

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

PROGETTO: AMPLIAMENTO IMPIANTO SPORTIVO TIRO A VOLO CON COSTRUZIONE DI UN FABBRICATO POLIFUNZIONALE, SITO NEL COMUNE DI FANO (PU) – LOC. MONTESCHIANTELLO

COMMITTENZA: COMUNE DI FANO
FANO (PU) – VIA SAN FRANCESCO D'ASSISI N°76

CONCESSIONARIO: A.S.D. TIRO A VOLO FANO
FANO (PU) – LOCALITA' MONTESCHIANTELLO

**PROGETTISTA
STRUTTURE:** DOTT.ING. GIUSEPPE MATTIOLI
FANO (PU) – VIA ROMA N°89

**DIREZIONE
LAVORI:** DOTT.ING. GIUSEPPE MATTIOLI
FANO (PU) – VIA ROMA N°89

**RELAZIONE
GEOTECNICA:** DOTT.ING. GIUSEPPE MATTIOLI
FANO (PU) – VIA ROMA N°89

IL PROGETTISTA e D.L.
(Dott.Ing. Giuseppe Mattioli)

La presente Relazione Tecnica Illustrativa contiene i seguenti elaborati di progetto:

(B1) RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

- Premessa
- Relazione tecnica
- Normativa di riferimento
- Caratteristiche dei materiali

(C1) RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

- Analisi dei carichi agenti
- Combinazioni delle azioni sulla costruzione
- Dimensionamento delle strutture
- Caratteristiche generali della costruzione
 - Regolarità
 - Distanza tra costruzioni contigue
 - Limitazione dell'altezza in funzione della larghezza stadale
- Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo
 - Tabulati di calcolo della struttura
- Verifica spostamenti (contenimento del danno)
- Dichiarazione sulla duttilità
- Verifica delle strutture in elevazione (pilastri e travi)
- Verifica delle travi di copertura in legno lamellare
- Verifica delle strutture di fondazione:

(B1) RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

PREMESSA

Il progetto in esame riguarda i lavori di ampliamento dell'Impianto Sportivo "Tiro a Volo Fano" con la costruzione di un fabbricato polifunzionale destinato ad ospitare due locali di servizio ed i servizi igienici, con struttura portante intelaiata in c.c.a., da erigersi nel Comune di Fano (PU) in loc. Monteschiannello. L'ampliamento viene costruito in aderenza ad un fabbricato polifunzionale esistente di forma ottagonale, con struttura portante in legno.

Per la particolare conformazione del terreno, essendo la zona collinare, viene inoltre realizzato anche un muro in c.c.a. di contenimento del terreno.

La realizzazione di tali lavori rientrano negli "Interventi di nuova costruzione con struttura in cemento armato".

Per l'edificio in esame si è considerato periodo di riferimento progettuale per la valutazione delle azioni, per la scelta della qualità dei materiali in relazione alla loro durabilità, il seguente valore di vita nominale (§ 2.1.1 NTC 2008):

Vita nominale **V_n = 50 anni** (opere ordinarie)

Inoltre per la valutazione delle azioni sismiche di progetto, con riferimento alle conseguenze di un eventuale collasso, si sono scelti i seguenti parametri:

Classe d'uso: **Classe II** → **C_u = 1,0** (normali affollamenti)

Periodo di riferimento: **V_r = 50 x 1,0 = 50 anni**

Infine, per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli SLU che allo SLD si fa riferimento al D.M. 14.01.08 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.

RELAZIONE TECNICA

L'intendimento progettuale è di costruire un fabbricato polifunzionale con una struttura portante intelaiata in c.c.a..

L'utilizzo di tale manufatto è quello di ospitare due locali di servizio ed i servizi igienici a norma di legge al servizio dell'intero impianto sportivo.

La costruzione è composta da un unico piano fuori terra e una copertura a falde inclinate.

Le dimensioni complessive sono: pianta di circa ml.11,00 x ml.8,50 con una altezza complessiva alla gronda del fabbricato di circa ml. 2,95.

Tutti i componenti strutturali sono realizzati in calcestruzzo gettato in opera: pilastri a sezione rettangolare, travi.

Le fondazioni sono del tipo superficiale a travi rovesce in c.c.a., così da costituire un reticolo di travi atte a contrastare l'eventuale dislocamento relativo.

Dalle fondazione partono i pilastri, che costituiscono la struttura portante dell'edificio. Il solaio di copertura è realizzato in legno lamellare.

Tutti gli elementi strutturali in legno non fanno parte delle membrature dei telai (in c.c.a.). A tali telai è affidata la funzione portante verticale e la resistenza alle azioni sismiche. Gli elementi strutturali in legno sono quindi "portati" dalla struttura principale intelaiata in c.c.a..

Le murature perimetrali di chiusura sono in laterizi forati del tipo termoacustici. Il manto di copertura è realizzato con lamiere graccate in acciaio zincato.

Il nuovo ampliamento è costruito a m.1,75 dall'edificio esistente. Tuttavia, per averli in comunicazione, viene realizzata su un lato un collegamento con copertura in legno e pareti in alluminio e vetro. Questa nuova copertura, di dimensioni m.1,75x6,78 viene collegata all'edificio esistente mediante idonei fissaggi (legno-legno), mentre è in semplice appoggio (mediante un angolare metallico) rispetto al nuovo fabbricato. Si viene quindi a creare un giunto sismico ($s=cm.3$).

Il progetto riguarda anche la costruzione di un muro in c.c.a. avente la funzione di contenimento del terreno.

Il muro di contenimento del terreno, avente lunghezza di circa m.24,40 ed altezza massima di m. 2,85, sarà quindi sostenuto da n°12 pali cilindrici in c.c.a., del tipo trivellato, aventi un diametro di cm.60 e posti ad un interasse di circa m.1,20; essi dovranno essere ammorsati ad una profondità di circa m.7,50. Le testate dei pali saranno tra loro collegate da un cordolo in c.c.a..

Le opere di fondazione sono state calcolate utilizzando per il terreno i parametri che risultano dalla relazione geologica redatta dal geologo Dott. Stefano Boccarossa e dalla relazione geotecnica e sulle fondazioni redatta dal sottoscritto. I carichi agenti, le dimensioni delle varie strutture e le sollecitazioni risultanti sono rilevabili dai calcoli di seguito riportati.

Di seguito viene allegata la relazione di calcolo eseguita mediante l'uso di elaboratore elettronico IBM Compatibile con programma agli elementi finiti "WinStrand (Structural Analisis & Design)" prodotto dalla ditta ENEXSYS srl con

sede a Casalecchio di Reno (BO) in via Tizzano n°46/2; l'analisi sismica viene risolta in condizioni dinamiche.

Per tutto quanto non espressamente indicato nella presente relazione, si rimanda agli elaborati grafici allegati.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
Legge n°1086 del 05-11-1971
- "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
Legge n°64 del 02-02-1974
- "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
D.M. Infrastrutture del 14-01-2008
- Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008.
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 02-02-2009, n° 617

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali che verranno impiegati per la costruzione delle opere in oggetto dovranno avere i seguenti requisiti:

a) LEGANTI:

Si impiegheranno esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia (legge 26 maggio 1965 n°595 e norme armonizzate della serie EN197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN197-1 ed EN197-2.

b) INERTI:

Gli inerti, naturali o di frantumazione, saranno costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc... in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle

armature. Gli aggregati saranno ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.

La ghiaia ed il pietrisco avranno dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

c) **ACQUA:**

L'acqua per gli impasti sarà limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose né sarà aggressiva; si userà possibilmente acqua potabile. Sarà conforme alla norma UNI EN1008.

Importanza fondamentale si darà al rapporto A/C contenuto nel valore di 0,6 compresa l'umidità degli inerti.

d) **IMPASTI:**

La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto saranno adeguati alla particolare destinazione del getto. Il quantitativo d'acqua sarà il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo in considerazione anche il contenuto d'acqua presente negli inerti.

e) CALCESTRUZZO - Per i getti in c.c.a. si adopererà un calcestruzzo conforme alla UNI ENV 206-1 ed UNI 11104.

Fondazioni:

Classe di resistenza C25/30: $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ - $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione: XC2

Dimensione massima dell'aggregato: $D_{max}20$

Classe di contenuto in cloruri: Cl 0,20

Massa volumica: $2000 \text{ kg/m}^3 < \text{calcestruzzo normale} < 2400 \text{ Kg/m}^3$

Classe di consistenza: S4 (abbassamento al cono da 160 a 210)

Cemento: Classe 42,5 R

Strutture in elevazione:

Classe di resistenza C28/35: $f_{ck} = 29 \text{ N/mm}^2$ - $R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione: XC3

Dimensione massima dell'aggregato: $D_{max}20$

Classe di contenuto in cloruri: Cl 0,20

Massa volumica: $2000 \text{ kg/m}^3 < \text{calcestruzzo normale} < 2400 \text{ Kg/m}^3$

Classe di consistenza: S4 (abbassamento al cono da 160 a 210)

Cemento: Classe 42,5 R

f) ACCIAIO - Le armature delle strutture in c.c.a. saranno in acciaio ad adherenza migliorata, controllato in stabilimento, del tipo B450C (ex FeB44k):

$$f_{ynom} = 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tnom} = 540 \text{ N/mm}^2$$

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \Rightarrow f_{ynom}$

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \Rightarrow f_{tnom}$

$$1,13 \leq (f_t/f_y)_k \leq 1,35$$

$$(f_y/f_{ynom})_k \leq 1,25$$

Allungamento $(A_{gt})_k \Rightarrow 7\%$

g) LEGNAME - Travi in legno lamellare di pino scandinavo di classe qualità II – BS11 – GL24h, incollato con resine ureiche e/o fenoliche, avente le seguenti resistenze caratteristiche (DIN 1052):

- flessione: $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$

- compressione longitudinale: $f_{c,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$

- taglio e torsione: $f_{v,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$

- modulo elastico: $E_{0,mean} = 11600 \text{ N/mm}^2$

- modulo a torsione: $G_{mean} = 720 \text{ N/mm}^2$

Assito in legno di pino scandinavo massiccio di classe qualità 2.

h) Bulloni per i vari collegamenti di classe 6.6 e dadi di classe 6 con relative rondelle.

Viti connessioni elementi in legno: resistenza e preforatura

Viti filettate in acciaio di classe di resistenza almeno 8.8 → resistenza a trazione (caratteristica) $f_{uk} = 600 \text{ N/mm}^2$ (minima lunghezza 200 mm. per viti $\varnothing 10$). Il foro-guida per la parte di gambo liscio deve avere lo stesso diametro e la stessa profondità della lunghezza della parte non filettata del gambo, mentre quello per la porzione filettata deve avere un diametro pari a circa il 70% del gambo liscio. Le viti devono essere inserite tramite avvitatore e non conficcate a forza. In funzione della tipologia commerciale di vite scelta, utilizzare sempre le opportune rondelle da posizionare tra la testa della vite e il legno.

Bulloni e viti per ancoraggi legno-legno

Barre filettate di diametro $\varnothing 12-16$, classe almeno 5.6 ($f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$).

Interassi e distanze dal bordo da eseguirsi conformemente all'E.C.5.

i) Acciaio tipo S275 (ex Fe 430) per tutti i profilati laminati a caldo e per tutta la ferramenta:

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

l) Saldature di II° Classe con cordoni d'angolo eseguite con elettrodi omologati UNI 5132-74 del tipo E 44 e/o a filo continuo sotto gas protettivo.

(C1) RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

ANALISI DEI CARICHI AGENTI

Stabilite le caratteristiche geometriche dell'opera, gli elementi strutturali e di rivestimento che la compongono, si sono determinati i carichi ed i sovraccarichi agenti a cui saranno sommati i pesi propri delle strutture portanti:

- Peso proprio strutture: G_1 (determinato per il cls con $\gamma_g = 25$ kN/mc; per il legno con $\gamma_g = 6$ kN/mc)

- Peso proprio muratura esterna faccia a vista: $G_2 = 3,50$ kN/mq;

- Peso proprio copertura in legno:

peso proprio travi 0,20 kN/mq

tetto legno + coibentazione 0,40 kN/mq

lamiera grecata o eventuali tegole portoghesi 0,60 kN/mq

impermeabilizzazione 0,10 kN/mq

1,30 kN/mq

- Accidentali (neve):

Il carico da neve secondo le norme è pari a: $q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t$

dove nel nostro caso $\mu_i = 0,80$

mentre: $q_{sk} = 1,50$ KN/mq (Loc. Monteschiantello = m.65 slm.),

$C_E = 1$

$C_t = 1$

In definitiva il carico da neve, uniformemente distribuito sulla copertura, vale:

$q_s = Q_1 = 1,20$ kN/mq

- Solaio di copertura in legno: $G_1 = 0,20$ kN/mq (peso proprio travi)

$G_2 = 1,10$ kN/mq (permanenti)

$Q_1 = 1,20$ kN/mq (accidentali)

- Azioni sismiche:

Per ogni stato limite si definisce il periodo di ritorno T_r , in funzione del periodo di riferimento V_r e della probabilità di superamento dello stato limite considerato P_{vr} .

Localizzazione della struttura.

Località: Monteschiantello

Comune: Fano (PU)

Latitudine e longitudine del sito oggetto di edificazione:

latitudine: 43,7862°

longitudine: 13,0720°

Categoria di sottosuolo C: terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti

$$70 \text{ kPa} < C_{u,30} < 250 \text{ kPa}$$

(dalla relazione geologica $C_{u,30} = 122,95 \text{ kPa}$)

Categoria topografica T2: pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

Parametri della struttura.

Classe d'uso: II (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali)

Vita nominale (V_n): 50 anni

Coefficiente d'uso (C_u): 1

Periodo di riferimento (V_r): $50 \times 1 = 50$ anni

Periodo di ritorno T_r :

Stati limite di esercizio >>> SLD: ($P_{vr} = 63\%$) >>> $T_r = 50$ anni

Stati limite ultimi >>>> SLV: ($P_{vr} = 10\%$) >>>> $T_r = 475$ anni

Dati per l'analisi sismica dinamica modale:

Struttura in cemento armato:

Progetto in CD"B"

Fattore di struttura orizzontale SLU: $q = q_0 \times K_r = 3,00 \times 1,10 \times 1,00 = 3,30$

Fattore di struttura verticale SLU: $q = 1,50$.

COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

A favore di sicurezza saranno considerati per intero, come agenti simultaneamente, i carichi permanenti e quelli accidentali, moltiplicandoli per i relativi coefficienti di sicurezza.

Coefficienti parziali di sicurezza

$\gamma_{g1} = 1,3$ (strutt.)

$$\gamma_g = 1,5 \text{ (non strutt.)}$$

$$\gamma_q = 1,5$$

Coefficienti di combinazione per neve:

$$\psi_0 = 0,50$$

$$\psi_1 = 0,20$$

$$\psi_2 = 0$$

$$\text{STATO LIMITE ULTIMO: } F_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \cdot [Q_{1k} + \sum_{i>1} \psi_{0i} \cdot Q_{ik}]$$

$$\text{Comb. SLU1: } 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,5 \cdot Q_1$$

$$\text{S L E – combinazioni rare: } F_d = G_k + P_k + Q_{1k} + \sum_{i>1} \psi_{0i} \cdot Q_{ik}$$

$$\text{Comb. R1: } G_1 + G_2 + Q_1$$

$$\text{S L E – combinazioni frequenti: } F_d = G_k + P_k + \psi_{11} \cdot Q_{1k} + \sum_{i>1} \psi_{2i} \cdot Q_{ik}$$

$$\text{Comb. F1: } G_1 + G_2 + 0,20 \cdot Q_1$$

$$\text{S L E – combinazioni quasi permanenti: } F_d = G_k + P_k + \sum_{i>1} \psi_{2i} \cdot Q_{ik}$$

$$\text{Comb. QP1: } G_1 + G_2 + 0 \cdot Q_1$$

DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE

Le sezioni di pilastri e travi della parte a telaio, vengono determinate con analisi semplificate di massima sulla base dei carichi verticali gravanti.

Per i pilastri si valuta il carico assiale nella condizione di esercizio permanente, in base alle superfici di influenza degli elementi portati e si determina la sezione in maniera tale da non superare uno stato tensionale medio del cls di 0,4-0,5 fcd.

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA COSTRUZIONE

Regolarità:

Sono rispettate tutte le condizioni riportate al punto 7.2.2 del D.M. 14-01-08, per cui l'edificio risulta regolare in pianta e in altezza.

Distanza tra costruzioni contigue:

Il nuovo ampliamento è costruito a m.1,75 dall'edificio esistente. Tuttavia, per averli in comunicazione, viene realizzata su un lato un collegamento con

copertura in legno e pareti in alluminio e vetro. Questa nuova copertura, di dimensioni m.1,75x6,78 viene collegata all'edificio esistente mediante idonei fissaggi (legno-legno), mentre è in semplice appoggio (mediante un angolare metallico) rispetto al nuovo fabbricato. Si viene quindi a creare un giunto sismico. La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il paragrafo 7.3.3. (analisi lineare) o il 7.3.4 (analisi non lineare). Per la strutture in esame si è valutato lo spostamento massimo SLV con l'analisi dinamica lineare mentre per le strutture adiacenti, non potendo fare calcoli specifici, si è valutato lo spostamento della costruzione non isolata alla base con 1/100 dell'altezza della costruzione moltiplicata per $a_g \cdot S / 0.5 \cdot g$ (§ 7.2.2.NTC 08).

Quindi per l'edificio esistente:

$$a_g/g = 0,186132 \text{ (SLV)}$$

$$S = S_s \cdot S_t = 1,4241 \cdot 1,2 = 1,7088$$

$$\text{con: } S_s = 1,70 - [0,60 \cdot F_o \cdot (a_g/g)] = 1,70 - [0,60 \cdot 2,47045 \cdot 0,186132] = 1,4241$$

Lo spostamento dell'edificio esistente vale quindi:

$$w = (H/100) \cdot [(1,4241 \cdot 0,186132) / 0,5]$$

H (m)	Δx (ed. esistente) (cm.)	Martellamento dir.X		Giunto Sismico (cm.)
		Δx (ed. nuovo) (cm.)	$\Delta_{tot.}$ (cm.)	
3,00	1,91	0,19	2,10	3,00

Il giunto sismico (dir.X) in copertura deve essere pari a cm. 2,10. Nella realtà, tra il nuovo fabbricato e quello esistente, si adotta un giunto sismico pari a cm.3 (quindi ben superiore a quello di calcolo).

Limitazione dell'altezza in funzione della larghezza stradale:

Dai disegni architettonici si può rilevare che il fabbricato è a circa m.380 dalla strada pubblica; pertanto l'altezza massima dell'edificio ($H=ml.$ 2,95 – vedi tav. A1) soddisfa il rapporto indicato nel §C.3 "Limitazione dell'altezza in funzione della larghezza stradale" del D.M. 16.01.1996 (oggi non più in vigore).

La nuova normativa in vigore (NTC 2008) ha comunque eliminato tale limitazione, demandando il tutto ai regolamenti e alle norme di attuazione degli strumenti urbanistici.

ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO

La presente relazione di calcolo strutturale, in conformità al punto 10.1 del D.M. 14/01/08, è comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica. Segue inoltre le indicazioni fornite al punto 10.2 del D.M. stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.

Localizzazione della struttura.

Località: Monteschiantello

Comune: Fano (PU)

Parametri della struttura.

Classe d'uso: II

Vita nominale (V_n): 50 anni

Coefficiente d'uso (C_u): 1

Periodo di riferimento (V_r): $50 \times 1 = 50$ anni

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

Titolo: **En.Ex.Sys. WinStrand** - Structural Analysis & Design

Ditta produttrice: **En.Ex.Sys.** s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Versione: 048 - 2017

Dati utente finale: Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

Codice Licenza: 0115MTTLGS

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

Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico, dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione dei problemi strutturali nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate; le configurazioni studiate

per la struttura in esame sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.

Tipo di analisi strutturale:

Statica lineare con 6 gradi di libertà per nodo

Sismica dinamica modale senza condensazione degli spostamenti di piano

Progetto-verifica degli elementi:

Progetto cemento armato: D.M. 14-01-08

Azione sismica:

Norma applicata per l'azione sismica: D.M. 14-01-08

Combinazioni dei casi di carico:

SLU: si

SLV: si

SLC: no

SLE (rara): si

SLE (frequente): si

SLE (quasi permanente): si

SLD: si

SLO: no

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti.

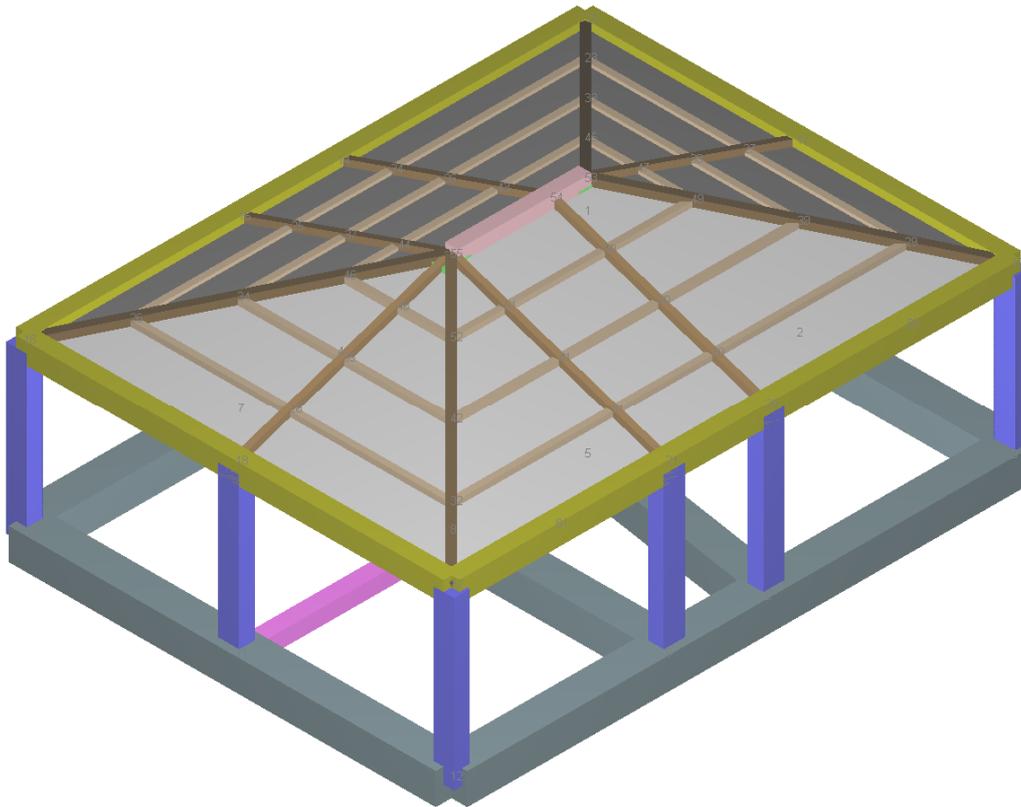
Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Truss: si
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini): si
- Travi su suolo elastico alla Winckler: si
- Plinti su suolo elastico alla Winckler: no
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio: si
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti: no
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra): no

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne provano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura.

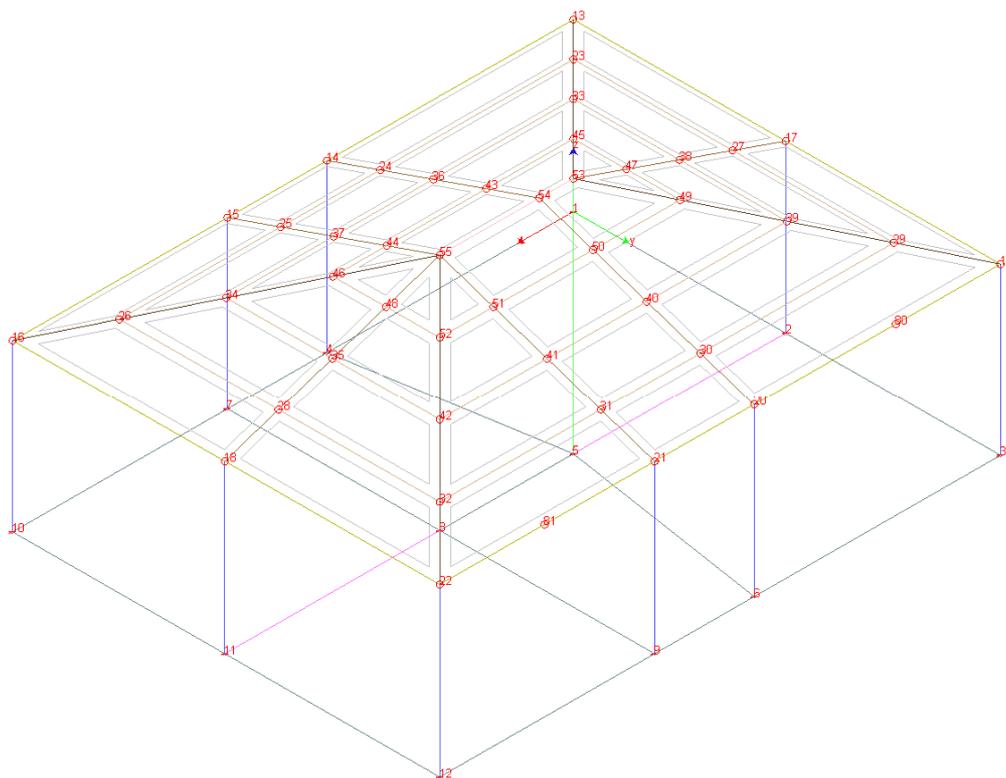
Committente : COMUNE DI FANO
Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"
Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)
Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

SCHEMA STRUTTURALE: VISTA ASSONOMETRICA (3D SOLIDO)



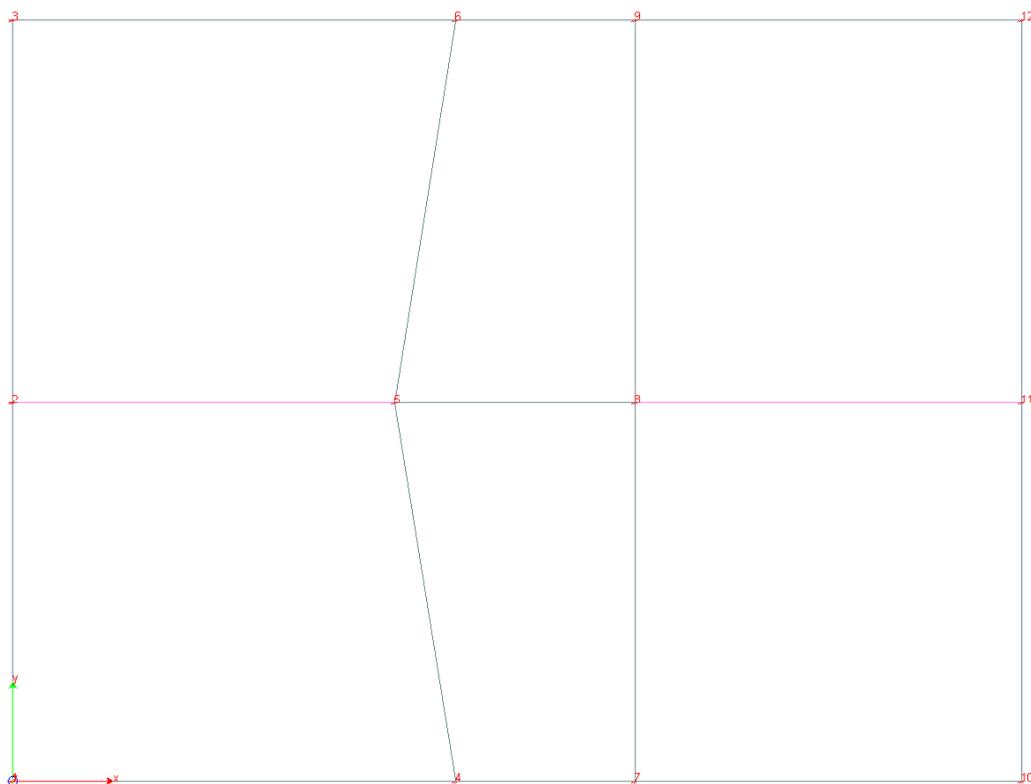
Committente : COMUNE DI FANO
Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"
Cantiere : Loc. Monteschiantello - Fano (PU)
Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

SCHEMA STRUTTURALE: VISTA ASSONOMETRICA



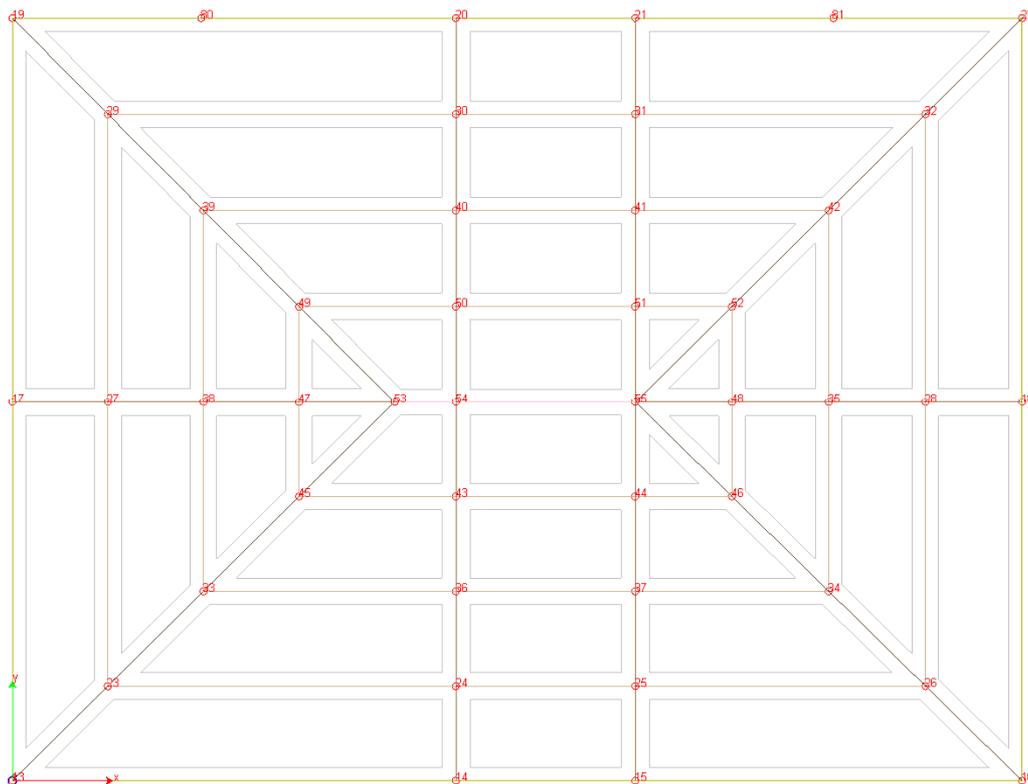
Committente : COMUNE DI FANO
Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"
Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)
Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

SCHEMA STRUTTURALE: PIANTA FONDAZIONI



Committente : COMUNE DI FANO
Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"
Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)
Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

SCHEMA STRUTTURALE: PIANTA COPERTURA



En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analysis & Design

Ditta produttrice:
<u>En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)</u>
Sigla:
<u>WinStrand</u>
Piattaforma software:
<u>Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional</u>
Documentazione in uso:
<u>Manuale teorico - Manuale d'uso</u>
Campo di applicazione:
<u>Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.</u>

Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T.
- Analisi Statica:
 - - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
- Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Committente : COMUNE DI FANO

Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"

Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)

Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Indice

- [Dati relativi ai nodi della struttura](#)
- [Elementi tipo pilastro](#)
- [Elementi tipo trave](#)
- [Elementi tipo trave su suolo alla Winkler](#)
- [Condizioni e combinazioni di carico](#)
- [Dati relativi alle aree di carico](#)
- [Carichi applicati agli elementi](#)
- [Analisi dinamica](#)
- [Pressioni sul terreno](#)

Dati relativi ai nodi della struttura

Convenzioni adottate

La terna di riferimento generale è destrorsa.

I nodi vengono numerati, con riferimento a una sezione orizzontale, da sinistra a destra, dal basso verso l'alto e per quote crescenti.

L'impalcato di appartenenza di un nodo è definito, in generale, dalla prima delle tre cifre che ne definiscono il numero, possono tuttavia presentarsi casi in cui si hanno più di 100 nodi per solaio nel qual caso il solaio di appartenenza è specificato dall'ultimo valore stampato nella riga dei dati relativi al nodo.

La maschera dei vincoli è costituita dai valori 0 e 1. Il valore 1 indica che per il nodo in riferimento il grado di libertà correlativo è soppresso mentre il valore 0 indica che è libero.

Nel caso di edifici civili multipiano l'asse z generale coincide con l'asse verticale rivolto verso l'alto.

Nodi

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
1	0.000	0.000	0.000	1	1	0	0	0	1	0
2	0.000	4.050	0.000	1	1	0	0	0	1	0
3	0.000	8.150	0.000	1	1	0	0	0	1	0
4	4.700	0.000	0.000	1	1	0	0	0	1	0
5	4.050	4.050	0.000	1	1	0	0	0	1	0
6	4.700	8.150	0.000	1	1	0	0	0	1	0
7	6.600	0.000	0.000	1	1	0	0	0	1	0
8	6.600	4.050	0.000	1	1	0	0	0	1	0
9	6.600	8.150	0.000	1	1	0	0	0	1	0
10	10.700	0.000	0.000	1	1	0	0	0	1	0
11	10.700	4.050	0.000	1	1	0	0	0	1	0
12	10.700	8.150	0.000	1	1	0	0	0	1	0
13	0.000	0.000	3.200	0	0	0	0	0	0	0
14	4.700	0.000	3.200	0	0	0	0	0	0	0
15	6.600	0.000	3.200	0	0	0	0	0	0	0
16	10.700	0.000	3.200	0	0	0	0	0	0	0
17	0.000	4.050	3.200	0	0	0	0	0	0	0
18	10.700	4.050	3.200	0	0	0	0	0	0	0
19	0.000	8.150	3.200	0	0	0	0	0	0	0
20	4.700	8.150	3.200	0	0	0	0	0	0	0
21	6.600	8.150	3.200	0	0	0	0	0	0	0
22	10.700	8.150	3.200	0	0	0	0	0	0	0
23	1.013	1.013	3.550	0	0	0	0	0	0	0
24	4.700	1.013	3.550	0	0	0	0	0	0	0
25	6.600	1.013	3.550	0	0	0	0	0	0	0
26	9.675	1.013	3.550	0	0	0	0	0	0	0
27	1.012	4.050	3.550	0	0	0	0	0	0	0
28	9.675	4.050	3.550	0	0	0	0	0	0	0
29	1.012	7.125	3.550	0	0	0	0	0	0	0
30	4.700	7.125	3.550	0	0	0	0	0	0	0
31	6.600	7.125	3.550	0	0	0	0	0	0	0
32	9.675	7.125	3.550	0	0	0	0	0	0	0

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
33	2.025	2.025	3.900	0	0	0	0	0	0	0
34	8.650	2.025	3.900	0	0	0	0	0	0	0
35	8.650	4.050	3.900	0	0	0	0	0	0	0
36	4.700	2.025	3.900	0	0	0	0	0	0	0
37	6.600	2.025	3.900	0	0	0	0	0	0	0
38	2.025	4.050	3.900	0	0	0	0	0	0	0
39	2.025	6.100	3.900	0	0	0	0	0	0	0
40	4.700	6.100	3.900	0	0	0	0	0	0	0
41	6.600	6.100	3.900	0	0	0	0	0	0	0
42	8.650	6.100	3.900	0	0	0	0	0	0	0
43	4.700	3.038	4.250	0	0	0	0	0	0	0
44	6.600	3.038	4.250	0	0	0	0	0	0	0
45	3.038	3.038	4.250	0	0	0	0	0	0	0
46	7.625	3.038	4.250	0	0	0	0	0	0	0
47	3.038	4.050	4.250	0	0	0	0	0	0	0
48	7.625	4.050	4.250	0	0	0	0	0	0	0
49	3.038	5.075	4.250	0	0	0	0	0	0	0
50	4.700	5.075	4.250	0	0	0	0	0	0	0
51	6.600	5.075	4.250	0	0	0	0	0	0	0
52	7.625	5.075	4.250	0	0	0	0	0	0	0
53	4.050	4.050	4.600	0	0	0	0	0	0	0
54	4.700	4.050	4.600	0	0	0	0	0	0	0
55	6.600	4.050	4.600	0	0	0	0	0	0	0
80	2.000	8.150	3.200	0	0	0	0	0	0	0
81	8.700	8.150	3.200	0	0	0	0	0	0	0
10000	7.625	5.075	204.250	1	1	1	1	1	1	0
10001	8.650	6.100	203.900	1	1	1	1	1	1	0
10002	9.675	7.125	203.550	1	1	1	1	1	1	0
10003	3.038	5.075	204.250	1	1	1	1	1	1	0
10004	8.650	2.025	203.900	1	1	1	1	1	1	0
10005	4.700	0.000	203.200	1	1	1	1	1	1	0
10006	10.700	8.150	203.200	1	1	1	1	1	1	0

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
10007	0.000	8.150	200.000	1	1	1	1	1	1	0
10008	10.700	0.000	200.000	1	1	1	1	1	1	0
10009	6.600	0.000	200.000	1	1	1	1	1	1	0
10010	0.000	0.000	200.000	1	1	1	1	1	1	0
10011	202.550	4.050	0.000	1	1	1	1	1	1	0
10012	4.050	4.050	200.000	1	1	1	1	1	1	0
10013	196.550	8.150	0.000	1	1	1	1	1	1	0
10014	204.700	0.000	0.000	1	1	1	1	1	1	0
10015	10.700	200.000	0.000	1	1	1	1	1	1	0

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
10016	0.000	200.000	0.000	1	1	1	1	1	1	0
10017	1.013	1.013	203.550	1	1	1	1	1	1	0
10018	3.038	3.038	204.250	1	1	1	1	1	1	0
10019	4.700	3.038	204.250	1	1	1	1	1	1	0
10020	6.600	3.038	204.250	1	1	1	1	1	1	0
10021	2.025	2.025	203.900	1	1	1	1	1	1	0
10022	1.012	4.050	203.550	1	1	1	1	1	1	0
10023	7.625	3.038	204.250	1	1	1	1	1	1	0

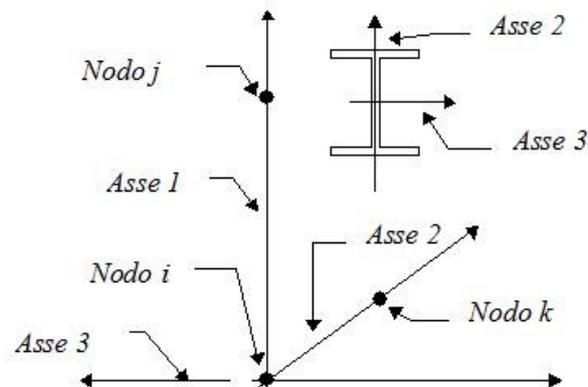
Elementi tipo pilastro

Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

- Il nodo iniziale i;
- Il nodo finale j;
- Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale del pilastro risulta quindi essere così disposta:



Sistema di riferimento locale

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo 0% e il 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti $V_{i12} - V_{j12} - V_{i13} - V_{j13}$).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse y globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	ν	alfa [$1/^\circ\text{C}$]	Peso Specifico [N/m^3]	Commento
1	31475.000	0.120	0.000012	25000	Clc C25/30
2	32308.000	0.120	0.000012	25000	Clc C28/35
3	11600.000	0.500	0.000003	6000	Legno lamellare Gl24h

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali	Commenti
1	2	Rett.	B= 300 H= 400 [mm]	cm.30x40
2	2	Rett.	B= 250 H= 500 [mm]	cm.25x50

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm ²]	Jt [mm ⁴]	J2 [mm ⁴]	J3 [mm ⁴]	J23 [mm ⁴]	Xx	Xy
1	2	120000	1863847603	1599999727	899999868	-98	1.2	1.2
2	2	125000	1787790330	2604166744	651041686	0	1.2	1.2

Piano	Pilastro	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
0	1	1	13	10016	2	1	3.200	100	100	100	100
0	2	2	17	10016	2	1	3.200	100	100	100	100
0	3	3	19	10016	2	1	3.200	100	100	100	100
0	4	4	14	10014	2	1	3.200	100	100	100	100
0	5	5	53	10011	2	2	4.600	100	100	100	100
0	6	6	20	10013	2	1	3.200	100	100	100	100
0	7	7	15	10014	2	1	3.200	100	100	100	100
0	8	8	55	10011	2	2	4.600	100	100	100	100
0	9	9	21	10013	2	1	3.200	100	100	100	100
0	10	10	16	10015	2	1	3.200	100	100	100	100
0	11	11	18	10015	2	1	3.200	100	100	100	100
0	12	12	22	10015	2	1	3.200	100	100	100	100

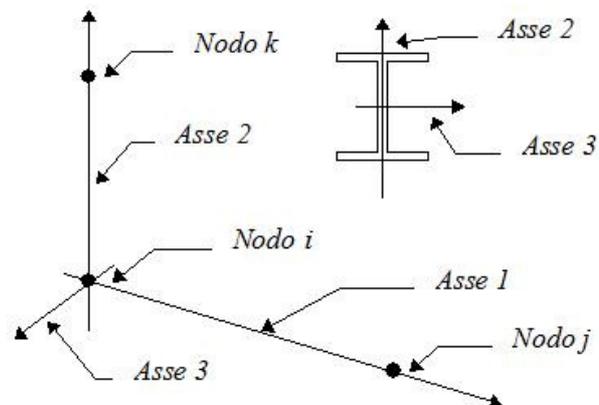
Elementi tipo trave

Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo trave viene identificato da:

- Il nodo iniziale i;
- Il nodo finale j;
- Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale della trave risulta essere così disposta:



Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli alle estremità dello elemento (variabili fra 0 e 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 della trave in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate (coefficienti Vi12, Vj12, Vi13, Vj13).

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [N/m ³]	Commento
1	31475.000	0.120	0.000012	25000	Cls C25/30
2	32308.000	0.120	0.000012	25000	Cls C28/35
3	11600.000	0.500	0.000003	6000	Legno lamellare Gl24h

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	2	Rett.	B= 300 H= 400 [mm] cm.30x40
2	2	Rett.	B= 250 H= 400 [mm] cm.25x40
3	3	Rett.	B= 160 H= 240 [mm] cm.16x24
4	3	Rett.	B= 120 H= 240 [mm] cm.12x24
5	3	Rett.	B= 120 H= 160 [mm] cm.12x16

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm ²]	Jt [mm ⁴]	J2 [mm ⁴]	J3 [mm ⁴]	J23 [mm ⁴]	Xx	Xy
1	2	120000	1863847603	1599999727	899999868	-98	1.2	1.2
2	2	100000	1231009723	1333333203	520833302	0	1.2	1.2
3	3	38400	184866454	184320030	81919992	-2	1.2	1.2
4	3	28800	94903364	138240022	34560006	6	1.2	1.2
5	3	19200	47714508	40959996	23040004	-0	1.2	1.2

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
1	1	18	28	10012	3	4	1.083	0	100	0	100
2	1	17	27	10012	3	4	1.071	0	100	0	100
3	1	28	35	10012	3	4	1.083	100	100	100	100
3	2	35	48	10012	3	4	1.083	100	100	100	100
4	1	52	55	10000	3	3	1.491	100	0	100	0
5	1	14	24	10005	3	4	1.071	0	100	0	100
5	2	24	36	10005	3	4	1.071	100	100	100	100
5	3	36	43	10005	3	4	1.071	100	100	100	100
5	4	43	54	10005	3	4	1.071	100	0	100	0
6	1	20	30	10005	3	4	1.083	0	100	0	100
6	2	30	40	10005	3	4	1.083	100	100	100	100
6	3	40	50	10005	3	4	1.083	100	100	100	100
6	4	50	54	10005	3	4	1.083	100	0	100	0
7	1	15	25	10009	3	4	1.071	0	100	0	100
7	2	25	37	10009	3	4	1.071	100	100	100	100
7	3	37	44	10009	3	4	1.071	100	100	100	100
8	1	39	49	10012	3	3	1.483	100	100	100	100
8	2	49	53	10003	3	3	1.483	100	0	100	0
9	1	42	52	10001	3	3	1.491	100	100	100	100
9	2	32	42	10002	3	3	1.491	100	100	100	100
9	3	22	32	10006	3	3	1.491	0	100	0	100
10	1	44	55	10009	3	4	1.071	100	0	100	0
11	1	21	31	10009	3	4	1.083	0	100	0	100
11	2	31	41	10009	3	4	1.083	100	100	100	100
11	3	41	51	10009	3	4	1.083	100	100	100	100
11	4	51	55	10009	3	4	1.083	100	0	100	0
12	1	13	23	10010	3	3	1.474	0	100	0	100
12	2	23	33	10010	3	3	1.474	100	100	100	100
12	3	33	45	10010	3	3	1.474	100	100	100	100
12	4	45	53	10010	3	3	1.474	100	0	100	0
13	1	16	26	10008	3	3	1.483	0	100	0	100
13	2	26	34	10008	3	3	1.483	100	100	100	100
13	3	34	46	10004	3	3	1.483	100	100	100	100
13	4	46	55	10004	3	3	1.483	100	0	100	0
14	1	19	29	10007	3	3	1.483	0	100	0	100
14	2	29	39	10012	3	3	1.483	100	100	100	100
15	1	47	53	10012	3	4	1.071	100	0	100	0
15	2	38	47	10012	3	4	1.071	100	100	100	100
15	3	27	38	10012	3	4	1.071	100	100	100	100
16	1	48	55	10012	3	4	1.083	100	0	100	0

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]	Vi12	Vj12	Vi13	Vj13
20	1	13	14	10008	2	1	4.700	100	100	100	100
20	2	14	15	10008	2	1	1.900	100	100	100	100
20	3	15	16	10008	2	1	4.100	100	100	100	100
21	1	80	20	10007	2	1	2.700	100	100	100	100
21	1	19	80	10007	2	1	2.000	100	100	100	100
21	2	20	21	10007	2	1	1.900	100	100	100	100
21	3	81	22	10007	2	1	2.000	100	100	100	100
21	3	21	81	10007	2	1	2.100	100	100	100	100
22	1	23	24	10017	3	5	3.687	0	0	0	0
22	2	24	25	10017	3	5	1.900	0	0	0	0
22	3	25	26	10017	3	5	3.075	0	0	0	0
23	1	29	30	10002	3	5	3.688	0	0	0	0
23	2	30	31	10002	3	5	1.900	0	0	0	0
23	3	31	32	10002	3	5	3.075	0	0	0	0
24	1	33	36	10004	3	5	2.675	0	0	0	0
24	2	36	37	10004	3	5	1.900	0	0	0	0
24	3	37	34	10004	3	5	2.050	0	0	0	0
25	1	39	40	10001	3	5	2.675	0	0	0	0
25	2	40	41	10001	3	5	1.900	0	0	0	0
25	3	41	42	10001	3	5	2.050	0	0	0	0
26	1	45	43	10018	3	5	1.662	0	0	0	0
26	2	43	44	10019	3	5	1.900	0	0	0	0
26	3	44	46	10020	3	5	1.025	0	0	0	0
27	1	49	50	10003	3	5	1.662	0	0	0	0
27	2	50	51	10003	3	5	1.900	0	0	0	0
27	3	51	52	10003	3	5	1.025	0	0	0	0
28	1	53	54	10012	2	2	0.650	100	100	100	100
28	2	54	55	10012	2	2	1.900	100	100	100	100
32	1	13	17	10007	2	1	4.050	100	100	100	100
32	2	17	19	10007	2	1	4.100	100	100	100	100
33	1	16	18	10008	2	1	4.050	100	100	100	100
33	2	18	22	10008	2	1	4.100	100	100	100	100
34	1	23	27	10017	3	5	3.038	0	0	0	0
34	2	27	29	10022	3	5	3.075	0	0	0	0
35	1	26	28	10002	3	5	3.038	0	0	0	0
35	2	28	32	10002	3	5	3.075	0	0	0	0
36	1	33	38	10021	3	5	2.025	0	0	0	0
36	2	38	39	10021	3	5	2.050	0	0	0	0
37	1	34	35	10004	3	5	2.025	0	0	0	0
37	2	35	42	10001	3	5	2.050	0	0	0	0
38	1	45	47	10018	3	5	1.012	0	0	0	0
38	2	47	49	10018	3	5	1.025	0	0	0	0
39	1	46	48	10023	3	5	1.012	0	0	0	0
39	2	48	52	10000	3	5	1.025	0	0	0	0

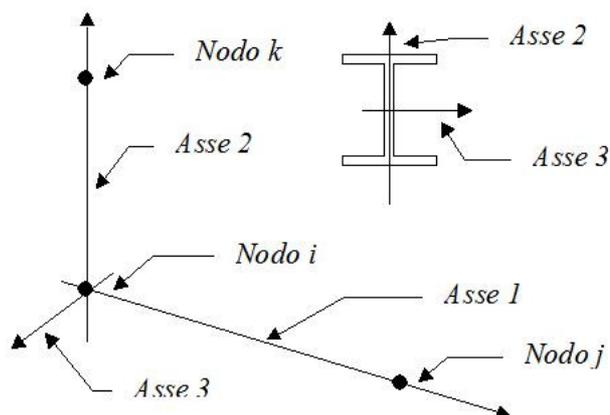
Elementi tipo trave su suolo alla Winkler

Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo trave su suolo alla Winkler viene identificato da:

- Il nodo iniziale i ;
- il nodo finale j ;
- il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale della trave risulta essere così disposta:



1. La modellazione del terreno sul quale agiscono le travi è alla Winkler e pertanto particolare attenzione va riposta ai casi in cui le travi inducano sul terreno zone di trazione poichè, in tal caso, la modellazione stessa cade in difetto.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	ν	alfa [1/°C]	Peso Specifico [N/m ³]	Commento
1	31475.000	0.120	0.000012	25000	Cls C25/30
2	32308.000	0.120	0.000012	25000	Cls C28/35
3	11600.000	0.500	0.000003	6000	Legno lamellare Gl24h

Caratteristiche dei Terreni di Fondazione:

Tipo	Costante di Sottofondo [N/mm ³]	Commento
1	0.0105	Argille sabbiose e limose

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali	Commenti
1	1	Rett.	B= 600 H= 600 [mm]	Terreno numero 1 Argille sabbiose e limose cm.60x60
2	1	Rett.	B= 300 H= 300 [mm]	Terreno numero 1 Argille sabbiose e limose cm.30x30

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm ²]	Jt [mm ⁴]	J2 [mm ⁴]	J3 [mm ⁴]	J23 [mm ⁴]	Xx	Xy
1	1	360000	18218619749	10799998417	10799998417	-215	1.2	1.2
2	1	90000	1138663734	674999901	674999901	-13	1.2	1.2

Travata Trave Nodo i Nodo j Nodo k Materiale Sezione Luce [m]

17	1	1	4	10008	1	1	4.700
17	2	4	7	10008	1	1	1.900
17	3	7	10	10008	1	1	4.100
18	1	2	5	10012	1	2	4.050
18	2	5	8	10012	1	1	2.550
18	3	8	11	10012	1	2	4.100
19	1	3	6	10007	1	1	4.700

Travata Trave Nodo i Nodo j Nodo k Materiale Sezione Luce [m]

19	2	6	9	10007	1	1	1.900
19	3	9	12	10007	1	1	4.100
29	1	1	2	10010	1	1	4.050
29	2	2	3	10010	1	1	4.100
30	1	7	8	10009	1	1	4.050
30	2	8	9	10009	1	1	4.100
31	1	10	11	10008	1	1	4.050
31	2	11	12	10008	1	1	4.100
40	1	5	6	10012	1	1	4.151
40	2	4	5	10012	1	1	4.102

Condizioni e combinazioni di carico

Convenzioni adottate

Nel seguito vengono riportate il numero di condizioni di carico statiche e dinamiche che sollecitano la struttura. Si noti che:

- Per quanto riguarda le condizioni di carico dinamiche, il programma assimila ogni direzione di ingresso del sisma, definita dal progettista, ad una condizione di carico. Pertanto qualora agiscano sulla struttura n condizioni di carico statiche e il progettista abbia supposto che la struttura venga sollecitata da un sisma entrante in m direzioni, la struttura stessa viene considerata del programma come soggetta ad $n + m$ condizioni di carico.
- Le combinazioni di carico, definite dal progettista, combinano fra loro le $n + m$ condizioni di carico ognuna partecipante alla combinazione i -esima secondo i fattori di partecipazione nel seguito riportati. N.B.: se la condizione j -esima ha fattore di partecipazione unitario, allora partecipa per intero alla combinazione i -esima.
- Le prime n condizioni sono sempre statiche mentre sono di origine dinamica le (eventuali) condizioni da $n+1$ a $n+m$.

Condizioni di carico definite:

Condizione

1	Peso proprio G1
2	Permanenti G2
3	Accidentali (neve) Q1
4	Sisma 0SLV
5	Sisma 90SLV
6	Sisma 180SLV
7	Sisma 270SLV
8	Sisma 0SLD
9	Sisma 90SLD
10	Sisma 180SLD
11	Sisma 270SLD

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero

1	SLU1
---	------

Comb.\Cond 1 2 3

1	1.3	1.5	1.5
---	-----	-----	-----

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero

2	SLV Sisma 0 / 90
3	SLV Sisma 0 / 270
4	SLV Sisma 90 / 0
5	SLV Sisma 90 / 180
6	SLV Sisma 180 / 90
7	SLV Sisma 180 / 270
8	SLV Sisma 270 / 0
9	SLV Sisma 270 / 180

Comb.\Cond 1 2 4 5 6 7

2	1	1	1	0.3		
3	1	1	1			0.3
4	1	1	0.3	1		
5	1	1		1	0.3	
6	1	1		0.3	1	
7	1	1			1	0.3
8	1	1	0.3			1
9	1	1			0.3	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

10	R1
----	----

Comb.\Cond 1 2 3

10	1	1	1
----	---	---	---

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

11	F1
----	----

Comb.\Cond 1 2 3

11	1	1	0.2
----	---	---	-----

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero

Combinazione di carico numero

12	QP1
----	-----

Comb.\Cond 1 2

12	1	1
----	---	---

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero

13	SLD Sisma 0 / 90
14	SLD Sisma 0 / 270
15	SLD Sisma 90 / 0
16	SLD Sisma 90 / 180
17	SLD Sisma 180 / 90
18	SLD Sisma 180 / 270
19	SLD Sisma 270 / 0
20	SLD Sisma 270 / 180

Comb.\Cond 1 2 8 9 10 11

13	1	1	1	0.3		
14	1	1	1			0.3
15	1	1	0.3	1		
16	1	1		1	0.3	
17	1	1		0.3	1	
18	1	1			1	0.3
19	1	1	0.3			1
20	1	1			0.3	1

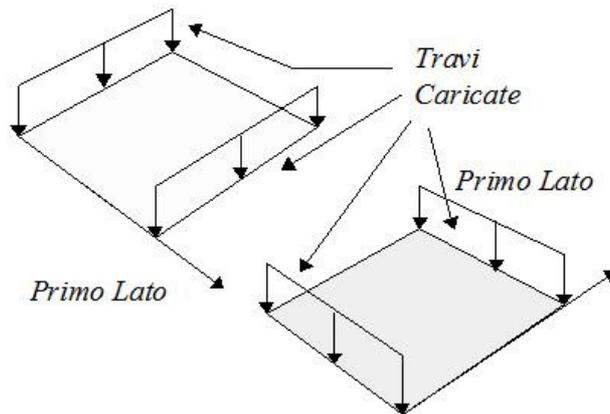
Dati relativi alle aree di carico

Convenzioni adottate

Nel seguito sono riportate le *aree di carico* definite nel progetto.

Un'*area di carico* è definita da una superficie contornata da travi di bordo ed i carichi superficiali su essa agenti vengono riportati dal programma sulle travi perimetrali in ragione dell'area di influenza relativa ad ogni trave e della direzione di orditura della superficie.

È importante rilevare che la direzione di orditura viene assunta dal programma con riferimento al primo lato della superficie di carico e non con riferimento all'asse x globale della struttura.



Esempio: *direzione* di orditura 0 gradi.

In particolare ricordiamo che le *aree di carico* fungono esclusivamente da supporto per il calcolo dei carichi di tipo superficiale in quanto i carichi definiti tramite tali *aree di carico* in effetti vengono trasferiti (sotto forma di carichi lineari o carichi nodali concentrati nei nodi) sulle travi perimetrali che contornano l'area di carico stessa.

A seguire vengono riportati per ogni tipologia definita i carichi agenti nelle varie condizioni di carico. La dizione:

Globale

indica che il carico è definito nel sistema di riferimento globale della struttura.

Globale Proiettato

indica che il carico è definito nel sistema di riferimento globale della struttura ma il valore viene computato in proiezione.

Locale

indica che il carico è definito nel sistema di riferimento locale della superficie di carico.

Area di Carico Numero Commento

1	Copertura L.L.
---	----------------

Tipo	Alfa	Condizione	Carico Trasmesso	Riferimento	qx	qy	qz
					[N/m ²]	[N/m ²]	[N/m ²]
					Qx	Qy	Qz
					[N]	[N]	[N]
1	0.000000	2	Alle Travi	Globale	0	0	1300
					-0	-0	119871
1	0.000000	3	Alle Travi	Globale Proiettato	0	0	1200
					-0	-0	104646

Tipologia Nodi

1	30 20 80 19 29 30
1	27 17 13 23 27
1	14 24 23 13 14
1	38 27 23 33 38
1	17 27 29 19 17
1	18 28 26 16 18
1	31 21 20 30 31
1	15 25 24 14 15
1	25 15 16 26 25
1	24 36 33 23 24
1	28 18 22 32 28
1	47 38 33 45 47

Tipologia	Nodi
1	35 28 32 42 35
1	36 43 45 33 36
1	27 38 39 29 27
1	31 41 42 32 31
1	41 31 30 40 41
1	40 30 29 39 40
1	25 37 36 24 25
1	28 35 34 26 28
1	37 44 43 36 37
1	37 25 26 34 37
1	53 47 45 53
1	44 37 34 46 44
1	38 47 49 39 38
1	47 53 49 47
1	48 35 42 52 48
1	35 48 46 34 35
1	55 48 52 55
1	48 55 46 48
1	41 51 52 42 41
1	51 41 40 50 51
1	50 40 39 49 50
1	51 55 52 51
1	55 51 50 54 55
1	54 50 49 53 54
1	43 54 53 45 43
1	44 55 54 43 44
1	55 44 46 55
1	21 31 32 22 81 21

Carichi applicati agli elementi

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

q_{xi}, \dots, q_{zj}

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

x_i, x_j

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi $q_{xi}..q_{zj}$ relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

P_x, \dots, P_z xApp

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza xApp dal NodoI.

M_x, \dots, M_z xApp

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza xApp dal NodoI.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

m_{xi}, \dots, m_{zj}

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	xi [m]	qxi [N/m]	qyi [N/m]	qzi [N/m]	xj [m]	qxj [N/m]	qyj [N/m]	qzj [N/m]
18	28	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
1	4	4.700	2	0.000	0	10000	0	4.700	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.700	0	9000	0
1	13	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
17	27	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
4	7	1.900	2	0.000	0	10000	0	1.900	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	1.900	0	9000	0
2	17	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
28	35	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
7	10	4.100	2	0.000	0	10000	0	4.100	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.100	0	9000	0
3	19	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
35	48	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
2	5	4.050	1	0.000	0	2250	0	4.050	0	2250	0
4	14	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
52	55	1.491	1	0.000	54	224	0	1.491	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	0
5	8	2.550	1	0.000	0	9000	0	2.550	0	9000	0
5	53	4.600	1	0.000	3125	0	0	4.600	3125	0	0
14	24	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
8	11	4.100	1	0.000	0	2250	0	4.100	0	2250	0
6	20	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
24	36	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
3	6	4.700	2	0.000	0	10000	0	4.700	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.700	0	9000	0
7	15	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
36	43	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
6	9	1.900	2	0.000	0	10000	0	1.900	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	1.900	0	9000	0
8	55	4.600	1	0.000	3125	0	0	4.600	3125	0	0
43	54	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
9	12	4.100	2	0.000	0	10000	0	4.100	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.100	0	9000	0
9	21	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
20	30	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
1	2	4.050	2	0.000	0	10000	0	4.050	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.050	0	9000	0
10	16	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
30	40	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
2	3	4.100	2	0.000	0	10000	0	4.100	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.100	0	9000	0
11	18	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
40	50	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
7	8	4.050	1	0.000	0	9000	0	4.050	0	9000	0
12	22	3.200	1	0.000	3000	0	0	3.200	3000	0	0
50	54	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
8	9	4.100	1	0.000	0	9000	0	4.100	0	9000	0
15	25	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
10	11	4.050	2	0.000	0	10000	0	4.050	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.050	0	9000	0
25	37	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
11	12	4.100	2	0.000	0	10000	0	4.100	0	10000	0
			1	0.000	0	9000	0	4.100	0	9000	0
37	44	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
5	6	4.151	1	0.000	0	9000	0	4.151	0	9000	0
39	49	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	-0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	-0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	-0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	-0
4	5	4.102	1	0.000	0	9000	0	4.102	0	9000	0

49	53	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
42	52	1.491	1	0.000	54	224	0	1.491	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	0
32	42	1.491	1	0.000	54	224	0	1.491	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	-0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	-0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	-0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	0
22	32	1.491	1	0.000	54	224	0	1.491	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	-0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	-0
			2	0.000	0	0	0	1.491	114	470	0
			3	0.000	0	0	0	1.491	99	411	0
44	55	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
21	31	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
31	41	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
41	51	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
51	55	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
13	23	1.474	1	0.000	55	224	0	1.474	55	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	-0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	-0
23	33	1.474	1	0.000	55	224	0	1.474	55	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	-0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	0
33	45	1.474	1	0.000	55	224	0	1.474	55	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	0
45	53	1.474	1	0.000	55	224	0	1.474	55	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	0
			2	0.000	0	0	0	1.474	114	465	-0
			3	0.000	0	0	0	1.474	99	405	-0
16	26	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	-0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	-0
26	34	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
34	46	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	-0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	-0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	-0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	-0
46	55	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	-0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	-0
			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
19	29	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0

			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
29	39	1.483	1	0.000	54	224	0	1.483	54	224	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	113	467	-0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
			2	0.000	0	0	0	1.483	114	468	0
			3	0.000	0	0	0	1.483	99	408	0
47	53	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
38	47	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
27	38	1.071	1	0.000	56	163	0	1.071	56	163	0
48	55	1.083	1	0.000	56	164	0	1.083	56	164	0
13	14	4.700	2	0.000	0	1100	0	4.700	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	4.700	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	4.700	0	3000	0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	696	0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	608	0
			2	1.013	0	696	0	4.700	0	696	0
			3	1.013	0	608	0	4.700	0	608	0
14	15	1.900	2	0.000	0	1100	0	1.900	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	1.900	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	1.900	0	3000	0
			2	0.000	0	696	0	1.900	0	696	0
			3	0.000	0	607	0	1.900	0	607	0
15	16	4.100	2	0.000	0	1100	0	4.100	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	4.100	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	4.100	0	3000	0
			2	0.000	0	696	0	3.075	0	696	0
			3	0.000	0	607	0	3.075	0	607	0
			2	3.075	0	696	-0	4.100	0	0	0
			3	3.075	0	608	-0	4.100	0	0	0
80	20	2.700	2	0.000	0	2250	0	2.700	0	2250	0
			3	0.000	0	2150	0	2.700	0	2150	0
			1	0.000	0	3000	0	2.700	0	3000	0
			2	0.000	0	704	0	2.700	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	2.700	0	615	0
19	80	2.000	3	0.000	0	1050	0	2.000	0	1050	0
			2	0.000	0	1100	0	2.000	0	1100	0
			1	0.000	0	3000	0	2.000	0	3000	0
			2	1.012	0	704	0	2.000	0	704	0
			3	1.012	0	615	0	2.000	0	615	0
			2	0.000	0	0	0	1.012	0	704	0
			3	0.000	0	0	0	1.012	0	615	0
20	21	1.900	2	0.000	0	2250	0	1.900	0	2250	0
			3	0.000	0	2150	0	1.900	0	2150	0
			1	0.000	0	3000	0	1.900	0	3000	0
			2	0.000	0	704	0	1.900	0	704	0
			3	0.000	0	615	-0	1.900	0	615	-0
81	22	2.000	2	0.000	0	1100	0	2.000	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	2.000	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	2.000	0	3000	0
			2	0.975	0	704	-0	2.000	0	0	0
			3	0.975	0	615	0	2.000	0	0	0
			2	0.000	0	704	0	0.975	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	0.975	0	615	0
21	81	2.100	3	0.000	0	2150	0	2.100	0	2150	0
			2	0.000	0	2250	0	2.100	0	2250	0
			1	0.000	0	3000	0	2.100	0	3000	0
			2	0.000	0	704	0	2.100	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	2.100	0	615	0
23	24	3.687	1	0.000	0	115	0	3.687	0	115	0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	696	0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	608	-0
			2	1.013	0	696	-0	3.687	0	696	-0
			3	1.013	0	608	0	3.687	0	608	0
			2	0.000	0	696	0	3.687	0	696	0
			3	0.000	0	608	0	3.687	0	608	0
24	25	1.900	1	0.000	0	115	0	1.900	0	115	0
			2	0.000	0	696	-0	1.900	0	696	-0

			3	0.000	0	608	0	1.900	0	608	0
			2	0.000	0	696	0	1.900	0	696	0
			3	0.000	0	607	0	1.900	0	607	0
25	26	3.075	1	0.000	0	115	0	3.075	0	115	0
			2	0.000	0	696	-0	2.050	0	696	-0
			3	0.000	0	607	-0	2.050	0	607	-0
			2	2.050	0	696	-0	3.075	0	0	0
			3	2.050	0	607	-0	3.075	0	0	0
			2	0.000	0	696	0	3.075	0	696	0
			3	0.000	0	607	0	3.075	0	607	0
29	30	3.688	1	0.000	0	115	0	3.688	0	115	0
			2	1.013	0	704	-0	3.688	0	704	-0
			3	1.013	0	615	-0	3.688	0	615	-0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	704	-0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	615	-0
			2	0.000	0	704	0	0.988	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	0.988	0	615	0
			2	0.988	0	704	0	3.688	0	704	0
			3	0.988	0	615	0	3.688	0	615	0
30	31	1.900	1	0.000	0	115	0	1.900	0	115	0
			2	0.000	0	704	0	1.900	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	1.900	0	615	0
			2	0.000	0	704	0	1.900	0	704	0
			3	0.000	0	615	-0	1.900	0	615	-0
31	32	3.075	1	0.000	0	115	0	3.075	0	115	0
			2	0.000	0	704	0	2.100	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	2.100	0	615	0
			2	2.100	0	704	0	3.075	0	704	0
			3	2.100	0	615	0	3.075	0	615	0
			2	2.050	0	704	-0	3.075	0	0	0
			3	2.050	0	615	0	3.075	0	0	0
			2	0.000	0	704	0	2.050	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	2.050	0	615	0
33	36	2.675	1	0.000	0	115	0	2.675	0	115	0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	696	0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	607	0
			2	1.013	0	696	0	2.675	0	696	0
			3	1.013	0	608	0	2.675	0	607	0
			2	0.000	0	696	-0	2.675	0	696	-0
			3	0.000	0	608	0	2.675	0	608	0
36	37	1.900	1	0.000	0	115	0	1.900	0	115	0
			2	0.000	0	696	0	1.900	0	696	0
			3	0.000	0	608	0	1.900	0	608	0
			2	0.000	0	696	-0	1.900	0	696	-0
			3	0.000	0	608	0	1.900	0	608	0
37	34	2.050	1	0.000	-0	115	0	2.050	-0	115	0
			2	0.000	-0	696	0	1.025	-0	696	0
			3	0.000	-0	608	0	1.025	-0	608	0
			2	1.025	-0	696	0	2.050	0	0	0
			3	1.025	-0	608	0	2.050	0	0	0
			2	0.000	-0	696	-0	2.050	-0	696	-0
			3	0.000	-0	607	-0	2.050	-0	607	-0
39	40	2.675	1	0.000	0	115	0	2.675	0	115	0
			2	1.013	0	704	-0	2.675	0	704	-0
			3	1.013	0	615	-0	2.675	0	615	-0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	704	-0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	615	-0
			2	0.000	0	704	-0	2.675	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	2.675	0	615	-0
40	41	1.900	1	0.000	0	115	0	1.900	0	115	0
			2	0.000	0	704	-0	1.900	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	1.900	0	615	-0
			2	0.000	0	704	0	1.900	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	1.900	0	615	0
41	42	2.050	1	0.000	0	115	0	2.050	0	115	0
			2	1.025	0	704	-0	2.050	0	0	0
			3	1.025	0	615	-0	2.050	0	0	0
			2	0.000	0	704	-0	1.025	0	704	-0

			3	0.000	0	615	-0	1.025	0	615	-0
			2	0.000	0	704	0	2.050	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	2.050	0	615	0
45	43	1.662	1	0.000	0	115	0	1.662	0	115	0
			2	0.000	0	0	0	1.012	0	696	0
			3	0.000	0	0	0	1.012	0	608	0
			2	1.012	0	696	0	1.662	0	696	0
			3	1.012	0	607	0	1.662	0	607	0
			2	0.000	0	696	0	1.662	0	696	0
			3	0.000	0	608	0	1.662	0	607	0
43	44	1.900	1	0.000	0	115	0	1.900	0	115	0
			2	0.000	0	696	0	1.900	0	696	0
			3	0.000	0	608	0	1.900	0	608	0
			2	0.000	0	696	0	1.900	0	696	0
			3	0.000	0	608	0	1.900	0	608	0
44	46	1.025	1	0.000	0	115	0	1.025	0	115	0
			2	0.000	-0	696	0	1.025	0	0	0
			3	0.000	-0	607	0	1.025	0	0	0
			2	0.000	-0	696	0	1.025	-0	696	0
			3	0.000	-0	608	0	1.025	-0	608	0
49	50	1.662	1	0.000	0	115	0	1.662	0	115	0
			2	1.012	0	704	0	1.662	0	704	0
			3	1.012	0	615	0	1.662	0	615	0
			2	0.000	0	0	0	1.012	0	704	0
			3	0.000	0	0	0	1.012	0	615	0
			2	0.000	0	704	-0	1.662	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	1.662	0	615	-0
50	51	1.900	1	0.000	0	115	0	1.900	0	115	0
			2	0.000	0	704	0	1.900	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	1.900	0	615	0
			2	0.000	0	704	-0	1.900	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	1.900	0	615	-0
51	52	1.025	1	0.000	0	115	0	1.025	0	115	0
			2	0.000	0	704	-0	1.025	0	0	0
			3	0.000	0	615	-0	1.025	0	0	0
			2	0.000	0	704	-0	1.025	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	1.025	0	615	-0
53	54	0.650	1	0.000	0	2500	0	0.650	0	2500	0
			2	0.000	0	696	0	0.650	0	696	0
			3	0.000	0	607	0	0.650	0	607	0
			2	0.000	0	704	0	0.650	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	0.650	0	615	0
54	55	1.900	1	0.000	0	2500	0	1.900	0	2500	0
			2	0.000	0	696	0	1.900	0	696	0
			3	0.000	0	608	0	1.900	0	608	0
			2	0.000	0	704	0	1.900	0	704	0
			3	0.000	0	615	0	1.900	0	615	0
13	17	4.050	2	0.000	0	1100	0	4.050	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	4.050	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	4.050	0	3000	0
			2	1.013	0	696	-0	4.050	0	696	-0
			3	1.013	0	608	-0	4.050	0	608	-0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	696	-0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	608	-0
17	19	4.100	2	0.000	0	1100	0	4.100	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	4.100	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	4.100	0	3000	0
			2	3.075	-0	696	-0	4.100	0	0	0
			3	3.075	-0	607	-0	4.100	0	0	0
			2	0.000	-0	696	-0	3.075	-0	696	-0
			3	0.000	-0	607	-0	3.075	-0	607	-0
16	18	4.050	2	0.000	0	1100	0	4.050	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	4.050	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	4.050	0	3000	0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	704	-0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	615	-0
			2	1.013	0	704	0	4.050	0	704	0
			3	1.013	0	615	-0	4.050	0	615	-0

18	22	4.100	2	0.000	0	1100	0	4.100	0	1100	0
			3	0.000	0	1050	0	4.100	0	1050	0
			1	0.000	0	3000	0	4.100	0	3000	0
			2	0.000	0	704	-0	3.075	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	3.075	0	615	-0
			2	3.075	0	704	-0	4.100	0	0	0
			3	3.075	0	615	-0	4.100	0	0	0
23	27	3.038	1	0.000	0	115	0	3.038	0	115	0
			2	1.012	-0	696	0	3.038	-0	696	0
			3	1.012	-0	608	-0	3.038	-0	608	-0
			2	0.000	0	0	0	1.012	0	696	0
			3	0.000	0	0	0	1.012	-0	608	-0
			2	0.000	0	696	-0	3.038	0	696	-0
			3	0.000	0	607	-0	3.038	0	607	-0
27	29	3.075	1	0.000	0	115	0	3.075	0	115	0
			2	2.050	0	696	-0	3.075	0	0	0
			3	2.050	0	608	-0	3.075	0	0	0
			2	0.000	0	696	-0	2.050	0	696	-0
			3	0.000	0	608	-0	2.050	0	608	-0
			2	0.000	0	696	-0	3.075	0	696	-0
			3	0.000	0	608	-0	3.075	0	607	-0
26	28	3.038	1	0.000	0	115	0	3.038	0	115	0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	704	0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	615	0
			2	1.013	0	704	0	3.038	0	704	0
			3	1.013	0	615	0	3.038	0	615	0
			2	0.000	0	704	-0	3.038	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	3.038	0	615	-0
28	32	3.075	1	0.000	0	115	0	3.075	0	115	0
			2	0.000	0	704	0	2.050	0	704	0
			3	0.000	0	615	-0	2.050	0	615	-0
			2	2.050	0	704	0	3.075	0	0	0
			3	2.050	0	615	-0	3.075	0	0	0
			2	0.000	0	704	-0	3.075	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	3.075	0	615	-0
33	38	2.025	1	0.000	0	115	0	2.025	0	115	0
			2	1.013	0	696	0	2.025	0	696	0
			3	1.013	0	607	0	2.025	0	607	0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	696	0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	608	0
			2	0.000	0	696	0	2.025	0	696	0
			3	0.000	0	608	-0	2.025	0	608	-0
38	39	2.050	1	0.000	0	115	0	2.050	0	115	0
			2	1.025	0	696	0	2.050	0	0	0
			3	1.025	0	608	0	2.050	0	0	0
			2	0.000	0	696	0	1.025	0	696	0
			3	0.000	0	607	0	1.025	0	607	0
			2	0.000	0	696	-0	2.050	0	696	-0
			3	0.000	0	608	-0	2.050	0	608	-0
34	35	2.025	1	0.000	0	115	0	2.025	0	115	0
			2	0.000	0	0	0	1.013	0	704	-0
			3	0.000	0	0	0	1.013	0	615	-0
			2	1.013	0	704	-0	2.025	0	704	-0
			3	1.013	0	615	-0	2.025	0	615	-0
			2	0.000	-0	704	0	2.025	-0	704	0
			3	0.000	-0	615	0	2.025	-0	615	0
35	42	2.050	1	0.000	0	115	0	2.050	0	115	0
			2	0.000	0	704	-0	1.025	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	1.025	0	615	-0
			2	1.025	0	704	-0	2.050	0	0	0
			3	1.025	0	615	-0	2.050	0	0	0
			2	0.000	0	704	0	2.050	0	704	0
			3	0.000	0	615	-0	2.050	0	615	-0
45	47	1.012	1	0.000	0	115	0	1.012	0	115	0
			2	0.000	0	0	0	1.012	0	696	-0
			3	0.000	0	0	0	1.012	0	608	-0
			2	0.000	-0	696	0	1.012	-0	696	0
			3	0.000	0	607	0	1.012	0	607	0

47	49	1.025	1	0.000	0	115	0	1.025	0	115	0
			2	0.000	0	696	-0	1.025	0	0	0
			3	0.000	0	607	-0	1.025	0	0	0
			2	0.000	0	696	0	1.025	0	696	0
			3	0.000	0	607	0	1.025	0	607	0
46	48	1.012	1	0.000	0	115	0	1.012	0	115	0
			2	0.000	0	0	0	1.012	0	704	0
			3	0.000	0	0	0	1.012	0	615	-0
			2	0.000	0	704	-0	1.012	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	1.012	0	615	-0
48	52	1.025	1	0.000	0	115	0	1.025	0	115	0
			2	0.000	0	704	-0	1.025	0	0	0
			3	0.000	0	615	-0	1.025	0	0	0
			2	0.000	0	704	-0	1.025	0	704	-0
			3	0.000	0	615	-0	1.025	0	615	-0

Analisi dinamica

Convenzioni adottate

Nella presente versione del programma *WinStrand* l'analisi in campo dinamico della struttura può essere condotta per via *statica equivalente* ovvero per via *modale* facendo uso, per il calcolo della risposta, dello spettro di pseudo accelerazioni fornito dal regolamento italiano.

Dati generali relativi all'analisi dinamica

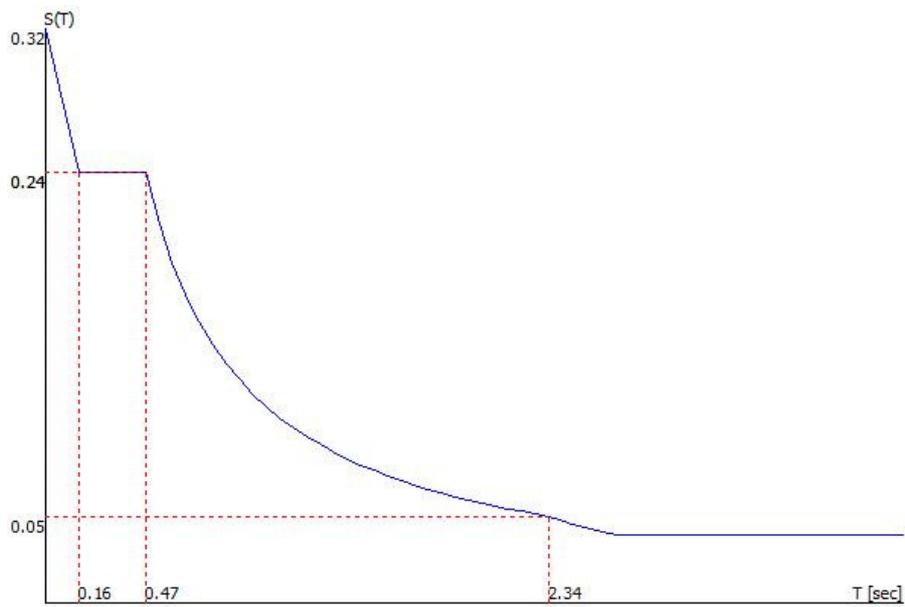
Spettro in accordo con TU 2008

- Loc. Monteschiattello - Fano (PU) Longitudine 13.0720 Latitudine 43.7862
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_T) 1.2000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente C_U 1.0
- Classe di duttilità impostata Bassa
- Fattore di struttura massimo q_o per sisma orizzontale 3.00
- Fattore di duttilità α_o/α_1 per sisma orizzontale 1.10
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 3.30
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.50
- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 475 (anni)
- S_s 1.424
- T_B 0.156 [s]
- T_C 0.469 [s]
- T_D 2.345 [s]
- a_g/g 0.1861
- F_o 2.4704
- T_C^* 0.3000

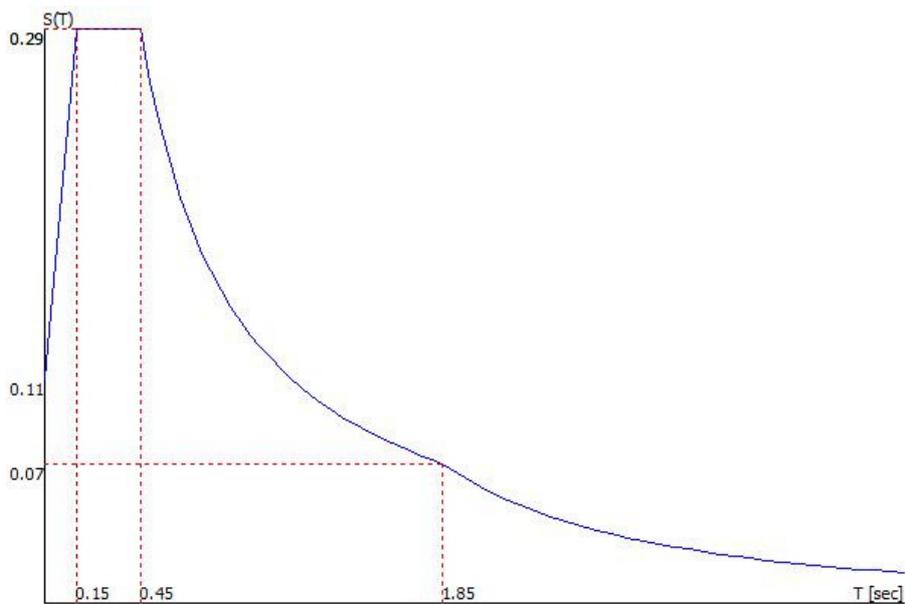
TU 2008 SLV H



TU 2008 SLD H

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 50 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.149 [s]
- T_C 0.447 [s]
- T_D 1.851 [s]
- a_g/g 0.0628
- F_o 2.5783
- T_C^* 0.2800

TU 2008 SLD H



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse

Cond. Carico 1 Peso proprio G1 1.0000

Cond. Carico 2 Permanenti G2 1.0000
 Cond. Carico 3 Accidentali (neve) Q1 0.3000

Angoli d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.000000 [rad]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 1.570770 [rad]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 3.141540 [rad]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 4.712310 [rad]
- SLD Direzione 5 Angolo in pianta 0.000000 [rad]
- SLD Direzione 6 Angolo in pianta 1.570770 [rad]
- SLD Direzione 7 Angolo in pianta 3.141540 [rad]
- SLD Direzione 8 Angolo in pianta 4.712310 [rad]

Primi autovalori e modi di vibrare della struttura.

Modo	Autovalore	Frequenza [rad/s]	Periodo [s]	Coefficiente Risposta
1	2.52038e+02	15.8757	0.396	0.2381
2	4.91977e+02	22.1805	0.283	0.2381
3	4.99928e+02	22.3591	0.281	0.2381
4	5.50850e+02	23.4702	0.268	0.2381
5	1.01315e+03	31.8301	0.197	0.2381
6	1.10869e+03	33.2970	0.189	0.2381
7	1.16617e+03	34.1493	0.184	0.2381
8	1.28486e+03	35.8449	0.175	0.2381
9	1.30798e+03	36.1660	0.174	0.2381
10	1.35378e+03	36.7938	0.171	0.2381
11	1.36502e+03	36.9461	0.170	0.2381
12	1.41223e+03	37.5796	0.167	0.2381
13	2.30560e+03	48.0167	0.131	0.2511
14	2.58773e+03	50.8697	0.124	0.2549
15	3.60843e+03	60.0702	0.105	0.2645
16	3.68646e+03	60.7162	0.103	0.2651
17	3.80429e+03	61.6789	0.102	0.2659

Direzione di Ingresso del Sisma 1 Angolo 0.000000

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
8	-3.95395e+01	100.0	1.56337e+03	37.1	37.1
17	3.55586e+01	89.9	1.26441e+03	30.0	67.1
12	-1.71103e+01	43.3	2.92763e+02	6.9	74.0
11	-1.42382e+01	36.0	2.02727e+02	4.8	78.8
10	1.33718e+01	33.8	1.78805e+02	4.2	83.0
3	-1.29294e+01	32.7	1.67169e+02	4.0	87.0
9	1.19886e+01	30.3	1.43727e+02	3.4	90.4
2	-1.11620e+01	28.2	1.24591e+02	3.0	93.4

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

16	1.11183e+01	28.1	1.23616e+02	2.9	96.3
15	-4.53048e+00	11.5	2.05253e+01	0.5	96.8
6	-2.75499e+00	7.0	7.58998e+00	0.2	97.0
4	1.93752e+00	4.9	3.75397e+00	0.1	97.1
14	1.86008e+00	4.7	3.45991e+00	0.1	97.1
7	1.79872e+00	4.5	3.23538e+00	0.1	97.2
1	4.58003e-01	1.2	2.09767e-01	0.0	97.2
13	-4.20924e-01	1.1	1.77177e-01	0.0	97.2
5	2.78301e-01	0.7	7.74514e-02	0.0	97.2

Direzione di Ingresso del Sisma 2 Angolo 1.570770

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

5	5.07810e+01	100.0	2.57871e+03	61.1	61.1
15	-2.63321e+01	51.9	6.93378e+02	16.4	77.6
16	-1.59654e+01	31.4	2.54893e+02	6.0	83.6
7	1.25842e+01	24.8	1.58361e+02	3.8	87.4
6	1.03503e+01	20.4	1.07128e+02	2.5	89.9
4	-8.93767e+00	17.6	7.98820e+01	1.9	91.8
3	-8.79714e+00	17.3	7.73897e+01	1.8	93.7
2	8.67435e+00	17.1	7.52444e+01	1.8	95.4
17	1.47614e+00	2.9	2.17898e+00	0.1	95.5
13	-1.13086e+00	2.2	1.27885e+00	0.0	95.5
14	-1.04756e+00	2.1	1.09739e+00	0.0	95.6
1	8.48702e-01	1.7	7.20295e-01	0.0	95.6
10	-4.50481e-01	0.9	2.02933e-01	0.0	95.6
11	3.91968e-01	0.8	1.53639e-01	0.0	95.6
8	-9.15156e-02	0.2	8.37510e-03	0.0	95.6
12	-6.67173e-02	0.1	4.45119e-03	0.0	95.6
9	2.10826e-02	0.0	4.44474e-04	0.0	95.6

Direzione di Ingresso del Sisma 3 Angolo 3.141540

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

8	3.95395e+01	100.0	1.56337e+03	37.1	37.1
17	-3.55586e+01	89.9	1.26441e+03	30.0	67.1
12	1.71103e+01	43.3	2.92763e+02	6.9	74.0
11	1.42382e+01	36.0	2.02727e+02	4.8	78.8
10	-1.33718e+01	33.8	1.78805e+02	4.2	83.0
3	1.29294e+01	32.7	1.67169e+02	4.0	87.0
9	-1.19886e+01	30.3	1.43727e+02	3.4	90.4
2	1.11620e+01	28.2	1.24591e+02	3.0	93.4
16	-1.11183e+01	28.1	1.23616e+02	2.9	96.3

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
15	4.53047e+00	11.5	2.05252e+01	0.5	96.8
6	2.75500e+00	7.0	7.59001e+00	0.2	97.0
4	-1.93752e+00	4.9	3.75398e+00	0.1	97.1
14	-1.86008e+00	4.7	3.45991e+00	0.1	97.1
7	-1.79871e+00	4.5	3.23536e+00	0.1	97.2
1	-4.58003e-01	1.2	2.09766e-01	0.0	97.2
13	4.20923e-01	1.1	1.77176e-01	0.0	97.2
5	-2.78278e-01	0.7	7.74386e-02	0.0	97.2

Direzione di Ingresso del Sisma 4 Angolo 4.712310

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
5	-5.07810e+01	100.0	2.57871e+03	61.1	61.1
15	2.63321e+01	51.9	6.93378e+02	16.4	77.6
16	1.59654e+01	31.4	2.54893e+02	6.0	83.6
7	-1.25842e+01	24.8	1.58361e+02	3.8	87.4
6	-1.03503e+01	20.4	1.07128e+02	2.5	89.9
4	8.93767e+00	17.6	7.98819e+01	1.9	91.8
3	8.79715e+00	17.3	7.73898e+01	1.8	93.7
2	-8.67435e+00	17.1	7.52443e+01	1.8	95.4
17	-1.47615e+00	2.9	2.17903e+00	0.1	95.5
13	1.13086e+00	2.2	1.27885e+00	0.0	95.5
14	1.04756e+00	2.1	1.09739e+00	0.0	95.6
1	-8.48702e-01	1.7	7.20296e-01	0.0	95.6
10	4.50475e-01	0.9	2.02928e-01	0.0	95.6
11	-3.91962e-01	0.8	1.53634e-01	0.0	95.6
8	9.15335e-02	0.2	8.37838e-03	0.0	95.6
12	6.67250e-02	0.1	4.45223e-03	0.0	95.6
9	-2.10880e-02	0.0	4.44703e-04	0.0	95.6

Direzione di Ingresso del Sisma 5 Angolo 0.000000

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

Modo	Li(gi)	Li / L1	Emi=Li^2/Mi	Emi/EmTot	Sum.Emi/EmTot
8	-3.95395e+01	100.0	1.56337e+03	37.1	37.1
17	3.55586e+01	89.9	1.26441e+03	30.0	67.1
12	-1.71103e+01	43.3	2.92763e+02	6.9	74.0
11	-1.42382e+01	36.0	2.02727e+02	4.8	78.8
10	1.33718e+01	33.8	1.78805e+02	4.2	83.0
3	-1.29294e+01	32.7	1.67169e+02	4.0	87.0
9	1.19886e+01	30.3	1.43727e+02	3.4	90.4
2	-1.11620e+01	28.2	1.24591e+02	3.0	93.4
16	1.11183e+01	28.1	1.23616e+02	2.9	96.3
15	-4.53048e+00	11.5	2.05253e+01	0.5	96.8

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

6	-2.75499e+00	7.0	7.58998e+00	0.2	97.0
4	1.93752e+00	4.9	3.75397e+00	0.1	97.1
14	1.86008e+00	4.7	3.45991e+00	0.1	97.1
7	1.79872e+00	4.5	3.23538e+00	0.1	97.2
1	4.58003e-01	1.2	2.09767e-01	0.0	97.2
13	-4.20924e-01	1.1	1.77177e-01	0.0	97.2
5	2.78301e-01	0.7	7.74514e-02	0.0	97.2

Direzione di Ingresso del Sisma 6 Angolo 1.570770

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

5	5.07810e+01	100.0	2.57871e+03	61.1	61.1
15	-2.63321e+01	51.9	6.93378e+02	16.4	77.6
16	-1.59654e+01	31.4	2.54893e+02	6.0	83.6
7	1.25842e+01	24.8	1.58361e+02	3.8	87.4
6	1.03503e+01	20.4	1.07128e+02	2.5	89.9
4	-8.93767e+00	17.6	7.98820e+01	1.9	91.8
3	-8.79714e+00	17.3	7.73897e+01	1.8	93.7
2	8.67435e+00	17.1	7.52444e+01	1.8	95.4
17	1.47614e+00	2.9	2.17898e+00	0.1	95.5
13	-1.13086e+00	2.2	1.27885e+00	0.0	95.5
14	-1.04756e+00	2.1	1.09739e+00	0.0	95.6
1	8.48702e-01	1.7	7.20295e-01	0.0	95.6
10	-4.50481e-01	0.9	2.02933e-01	0.0	95.6
11	3.91968e-01	0.8	1.53639e-01	0.0	95.6
8	-9.15156e-02	0.2	8.37510e-03	0.0	95.6
12	-6.67173e-02	0.1	4.45119e-03	0.0	95.6
9	2.10826e-02	0.0	4.44474e-04	0.0	95.6

Direzione di Ingresso del Sisma 7 Angolo 3.141540

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

8	3.95395e+01	100.0	1.56337e+03	37.1	37.1
17	-3.55586e+01	89.9	1.26441e+03	30.0	67.1
12	1.71103e+01	43.3	2.92763e+02	6.9	74.0
11	1.42382e+01	36.0	2.02727e+02	4.8	78.8
10	-1.33718e+01	33.8	1.78805e+02	4.2	83.0
3	1.29294e+01	32.7	1.67169e+02	4.0	87.0
9	-1.19886e+01	30.3	1.43727e+02	3.4	90.4
2	1.11620e+01	28.2	1.24591e+02	3.0	93.4
16	-1.11183e+01	28.1	1.23616e+02	2.9	96.3
15	4.53047e+00	11.5	2.05252e+01	0.5	96.8
6	2.75500e+00	7.0	7.59001e+00	0.2	97.0

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

4	-1.93752e+00	4.9	3.75398e+00	0.1	97.1
14	-1.86008e+00	4.7	3.45991e+00	0.1	97.1
7	-1.79871e+00	4.5	3.23536e+00	0.1	97.2
1	-4.58003e-01	1.2	2.09766e-01	0.0	97.2
13	4.20923e-01	1.1	1.77176e-01	0.0	97.2
5	-2.78278e-01	0.7	7.74386e-02	0.0	97.2

Direzione di Ingresso del Sisma 8 Angolo 4.712310

Coefficienti di partecipazione e masse modali efficaci per i vari modi di vibrare:

Modo Li(gi) |Li|/|L1| Emi=Li^2/Mi Emi/EmTot Sum.Emi/EmTot

5	-5.07810e+01	100.0	2.57871e+03	61.1	61.1
15	2.63321e+01	51.9	6.93378e+02	16.4	77.6
16	1.59654e+01	31.4	2.54893e+02	6.0	83.6
7	-1.25842e+01	24.8	1.58361e+02	3.8	87.4
6	-1.03503e+01	20.4	1.07128e+02	2.5	89.9
4	8.93767e+00	17.6	7.98819e+01	1.9	91.8
3	8.79715e+00	17.3	7.73898e+01	1.8	93.7
2	-8.67435e+00	17.1	7.52443e+01	1.8	95.4
17	-1.47615e+00	2.9	2.17903e+00	0.1	95.5
13	1.13086e+00	2.2	1.27885e+00	0.0	95.5
14	1.04756e+00	2.1	1.09739e+00	0.0	95.6
1	-8.48702e-01	1.7	7.20296e-01	0.0	95.6
10	4.50475e-01	0.9	2.02928e-01	0.0	95.6
11	-3.91962e-01	0.8	1.53634e-01	0.0	95.6
8	9.15335e-02	0.2	8.37838e-03	0.0	95.6
12	6.67250e-02	0.1	4.45223e-03	0.0	95.6
9	-2.10880e-02	0.0	4.44703e-04	0.0	95.6

Pressioni sul terreno

Convenzioni adottate

Nel seguito vengono riportate le pressioni trasmesse al terreno dalla struttura in corrispondenza dei nodi di fondazione.

Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	σ [MPa]
1	1	0.000	0.000	0.000	0.065
	2				0.032
	3				0.037
	4				0.032
	5				0.036
	6				0.047
	7				0.052
	8				0.048
	9				0.052
	10				0.046
	11				0.043
	12				0.042
	13				0.030
	14				0.036
	15				0.029
	16				0.035
	17				0.048

Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	σ [MPa]
	18				0.054
	19				0.049
	20				0.054
2	1	0.000	4.050	0.000	0.062
	2				0.034
	3				0.034
	4				0.038
	5				0.042
	6				0.046
	7				0.046
	8				0.038
	9				0.042
	10				0.044
	11				0.041
	12				0.040
	13				0.033
	14				0.033

Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	σ [MPa]
	15				0.038
	16				0.042
	17				0.047
	18				0.047
	19				0.038
	20				0.042
3	1	0.000	8.150	0.000	0.067
	2				0.038
	3				0.033
	4				0.049
	5				0.053
	6				0.052
	7				0.047
	8				0.032
	9				0.037
	10				0.048
	11				0.044
	12				0.043
	13				0.037
	14				0.031
	15				0.050
	16				0.055
	17				0.054
	18				0.048
	19				0.030
	20				0.035
4	1	4.700	0.000	0.000	0.054
	2				0.033
	3				0.036
	4				0.030
	5				0.031
	6				0.035
	7				0.038
	8				0.040
	9				0.041
	10				0.039
	11				0.036
	12				0.036
	13				0.032
	14				0.036
	15				0.029
	16				0.030
	17				0.035
	18				0.039
	19				0.041
	20				0.042
5	1	4.050	4.050	0.000	0.049
	2				0.029
	3				0.029
	4				0.030
	5				0.032
	6				0.033
	7				0.033
	8				0.030
	9				0.032
	10				0.035
	11				0.032
	12				0.031
	13				0.029
	14				0.028
	15				0.030
	16				0.032
	17				0.034
	18				0.034
	19				0.030
	20				0.032

Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	σ [MPa]
6	1	4.700	8.150	0.000	0.057
	2				0.037
	3				0.034
	4				0.041
	5				0.042
	6				0.039
	7				0.036
	8				0.031
	9				0.032
	10				0.041
	11				0.037
	12				0.036
	13				0.037
	14				0.033
	15				0.042
	16				0.043
	17				0.040
	18				0.036
	19				0.030
	20				0.031
7	1	6.600	0.000	0.000	0.055
	2				0.036
	3				0.039
	4				0.031
	5				0.030
	6				0.032
	7				0.036
	8				0.042
	9				0.041
	10				0.039
	11				0.036
	12				0.036
	13				0.036
	14				0.040
	15				0.030
	16				0.029
	17				0.032
	18				0.036
	19				0.043
	20				0.041
8	1	6.600	4.050	0.000	0.049
	2				0.033
	3				0.033
	4				0.032
	5				0.031
	6				0.030
	7				0.030
	8				0.032
	9				0.031
	10				0.036
	11				0.032
	12				0.031
	13				0.033
	14				0.033
	15				0.032
	16				0.031
	17				0.029
	18				0.029
	19				0.032
	20				0.031
9	1	6.600	8.150	0.000	0.057
	2				0.040
	3				0.037
	4				0.043
	5				0.042
	6				0.037

Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	σ [MPa]
	7				0.033
	8				0.032
	9				0.031
	10				0.041
	11				0.038
	12				0.037
	13				0.041
	14				0.037
	15				0.044
	16				0.042
	17				0.037
	18				0.033
	19				0.031
	20				0.030
10	1	10.700	0.000	0.000	0.064
	2				0.046
	3				0.051
	4				0.035
	5				0.031
	6				0.032
	7				0.037
	8				0.052
	9				0.048
	10				0.046
	11				0.042
	12				0.041
	13				0.047
	14				0.053
	15				0.034
	16				0.029
	17				0.030
	18				0.036
	19				0.054
	20				0.049
11	1	10.700	4.050	0.000	0.061
	2				0.046
	3				0.046
	4				0.042
	5				0.038
	6				0.034

Nodo	Comb.	x [m]	y [m]	z [m]	σ [MPa]
	7				0.034
	8				0.041
	9				0.038
	10				0.044
	11				0.041
	12				0.040
	13				0.047
	14				0.047
	15				0.042
	16				0.038
	17				0.033
	18				0.033
	19				0.042
	20				0.037
12	1	10.700	8.150	0.000	0.066
	2				0.052
	3				0.047
	4				0.053
	5				0.048
	6				0.037
	7				0.032
	8				0.036
	9				0.032
	10				0.047
	11				0.043
	12				0.042
	13				0.054
	14				0.048
	15				0.055
	16				0.050
	17				0.036
	18				0.030
	19				0.035
	20				0.029

VERIFICA SPOSTAMENTI (CONTENIMENTO DEL DANNO)

La verifica si può ritenere soddisfatta (vedi punto 7.3.7.2 del D.M.14-01-08) quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi (d_r) in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori al limite:

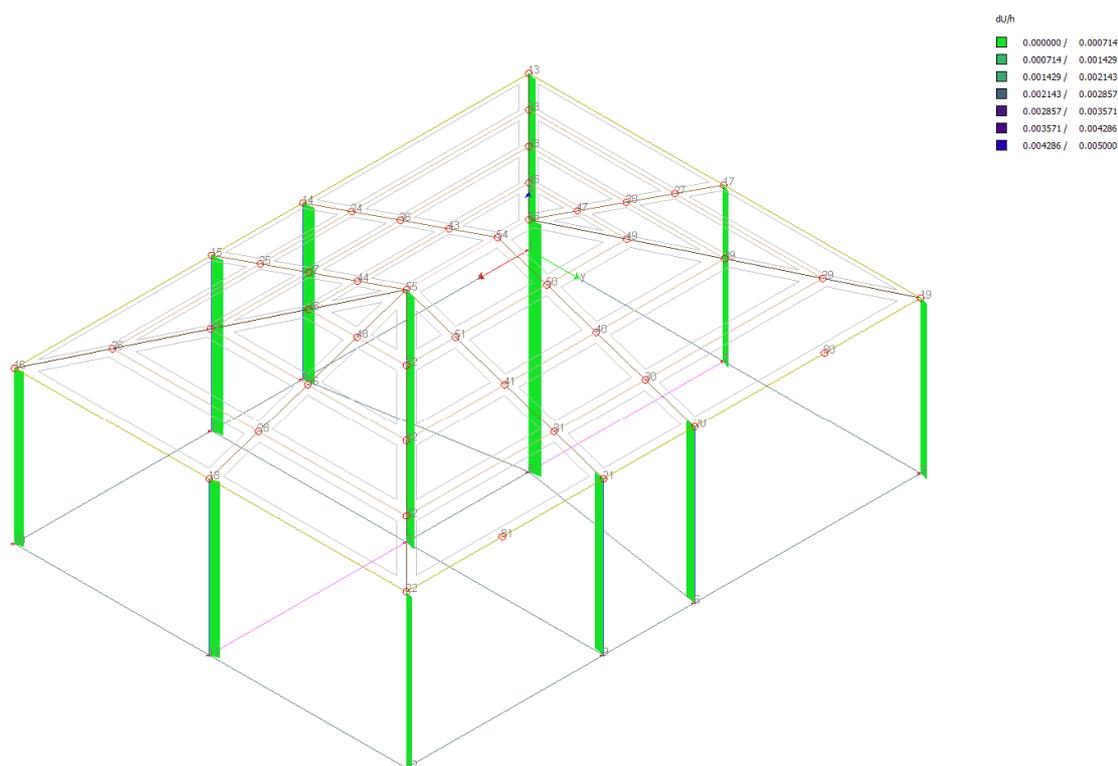
- per tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$d_r < 0,005 h$$

dove h = altezza di interpiano.

Gli spostamenti sono inferiori a quanto richiesto dalla normativa; i risultati della verifica sono allegati alle calcolazioni di cui seguito.

Z:\Strutture Enexsys\Strutture 2017\TiroVolo\TaV1.dt - 02 December 2017 - WinStrand (Service Pack 048)



Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma $b = 1$
- $c = 1$
- Controllo degli spostamenti di interpiano d_U inferiore a $0.005 H$

Comb.	U _x		U _y		U _z		U _{xyz}	
	Nodi	U _x [mm]	Nodi	U _y [mm]	Nodi	U _z [mm]	Nodi	U _{xyz} [mm]
1	2-17	0.29	7-15	0.21	8-55	-0.12	2-17	0.30

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	1
2 17	1	0.29

Spostamenti Max in direzione U_y [mm]

Nodi	Comb.	1
7 15	1	0.21

Spostamenti Max in direzione U_z [mm]

Nodi	Comb.	1
8 55	1	-0.12

Spostamenti Max in direzione |U_{xyz}| [mm]

Nodi	Comb.	1
2 17	1	0.30

Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 1 Fra i nodi 2 17 |U_{xyz}| Spostamento 0.30 [mm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1
- c 1
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.005 H

Comb.	U _x		U _y		U _z		U _{xyz}	
	Nodi	U _x [mm]	Nodi	U _y [mm]	Nodi	U _z [mm]	Nodi	U _{xyz} [mm]
2	2-17	1.37	7-15	0.61	8-55	-0.06	2-17	1.44
3	2-17	1.36	9-21	-0.57	8-55	-0.06	2-17	1.41
4	2-17	0.57	8-55	1.83	8-55	-0.06	8-55	1.87
5	11-18	-0.50	8-55	1.82	5-53	-0.06	8-55	1.85
6	11-18	-1.28	7-15	0.64	5-53	-0.06	11-18	1.36
7	11-18	-1.27	9-21	-0.59	5-53	-0.06	11-18	1.32
8	2-17	0.56	6-20	-1.75	8-55	-0.06	8-55	1.79
9	11-18	-0.48	6-20	-1.75	5-53	-0.06	6-20	1.78

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	2	3	4	5	6	7	8	9
2 17	2	<u>1.37</u>	1.36	0.57	-0.11	-0.92	-0.93	0.56	-0.13
2 17	3	1.37	<u>1.36</u>	0.57	-0.11	-0.92	-0.93	0.56	-0.13
2 17	4	1.37	1.36	<u>0.57</u>	-0.11	-0.92	-0.93	0.56	-0.13
11 18	5	0.97	0.97	0.18	<u>-0.50</u>	-1.28	-1.27	0.19	-0.48
11 18	6	0.97	0.97	0.18	-0.50	<u>-1.28</u>	-1.27	0.19	-0.48
11 18	7	0.97	0.97	0.18	-0.50	-1.28	<u>-1.27</u>	0.19	-0.48
2 17	8	1.37	1.36	0.57	-0.11	-0.92	-0.93	<u>0.56</u>	-0.13
11 18	9	0.97	0.97	0.18	-0.50	-1.28	-1.27	0.19	<u>-0.48</u>

Spostamenti Max in direzione U_y [mm]

Nodi	Comb.	2	3	4	5	6	7	8	9
7 15	2	<u>0.61</u>	-0.38	1.77	1.78	0.64	-0.34	-1.52	-1.51
9 21	3	0.42	<u>-0.57</u>	1.57	1.57	0.40	-0.59	-1.74	-1.74
8 55	4	0.59	-0.48	<u>1.83</u>	<u>1.82</u>	0.56	-0.51	-1.74	-1.75
8 55	5	0.59	-0.48	1.83	<u>1.82</u>	0.56	-0.51	-1.74	-1.75
7 15	6	0.61	-0.38	1.77	1.78	<u>0.64</u>	-0.34	-1.52	-1.51
9 21	7	0.42	-0.57	1.57	1.57	0.40	<u>-0.59</u>	-1.74	-1.74
6 20	8	0.43	-0.57	1.59	1.59	0.41	-0.59	<u>-1.75</u>	-1.75
6 20	9	0.43	-0.57	1.59	1.59	0.41	-0.59	-1.75	<u>-1.75</u>

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	2	3	4	5	6	7	8	9
8 55	2	<u>-0.06</u>	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05
8 55	3	-0.06	<u>-0.06</u>	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05
8 55	4	-0.06	-0.06	<u>-0.06</u>	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.05
5 53	5	-0.05	-0.05	-0.05	<u>-0.06</u>	-0.06	-0.06	-0.05	-0.06
5 53	6	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	<u>-0.06</u>	-0.06	-0.05	-0.06
5 53	7	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	<u>-0.06</u>	-0.05	-0.06
8 55	8	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	-0.05	<u>-0.06</u>	-0.05
5 53	9	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	<u>-0.06</u>

Spostamenti Max in direzione $|U_{xyz}|$ [mm]

Nodi	Comb.	2	3	4	5	6	7	8	9
2 17	2	<u>1.44</u>	1.41	1.48	1.35	1.01	1.01	1.41	1.32
2 17	3	1.44	<u>1.41</u>	1.48	1.35	1.01	1.01	1.41	1.32
8 55	4	1.36	1.33	<u>1.87</u>	1.85	1.27	1.25	1.79	1.78
8 55	5	1.36	1.33	1.87	<u>1.85</u>	1.27	1.25	1.79	1.78
11 18	6	1.05	1.05	1.37	1.46	<u>1.36</u>	1.32	1.33	1.39
11 18	7	1.05	1.05	1.37	1.46	1.36	<u>1.32</u>	1.33	1.39
8 55	8	1.36	1.33	1.87	1.85	1.27	1.25	<u>1.79</u>	1.78
6 20	9	1.11	1.15	1.64	1.60	1.02	1.13	1.77	<u>1.78</u>

Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 4 Fra i nodi 8 55 $|U_{xyz}|$ Spostamento 1.87 [mm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1
- c 1
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.005 H

Comb.	U_x		U_y		U_z		$ U_{xyz} $	
	Nodi	U_x [mm]	Nodi	U_y [mm]	Nodi	U_z [mm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [mm]
10	2-17	0.20	7-15	0.14	8-55	-0.08	2-17	0.21

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	10
2 17	10	<u>0.20</u>

Spostamenti Max in direzione U_y [mm]

Nodi	Comb.	10
7 15	10	<u>0.14</u>

Spostamenti Max in direzione U_z [mm]

Nodi Comb. 10

8 55	10	-0.08
------	----	-------

Spostamenti Max in direzione $|U_{xyz}|$ [mm]

Nodi Comb. 10

2 17	10	0.21
------	----	------

Spostamenti Massimi:

Combinazione di Carico 10 Fra i nodi 2 17 $|U_{xyz}|$ Spostamento 0.21 [mm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1
- c 1
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.005 H

Comb.	U_x		U_y		U_z		$ U_{xyz} $	
	Nodi	U_x [mm]	Nodi	U_y [mm]	Nodi	U_z [mm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [mm]
11	2-17	0.22	7-15	0.14	8-55	-0.06	2-17	0.22

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi Comb. 11

2 17	11	0.22
------	----	------

Spostamenti Max in direzione U_y [mm]

Nodi Comb. 11

7 15	11	0.14
------	----	------

Spostamenti Max in direzione U_z [mm]

Nodi Comb. 11

8 55	11	-0.06
------	----	-------

Spostamenti Max in direzione $|U_{xyz}|$ [mm]

Nodi Comb. 11

2 17	11	0.22
------	----	------

Spostamenti Massimi:

Combinazione di Carico 11 Fra i nodi 2 17 $|U_{xyz}|$ Spostamento 0.22 [mm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1
- c 1
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.005 H

Comb.	U_x	U_y	U_z	$ U_{xyz} $
-------	-------	-------	-------	-------------

	Nodi	U_x [mm]	Nodi	U_y [mm]	Nodi	U_z [mm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [mm]	
	12	2-17	0.22	7-15	0.13	8-55	-0.06	2-17	0.22

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	12
2 17	12	0.22

Spostamenti Max in direzione U_y [mm]

Nodi	Comb.	12
7 15	12	0.13

Spostamenti Max in direzione U_z [mm]

Nodi	Comb.	12
8 55	12	-0.06

Spostamenti Max in direzione $|U_{xyz}|$ [mm]

Nodi	Comb.	12
2 17	12	0.22

Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 12 Fra i nodi 2 17 $|U_{xyz}|$ Spostamento 0.22 [mm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1
- c 1
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.005 H

Comb.	U_x		U_y		U_z		$ U_{xyz} $	
	Nodi	U_x [mm]	Nodi	U_y [mm]	Nodi	U_z [mm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [mm]
13	2-17	1.59	7-15	0.72	8-55	-0.07	2-17	1.68
14	2-17	1.59	9-21	-0.68	8-55	-0.06	2-17	1.65
15	2-17	0.64	8-55	2.22	8-55	-0.07	8-55	2.27
16	11-18	-0.56	8-55	2.21	8-55	-0.07	8-55	2.25
17	11-18	-1.50	7-15	0.75	5-53	-0.06	11-18	1.60
18	11-18	-1.50	9-21	-0.70	5-53	-0.06	11-18	1.56
19	2-17	0.62	8-55	-2.14	5-53	-0.05	8-55	2.19
20	11-18	-0.55	8-55	-2.15	5-53	-0.06	8-55	2.18

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	13	14	15	16	17	18	19	20
2 17	13	1.59	1.59	0.64	-0.18	-1.14	-1.15	0.62	-0.20
2 17	14	1.59	1.59	0.64	-0.18	-1.14	-1.15	0.62	-0.20
2 17	15	1.59	1.59	0.64	-0.18	-1.14	-1.15	0.62	-0.20
11 18	16	1.19	1.20	0.24	-0.56	-1.50	-1.50	0.26	-0.55
11 18	17	1.19	1.20	0.24	-0.56	-1.50	-1.50	0.26	-0.55
11 18	18	1.19	1.20	0.24	-0.56	-1.50	-1.50	0.26	-0.55
2 17	19	1.59	1.59	0.64	-0.18	-1.14	-1.15	0.62	-0.20
11 18	20	1.19	1.20	0.24	-0.56	-1.50	-1.50	0.26	-0.55

Spostamenti Max in direzione U_y [mm]

Nodi	Comb.	13	14	15	16	17	18	19	20
------	-------	----	----	----	----	----	----	----	----

7 15	13	<u>0.72</u>	-0.48	2.13	2.14	0.75	-0.45	-1.88	-1.87
9 21	14	0.53	<u>-0.68</u>	1.93	1.93	0.51	-0.70	-2.10	-2.10
8 55	15	0.71	-0.60	<u>2.22</u>	2.21	0.68	-0.63	-2.14	-2.15
8 55	16	0.71	-0.60	2.22	<u>2.21</u>	0.68	-0.63	-2.14	-2.15
7 15	17	0.72	-0.48	2.13	2.14	<u>0.75</u>	-0.45	-1.88	-1.87
9 21	18	0.53	-0.68	1.93	1.93	0.51	<u>-0.70</u>	-2.10	-2.10
8 55	19	0.71	-0.60	2.22	2.21	0.68	-0.63	<u>-2.14</u>	-2.15
8 55	20	0.71	-0.60	2.22	2.21	0.68	-0.63	-2.14	<u>-2.15</u>

Spostamenti Max in direzione U_z [mm]

Nodi	Comb.	13	14	15	16	17	18	19	20
8 55	13	<u>-0.07</u>	-0.06	-0.07	-0.07	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04
8 55	14	-0.07	<u>-0.06</u>	-0.07	-0.07	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04
8 55	15	-0.07	-0.06	<u>-0.07</u>	-0.07	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04
8 55	16	-0.07	-0.06	-0.07	<u>-0.07</u>	-0.05	-0.04	-0.04	-0.04
5 53	17	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	<u>-0.06</u>	-0.06	-0.05	-0.06
5 53	18	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	<u>-0.06</u>	-0.05	-0.06
5 53	19	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	<u>-0.05</u>	-0.06
5 53	20	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.06	-0.06	-0.05	<u>-0.06</u>

Spostamenti Max in direzione $|U_{xyz}|$ [mm]

Nodi	Comb.	13	14	15	16	17	18	19	20
2 17	13	<u>1.68</u>	1.65	1.78	1.65	1.25	1.25	1.71	1.62
2 17	14	1.68	<u>1.65</u>	1.78	1.65	1.25	1.25	1.71	1.62
8 55	15	1.64	1.60	<u>2.27</u>	2.25	1.55	1.53	2.19	2.18
8 55	16	1.64	1.60	2.27	<u>2.25</u>	1.55	1.53	2.19	2.18
11 18	17	1.29	1.29	1.67	1.76	<u>1.60</u>	1.56	1.63	1.69
11 18	18	1.29	1.29	1.67	1.76	1.60	<u>1.56</u>	1.63	1.69
8 55	19	1.64	1.60	2.27	2.25	1.55	1.53	<u>2.19</u>	2.18
8 55	20	1.64	1.60	2.27	2.25	1.55	1.53	2.19	<u>2.18</u>

Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 15 Fra i nodi 8 55 $|U_{xyz}|$ Spostamento 2.27 [mm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

DICHIARAZIONE SULLA DUTTILITA'

Sulle caratteristiche peculiari di duttilità della struttura intelaiata in c.c.a. del progetto in oggetto si evidenzia quanto segue:

- le fondazioni risultano essere adeguatamente rigide, cioè capaci di offrire un adeguato incastro alla base delle strutture di elevazione;
- i pilastri sono dimensionati con relativa ampiezza, affinché in condizioni d'esercizio le tensioni medie a compressione del calcestruzzo siano convenientemente "basse";
- le travi sono usualmente meno rigide dei pilastri, per consentire l'innescio di fenomeni di plasticizzazione nelle intestature dei traversi e non in quelle dei ritti;
- il calcestruzzo viene scelto di buona qualità, in modo da presentare un'elevata classe di resistenza e ridurre il pericolo di collasso;
- in corrispondenza dei nodi trave-pilastro si dispongono staffe raffittite e ben conformate, aventi la funzione di presidiare il confinamento del calcestruzzo, inoltre le barre d'armatura poste nelle regioni critiche della struttura, vengono adeguatamente ancorate progettando la lunghezza di ancoraggio con una forza di trazione opportuna.

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analysis & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T.
- Analisi Statica:
 - - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
 - Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Committente : COMUNE DI FANO

Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"

Cantiere : Loc. Monteschiantello - Fano (PU)

Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

VERIFICHE PILASTRI

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"

- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Modalità di verifica

I pilastri vengono verificati (a discrezione dell'utente) secondo una delle seguenti modalità:

- Presso-tenso flessione deviata.
- Presso-tenso flessione retta. In tale caso viene svolta prima la verifica a presso-tenso flessione considerando come azioni agenti lo sforzo normale ed il momento M_x agente sulla sezione poi, disgiuntamente, considerando come azioni agenti lo sforzo normale e l'altro momento M_y . A discrezione dell'operatore tali momenti (a favore della sicurezza) possono essere incrementati di un fattore di amplificazione anch'esso a discrezione dell'utente.

Le verifiche vengono effettuate nella sezione di sommità e in quella di base in tutte le combinazioni di carico.

Nelle stampe si riportano (per le due sezioni di verifica succitate) le sollecitazioni relative alla combinazione di carico critica. Le sollecitazioni di verifica alle estremità sono valutate ad una ascissa di spunto definita dall'utente.

Sezioni Impiegate:

Sez. Nu m.	Info	Dimensio ni	Criterio	Calcestruz zo	γ_M	F.C.	f_{cd} [MPa]	f_{td} [MPa]	$\sigma_{s,SE}$ [MPa]	$\sigma_{s,TE}$ [MPa]	σ_{sp} [MPa]	Acciai o	γ_M	F.C.	f_{cd} [MPa]	f_{td} [MPa]	$\sigma_{s,SE}$ [MPa]	$\sigma_{s,TE}$ [MPa]	σ_{sp} [MPa]	Copr. [mm]	Verifica	cotg θ
1	Rett cm.30x 40	B 300 [mm] H 400 [mm]	Verp il	C28/35	1.5 0	1.0 0	28.00 0	15.86 7	16.80 0	28.00 0	12.60 0	B 45 0 0 C	1.1 5	1.0 0	450.0 00	391.3 04	360.0 00	450.0 00	450.0 00	30.0 0	Devia ta	1. 0
2	Rett cm.25x 50	B 250 [mm] H 500 [mm]	Verp il	C28/35	1.5 0	1.0 0	28.00 0	15.86 7	16.80 0	28.00 0	12.60 0	B 45 0 0 C	1.1 5	1.0 0	450.0 00	391.3 04	360.0 00	450.0 00	450.0 00	30.0 0	Devia ta	1. 0

Verifiche Pilastri:

N.B. Nella formula (7.4.28) del punto 7.4.6.2.2. TU2008 nel calcolo di A_{st} è stata inclusa l'area totale delle staffe in entrambe le direzioni. La formula (7.4.28) del punto 7.4.6.2.2. TU2008 in "CDB" viene applicata alle sole regioni critiche terminali. Fattore di sovraresistenza $\gamma_{R,d}$ (Nuovi)=1.10 $\gamma_{R,d}$ (Esistenti)=0.00 La verifica a presso-flessione è condotta considerando separatamente l'interazione dei momenti resistenti delle travi $(N, M_x, \alpha_x, M_y) + (N, M_x, M_y, \alpha_y)$

Pilastro: 1/13 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: $6 \phi 16 Af = 1206 [mm^2] < 1\phi 16 \times 4 V + 0\phi 16 \times 2 B + 1\phi 16 \times 2 H >$
Staffe: $\phi 8/100 \times 500/\phi 8/130 \times 1950/\phi 8/100 \times 500$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M_{12}	M_{13}	α_{12}	α_{13}	Sd/Sr
1	3	-23643	3112	-15321	1.00	1.00	0.23
1	3	-23643	5405	-15321	1.00	1.00	0.24
1 - 13	1	-45268	-4336	-4601	1.00	1.00	0.06
13	8	-23096	-10597	5548	1.00	1.00	0.13
13	8	-23096	-10597	5548	1.00	1.00	0.13

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V_{d12} [N]	V_{Rd12} [N]	V_{d13} [N]	V_{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	67408	126039	67398	90635	$\phi 8/100$
0.625	2.575	67408	96953	67398	69719	$\phi 8/130$
2.575	3.075	67408	126039	67398	90635	$\phi 8/100$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M_{12} [Nm]	M_{13} [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	---------------	---------------	----------------

Combinazioni Rare

1	Ft. 10	-36991	-5238	-6358	35.764
	$\sigma_{s,c}10$	-36991	-5238	-6358	-26.401
	$\sigma_{ds,Max}10$	-36991	-5238	-6358	-2.554
	$\sigma_{ds,Med}10$	-36991	-5238	-6358	-0.864
1 - 13	Ft. 10	-32191	-3074	-3256	11.447
	$\sigma_{s,c}10$	-32191	-3074	-3256	-14.389
	$\sigma_{ds,Max}10$	-32191	-3074	-3256	-1.284
	$\sigma_{ds,Med}10$	-32191	-3074	-3256	-0.443
13	Ft. 10	-27391	-911	-154	-1.640
	$\sigma_{s,c}10$	-27391	-911	-154	-4.311
	$\sigma_{ds,Max}10$	-27391	-911	-154	-0.316
	$\sigma_{ds,Med}10$	-27391	-911	-154	-0.198

Combinazioni Frequenti

1	Ft. 11	-28682	-4677	-6021	37.621
	$\sigma_{s,c}11$	-28682	-4677	-6021	-24.220
	$\sigma_{ds,Max}11$	-28682	-4677	-6021	-2.410
	$\sigma_{ds,Med}11$	-28682	-4677	-6021	-0.815

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	---------

Combinazioni Rare

1 - 13	Ft. 11	-23882	-2601	-2729	11.377
	σ _{s,c} 11	-23882	-2601	-2729	-12.119
	σ _{dis,Max} 11	-23882	-2601	-2729	-1.103
	σ _{dis,Med} 11	-23882	-2601	-2729	-0.375
13	Ft. 11	-19082	-524	563	-0.629
	σ _{s,c} 11	-19082	-524	563	-3.516
	σ _{dis,Max} 11	-19082	-524	563	-0.271
	σ _{dis,Med} 11	-19082	-524	563	-0.138

Combinazioni Quasi Permanenti

1	Ft. 12	-26604	-4537	-5937	38.130
	σ _{s,c} 12	-26604	-4537	-5937	-23.654
	σ _{dis,Max} 12	-26604	-4537	-5937	-2.373
	σ _{dis,Med} 12	-26604	-4537	-5937	-0.802
1 - 13	Ft. 12	-21804	-2482	-2597	11.407
	σ _{s,c} 12	-21804	-2482	-2597	-11.553
	σ _{dis,Max} 12	-21804	-2482	-2597	-1.058
	σ _{dis,Med} 12	-21804	-2482	-2597	-0.359
13	Ft. 12	-17004	-427	743	-0.258
	σ _{s,c} 12	-17004	-427	743	-3.432
	σ _{dis,Max} 12	-17004	-427	743	-0.271
	σ _{dis,Med} 12	-17004	-427	743	-0.125

Combinazioni Frequenti

2	Ft. 11	-41062	-108	-8739	33.709
	σ _{s,c} 11	-41062	-108	-8739	-19.339
	σ _{dis,Max} 11	-41062	-108	-8739	-2.069
	σ _{dis,Med} 11	-41062	-108	-8739	-1.023
2 - 17	Ft. 11	-36262	-60	-3832	4.885
	σ _{s,c} 11	-36262	-60	-3832	-10.124
	σ _{dis,Max} 11	-36262	-60	-3832	-0.895
	σ _{dis,Med} 11	-36262	-60	-3832	-0.443
17	Ft. 11	-31462	-12	1076	-1.871
	σ _{s,c} 11	-31462	-12	1076	-4.964
	σ _{dis,Max} 11	-31462	-12	1076	-0.376
	σ _{dis,Med} 11	-31462	-12	1076	-0.228

Combinazioni Quasi Permanenti

2	Ft. 12	-38625	-89	-8616	34.475
	σ _{s,c} 12	-38625	-89	-8616	-18.802
	σ _{dis,Max} 12	-38625	-89	-8616	-2.037
	σ _{dis,Med} 12	-38625	-89	-8616	-1.009
2 - 17	Ft. 12	-33825	-54	-3735	5.361
	σ _{s,c} 12	-33825	-54	-3735	-9.749
	σ _{dis,Max} 12	-33825	-54	-3735	-0.872
	σ _{dis,Med} 12	-33825	-54	-3735	-0.432
17	Ft. 12	-29025	-18	1146	-1.498
	σ _{s,c} 12	-29025	-18	1146	-4.807
	σ _{dis,Max} 12	-29025	-18	1146	-0.369
	σ _{dis,Med} 12	-29025	-18	1146	-0.210

Pilastro: 2/17 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: 6 ø 16 Af=1206 [mm²] < 1ø16 x 4 V + 0ø16 x 2 B + 1ø16 x 2 H >
Staffe: ø 8/100 x 500/ø 8/130 x 1950/ø 8/100 x 500

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α ₁₂	α ₁₃	Sd/Sr
2	4	-37600	-20005	-10855	1.00	1.00	0.26
2	4	-37600	-20005	-10855	1.00	1.00	0.26
2 - 17	2	-29800	-479	-6061	1.00	1.00	0.06
17	4	-28000	17250	1957	1.00	1.00	0.17
17	4	-28000	17250	1957	1.00	1.00	0.17

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	91725	126039	48855	90635	ø 8/100
0.625	2.575	91725	96953	48855	69719	ø 8/130
2.575	3.075	91725	126039	48855	90635	ø 8/100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	---------

Combinazioni Rare

2	Ft. 10	-50810	-184	-9229	30.818
	σ _{s,c} 10	-50810	-184	-9229	-21.415
	σ _{dis,Max} 10	-50810	-184	-9229	-2.194
	σ _{dis,Med} 10	-50810	-184	-9229	-1.078
2 - 17	Ft. 10	-46010	-87	-4217	3.333
	σ _{s,c} 10	-46010	-87	-4217	-11.628
	σ _{dis,Max} 10	-46010	-87	-4217	-0.994
	σ _{dis,Med} 10	-46010	-87	-4217	-0.491
17	Ft. 10	-41210	11	794	-3.333
	σ _{s,c} 10	-41210	11	794	-5.620
	σ _{dis,Max} 10	-41210	11	794	-0.408
	σ _{dis,Med} 10	-41210	11	794	-0.298

Pilastro: 3/19 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: 6 ø 16 Af=1206 [mm²] < 1ø16 x 4 V + 0ø16 x 2 B + 1ø16 x 2 H >
Staffe: ø 8/100 x 500/ø 8/130 x 1950/ø 8/100 x 500

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α ₁₂	α ₁₃	Sd/Sr
3	2	-24876	-3284	-15496	1.00	1.00	0.23
3	2	-24876	-5705	-15496	1.00	1.00	0.24
3 - 19	1	-48333	4578	-5003	1.00	1.00	0.06
19	9	-12049	-9639	-4670	1.00	1.00	0.13
19	9	-12049	-9639	-4670	1.00	1.00	0.13

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	72317	126039	65946	90635	ø 8/100
0.625	2.575	72317	96953	65946	69719	ø 8/130
2.575	3.075	72317	126039	65946	90635	ø 8/100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	---------

Combinazioni Rare

3	Ft. 10	-39051	5319	-5608	29.727
	σ _{s,c} 10	-39051	5319	-5608	-24.885
	σ _{dis,Max} 10	-39051	5319	-5608	-2.346
	σ _{dis,Med} 10	-39051	5319	-5608	-0.788
3 - 19	Ft. 10	-34251	3242	-3524	12.394
	σ _{s,c} 10	-34251	3242	-3524	-15.398
	σ _{dis,Max} 10	-34251	3242	-3524	-1.376
	σ _{dis,Med} 10	-34251	3242	-3524	-0.476
19	Ft. 10	-29451	1166	-1439	0.441
	σ _{s,c} 10	-29451	1166	-1439	-6.765
	σ _{dis,Max} 10	-29451	1166	-1439	-0.543
	σ _{dis,Med} 10	-29451	1166	-1439	-0.230

Combinazioni Frequenti

3	Ft. 11	-29995	4738	-5575	33.795
	$\sigma_{s,c}11$	-29995	4738	-5575	-23.440
	$\sigma_{ds,Max}11$	-29995	4738	-5575	-2.292
	$\sigma_{ds,Med}11$	-29995	4738	-5575	-0.770
3 - 19	Ft. 11	-25195	2722	-2892	11.998
	$\sigma_{s,c}11$	-25195	2722	-2892	-12.772
	$\sigma_{ds,Max}11$	-25195	2722	-2892	-1.163
	$\sigma_{ds,Med}11$	-25195	2722	-2892	-0.396
19	Ft. 11	-20395	707	-210	-1.051
	$\sigma_{s,c}11$	-20395	707	-210	-3.380
	$\sigma_{ds,Max}11$	-20395	707	-210	-0.251
	$\sigma_{ds,Med}11$	-20395	707	-210	-0.148

Combinazioni Quasi Permanenti

3	Ft. 12	-27731	4593	-5566	34.907
	$\sigma_{s,c}12$	-27731	4593	-5566	-23.043
	$\sigma_{ds,Max}12$	-27731	4593	-5566	-2.277
	$\sigma_{ds,Med}12$	-27731	4593	-5566	-0.766
3 - 19	Ft. 12	-22931	2592	-2734	11.944
	$\sigma_{s,c}12$	-22931	2592	-2734	-12.119
	$\sigma_{ds,Max}12$	-22931	2592	-2734	-1.110
	$\sigma_{ds,Med}12$	-22931	2592	-2734	-0.377
19	Ft. 12	-18131	592	97	-1.106
	$\sigma_{s,c}12$	-18131	592	97	-2.833
	$\sigma_{ds,Max}12$	-18131	592	97	-0.207
	$\sigma_{ds,Med}12$	-18131	592	97	-0.131

Combinazioni Frequenti

4	Ft. 11	-37039	-4827	6021	31.878
	$\sigma_{s,c}11$	-37039	-4827	6021	-24.733
	$\sigma_{ds,Max}11$	-37039	-4827	6021	-2.373
	$\sigma_{ds,Med}11$	-37039	-4827	6021	-0.808
4 - 14	Ft. 11	-32239	1363	2816	4.341
	$\sigma_{s,c}11$	-32239	1363	2816	-10.053
	$\sigma_{ds,Max}11$	-32239	1363	2816	-0.861
	$\sigma_{ds,Med}11$	-32239	1363	2816	-0.343
14	Ft. 11	-27439	7554	-389	27.225
	$\sigma_{s,c}11$	-27439	7554	-389	-16.275
	$\sigma_{ds,Max}11$	-27439	7554	-389	-1.529
	$\sigma_{ds,Med}11$	-27439	7554	-389	-0.713

Combinazioni Quasi Permanenti

4	Ft. 12	-34895	-4716	6050	33.210
	$\sigma_{s,c}12$	-34895	-4716	6050	-24.515
	$\sigma_{ds,Max}12$	-34895	-4716	6050	-2.375
	$\sigma_{ds,Med}12$	-34895	-4716	6050	-0.810
4 - 14	Ft. 12	-30095	1267	2818	4.871
	$\sigma_{s,c}12$	-30095	1267	2818	-9.804
	$\sigma_{ds,Max}12$	-30095	1267	2818	-0.849
	$\sigma_{ds,Med}12$	-30095	1267	2818	-0.340
14	Ft. 12	-25295	7250	-414	27.074
	$\sigma_{s,c}12$	-25295	7250	-414	-15.663
	$\sigma_{ds,Max}12$	-25295	7250	-414	-1.481
	$\sigma_{ds,Med}12$	-25295	7250	-414	-0.685

Pilastro: 4/14 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: $6 \varnothing 16$ Af=1206 [mm²] < $1\varnothing 16 \times 4 V + 0\varnothing 16 \times 2 B + 1\varnothing 16 \times 2 H$ >
Staffe: $\varnothing 8/100 \times 500/\varnothing 8/130 \times 1950/\varnothing 8/100 \times 500$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α_{12}	α_{13}	Sd/Sr
4	4	-30825	-7078	16652	1.00	1.00	0.25
4	4	-30825	-9096	16652	1.00	1.00	0.26
4 - 14	4	-26025	1012	7265	1.00	1.00	0.08
14	3	-20762	21451	235	1.00	1.00	0.24
14	3	-20762	21451	235	1.00	1.00	0.24

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	92268	126039	61304	90635	$\varnothing 8/100$
0.625	2.575	92268	96953	61304	69719	$\varnothing 8/130$
2.575	3.075	92268	126039	61304	90635	$\varnothing 8/100$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	----------------

Combinazioni Rare

4	Ft. 10	-45615	-5272	5905	26.988
	$\sigma_{s,c}10$	-45615	-5272	5905	-25.481
	$\sigma_{ds,Max}10$	-45615	-5272	5905	-2.362
	$\sigma_{ds,Med}10$	-45615	-5272	5905	-0.804
4 - 14	Ft. 10	-40815	1748	2807	2.840
	$\sigma_{s,c}10$	-40815	1748	2807	-11.115
	$\sigma_{ds,Max}10$	-40815	1748	2807	-0.923
	$\sigma_{ds,Med}10$	-40815	1748	2807	-0.366
14	Ft. 10	-36015	8768	-292	27.940
	$\sigma_{s,c}10$	-36015	8768	-292	-18.718
	$\sigma_{ds,Max}10$	-36015	8768	-292	-1.720
	$\sigma_{ds,Med}10$	-36015	8768	-292	-0.823

Pilastro: 5/53 / L 4.350[m] / Sezione 2 B 250 [mm]H 500 [mm]

Af: $8 \varnothing 16$ Af=1608 [mm²] < $1\varnothing 16 \times 4 V + 0\varnothing 16 \times 2 B + 2\varnothing 16 \times 2 H$ >
Staffe: $\varnothing 8 \text{ 2br.x4br./100} \times 725/\varnothing 8 \text{ 2br.x4br./170} \times 2900/\varnothing 8 \text{ 2br.x4br./100} \times 725$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α_{12}	α_{13}	Sd/Sr
5	6	-60784	11962	1279	1.00	1.00	0.07
5	6	-60784	11962	1279	1.00	1.00	0.07
5 - 53	1	-97149	-2452	-10	1.00	1.00	0.04
53	6	-46409	-11416	-5	1.00	1.00	0.06
53	6	-46409	-11416	-5	1.00	1.00	0.06

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.850	94563	161444	24763	145866	$\varnothing 8$ 2br.x4br./100
0.850	3.750	94563	94967	24763	85803	$\varnothing 8$ 2br.x4br./170
3.750	4.475	94563	161444	24763	145866	$\varnothing 8$ 2br.x4br./100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	----------------

Combinazioni Rare

5	Ft. 10	-74243	3054	-25	-4.476
	$\sigma_{s,c}10$	-74243	3054	-25	-10.460
	$\sigma_{ds,Max}10$	-74243	3054	-25	-0.743
	$\sigma_{ds,Med}10$	-74243	3054	-25	-0.498
5 - 53	Ft. 10	-67055	-1660	-6	-5.129
	$\sigma_{s,c}10$	-67055	-1660	-6	-8.361
	$\sigma_{ds,Max}10$	-67055	-1660	-6	-0.582
	$\sigma_{ds,Med}10$	-67055	-1660	-6	-0.450
53	Ft. 10	-59868	-6374	12	0.476

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	---------

Combinazioni Rare

	σ _{s,c} 10	-59868	-6374	12	-12.327
	σ _{dis,Max} 10	-59868	-6374	12	-0.919
	σ _{dis,Med} 10	-59868	-6374	12	-0.458

Combinazioni Frequenti

5	Ft. 11	-58593	2300	-5	-3.661
	σ _{s,c} 11	-58593	2300	-5	-8.127
	σ _{dis,Max} 11	-58593	2300	-5	-0.575
	σ _{dis,Med} 11	-58593	2300	-5	-0.393
5 - 53	Ft. 11	-51406	-1209	1	-3.998
	σ _{s,c} 11	-51406	-1209	1	-6.343
	σ _{dis,Max} 11	-51406	-1209	1	-0.441
	σ _{dis,Med} 11	-51406	-1209	1	-0.345
53	Ft. 11	-44218	-4719	8	0.365
	σ _{s,c} 11	-44218	-4719	8	-9.115
	σ _{dis,Max} 11	-44218	-4719	8	-0.679
	σ _{dis,Med} 11	-44218	-4719	8	-0.339

Combinazioni Quasi Permanenti

5	Ft. 12	-54681	2112	0	-3.456
	σ _{s,c} 12	-54681	2112	0	-7.544
	σ _{dis,Max} 12	-54681	2112	0	-0.534
	σ _{dis,Med} 12	-54681	2112	0	-0.367
5 - 53	Ft. 12	-47494	-1097	3	-3.711
	σ _{s,c} 12	-47494	-1097	3	-5.843
	σ _{dis,Max} 12	-47494	-1097	3	-0.406
	σ _{dis,Med} 12	-47494	-1097	3	-0.318
53	Ft. 12	-40306	-4305	6	0.337
	σ _{s,c} 12	-40306	-4305	6	-8.312
	σ _{dis,Max} 12	-40306	-4305	6	-0.619
	σ _{dis,Med} 12	-40306	-4305	6	-0.309

Pilastro: 6/20 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: 6 ø 16 Af=1206 [mm²] < 1φ16 x 4 V + 0φ16 x 2 B + 1φ16 x 2 H >
Staffe: ø 8/100 x 500/ø 8/130 x 1950/ø 8/100 x 500

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α ₁₂	α ₁₃	Sd/Sr
6	3	-33529	-20247	-9297	1.00	1.00	0.25
6	3	-33529	-21302	-9297	1.00	1.00	0.26
6 - 20	8	-34992	1146	-7443	1.00	1.00	0.08
20	2	-22113	22758	-195	1.00	1.00	0.25
20	2	-22113	22758	-195	1.00	1.00	0.25

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	92728	126039	60244	90635	ø 8/100
0.625	2.575	92728	96953	60244	69719	ø 8/130
2.575	3.075	92728	126039	60244	90635	ø 8/100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	---------

Combinazioni Rare

6	Ft. 10	-52724	-5302	-6358	25.453
	σ _{s,c} 10	-52724	-5302	-6358	-26.640
	σ _{dis,Max} 10	-52724	-5302	-6358	-2.438
	σ _{dis,Med} 10	-52724	-5302	-6358	-0.844

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	---------

Combinazioni Rare

6 - 20	Ft. 10	-47924	2137	-3020	2.725
	σ _{s,c} 10	-47924	2137	-3020	-12.627
	σ _{dis,Max} 10	-47924	2137	-3020	-1.040
	σ _{dis,Med} 10	-47924	2137	-3020	-0.413
20	Ft. 10	-43124	9576	318	27.727
	σ _{s,c} 10	-43124	9576	318	-20.659
	σ _{dis,Max} 10	-43124	9576	318	-1.867
	σ _{dis,Med} 10	-43124	9576	318	-0.894

Combinazioni Frequenti

6	Ft. 11	-41377	-4854	-6300	30.759
	σ _{s,c} 11	-41377	-4854	-6300	-25.477
	σ _{dis,Max} 11	-41377	-4854	-6300	-2.420
	σ _{dis,Med} 11	-41377	-4854	-6300	-0.833
6 - 20	Ft. 11	-36577	1599	-2950	4.072
	σ _{s,c} 11	-36577	1599	-2950	-10.949
	σ _{dis,Max} 11	-36577	1599	-2950	-0.927
	σ _{dis,Med} 11	-36577	1599	-2950	-0.366
20	Ft. 11	-31777	8052	401	27.018
	σ _{s,c} 11	-31777	8052	401	-17.469
	σ _{dis,Max} 11	-31777	8052	401	-1.618
	σ _{dis,Med} 11	-31777	8052	401	-0.757

Combinazioni Quasi Permanenti

6	Ft. 12	-38540	-4742	-6286	32.243
	σ _{s,c} 12	-38540	-4742	-6286	-25.157
	σ _{dis,Max} 12	-38540	-4742	-6286	-2.416
	σ _{dis,Med} 12	-38540	-4742	-6286	-0.830
6 - 20	Ft. 12	-33740	1465	-2932	4.569
	σ _{s,c} 12	-33740	1465	-2932	-10.554
	σ _{dis,Max} 12	-33740	1465	-2932	-0.904
	σ _{dis,Med} 12	-33740	1465	-2932	-0.358
20	Ft. 12	-28940	7671	422	26.883
	σ _{s,c} 12	-28940	7671	422	-16.670
	σ _{dis,Max} 12	-28940	7671	422	-1.556
	σ _{dis,Med} 12	-28940	7671	422	-0.723

Pilastro: 7/15 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: 6 ø 16 Af=1206 [mm²] < 1φ16 x 4 V + 0φ16 x 2 B + 1φ16 x 2 H >
Staffe: ø 8/100 x 500/ø 8/130 x 1950/ø 8/100 x 500

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α ₁₂	α ₁₃	Sd/Sr
7	5	-26657	7284	16736	1.00	1.00	0.26
7	5	-26657	8595	16736	1.00	1.00	0.26
7 - 15	5	-21857	-657	7250	1.00	1.00	0.09
15	7	-16491	-20158	203	1.00	1.00	0.23
15	7	-16491	-20158	203	1.00	1.00	0.23

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	90931	126039	63845	90635	ø 8/100
0.625	2.575	90931	96953	63845	69719	ø 8/130
2.575	3.075	90931	126039	63845	90635	ø 8/100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	---------

Combinazioni Rare

7	Ft. 10	-39505	4978	5963	30.323
	$\sigma_{s,c}10$	-39505	4978	5963	-24.959
	$\sigma_{ds,Max}10$	-39505	4978	5963	-2.368
	$\sigma_{ds,Med}10$	-39505	4978	5963	-0.806
7 - 15	Ft. 10	-34705	-1334	2794	3.444
	$\sigma_{s,c}10$	-34705	-1334	2794	-10.069
	$\sigma_{ds,Max}10$	-34705	-1334	2794	-0.851
	$\sigma_{ds,Med}10$	-34705	-1334	2794	-0.343
15	Ft. 10	-29905	-7646	-374	25.844
	$\sigma_{s,c}10$	-29905	-7646	-374	-16.553
	$\sigma_{ds,Max}10$	-29905	-7646	-374	-1.536
	$\sigma_{ds,Med}10$	-29905	-7646	-374	-0.719

Combinazioni Frequenti

7	Ft. 11	-32360	4641	6034	34.713
	$\sigma_{s,c}11$	-32360	4641	6034	-24.259
	$\sigma_{ds,Max}11$	-32360	4641	6034	-2.376
	$\sigma_{ds,Med}11$	-32360	4641	6034	-0.808
7 - 15	Ft. 11	-27560	-1027	2793	5.164
	$\sigma_{s,c}11$	-27560	-1027	2793	-9.216
	$\sigma_{ds,Max}11$	-27560	-1027	2793	-0.809
	$\sigma_{ds,Med}11$	-27560	-1027	2793	-0.332
15	Ft. 11	-22760	-6694	-447	25.676
	$\sigma_{s,c}11$	-22760	-6694	-447	-14.606
	$\sigma_{ds,Max}11$	-22760	-6694	-447	-1.387
	$\sigma_{ds,Med}11$	-22760	-6694	-447	-0.634

Combinazioni Quasi Permanenti

7	Ft. 12	-30573	4557	6052	35.877
	$\sigma_{s,c}12$	-30573	4557	6052	-24.059
	$\sigma_{ds,Max}12$	-30573	4557	6052	-2.377
	$\sigma_{ds,Med}12$	-30573	4557	6052	-0.809
7 - 15	Ft. 12	-25773	-950	2793	5.740
	$\sigma_{s,c}12$	-25773	-950	2793	-9.003
	$\sigma_{ds,Max}12$	-25773	-950	2793	-0.801
	$\sigma_{ds,Med}12$	-25773	-950	2793	-0.330
15	Ft. 12	-20973	-6457	-466	25.661
	$\sigma_{s,c}12$	-20973	-6457	-466	-14.117
	$\sigma_{ds,Max}12$	-20973	-6457	-466	-1.350
	$\sigma_{ds,Med}12$	-20973	-6457	-466	-0.612

Pilastro: 8/55 / L 4.350[m] / Sezione 2 B 250 [mm]H 500 [mm]

Af: $8 \phi 16$ Af=1608 [mm²] < $1\phi 16 \times 4 V + 0\phi 16 \times 2 B + 2\phi 16 \times 2 H$ >

Staffe: $\phi 8$ 2br.x4br./100 x 725/ $\phi 8$ 2br.x4br./170 x 2900/ $\phi 8$ 2br.x4br./100 x 725

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α_{12}	α_{13}	Sd/Sr
8	2	-62966	-10653	1379	1.00	1.00	0.06
8	2	-62966	-10653	1379	1.00	1.00	0.06
8 - 55	1	-101695	1756	-9	1.00	1.00	0.04
55	2	-48591	9704	-103	1.00	1.00	0.05
55	2	-48591	9704	-103	1.00	1.00	0.05

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.850	93857	161444	26576	145866	$\phi 8$ 2br.x4br./100
0.850	3.750	93857	94967	26576	85803	$\phi 8$ 2br.x4br./170
3.750	4.475	93857	161444	26576	145866	$\phi 8$ 2br.x4br./100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	-------	----------------------	----------------------	----------------

Combinazioni Rare

8	Ft. 10	-77343	-1543	-20	-6.256
	$\sigma_{s,c}10$	-77343	-1543	-20	-9.303
	$\sigma_{ds,Max}10$	-77343	-1543	-20	-0.644
	$\sigma_{ds,Med}10$	-77343	-1543	-20	-0.519
8 - 55	Ft. 10	-70155	1191	-6	-5.896
	$\sigma_{s,c}10$	-70155	1191	-6	-8.217
	$\sigma_{ds,Max}10$	-70155	1191	-6	-0.565
	$\sigma_{ds,Med}10$	-70155	1191	-6	-0.470
55	Ft. 10	-62968	3925	9	-2.522
	$\sigma_{s,c}10$	-62968	3925	9	-10.145
	$\sigma_{ds,Max}10$	-62968	3925	9	-0.734
	$\sigma_{ds,Med}10$	-62968	3925	9	-0.422

Combinazioni Frequenti

8	Ft. 11	-60739	-928	-2	-5.208
	$\sigma_{s,c}11$	-60739	-928	-2	-7.011
	$\sigma_{ds,Max}11$	-60739	-928	-2	-0.481
	$\sigma_{ds,Med}11$	-60739	-928	-2	-0.407
8 - 55	Ft. 11	-53551	940	2	-4.474
	$\sigma_{s,c}11$	-53551	940	2	-6.299
	$\sigma_{ds,Max}11$	-53551	940	2	-0.434
	$\sigma_{ds,Med}11$	-53551	940	2	-0.359
55	Ft. 11	-46364	2808	6	-1.937
	$\sigma_{s,c}11$	-46364	2808	6	-7.390
	$\sigma_{ds,Max}11$	-46364	2808	6	-0.534
	$\sigma_{ds,Med}11$	-46364	2808	6	-0.311

Combinazioni Quasi Permanenti

8	Ft. 12	-56588	-775	2	-4.939
	$\sigma_{s,c}12$	-56588	-775	2	-6.445
	$\sigma_{ds,Max}12$	-56588	-775	2	-0.441
	$\sigma_{ds,Med}12$	-56588	-775	2	-0.379
8 - 55	Ft. 12	-49400	877	4	-4.114
	$\sigma_{s,c}12$	-49400	877	4	-5.823
	$\sigma_{ds,Max}12$	-49400	877	4	-0.401
	$\sigma_{ds,Med}12$	-49400	877	4	-0.331
55	Ft. 12	-42213	2529	5	-1.791
	$\sigma_{s,c}12$	-42213	2529	5	-6.701
	$\sigma_{ds,Max}12$	-42213	2529	5	-0.484
	$\sigma_{ds,Med}12$	-42213	2529	5	-0.283

Pilastro: 9/21 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: $6 \phi 16$ Af=1206 [mm²] < $1\phi 16 \times 4 V + 0\phi 16 \times 2 B + 1\phi 16 \times 2 H$ >

Staffe: $\phi 8$ /100 x 500/ $\phi 8$ /130 x 1950/ $\phi 8$ /100 x 500

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α_{12}	α_{13}	Sd/Sr
9	9	-28956	7395	-17057	1.00	1.00	0.26
9	9	-28956	8867	-17057	1.00	1.00	0.26
9 - 21	9	-24156	-743	-7407	1.00	1.00	0.09
21	6	-18767	-21213	39	1.00	1.00	0.24
21	6	-18767	-21213	39	1.00	1.00	0.24

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	91000	126039	64240	90635	$\phi 8$ /100
0.625	2.575	91000	96953	64240	69719	$\phi 8$ /130
2.575	3.075	91000	126039	64240	90635	$\phi 8$ /100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	----------	-------------------------	-------------------------	------------

Combinazioni Rare

9	Ft. 10	-45018	4739	-6407	28.574
	σ _{s,c} 10	-45018	4739	-6407	-25.513
	σ _{ds,Max} 10	-45018	4739	-6407	-2.397
	σ _{ds,Med} 10	-45018	4739	-6407	-0.835
9 - 21	Ft. 10	-40218	-1616	-3004	3.323
	σ _{s,c} 10	-40218	-1616	-3004	-11.280
	σ _{ds,Max} 10	-40218	-1616	-3004	-0.944
	σ _{ds,Med} 10	-40218	-1616	-3004	-0.377
21	Ft. 10	-35418	-7971	398	23.800
	σ _{s,c} 10	-35418	-7971	398	-17.520
	σ _{ds,Max} 10	-35418	-7971	398	-1.589
	σ _{ds,Med} 10	-35418	-7971	398	-0.745

Combinazioni Frequenti

9	Ft. 11	-35726	4504	-6309	33.555
	σ _{s,c} 11	-35726	4504	-6309	-24.620
	σ _{ds,Max} 11	-35726	4504	-6309	-2.394
	σ _{ds,Med} 11	-35726	4504	-6309	-0.826
9 - 21	Ft. 11	-30926	-1198	-2925	4.895
	σ _{s,c} 11	-30926	-1198	-2925	-9.954
	σ _{ds,Max} 11	-30926	-1198	-2925	-0.863
	σ _{ds,Med} 11	-30926	-1198	-2925	-0.350
21	Ft. 11	-26126	-6899	458	24.342
	σ _{s,c} 11	-26126	-6899	458	-15.216
	σ _{ds,Max} 11	-26126	-6899	458	-1.420
	σ _{ds,Med} 11	-26126	-6899	458	-0.651

Combinazioni Quasi Permanenti

9	Ft. 12	-33404	4446	-6284	34.896
	σ _{s,c} 12	-33404	4446	-6284	-24.375
	σ _{ds,Max} 12	-33404	4446	-6284	-2.393
	σ _{ds,Med} 12	-33404	4446	-6284	-0.824
9 - 21	Ft. 12	-28604	-1093	-2905	5.455
	σ _{s,c} 12	-28604	-1093	-2905	-9.629
	σ _{ds,Max} 12	-28604	-1093	-2905	-0.846
	σ _{ds,Med} 12	-28604	-1093	-2905	-0.345
21	Ft. 12	-23804	-6632	474	24.524
	σ _{s,c} 12	-23804	-6632	474	-14.635
	σ _{ds,Max} 12	-23804	-6632	474	-1.378
	σ _{ds,Med} 12	-23804	-6632	474	-0.627

Pilastro: 10/16 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

$$Af: 6 \varnothing 16 Af=1206 [\text{mm}^2] < 1\varnothing 16 \times 4 V + 0\varnothing 16 \times 2 B + 1\varnothing 16 \times 2 H >$$

$$\text{Staffe: } \varnothing 8/100 \times 500/\varnothing 8/130 \times 1950/\varnothing 8/100 \times 500$$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α ₁₂	α ₁₃	Sd/Sr
10	4	-18594	-19730	-2709	1.00	88.72	0.22
10	4	-18594	-19730	-31	1.00	88.72	0.22
10 - 16	5	-10655	-4687	1794	1.00	1.00	0.05
16	9	-21326	-10895	-5647	1.00	1.00	0.14
16	9	-21326	-10895	-5647	1.00	1.00	0.14

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	68172	126039	65194	90635	ϕ 8/100
0.625	2.575	68172	96953	65194	69719	ϕ 8/130
2.575	3.075	68172	126039	65194	90635	ϕ 8/100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	----------	-------------------------	-------------------------	------------

Combinazioni Rare

10	Ft. 10	-34292	-4840	5761	32.210
	σ _{s,c} 10	-34292	-4840	5761	-24.145
	σ _{ds,Max} 10	-34292	-4840	5761	-2.328
	σ _{ds,Med} 10	-34292	-4840	5761	-0.787
10 - 16	Ft. 10	-29492	-3028	2441	8.610
	σ _{s,c} 10	-29492	-3028	2441	-12.277
	σ _{ds,Max} 10	-29492	-3028	2441	-1.074
	σ _{ds,Med} 10	-29492	-3028	2441	-0.367
16	Ft. 10	-24692	-1215	-880	0.128
	σ _{s,c} 10	-24692	-1215	-880	-5.462
	σ _{ds,Max} 10	-24692	-1215	-880	-0.432
	σ _{ds,Med} 10	-24692	-1215	-880	-0.187

Combinazioni Frequenti

10	Ft. 11	-26667	-4388	5478	34.309
	σ _{s,c} 11	-26667	-4388	5478	-22.358
	σ _{ds,Max} 11	-26667	-4388	5478	-2.217
	σ _{ds,Med} 11	-26667	-4388	5478	-0.747
10 - 16	Ft. 11	-21867	-2575	2063	8.847
	σ _{s,c} 11	-21867	-2575	2063	-10.427
	σ _{ds,Max} 11	-21867	-2575	2063	-0.931
	σ _{ds,Med} 11	-21867	-2575	2063	-0.312
16	Ft. 11	-17067	-762	-1351	1.843
	σ _{s,c} 11	-17067	-762	-1351	-5.080
	σ _{ds,Max} 11	-17067	-762	-1351	-0.429
	σ _{ds,Med} 11	-17067	-762	-1351	-0.169

Combinazioni Quasi Permanenti

10	Ft. 12	-24760	-4276	5407	34.879
	σ _{s,c} 12	-24760	-4276	5407	-21.894
	σ _{ds,Max} 12	-24760	-4276	5407	-2.189
	σ _{ds,Med} 12	-24760	-4276	5407	-0.737
10 - 16	Ft. 12	-19960	-2462	1969	8.961
	σ _{s,c} 12	-19960	-2462	1969	-9.970
	σ _{ds,Max} 12	-19960	-2462	1969	-0.896
	σ _{ds,Med} 12	-19960	-2462	1969	-0.300
16	Ft. 12	-15160	-649	-1469	2.710
	σ _{s,c} 12	-15160	-649	-1469	-5.070
	σ _{ds,Max} 12	-15160	-649	-1469	-0.442
	σ _{ds,Med} 12	-15160	-649	-1469	-0.177

Pilastro: 11/18 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

$$Af: 6 \varnothing 16 Af=1206 [\text{mm}^2] < 1\varnothing 16 \times 4 V + 0\varnothing 16 \times 2 B + 1\varnothing 16 \times 2 H >$$

$$\text{Staffe: } \varnothing 8/100 \times 500/\varnothing 8/130 \times 1950/\varnothing 8/100 \times 500$$

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α ₁₂	α ₁₃	Sd/Sr
11	5	-37478	-20322	9907	1.00	1.00	0.25
11	5	-37478	-20322	9907	1.00	1.00	0.25
11 - 18	1	-64626	-131	5185	1.00	1.00	0.05
18	5	-27878	17569	-2113	1.00	1.00	0.18
18	5	-27878	17569	-2113	1.00	1.00	0.18

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	94140	126039	49442	90635	ϕ 8/100
0.625	2.575	94140	96953	49442	69719	ϕ 8/130
2.575	3.075	94140	126039	49442	90635	ϕ 8/100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	----------	-------------------------	-------------------------	------------

Combinazioni Rare

11	Ft. 10	-50626	-240	8374	25.287
	σ _{s,c} 10	-50626	-240	8374	-20.050
	σ _{ds,Max} 10	-50626	-240	8374	-2.000
	σ _{ds,Med} 10	-50626	-240	8374	-0.977
11 - 18	Ft. 10	-45826	-90	3624	1.262
	σ _{s,c} 10	-45826	-90	3624	-10.511
	σ _{ds,Max} 10	-45826	-90	3624	-0.873
	σ _{ds,Med} 10	-45826	-90	3624	-0.431
18	Ft. 10	-41026	60	-1126	-2.779
	σ _{s,c} 10	-41026	60	-1126	-6.134
	σ _{ds,Max} 10	-41026	60	-1126	-0.458
	σ _{ds,Med} 10	-41026	60	-1126	-0.297

Combinazioni Frequenti

11	Ft. 11	-40926	-142	7982	28.594
	σ _{s,c} 11	-40926	-142	7982	-18.159
	σ _{ds,Max} 11	-40926	-142	7982	-1.897
	σ _{ds,Med} 11	-40926	-142	7982	-0.934
11 - 18	Ft. 11	-36126	-62	3333	2.693
	σ _{s,c} 11	-36126	-62	3333	-9.161
	σ _{ds,Max} 11	-36126	-62	3333	-0.784
	σ _{ds,Med} 11	-36126	-62	3333	-0.388
18	Ft. 11	-31326	18	-1317	-1.506
	σ _{s,c} 11	-31326	18	-1317	-5.299
	σ _{ds,Max} 11	-31326	18	-1317	-0.409
	σ _{ds,Med} 11	-31326	18	-1317	-0.227

Combinazioni Quasi Permanenti

11	Ft. 12	-38501	-118	7884	29.475
	σ _{s,c} 12	-38501	-118	7884	-17.666
	σ _{ds,Max} 12	-38501	-118	7884	-1.870
	σ _{ds,Med} 12	-38501	-118	7884	-0.923
11 - 18	Ft. 12	-33701	-55	3260	3.144
	σ _{s,c} 12	-33701	-55	3260	-8.829
	σ _{ds,Max} 12	-33701	-55	3260	-0.764
	σ _{ds,Med} 12	-33701	-55	3260	-0.378
18	Ft. 12	-28901	7	-1365	-1.188
	σ _{s,c} 12	-28901	7	-1365	-5.091
	σ _{ds,Max} 12	-28901	7	-1365	-0.397
	σ _{ds,Med} 12	-28901	7	-1365	-0.209

Pilastro: 12/22 / L 2.950[m] / Sezione 1 B 300 [mm]H 400 [mm]

Af: 6 ø 16 Af=1206 [mm²] < 1ø16 x 4 V + 0ø16 x 2 B + 1ø16 x 2 H >

Staffe: ø 8/100 x 500/ø 8/130 x 1950/ø 8/100 x 500

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N	M ₁₂	M ₁₃	α ₁₂	α ₁₃	Sd/Sr
12	8	-19510	19903	-3184	1.00	7.30	0.22
12	8	-19510	19903	-436	1.00	7.30	0.22
12 - 22	1	-43903	4493	3675	1.00	1.00	0.05
22	5	-22285	11166	-5198	1.00	1.00	0.14
22	5	-22285	11166	-5198	1.00	1.00	0.14

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	V _{d12} [N]	V _{Rd12} [N]	V _{d13} [N]	V _{Rd13} [N]	Staffe
0.125	0.625	72312	126039	66145	90635	ø 8/100
0.625	2.575	72312	96953	66145	69719	ø 8/130
2.575	3.075	72312	126039	66145	90635	ø 8/100

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [N]	M ₁₂ [Nm]	M ₁₃ [Nm]	σ [MPa]
------	--------------	----------	-------------------------	-------------------------	------------

Combinazioni Rare

12	Ft. 10	-35983	4837	5130	26.894
	σ _{s,c} 10	-35983	4837	5130	-22.700
	σ _{ds,Max} 10	-35983	4837	5130	-2.138
	σ _{ds,Med} 10	-35983	4837	5130	-0.719
12 - 22	Ft. 10	-31183	3187	2589	9.088
	σ _{s,c} 10	-31183	3187	2589	-12.971
	σ _{ds,Max} 10	-31183	3187	2589	-1.135
	σ _{ds,Med} 10	-31183	3187	2589	-0.387
22	Ft. 10	-26383	1536	48	-0.915
	σ _{s,c} 10	-26383	1536	48	-4.816
	σ _{ds,Max} 10	-26383	1536	48	-0.361
	σ _{ds,Med} 10	-26383	1536	48	-0.191

Combinazioni Frequenti

12	Ft. 11	-27754	4397	5104	30.957
	σ _{s,c} 11	-27754	4397	5104	-21.600
	σ _{ds,Max} 11	-27754	4397	5104	-2.109
	σ _{ds,Med} 11	-27754	4397	5104	-0.708
12 - 22	Ft. 11	-22954	2691	2154	9.178
	σ _{s,c} 11	-22954	2691	2154	-10.889
	σ _{ds,Max} 11	-22954	2691	2154	-0.972
	σ _{ds,Med} 11	-22954	2691	2154	-0.326
22	Ft. 11	-18154	985	-796	0.532
	σ _{s,c} 11	-18154	985	-796	-4.400
	σ _{ds,Max} 11	-18154	985	-796	-0.354
	σ _{ds,Med} 11	-18154	985	-796	-0.145

Combinazioni Quasi Permanenti

12	Ft. 12	-25697	4287	5097	32.060
	σ _{s,c} 12	-25697	4287	5097	-21.295
	σ _{ds,Max} 12	-25697	4287	5097	-2.100
	σ _{ds,Med} 12	-25697	4287	5097	-0.705
12 - 22	Ft. 12	-20897	2567	2045	9.255
	σ _{s,c} 12	-20897	2567	2045	-10.375
	σ _{ds,Max} 12	-20897	2567	2045	-0.932
	σ _{ds,Med} 12	-20897	2567	2045	-0.312
22	Ft. 12	-16097	848	-1007	1.162
	σ _{s,c} 12	-16097	848	-1007	-4.436
	σ _{ds,Max} 12	-16097	848	-1007	-0.367
	σ _{ds,Med} 12	-16097	848	-1007	-0.142

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analysis & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T.
- Analisi Statica:
 - - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
 - Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Committente : COMUNE DI FANO

Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"

Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)

Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

VERIFICHE TRAVI COPERTURA IN C.C.A.

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"

- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe.

Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono positivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:

- Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:
 1. Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.
 2. Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatura viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:
 - due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;
 - due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento
 - un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

- In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

Af Es.
Area di ferro all'estradosso
Af In.
Area di ferro all'intradosso
Sigb.Es.
Tensione del calcestruzzo estradosso
Sigb. In.
Tensione del calcestruzzo intradosso
Sigf. Es.
Tensione dell'acciaio estradosso
Sigf. In.
Tensione dell'acciaio intradosso

Sezioni Impiegate: Trave

Sezioni Nuove

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{tk} [MPa]	f_{td} [MPa]	σ_{RAE} [MPa]	σ_{REQ} [MPa]	σ_{OP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{tk} [MPa]	f_{td} [MPa]	σ_{RAE} [MPa]	σ_{REQ} [MPa]	σ_{OP} [MPa]	Cop. Es [mm]	Cop. In [mm]	cotg θ	cotg θ
1	Rett. cm.30x40	B 300 [mm] H 400 [mm]	Vertr av	C28/35	1.50	1.00	28.00	15.867	16.800	28.000	12.600	B450C	1.15	1.00	450.00	391.304	360.000	450.000	450.000	30.00	30.00	1.00	1.00
2	Rett. cm.25x40	B 250 [mm] H 400 [mm]	Vertr av	C28/35	1.50	1.00	28.00	15.867	16.800	28.000	12.600	B450C	1.15	1.00	450.00	391.304	360.000	450.000	450.000	30.00	30.00	1.00	1.00

					SLE Q.P.	0				-4835			0.824	0.000	6.649	32.716	OK
18	3.925	487	883			18742	63675	0.13	0	-111668	0.18						
					SLE Rare	12905			0				0.000	1.951	53.583	15.047	
					SLE Freq.	10547			0				0.000	1.595	43.794	12.298	OK
					SLE Q.P.	9958			0				0.000	1.506	41.347	11.611	OK
<i>Trave Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>																	
18	0.125	487	673			18827	63681	0.13	-48	-86314	0.15						
					SLE Rare	12841			0				0.000	2.036	53.317	14.468	
					SLE Freq.	10526			0				0.000	1.669	43.703	11.859	OK
					SLE Q.P.	9947			0				0.000	1.577	41.300	11.207	OK
Camp.	2.050	462	462	8856	9305	0	60596	0.13	-9305	-60596	0.13						
					SLE Rare	0			-6623				1.129	0.000	9.109	44.819	
					SLE Freq.	0			-5288				0.902	0.000	7.274	35.787	OK
					SLE Q.P.	0			-4955				0.845	0.000	6.815	33.528	OK
22	3.975	462	462			11092	60596	0.13	-12051	-60596	0.13						
					SLE Rare	55			-127				0.022	0.009	0.373	0.860	
					SLE Freq.	13			-430				0.073	0.002	0.592	2.911	OK
					SLE Q.P.	9			-506				0.086	0.002	0.696	3.424	OK

Da [m] A [m] Dx [m] V_{Ed} [N] V_{Rd,c} [N] V_{Rcd} [N] V_{Rd} [N] Staffe

<i>Trave 16 18 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	54216	51486	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	3.525	3.000	52485	51486	381284	63020	ø 8 2br. 200'
3.525	3.925	0.400	41801	52154	381284	148282	ø 8 2br. 85'
<i>Trave 18 22 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	41497	52221	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	3.575	3.050	45428	51486	381284	63020	ø 8 2br. 200'
3.575	3.975	0.400	47158	51486	381284	148282	ø 8 2br. 85'

Travata: T3 Travata 13 14 15 16

Nodo	x [m]	A _{te} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{rif} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{te} [MPa]	σ _{ti} [MPa]	w mm
<i>Trave Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>																
13	0.125	462	462			5790	60596	0.13	-10799	-60596	0.13					
						SLE Rare	0		-1601			0.273	0.000	2.202	10.833	
						SLE Freq.	0		-2108			0.359	0.000	2.899	14.265	OK
						SLE Q.P.	0		-2240			0.382	0.000	3.081	15.160	OK
Camp.	2.350	462	462	8870	12246	0	60596	0.13	-13381	-60596	0.13					
						SLE Rare	0		-9525			1.624	0.000	13.100	64.453	
						SLE Freq.	0		-7572			1.291	0.000	10.415	51.242	OK
						SLE Q.P.	0		-7084			1.208	0.000	9.744	47.940	OK
14	4.575	499	872			23065	65091	0.13	0	-110303	0.18					
						SLE Rare	16210		0			0.000	2.435	65.782	18.985	
						SLE Freq.	13753		0			0.000	2.065	55.810	16.107	OK
						SLE Q.P.	13139		0			0.000	1.973	53.317	15.387	OK
<i>Trave Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>																
14	0.125	499	883			13625	65091	0.13	0	-111677	0.18					
						SLE Rare	8863		0			0.000	1.328	37.365	10.336	
						SLE Freq.	7372		0			0.000	1.104	31.082	8.598	OK
						SLE Q.P.	7000		0			0.000	1.049	29.512	8.164	OK
Camp.	0.950	462	462	9081	2049	8406	60596	0.13	-2049	-60596	0.13					
						SLE Rare	5611		-1456			0.248	0.957	37.966	9.854	
						SLE Freq.	4757		-1157			0.197	0.811	32.192	7.829	OK
						SLE Q.P.	4544		-1082			0.184	0.775	30.749	7.323	OK
15	1.775	493	674			12213	64406	0.13	-1490	-86438	0.15					
						SLE Rare	6763		0			0.000	1.067	28.305	7.635	
						SLE Freq.	5642		0			0.000	0.890	23.612	6.369	OK
						SLE Q.P.	5361		0			0.000	0.846	22.438	6.053	OK
<i>Trave Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>																
15	0.125	493	885			18405	64399	0.13	0	-111871	0.18					
						SLE Rare	12898		0			0.000	1.940	52.928	15.032	
						SLE Freq.	11077		0			0.000	1.666	45.455	12.910	OK
						SLE Q.P.	10622		0			0.000	1.598	43.587	12.379	OK
Camp.	2.050	462	462	8836	9284	0	60596	0.13	-10377	-60596	0.13					
						SLE Rare	0		-7393			1.260	0.000	10.168	50.028	

				SLE Freq.	0				-5878			1.002	0.000	8.085	39.778	OK
				SLE Q.P.	0				-5500			0.938	0.000	7.564	37.215	OK
16	3.975	462	462			4508	60596	0.13	-10535	-60596	0.13					
				SLE Rare	0				-2527			0.431	0.000	3.475	17.098	
				SLE Freq.	0				-2815			0.480	0.000	3.872	19.049	OK
				SLE Q.P.	0				-2887			0.492	0.000	3.971	19.536	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rcd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave 13 14 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	48830	51486	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	4.175	3.650	47099	51486	381284	63020	ø 8 2br. 200'
4.175	4.575	0.400	38891	53081	381284	148282	ø 8 2br. 85'
<i>Trave 14 15 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	104678	52154	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	1.375	0.850	108755	51486	381284	126039	ø 8 4br. 200'
1.375	1.775	0.400	110674	52154	381284	148282	ø 8 2br. 85'
<i>Trave 15 16 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	41669	52678	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	3.575	3.050	52055	51486	381284	63020	ø 8 2br. 200'
3.575	3.975	0.400	53784	51486	381284	148282	ø 8 2br. 85'

Travata: T4 Travata 53 55

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave Sez. 2 Rett. 250x400 [mm] cm.25x40</i>																
53	0.125	462	462			8966	59887	0.14	-5145	-59887	0.14					
						SLE Rare	3779		0			0.000	0.705	25.726	5.977	
						SLE Freq.	2832		0			0.000	0.529	19.279	4.479	OK
						SLE Q.P.	2595		0			0.000	0.484	17.667	4.105	OK
Camp.	1.275	462	462	7184	2920	0	59887	0.14	-8493	-59887	0.14					
						SLE Rare	0		-5778			1.078	0.000	9.139	39.333	
						SLE Freq.	0		-4272			0.797	0.000	6.758	29.085	OK
						SLE Q.P.	0		-3896			0.727	0.000	6.163	26.523	OK
55	2.425	462	462			8082	59887	0.14	-4865	-59887	0.14					
						SLE Rare	2681		0			0.000	0.500	18.250	4.240	
						SLE Freq.	1878		0			0.000	0.351	12.786	2.971	OK
						SLE Q.P.	1678		0			0.000	0.313	11.420	2.654	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rcd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave 53 55 Sez. 2 Rett. 250x400 [mm] cm.25x40</i>							
0.125	0.525	0.400	56561	45594	317737	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	2.025	1.500	55001	45594	317737	63020	ø 8 2br. 200'
2.025	2.425	0.400	56561	45594	317737	148282	ø 8 2br. 85'

Travata: T5 Travata 19 20 21 22

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>																
19	0.125	462	462			6777	60596	0.13	-10598	-60596	0.13					
						SLE Rare	39		-453			0.077	0.007	0.623	3.066	
						SLE Freq.	0		-1352			0.230	0.000	1.859	9.146	OK
						SLE Q.P.	0		-1591			0.271	0.000	2.188	10.765	OK
Camp.	2.350	462	462	10829	14951	0	60596	0.13	-16673	-60596	0.13					
						SLE Rare	0		-11719			1.998	0.000	16.118	79.304	
						SLE Freq.	0		-8906			1.518	0.000	12.249	60.268	OK
						SLE Q.P.	0		-8203			1.399	0.000	11.282	55.509	OK
20	4.575	485	875			25915	63431	0.13	0	-110762	0.18					
						SLE Rare	18109		0			0.000	2.747	75.494	21.173	
						SLE Freq.	14912		0			0.000	2.262	62.164	17.435	OK
						SLE Q.P.	14112		0			0.000	2.141	58.832	16.500	OK
<i>Trave Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>																
20	0.125	485	883			14860	63431	0.13	0	-111667	0.18					
						SLE Rare	10253		0			0.000	1.553	42.456	11.955	

					SLE Freq.	8222				0				0.000	1.245	34.047	9.587	OK
					SLE Q.P.	7715				0				0.000	1.168	31.945	8.995	OK
Camp.	0.950	462	462	12479	2815	9068	60596	0.13	-2815	-60596	0.13							
					SLE Rare	5968				-1967				0.335	1.017	40.384	13.312	
					SLE Freq.	4978				-1468				0.250	0.849	33.686	9.935	OK
					SLE Q.P.	4731				-1343				0.229	0.807	32.012	9.090	OK
21	1.775	485	671			13154	63391	0.13	-1534	-86145	0.15							
					SLE Rare	7633				0				0.000	1.213	31.590	8.576	
					SLE Freq.	6175				0				0.000	0.981	25.554	6.937	OK
					SLE Q.P.	5810				0				0.000	0.923	24.045	6.528	OK
<i>Trave Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>																		
21	0.125	485	881			19836	63385	0.13	0	-111397	0.18							
					SLE Rare	13852				0				0.000	2.100	57.792	16.165	
					SLE Freq.	11664				0				0.000	1.768	48.664	13.611	OK
					SLE Q.P.	11117				0				0.000	1.685	46.382	12.973	OK
Camp.	2.050	462	462	10585	11121	0	60596	0.13	-12439	-60596	0.13							
					SLE Rare	0				-8768				1.495	0.000	12.058	59.329	
					SLE Freq.	0				-6712				1.144	0.000	9.232	45.422	OK
					SLE Q.P.	0				-6199				1.057	0.000	8.525	41.945	OK
22	3.975	462	462			5362	60596	0.13	-10533	-60596	0.13							
					SLE Rare	0				-1611				0.275	0.000	2.216	10.903	
					SLE Freq.	0				-2262				0.386	0.000	3.111	15.309	OK
					SLE Q.P.	0				-2428				0.414	0.000	3.339	16.428	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rcd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave 19 20 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	49839	51486	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	4.175	3.650	48108	51486	381284	63020	ø 8 2br. 200'
4.175	4.575	0.400	40604	52928	381284	148282	ø 8 2br. 85'
<i>Trave 20 21 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	103565	52154	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	1.375	0.850	108626	51486	381284	126039	ø 8 4br. 200'
1.375	1.775	0.400	111007	52154	381284	148282	ø 8 2br. 85'
<i>Trave 21 22 Sez. 1 Rett. 300x400 [mm] cm.30x40</i>							
0.125	0.525	0.400	43073	52195	381284	148282	ø 8 2br. 85'
0.525	3.575	3.050	52560	51486	381284	63020	ø 8 2br. 200'
3.575	3.975	0.400	54290	51486	381284	148282	ø 8 2br. 85'

VERIFICA DELLE TRAVI DI COPERTURA IN LEGNO LAMELLARE

Vengono di seguito esaminate le principali verifiche di resistenza degli elementi strutturali delle travi di copertura in legno lamellare, secondo il metodo degli stati limite.

a) Arcarecci (cm.12x16)

Tipo di legno: lamellare (abete) >>>> classe qualità II – GL24h (ex BS11)

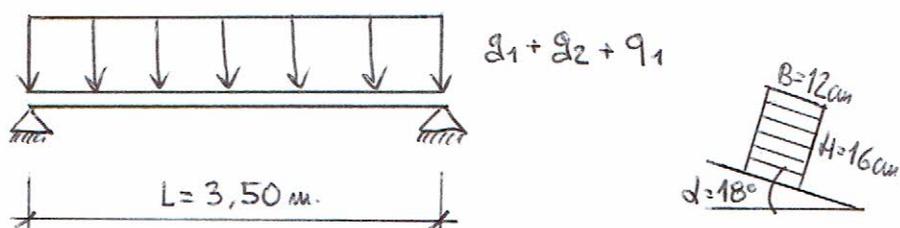
Caratteristiche del materiale:

- flessione: $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- compressione longitudinale: $f_{c,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- taglio e torsione: $f_{v,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$
- modulo elastico: $E_{0,mean} = 11600 \text{ N/mm}^2$
- modulo a torsione: $G_{mean} = 720 \text{ N/mm}^2$

GEOMETRIA DEL SISTEMA E CARICHI:

$L_{max} = m.3,50$

$i = m.1,00$



Le azioni permanenti sono date dal peso proprio del pacchetto della copertura. Il valore caratteristico delle azioni permanenti vale quindi:

$$G_1 = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

Considerando una striscia di carico larga m.1,00, si ottiene:

$$g_1 = 0,12 \times 0,16 \times 6 = 0,12 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 1,30 \times 1,00 = 1,30 \text{ kN/m}$$

L'unica azione variabile considerata è quella dovuta al carico neve. Per il calcolo si considera il caso più sfavorevole, quindi il valore caratteristico dell'azione della neve vale:

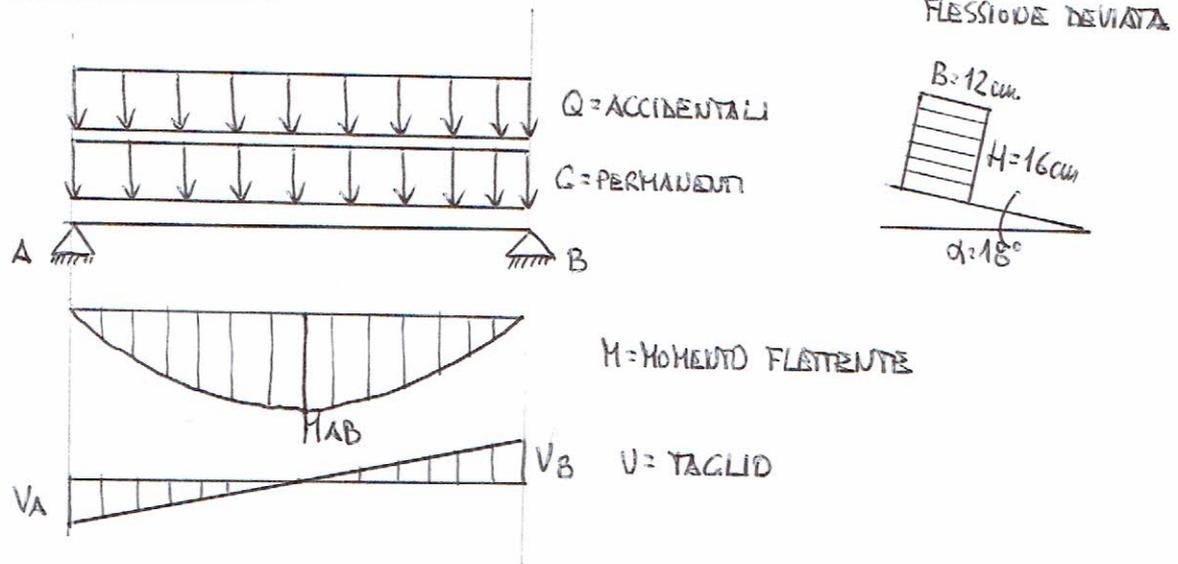
$$Q1 = 1,20 \text{ kN/mq}$$

Considerando una striscia di carico larga m.1,00, si ottiene:

$$q1 = 1,20 \times 1,00 = 1,20 \text{ kN/m}$$

Questo valore si riferisce alla superficie al suolo, o orizzontale.

STATICA DEL SISTEMA:



COMBINAZIONE DI CARICO DETERMINANTE:

Per la verifica dello stato limite ultimo devono essere considerate le combinazioni del tipo seguente:

$$F_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \cdot [Q_{1k} + \sum_{i>1} \psi_{0i} \cdot Q_{ik}]$$

$$\text{Comb. U1: } 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot G_2 + 1,5 \cdot Q_1 = 1,3 \cdot 0,12 + 1,5 \cdot 1,30 + 1,5 \cdot 1,20 = 3,91 \text{ kN/m}$$

La sollecitazione di flessione è deviata di $\alpha = 18^\circ$.

Il carico a metro lineare di arcareccio vale:

$$q_x = 3,72 \text{ kN/m}$$

$$q_y = 1,21 \text{ kN/m}$$

Gli sforzi interni determinanti per le verifiche allo stato limite ultimo, nelle sezioni maggiormente sollecitate della trave, valgono:

$$V_A = V_B = 6,84 \text{ kN (taglio)}$$

$$M_x (A-B) = 5,70 \text{ kNm (momento flettente)}$$

$$M_y (A-B) = 1,85 \text{ kNm (momento flettente)}$$

Si adottano travi dalle seguenti caratteristiche geometriche:

$$B = 120 \text{ mm}$$

$$H = 160 \text{ mm}$$

$$W_x = 5,12 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$J_x = 409,60 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 3,84 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad J_y = 230,40 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

VERIFICA DELLA SICUREZZA

Valori della resistenza di calcolo:

I valori della resistenza di calcolo si ottengono mediante la relazione:

$$f_{m,d} = (K_{mod} \cdot f_{m,k}) / \gamma_M$$

dove: γ_M = coefficiente di sicurezza parziale per le proprietà dei materiali = 1,45 (legno lamellare incollato)

K_{mod} = coefficiente di correzione = 0,9 (azioni di breve durata e classe di servizio 2)

$$f_{m,d} = (0,9 \cdot 24) / 1,45 = 14,90 \text{ N/mm}^2$$

Poiché l'altezza è minore di mm.600 (legno lamellare), occorre applicare il coefficiente di amplificazione k_h :

$$k_{h,x} = \min \{ (600/h)^{0,2}; 1,15 \} = \min \{ (600/160)^{0,2}; 1,15 \} = \min \{ 1,30; 1,15 \} = 1,15$$

$$k_{h,y} = \min \{ (600/h)^{0,2}; 1,15 \} = \min \{ (600/120)^{0,2}; 1,15 \} = \min \{ 1,38; 1,15 \} = 1,15$$

$$f_{m,y,d} = f_{m,x,d} = (K_{mod} \cdot f_{m,k}) / \gamma_M = 1,15 \cdot (0,9 \cdot 24) / 1,45 = 17,13 \text{ N/mm}^2$$

Verifica della sicurezza a flessione:

La sollecitazione massima è circa in mezzeria (MA-B) e vale: $M_{x,d} = 5,70 \text{ kNm}$; $M_{y,d} = 1,85 \text{ kNm}$;

La verifica avviene nella forma:

$$(\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + K_m \cdot (\sigma_{m,x,d} / f_{m,x,d}) \leq 1$$

$$K_m \cdot (\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d}) + (\sigma_{m,x,d} / f_{m,x,d}) \leq 1$$

$$\text{dove: } \sigma_{m,y,d} = (M_{y,d} / W_y) = (1,85 \cdot 10^6 / 3,84 \cdot 10^5) = 4,82 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,x,d} = (M_{x,d} / W_x) = (5,70 \cdot 10^6 / 5,12 \cdot 10^5) = 11,13 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0,7 \text{ (per sezioni rettangolari in legno lamellare)}$$

$$\text{Quindi: } (4,82/17,13) + 0,7 \cdot (11,13/17,13) = 0,74$$

$$0,7 \cdot (4,82/17,13) + (11,13/17,13) = 0,85$$

La resistenza alla flessione è verificata.

Verifica della sicurezza al taglio:

La sollecitazione massima è negli appoggi e vale: $V_d = 6,84 \text{ kN}$

La verifica avviene nella forma:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove: $\tau_d = 1,5 \cdot V_d / b \cdot h = 1,5 \cdot 6,84 \cdot 10^3 / 120 \cdot 160 = 0,53 \text{ N/mm}^2$

$$f_{v,d} = (K_{\text{mod}} \cdot f_{v,k}) / \gamma_M = (0,9 \cdot 2,7) / 1,45 = 1,68 \text{ N/mm}^2$$

Quindi: $\tau_d \leq f_{v,d}$

$$0,53 \text{ N/mm}^2 \leq 1,68 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza al taglio è verificata.

VERIFICA DEFORMAZIONE

Per il calcolo della deformazione (freccia) allo stato limite di esercizio o di utilizzo si deve tener conto anche degli effetti nel tempo e la deformata elastica riferita alla freccia f_0 viene amplificata mediante l'introduzione del coefficiente K_{def} per tener conto della viscosità e della umidità del materiale:

$$f_{\text{finale}} = f_0 \cdot (1 + K_{\text{def}})$$

Deve risultare: $f_{\text{finale}} \leq L/200$

La deformazione istantanea si calcola con riferimento alla combinazione di carico rara:

$$F_{d,\text{rara}} = g_1 + q_1 = 1,42 + 1,20 = 2,62 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{deformazione istantanea} = f_0 = \sqrt{[(0,59 + 0,50)^2 + (0,34 + 0,29)^2]} = 1,26 \text{ cm} < L/200 = 1,75 \text{ cm.}$$

Nel calcolo della deformazione finale si tiene conto del comportamento reologico del legno. Al termine di deformazione istantanea si deve quindi sommare il termine di deformazione differita, la quale va calcolata con riferimento alle componenti quasi permanenti delle azioni:

$$F_{d,\text{qperm}} = g_1 + 0 \cdot q_1 = 1,42 + 0 \cdot 1,20 = 1,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{deformazione differita} = f_{\text{finale}} = \sqrt{\{[0,59 \cdot (1 + 0,60)] + 0,50 \cdot [1 + (0 \cdot 0,60)]\}^2 + \{[0,34 \cdot (1 + 0,60)] + 0,29 \cdot [1 + (0 \cdot 0,60)]\}^2} = 1,67 \text{ cm} < L/200 = 1,75 \text{ cm.}$$

b) Falsi puntoni (cm.12x24)

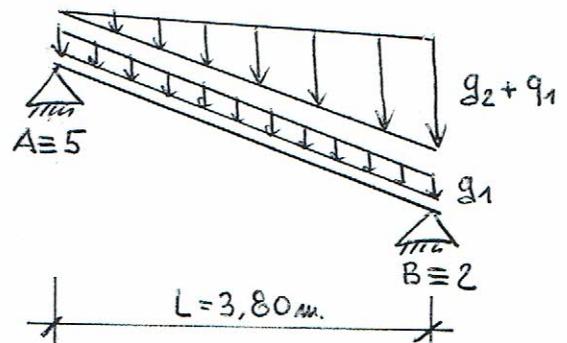
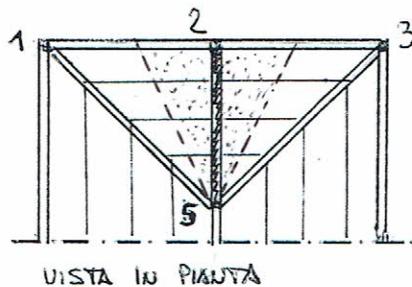
Tipo di legno: lamellare (abete) >>>> classe qualità II – GL24h (ex BS11)

Caratteristiche del materiale:

- flessione: $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- compressione longitudinale: $f_{c,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- taglio e torsione: $f_{v,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$
- modulo elastico: $E_{0,mean} = 11600 \text{ N/mm}^2$
- modulo a torsione: $G_{mean} = 720 \text{ N/mm}^2$

GEOMETRIA DEL SISTEMA E CARICHI:

$L_{max} = 3,80 \text{ m}$



Le azioni permanenti sono date dal peso proprio del pacchetto della copertura e delle travi. Il valore caratteristico delle azioni permanenti vale quindi:

$$G_1 = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

Considerando la porzione di solaio interessata, si ottiene:

$$g_1 = 0,12 \cdot 0,24 \cdot 6 = 0,17 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 1,30 \cdot [(3,95/2) + (3,95/2)] = 5,14 \text{ kN/m}$$

Questo valore è riferito alla superficie, rispettivamente alla lunghezza effettiva del tetto, intesa cioè sul piano inclinato della falda considerata.

L'unica azione variabile considerata è quella dovuta al carico neve. Per il calcolo si considera il caso più sfavorevole, quindi il valore caratteristico dell'azione della neve vale:

$$Q_1 = 1,20 \text{ kN/m}^2$$

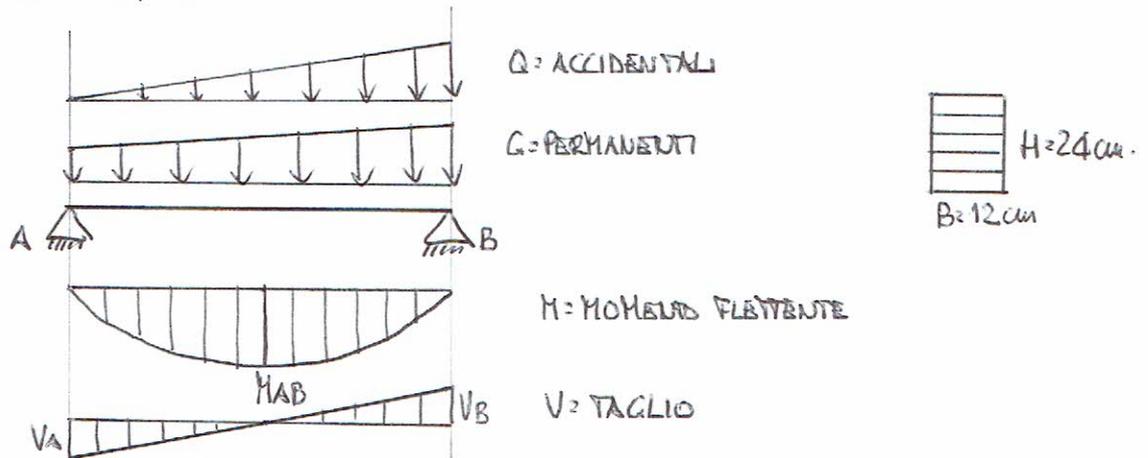
Considerando la porzione di solaio interessata, si ottiene:

$$q_1 = 1,20 \cdot [(3,95/2) + (3,95/2)] = 4,74 \text{ kN/m}$$

Questo valore si riferisce alla superficie al suolo, o orizzontale.

STATICA DEL SISTEMA:

Il sistema statico può essere semplificato in considerazione della ridotta pendenza della falda e usando come riferimento dei carichi il piano orizzontale, cioè:



COMBINAZIONE DI CARICO DETERMINANTE:

Per la verifica dello stato limite ultimo devono essere considerate le combinazioni del tipo seguente:

$$F_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \cdot [Q_{1k} + \sum_{i>1} \psi_{0i} \cdot Q_{ik}]$$

$$\text{Comb. U1: } 1,5 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_1$$

$$1,3 \cdot 0,17 = 0,22 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$1,5 \cdot 5,14 + 1,5 \cdot 4,74 = 7,71 + 7,11 = 14,82 \text{ kN/m (carico distribuito triangolare)}$$

Gli sforzi interni determinanti per le verifiche allo stato limite ultimo, nelle sezioni maggiormente sollecitate della trave, valgono:

$$V_A = 0,42 + 9,39 = 9,81 \text{ kN (taglio)}$$

$$V_B = 0,42 + 18,77 = 19,19 \text{ kN (taglio)}$$

$$M_{A-B} = 0,40 + 13,73 = 14,13 \text{ kNm (momento flettente)}$$

Si adottano travi dalle seguenti caratteristiche geometriche:

$$B = 120 \text{ mm} \quad H = 240 \text{ mm}$$

$$W_x = 11,52 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad J_x = 1,382,40 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

VERIFICA DELLA SICUREZZA

Valori della resistenza di calcolo:

I valori della resistenza di calcolo si ottengono mediante la relazione:

$$X_d = (K_{mod} \cdot X_k) / \gamma_M$$

dove: γ_M = coefficiente di sicurezza parziale per le proprietà dei materiali = 1,45 (legno lamellare incollato)

K_{mod} = coefficiente di correzione = 0,9

Verifica della sicurezza a flessione:

La sollecitazione massima è in mezzzeria (MA-B) e vale: $M_d = 14,13$ kNm

La verifica avviene nella forma:

$$\sigma_{m,d} \leq K_{crit} * f_{m,d}$$

dove: $\sigma_{m,d} = M_d / W = 14,13 * 10^6 / 11,52 * 10^5 = 12,27$ N/mm²

$f_{m,d} = (K_{mod} * f_{m,k}) / \gamma_M = (0,9 * 24) / 1,45 = 14,90$ N/mm²

$k_{crit} = 1$, in quanto lo svergolamento delle travi è impedito dal pacchetto di copertura ad esse fissato

Quindi: $\sigma_{m,d} \leq K_{crit} * f_{m,d}$

$$12,27 \text{ N/mm}^2 \leq 1 * 14,90 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza alla flessione è verificata.

Verifica della sicurezza al taglio:

La sollecitazione massima è negli appoggi e vale: $V_d = 19,19$ kN

La verifica avviene nella forma:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove: $\tau_d = 1,5 * V_d / b * h = 1,5 * 19,19 * 10^3 / 120 * 240 = 1,00$ N/mm²

$f_{v,d} = (K_{mod} * f_{v,k}) / \gamma_M = (0,9 * 2,7) / 1,45 = 1,67$ N/mm²

Quindi: $\tau_d \leq f_{v,d}$

$$1,00 \text{ N/mm}^2 \leq 1,67 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza al taglio è verificata.

VERIFICA DEFORMAZIONE

Per il calcolo della deformazione (freccia) allo stato limite di esercizio o di utilizzo si deve tener conto anche degli effetti nel tempo e la deformata elastica riferita alla freccia f_0 (deformazione istantanea) viene amplificata mediante l'introduzione del coefficiente K_{def} per tener conto della viscosità e della umidità del materiale:

$$f_{\text{finale}} = f_0 * (1 + K_{\text{def}})$$

Deve risultare: $f_{\text{finale}} \leq L/200$

La deformazione istantanea si calcola con riferimento alla combinazione di carico rara ($F_{d,rara}$):

$$g_1 = 0,17 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$g_2 + q_1 = 5,14 + 4,74 = 9,88 \text{ kN/m (carico distribuito triangolare)}$$

$$\text{deformazione istantanea} = f_0 = 0,03 + 0,46 + 0,42 = 0,91 \text{ cm.} < L/200 = 1,90 \text{ cm.}$$

Nel calcolo della deformazione finale si tiene conto del comportamento reologico del legno. Al termine di deformazione istantanea si deve quindi sommare il termine di deformazione differita, la quale va calcolata con riferimento alle componenti quasi permanenti delle azioni ($F_{d,qperm}$):

$$g_1 = 0,17 \text{ kN/m}$$

$$g_2 + 0 * q_1 = 5,14 + 0 * 4,74 = 5,14 \text{ kN/m}$$

$$\text{deformazione differita} = f_{\text{finale}} = [(0,03 + 0,46) * (1 + 0,60)] + \{0,42 * [1 + (0 * 0,60)]\} = 0,78 + 0,42 = 1,20 \text{ cm} < L/200 = 1,90 \text{ cm.}$$

c) Falsi puntoni (cm.12x24)

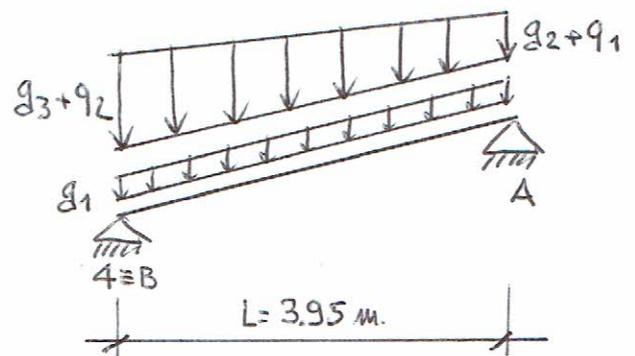
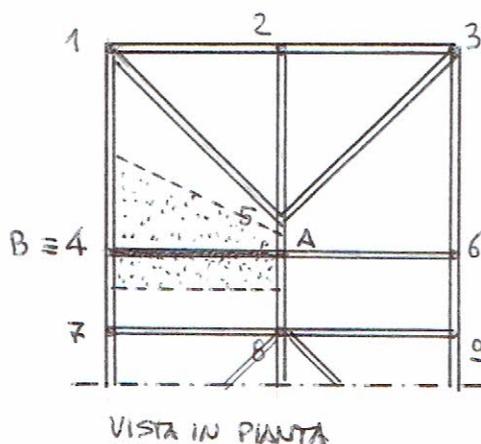
Tipo di legno: lamellare (abete) >>>> classe qualità II – GL24h (ex BS11)

Caratteristiche del materiale:

- flessione: $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- compressione longitudinale: $f_{c,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- taglio e torsione: $f_{v,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$
- modulo elastico: $E_{0,mean} = 11600 \text{ N/mm}^2$
- modulo a torsione: $G_{mean} = 720 \text{ N/mm}^2$

GEOMETRIA DEL SISTEMA E CARICHI:

$$L_{\text{max}} = 3,95 \text{ m}$$



Le azioni permanenti sono date dal peso proprio del pacchetto della copertura e delle travi. Il valore caratteristico delle azioni permanenti vale quindi:

$$G_1 = 1,30 \text{ kN/mq}$$

Considerando la porzione di solaio interessata, si ottiene:

$$g_1 = 0,12 \cdot 0,24 \cdot 6 = 0,17 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 1,30 \cdot [(1,62/2) + (0,90/2)] = 1,64 \text{ kN/m}$$

$$g_3 = 1,30 \cdot [(1,62/2) + (4,64/2)] = 4,07 \text{ kN/m}$$

Questo valore è riferito alla superficie, rispettivamente alla lunghezza effettiva del tetto, intesa cioè sul piano inclinato della falda considerata.

L'unica azione variabile considerata è quella dovuta al carico neve. Per il calcolo si considera il caso più sfavorevole, quindi il valore caratteristico dell'azione della neve vale:

$$Q_1 = 1,20 \text{ kN/mq}$$

Considerando la porzione di solaio interessata, si ottiene:

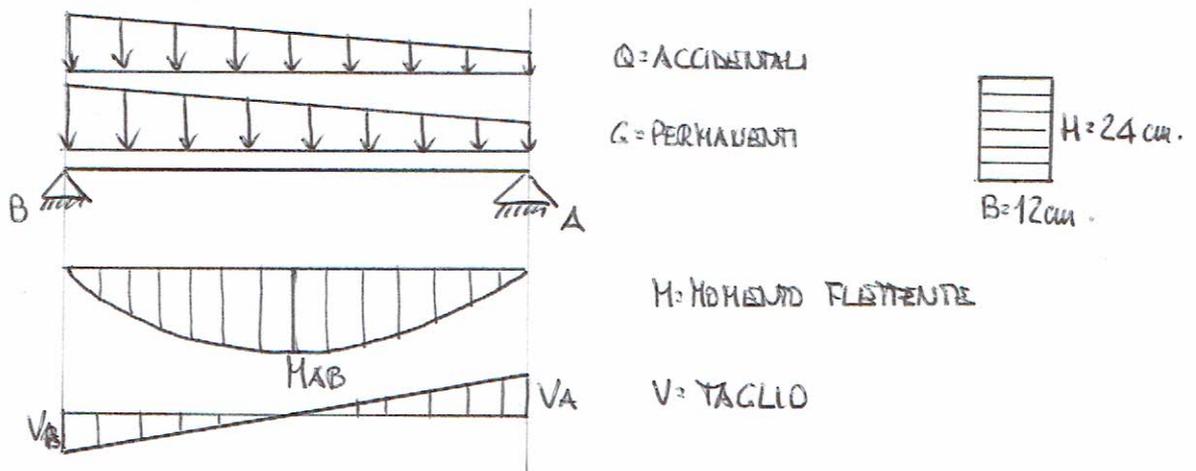
$$q_1 = 1,20 \cdot [(1,62/2) + (0,90/2)] = 1,74 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = 1,20 \cdot [(1,62/2) + (4,64/2)] = 3,76 \text{ kN/m}$$

Questo valore si riferisce alla superficie al suolo, o orizzontale.

STATICA DEL SISTEMA:

Il sistema statico può essere semplificato in considerazione della ridotta pendenza della falda e usando come riferimento dei carichi il piano orizzontale, cioè:



COMBINAZIONE DI CARICO DETERMINANTE:

Per la verifica dello stato limite ultimo devono essere considerate le combinazioni del tipo seguente:

$$F_d = \gamma_g \cdot G_k + \gamma_p \cdot P_k + \gamma_q \cdot [Q_{1k} + \sum_{i>1} \psi_{0i} \cdot Q_{ik}]$$

$$\text{Comb. U1: } 1,5 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_1$$

$$1,3 \cdot 0,17 = 0,22 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$1,5 \cdot 1,64 + 1,5 \cdot 1,74 = 5,07 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$1,5 \cdot (4,07 - 1,64) + 1,5 \cdot (3,76 - 1,74) = 3,65 + 3,03 = 6,68 \text{ kN/m (carico distribuito triangolare)}$$

Gli sforzi interni determinanti per le verifiche allo stato limite ultimo, nelle sezioni maggiormente sollecitate della trave, valgono:

$$V_A = 0,43 + 10,01 + 4,45 = 14,89 \text{ kN (taglio)}$$

$$V_B = 0,43 + 10,01 + 8,80 = 19,24 \text{ kN (taglio)}$$

$$M_{A-B} = 0,43 + 9,89 + 6,69 = 17,00 \text{ kNm (momento flettente)}$$

Si adottano travi dalle seguenti caratteristiche geometriche:

$$B = 120 \text{ mm} \quad H = 240 \text{ mm}$$

$$W_x = 11,52 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad J_x = 1.382,40 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

VERIFICA DELLA SICUREZZA

Valori della resistenza di calcolo:

I valori della resistenza di calcolo si ottengono mediante la relazione:

$$X_d = (K_{mod} \cdot X_k) / \gamma_M$$

dove: γ_M = coefficiente di sicurezza parziale per le proprietà dei materiali = 1,45 (legno lamellare incollato)

K_{mod} = coefficiente di correzione = 0,9

Verifica della sicurezza a flessione:

La sollecitazione massima è in mezzzeria (MA-B) e vale: $M_d = 17,00 \text{ kNm}$

La verifica avviene nella forma:

$$\sigma_{m,d} \leq K_{crit} \cdot f_{m,d}$$

dove: $\sigma_{m,d} = M_d / W = 17,00 \cdot 10^6 / 11,52 \cdot 10^5 = 14,76 \text{ N/mm}^2$

$$f_{m,d} = (K_{mod} \cdot f_{m,k}) / \gamma_M = (0,9 \cdot 24) / 1,45 = 14,90 \text{ N/mm}^2$$

$k_{crit} = 1$, in quanto lo svergolamento delle travi è impedito dal pacchetto di copertura ad esse fissato

Quindi: $\sigma_{m,d} \leq K_{crit} \cdot f_{m,d}$

$$14,76 \text{ N/mm}^2 \leq 1 \cdot 14,90 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza alla flessione è verificata.

Verifica della sicurezza al taglio:

La sollecitazione massima è negli appoggi e vale: $V_d = 19,24 \text{ kN}$

La verifica avviene nella forma:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove: $\tau_d = 1,5 \cdot V_d / b \cdot h = 1,5 \cdot 19,24 \cdot 10^3 / 120 \cdot 240 = 1,00 \text{ N/mm}^2$

$$f_{v,d} = (K_{\text{mod}} \cdot f_{v,k}) / \gamma_M = (0,9 \cdot 2,7) / 1,45 = 1,67 \text{ N/mm}^2$$

Quindi: $\tau_d \leq f_{v,d}$

$$1,00 \text{ N/mm}^2 \leq 1,67 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza al taglio è verificata.

VERIFICA DEFORMAZIONE

Per il calcolo della deformazione (freccia) allo stato limite di esercizio o di utilizzo si deve tener conto anche degli effetti nel tempo e la deformata elastica riferita alla freccia f_0 (deformazione istantanea) viene amplificata mediante l'introduzione del coefficiente K_{def} per tener conto della viscosità e della umidità del materiale:

$$f_{\text{finale}} = f_0 \cdot (1 + K_{\text{def}})$$

Deve risultare: $f_{\text{finale}} \leq L/200$

La deformazione istantanea si calcola con riferimento alla combinazione di carico rara ($F_{d,rara}$):

$$g_1 = 0,17 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$g_2 + q_1 = 1,64 + 1,74 = 3,38 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$g_3 + q_2 = 2,43 + 2,02 = 4,45 \text{ kN/m (carico distribuito triangolare)}$$

$$\text{deformazione istantanea} = f_0 = 0,04 + 0,34 + 0,36 + 0,25 + 0,21 = 1,20 \text{ cm.} < L/200 = 1,97 \text{ cm.}$$

Nel calcolo della deformazione finale si tiene conto del comportamento reologico del legno. Al termine di deformazione istantanea si deve quindi

sommare il termine di deformazione differita, la quale va calcolata con riferimento alle componenti quasi permanenti delle azioni ($F_{d,qperm}$):

$$g_1 = 0,17 \text{ kN/m}$$

$$g_2 + 0 \cdot q_1 = 1,64 + 0 \cdot 1,74 = 1,64 \text{ kN/m}$$

$$g_3 + 0 \cdot q_2 = 2,43 + 0 \cdot 2,02 = 2,43 \text{ kN/m}$$

$$\text{deformazione differita} = f_{\text{finale}} = [(0,04+0,34+0,25) \cdot (1+0,60)] + \{(0,36+0,21) \cdot [1+(0 \cdot 0,60)]\} = 1,01+0,57 = 1,58 \text{ cm} < L/200 = 1,97 \text{ cm.}$$

d) Trave diagonale (cm.16x24)

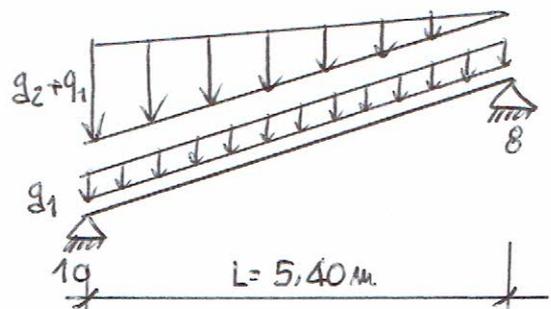
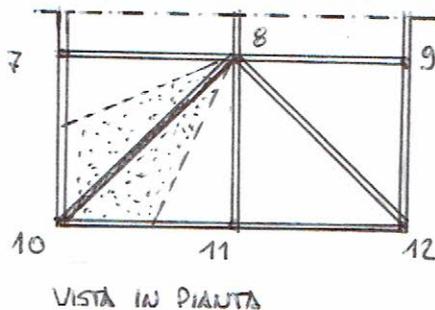
Tipo di legno: lamellare (abete) >>>> classe qualità II – GL24h (ex BS11)

Caratteristiche del materiale:

- flessione: $f_{m,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- compressione longitudinale: $f_{c,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$
- taglio e torsione: $f_{v,k} = 2,7 \text{ N/mm}^2$
- modulo elastico: $E_{0,mean} = 11600 \text{ N/mm}^2$
- modulo a torsione: $G_{mean} = 720 \text{ N/mm}^2$

GEOMETRIA DEL SISTEMA E CARICHI:

$$L_{\text{max}} = 5,40 \text{ m}$$



Le azioni permanenti sono date dal peso proprio del pacchetto della copertura e delle travi. Il valore caratteristico delle azioni permanenti vale quindi:

$$G_1 = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

Considerando la porzione di solaio interessata, si ottiene:

$$g_1 = 0,16 \cdot 0,24 \cdot 6 = 0,23 \text{ kN/m}$$

$$g_2 = 1,30 \cdot [(3,90/2) + (4,09/2)] \cdot 3,95/5,35 = 3,83 \text{ kN/m}$$

Questo valore è riferito alla superficie, rispettivamente alla lunghezza effettiva del tetto, intesa cioè sul piano inclinato della falda considerata.

L'unica azione variabile considerata è quella dovuta al carico neve. Per il calcolo si considera il caso più sfavorevole, quindi il valore caratteristico dell'azione della neve vale:

$$Q_1 = 1,20 \text{ kN/mq}$$

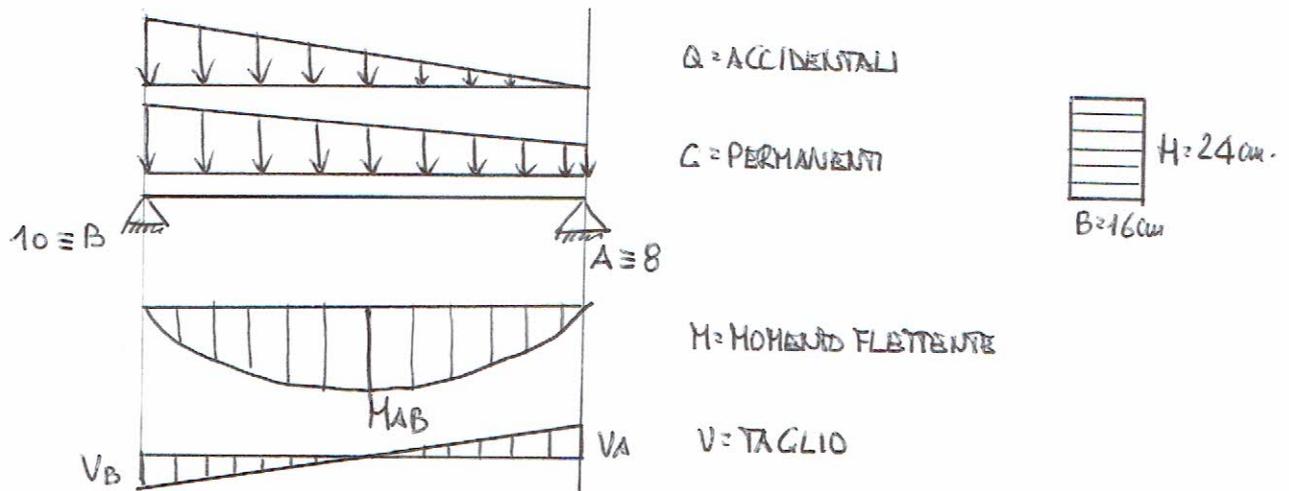
Considerando la porzione di solaio interessata, si ottiene:

$$q_1 = 1,20 * [(3,90/2) + (4,09/2)] * 3,95/5,35 = 3,54 \text{ kN/m}$$

Questo valore si riferisce alla superficie al suolo, o orizzontale.

STATICA DEL SISTEMA:

Il sistema statico può essere semplificato in considerazione della ridotta pendenza della falda e usando come riferimento dei carichi il piano orizzontale, cioè:



COMBINAZIONE DI CARICO DETERMINANTE:

Per la verifica dello stato limite ultimo devono essere considerate le combinazioni del tipo seguente:

$$F_d = \gamma_g * G_k + \gamma_p * P_k + \gamma_q * [Q_{1k} + \sum_{i>1} \psi_{0i} * Q_{ik}]$$

$$\text{Comb. U1: } 1,5 * G_1 + 1,5 * Q_1$$

$$1,3 * 0,23 = 0,30 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$1,5 * 3,83 + 1,5 * 3,54 = 5,75 + 5,31 = 11,03 \text{ kN/m (carico distribuito triangolare)}$$

Gli sforzi interni determinanti per le verifiche allo stato limite ultimo, nelle sezioni maggiormente sollecitate della trave, valgono:

$$V_A = 0,81 + 9,93 = 10,74 \text{ kN (taglio)}$$

$$V_B = 0,81 + 19,85 = 20,66 \text{ kN (taglio)}$$

$$M_{A-B} = 1,09 + 20,63 = 21,73 \text{ kNm (momento flettente)}$$

Si adottano travi dalle seguenti caratteristiche geometriche:

$$B = 160 \text{ mm} \quad H = 240 \text{ mm}$$

$$W_x = 15,36 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad J_x = 1.843,20 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$$

VERIFICA DELLA SICUREZZA

Valori della resistenza di calcolo:

I valori della resistenza di calcolo si ottengono mediante la relazione:

$$X_d = (K_{mod} \cdot X_k) / \gamma_M$$

dove: γ_M = coefficiente di sicurezza parziale per le proprietà dei materiali = 1,45 (legno lamellare incollato)

K_{mod} = coefficiente di correzione = 0,9

Verifica della sicurezza a flessione:

La sollecitazione massima è in mezzzeria (MA-B) e vale: $M_d = 21,73 \text{ kNm}$

La verifica avviene nella forma:

$$\sigma_{m,d} \leq K_{crit} \cdot f_{m,d}$$

dove: $\sigma_{m,d} = M_d / W = 21,73 \cdot 10^6 / 15,36 \cdot 10^5 = 14,15 \text{ N/mm}^2$

$$f_{m,d} = (K_{mod} \cdot f_{m,k}) / \gamma_M = (0,9 \cdot 24) / 1,45 = 14,90 \text{ N/mm}^2$$

$k_{crit} = 1$, in quanto lo svergolamento delle travi è impedito dal pacchetto di copertura ad esse fissato

Quindi: $\sigma_{m,d} \leq K_{crit} \cdot f_{m,d}$

$$14,15 \text{ N/mm}^2 \leq 1 \cdot 14,90 \text{ N/mm}^2$$

La resistenza alla flessione è verificata.

Verifica della sicurezza al taglio:

La sollecitazione massima è negli appoggi e vale: $V_d = 20,66 \text{ kN}$

La verifica avviene nella forma:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove: $\tau_d = 1,5 \cdot V_d / b \cdot h = 1,5 \cdot 20,66 \cdot 10^3 / 160 \cdot 240 = 0,81 \text{ N/mm}^2$

$$f_{v,d} = (K_{mod} \cdot f_{v,k}) / \gamma_M = (0,9 \cdot 2,7) / 1,45 = 1,67 \text{ N/mm}^2$$

Quindi: $\tau_d \leq f_{v,d}$
 $0,81 \text{ N/mm}^2 \leq 1,67 \text{ N/mm}^2$

La resistenza al taglio è verificata.

VERIFICA DEFORMAZIONE

Per il calcolo della deformazione (freccia) allo stato limite di esercizio o di utilizzo si deve tener conto anche degli effetti nel tempo e la deformata elastica riferita alla freccia f_0 (deformazione istantanea) viene amplificata mediante l'introduzione del coefficiente K_{def} per tener conto della viscosità e della umidità del materiale:

$$f_{finale} = f_0 * (1 + K_{def})$$

$$\text{Deve risultare: } f_{finale} \leq L/200$$

La deformazione istantanea si calcola con riferimento alla combinazione di carico rara ($F_{d,rara}$):

$$g_1 = 0,23 \text{ kN/m (carico distribuito rettangolare)}$$

$$g_2 + q_1 = 3,83 + 3,54 = 7,37 \text{ kN/m (carico distribuito triangolare)}$$

$$\text{deformazione istantanea} = f_0 = 0,13 + 1,05 + 0,97 = 2,15 \text{ cm} < L/200 = 2,70 \text{ cm.}$$

Nel calcolo della deformazione finale si tiene conto del comportamento reologico del legno. Al termine di deformazione istantanea si deve quindi sommare il termine di deformazione differita, la quale va calcolata con riferimento alle componenti quasi permanenti delle azioni ($F_{d,qperm}$):

$$g_1 = 0,23 \text{ kN/m}$$

$$g_2 + 0 * q_1 = 3,83 + 0 * 3,54 = 3,83 \text{ kN/m}$$

$$\text{deformazione differita} = f_{finale} = [(0,13 + 1,05) * (1 + 0,45)] + \{0,97 * [1 + (0 * 0,45)]\} = 1,71 + 0,97 = 2,68 \text{ cm} < L/200 = 2,70 \text{ cm.}$$

En.Ex.Sys. WinStrand

Structural Analysis & Design

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Elementi finiti implementati

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastrini).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.
- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T.
- Analisi Statica:
 - - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
 - Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

Committente : COMUNE DI FANO

Concessionario: Soc. "A.S.D. TIRO A VOLO FANO"

Cantiere : Loc. Monteschiattello - Fano (PU)

Progettista : Dott.Ing. Giuseppe Mattioli

VERIFICHE TRAVI DI FONDAZIONE

Normativa di riferimento

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»".
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"

- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica".
- Istruzioni per la valutazione delle: Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)

Modalità di verifica

Le travi vengono progettate-verificate a flessione retta e taglio nel piano longitudinale della trave sulla base dell'involuppo delle sollecitazioni.

Viene comunque sempre predisposta l'armatura minima mentre gli sforzi di taglio vengono integralmente assorbiti dalle staffe.

Le operazioni di progetto-verifica vengono condotte, per ogni asta, in tre diverse sezioni e precisamente in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri e della sezione in campata nella quale viene riscontrato il massimo momento positivo (negativo).

I momenti si intendono positivi se tendono le fibre di intradosso (inferiori).

Per quanto concerne il progetto e la verifica delle travi a taglio esse vengono condotte nel modo seguente:

- Si controlla se la trave necessita o meno di armatura aggiuntiva a taglio:
 1. Se non occorre armatura aggiuntiva a taglio si procede a disporre la staffatura minima di regolamento e la progettazione ha termine.
 2. Se occorre armatura aggiuntiva a taglio la staffatura viene progettata andando a suddividere la trave, a seconda del caso, in uno, tre o cinque conci:
 - due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione;
 - due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento
 - un restante (eventuale) concio di chiusura centrale.
- In ogni caso l'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Per quanto concerne le verifiche a taglio esse vengono condotte suddividendo la trave in cinque conci:

due tronchi in prossimità degli appoggi di lunghezza pari all'altezza della sezione; due altri (eventuali) tronchi dall'ascissa precedente a quella in cui il taglio può essere assorbito con la sola staffatura minima da regolamento; il restante (eventuale) concio di chiusura centrale.

L'armatura a taglio si intende simmetrica rispetto alla mezzeria della trave e viene progettata considerando, rispetto alla mezzeria, la zona della trave più sollecitata.

Simbologia utilizzata:

Af Es.
Area di ferro all'estradosso
Af In.
Area di ferro all'intradosso
Sigb.Es.
Tensione del calcestruzzo estradosso
Sigb. In.
Tensione del calcestruzzo intradosso
Sigf. Es.
Tensione dell'acciaio estradosso
Sigf. In.
Tensione dell'acciaio intradosso

Sezioni Impiegate: Trave di fondazione

Sezioni Nuove

Sez. Nu. m.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_m	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{sARE} [MPa]	σ_{sREQ} [MPa]	σ_{sQP} [MPa]	Acciaio	γ_m	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{sARE} [MPa]	σ_{sREQ} [MPa]	σ_{sQP} [MPa]	Cop. Es [mm]	Cop. In [mm]	cotg θ	cotg θ
1	Rett. cm.60x60	B 600 [mm] H 600 [mm] Terreno numero 1	Verfondo	C25/30	1.50	1.00	25.00	14.167	15.000	25.000	11.250	B450C	1.15	1.00	450.00	391.304	360.000	450.000	450.000	30.00	30.00	1.00	1.00
2	Rett. cm.30x30	B 300 [mm] H 300 [mm] Terreno numero 1	Verfondo	C25/30	1.50	1.00	25.00	14.167	15.000	25.000	11.250	B450C	1.15	1.00	450.00	391.304	360.000	450.000	450.000	30.00	30.00	1.00	1.00

				SLE Q.P.	1375			-10			0.000	0.071	3.318	0.572	OK
Camp.	2.025	804	804		23291	160074	0.09	0	-160074	0.09					
				SLE Rare	15345			0			0.000	0.694	37.369	6.252	
				SLE Freq.	12553			0			0.000	0.568	30.569	5.115	OK
				SLE Q.P.	11855			0			0.000	0.536	28.869	4.830	OK
2	3.925	930	1607		35090	184931	0.09	-27832	-311380	0.12					
				SLE Rare	2493			0			0.000	0.097	3.991	0.873	
				SLE Freq.	3138			0			0.000	0.122	5.023	1.098	OK
				SLE Q.P.	3299			0			0.000	0.129	5.281	1.155	OK
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>															
2	0.125	930	1607		15781	184931	0.09	-9137	-311380	0.12					
				SLE Rare	2390			0			0.000	0.093	3.522	0.837	
				SLE Freq.	3084			0			0.000	0.120	4.545	1.080	OK
				SLE Q.P.	3257			0			0.000	0.127	4.800	1.140	OK
Camp.	2.050	804	804		33229	160074	0.09	-6183	-160074	0.09					
				SLE Rare	16578			0			0.000	0.750	40.372	6.755	
				SLE Freq.	13350			0			0.000	0.604	32.510	5.439	OK
				SLE Q.P.	12543			0			0.000	0.567	30.544	5.110	OK
3	3.975	581	804		54443	116828	0.08	-50899	-159865	0.09					
				SLE Rare	1178			-471			0.022	0.061	2.845	1.148	
				SLE Freq.	1486			-55			0.003	0.077	3.586	0.618	OK
				SLE Q.P.	1611			0			0.000	0.083	3.889	0.670	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave di fondazione 1 2 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.706	0.581	22099	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.706	3.344	2.638	19509	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.344	3.925	0.581	22924	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
<i>Trave di fondazione 2 3 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.658	0.533	20387	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.658	3.442	2.784	26849	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.442	3.975	0.533	31832	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'

Travata: TF2 Travata 6 5 4

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
6	0.125	581	804			11218	116828	0.08	-23284	-159865	0.09					
				SLE Rare		0			-7381			0.343	0.000	2.266	17.988	
				SLE Freq.		0			-8390			0.390	0.000	2.576	20.449	OK
				SLE Q.P.		0			-8643			0.402	0.000	2.654	21.065	OK
Camp.	2.076	804	804			37598	160074	0.09	0	-160074	0.09					
				SLE Rare		25549			0			0.000	1.155	62.217	10.410	
				SLE Freq.		23464			0			0.000	1.061	57.139	9.560	OK
				SLE Q.P.		22942			0			0.000	1.037	55.869	9.348	OK
5	4.026	927	1604			21455	184362	0.09	0	-310902	0.12					
				SLE Rare		8097			0			0.000	0.316	12.976	2.836	
				SLE Freq.		12882			0			0.000	0.503	20.644	4.512	OK
				SLE Q.P.		14078			0			0.000	0.549	22.561	4.931	OK
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
5	0.125	927	1605			31757	184362	0.09	-1231	-311061	0.12					
				SLE Rare		7883			0			0.000	0.307	11.616	2.761	
				SLE Freq.		12753			0			0.000	0.497	18.792	4.467	OK
				SLE Q.P.		13970			0			0.000	0.545	20.586	4.893	OK
Camp.	2.051	804	804			35634	160074	0.09	0	-160074	0.09					
				SLE Rare		24217			0			0.000	1.095	58.973	9.867	
				SLE Freq.		22517			0			0.000	1.018	54.834	9.174	OK
				SLE Q.P.		22093			0			0.000	0.999	53.800	9.001	OK
4	3.977	581	804			12454	116828	0.08	-25116	-159865	0.09					
				SLE Rare		0			-6669			0.310	0.000	2.048	16.255	
				SLE Freq.		0			-7968			0.370	0.000	2.447	19.420	OK
				SLE Q.P.		0			-8293			0.386	0.000	2.546	20.212	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
--------	-------	--------	---------------------	-----------------------	---------------------	---------------------	--------

Trave di fondazione 6 5 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.657	0.532	45132	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.657	3.494	2.837	33507	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
3.494	4.026	0.532	30253	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
Trave di fondazione 5 4 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.637	0.512	29087	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.637	3.465	2.827	31904	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
3.465	3.977	0.512	42336	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'

Travata: TF3 Travata 7 8 9

Nodo	x [m]	A _{te} [mm ²]	A _{ti} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{rit} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{te} [MPa]	σ _{ti} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
7	0.125	581	804			13048	116828	0.08	-24520	-159865	0.09					
					SLE Rare	0			-6108			0.284	0.000	1.875	14.885	
					SLE Freq.	0			-7308			0.340	0.000	2.244	17.812	OK
					SLE Q.P.	0			-7609			0.354	0.000	2.336	18.544	OK
Camp.	2.025	804	804			35871	160074	0.09	0	-160074	0.09					
					SLE Rare	24362			0			0.000	1.101	59.326	9.926	
					SLE Freq.	22761			0			0.000	1.029	55.427	9.274	OK
					SLE Q.P.	22360			0			0.000	1.011	54.452	9.110	OK
8	3.925	882	1607			36741	175560	0.09	-5216	-311179	0.12					
					SLE Rare	8332			0			0.000	0.331	12.936	2.929	
					SLE Freq.	13110			0			0.000	0.521	20.354	4.609	OK
					SLE Q.P.	14305			0			0.000	0.569	22.209	5.028	OK
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
8	0.125	882	1607			23633	175560	0.09	0	-311179	0.12					
					SLE Rare	8471			0			0.000	0.337	13.151	2.978	
					SLE Freq.	13193			0			0.000	0.525	20.483	4.638	OK
					SLE Q.P.	14374			0			0.000	0.572	22.316	5.053	OK
Camp.	2.050	804	804			37626	160074	0.09	0	-160074	0.09					
					SLE Rare	25595			0			0.000	1.157	62.328	10.428	
					SLE Freq.	23647			0			0.000	1.069	57.585	9.635	OK
					SLE Q.P.	23160			0			0.000	1.047	56.399	9.436	OK
9	3.975	581	804			11656	116828	0.08	-22359	-159865	0.09					
					SLE Rare	0			-6885			0.320	0.000	2.114	16.779	
					SLE Freq.	0			-7776			0.362	0.000	2.388	18.952	OK
					SLE Q.P.	0			-7999			0.372	0.000	2.456	19.495	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
Trave di fondazione 7 8 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.627	0.502	42211	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.627	3.423	2.796	31891	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
3.423	3.925	0.502	29043	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
Trave di fondazione 8 9 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.678	0.553	30198	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.678	3.422	2.744	32807	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
3.422	3.975	0.553	44965	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'

Travata: TF4 Travata 10 11 12

Nodo	x [m]	A _{te} [mm ²]	A _{ti} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{rit} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{te} [MPa]	σ _{ti} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
10	0.125	581	804			15876	116828	0.08	-10982	-159865	0.09					
					SLE Rare	1366			-235			0.011	0.070	3.297	0.572	
					SLE Freq.	2002			0			0.000	0.103	4.833	0.833	OK
					SLE Q.P.	2220			0			0.000	0.115	5.358	0.924	OK
Camp.	2.025	804	804			23613	160074	0.09	0	-160074	0.09					
					SLE Rare	14626			0			0.000	0.661	35.617	5.959	
					SLE Freq.	12043			0			0.000	0.544	29.327	4.907	OK
					SLE Q.P.	11397			0			0.000	0.515	27.754	4.644	OK
11	3.925	978	1607			35837	194280	0.09	-30682	-311575	0.12					
					SLE Rare	1404			-172			0.006	0.054	2.138	0.489	
					SLE Freq.	2121			0			0.000	0.081	3.231	0.739	OK

	SLE Q.P.	2343			0			0.000	0.089	3.569	0.817	OK				
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
11	0.125	978	1607			14779	194280	0.09	-10251	-311575	0.12					
						SLE Rare	1338		-262			0.009	0.051	2.038	0.466	
						SLE Freq.	2034		0			0.000	0.078	3.099	0.709	OK
						SLE Q.P.	2274		0			0.000	0.087	3.464	0.793	OK
Camp.	2.050	804	804			32214	160074	0.09	-5873	-160074	0.09					
						SLE Rare	15878		0			0.000	0.718	38.665	6.469	
						SLE Freq.	12848		0			0.000	0.581	31.288	5.235	OK
						SLE Q.P.	12091		0			0.000	0.547	29.444	4.926	OK
12	3.975	581	804			54066	116828	0.08	-48473	-159865	0.09					
						SLE Rare	1855		-59			0.003	0.096	4.478	0.772	
						SLE Freq.	2393		0			0.000	0.123	5.777	0.996	OK
						SLE Q.P.	2542		0			0.000	0.131	6.137	1.058	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
<i>Trave di fondazione 10 11 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.666	0.541	21426	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.666	3.384	2.717	20319	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.384	3.925	0.541	23380	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
<i>Trave di fondazione 11 12 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>							
0.125	0.648	0.523	20474	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'
0.648	3.452	2.804	25691	118126	1063375	180927	ø 10 2br. 170'
3.452	3.975	0.523	30518	118126	1063375	307575	ø 10 2br. 100'

Travata: TF5 Travata 1 4 7 10

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _r [N/m]	M _{inf} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{fi} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
1	0.125	581	804			11240	116828	0.08	-16309	-159865	0.09					
						SLE Rare	0		-2226			0.104	0.000	0.683	5.425	
						SLE Freq.	0		-2322			0.108	0.000	0.713	5.659	OK
						SLE Q.P.	0		-2346			0.109	0.000	0.720	5.718	OK
Camp.	2.350	804	804			41519	160074	0.09	-3431	-160074	0.09					
						SLE Rare	21399		0			0.000	0.967	52.112	8.719	
						SLE Freq.	17464		0			0.000	0.790	42.529	7.116	OK
						SLE Q.P.	16481		0			0.000	0.745	40.134	6.715	OK
4	4.575	942	1608			73843	187347	0.09	-35464	-311730	0.12					
						SLE Rare	16054		0			0.000	0.622	25.364	5.612	
						SLE Freq.	17167		0			0.000	0.665	27.123	6.001	OK
						SLE Q.P.	17445		0			0.000	0.676	27.563	6.098	OK
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
4	0.125	942	1607			19504	187346	0.09	-170	-311431	0.12					
						SLE Rare	6536		0			0.000	0.253	9.718	2.285	
						SLE Freq.	7919		0			0.000	0.307	11.775	2.769	OK
						SLE Q.P.	8265		0			0.000	0.320	12.289	2.890	OK
Camp.	0.950	804	804			21477	160074	0.09	0	-160074	0.09					
						SLE Rare	9815		0			0.000	0.444	23.901	3.999	
						SLE Freq.	10300		0			0.000	0.466	25.082	4.196	OK
						SLE Q.P.	10421		0			0.000	0.471	25.377	4.246	OK
7	1.775	908	1607			21450	180641	0.09	0	-311289	0.12					
						SLE Rare	10024		0			0.000	0.394	14.526	3.516	
						SLE Freq.	10806		0			0.000	0.425	15.660	3.790	OK
						SLE Q.P.	11002		0			0.000	0.433	15.943	3.859	OK
<i>Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60</i>																
7	0.125	908	1608			34099	180642	0.09	0	-311587	0.12					
						SLE Rare	16802		0			0.000	0.661	27.536	5.892	
						SLE Freq.	17054		0			0.000	0.670	27.948	5.980	OK
						SLE Q.P.	17117		0			0.000	0.673	28.051	6.002	OK
Camp.	2.050	804	804			27651	160074	0.09	0	-160074	0.09					
						SLE Rare	18714		0			0.000	0.846	45.573	7.625	
						SLE Freq.	15430		0			0.000	0.698	37.576	6.287	OK
						SLE Q.P.	14610		0			0.000	0.661	35.577	5.952	OK
10	3.975	581	804			40388	116828	0.08	-44191	-159865	0.09					
						SLE Rare	0		-1524			0.071	0.000	0.468	3.715	

	SLE Freq.	0			-1688			0.078	0.000	0.518	4.114	OK
	SLE Q.P.	0			-1729			0.080	0.000	0.531	4.214	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
Trave di fondazione 1 4 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.679	0.554	28477	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.679	0.758	0.079	23483	118126	1063375	246060	∅ 10 4br. 250'
0.758	3.942	3.184	22942	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
3.942	4.021	0.079	17190	118126	1063375	246060	∅ 10 4br. 250'
4.021	4.575	0.554	18540	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
Trave di fondazione 4 7 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	1.775	1.650	7901	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
Trave di fondazione 7 10 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	0.657	0.532	11247	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'
0.657	3.443	2.787	27756	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'
3.443	3.975	0.532	32841	118126	1063375	307575	∅ 10 2br. 100'

Travata: TF6 Travata 5 8

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
5	0.125	581	804			5335	116828	0.08	-5204	-159865	0.09					
						SLE Rare	72		-455			0.021	0.004	0.173	1.110	
						SLE Freq.	36		-691			0.032	0.002	0.212	1.683	OK
						SLE Q.P.	28		-749			0.035	0.001	0.230	1.827	OK
Camp.	1.275	804	804			9516	160074	0.09	0	-160074	0.09					
						SLE Rare	6226		0			0.000	0.281	15.161	2.537	
						SLE Freq.	5276		0			0.000	0.239	12.847	2.149	OK
						SLE Q.P.	5038		0			0.000	0.228	12.268	2.053	OK
8	2.425	581	804			4421	116828	0.08	-6776	-159865	0.09					
						SLE Rare	0		-3318			0.154	0.000	1.019	8.086	
						SLE Freq.	0		-2229			0.104	0.000	0.685	5.433	OK
						SLE Q.P.	0		-1957			0.091	0.000	0.601	4.770	OK

Da [m]	A [m]	Dx [m]	V _{Ed} [N]	V _{Rd,c} [N]	V _{Rd} [N]	V _{Rd} [N]	Staffe
Trave di fondazione 5 8 Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60							
0.125	2.425	2.300	22200	118126	1063375	180927	∅ 10 2br. 170'

Travata: TF7 Travata 3 6 9 12

Nodo	x [m]	A _{fe} [mm ²]	A _{fi} [mm ²]	q _T [N/m]	M _{if} [Nm]	M _{de} [Nm]	M _{re} [Nm]	x/d	M _{di} [Nm]	M _{ri} [Nm]	x/d	σ _{be} [MPa]	σ _{bi} [MPa]	σ _{fe} [MPa]	σ _{fi} [MPa]	w mm
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
3	0.125	581	804			12418	116828	0.08	-16285	-159865	0.09					
						SLE Rare	377		-1510			0.070	0.019	0.910	3.680	
						SLE Freq.	0		-1687			0.078	0.000	0.518	4.111	OK
						SLE Q.P.	0		-1825			0.085	0.000	0.560	4.448	OK
Camp.	2.350	804	804			41913	160074	0.09	-2913	-160074	0.09					
						SLE Rare	22464		0			0.000	1.016	54.704	9.153	
						SLE Freq.	18122		0			0.000	0.819	44.131	7.384	OK
						SLE Q.P.	17037		0			0.000	0.770	41.488	6.941	OK
6	4.575	955	1608			72447	189733	0.09	-37981	-311780	0.12					
						SLE Rare	12480		0			0.000	0.481	19.469	4.358	
						SLE Freq.	15029		0			0.000	0.579	23.446	5.248	OK
						SLE Q.P.	15666		0			0.000	0.604	24.440	5.470	OK
Trave di fondazione Sez. 1 Rett. 600x600 [mm] cm.60x60																
6	0.125	955	1607			17954	189732	0.09	-2213	-311481	0.12					
						SLE Rare	2964		0			0.000	0.114	4.445	1.035	
						SLE Freq.	5784		0			0.000	0.223	8.675	2.020	OK
						SLE Q.P.	6489		0			0.000	0.250	9.732	2.266	OK
Camp.	0.950	804	804			20672	160074	0.09	-514	-160074	0.09					
						SLE Rare	7152		0			0.000	0.323	17.415	2.914	
						SLE Freq.	8716		0			0.000	0.394	21.226	3.551	OK
						SLE Q.P.	9107		0			0.000	0.412	22.178	3.711	OK

