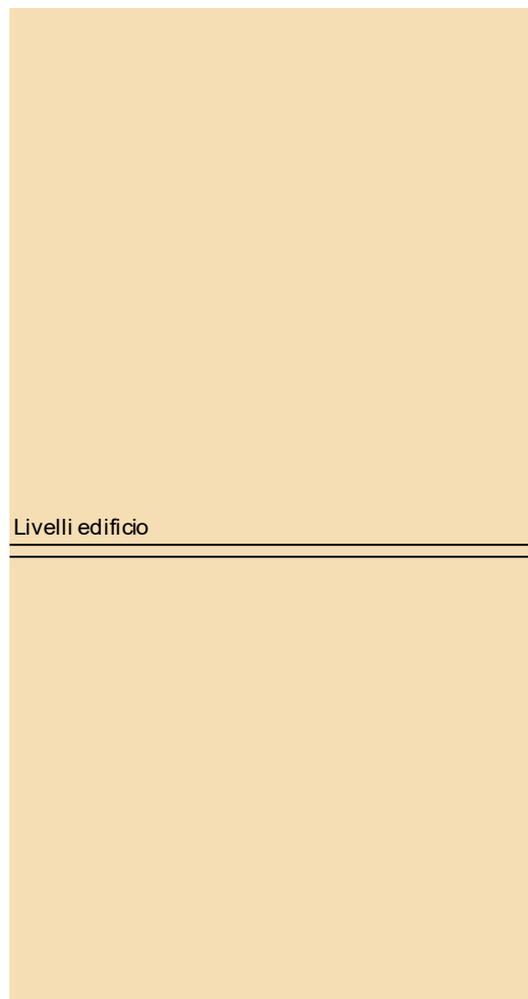
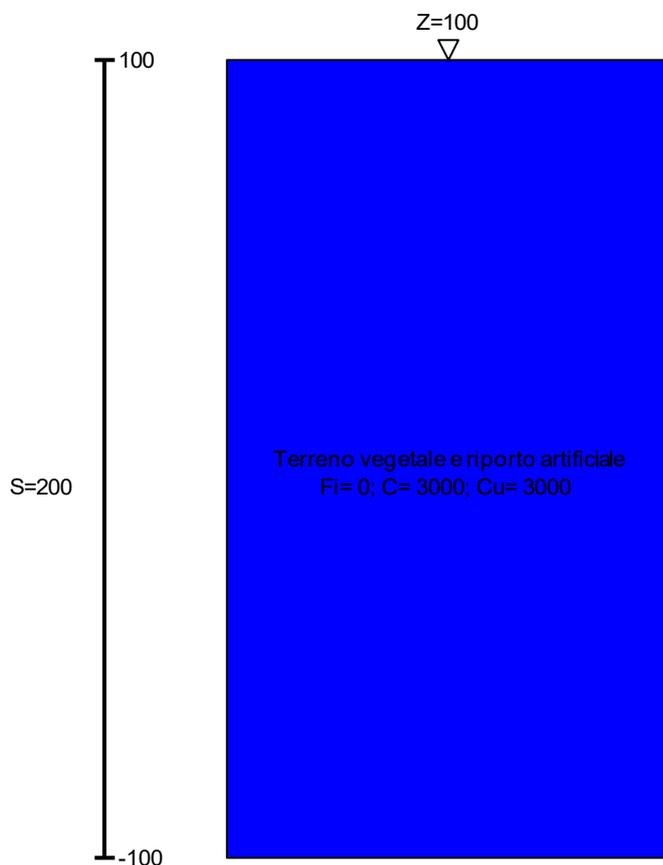


Immagine: Sondaggio

### Stratigrafie

**Terreno:** terreno mediamente uniforme presente nello strato.

**Sp.:** spessore dello strato. [m]

**Kor,i:** coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kor,s:** coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kve,i:** coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kve,s:** coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Eel,s:** modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eel,i:** modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eed,s:** modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eed,i:** modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

**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
Terreno vegetale e riporto artificiale	200	1.5E6	1.0E6	1.0E6	1.0E6	10000	10000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

## 6.5 Elementi di input

### 6.5.1 Fili fissi

#### 6.5.1.1 Fili fissi di piano

**Livello:** quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto:** punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

**Estradosso:** distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

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

**Tipo:** tipo di simbolo.

**T.c.:** testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L1	5	0	0	0	Croce	3	L1	5	7	0	0	Croce	4
L1	0	0	0	0	Croce	1	L1	0	7	0	0	Croce	2

### 6.5.2 Travi C.A.

#### 6.5.2.1 Travi C.A. di piano

**Sezione:** riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**P.i.:** posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

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

**Punto i.:** punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

**Punto f.:** punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

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

**Mat.:** riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

**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/m]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z.	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y									
R 30*40	CA	L2	5	0	0	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	5	7	5	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	0	0	0	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	0	7	5	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300

### 6.5.3 Pilastrì C.A.

**Tr.:** riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

**Sezione:** riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**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. [m]

Y: coordinata Y. [m]

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

**Mat.:** riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

**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/m]

**Corr.:** lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.ln.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y										
T1	R 30*30	CC	5	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	3
T1	R 30*30	CC	0	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	1
T1	R 30*30	CC	5	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	4
T1	R 30*30	CC	0	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	2

## 6.5.4 Carichi superficiali

### 6.5.4.1 Carichi superficiali di piano

**Carico:** riferimento alla definizione di un carico di superficie.

**Solaio:** riferimento alla definizione di una sezione di solaio. Accetta anche il valore "Nessuno".

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

**Punti:** punti di definizione in pianta.

**Indice:** indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

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

**Angolo:** direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

**Comp.:** descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

**Fori:** riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Liv.	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
		L2	1	0	0	0	0	Nessuno	
			2	5	0				
			3	5	7				
			4	0	7				

# 7 Dati di modellazione

## 7.1 Nodi

### 7.1.1 Nodi di definizione

**Indice:** numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

**Posizione:** coordinate del nodo.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Z:** coordinata Z. [m]

Indice	Posizione														
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
2	0	0	0	3	5	0	0	4	0	7	0	5	5	7	0

Indice				Posizione				Indice				Posizione				Indice				Posizione											
				X	Y	Z						X	Y	Z						X	Y	Z									
6				0	0	3.12		7				5	0	3.12		8				0	7	3.12		9				5	7	3.12	

## 7.2 Aste

### 7.2.1 Carichi su aste

#### 7.2.1.1 Carichi trapezoidali locali

**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. [m]

**F1 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/m]

**F2 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/m]

**F3 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/m]

**Posizione finale:** posizione finale del carico sull'asse locale 1. [m]

**F1 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/m]

**F2 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/m]

**F3 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/m]

Indice asta	Condizione	Posizione iniziale	F1 iniziale	F2 iniziale	F3 iniziale	Posizione finale	F1 finale	F2 finale	F3 finale
5	Permanenti	0	0	-1000	0	7	0	-1000	0
5	Variabili	0	0	-500	0	7	0	-500	0
8	Permanenti	0	0	-1000	0	7	0	-1000	0
8	Variabili	0	0	-500	0	7	0	-500	0

### 7.2.2 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. [m<sup>2</sup>]

**Area 2:** area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 2. [m<sup>2</sup>]

**Area 3:** area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 3. [m<sup>2</sup>]

**In.2:** momento d'inerzia attorno all'asse locale 2. [m<sup>4</sup>]

**In.3:** momento d'inerzia attorno all'asse locale 3. [m<sup>4</sup>]

**In.tors.:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di torsione. [m<sup>4</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale. [daN/m<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale. [daN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** coefficiente di dilatazione termica longitudinale. [°C<sup>-1</sup>]

**P.unit.:** peso per unità di lunghezza dell'elemento. [daN/m]

**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	0.09	0.075	0.075	0.000675	0.000675	9.99E-06	3.12E09	1.42E09	0.00001	225		R 30*30	RCK300_1
2	0.12	0.1	0.1	0.0009	0.0016	1.90E-05	3.12E09	1.42E09	0.00001	300		R 30*40	RCK300_1

### 7.2.3 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	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione
				Indice															
1	2	6	11	1	2	4	8	11	1	3	3	7	11	1	4	5	9	11	1
5	6	8	12	2	6	8	9	12	2	7	7	6	12	2	8	9	7	12	2

## 8 Risultati numerici

### 8.1 Spostamenti nodali

#### 8.1.1 Spostamenti nodali estremi

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

#### Spostamenti nodali con componente Ux minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	UN 1			-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
7	UN 1			-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
8	Variabili			0	-0.0000059	-0.0000194	0.0288	0	0
6	Variabili			0	0.0000059	-0.0000194	-0.0288	0	0
10	Perm.			0	0	0	0	0	0

#### Spostamenti nodali con componente Ux massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
8	Perm.			0.0000011	-0.0000153	-0.0000627	0.0748	0.0077	0
6	Perm.			0.0000011	0.0000153	-0.0000627	-0.0748	0.0077	0
4	Perm.			0	0	0	0	0	0
5	Perm.			0	0	0	0	0	0
1	Perm.			0	0	0	0	0	0

#### Spostamenti nodali con componente Uy minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
8	UN 1			0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
12	Perm.	0	0	0	0	0	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uy massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
4	Perm.	0	0	0	0	0	0
5	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uz minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
8	UN 1	0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uz massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
5	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0
4	Perm.	0	0	0	0	0	0
2	Perm.	0	0	0	0	0	0
3	Perm.	0	0	0	0	0	0

## 8.1.2 Spostamenti nodali in condizioni di carico

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
6	Perm.	0.0000011	0.0000153	-0.0000627	-0.0748	0.0077	0

### 8.1.3 Spostamenti nodali in combinazioni di carico

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
8	UN 1	0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0

## 8.2 Reazioni nodali

### 8.2.1 Reazioni nodali estreme

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

### Reazioni Fx minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
3	Perm.	-170	1643	6002	-1681.22	-173.99	0
4	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fx massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
4	Perm.	170	-1643	6002	1681.22	173.99	0
3	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fy minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
8	Perm.	0	0	0	0	0	0
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fy massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
7	Perm.	0	0	0	0	0	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fz minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
8	Perm.	0	0	0	0	0	0
7	Perm.	0	0	0	0	0	0
12	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fz massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0

## 8.2.2 Reazioni nodali in condizioni di carico

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
3	Perm.	-170	1643	6002	-1681.22	-173.99	0
3	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
4	Perm.	170	-1643	6002	1681.22	173.99	0
4	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0
5	Perm.	-170	-1643	6002	1681.22	-173.99	0
5	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0

### 8.2.3 Reazioni nodali in combinazioni di carico

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

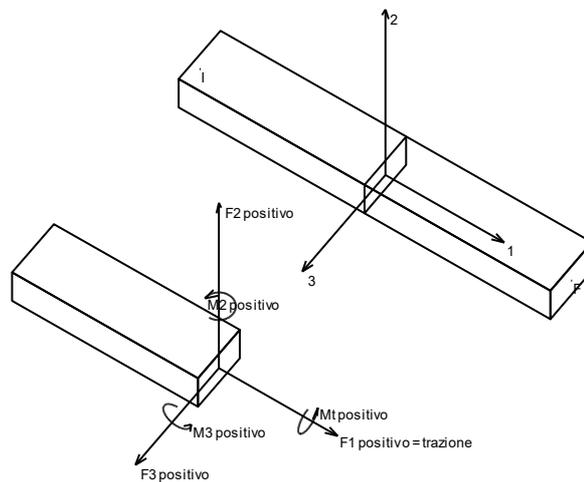
Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0

## 8.3 Sollecitazioni aste

### 8.3.1 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:

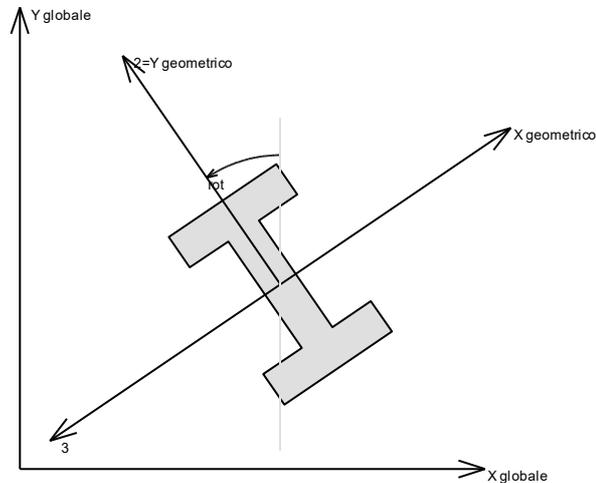
presa un'asta con nodo iniziale  $i$  e nodo finale  $f$ , asse 1 che va da  $i$  a  $f$ , assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (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.

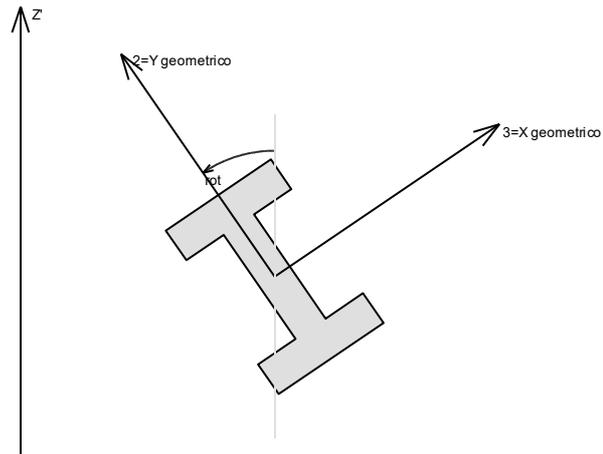
Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

### 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).

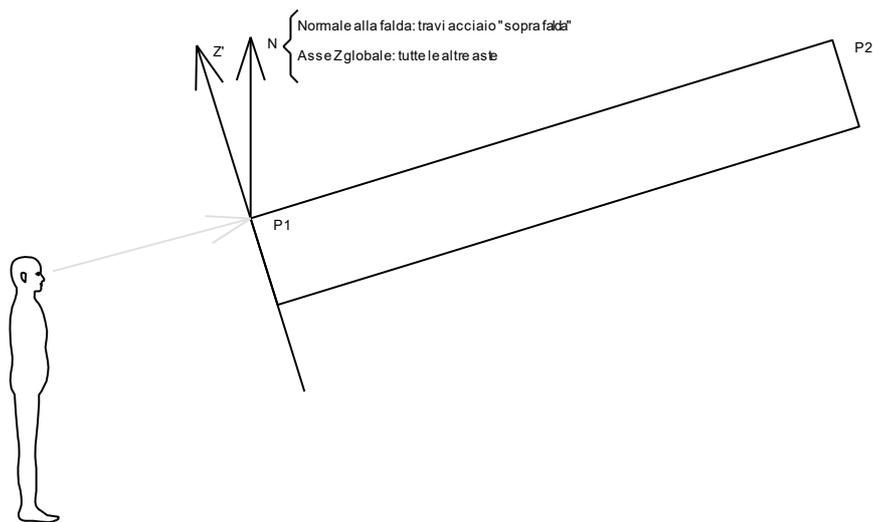
## Sistema locale aste non verticali



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

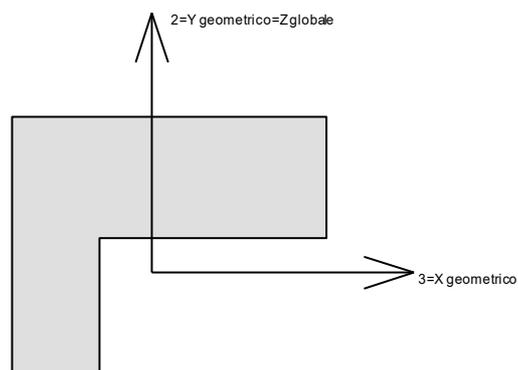
L'asse  $Z'$  è illustrato nella figura seguente dove:

- 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.

### 8.3.2 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. [m]

**Y:** componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Z:** componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**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\*m]

**M2:** componente M2 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

**M3:** componente M3 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

#### 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
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85
4	UN 1	1	5	7	0	-7752	2275	-170	0	173.99	2327.85
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85
3	UN 1	1	5	0	0	-7752	-2275	-170	0	173.99	-2327.85
8	UN 1	1	5	7	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93

#### 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
7	Variabili	1	5	0	3.12	0	0	0	0	0	0
6	Variabili	1	0	7	3.12	0	0	0	0	0	0
5	Variabili	1	0	0	3.12	-632	-1750	0	0	0	-1324.98
8	Variabili	1	5	7	3.12	-632	-1750	0	0	0	-1324.98
3	Variabili	1	5	0	0	-1750	-632	0	0	0	-646.62

#### 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
4	UN 1	31	5	7	3.12	-7050	2275	-170	0	-355.91	-4769.93
3	Perm.	31	5	0	3.12	-5300	-1643	-170	0	-355.91	3444.95
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85
8	UN 1	31	5	0	3.12	-2275	6300	0	0	0	-4769.93

#### 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
1	UN 1	31	0	0	3.12	-7050	-2275	170	0	355.91	4769.93

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	N.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	Perm.	31	0	7	3.12	-5300	1643	170	0	355.91	-3444.95
4	Perm.	1	5	7	0	-6002	1643	-170	0	173.99	1681.22
3	Perm.	1	5	0	0	-6002	-1643	-170	0	173.99	-1681.22
8	UN 1	14	5	3.97	3.12	-2275	-840	0	0	0	6059.07

### Sollecitazioni con momento M3 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
8	UN 1	1	5	7	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93
5	UN 1	1	0	0	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93
2	UN 1	31	0	7	3.12	-7050	2275	170	0	355.91	-4769.93
4	UN 1	31	5	7	3.12	-7050	2275	-170	0	-355.91	-4769.93
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85

### Sollecitazioni con momento M3 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
5	UN 1	16	0	3.5	3.12	-2275	0	0	0	0	6255.07
8	UN 1	16	5	3.5	3.12	-2275	0	0	0	0	6255.07
1	UN 1	31	0	0	3.12	-7050	-2275	170	0	355.91	4769.93
3	UN 1	31	5	0	3.12	-7050	-2275	-170	0	-355.91	4769.93
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85

## 8.4 Sollecitazioni gusci

### 8.4.1 Convenzioni di segno gusci

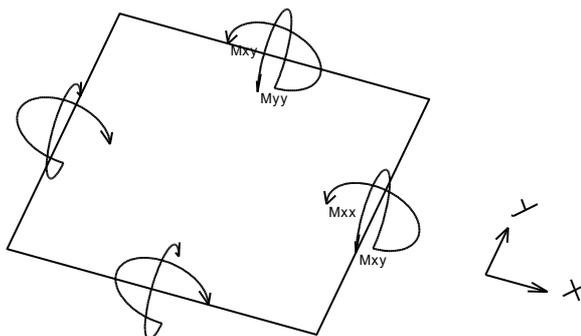
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

#### Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse x e y contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse (z) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse x ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale X. Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi x, y e z locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi X, Y e Z globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

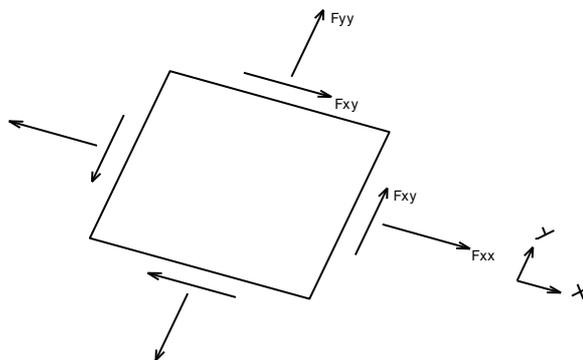
- $M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che

tende le fibre inferiori);

-  $M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

-  $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

-  $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

-  $F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

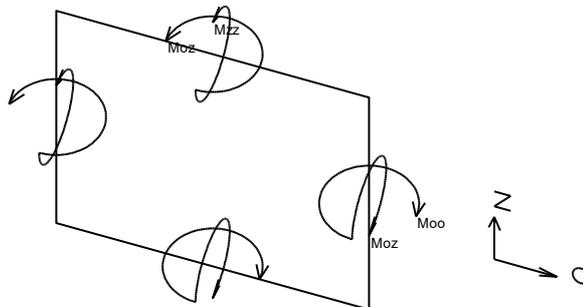
Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

-  $V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$ ;

-  $V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$ .

### Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $O$  è orizzontale e l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .

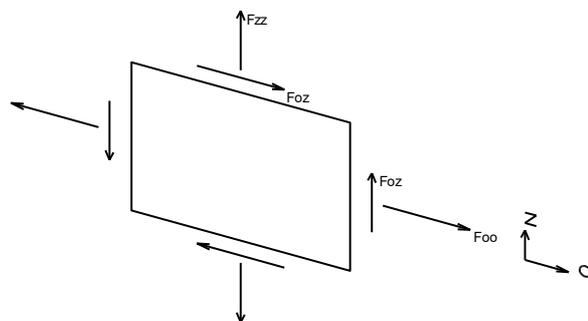


-  $M_{oo}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{zz}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{oz}$ : momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  sono rispettivamente:



- $F_{zz}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{oo}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{oz}$ : sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- $V_o$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$ ;
- $V_z$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$ .

## 8.5 Sollecitazioni gusci armati

### 8.5.1 Convenzioni di segno gusci

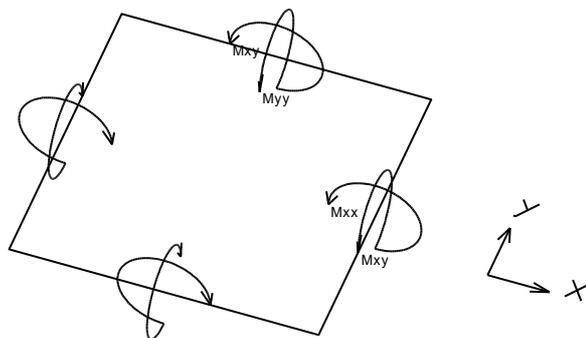
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

#### Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $x$  e  $y$  contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ( $z$ ) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $x$  ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale  $X$ . Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi  $x$ ,  $y$  e  $z$  locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi  $X$ ,  $Y$  e  $Z$  globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

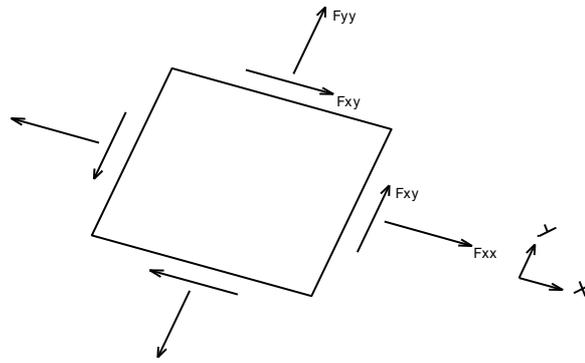
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

- $M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

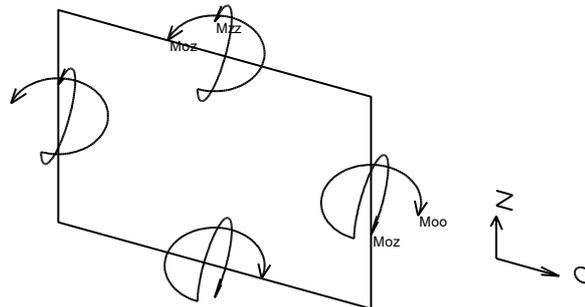
- $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- $V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$ ;
- $V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$ .

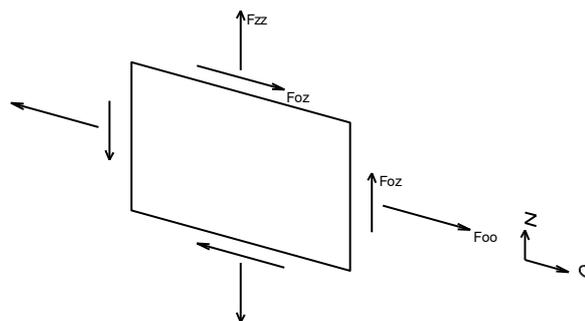
### Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $O$  è orizzontale e l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .



- $M_{oo}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{zz}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{oz}$ : momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  sono rispettivamente:



- $F_{zz}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foo: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foz: sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- Vo: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse O;

- Vz: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse z.

## 8.6 Tagli ai livelli

**Livello:** livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

**Nome:** nome completo del livello.

**Cont.:** Contesto nel quale viene valutato il taglio.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Totale:** totale del taglio al livello.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Aste verticali:** contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Pareti:** contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti				
		Nome	N.br.	F			F			F		
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Livello 0	Perm.		0	0	-24008	0	0	-24008	0	0	0	
Livello 0	Variabili		0	0	-7000	0	0	-7000	0	0	0	
Livello 0	UN 1		0	0	-31008	0	0	-31008	0	0	0	

## 8.7 Equilibrio forze

**Contributo:** Nome attribuito al sistema risultante.

**Fx:** Componente X di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fy:** Componente Y di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fz:** Componente Z di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Mx:** Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN\*m]

**My:** Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN\*m]

**Mz:** Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN\*m]

**Bilancio in condizione di carico: Permanenti**

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-24008	-84028	60020	0
Reazioni	0	0	24008	84028	-60020	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

**Bilancio in condizione di carico: Variabili**

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-7000	-24500	17500	0
Reazioni	0	0	7000	24500	-17500	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

## 8.8 Statistiche soluzione

Tipo di equazioni	Lineari
Tecnica di soluzione	Matrici sparse
Numero equazioni	24
Elemento min. diagonale	546003.73794886
Elemento max diagonale	660370822.788968
Rapporto max/min	1209.46209136
Elementi non nulli	168

## 9 Verifiche

### 9.1 Verifiche pilastrate C.A.

*quota*: quota della sezione

*Ac*: area di calcestruzzo

*Asp*: area di acciaio di spigolo

*copX*: copriferro medio lungo X dell'armatura di spigolo

*copY*: copriferro medio lungo Y dell'armatura di spigolo

*ApX*: area di acciaio di parete lungo X

*ApY*: area di acciaio di parete lungo Y

*Cop*: copriferro per aree di parete

*sc*: tensione sul cls

*sf*: tensione sull'acciaio

*Mx*: momento attorno all'asse X

*My*: momento attorno all'asse Y

*N*: sforzo normale

*Co*: Combinazione di carico

*Txmax*: taglio massimo lungo X

*Tymax*: taglio massimo lungo Y

*tau*: tau massima

*AminX*: area minima di staffe richieste lungo X

*AstX*: area staffe in direzione X

*AminY*: area minima di staffe richieste lungo Y

*AstY*: area staffe in direzione Y

*Mt*: momento torcente massimo

*A.l.*: area longitudinale

*A.st.*: area staffe

*A.l.r.*: area longitudinale richiesta per la torsione

*A.st.r.*: area staffe richiesta per la torsione

*A.l.disp.*: area longitudinale disponibile per la torsione

*A.st.disp.*: area staffe disponibile per la torsione

*tauTot*: tau massima

*tauMt*: tau dovuta a torsione

*tauTx*: tau dovuta a taglio lungo x

*tauTy*: tau dovuta a taglio lungo y

*cx,c*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *Mx* nella situazione più gravosa per il cls

*cy,c*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *My* nella situazione più gravosa per il cls

*cx,f*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *Mx* nella situazione più gravosa per l'acciaio

*cy,f*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *My* nella situazione più gravosa per l'acciaio

*Om.,c*: coeff. omega moltiplicatore dello sforzo normale nella situazione più gravosa per il cls

*Om.,f*: coeff. omega moltiplicatore dello sforzo normale nella situazione più gravosa per l'acciaio

*Sc,max*: tensione massima sul cls

*Sf,max*: tensione massima sull'acciaio

#### Pilastrata 1

forze in kN, momenti in kN\*m, tensioni in daN/cm<sup>2</sup>, fessure in mm  
acciaio sigma amm. 2550 (daN/cm<sup>2</sup>)

asta sap n° 1

calcestruzzo Rck 300 (daN/cm<sup>2</sup>)

sezione rettangolare H tot. 30.0 B 30.0 rot. 0

quota	Asp	copX	copY	ApX	cop	ApY	cop	sc	sf	Mx	My	N	Co	Txmax	Tymax	tau	Co	AminX	Co	AstX	AminY	Co	AstY	
42.9	3.7	4.7	4.7	3.7	5.0	3.7	5.0	-33	338	14	-1	-77	1	2	23	3.1	1	0.00	1	6.28	0.00	1	6.28	***
171.4	3.8	3.9	3.9	3.8	3.9	3.8	3.9	-34	360	-16	1	-74	1	2	23	3.1	1	0.00	1	6.28	0.00	1	6.28	
300.0	3.8	3.9	3.9	3.8	3.9	3.8	3.9	-90	1475	-45	3	-71	1	2	23	3.1	1	0.00	1	13.09	0.00	1	13.09	

## 9.2 Verifiche travate C.A.

*cs*: distanza tra baricentro armature superiori e lembo superiore

*ci*: distanza tra baricentro armature inferiori e lembo inferiore

*x*: distanza da sinistra della sezione in stampa

**Asup**: area di acciaio efficace superiore considerata in verifica

**Ainf**: area di acciaio efficace inferiore considerata in verifica

**Mmax**: massimo momento agente (positivo)

**Mmax amm**: momento positivo che produce il raggiungimento delle tensioni ammissibili

**sci**: tensione di compressione nella fibra superiore di calcestruzzo

**sfi**: tensione di trazione nella barra inferiore più sollecitata

**Mmin**: minimo momento agente (negativo)

**Mmin amm**: momento negativo che produce il raggiungimento delle tensioni ammissibili

**sci**: tensione di compressione nella fibra inferiore di calcestruzzo

**sfs**: tensione di trazione nella barra superiore più sollecitata

**Ast**: area di staffatura presente (cmq/cm)

**Afp+**: area di sagomati come area di staffa equivalenti per taglio positivo

**Afp-**: area di sagomati come area di staffa equivalenti per taglio negativo

**T+**: massimo taglio agente (positivo)

**Tamm+**: massimo taglio (positivo) ammissibile

**T-**: minimo taglio agente (negativo)

**Tamm-**: minimo taglio (negativo) ammissibile

**st**: pressione massima sul terreno (per travi di fondazione)

### Trave 1-2 a "Livello 1"

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI (daN/cmq)

Calcestruzzo Rck(cubica)= 300 acciaio sigma amm= 2550 omogeneizzazione Ea/Ec= 15

OUTPUT CAMPATE (momenti in KN\*cm, tagli in KN, tensioni in daN/cm<sup>2</sup>)

campata n. 1 tra il filo 1 e tra il filo 2; asta sap n° 5

sezione rettangolare H tot. 40.0 B 30.0 Cs 2.0 Ci 2.0

sovraresistenza 0%

x	Asup	Ainf	Mmax	Mmax amm	ocs	ofi	Mmin	Mmin amm	oci	ofs	Ast	Afpe+	Afpe-	T+	Tamm+	T-	Tamm-
0	6.16	4.62	-4770	3916		-4770	-5159	68	2357	.077	.000	.000	63	65	63	-65	
15	6.16	4.62	-3856	3916		-3856	-5159	55	1906	.077	.000	.000	60	65	60	-65	
233	3.08	7.70	5030	6365	70	2015	5030	-2640		.035	.000	.000	21	59	21	-59	
350	3.08	7.70	6255	6365	87	2506											
467	3.08	7.70	5030	6365	70	2015	5030	-2640		.035	.000	.000	-21	59	-21	-59	
685	6.16	4.62	-3856	3916		-3856	-5159	55	1906	.077	.000	.000	-60	65	-60	-65	
700	6.16	4.62	-4770	3916		-4770	-5159	68	2357	.077	.000	.000	-63	65	-63	-65	

## 10 Tabella di raffronto dei risultati

	Sismicad	Analitico	Scarto
Ripartizione carichi	15 daN/cm	15 daN/cm	0.0 %
Peso proprio trave	3 daN/cm	3 daN/cm	0.0 %
Peso proprio colonna	2.25 daN/cm	2.25 daN/cm	0.0 %
Sforzo normale N nella colonna	-7752 - -7050 daN	-7752 - -7050 daN	0.0%
Momento flettente M3 trave 700cm	6255.1 – 4770 daNm	6216 - 4809 daNm	0.8 %
Verifica trave	$\sigma_f = 2506.1$ $\sigma_c = -87.2$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f = 2505.5$ $\sigma_c = -87.2$ daN/cm <sup>2</sup>	0.02 %
Verifica pilastro	$\sigma_f = 762.1$ $\sigma_c = 54.2$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f = 762.1$ $\sigma_c = 54.2$ daN/cm <sup>2</sup>	0.0 %

# Sommario

1 Rappresentazione generale dell'edificio.....	3
2 Normative.....	3
3 Descrizione del software.....	4
4 Descrizione hardware.....	5
5 Dati generali.....	5
5.1 Materiali.....	5
5.1.1 Materiali c.a.....	5
5.1.2 Curve di materiali c.a.....	5
5.1.3 Armature.....	6
5.2 Sezioni.....	6
5.2.1 Sezioni C.A.....	6
5.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.....	6
5.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.....	7
5.3 Terreni.....	7
6 Dati di definizione.....	7
6.1 Preferenze commessa.....	7
6.1.1 Preferenze di analisi.....	7
6.1.2 Preferenze di verifica.....	7
6.1.2.1 Normativa di verifica in uso.....	7
6.1.2.2 Normativa di verifica C.A.....	7
6.1.2.3 Normativa di verifica acciaio.....	8
6.1.3 Preferenze FEM.....	8
6.1.4 Moltiplicatori inerziali.....	8
6.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM.....	8
6.1.6 Preferenze di analisi carichi superficiali.....	8
6.1.7 Preferenze del suolo.....	9
6.1.8 Preferenze progetto legno.....	9
6.1.9 Preferenze progetto acciaio.....	9
6.1.10 Preferenze progetto muratura.....	9
6.2 Azioni e carichi.....	9
6.2.1 Condizioni elementari di carico.....	9
6.2.2 Combinazioni di carico.....	10
6.2.3 Definizioni di carichi superficiali.....	10
6.3 Quote.....	10
6.3.1 Livelli.....	10
6.3.2 Tronchi.....	10
6.4 Sondaggi del sito.....	11
6.5 Elementi di input.....	12
6.5.1 Fili fissi.....	12
6.5.1.1 Fili fissi di piano.....	12
6.5.2 Travi C.A.....	12
6.5.2.1 Travi C.A. di piano.....	12
6.5.3 Pilastrici C.A.....	12
6.5.4 Carichi superficiali.....	13
6.5.4.1 Carichi superficiali di piano.....	13
7 Dati di modellazione.....	14
7.1 Nodi.....	14
7.1.1 Nodi di definizione.....	14
7.2 Aste.....	14
7.2.1 Carichi su aste.....	14
7.2.1.1 Carichi trapezoidali locali.....	14
7.2.2 Caratteristiche meccaniche aste.....	14
7.2.3 Definizioni aste.....	15
8 Risultati numerici.....	15
8.1 Spostamenti nodali.....	15
8.1.1 Spostamenti nodali estremi.....	15
8.1.2 Spostamenti nodali in condizioni di carico.....	17
8.1.3 Spostamenti nodali in combinazioni di carico.....	17
8.2 Reazioni nodali.....	17
8.2.1 Reazioni nodali estreme.....	17
8.2.2 Reazioni nodali in condizioni di carico.....	19
8.2.3 Reazioni nodali in combinazioni di carico.....	19
8.3 Sollecitazioni aste.....	20
8.3.1 Convenzioni di segno aste.....	20
8.3.2 Sollecitazioni estreme aste.....	22
8.4 Sollecitazioni gusci.....	24
8.4.1 Convenzioni di segno gusci.....	24
8.5 Sollecitazioni gusci armati.....	26
8.5.1 Convenzioni di segno gusci.....	26
8.6 Tagli ai livelli.....	27
8.7 Equilibrio forze.....	28
8.8 Statistiche soluzione.....	28
9 Verifiche.....	29
9.1 Verifiche pilastro C.A.....	29
9.2 Verifiche trave C.A.....	29
10 Tabella di raffronto dei risultati.....	31
Sommario.....	32

## Dott. Ing. Lionello LUPI

✉ via della Siderurgia n. 18  
loc. S. Palomba  
00071 Pomezia – ROMA –

☎ telefono +39 347 2599917  
📠 fax on e-mail 178 222 0967  
📧 E-mail [lio.lupi@tiscali.it](mailto:lio.lupi@tiscali.it)

Ordine Ingegneri della Provincia di Roma n. 11646  
Codice Ministero Interni Abil. VVF n. RM11646102309

Ns. rif. P stop-sonnino4  
data 26-11-2024  
06-02-2025

### OGGETTO:

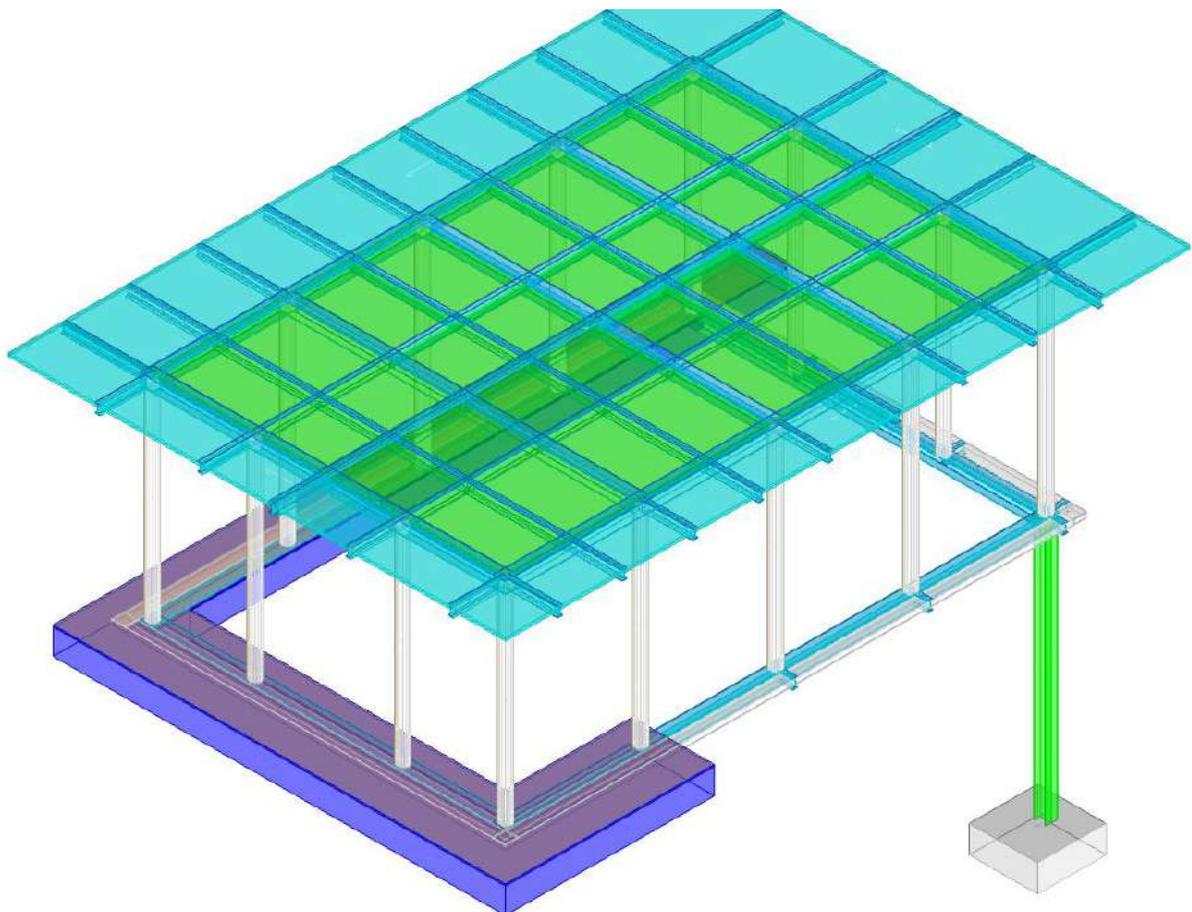
**Calcoli statici della struttura metallica prefabbricata adibita a protezione dei locali bagni interrati a P.zza Sidney Sonnino a Roma**

**Progettista architettonico: D'Ottavi Zeppa Architetti**

**Progettista delle strutture: Ing. Lionello Lupi**

### GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

---



La presente relazione ha lo scopo di verificare l'affidabilità del codice di calcolo utilizzato per la risoluzione della struttura così come previsto al punto 10.2 del D.M. 14.01.2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni.

In particolare, si riporta di seguito un caso prova interamente risolto e commentato con i relativi file di input utili per riprodurre l'elaborazione.

### **TIPO DI ANALISI SVOLTA**

All'uopo si è utilizzato il programma SISMICAD, versione 12.24, prodotto e commercializzato dalla CONCRETE S.r.l. con sede in Padova, Via della Pieve 19, di cui il sottoscritto è provvisto di licenza n. 9206151 e di contratto di assistenza.

### **AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI**

L'esempio che si riporta è quello di un telaio spaziale con quattro pilastri, considerato per semplicità di elaborazione come ricadente in zona non sismica, per il quale è stata condotta modellazione FEM, applicazione dei carichi, sia permanenti che accidentali, valutazione delle caratteristiche di sollecitazione, sia per le travi che per un pilastro tipo e calcolo delle tensioni.

### **PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

I risultati ottenuti dal programma di calcolo sono raffrontati con i risultati derivanti dall'applicazione di procedure analitiche "manuali", dedotte dai più comuni manuali di calcolo esistenti, quale il Prontuario Le Monnier e il testo "Calcolo delle Sezioni in cemento armato" di Giovanni Falchi Delitalia, ed. Hoepli.

Il raffronto non ha prodotto alcuna apprezzabile differenza.

### **GIUDIZIO SULL'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

In virtù di quanto di seguito si riporta e dei confronti effettuati si ritengono i risultati assolutamente accettabili ed il software in grado di rispondere accuratamente e con fiducia alle esigenze di una corretta progettazione e verifica strutturale.

Nelle pagine che seguono viene quindi prima riportato il file del modello, completo di input ed output, quindi eseguita l'analisi comparativa della struttura.

# 1 Rappresentazione generale dell'edificio

*Struttura*  
*Vista assonometrica dell'edificio nella sua interezza*

## 2 Normative

### **L. 05-11-71, n. 1086**

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

### **D.M. LL.PP. del 14-02-92**

Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **D.M. del 09-01-96**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **Circolare Ministeriale del 15-10-96 N°252**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09-01-96

### **D.M. del 16-01-96**

Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

### **Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.**

### **Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 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.

### **D.M. 17-01-18**

Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP**

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

### **Eurocodici**

EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014

ETA-03/0050

ETA-07/0086

ETA-08/0147

# 3 Descrizione del software

## 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.

## Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.24

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Identificatore licenza: SW-9206151

Intestatario della licenza: Lupi Ing. Lionello - Via della Siderurgia, 18 - Pomezia (RM)

Versione regolarmente licenziata

## 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 rigidità 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 principale coincide 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 rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità 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.- 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.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. 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.

## 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.

# 4 Descrizione hardware

Processore	Intel(R) Core(TM) i7-4500U CPU @ 1.80GHz
Architettura	x86
Frequenza	2394 MHz
Memoria	7,93 GB
Sistema operativo	Microsoft Windows 8.1 (64 bit)

# 5 Dati generali

## 5.1 Materiali

### 5.1.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/m<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/m<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/m<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**Gamma:** peso specifico del materiale. [daN/m<sup>3</sup>]

**Alfa:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	Gamma	Alfa
RCK300	3000000	3122021581	Default (1419100718)	0.1	2500	0.00001

### 5.1.2 Curve di materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Curva:** curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** ha comportamento fragile.

**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

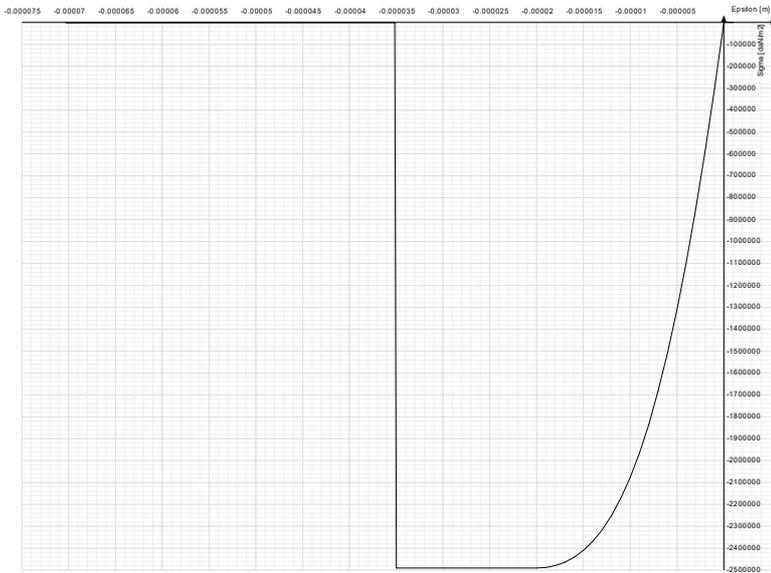
**E.traz.:** modulo di elasticità a trazione. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
RCK300	No	Si	3122021581	0.0001	-0.002	-0.0035	3122021581	0.0001	0.0000584	0.0000643



### 5.1.3 Armature

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [daN/m<sup>2</sup>]

**Sigma amm.:** tensione ammissibile. [daN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** peso specifico del materiale. [daN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**Alfa:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**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	Alfa	Livello di conoscenza
FeB 44 k aderenza migliorata	43000000	25500000	Aderenza migliorata	20600000000	7850	0.3	0.000012	Nuovo

## 5.2 Sezioni

### 5.2.1 Sezioni C.A.

#### 5.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.



**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**H:** altezza della sezione. [m]

**B:** larghezza della sezione. [m]

**c.s.:** copriferro superiore della sezione. [m]

**c.i.:** copriferro inferiore della sezione. [m]

**c.l.:** copriferro laterale della sezione. [m]

Descrizione	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	H	B	c.s.	c.i.	c.l.
R 30*40	0.1	0.1	0.0016	0.0009	0.001899	0.4	0.3	0.02	0.02	0.02
R 30*30	0.075	0.075	0.000675	0.000675	0.000999	0.3	0.3	0.018	0.018	0.018

### 5.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Xg:** ascissa del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [m]

**Yg:** ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [m]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m<sup>2</sup>]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jy:** momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jxy:** momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jm:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [m<sup>4</sup>]

**Jn:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [m<sup>4</sup>]

**Alfa:** angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	Alfa	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM
R 30*40	0.15	0.2	0.12	0.0016	0.0009	0	0.0016	0.0009	0	0.1	0.1	0.0016	0.0009	0.001899
R 30*30	0.15	0.15	0.09	6.8E-4	6.8E-4	0	6.8E-4	6.8E-4	0	0.075	0.075	0.000675	0.000675	0.000999

## 5.3 Terreni

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Coesione:** coesione del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**Coesione non drenata:** coesione non drenata (Cu) del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**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/m<sup>3</sup>]

**Gamma saturo:** peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/m<sup>3</sup>]

**E:** modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

**Rqd:** rock quality degree. Per roccia assume valori nell'intervallo (0;1). Il valore convenzionale 0 indica che si tratta di un terreno sciolto. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson	Rqd
Riporto_1	0	0	38	0	1	0.38	1600	2150	9000000	0.3	0
Terreno vegetale e riporto artificiale	3000	3000	0	0	0.7	1	1850	1850	10000	0	0

## 6 Dati di definizione

### 6.1 Preferenze commessa

#### 6.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	Non sismica
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3
Coefficiente di sicurezza portanza pali	2.5

#### 6.1.2 Preferenze di verifica

##### 6.1.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	tensioni ammissibili in D.M.9-01-96
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in tensioni ammissibili
Acciaio	Preferenze analisi di verifica in tensioni ammissibili
	CNR10011/CNR10022

##### 6.1.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7
Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure	1

### 6.1.2.3 Normativa di verifica acciaio

Coefficiente di ingobbamento	0.5
Verifica di instabilità flessotorsionale	no
Rapporto bo/t elementi irrigiditi da anima e piega	60
Rapporto bo/t elementi irrigiditi da due anime	250
Rapporto bo/t elementi non irrigiditi	30
Rapporto h/t anime inflesse	150

### 6.1.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8	[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8	[m]
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	1	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1	[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01	[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04	[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1	[m]
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	Deformata cubica	

### 6.1.4 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	1
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	1
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	1
Palo	1	1	0.01	1	1	1	1
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

### 6.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.0001
Numero massimo iterazioni	50

### 6.1.6 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	0.1	[daN/m]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.1	[daN/m]

## 6.1.7 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	si	
Fondazioni bloccate orizzontalmente	si	
Considera peso sismico delle fondazioni	no	
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no	
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	3000000	[daN/m3]
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5	
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	10000	[daN/m2]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	10000	[daN/m2]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic	
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Vesic	
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	Riporto_1	
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	2	[m]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1	
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1	
K punta palo (default)	4000000	[daN/m3]
Pressione limite punta palo (default)	100000	[daN/m2]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	30000	[daN/m2]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	no	
Spessore massimo strato	1	[m]
Profondità massima	30	[m]
Cedimento assoluto ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Cedimento relativo ammissibile	0.05	[m]
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	10	[m]
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	0.05	[m]
Cedimento medio ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]

## 6.1.8 Preferenze progetto legno

Default Beta X cerniera-cerniera	1	
Default Beta Y cerniera-cerniera	1	
Default Beta X cerniera-incastro	0.8	
Default Beta Y cerniera-incastro	0.8	
Default Beta X incastro-incastro	0.7	
Default Beta Y incastro-incastro	0.7	
Default Beta X incastro-libero	2	
Default Beta Y incastro-libero	2	
Rapporto luce su freccia istantanea (default)	300	
Rapporto luce su freccia differita (default)	300	

## 6.1.9 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	300	
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333	
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	no	

## 6.1.10 Preferenze progetto muratura

Forza minima aggancio al piano (default)	0	[daN/m]
Denominatore per momento ortogonale (default)	8	
Minima resistenza trazione travi (default)	30000	[daN]
Angolo cuneo verifica ribaltamento (default)	30	[deg]
Considera $d = 0.8 * h$ nei maschi senza fibre compresse	si	

## 6.2 Azioni e carichi

### 6.2.1 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**l/l:** descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

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

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

Descrizione	Nome breve	I/II	Durata	Var.segno
Permanenti	Perm.		Permanente	
Variabili	Variabili	I	Istantaneo	
Delta T	Dt	II	Media	No

## 6.2.2 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 Unica

Il nome compatto della famiglia è UN.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabili	Dt
1	UN 1	1	1	0

## 6.2.3 Definizioni di carichi superficiali

**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.

**Valore:** modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/m<sup>2</sup>]

**Applicazione:** modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
	Permanenti	400	Verticale
	Variabili	200	Verticale

## 6.3 Quote

### 6.3.1 Livelli

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

**Spessore:** spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Livello 0	0	0
L2	Livello 1	3.24	0.24

### 6.3.2 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. [m]

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Livello 1-Livello 0	Livello 0	Livello 1

## 6.4 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: 10000

I valori sono espressi in m

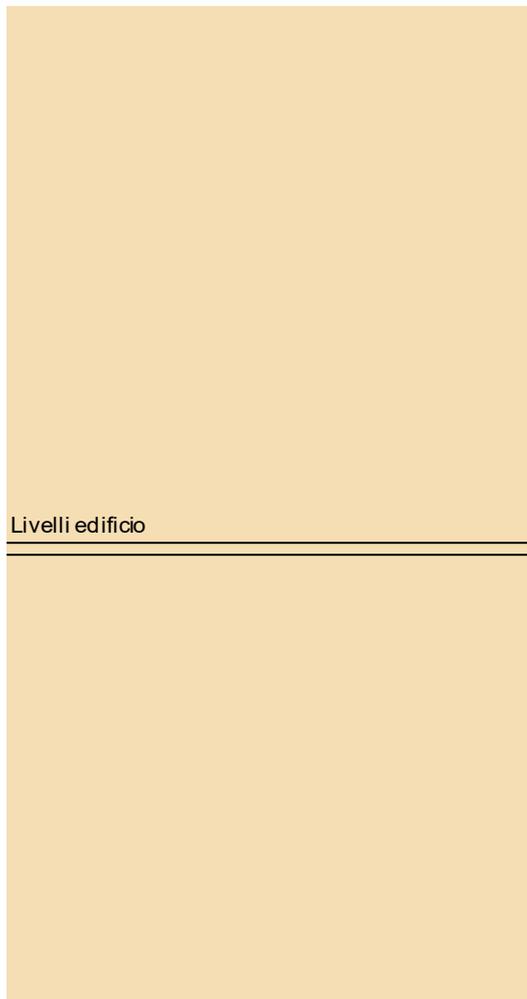
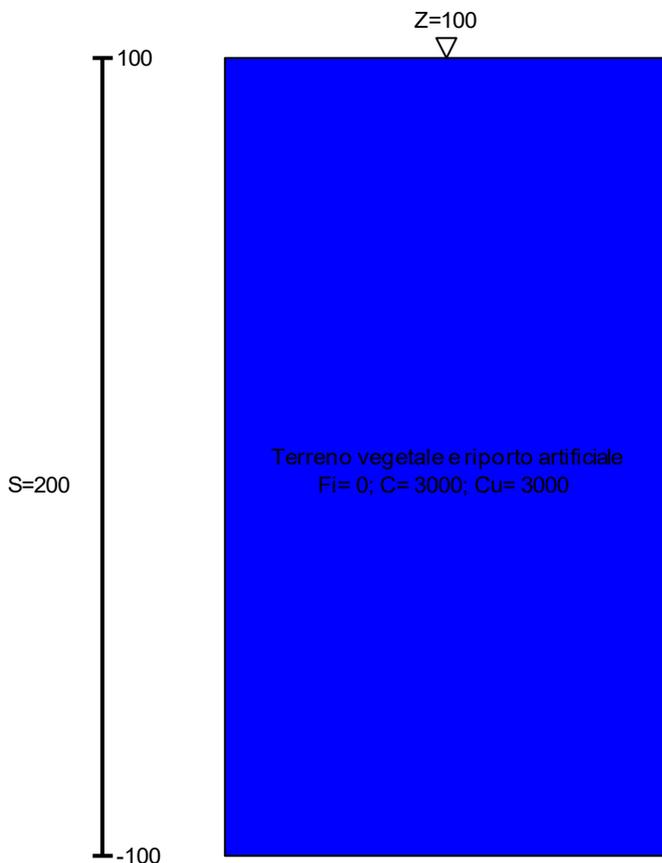


Immagine: Sondaggio

### Stratigrafie

**Terreno:** terreno mediamente uniforme presente nello strato.

**Sp.:** spessore dello strato. [m]

**Kor,i:** coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kor,s:** coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kve,i:** coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kve,s:** coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Eel,s:** modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eel,i:** modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eed,s:** modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eed,i:** modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

**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
Terreno vegetale e riporto artificiale	200	1.5E6	1.0E6	1.0E6	1.0E6	10000	10000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

## 6.5 Elementi di input

### 6.5.1 Fili fissi

#### 6.5.1.1 Fili fissi di piano

**Livello:** quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto:** punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

**Estradosso:** distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

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

**Tipo:** tipo di simbolo.

**T.c.:** testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L1	5	0	0	0	Croce	3	L1	5	7	0	0	Croce	4
L1	0	0	0	0	Croce	1	L1	0	7	0	0	Croce	2

### 6.5.2 Travi C.A.

#### 6.5.2.1 Travi C.A. di piano

**Sezione:** riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**P.i.:** posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

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

**Punto i.:** punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

**Punto f.:** punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

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

**Mat.:** riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

**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/m]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z.	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y									
R 30*40	CA	L2	5	0	0	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	5	7	5	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	0	0	0	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	0	7	5	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300

### 6.5.3 Pilastrini C.A.

**Tr.:** riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

**Sezione:** riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**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. [m]

Y: coordinata Y. [m]

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

**Mat.:** riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

**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/m]

**Corr.:** lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.ln.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y										
T1	R 30*30	CC	5	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	3
T1	R 30*30	CC	0	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	1
T1	R 30*30	CC	5	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	4
T1	R 30*30	CC	0	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	2

## 6.5.4 Carichi superficiali

### 6.5.4.1 Carichi superficiali di piano

**Carico:** riferimento alla definizione di un carico di superficie.

**Solaio:** riferimento alla definizione di una sezione di solaio. Accetta anche il valore "Nessuno".

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

**Punti:** punti di definizione in pianta.

**Indice:** indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

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

**Angolo:** direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

**Comp.:** descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

**Fori:** riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Liv.	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
		L2	1	0	0	0	0	Nessuno	
			2	5	0				
			3	5	7				
			4	0	7				

# 7 Dati di modellazione

## 7.1 Nodi

### 7.1.1 Nodi di definizione

**Indice:** numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

**Posizione:** coordinate del nodo.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Z:** coordinata Z. [m]

Indice	Posizione														
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
2	0	0	0	3	5	0	0	4	0	7	0	5	5	7	0

Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione		
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
6	0	0	3.12	7	5	0	3.12	8	0	7	3.12	9	5	7	3.12

## 7.2 Aste

### 7.2.1 Carichi su aste

#### 7.2.1.1 Carichi trapezoidali locali

**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. [m]

**F1 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/m]

**F2 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/m]

**F3 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/m]

**Posizione finale:** posizione finale del carico sull'asse locale 1. [m]

**F1 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/m]

**F2 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/m]

**F3 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/m]

Indice asta	Condizione	Posizione iniziale	F1 iniziale	F2 iniziale	F3 iniziale	Posizione finale	F1 finale	F2 finale	F3 finale
5	Permanenti	0	0	-1000	0	7	0	-1000	0
5	Variabili	0	0	-500	0	7	0	-500	0
8	Permanenti	0	0	-1000	0	7	0	-1000	0
8	Variabili	0	0	-500	0	7	0	-500	0

### 7.2.2 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. [m<sup>2</sup>]

**Area 2:** area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 2. [m<sup>2</sup>]

**Area 3:** area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 3. [m<sup>2</sup>]

**In.2:** momento d'inerzia attorno all'asse locale 2. [m<sup>4</sup>]

**In.3:** momento d'inerzia attorno all'asse locale 3. [m<sup>4</sup>]

**In.tors.:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di torsione. [m<sup>4</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale. [daN/m<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale. [daN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** coefficiente di dilatazione termica longitudinale. [°C<sup>-1</sup>]

**P.unit.:** peso per unità di lunghezza dell'elemento. [daN/m]

**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	0.09	0.075	0.075	0.000675	0.000675	9.99E-06	3.12E09	1.42E09	0.00001	225		R 30*30	RCK300_1
2	0.12	0.1	0.1	0.0009	0.0016	1.90E-05	3.12E09	1.42E09	0.00001	300		R 30*40	RCK300_1

### 7.2.3 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	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione
				Indice															
1	2	6	11	1	2	4	8	11	1	3	3	7	11	1	4	5	9	11	1
5	6	8	12	2	6	8	9	12	2	7	7	6	12	2	8	9	7	12	2

## 8 Risultati numerici

### 8.1 Spostamenti nodali

#### 8.1.1 Spostamenti nodali estremi

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

#### Spostamenti nodali con componente Ux minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	UN 1			-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
7	UN 1			-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
8	Variabili			0	-0.0000059	-0.0000194	0.0288	0	0
6	Variabili			0	0.0000059	-0.0000194	-0.0288	0	0
10	Perm.			0	0	0	0	0	0

#### Spostamenti nodali con componente Ux massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
8	Perm.			0.0000011	-0.0000153	-0.0000627	0.0748	0.0077	0
6	Perm.			0.0000011	0.0000153	-0.0000627	-0.0748	0.0077	0
4	Perm.			0	0	0	0	0	0
5	Perm.			0	0	0	0	0	0
1	Perm.			0	0	0	0	0	0

#### Spostamenti nodali con componente Uy minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
8	UN 1			0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
12	Perm.	0	0	0	0	0	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uy massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
4	Perm.	0	0	0	0	0	0
5	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uz minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
8	UN 1	0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uz massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
5	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0
4	Perm.	0	0	0	0	0	0
2	Perm.	0	0	0	0	0	0
3	Perm.	0	0	0	0	0	0

## 8.1.2 Spostamenti nodali in condizioni di carico

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
6	Perm.	0.0000011	0.0000153	-0.0000627	-0.0748	0.0077	0

### 8.1.3 Spostamenti nodali in combinazioni di carico

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
8	UN 1	0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0

## 8.2 Reazioni nodali

### 8.2.1 Reazioni nodali estreme

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

#### Reazioni Fx minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
3	Perm.	-170	1643	6002	-1681.22	-173.99	0
4	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0

#### Reazioni Fx massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
4	Perm.	170	-1643	6002	1681.22	173.99	0
3	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

#### Reazioni Fy minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
8	Perm.	0	0	0	0	0	0
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fy massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
7	Perm.	0	0	0	0	0	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fz minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
8	Perm.	0	0	0	0	0	0
7	Perm.	0	0	0	0	0	0
12	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fz massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0

## 8.2.2 Reazioni nodali in condizioni di carico

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
3	Perm.	-170	1643	6002	-1681.22	-173.99	0
3	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
4	Perm.	170	-1643	6002	1681.22	173.99	0
4	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0
5	Perm.	-170	-1643	6002	1681.22	-173.99	0
5	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0

### 8.2.3 Reazioni nodali in combinazioni di carico

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

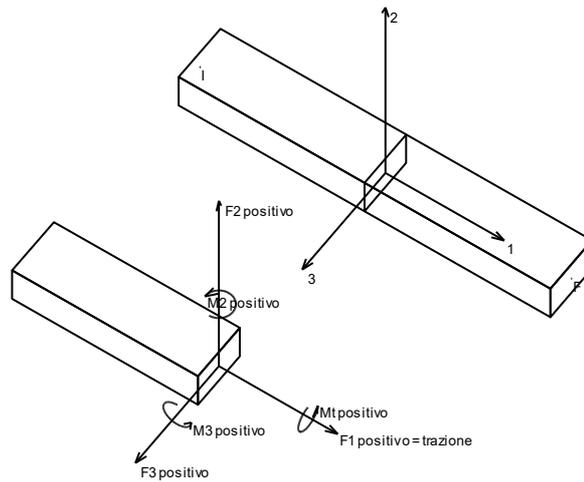
Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0

## 8.3 Sollecitazioni aste

### 8.3.1 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:

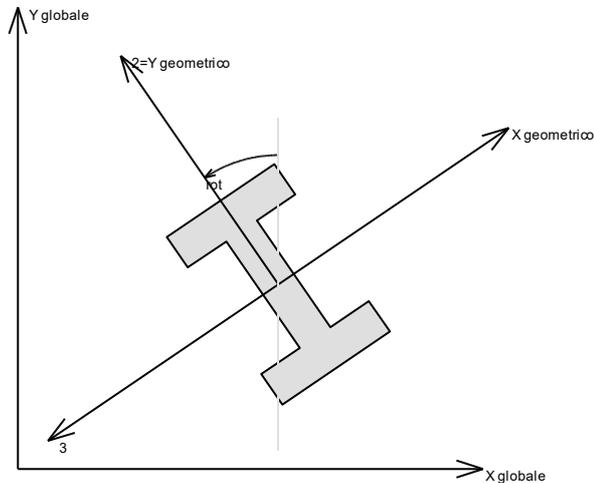
presa un'asta con nodo iniziale  $i$  e nodo finale  $f$ , asse 1 che va da  $i$  a  $f$ , assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (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.

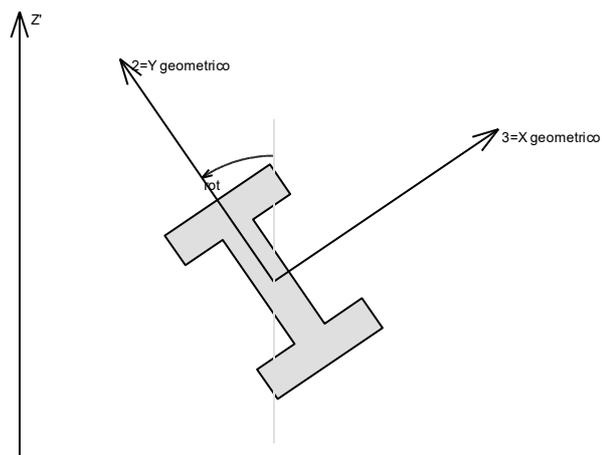
Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

### 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).

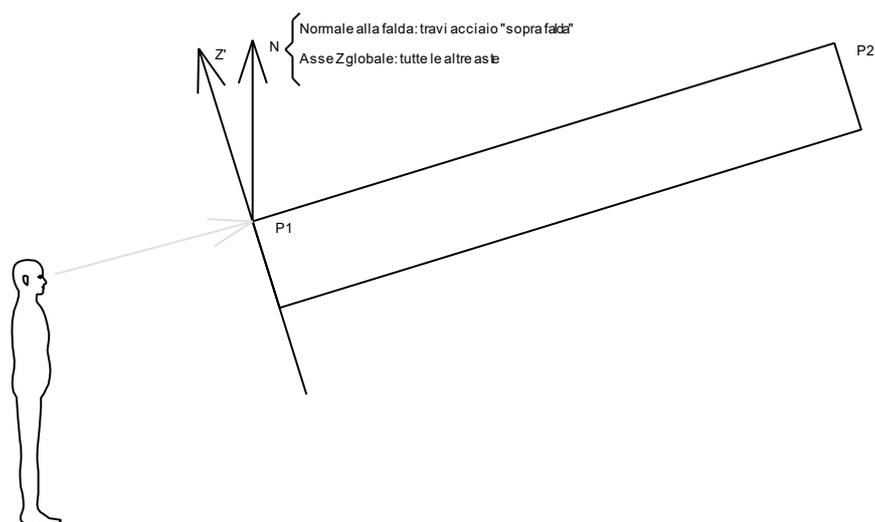
## Sistema locale aste non verticali



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

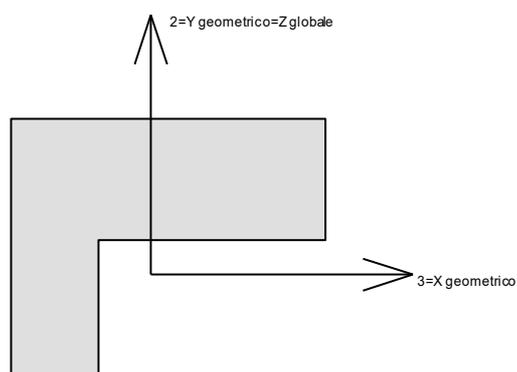
L'asse  $Z'$  è illustrato nella figura seguente dove:

- 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.

### 8.3.2 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. [m]

**Y:** componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Z:** componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**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\*m]

**M2:** componente M2 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

**M3:** componente M3 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

#### 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
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85
4	UN 1	1	5	7	0	-7752	2275	-170	0	173.99	2327.85
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85
3	UN 1	1	5	0	0	-7752	-2275	-170	0	173.99	-2327.85
8	UN 1	1	5	7	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93

#### 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
7	Variabili	1	5	0	3.12	0	0	0	0	0	0
6	Variabili	1	0	7	3.12	0	0	0	0	0	0
5	Variabili	1	0	0	3.12	-632	-1750	0	0	0	-1324.98
8	Variabili	1	5	7	3.12	-632	-1750	0	0	0	-1324.98
3	Variabili	1	5	0	0	-1750	-632	0	0	0	-646.62

#### 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
4	UN 1	31	5	7	3.12	-7050	2275	-170	0	-355.91	-4769.93
3	Perm.	31	5	0	3.12	-5300	-1643	-170	0	-355.91	3444.95
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85
8	UN 1	31	5	0	3.12	-2275	6300	0	0	0	-4769.93

#### 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
1	UN 1	31	0	0	3.12	-7050	-2275	170	0	355.91	4769.93

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	N.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	Perm.	31	0	7	3.12	-5300	1643	170	0	355.91	-3444.95
4	Perm.	1	5	7	0	-6002	1643	-170	0	173.99	1681.22
3	Perm.	1	5	0	0	-6002	-1643	-170	0	173.99	-1681.22
8	UN 1	14	5	3.97	3.12	-2275	-840	0	0	0	6059.07

#### Sollecitazioni con momento M3 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
8	UN 1	1	5	7	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93
5	UN 1	1	0	0	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93
2	UN 1	31	0	7	3.12	-7050	2275	170	0	355.91	-4769.93
4	UN 1	31	5	7	3.12	-7050	2275	-170	0	-355.91	-4769.93
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85

#### Sollecitazioni con momento M3 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
5	UN 1	16	0	3.5	3.12	-2275	0	0	0	0	6255.07
8	UN 1	16	5	3.5	3.12	-2275	0	0	0	0	6255.07
1	UN 1	31	0	0	3.12	-7050	-2275	170	0	355.91	4769.93
3	UN 1	31	5	0	3.12	-7050	-2275	-170	0	-355.91	4769.93
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85

## 8.4 Sollecitazioni gusci

### 8.4.1 Convenzioni di segno gusci

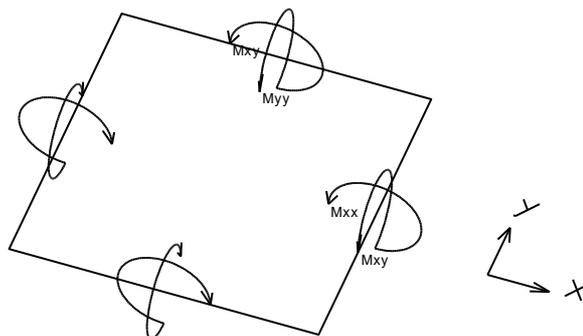
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

#### Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse x e y contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse (z) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse x ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale X. Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi x, y e z locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi X, Y e Z globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

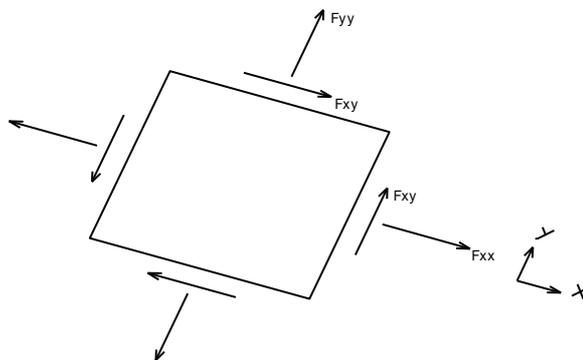
- $M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che

tende le fibre inferiori);

-  $M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

-  $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

-  $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

-  $F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

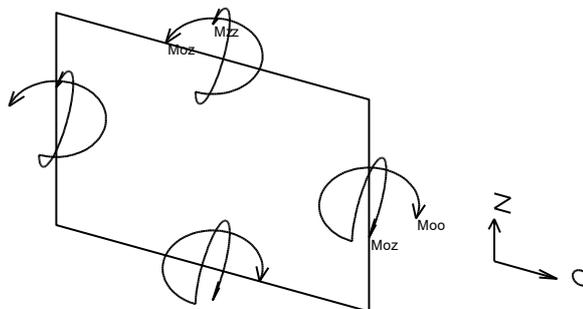
Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

-  $V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$ ;

-  $V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$ .

### Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $O$  è orizzontale e l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .

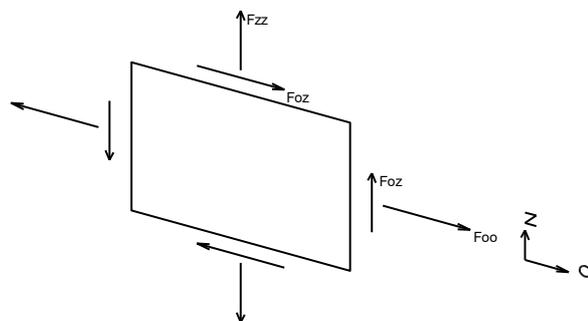


-  $M_{oo}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{zz}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{oz}$ : momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  sono rispettivamente:



- $F_{zz}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{oo}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{oz}$ : sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- $V_o$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$ ;
- $V_z$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$ .

## 8.5 Sollecitazioni gusci armati

### 8.5.1 Convenzioni di segno gusci

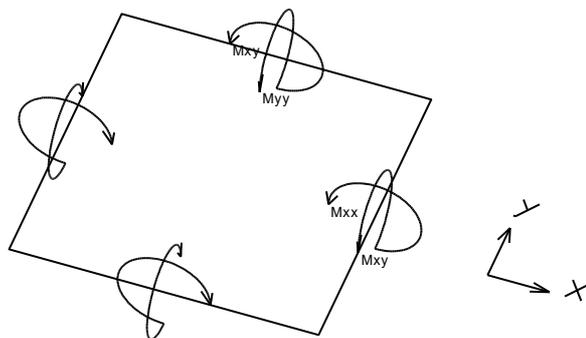
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

#### Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $x$  e  $y$  contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ( $z$ ) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $x$  ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale  $X$ . Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi  $x$ ,  $y$  e  $z$  locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi  $X$ ,  $Y$  e  $Z$  globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

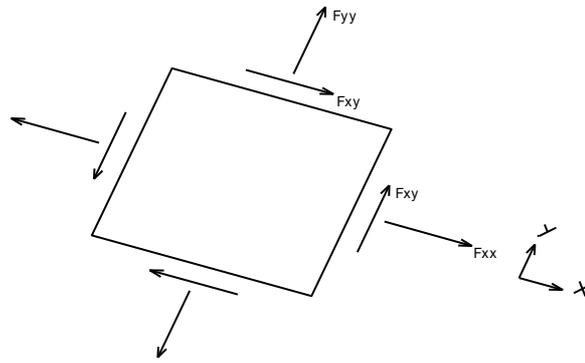
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

- $M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

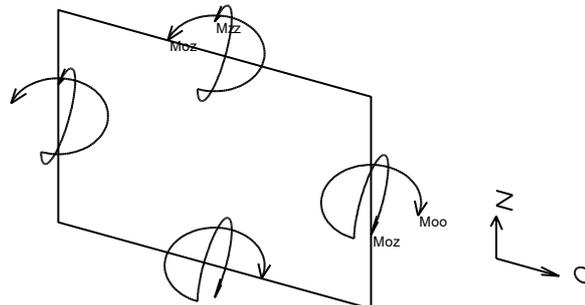
- $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- $V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$ ;
- $V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$ .

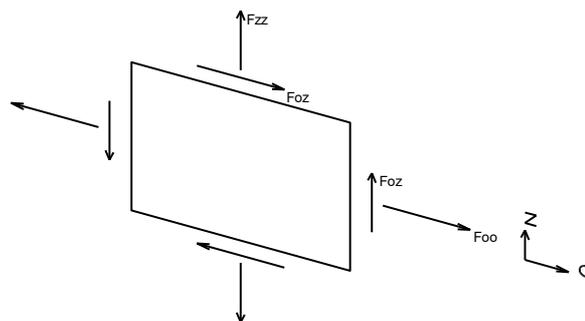
### Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $O$  è orizzontale e l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .



- $M_{oo}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{zz}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{oz}$ : momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  sono rispettivamente:



- $F_{zz}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foo: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foz: sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- Vo: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse O;

- Vz: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse z.

## 8.6 Tagli ai livelli

**Livello:** livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

**Nome:** nome completo del livello.

**Cont.:** Contesto nel quale viene valutato il taglio.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Totale:** totale del taglio al livello.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Aste verticali:** contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Pareti:** contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti				
		Nome	N.br.	F			F			F		
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Livello 0	Perm.		0	0	-24008	0	0	-24008	0	0	0	
Livello 0	Variabili		0	0	-7000	0	0	-7000	0	0	0	
Livello 0	UN 1		0	0	-31008	0	0	-31008	0	0	0	

## 8.7 Equilibrio forze

**Contributo:** Nome attribuito al sistema risultante.

**Fx:** Componente X di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fy:** Componente Y di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fz:** Componente Z di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Mx:** Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN\*m]

**My:** Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN\*m]

**Mz:** Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN\*m]

**Bilancio in condizione di carico: Permanenti**

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-24008	-84028	60020	0
Reazioni	0	0	24008	84028	-60020	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

**Bilancio in condizione di carico: Variabili**

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-7000	-24500	17500	0
Reazioni	0	0	7000	24500	-17500	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

## 8.8 Statistiche soluzione

Tipo di equazioni	Lineari
Tecnica di soluzione	Matrici sparse
Numero equazioni	24
Elemento min. diagonale	546003.73794886
Elemento max diagonale	660370822.788968
Rapporto max/min	1209.46209136
Elementi non nulli	168

## 9 Verifiche

### 9.1 Verifiche pilastrate C.A.

*quota*: quota della sezione

*Ac*: area di calcestruzzo

*Asp*: area di acciaio di spigolo

*copX*: copriferro medio lungo X dell'armatura di spigolo

*copY*: copriferro medio lungo Y dell'armatura di spigolo

*ApX*: area di acciaio di parete lungo X

*ApY*: area di acciaio di parete lungo Y

*Cop*: copriferro per aree di parete

*sc*: tensione sul cls

*sf*: tensione sull'acciaio

*Mx*: momento attorno all'asse X

*My*: momento attorno all'asse Y

*N*: sforzo normale

*Co*: Combinazione di carico

*Txmax*: taglio massimo lungo X

*Tymax*: taglio massimo lungo Y

*tau*: tau massima

*AminX*: area minima di staffe richieste lungo X

*AstX*: area staffe in direzione X

*AminY*: area minima di staffe richieste lungo Y

*AstY*: area staffe in direzione Y

*Mt*: momento torcente massimo

*A.l.*: area longitudinale

*A.st.*: area staffe

*A.l.r.*: area longitudinale richiesta per la torsione

*A.st.r.*: area staffe richiesta per la torsione

*A.l.disp.*: area longitudinale disponibile per la torsione

*A.st.disp.*: area staffe disponibile per la torsione

*tauTot*: tau massima

*tauMt*: tau dovuta a torsione

*tauTx*: tau dovuta a taglio lungo x

*tauTy*: tau dovuta a taglio lungo y

*cx,c*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *Mx* nella situazione più gravosa per il cls

*cy,c*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *My* nella situazione più gravosa per il cls

*cx,f*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *Mx* nella situazione più gravosa per l'acciaio

*cy,f*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *My* nella situazione più gravosa per l'acciaio

*Om.,c*: coeff. omega moltiplicatore dello sforzo normale nella situazione più gravosa per il cls

*Om.,f*: coeff. omega moltiplicatore dello sforzo normale nella situazione più gravosa per l'acciaio

*Sc,max*: tensione massima sul cls

*Sf,max*: tensione massima sull'acciaio

#### Pilastrata 1

forze in kN, momenti in kN\*m, tensioni in daN/cm<sup>2</sup>, fessure in mm  
acciaio sigma amm. 2550 (daN/cm<sup>2</sup>)

asta sap n° 1

calcestruzzo Rck 300 (daN/cm<sup>2</sup>)

sezione rettangolare H tot. 30.0 B 30.0 rot. 0

quota	Asp	copX	copY	ApX	cop	ApY	cop	sc	sf	Mx	My	N	Co	Txmax	Tymax	tau	Co	AminX	Co	AstX	AminY	Co	AstY	
42.9	3.7	4.7	4.7	3.7	5.0	3.7	5.0	-33	338	14	-1	-77	1	2	23	3.1	1	0.00	1	6.28	0.00	1	6.28	***
171.4	3.8	3.9	3.9	3.8	3.9	3.8	3.9	-34	360	-16	1	-74	1	2	23	3.1	1	0.00	1	6.28	0.00	1	6.28	
300.0	3.8	3.9	3.9	3.8	3.9	3.8	3.9	-90	1475	-45	3	-71	1	2	23	3.1	1	0.00	1	13.09	0.00	1	13.09	

## 9.2 Verifiche travate C.A.

*cs*: distanza tra baricentro armature superiori e lembo superiore

*ci*: distanza tra baricentro armature inferiori e lembo inferiore

*x*: distanza da sinistra della sezione in stampa

**Asup**: area di acciaio efficace superiore considerata in verifica

**Ainf**: area di acciaio efficace inferiore considerata in verifica

**Mmax**: massimo momento agente (positivo)

**Mmax amm**: momento positivo che produce il raggiungimento delle tensioni ammissibili

**sci**: tensione di compressione nella fibra superiore di calcestruzzo

**sfi**: tensione di trazione nella barra inferiore più sollecitata

**Mmin**: minimo momento agente (negativo)

**Mmin amm**: momento negativo che produce il raggiungimento delle tensioni ammissibili

**sci**: tensione di compressione nella fibra inferiore di calcestruzzo

**sfs**: tensione di trazione nella barra superiore più sollecitata

**Ast**: area di staffatura presente (cmq/cm)

**Afp+**: area di sagomati come area di staffa equivalenti per taglio positivo

**Afp-**: area di sagomati come area di staffa equivalenti per taglio negativo

**T+**: massimo taglio agente (positivo)

**Tamm+**: massimo taglio (positivo) ammissibile

**T-**: minimo taglio agente (negativo)

**Tamm-**: minimo taglio (negativo) ammissibile

**st**: pressione massima sul terreno (per travi di fondazione)

### Trave 1-2 a "Livello 1"

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI (daN/cmq)

Calcestruzzo Rck(cubica)= 300 acciaio sigma amm= 2550 omogeneizzazione Ea/Ec= 15

OUTPUT CAMPATE (momenti in KN\*cm, tagli in KN, tensioni in daN/cm<sup>2</sup>)

campata n. 1 tra il filo 1 e tra il filo 2; asta sap n° 5

sezione rettangolare H tot. 40.0 B 30.0 Cs 2.0 Ci 2.0

sovraresistenza 0%

x	Asup	Ainf	Mmax	Mmax amm	ocs	ofi	Mmin	Mmin amm	oci	ofs	Ast	Afpe+	Afpe-	T+	Tamm+	T-	Tamm-
0	6.16	4.62	-4770	3916		-4770	-5159	68	2357	.077	.000	.000	63	65	63	-65	
15	6.16	4.62	-3856	3916		-3856	-5159	55	1906	.077	.000	.000	60	65	60	-65	
233	3.08	7.70	5030	6365	70	2015	5030	-2640		.035	.000	.000	21	59	21	-59	
350	3.08	7.70	6255	6365	87	2506											
467	3.08	7.70	5030	6365	70	2015	5030	-2640		.035	.000	.000	-21	59	-21	-59	
685	6.16	4.62	-3856	3916		-3856	-5159	55	1906	.077	.000	.000	-60	65	-60	-65	
700	6.16	4.62	-4770	3916		-4770	-5159	68	2357	.077	.000	.000	-63	65	-63	-65	

## 10 Tabella di raffronto dei risultati

	Sismicad	Analitico	Scarto
Ripartizione carichi	15 daN/cm	15 daN/cm	0.0 %
Peso proprio trave	3 daN/cm	3 daN/cm	0.0 %
Peso proprio colonna	2.25 daN/cm	2.25 daN/cm	0.0 %
Sforzo normale N nella colonna	-7752 - -7050 daN	-7752 - -7050 daN	0.0%
Momento flettente M3 trave 700cm	6255.1 – 4770 daNm	6216 - 4809 daNm	0.8 %
Verifica trave	$\sigma_f = 2506.1$ $\sigma_c = -87.2$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f = 2505.5$ $\sigma_c = -87.2$ daN/cm <sup>2</sup>	0.02 %
Verifica pilastro	$\sigma_f = 762.1$ $\sigma_c = 54.2$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f = 762.1$ $\sigma_c = 54.2$ daN/cm <sup>2</sup>	0.0 %

# Sommario

1 Rappresentazione generale dell'edificio.....	3
2 Normative.....	3
3 Descrizione del software.....	4
4 Descrizione hardware.....	5
5 Dati generali.....	5
5.1 Materiali.....	5
5.1.1 Materiali c.a.....	5
5.1.2 Curve di materiali c.a.....	5
5.1.3 Armature.....	6
5.2 Sezioni.....	6
5.2.1 Sezioni C.A.....	6
5.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.....	6
5.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.....	7
5.3 Terreni.....	7
6 Dati di definizione.....	7
6.1 Preferenze commessa.....	7
6.1.1 Preferenze di analisi.....	7
6.1.2 Preferenze di verifica.....	7
6.1.2.1 Normativa di verifica in uso.....	7
6.1.2.2 Normativa di verifica C.A.....	7
6.1.2.3 Normativa di verifica acciaio.....	8
6.1.3 Preferenze FEM.....	8
6.1.4 Moltiplicatori inerziali.....	8
6.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM.....	8
6.1.6 Preferenze di analisi carichi superficiali.....	8
6.1.7 Preferenze del suolo.....	9
6.1.8 Preferenze progetto legno.....	9
6.1.9 Preferenze progetto acciaio.....	9
6.1.10 Preferenze progetto muratura.....	9
6.2 Azioni e carichi.....	9
6.2.1 Condizioni elementari di carico.....	9
6.2.2 Combinazioni di carico.....	10
6.2.3 Definizioni di carichi superficiali.....	10
6.3 Quote.....	10
6.3.1 Livelli.....	10
6.3.2 Tronchi.....	10
6.4 Sondaggi del sito.....	11
6.5 Elementi di input.....	12
6.5.1 Fili fissi.....	12
6.5.1.1 Fili fissi di piano.....	12
6.5.2 Travi C.A.....	12
6.5.2.1 Travi C.A. di piano.....	12
6.5.3 Pilastrini C.A.....	12
6.5.4 Carichi superficiali.....	13
6.5.4.1 Carichi superficiali di piano.....	13
7 Dati di modellazione.....	14
7.1 Nodi.....	14
7.1.1 Nodi di definizione.....	14
7.2 Aste.....	14
7.2.1 Carichi su aste.....	14
7.2.1.1 Carichi trapezoidali locali.....	14
7.2.2 Caratteristiche meccaniche aste.....	14
7.2.3 Definizioni aste.....	15
8 Risultati numerici.....	15
8.1 Spostamenti nodali.....	15
8.1.1 Spostamenti nodali estremi.....	15
8.1.2 Spostamenti nodali in condizioni di carico.....	17
8.1.3 Spostamenti nodali in combinazioni di carico.....	17
8.2 Reazioni nodali.....	17
8.2.1 Reazioni nodali estreme.....	17
8.2.2 Reazioni nodali in condizioni di carico.....	19
8.2.3 Reazioni nodali in combinazioni di carico.....	19
8.3 Sollecitazioni aste.....	20
8.3.1 Convenzioni di segno aste.....	20
8.3.2 Sollecitazioni estreme aste.....	22
8.4 Sollecitazioni gusci.....	24
8.4.1 Convenzioni di segno gusci.....	24
8.5 Sollecitazioni gusci armati.....	26
8.5.1 Convenzioni di segno gusci.....	26
8.6 Tagli ai livelli.....	27
8.7 Equilibrio forze.....	28
8.8 Statistiche soluzione.....	28
9 Verifiche.....	29
9.1 Verifiche pilastrate C.A.....	29
9.2 Verifiche travate C.A.....	29
10 Tabella di raffronto dei risultati.....	31
Sommario.....	32

## Dott. Ing. Lionello LUPI

✉ via della Siderurgia n. 18  
loc. S. Palomba  
00071 Pomezia – ROMA –

☎ telefono +39 347 2599917  
✉ fax on e-mail 178 222 0967  
✉ E-mail [lio.lupi@tiscali.it](mailto:lio.lupi@tiscali.it)

Ordine Ingegneri della Provincia di Roma n. 11646  
Codice Ministero Interni Abil. VVF n. RM11646102309

Ns. rif. P stop4  
data 06-11-2024  
06-02-2025

### OGGETTO:

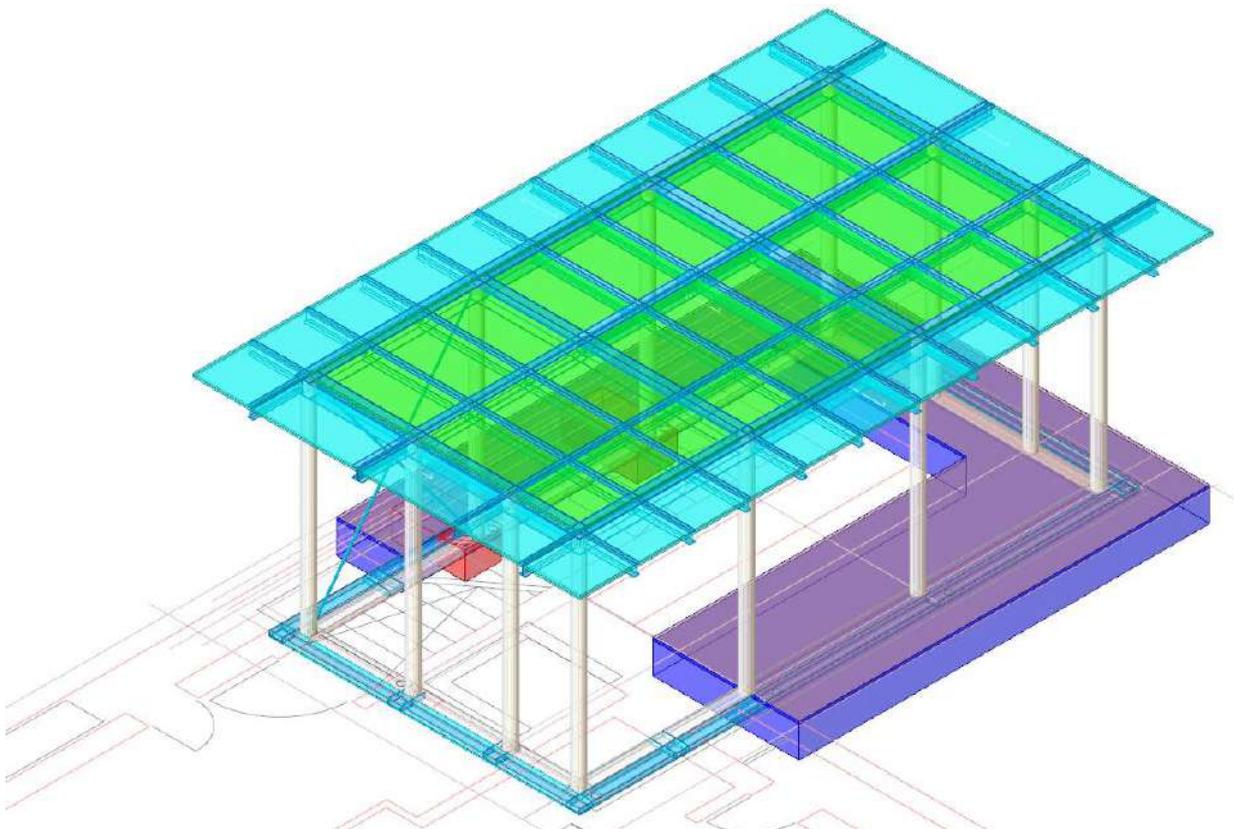
**Calcoli statici della struttura metallica prefabbricata adibita a copertura dei locali bagni interrati a P.zza di Spagna a Roma**

**Progettista architettonico: D'Ottavi Zeppa Architetti**

**Progettista delle strutture: Ing. Lionello Lupi**

### GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

---



La presente relazione ha lo scopo di verificare l'affidabilità del codice di calcolo utilizzato per la risoluzione della struttura così come previsto al punto 10.2 del D.M. 14.01.2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni.

In particolare, si riporta di seguito un caso prova interamente risolto e commentato con i relativi file di input utili per riprodurre l'elaborazione.

#### **TIPO DI ANALISI SVOLTA**

All'uopo si è utilizzato il programma SISMICAD, versione 12.24, prodotto e commercializzato dalla CONCRETE S.r.l. con sede in Padova, Via della Pieve 19, di cui il sottoscritto è provvisto di licenza n. 9206151 e di contratto di assistenza.

#### **AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI**

L'esempio che si riporta è quello di un telaio spaziale con quattro pilastri, considerato per semplicità di elaborazione come ricadente in zona non sismica, per il quale è stata condotta modellazione FEM, applicazione dei carichi, sia permanenti che accidentali, valutazione delle caratteristiche di sollecitazione, sia per le travi che per un pilastro tipo e calcolo delle tensioni.

#### **PRESENTAZIONE DEI RISULTATI**

I risultati ottenuti dal programma di calcolo sono raffrontati con i risultati derivanti dall'applicazione di procedure analitiche "manuali", dedotte dai più comuni manuali di calcolo esistenti, quale il Prontuario Le Monnier e il testo "Calcolo delle Sezioni in cemento armato" di Giovanni Falchi Delitalia, ed. Hoepli.

Il raffronto non ha prodotto alcuna apprezzabile differenza.

#### **GIUDIZIO SULL'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

In virtù di quanto di seguito si riporta e dei confronti effettuati si ritengono i risultati assolutamente accettabili ed il software in grado di rispondere accuratamente e con fiducia alle esigenze di una corretta progettazione e verifica strutturale.

Nelle pagine che seguono viene quindi prima riportato il file del modello, completo di input ed output, quindi eseguita l'analisi comparativa della struttura.

# 1 Rappresentazione generale dell'edificio

*Struttura*  
*Vista assonometrica dell'edificio nella sua interezza*

## 2 Normative

### **L. 05-11-71, n. 1086**

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

### **D.M. LL.PP. del 14-02-92**

Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **D.M. del 09-01-96**

Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

### **Circolare Ministeriale del 15-10-96 N°252**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. 09-01-96

### **D.M. del 16-01-96**

Norme Tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

### **Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.**

### **Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 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.

### **D.M. 17-01-18**

Norme Tecniche per le Costruzioni

### **Circolare 7 21-01-19 C.S.LL.PP**

Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle N.T.C. di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

### **Eurocodici**

EN 1995-1-1:2004 +AC:2006 + A1:2008 + A2:2014

ETA-03/0050

ETA-07/0086

ETA-08/0147

# 3 Descrizione del software

## 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.

## Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.24

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 15, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Identificatore licenza: SW-9206151

Intestatario della licenza: Lupi Ing. Lionello - Via della Siderurgia, 18 - Pomezia (RM)

Versione regolarmente licenziata

## 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 rigidità 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 principale coincide 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 rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità 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.- 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.- Alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento.- Il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. 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.

## 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.

# 4 Descrizione hardware

Processore	Intel(R) Core(TM) i7-4500U CPU @ 1.80GHz
Architettura	x86
Frequenza	2394 MHz
Memoria	7,93 GB
Sistema operativo	Microsoft Windows 8.1 (64 bit)

# 5 Dati generali

## 5.1 Materiali

### 5.1.1 Materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Rck:** resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [daN/m<sup>2</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/m<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste e di elementi guscio a comportamento ortotropo. [daN/m<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**Gamma:** peso specifico del materiale. [daN/m<sup>3</sup>]

**Alfa:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

Descrizione	Rck	E	G	Poisson	Gamma	Alfa
RCK300	3000000	3122021581	Default (1419100718)	0.1	2500	0.00001

### 5.1.2 Curve di materiali c.a.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Curva:** curva caratteristica.

**Reaz.traz.:** reagisce a trazione.

**Comp.frag.:** ha comportamento fragile.

**E.compr.:** modulo di elasticità a compressione. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

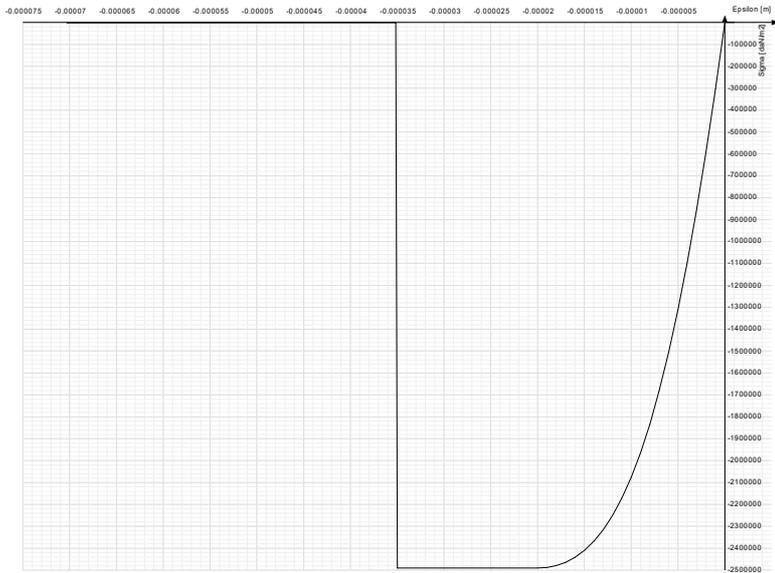
**E.traz.:** modulo di elasticità a trazione. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

Descrizione	Curva									
	Reaz.traz.	Comp.frag.	E.compr.	Incr.compr.	EpsEc	EpsUc	E.traz.	Incr.traz.	EpsEt	EpsUt
RCK300	No	Si	3122021581	0.0001	-0.002	-0.0035	3122021581	0.0001	0.0000584	0.0000643



### 5.1.3 Armature

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**fyk:** resistenza caratteristica. [daN/m<sup>2</sup>]

**Sigma amm.:** tensione ammissibile. [daN/m<sup>2</sup>]

**Tipo:** tipo di barra.

**E:** modulo di elasticità longitudinale del materiale per edifici o materiali nuovi. [daN/m<sup>2</sup>]

**Gamma:** peso specifico del materiale. [daN/m<sup>3</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson. Il valore è adimensionale.

**Alfa:** coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C<sup>-1</sup>]

**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	Alfa	Livello di conoscenza
FeB 44 k aderenza migliorata	43000000	25500000	Aderenza migliorata	20600000000	7850	0.3	0.000012	Nuovo

## 5.2 Sezioni

### 5.2.1 Sezioni C.A.

#### 5.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.



**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**H:** altezza della sezione. [m]

**B:** larghezza della sezione. [m]

**c.s.:** copriferro superiore della sezione. [m]

**c.i.:** copriferro inferiore della sezione. [m]

**c.l.:** copriferro laterale della sezione. [m]

Descrizione	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM	H	B	c.s.	c.i.	c.l.
R 30*40	0.1	0.1	0.0016	0.0009	0.001899	0.4	0.3	0.02	0.02	0.02
R 30*30	0.075	0.075	0.000675	0.000675	0.000999	0.3	0.3	0.018	0.018	0.018

### 5.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Xg:** ascissa del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [m]

**Yg:** ordinata del baricentro definita rispetto al sistema geometrico in cui sono definiti i vertici del poligono. [m]

**Area:** area inerziale nel sistema geometrico centrato nel baricentro. [m<sup>2</sup>]

**Jx:** momento d'inerzia attorno all'asse orizzontale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jy:** momento d'inerzia attorno all'asse verticale baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jxy:** momento centrifugo rispetto al sistema di riferimento baricentrico di definizione della sezione. [m<sup>4</sup>]

**Jm:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale M. [m<sup>4</sup>]

**Jn:** momento d'inerzia attorno all'asse baricentrico principale N. [m<sup>4</sup>]

**Alfa:** angolo tra gli assi del sistema di riferimento geometrico di definizione e quelli del sistema di riferimento principale. [deg]

**Area Tx FEM:** area di taglio in direzione X per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**Area Ty FEM:** area di taglio in direzione Y per l'analisi FEM. [m<sup>2</sup>]

**JxFEM:** momento di inerzia attorno all'asse X per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JyFEM:** momento di inerzia attorno all'asse Y per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

**JtFEM:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di forma per l'analisi FEM. [m<sup>4</sup>]

Descrizione	Xg	Yg	Area	Jx	Jy	Jxy	Jm	Jn	Alfa	Area Tx FEM	Area Ty FEM	JxFEM	JyFEM	JtFEM
R 30*40	0.15	0.2	0.12	0.0016	0.0009	0	0.0016	0.0009	0	0.1	0.1	0.0016	0.0009	0.001899
R 30*30	0.15	0.15	0.09	6.8E-4	6.8E-4	0	6.8E-4	6.8E-4	0	0.075	0.075	0.000675	0.000675	0.000999

## 5.3 Terreni

**Descrizione:** descrizione o nome assegnato all'elemento.

**Coesione:** coesione del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**Coesione non drenata:** coesione non drenata (Cu) del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**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/m<sup>3</sup>]

**Gamma saturo:** peso specifico saturo del terreno in sito, assegnato alle zone immerse. [daN/m<sup>3</sup>]

**E:** modulo elastico longitudinale del terreno. [daN/m<sup>2</sup>]

**Poisson:** coefficiente di Poisson del terreno. Il valore è adimensionale.

**Rqd:** rock quality degree. Per roccia assume valori nell'intervallo (0;1). Il valore convenzionale 0 indica che si tratta di un terreno sciolto. Il valore è adimensionale.

Descrizione	Coesione	Coesione non drenata	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale	Gamma saturo	E	Poisson	Rqd
Riporto_1	0	0	38	0	1	0.38	1600	2150	9000000	0.3	0
Terreno vegetale e riporto artificiale	3000	3000	0	0	0.7	1	1850	1850	10000	0	0

# 6 Dati di definizione

## 6.1 Preferenze commessa

### 6.1.1 Preferenze di analisi

Metodo di analisi	Non sismica
Coefficiente di sicurezza portanza fondazioni superficiali	3
Coefficiente di sicurezza scorrimento fondazioni superficiali	1.3
Coefficiente di sicurezza portanza pali	2.5

### 6.1.2 Preferenze di verifica

#### 6.1.2.1 Normativa di verifica in uso

Norma di verifica	tensioni ammissibili in D.M.9-01-96
Cemento armato	Preferenze analisi di verifica in tensioni ammissibili
Acciaio	Preferenze analisi di verifica in tensioni ammissibili
	CNR10011/CNR10022

#### 6.1.2.2 Normativa di verifica C.A.

Coefficiente di omogeneizzazione	15
Coefficiente di riduzione della tau per cattiva aderenza	0.7
Coefficiente Beta2 per calcolo ampiezza fessure	1

### 6.1.2.3 Normativa di verifica acciaio

Coefficiente di ingobbamento	0.5
Verifica di instabilità flessotorsionale	no
Rapporto bo/t elementi irrigiditi da anima e piega	60
Rapporto bo/t elementi irrigiditi da due anime	250
Rapporto bo/t elementi non irrigiditi	30
Rapporto h/t anime inflesse	150

### 6.1.3 Preferenze FEM

Dimensione massima ottimale mesh pareti (default)	0.8	[m]
Dimensione massima ottimale mesh piastre (default)	0.8	[m]
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	1	
Spessori membranale e flessionale pareti XLAM da sole tavole verticali	No	
Moltiplicatore rigidezza connettori pannelli pareti legno a diaframma	1	
Tolleranza di parallelismo	4.99	[deg]
Tolleranza di unicità punti	0.1	[m]
Tolleranza generazione nodi di aste	0.01	[m]
Tolleranza di parallelismo in suddivisione aste	4.99	[deg]
Tolleranza generazione nodi di gusci	0.04	[m]
Tolleranza eccentricità carichi concentrati	1	[m]
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	Deformata cubica	

### 6.1.4 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	1
Pilastro C.A.	1	1	0.01	1	1	1	1
Trave di fondazione	1	1	0.01	1	1	1	1
Palo	1	1	0.01	1	1	1	1
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

### 6.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM

Metodo iterativo	Secante
Tolleranza iterazione	0.0001
Numero massimo iterazioni	50

### 6.1.6 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	0.1 [daN/m]
Tolleranza smoothing altezza media trapezi	0.1 [daN/m]

## 6.1.7 Preferenze del suolo

Fondazioni non modellate e struttura bloccata alla base	si	
Fondazioni bloccate orizzontalmente	si	
Considera peso sismico delle fondazioni	no	
Fondazioni superficiali e profonde su suolo elastoplastico	no	
Coefficiente di sottofondo verticale per fondazioni superficiali (default)	3000000	[daN/m3]
Rapporto di coefficiente sottofondo orizzontale/verticale	0.5	
Pressione verticale limite sul terreno per abbassamento (default)	10000	[daN/m2]
Pressione verticale limite sul terreno per innalzamento (default)	10000	[daN/m2]
Metodo di calcolo della K verticale	Vesic	
Metodo di calcolo della portanza e della pressione limite	Vesic	
Terreno laterale di riporto da piano posa fondazioni (default)	Riporto_1	
Dimensione massima della discretizzazione del palo (default)	2	[m]
Moltiplicatore coesione per pressione orizzontale limite nei pali	1	
Moltiplicatore spinta passiva per pressione orizzontale pali	1	
K punta palo (default)	4000000	[daN/m3]
Pressione limite punta palo (default)	100000	[daN/m2]
Pressione per verifica schiacciamento fondazioni superficiali	30000	[daN/m2]
Calcola cedimenti fondazioni superficiali	no	
Spessore massimo strato	1	[m]
Profondità massima	30	[m]
Cedimento assoluto ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Cedimento relativo ammissibile	0.05	[m]
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	10	[m]
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	0.05	[m]
Cedimento medio ammissibile	0.05	[m]
Cedimento differenziale ammissibile	0.05	[m]
Rotazione rigida ammissibile	0.191	[deg]

## 6.1.8 Preferenze progetto legno

Default Beta X cerniera-cerniera	1	
Default Beta Y cerniera-cerniera	1	
Default Beta X cerniera-incastro	0.8	
Default Beta Y cerniera-incastro	0.8	
Default Beta X incastro-incastro	0.7	
Default Beta Y incastro-incastro	0.7	
Default Beta X incastro-libero	2	
Default Beta Y incastro-libero	2	
Rapporto luce su freccia istantanea (default)	300	
Rapporto luce su freccia differita (default)	300	

## 6.1.9 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	300	
Limite spostamento relativo interpiano e monopiano colonne	0.00333	
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	no	

## 6.1.10 Preferenze progetto muratura

Forza minima aggancio al piano (default)	0	[daN/m]
Denominatore per momento ortogonale (default)	8	
Minima resistenza trazione travi (default)	30000	[daN]
Angolo cuneo verifica ribaltamento (default)	30	[deg]
Considera $d = 0.8 * h$ nei maschi senza fibre compresse	si	

## 6.2 Azioni e carichi

### 6.2.1 Condizioni elementari di carico

**Descrizione:** nome assegnato alla condizione elementare.

**Nome breve:** nome breve assegnato alla condizione elementare.

**l/l:** descrive la classificazione della condizione (necessario per strutture in acciaio e in legno).

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

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

Descrizione	Nome breve	I/II	Durata	Var.segno
Permanenti	Perm.		Permanente	
Variabili	Variabili	I	Istantaneo	
Delta T	Dt	II	Media	No

## 6.2.2 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 Unica

Il nome compatto della famiglia è UN.

Nome	Nome breve	Perm.	Variabili	Dt
1	UN 1	1	1	0

## 6.2.3 Definizioni di carichi superficiali

**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.

**Valore:** modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [daN/m<sup>2</sup>]

**Applicazione:** modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
	Permanenti	400	Verticale
	Variabili	200	Verticale

## 6.3 Quote

### 6.3.1 Livelli

**Descrizione breve:** nome sintetico assegnato al livello.

**Descrizione:** nome assegnato al livello.

**Quota:** quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

**Spessore:** spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Livello 0	0	0
L2	Livello 1	3.24	0.24

### 6.3.2 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. [m]

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

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Livello 1-Livello 0	Livello 0	Livello 1

## 6.4 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: 10000

I valori sono espressi in m

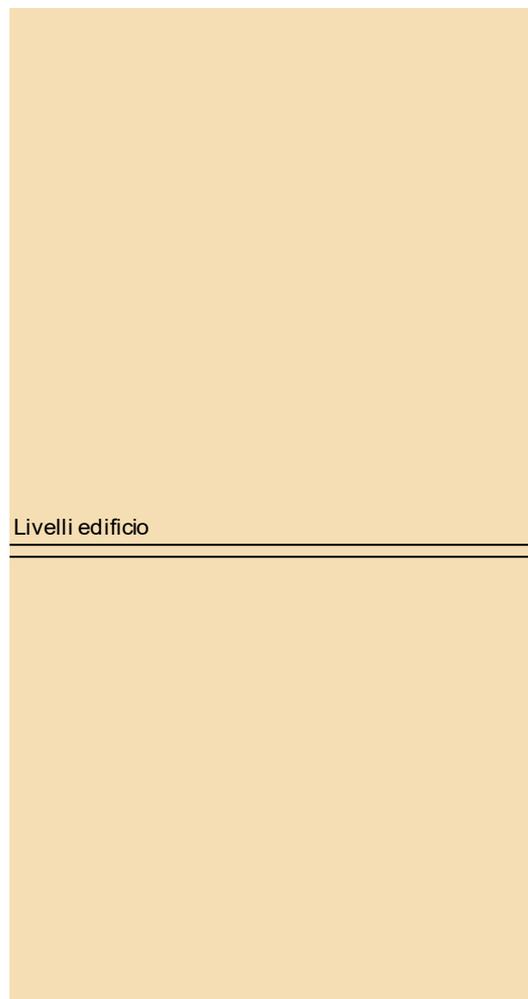
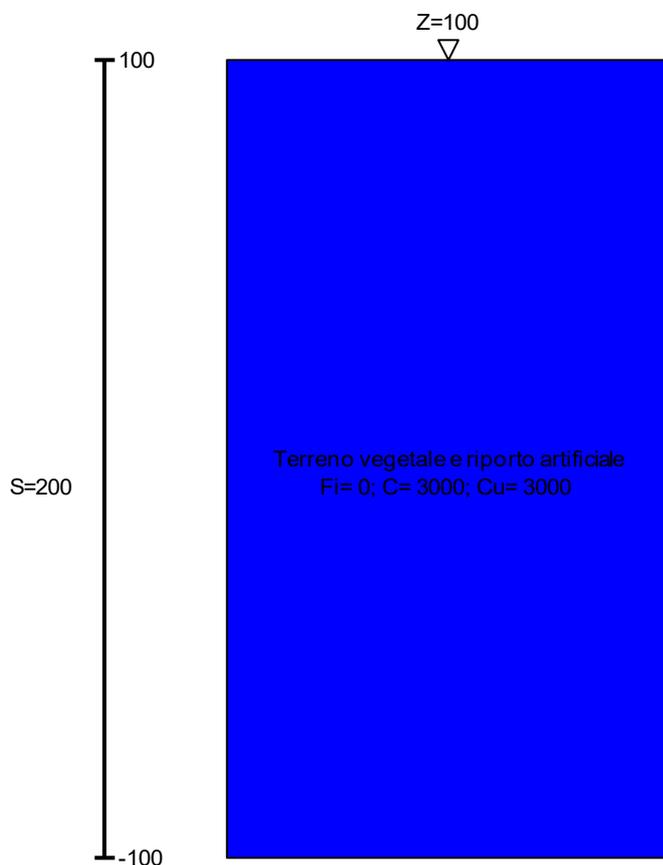


Immagine: Sondaggio

### Stratigrafie

**Terreno:** terreno mediamente uniforme presente nello strato.

**Sp.:** spessore dello strato. [m]

**Kor,i:** coefficiente K orizzontale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kor,s:** coefficiente K orizzontale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kve,i:** coefficiente K verticale al livello inferiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Kve,s:** coefficiente K verticale al livello superiore dello strato per modellazione palo. [daN/m<sup>3</sup>]

**Eel,s:** modulo elastico al livello superiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eel,i:** modulo elastico al livello inferiore dello strato per calcolo cedimenti istantanei; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eed,s:** modulo edometrico al livello superiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**Eed,i:** modulo edometrico al livello inferiore per calcolo cedimenti complessivi; 0 per non calcolarli. [daN/m<sup>2</sup>]

**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.

**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
Terreno vegetale e riporto artificiale	200	1.5E6	1.0E6	1.0E6	1.0E6	10000	10000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

## 6.5 Elementi di input

### 6.5.1 Fili fissi

#### 6.5.1.1 Fili fissi di piano

**Livello:** quota di inserimento espressa con notazione breve esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

**Punto:** punto di inserimento.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

**Estradosso:** distanza dalla quota di inserimento misurata in direzione ortogonale al piano della quota e con verso positivo verso l'alto. [m]

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

**Tipo:** tipo di simbolo.

**T.c.:** testo completo visualizzato accanto al filo fisso, costituito dalla concatenazione del prefisso e del testo.

Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.	Livello	Punto		Estradosso	Angolo	Tipo	T.c.
	X	Y						X	Y				
L1	5	0	0	0	Croce	3	L1	5	7	0	0	Croce	4
L1	0	0	0	0	Croce	1	L1	0	7	0	0	Croce	2

### 6.5.2 Travi C.A.

#### 6.5.2.1 Travi C.A. di piano

**Sezione:** riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**P.i.:** posizione dei punti d'inserimento rispetto alla geometria della sezione. SA=Sinistra anima, CA=Centro anima, DA=Destra anima

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

**Punto i.:** punto di inserimento iniziale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

**Punto f.:** punto di inserimento finale.

X: coordinata X. [m]

Y: coordinata Y. [m]

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

**Mat.:** riferimento ad una definizione di materiale calcestruzzo.

**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/m]

Sezione	P.i.	Liv.	Punto i.		Punto f.		Estr.	Mat.	Car.lin.	DeltaT	Sovr.	S.Z.	C.i.	C.f.	P.lin.
			X	Y	X	Y									
R 30*40	CA	L2	5	0	0	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	5	7	5	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	0	0	0	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300
R 30*40	CA	L2	0	7	5	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	300

### 6.5.3 Pilastrini C.A.

**Tr.:** riferimento al tronco indicante la quota inferiore e superiore.

**Sezione:** riferimento ad una definizione di sezione C.A..

**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. [m]

Y: coordinata Y. [m]

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

**Mat.:** riferimento ad una definizione di calcestruzzo.

**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/m]

**Corr.:** lista di elementi correlati all'elemento generati durante la modellazione.

Tr.	Sezione	P.i.	Punto		Ang.	Mat.	Car.ln.	DeltaT	Sovr.	S.Z	C.i.	C.f.	P.lin.	Corr.
			X	Y										
T1	R 30*30	CC	5	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	3
T1	R 30*30	CC	0	0	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	1
T1	R 30*30	CC	5	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	4
T1	R 30*30	CC	0	7	0	RCK300_1	Nessuno; G		0	No	No	No	225	2

## 6.5.4 Carichi superficiali

### 6.5.4.1 Carichi superficiali di piano

**Carico:** riferimento alla definizione di un carico di superficie.

**Solaio:** riferimento alla definizione di una sezione di solaio. Accetta anche il valore "Nessuno".

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

**Punti:** punti di definizione in pianta.

**Indice:** indice del punto corrente nell'insieme dei punti di definizione dell'elemento.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

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

**Angolo:** direzione delle nervature che trasmettono il carico. Angolo misurato dal semiasse positivo delle ascisse in verso antiorario. [deg]

**Comp.:** descrizione sintetica del comportamento del carico superficiale o, nel caso di comportamento membranale, riferimento alla descrizione analitica della membrana.

**Fori:** riferimenti a tutti gli elementi che forano il carico superficiale.

Carico	Solaio	Liv.	Punti			Estr.	Angolo	Comp.	Fori
			Indice	X	Y				
		L2	1	0	0	0	0	Nessuno	
			2	5	0				
			3	5	7				
			4	0	7				

# 7 Dati di modellazione

## 7.1 Nodi

### 7.1.1 Nodi di definizione

**Indice:** numero dell'elemento nell'insieme che lo contiene.

**Posizione:** coordinate del nodo.

**X:** coordinata X. [m]

**Y:** coordinata Y. [m]

**Z:** coordinata Z. [m]

Indice	Posizione														
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
2	0	0	0	3	5	0	0	4	0	7	0	5	5	7	0

Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione			Indice	Posizione		
	X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z		X	Y	Z
6	0	0	3.12	7	5	0	3.12	8	0	7	3.12	9	5	7	3.12

## 7.2 Aste

### 7.2.1 Carichi su aste

#### 7.2.1.1 Carichi trapezoidali locali

**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. [m]

**F1 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/m]

**F2 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/m]

**F3 iniziale:** componente del valore iniziale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/m]

**Posizione finale:** posizione finale del carico sull'asse locale 1. [m]

**F1 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 1. [daN/m]

**F2 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 2. [daN/m]

**F3 finale:** componente del valore finale del carico lungo l'asse locale 3. [daN/m]

Indice asta	Condizione	Posizione iniziale	F1 iniziale	F2 iniziale	F3 iniziale	Posizione finale	F1 finale	F2 finale	F3 finale
5	Permanenti	0	0	-1000	0	7	0	-1000	0
5	Variabili	0	0	-500	0	7	0	-500	0
8	Permanenti	0	0	-1000	0	7	0	-1000	0
8	Variabili	0	0	-500	0	7	0	-500	0

### 7.2.2 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. [m<sup>2</sup>]

**Area 2:** area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 2. [m<sup>2</sup>]

**Area 3:** area di taglio per sforzo di taglio nella direzione 3. [m<sup>2</sup>]

**In.2:** momento d'inerzia attorno all'asse locale 2. [m<sup>4</sup>]

**In.3:** momento d'inerzia attorno all'asse locale 3. [m<sup>4</sup>]

**In.tors.:** momento d'inerzia torsionale corretto con il fattore di torsione. [m<sup>4</sup>]

**E:** modulo di elasticità longitudinale. [daN/m<sup>2</sup>]

**G:** modulo di elasticità tangenziale. [daN/m<sup>2</sup>]

**Alfa:** coefficiente di dilatazione termica longitudinale. [°C<sup>-1</sup>]

**P.unit.:** peso per unità di lunghezza dell'elemento. [daN/m]

**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	0.09	0.075	0.075	0.000675	0.000675	9.99E-06	3.12E09	1.42E09	0.00001	225		R 30*30	RCK300_1
2	0.12	0.1	0.1	0.0009	0.0016	1.90E-05	3.12E09	1.42E09	0.00001	300		R 30*40	RCK300_1

### 7.2.3 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	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione	Indice	Nodo I	Nodo J	Nodo K	Sezione
				Indice															
1	2	6	11	1	2	4	8	11	1	3	3	7	11	1	4	5	9	11	1
5	6	8	12	2	6	8	9	12	2	7	7	6	12	2	8	9	7	12	2

## 8 Risultati numerici

### 8.1 Spostamenti nodali

#### 8.1.1 Spostamenti nodali estremi

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

#### Spostamenti nodali con componente Ux minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	UN 1			-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
7	UN 1			-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
8	Variabili			0	-0.0000059	-0.0000194	0.0288	0	0
6	Variabili			0	0.0000059	-0.0000194	-0.0288	0	0
10	Perm.			0	0	0	0	0	0

#### Spostamenti nodali con componente Ux massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
8	Perm.			0.0000011	-0.0000153	-0.0000627	0.0748	0.0077	0
6	Perm.			0.0000011	0.0000153	-0.0000627	-0.0748	0.0077	0
4	Perm.			0	0	0	0	0	0
5	Perm.			0	0	0	0	0	0
1	Perm.			0	0	0	0	0	0

#### Spostamenti nodali con componente Uy minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione				
		Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
8	UN 1			0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
12	Perm.	0	0	0	0	0	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uy massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
4	Perm.	0	0	0	0	0	0
5	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uz minima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0
8	UN 1	0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Spostamenti nodali con componente Uz massima

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
5	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0
4	Perm.	0	0	0	0	0	0
2	Perm.	0	0	0	0	0	0
3	Perm.	0	0	0	0	0	0

## 8.1.2 Spostamenti nodali in condizioni di carico

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
6	Perm.	0.0000011	0.0000153	-0.0000627	-0.0748	0.0077	0

### 8.1.3 Spostamenti nodali in combinazioni di carico

**Nodo:** nodo interessato dallo spostamento.

**Ind.:** indice del nodo.

**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. [m]

**uy:** componente Y dello spostamento del nodo. [m]

**uz:** componente Z dello spostamento del nodo. [m]

**Rotazione:** spostamento rotazionale del nodo.

**rx:** componente X della rotazione del nodo. [deg]

**ry:** componente Y della rotazione del nodo. [deg]

**rz:** componente Z della rotazione del nodo. [deg]

Nodo	Cont.	Spostamento			Rotazione		
Ind.	N.br.	ux	uy	uz	rx	ry	rz
6	UN 1	0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	0.0077	0
7	UN 1	-0.0000011	0.0000213	-0.0000822	-0.1036	-0.0077	0
8	UN 1	0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	0.0077	0
9	UN 1	-0.0000011	-0.0000213	-0.0000822	0.1036	-0.0077	0

## 8.2 Reazioni nodali

### 8.2.1 Reazioni nodali estreme

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

#### Reazioni Fx minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
3	Perm.	-170	1643	6002	-1681.22	-173.99	0
4	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
10	Perm.	0	0	0	0	0	0

#### Reazioni Fx massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
4	Perm.	170	-1643	6002	1681.22	173.99	0
3	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

#### Reazioni Fy minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
8	Perm.	0	0	0	0	0	0
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fy massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
7	Perm.	0	0	0	0	0	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0
1	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fz minime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
9	Perm.	0	0	0	0	0	0
8	Perm.	0	0	0	0	0	0
7	Perm.	0	0	0	0	0	0
12	Perm.	0	0	0	0	0	0
11	Perm.	0	0	0	0	0	0

### Reazioni Fz massime

Vengono mostrati i soli 5 nodi più sollecitati.

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
6	Perm.	0	0	0	0	0	0

## 8.2.2 Reazioni nodali in condizioni di carico

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z

Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
3	Perm.	-170	1643	6002	-1681.22	-173.99	0
3	Variabili	0	632	1750	-646.62	0	0
4	Perm.	170	-1643	6002	1681.22	173.99	0
4	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0
5	Perm.	-170	-1643	6002	1681.22	-173.99	0
5	Variabili	0	-632	1750	646.62	0	0

### 8.2.3 Reazioni nodali in combinazioni di carico

**Nodo:** Nodo sollecitato dalla reazione vincolare.

**Ind.:** indice del nodo.

**Cont.:** Contesto a cui si riferisce la reazione vincolare.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Reazione a traslazione:** reazione vincolare traslazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione vincolare del nodo. [daN]

**y:** componente Y della reazione vincolare del nodo. [daN]

**z:** componente Z della reazione vincolare del nodo. [daN]

**Reazione a rotazione:** reazione vincolare rotazionale del nodo.

**x:** componente X della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**y:** componente Y della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

**z:** componente Z della reazione a rotazione del nodo. [daN\*m]

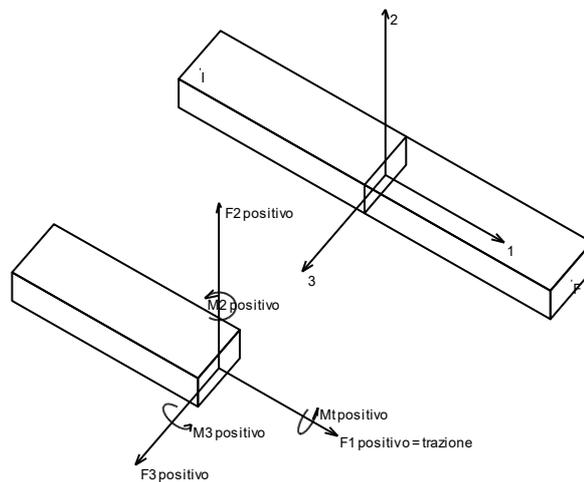
Nodo	Cont.	Reazione a traslazione			Reazione a rotazione		
Ind.	N.br.	x	y	z	x	y	z
2	UN 1	170	2275	7752	-2327.85	173.99	0
3	UN 1	-170	2275	7752	-2327.85	-173.99	0
4	UN 1	170	-2275	7752	2327.85	173.99	0
5	UN 1	-170	-2275	7752	2327.85	-173.99	0

## 8.3 Sollecitazioni aste

### 8.3.1 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:

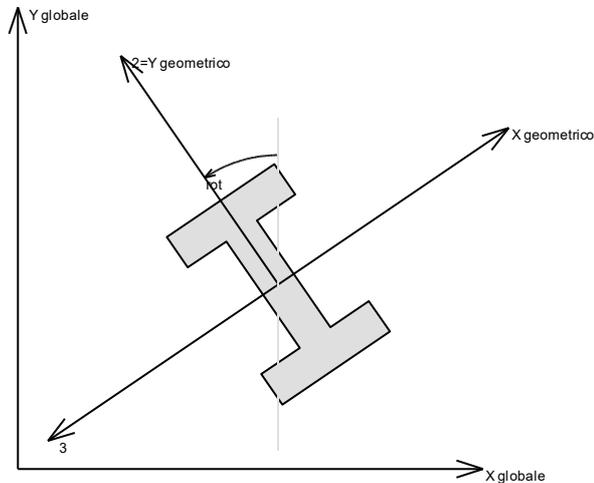
presa un'asta con nodo iniziale  $i$  e nodo finale  $f$ , asse 1 che va da  $i$  a  $f$ , assi 2 e 3 presi secondo quanto indicato nei paragrafi successivi relativi al sistema locale delle aste sezionando l'asta in un punto e considerando la sezione sinistra del punto in cui si è effettuato il taglio (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.

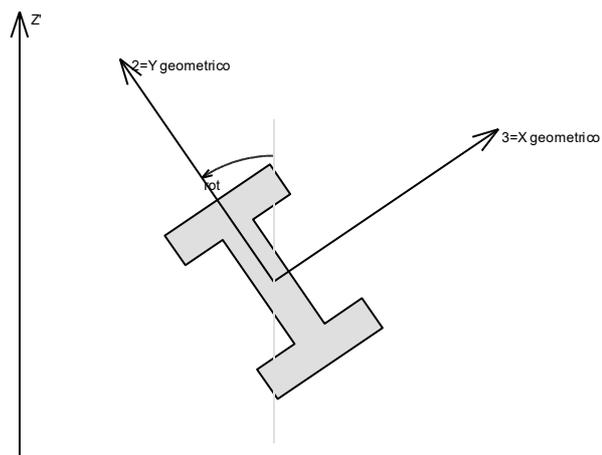
Nel seguito si indica con 1, 2 e 3 il sistema locale dell'asta che non sempre coincide con gli assi principali della sezione. Si ricorda che per assi principali si intendono gli assi rispetto a cui si ha il raggio di inerzia minimo e massimo. Gli assi 1, 2 e 3 rispettano la regola della mano destra.

### 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).

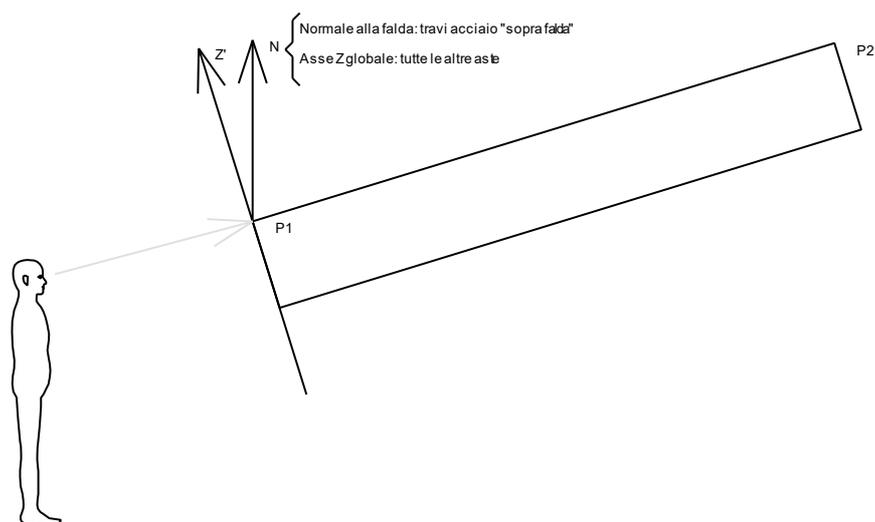
## Sistema locale aste non verticali



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

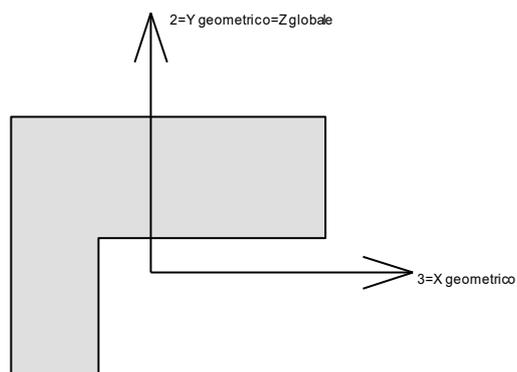
L'asse  $Z'$  è illustrato nella figura seguente dove:

- 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.

### 8.3.2 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. [m]

**Y:** componente Y della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**Z:** componente Z della posizione a cui si riferisce la sollecitazione dell'asta. [m]

**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\*m]

**M2:** componente M2 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

**M3:** componente M3 della sollecitazione dell'asta. [daN\*m]

#### 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
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85
4	UN 1	1	5	7	0	-7752	2275	-170	0	173.99	2327.85
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85
3	UN 1	1	5	0	0	-7752	-2275	-170	0	173.99	-2327.85
8	UN 1	1	5	7	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93

#### 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
7	Variabili	1	5	0	3.12	0	0	0	0	0	0
6	Variabili	1	0	7	3.12	0	0	0	0	0	0
5	Variabili	1	0	0	3.12	-632	-1750	0	0	0	-1324.98
8	Variabili	1	5	7	3.12	-632	-1750	0	0	0	-1324.98
3	Variabili	1	5	0	0	-1750	-632	0	0	0	-646.62

#### 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
4	UN 1	31	5	7	3.12	-7050	2275	-170	0	-355.91	-4769.93
3	Perm.	31	5	0	3.12	-5300	-1643	-170	0	-355.91	3444.95
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85
8	UN 1	31	5	0	3.12	-2275	6300	0	0	0	-4769.93

#### 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
1	UN 1	31	0	0	3.12	-7050	-2275	170	0	355.91	4769.93

Asta	Cont.	Pos.	Posizione			Soll.traslazionale			Soll.rotazionale		
Ind.	N.br.		X	Y	Z	F1	F2	F3	M1	M2	M3
2	Perm.	31	0	7	3.12	-5300	1643	170	0	355.91	-3444.95
4	Perm.	1	5	7	0	-6002	1643	-170	0	173.99	1681.22
3	Perm.	1	5	0	0	-6002	-1643	-170	0	173.99	-1681.22
8	UN 1	14	5	3.97	3.12	-2275	-840	0	0	0	6059.07

### Sollecitazioni con momento M3 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
8	UN 1	1	5	7	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93
5	UN 1	1	0	0	3.12	-2275	-6300	0	0	0	-4769.93
2	UN 1	31	0	7	3.12	-7050	2275	170	0	355.91	-4769.93
4	UN 1	31	5	7	3.12	-7050	2275	-170	0	-355.91	-4769.93
1	UN 1	1	0	0	0	-7752	-2275	170	0	-173.99	-2327.85

### Sollecitazioni con momento M3 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
5	UN 1	16	0	3.5	3.12	-2275	0	0	0	0	6255.07
8	UN 1	16	5	3.5	3.12	-2275	0	0	0	0	6255.07
1	UN 1	31	0	0	3.12	-7050	-2275	170	0	355.91	4769.93
3	UN 1	31	5	0	3.12	-7050	-2275	-170	0	-355.91	4769.93
2	UN 1	1	0	7	0	-7752	2275	170	0	-173.99	2327.85

## 8.4 Sollecitazioni gusci

### 8.4.1 Convenzioni di segno gusci

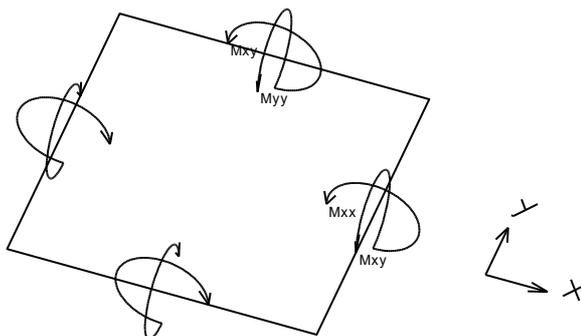
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

#### Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse x e y contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse (z) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse x ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale X. Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi x, y e z locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi X, Y e Z globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

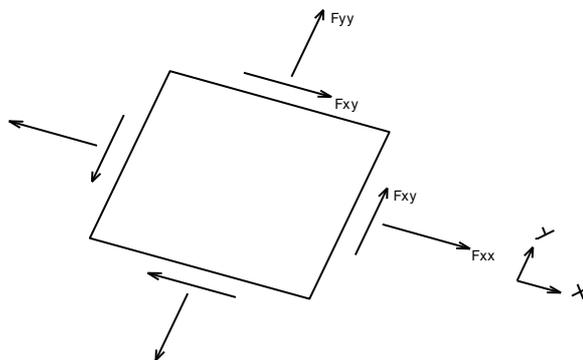
- $M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale x (verso positivo indicato dalla freccia in figura che

tende le fibre inferiori);

-  $M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

-  $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

-  $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

-  $F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

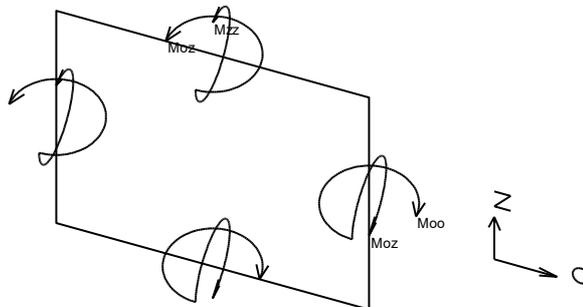
Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

-  $V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$ ;

-  $V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$ .

### Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $O$  è orizzontale e l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .

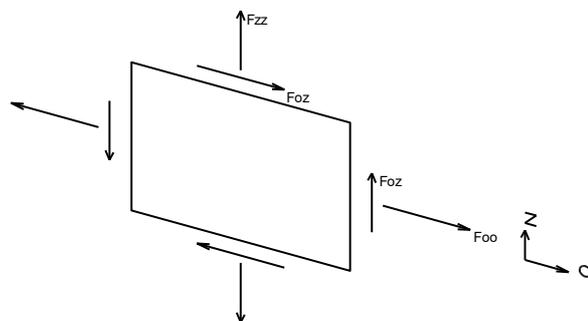


-  $M_{oo}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{zz}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);

-  $M_{oz}$ : momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  sono rispettivamente:



- $F_{zz}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{oo}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{oz}$ : sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- $V_o$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$ ;
- $V_z$ : taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$ .

## 8.5 Sollecitazioni gusci armati

### 8.5.1 Convenzioni di segno gusci

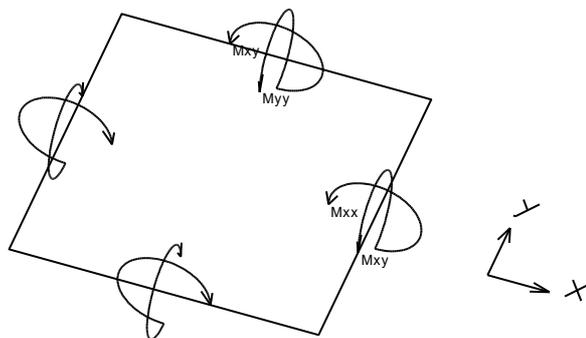
Sono individuate distinte convenzioni di segno in relazione al tipo di elemento strutturale a cui il guscio si riferisce:

- convenzione per gusci non verticali, originati ad esempio da piastre e platee;
- convenzione per gusci verticali, originati ad esempio da pareti e muri.

#### Convenzione di segno per gusci non verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $x$  e  $y$  contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ( $z$ ) ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $x$  ha proiezione in pianta parallela ed equiversa all'asse globale  $X$ . Nel caso di piastre orizzontali (caso più comune) gli assi  $x$ ,  $y$  e  $z$  locali all'elemento sono paralleli ed equiversi agli assi  $X$ ,  $Y$  e  $Z$  globali. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione.

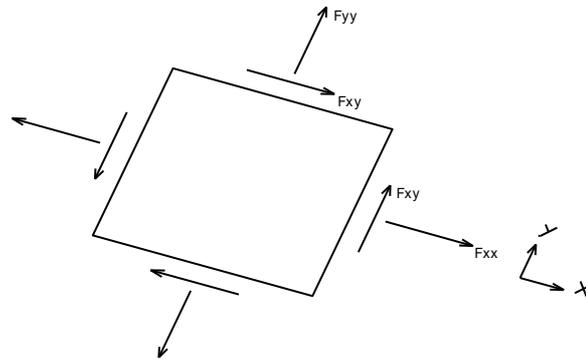
In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{xx}$ ,  $M_{yy}$ ,  $M_{xy}$ .



Si definiscono:

- $M_{xx}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{yy}$ : momento flettente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{xy}$ : momento torcente [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $F_{xx}$ ,  $F_{yy}$ ,  $F_{xy}$ .



Si definiscono:

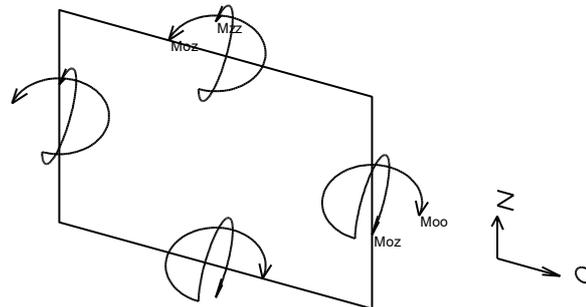
- $F_{xx}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale  $x$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{yy}$ : sforzo estensionale [Forza/Lunghezza] agente sul bordo di normale all'asse  $y$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);
- $F_{xy}$ : sforzo di taglio [Forza/Lunghezza] agente sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- $V_x$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $x$ ;
- $V_y$ : taglio fuori piano [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $y$ .

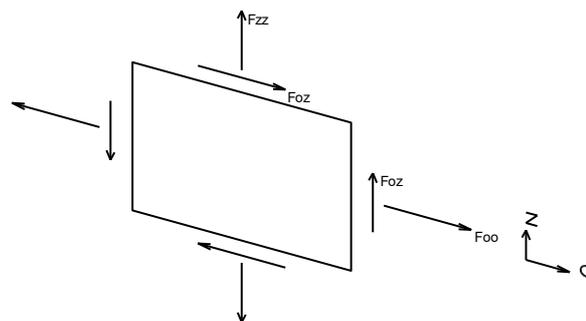
### Convenzione di segno per gusci verticali

Il sistema di riferimento nel quale sono espressi i parametri di sollecitazione è così definito: origine appartenente al piano dell'elemento, asse  $O$  (ascisse) e  $z$  (ordinate) contenuti nel piano dell'elemento e terzo asse ortogonale al piano dell'elemento a formare una terna destrorsa. In particolare l'asse  $O$  è orizzontale e l'asse  $z$  parallelo ed equiverso con l'asse  $Z$  globale. Si sottolinea che non ha alcun interesse collocare esattamente nel piano dell'elemento la posizione dell'origine in quanto i parametri di sollecitazione sono invarianti rispetto a tale posizione. In figura è mostrato un elemento infinitesimo di shell orizzontale con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazione  $M_{oo}$ ,  $M_{zz}$ ,  $M_{oz}$ .



- $M_{oo}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $O$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{zz}$ : momento flettente distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che tende le fibre inferiori);
- $M_{oz}$ : momento 'torcente' distribuito [Forza\*Lunghezza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Per quanto riguarda le sollecitazioni estensionali si faccia riferimento alla figura seguente dove per lo stesso elemento infinitesimo di shell con indicato il sistema di riferimento i parametri di sollecitazione  $F_{oo}$ ,  $F_{zz}$ ,  $F_{oz}$  sono rispettivamente:



- $F_{zz}$ : sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse  $z$  (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foo: sforzo tensionale distribuito [Forza/Lunghezza] applicato al bordo di normale parallela all'asse O (verso positivo indicato dalla freccia in figura che mette in trazione l'elemento);

- Foz: sforzo tagliante distribuito [Forza/Lunghezza] applicato sui bordi (verso positivo indicato dalla freccia in figura).

Vengono riportati inoltre i tagli fuori dal piano dell'elemento guscio:

- Vo: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse O;

- Vz: taglio fuori piano applicato al bordo di normale parallela all'asse z.

## 8.6 Tagli ai livelli

**Livello:** livello rispetto a cui è calcolato il taglio.

**Nome:** nome completo del livello.

**Cont.:** Contesto nel quale viene valutato il taglio.

**N.br.:** nome breve della condizione o combinazione di carico.

**Totale:** totale del taglio al livello.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Aste verticali:** contributo al taglio totale dato dalle aste verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

**Pareti:** contributo al taglio totale dato dalle pareti e piastre generiche verticali.

**F:** forza del taglio. [daN]

**X:** componente lungo l'asse X globale. [daN]

**Y:** componente lungo l'asse Y globale. [daN]

**Z:** componente lungo l'asse Z globale. [daN]

Livello	Cont.	Totale			Aste verticali			Pareti				
		Nome	N.br.	F			F			F		
				X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
Livello 0	Perm.		0	0	-24008	0	0	-24008	0	0	0	
Livello 0	Variabili		0	0	-7000	0	0	-7000	0	0	0	
Livello 0	UN 1		0	0	-31008	0	0	-31008	0	0	0	

## 8.7 Equilibrio forze

**Contributo:** Nome attribuito al sistema risultante.

**Fx:** Componente X di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fy:** Componente Y di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Fz:** Componente Z di traslazione del sistema risultante. [daN]

**Mx:** Componente di momento attorno l'asse X del sistema risultante. [daN\*m]

**My:** Componente di momento attorno l'asse Y del sistema risultante. [daN\*m]

**Mz:** Componente di momento attorno l'asse Z del sistema risultante. [daN\*m]

**Bilancio in condizione di carico: Permanenti**

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-24008	-84028	60020	0
Reazioni	0	0	24008	84028	-60020	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

**Bilancio in condizione di carico: Variabili**

Contributo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Applicate	0	0	-7000	-24500	17500	0
Reazioni	0	0	7000	24500	-17500	0
PDelta	0	0	0	0	0	0
Totale	0	0	0	0	0	0

## 8.8 Statistiche soluzione

Tipo di equazioni	Lineari
Tecnica di soluzione	Matrici sparse
Numero equazioni	24
Elemento min. diagonale	546003.73794886
Elemento max diagonale	660370822.788968
Rapporto max/min	1209.46209136
Elementi non nulli	168

## 9 Verifiche

### 9.1 Verifiche pilastrate C.A.

*quota*: quota della sezione

*Ac*: area di calcestruzzo

*Asp*: area di acciaio di spigolo

*copX*: copriferro medio lungo X dell'armatura di spigolo

*copY*: copriferro medio lungo Y dell'armatura di spigolo

*ApX*: area di acciaio di parete lungo X

*ApY*: area di acciaio di parete lungo Y

*Cop*: copriferro per aree di parete

*sc*: tensione sul cls

*sf*: tensione sull'acciaio

*Mx*: momento attorno all'asse X

*My*: momento attorno all'asse Y

*N*: sforzo normale

*Co*: Combinazione di carico

*Txmax*: taglio massimo lungo X

*Tymax*: taglio massimo lungo Y

*tau*: tau massima

*AminX*: area minima di staffe richieste lungo X

*AstX*: area staffe in direzione X

*AminY*: area minima di staffe richieste lungo Y

*AstY*: area staffe in direzione Y

*Mt*: momento torcente massimo

*A.l.*: area longitudinale

*A.st.*: area staffe

*A.l.r.*: area longitudinale richiesta per la torsione

*A.st.r.*: area staffe richiesta per la torsione

*A.l.disp.*: area longitudinale disponibile per la torsione

*A.st.disp.*: area staffe disponibile per la torsione

*tauTot*: tau massima

*tauMt*: tau dovuta a torsione

*tauTx*: tau dovuta a taglio lungo x

*tauTy*: tau dovuta a taglio lungo y

*cx,c*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *Mx* nella situazione più gravosa per il cls

*cy,c*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *My* nella situazione più gravosa per il cls

*cx,f*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *Mx* nella situazione più gravosa per l'acciaio

*cy,f*: coeff. moltiplicatore del momento flettente *My* nella situazione più gravosa per l'acciaio

*Om.,c*: coeff. omega moltiplicatore dello sforzo normale nella situazione più gravosa per il cls

*Om.,f*: coeff. omega moltiplicatore dello sforzo normale nella situazione più gravosa per l'acciaio

*Sc,max*: tensione massima sul cls

*Sf,max*: tensione massima sull'acciaio

#### Pilastrata 1

forze in kN, momenti in kN\*m, tensioni in daN/cm<sup>2</sup>, fessure in mm  
acciaio sigma amm. 2550 (daN/cm<sup>2</sup>)

asta sap n° 1

calcestruzzo Rck 300 (daN/cm<sup>2</sup>)

sezione rettangolare H tot. 30.0 B 30.0 rot. 0

quota	Asp	copX	copY	ApX	cop	ApY	cop	sc	sf	Mx	My	N	Co	Txmax	Tymax	tau	Co	AminX	Co	AstX	AminY	Co	AstY	
42.9	3.7	4.7	4.7	3.7	5.0	3.7	5.0	-33	338	14	-1	-77	1	2	23	3.1	1	0.00	1	6.28	0.00	1	6.28	***
171.4	3.8	3.9	3.9	3.8	3.9	3.8	3.9	-34	360	-16	1	-74	1	2	23	3.1	1	0.00	1	6.28	0.00	1	6.28	
300.0	3.8	3.9	3.9	3.8	3.9	3.8	3.9	-90	1475	-45	3	-71	1	2	23	3.1	1	0.00	1	13.09	0.00	1	13.09	

## 9.2 Verifiche travate C.A.

*cs*: distanza tra baricentro armature superiori e lembo superiore

*ci*: distanza tra baricentro armature inferiori e lembo inferiore

*x*: distanza da sinistra della sezione in stampa

**Asup**: area di acciaio efficace superiore considerata in verifica

**Ainf**: area di acciaio efficace inferiore considerata in verifica

**Mmax**: massimo momento agente (positivo)

**Mmax amm**: momento positivo che produce il raggiungimento delle tensioni ammissibili

**sci**: tensione di compressione nella fibra superiore di calcestruzzo

**sfi**: tensione di trazione nella barra inferiore più sollecitata

**Mmin**: minimo momento agente (negativo)

**Mmin amm**: momento negativo che produce il raggiungimento delle tensioni ammissibili

**sci**: tensione di compressione nella fibra inferiore di calcestruzzo

**sfs**: tensione di trazione nella barra superiore più sollecitata

**Ast**: area di staffatura presente (cmq/cm)

**Afp+**: area di sagomati come area di staffa equivalenti per taglio positivo

**Afp-**: area di sagomati come area di staffa equivalenti per taglio negativo

**T+**: massimo taglio agente (positivo)

**Tamm+**: massimo taglio (positivo) ammissibile

**T-**: minimo taglio agente (negativo)

**Tamm-**: minimo taglio (negativo) ammissibile

**st**: pressione massima sul terreno (per travi di fondazione)

### Trave 1-2 a "Livello 1"

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI (daN/cmq)

Calcestruzzo Rck(cubica)= 300 acciaio sigma amm= 2550 omogeneizzazione Ea/Ec= 15

OUTPUT CAMPATE (momenti in KN\*cm, tagli in KN, tensioni in daN/cm<sup>2</sup>)

campata n. 1 tra il filo 1 e tra il filo 2; asta sap n° 5

sezione rettangolare H tot. 40.0 B 30.0 Cs 2.0 Ci 2.0

sovraresistenza 0%

x	Asup	Ainf	Mmax	Mmax amm	ocs	ofi	Mmin	Mmin amm	oci	ofs	Ast	Afpe+	Afpe-	T+	Tamm+	T-	Tamm-
0	6.16	4.62	-4770	3916		-4770	-5159	68	2357	.077	.000	.000	63	65	63	-65	
15	6.16	4.62	-3856	3916		-3856	-5159	55	1906	.077	.000	.000	60	65	60	-65	
233	3.08	7.70	5030	6365	70	2015	5030	-2640		.035	.000	.000	21	59	21	-59	
350	3.08	7.70	6255	6365	87	2506											
467	3.08	7.70	5030	6365	70	2015	5030	-2640		.035	.000	.000	-21	59	-21	-59	
685	6.16	4.62	-3856	3916		-3856	-5159	55	1906	.077	.000	.000	-60	65	-60	-65	
700	6.16	4.62	-4770	3916		-4770	-5159	68	2357	.077	.000	.000	-63	65	-63	-65	

## 10 Tabella di raffronto dei risultati

	Sismicad	Analitico	Scarto
Ripartizione carichi	15 daN/cm	15 daN/cm	0.0 %
Peso proprio trave	3 daN/cm	3 daN/cm	0.0 %
Peso proprio colonna	2.25 daN/cm	2.25 daN/cm	0.0 %
Sforzo normale N nella colonna	-7752 - -7050 daN	-7752 - -7050 daN	0.0%
Momento flettente M3 trave 700cm	6255.1 – 4770 daNm	6216 - 4809 daNm	0.8 %
Verifica trave	$\sigma_f = 2506.1$ $\sigma_c = -87.2$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f = 2505.5$ $\sigma_c = -87.2$ daN/cm <sup>2</sup>	0.02 %
Verifica pilastro	$\sigma_f = 762.1$ $\sigma_c = 54.2$ daN/cm <sup>2</sup>	$\sigma_f = 762.1$ $\sigma_c = 54.2$ daN/cm <sup>2</sup>	0.0 %

# Sommario

1 Rappresentazione generale dell'edificio.....	3
2 Normative.....	3
3 Descrizione del software.....	4
4 Descrizione hardware.....	5
5 Dati generali.....	5
5.1 Materiali.....	5
5.1.1 Materiali c.a.....	5
5.1.2 Curve di materiali c.a.....	5
5.1.3 Armature.....	6
5.2 Sezioni.....	6
5.2.1 Sezioni C.A.....	6
5.2.1.1 Sezioni rettangolari C.A.....	6
5.2.1.2 Caratteristiche inerziali sezioni C.A.....	7
5.3 Terreni.....	7
6 Dati di definizione.....	7
6.1 Preferenze commessa.....	7
6.1.1 Preferenze di analisi.....	7
6.1.2 Preferenze di verifica.....	7
6.1.2.1 Normativa di verifica in uso.....	7
6.1.2.2 Normativa di verifica C.A.....	7
6.1.2.3 Normativa di verifica acciaio.....	8
6.1.3 Preferenze FEM.....	8
6.1.4 Moltiplicatori inerziali.....	8
6.1.5 Preferenze di analisi non lineare FEM.....	8
6.1.6 Preferenze di analisi carichi superficiali.....	8
6.1.7 Preferenze del suolo.....	9
6.1.8 Preferenze progetto legno.....	9
6.1.9 Preferenze progetto acciaio.....	9
6.1.10 Preferenze progetto muratura.....	9
6.2 Azioni e carichi.....	9
6.2.1 Condizioni elementari di carico.....	9
6.2.2 Combinazioni di carico.....	10
6.2.3 Definizioni di carichi superficiali.....	10
6.3 Quote.....	10
6.3.1 Livelli.....	10
6.3.2 Tronchi.....	10
6.4 Sondaggi del sito.....	11
6.5 Elementi di input.....	12
6.5.1 Fili fissi.....	12
6.5.1.1 Fili fissi di piano.....	12
6.5.2 Travi C.A.....	12
6.5.2.1 Travi C.A. di piano.....	12
6.5.3 Pilastrini C.A.....	12
6.5.4 Carichi superficiali.....	13
6.5.4.1 Carichi superficiali di piano.....	13
7 Dati di modellazione.....	14
7.1 Nodi.....	14
7.1.1 Nodi di definizione.....	14
7.2 Aste.....	14
7.2.1 Carichi su aste.....	14
7.2.1.1 Carichi trapezoidali locali.....	14
7.2.2 Caratteristiche meccaniche aste.....	14
7.2.3 Definizioni aste.....	15
8 Risultati numerici.....	15
8.1 Spostamenti nodali.....	15
8.1.1 Spostamenti nodali estremi.....	15
8.1.2 Spostamenti nodali in condizioni di carico.....	17
8.1.3 Spostamenti nodali in combinazioni di carico.....	17
8.2 Reazioni nodali.....	17
8.2.1 Reazioni nodali estreme.....	17
8.2.2 Reazioni nodali in condizioni di carico.....	19
8.2.3 Reazioni nodali in combinazioni di carico.....	19
8.3 Sollecitazioni aste.....	20
8.3.1 Convenzioni di segno aste.....	20
8.3.2 Sollecitazioni estreme aste.....	22
8.4 Sollecitazioni gusci.....	24
8.4.1 Convenzioni di segno gusci.....	24
8.5 Sollecitazioni gusci armati.....	26
8.5.1 Convenzioni di segno gusci.....	26
8.6 Tagli ai livelli.....	27
8.7 Equilibrio forze.....	28
8.8 Statistiche soluzione.....	28
9 Verifiche.....	29
9.1 Verifiche pilastrate C.A.....	29
9.2 Verifiche travate C.A.....	29
10 Tabella di raffronto dei risultati.....	31
Sommario.....	32