

FUTURA

LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione



Italiadomani
PROMUOVENDO L'EDUCAZIONE E LA FORMAZIONE

REGIONE PIEMONTE

COMUNE DI BUSANO

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

OGGETTO: Realizzazione di nuovo edificio per mensa scolastica
Via Papa Giovanni XXIII
10080 Busano (TO).

RELAZIONE DI CALCOLO



Relazione di calcolo

1 Premessa

Il seguente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica come previsto al § 10.1 del Decreto ministeriale (infrastrutture) 17 gennaio 2018 : "Norme Tecniche per le Costruzioni" di seguito denominato NTC18.

2 Descrizione dell'opera.

L'edificio in oggetto, ubicato nel comune di Busano (TO) alla latitudine 45.33166° e alla longitudine 7.655742°, si trova a 312 m sul livello del mare e dista dalla costa 130.3 km. Si sviluppa per 1 piani fuori terra. In pianta ha le seguenti dimensioni 15,55 m x 22,45.

Nelle Figure 1 e 2 sono riportate due viste prospettiche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione.



Figura 1 vista n.1 struttura

La struttura è costituita da un telaio spaziale di elementi portanti in calcestruzzo armato, acciaio e legno, formato dai seguenti elementi strutturali.

Pilastro: Elemento con una dimensione prevalente, in genere posizionato verticalmente tra due piani differenti e sottoposto a pressoflessione deviata e taglio biassiale.

Trave: Elemento con una dimensione prevalente, in genere posizionato orizzontalmente ed appartenente ad un solo piano e sottoposto a flessione semplice e taglio.

Trave di fondazione: Elemento con una dimensione prevalente ipotizzato su suolo elastico e in genere sottoposto a flessione semplice e taglio.

Biella: Elemento con una dimensione prevalente incernierato all'estremità, sottoposto a sforzo normale ed eventualmente a flessione e taglio dovuti al peso proprio.

Solaio controventato: Solaio la cui rigidezza membranale è modellata con bielle o con nodo master.

Parete duttile: Parete come definita al §7.4.3.1 modellata con modello WCM [2-1][2-2](Wide-Column Model), ovvero pilastro e 4 link rigidi.

Parete: Elemento bidimensionale verticale modellata con shell.

Piastra: Elemento bidimensionale orizzontale o inclinata modellata con shell.

Piastra di Winkler : Piastra su suolo elastico di Winkler.

Plinto diretto: Plinto diretto con base rettangolare ed altezza costante. Modellato con un elemento rigel e un vincolo cedevole.

Plinto su pali: Plinto tozzo di forma triangolare, quadrata o esagonale e altezza costante. Per il calcolo della struttura di elevazione il plinto su pali è modellato un elemento rigel ed un vincolo cedevole. Per il calcolo delle sollecitazioni interne e per la sua verifica il plinto su pali è modellano come una piastra infinitamente rigida su tanti vincoli cedevoli quanti sono i pali.

Palo di fondazione: Elemento verticale con una dimensione prevalente ipotizzato immerso in suolo elastico e sottoposto a pressoflessione e taglio. Per il calcolo della struttura di elevazione il Palo è modellato con un elemento rigel ed un vincolo cedevole. Per il calcolo delle sollecitazioni interne e per la sua verifica il palo è modellato con una modello FEM ad hoc.

Solaio in laterocemento. Elemento bidimensionale realizzato da una serie di travetti paralleli in cemento armato intervallati da pignatte in laterizio. Il progetto e la verifica dei solai in laterocemento è fatta con modelli FEM ad hoc, e i carichi sono assegnati sul telaio dell'edificio per aree di influenza.

[2-1]: Beyer-Dazio-Priestley, "Seismic design of torsionally eccentric buildings with U-shaped RC walls", 2008, par.2.3.1, pag.17 - IUSS Press Pavia
[2-2]: M. N. Fardis, E. C. Carvalho, A. Elnashai, E. Faccioli, P. E. Pinto, A. Plumier, "Guida all'Eurocodice 8", 2011, par.4.6.3, pag.80 - EPC Editore

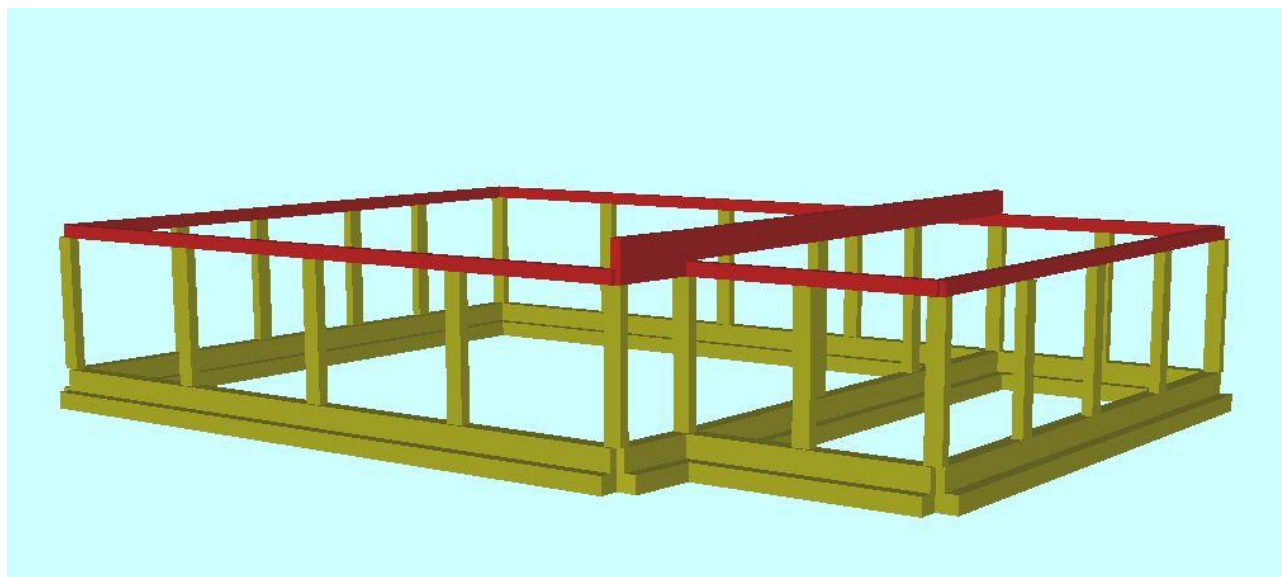


Figura 2 vista n.2 struttura

3 Riferimenti legislativi

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare alle seguenti norme:

Legge 05/11/1971, n.1086, "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

Legge 02/02/74, n.64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche". Decreto Ministeriale del 17/01/2018, "Norme tecniche per le costruzioni" (di seguito NTC18) e relative "Istruzioni per l'applicazione" ovvero Circolare ministeriale n°7 CSLLPP del 21/1/2019 (di seguito CNTC18)

Decreto ministeriale 65 del 07/03/2017, "Linee guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni"

Inoltre si sono tenute presenti le seguenti referenze tecniche:

Eurocodice 2: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo" Norma UNI EN 1992 (di seguito EC2)

Eurocodice 3: "Progettazione delle strutture in acciaio" Norma UNI EN 1993 (di seguito EC3)

Eurocodice 5: "Progettazione delle strutture in legno" Norma UNI EN 1995 (di seguito EC5)

Eurocodice 8: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica". Norma UNI EN 1998 (di seguito EC8)

CNR DT 206–R1/2018 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno" (di seguito DT206)

4 Modellazione strutturale

L'analisi numerica è condotta col metodo degli spostamenti ipotizzando un comportamento elastico-lineare degli elementi. È quindi utilizzata la tecnica degli elementi finiti connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema sono gli spostamenti dei nodi (6 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento globale, unico per tutti i componenti.

Gli spostamenti incogniti sono ottenuti risolvendo un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dalle forze concentrate nei nodi:

$$\mathbf{K} \cdot \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad (4.1)$$

in cui:

K = matrice di rigidezza della struttura

u = vettore spostamenti nodali

F = vettore forze nodali

La risoluzione numerica del sistema viene perseguita tramite il metodo di Cholesky[2].

Ottenuti gli spostamenti vengono calcolate le sollecitazioni nei singoli elementi riferite al sistema di riferimento locale dell'elemento stesso.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema strutturale sono:

Beam: Elemento con una dimensione prevalente che unisce due punti dello spazio. Utilizzato per travi, pilastri e pareti duttili. Il modello adottato è quello di Timoshenko.

Beam di Winkler: Beam su suolo elastico. Utilizzato per travi di fondazioni. Il modello adottato è quello di Eulero-Bernoulli su suolo elastico continuo.

Biella: Beam incernierato all'estremità. Utilizzata per modellare il comportamento membranale dei solai.

Shell Triangolare^[4-1]: Elemento bidimensionale triangolare con 3 nodi (corrispondenti ai 3 vertici) ottenuto dall'unione di un elemento lastra CST (Constant Strain Triangle) con 6 gdl e di un elemento piastra sottile di Kirchhoff DKT (Discrete Kirchhoff Triangle) [4-2] con 9 gdl.

Shell Rettangolare^[4-1]: Elemento bidimensionale rettangolare con 4 nodi (corrispondenti ai 4 vertici) ottenuto dall'unione di un elemento lastra LSR (Linear Strain Rectangle) con 8 gdl e di un elemento piastra sottile di Kirchhoff ACM (Elemento Adini-Clough-Melosh, 1961-63) con 12 gdl.

Shell Quadrangolare: Elemento bidimensionale quadrilatero isoparametrico con 4 nodi (corrispondenti ai 4 vertici) ottenuto dall'unione di un elemento lastra Q4 (Linear Quadrilateral Element) con 8 gdl e di un elemento piastra sottile di Kirchhoff DKQ (Discrete Kirchhoff Quadrilateral) [4-3] con 12 gdl.

Rigel: Elemento rettilineo a 2 nodi infinitamente rigido usato per modellare un legame infinitamente rigido tra due nodi.

Oltre agli elementi finiti elencati sopra è possibile inserire nella struttura i seguenti tipi di vincoli:

Svincolo interno. Elemento definito da una matrice di rigidezza 6x6 che permette di inserire qualunque tipo di vincolo interno lineare.

Vincolo esterno. Elemento definito da una matrice di rigidezza 6x6 che permette di inserire qualunque tipo di vincolo esterno lineare.

L'appoggio delle lastre sui pilastri è modellato aggiungendo dalle travi fittizie rigide che uniscono i nodi delle mesh ricadenti all'interno del pilastro.

Il sistema di riferimento globale è orientato con l'asse z verso l'alto.

Il sistema di riferimento delle aste ha l'origine nel primo nodo dell'asta, gli assi y e z coincidenti con gli assi della sezione e l'asse x orientato come l'asta. Le rotazioni sono considerate positive se concordi con gli assi vettori.

Nel sistema di riferimento locale l'elemento shell giace nel piano x', y' . Per gli shell verticali l'asse x' è scelto parallelo al piano orizzontale con l'angolo $x'-x$ compreso tra -45° (escluso) e 135° ; l'asse y' è verticale e rivolto verso l'alto. Per gli shell orizzontali l'asse x' è parallelo all'asse x e l'asse z' , normale al piano dell'elemento, è rivolto verso l'alto.

L'analisi sismica è di tipo statica equivalente (§7.3.3.2 NTC18) con masse concentrate sui nodi.

Nell'analisi sismica le non linearità geometriche (effetti $P-\Delta$) sono prese in conto attraverso il fattore θ , come prescritto dai §§7.3.1 e 7.3.3.3 NTC18

[4-1]: G Toniolo P.G. Malerba, "Metodi di discretizzazione dell'analisi strutturale", 1981 – Masson Italia

[4-2]: Jean-Louis Batoz, "An explicit formulation for an efficient triangular plate-bending element", 1982 - International Journal for Numerical Methods in Engineering

[4-3]: Jean-Louis Batoz, "Evaluation of a new quadrilateral thin plate bending Element", 1982 - International Journal for Numerical Methods in Engineering

5 Verifica delle sezioni in calcestruzzo armato

La verifica delle sezioni è svolta in conformità con il §4.1 NTC18 (Costruzioni in calcestruzzo) e §7.4 NTC18 (Progettazione per azioni sismiche - Costruzioni in calcestruzzo).

La simbologia utilizzata, ove non espressamente indicato, si riferisce ai suddetti paragrafi delle NTC18.

5.1 Verifica Stato Limite Ultimo di Resistenza

Per la verifica allo stato limite ultimo di resistenza i modelli σ - ε adottati sono: (§4.1.2.1.2 NTC18)

- calcestruzzo: Modello parabola-rettangolo. Figura 4.1.1(a) NTC18
- acciaio: Modello elastico-perfettamente plastico indefinito. Figura 4.1.3(b) NTC18

La verifica a pressoflessione deviata è effettuata mediante l'espressione:

$$[(M_y/M_{Ry})^\alpha + (M_z/M_{Rz})^\alpha] \leq 1 \quad (4.1.19) \text{ NTC18}$$

Per le sezioni rettangolari l'esponente α è dedotto, come indicato nel §4.1.2.3.4.2 delle NTC18, in funzione dei parametri v e ω_t . In particolare si utilizza l'espressione Monti e Allesandri (2007) ^[5-1].

$$\alpha = c (b/h)^\gamma (\omega_x)^\varphi (\omega_y)^\psi (u)^\theta$$

con:

v	c	γ	φ	ψ	θ
>0	1,15	-0,01	-0,03	-0,03	-0,07
$=0$	1,18	-0,02	-0,02	-0,06	
<0	1,30	-0,06	-0,13	-0,30	0,18

$\omega = A_{sx} \cdot f_{yd} / N_{Rcd}$, dove A_{sx} è l'armatura nella direzione x

$\omega = A_{sy} \cdot f_{yd} / N_{Rcd}$, dove A_{sy} è l'armatura nella direzione y

$$v = N_{Ed} / N_{Rcd}$$

$$N_{Rcd} = A_c \cdot f_{cd}$$

In alternativa al metodo Monti-Alessandri, per sezioni rettangolari, è utilizzata la tabella delle NTC18:

v	0,1	0,7	1,0
α	1,0	1,5	2,0

con interpolazione lineare per valori diversi da v .

Per sezioni circolari ed ellittiche si utilizza $\alpha = 2$, per le sezioni a T si utilizza $\alpha = 1$; in ogni caso di pone $\alpha \leq 2$

Per il calcolo dei momenti resistenti M_{Ry} ed M_{Rz} dall'armatura longitudinale della sezione viene sottratta l'armatura necessaria alla verifica a torsione.

Le verifiche a torsione e a taglio biassiale sono effettuate con il metodo del traliccio ad inclinazione variabile

imponendo:

$$1 \leq \text{ctg}(\theta) \leq 2,5 \quad (5.1)$$

La verifica del calcestruzzo è effettuata (a vantaggio di sicurezza) mediante l'espressione:

$$(V_{Edy}/V_{Rcdy} + V_{Edz}/V_{Rcdz} + M_t/T_{Rcd}) \leq 1 \quad (5.2)$$

Dove M_t = momento torcente.

La verifica dell'armatura a taglio (staffe) è eseguita considerando l'area di acciaio al netto dell'area necessaria alla verifica a torsione ed avviene, a vantaggio di sicurezza, utilizzando la formula:

$$[(V_{Edy}/V_{Rsd})^2 + (V_{Edz}/V_{Rsd})^2] \leq 1 \quad (5.3)$$

Ogni sezione (per travi, pilastri e pareti) è verificata per la presenza contemporanea delle sei sollecitazioni (N , V_y , V_z , M_t , M_y , M_z)

Le verifiche agli SLU delle pareti sono effettuate come indicato nel §7.4.4.5.1 NTC18

[5-1]: Cosenza-Manfredi-Pecce, "Strutture in cemento armato" II Ed., 2015, §4.9, pag.171 – Editore Hoepli

5.2 Verifica Stato Limite Ultimo di Duttilità

Le verifiche di duttilità, ove richieste della NTC18, sono fatte con la relazione:

$$\mu_{\phi} = \mu_{\phi}(E_d) \geq \mu_{ed} \quad [4.1.18b] \text{ NTC18}$$

La capacità in termini di fattore di duttilità in curvatura μ_{ϕ} è calcolata separatamente per le due direzioni principali di verifica, come rapporto tra la curvatura di raggiungimento della deformazione ultima del calcestruzzo e/o dell'acciaio ϕ_u e la curvatura convenzionale di prima plasticizzazione ϕ_{yd} calcolata come indicato nel § 4.1.2.3.4.2 NTC18.

5.3 Verifica Stato Limite Tensione di Esercizio

Le verifiche dello stato limite di limitazione delle tensioni sono fatte in conformità con il §4.1.2.2.5 NTC18. La verifica è effettuata, per tutte le sezioni (travi, pilastri e pareti), a pressoflessione deviata (presenza

contemporanea di N, M_y , M_z) con l'espressione^[5-3]:

$$|M_y/M_{ay}| + |M_z/M_{az}| \leq 1 \quad (5.4)$$

dove:

M_{ay} = Momento M_y ammissibile a pressoflessione retta con sforzo normale N

M_{az} = Momento M_z ammissibile a pressoflessione retta con sforzo normale N

[5-3]: Aurelio Ghersi, "Il cemento Armato", 2010, Cap.10 par.6, pag.285 - Dario Flaccovio Editore

5.4 Verifica Stato Limite di Fessurazione

Le verifiche dello stato limite di fessurazione sono fatte in conformità con il §4.1.2.2.4.5 NTC18. Per il calcolo dell'ampiezza caratteristica della fessure si utilizza la formula [4.1.14] NTC18. Per il calcolo di ϵ_{sm} e Δ_{sm} sm è utilizzato un documento di comprovato validità ossia il D.M. 9 gennaio 1996 e il punto B.6 della Circolare Min. LL.PP 252 del 15/10/1996.

Per ogni lato della sezione è calcolato, considerando una tensoflessione retta, l'apertura della fessura con

l'espressione:

$$w_d = 1,7 w_m = 1,7 \Delta_{sm} \epsilon_{sm} \quad (5.5)$$

I valori così calcolati sono confrontati con i valori nominali ricavati dalla tabella 4.1.IV NTC18.

In aggiunta alle verifiche a tensoflessione retta viene effettuata la verifica a fessurazione a tensoflessione deviata procedendo in questo modo:

- Si sceglie il valore Δ_{sm} che corrisponde alla massima fessurazione a tensoflessione semplice.
- Si ricava ϵ_{sm} dalla (5.5) ponendo w_d pari al valore nominale ammissibile.
- Si ricava σ_s dall'equazione: $\epsilon = \sigma (1 - \beta_1 \beta_2 \beta^2) / E_s$ (CM LL.PP 252 del 15/10/1996 §B.6.6.3.(b))
- Nota la σ_s si procede alla verifica con la formula $|M_y/M_{ay}| + |M_z/M_{az}| \leq 1$

5.5 Verifica Stato Limite di deformazione

Le verifiche allo stato limite di deformazione sono realizzate secondo quanto indicato §C4.1.2.2.2 della CNTC18. In particolare il calcolo della deformazione flessionale delle travi è effettuato mediante integrazione delle curvature tenendo conto della viscosità del calcestruzzo.

Il modulo elastico del calcestruzzo E_{eff} è calcolato tenendo conto degli effetti della viscosità secondo l'espressione:

$$E_{eff} = E_{cm} / [1 + \varphi(\infty, t_0)] \quad (7.20 \text{ EC2-2005})$$

dove:

$\varphi(\infty, t_0)$ è calcolato mediante la tabella 11.2.VII delle NTC e con $t_0 = 30$ giorni.

E_{cm} = Modulo elastico istantaneo del calcestruzzo calcolato con la (11.2.5) delle NTC18.

L'inerzia delle sezioni parzialmente fessurate è calcolata con la formula (C4.1.2) della CNTC18. Le sezioni interamente fessurate sono omogenizzate con $n=15$.

5.6 Elementi secondari

Gli elementi strutturali considerati secondari sono inseriti nel modello ed armati in base ai risultati del calcolo ^[5-4], rispettando così le verifiche di congruenza.

Il contributo della rigidezza degli elementi secondari, che per il §7.2.3 deve essere inferiore al 15%, è calcolato con la formula:

$$C_s = S_p / S_t - 1 \quad (5.6)$$

Dove :

C_s = contributo alla rigidezza degli elementi secondari.

S_p = spostamento medio d'impalcato considerando i soli elementi principali, eliminando cioè gli elementi

secondari moltiplicandone il modulo di elasticità per 0.001

S_t = spostamento medio dell'impalcato tenendo conto di tutti gli elementi.

Secondo le NTC18 gli elementi secondari devono sostenere i carichi gravitazionali (non quelli sismici) quando sono soggetti agli spostamenti causati dalle condizioni di progetto allo SLC. Per effettuare tale verifica, allo SLC, ovvero per calcolare la capacità di rotazione ultima di tali elementi, si utilizza l'espressione (A.1) EC8-3, ossia la formula [C8.7.2.1] della CNTC18.

[5-4]: Aurelio Ghersi - Pietro Lenza, "Edifici antisismici in cemento armato", 2009, Cap.6 par.4.3, pag.172 - Dario Flaccovio Editore

5.7 Verifiche Shell

Ipotizziamo senza ledere la generalità che le armature siano disposte lungo gli assi locali x e y (figura seguente)

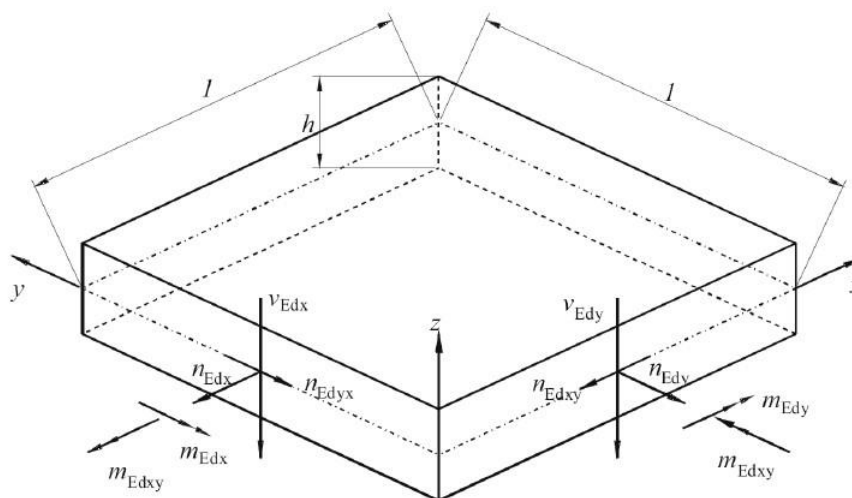


Figura 3 : Elemento shell

5.7.1 Verifica armatura

Nel caso di lastra le sollecitazioni di verifica delle armature sono calcolate come indicato nell'appendice F EC22, ovvero, a vantaggio di sicurezza:

$$n'_{dx} = n_{Edx} + |n_{Edxy}| \quad (5.7a)$$

$$n'_{dy} = n_{Edy} + |n_{Edxy}| \quad (5.7b)$$

con n_{Edy} positiva se di trazione.

Nel caso di piastra i momenti di verifica delle armature sono calcolati, a vantaggio di sicurezza, con le seguenti espressioni ^[5-5]:

$$m'_{dx} = m_{Edx} \pm |m_{Edxy}| \quad (5.8a)$$

$$m'_{dy} = m_{Edy} \pm |m_{Edxy}| \quad (5.8b)$$

Nel caso generale si utilizzano entrambe le sollecitazioni calcolate con le (5.7) e (5.8) e la verifica è eseguita a presso-tenso-flessione.

5.7.2 Verifica calcestruzzo

Per la verifica del calcestruzzo il software ricerca le direzioni principali di compressione superiore e inferiore. Per le 4 direzioni trovate si esegue la verifica a pressoflessione.

Per il solo fine di verifica del calcestruzzo, nella generica sezione con direzione φ , si considera presente

l'armatura:

$$A_{s\varphi} = A_{sx} \cos^2 \varphi + A_{sy} \sin^2 \varphi$$

utilizzando sostanzialmente il metodo della linea di rottura di Johansen ^[5-6].

Nel caso di lastre la verifica dei puntoni di calcestruzzo è effettuata con la formula:

$$n_{cd} = 2 |n_{Edxy}| < v_{fd} \cdot h \quad (F.4 \text{ EC2-2005})$$

Nel caso generico, per la verifica dei puntoni di calcestruzzo, si utilizza il modello a sandwich descritto

nell'allegato LL EC2-2, formule: (LL.137) – (LL.142)

5.7.3 Verifica a punzonamento

La verifica a punzonamento è effettuata come indicato nel §6.4 dell'EC2-1-1, utilizzando, a vantaggio di

sicurezza, le sollecitazioni di taglio puntuali calcolate con il modello FEM elastico lineare anziché le distribuzioni calcolate ipotizzando un comportamento plastico della piastra. Dove non indicato esplicitamente la simbologia di questo paragrafo fa riferimento al §6.4 EC2-1-1.

Nel caso di verifica del calcestruzzo senza specifica armatura a taglio è utilizzata la seguente formula, che

generalizza le formule (6.47) e (6.49) dell'EC2:

$$v_{Rd} = \max\{C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} ; v_{min}\} \cdot \max\{2d/a ; 1\} + k_d \sigma_{cp} \quad (5.9)$$

dove: a è la distanza dal pilastro, d è l'altezza utile della piastra.

Nel caso di specifica armatura a taglio la formula di verifica, ottenuta a partire dalla [(6.52) EC2-1-1], e dalla 31[(6.38) EC2-1-1] è:

$$\beta \cdot V_{Ed} / (u_1 \cdot d) \leq 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 (d/s_r) f_{ywd,ef} \sin \alpha A_{sw} / (u_1 \cdot d) \quad (5.10)$$

definendo:

u_s il perimetro posto a distanza $0,5d$ dal pilastro, ossia il primo perimetro di chiodi,
 $\rho_w = A_{sw} / (u_s \cdot s_r)$ = rapporto geometrico di armatura a taglio perimetro u_s posto a distanza $0,5d$,
 $v_s = \beta V_{Ed} / (u_s d)$ = tensione massima di taglio a distanza $0,5d$ dal pilastro [(6.38) EC2-2005],
 la (5.10) diventa:

$$v_s \leq 0,75 v_{Rd,c} + 1,5 \rho_w \sin \alpha f_{ywd,ef}$$

che è la formula di verifica usata.

[5-5]: P.Gambarova ed altri "Linee guida per la progettazione delle piastra in C.A.", 2007, Cap.3, pagg. 31-33 - Pàtron Editore

[5-6]: KW Johansen "Yield-line theory", London, Cement and Concrete Association, 1962

5.8 Verifiche plinti diretti

5.8.1 Verifica a flessione e taglio

Per ogni direzione il plinto è suddiviso in due mensole [5-7]. Per il calcolo delle sollecitazioni in plinto si suppone posto su suolo di Winkler non resistente a trazione.

Per ogni mensola si considera una sezione di verifica con dimensioni $B \times H$, con armatura inferiore A_s ed armatura superiore A_{s1} dove:

B è la profondità del plinto (dimensione del plinto perpendicolare alla direzione della mensola).

H è l'altezza del plinto

A_s [A_{s1}] è l'armatura inferiore [superiore] presente nel plinto e disposta lungo la direzione delle mensole.

Per la verifica del calcestruzzo, a vantaggio di sicurezza si utilizza $B' = \min\{B; \text{semiperimetro del pilastro}\}$

Per la verifica a flessione si fa riferimento alla sezione posta in asse con il pilastro. Per la verifica a taglio si fa riferimento ad una sezione posta a distanza d dal bordo del pilastro [5-7], con d è l'altezza utile del plinto.

Per i plinti tozzi si esegue la verifica dell'armatura inferiore anche con il modello Puntone-Tirante [5-8]. Tale

verifica è effettuata se l'angolo del puntone è maggiore di 45° .

Nella generazione degli esecutivi circa la metà dell'armatura è posta ad una distanza dal pilastro minore di $d/2$.

5.8.2 Verifica punzonamento

La verifica a punzonamento è effettuata come indicato nel §6.4 dell'EC2-1-1. Le verifiche a punzonamento sono effettuate lungo i perimetri di verifica che distano dal pilastro: 0 , $d/2$, d , $3d/2$, $2d$, dove d è l'altezza utile del plinto.

Per il calcolo della forza del terreno ΔV_{ED} interna alla superficie di verifica si utilizza l'ipotesi di base ridotta o superficie utile del plinto [5-9].

Per il calcolo di β si utilizza la formula approssimata (6.43 EC2-1-1)

Tra le verifiche a punzonamento è presente la verifica (6.53 EC2-1-1) che è sostanzialmente la verifica dei puntoni di calcestruzzo con $\theta=45^\circ$ [5-10].

5-7]: Lancellotta – Calavera. "Fondazioni", 1999, §8.3, pag.404 – McGraw-Hill

[5-8]: Angotti, Giuglia, Marro, Orlando, "Progetto delle strutture in calcestruzzo armato", 2011, §10.12.3, pag.612 – Hoepli
 [5-9]: Favre, Jaccoud, Kopra, Radojicic "Progettare in calcestruzzo armato. Piastre, muri, pilastri e fondazioni", 1995, §7.2.3, pag.359 – Hoepli
 [5-10]: Ghersi "Il cemento armato", 2010, §14.3, pag.441– Dario Flaccovio Editore

5.9 Verifiche Plinti su pali

5.9.1 Modello puntone tirante

La verifica dei plinti su pali è fatta con il metodo puntone-tirante[5-11] [5-12]. I tiranti corrispondono all'armatura del plinto, sono orizzontali e sono posizionati radialmente o lungo il perimetro del plinto. I puntoni sono inclinati e vanno dal punto di applicazione della forza nel pilastro al centro dei pali. Sul plinto, nel caso di pilastro parzializzato, sono applicate due forze concentrate: una forza rivolta verso il basso e applicata sulla faccia superiore del plinto, e una forza dovuta all'armatura tesa del pilastro applicata sulla faccia inferiore del plinto e rivolta verso l'alto.

5.9.2 Verifica punzonamento

Jasp effettua la verifica a punzonamento del pilastro e dei singoli pali.

La verifica a punzonamento è effettuata come indicato nel §6.4 dell'EC2-1-1. Il calcolo della tensione v Edè fatto a partire dalle sollecitazioni dei singoli pali.

Tra le verifiche a punzonamento è presente la verifica (6.53 EC2-1-1) che è sostanzialmente la verifica dei puntoni di calcestruzzo con $\theta=45^\circ$.

[5-11]:Diego Carlo Lo Presti. "Manuale di ingegneria geotecnica", 2015, §9.5, pag.294– Pisa University Press

[5-12]: Lancellotta – Calavera. "Fondazioni", 1999, §8.11.1, pag.447 – McGraw-Hill

5.10 Verifica strutture esistenti

Le verifiche delle strutture esistenti sono eseguite come indicato nel §C8.7.2 delle CNTC18.

La capacità di rotazione ultima delle travi, dei pilastri e delle pareti è calcolata con la formula [C8.7.2.1]. La resistenza a taglio delle zone critiche è calcolata come indicato nel §C8.7.2.3.5 della CNTC18.

La verifica di resistenza dei nodi trave-pilastro è fatta con le formule [C8.7.2.11] e [C8.7.2.12] suggerite dalla CNTC18 al §C8.7.2.3.5 o, in alternativa, con il procedimento indicato dall' EC8-3 al §A.3.4.1 ovvero riportato nel §7.4.4.3.1 delle NTC18.

6 Elementi in legno

La verifica degli elementi in legno è fatta come indicato nel §4.4 NTC18 e §C4.4 della CNTC18. La simbologia utilizzata nelle tabelle fa riferimento ai suddetti paragrafi.

6.1 Verifiche di stabilità

Le verifiche di stabilità sono effettuate come indicato nei §§4.4.8.2 delle NTC18 e C4.4.8.2 della CNTC18. Per quanto non indicato nelle NTC18 e nella relativa Circolare, si è fatto riferimento al §6.3 del EC5-1-1 e al §7.6.1.2 del CNR-DT206

Il particolare la lunghezza efficace per l'instabilità di trave è posta pari a:

$$l_{eff} = \beta \cdot L + \zeta \cdot h$$

dove:

L è la lunghezza critica torsionale della trave misurata tra due ritegni torsionali successivi e β è un coefficiente che nei casi più semplici può essere ricavato dalla tabella 7.4 DT206.

h è l'altezza della trave.

ζ è un coefficiente che tiene conto di dove è applicato il carico e vale 0 se il carico è applicato nel baricentro, 2 se il carico è applicato all'estradosso e -0,5 se il carico è applicato all'intradosso.

Per il calcolo del coefficiente β nei casi di trave appoggiata-appoggiata con diagrammi non previsti dalla tabella 7.4 del DT206 si è utilizzata la formula (C-F1-2) dell'ANSI/AISC 360-05:2005, che è in ottimo accordo con la tabella suddetta, secondo cui:

$$\beta = 1/c_1 = (2,5 \cdot M_{\max} + 3 \cdot M_A + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C) / (12,5 \cdot M_{\max}) \quad (6.1)$$

dove M_{\max} rappresenta il massimo momento flettente agente, M_A e M_C sono i momenti ai quarti della luce e M_B il momento in mezzera, tutti considerati in valore assoluto.

7 Elementi in acciaio

La verifica degli elementi in acciaio è fatta come indicato nel §4.2 NTC18 e §C4.2 della CNTC18. La simbologia utilizzata nelle tabelle della presente relazione fa riferimento ai suddetti paragrafi.

La classificazione delle sezioni in acciaio è fatta come indicato nelle Tabelle 4.2.III÷V delle NTC18.

Per le sezioni di classe 1 e 2 la verifica è effettuata in campo plastico o in alternativa in campo elastico nei punti significativi della sezione utilizzando la [4.2.4] delle NTC18. Per le sezioni in classe 3 o 4 la verifica è effettuata in campo elastico.

7.1 Verifica sezioni in classe 4

Per le sezioni diverse dalla tubolare le condizioni limite tra la classe 3 e la classe 4 hanno la forma:

$$c/t \leq \lambda \cdot \sqrt{(235/f_{yk})} \quad (7.1)$$

dove λ è il coefficiente indicato nelle righe "Classe 3" delle tabelle 4.2.III÷V e dipende dalla sezione e dal

diagramma delle tensioni longitudinali.

La (7.1) può essere scritta nel seguente modo:

$$f_{yk} \leq 235(\lambda \cdot t/c)^2 = f_{y34} \quad (7.2)$$

Definendo così la tensione f_{y34} che dipende dalla forma della sezione e dal diagramma delle tensioni.

Se $f_{yk} \leq f_{y34}$ la sezione è in classe 3, altrimenti è in classe 4.

L'ultimo capoverso del §C.4.2.3.1 della CNTC18 specifica che la verifica delle sezioni in classe 4 può essere fatta come se la sezione fosse di classe 3 in campo elastico lineare se è verificata la condizione:

$$\frac{c}{t} \leq \lambda \bar{k} \varepsilon = \lambda \sqrt{\frac{f_{yk}}{\gamma_{M0} \cdot \sigma_{c,Ed}}} \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} \quad (7.3)$$

dove $\sigma_{c,Ed}$ è la tensione massima di compressione indotta dalle azioni di progetto.

Tenendo presente la definizione di f_{y34} la (7.3) diventa:

$$\sigma_{c,Ed} \leq f_{y34} / \gamma_{M0} \quad (7.4)$$

In pratica è come se per le verifiche si abbassasse fittiziamente la tensione di snervamento dall'acciaio fino a ricadere nella classe 3, e si facesse poi una verifica elastica lineare in classe 3.

Jasp, per la verifica di classe 4, considera l'intera geometria della sezione e effettua la verifica con la (7.4) che è identica alla (7.3) prevista nel §C.4.2.3.1 della CNTC18. Per la sezione tubolare è

ancora possibile usare la (7.4) per la verifica delle sezioni in classe 4, ma tenendo presente il limite tra la classe 3 e 4 è $d/t \leq 90 \cdot (235/f_{yk})$ si ottiene $f_{yk} \leq 235 \cdot 90 \cdot t/d = f_{y34}$

Per le verifiche di instabilità delle sezioni di classe 4, come prescritto dalle NTC18, si tiene conto della riduzione delle sezioni per effetto dell'instabilità, e a vantaggio di sicurezza per il calcolo $W_{eff,x}$, $W_{eff,y}$ e A_{eff} si ipotizza la sezione completamente compressa. Ad ulteriore vantaggio di sicurezza, tenendo presente che in classe 4 per ipotesi di lavoro di Jasp si sceglie di abbassare fittiziamente la tensione di snervamento dell'acciaio fino a riportare la sezione in classe 3 si pone:

$$\begin{aligned} W_{eff,x} \cdot f_{yk} &\leq W_{el,x} \cdot f_{y34} \\ W_{eff,y} \cdot f_{yk} &\leq W_{el,y} \cdot f_{y34} \\ A_{eff} \cdot f_{yk} &\leq A_{el} \cdot f_{y34} \end{aligned}$$

7.2 Verifica sezioni forate

La presenza dei fori è trascurata se la sezione è completamente compressa o se è verificata la [4.2.15] NTC18 e se $N_{u,Rd} \geq N_{pl,Rd}$ ([4.2.6] e [4.2.7] NTC18). In alternativa, qualora la presenza dei fori non possa essere trascurata, Jasp considera, a vantaggio di sicurezza, presenti tutti i fori, sia a quelli in zona tesa che quelli in zona compressa.

Per effettuare le verifiche Jasp definisce $f_{yF} = 0.9 \cdot f_{tk} \cdot \gamma_{M0} / \gamma_{M2}$

così la [4.2.15] NTC18 diventa: $A_{f,net} / A_f \geq f_{yk} / f_{yF}$

e la disuguaglianza $N_{u,Rd} \geq N_{pl,Rd}$ diventa: $A_{net} / A \geq f_{yk} / f_{yF}$.

In caso di sezione forata tesa e fori non trascurabili, cioè se $N_{u,Rd} \leq N_{pl,Rd}$, la formula di verifica [4.2.5] può essere scritta nel modo seguente:

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd} = N_{u,Rd} = A_{net} \cdot f_{yF} / \gamma_{M0}$$

Jasp, nel caso in cui i fori non possano essere trascurati, per la verifica utilizza la sezione netta, tenendo conto quindi della presenza dei fori, e a vantaggio di sicurezza abbassa la tensione f_{yk} al minimo valore tra f_{yF} e f_{yk} .

7.3 Stabilità membrature

Le verifiche per l'instabilità delle membrature sono effettuate come indicato nel §4.2.4.1.3 NTC18.

Il fattore correttivo k_c della [4.2.52] assume i valori riportati in Tab. 4.2.X. Nel caso di diagramma diverso da quelli riportati nella tabella si pone $k_c = 1/\sqrt{c_1}$ [7.1], dove c_1 è calcolato con la (6.1)

Il momento critico è calcolato con la [(F.4) ENV 1993-1-1]

$$M_{cr} = c_1 \frac{\pi^2 E I_z}{(kL)^2} \left(\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 G I_T}{\pi^2 E I_z} + (c_2 z_g)^2} - c_2 z_g \right)$$

che si riduce alla [C4.2.30] CNTC18 se $c_2 = 0$ (carico applicato al baricentro) e se $k = k_w = 1$ (nessun vincolo rotazionale agli estremi)

$c_1 = \psi$ è calcolato con la [C4.2.31] se la trave è senza carico, è calcolato con la (6.1) nel caso generale.

Per la verifica a instabilità delle membrature inflesse e compresse si adotta il Metodo A descritto al §4.2.4.1.3.3.1

Se la [4.2.27] delle NTC18 è vera Jasp procede con la verifica di instabilità a taglio in accordo con il §4.2.4.1.3.4. e ponendo $\eta = 1$. Dalla terza colonna della tabella C.4.VII, utilizzando la [C4.2.50] e la prima delle [C4.2.51] si ottiene il fattore di riduzione della f_{yk} che conto dell'instabilità a taglio di un pannello, e che risulta:

$$\chi_w = (t/h_w) \cdot 1100/\sqrt{f_{yk}} = (t/h_w) \cdot 72 \cdot \sqrt{(235/f_{yk})}$$

[7-1]: Leroy Gardner, David A. Nethercot "Guida all'Eurocodice 3" EPC Editore pag.83

8 Combinazioni di carico

Tutte le combinazioni di carico adottate per le verifiche ed i relativi coefficienti sono indicate nei tabulati prodotti dal software.

La pressione del terreno di fondazione è calcolata con i coefficienti parziali A1 (§6.2.4.1.1 NTC18).

Alle combinazioni di carico espressamente indicate nei tabulati sono aggiunte, dove previsto, le sollecitazioni dovute alle gerarchie di resistenza secondo il § 7.3 NTC18

9 Origine e caratteristiche del software di calcolo

Per l'analisi delle sollecitazioni e per le verifiche delle sezioni si è utilizzato il software Jasp® 7.1.44(32 bit) , utilizzabile anche a fini professionali, realizzato dell'ing. Silvestro Giordano, registrato presso la SIAE il 25/09/2012 col n° 008544, e distribuito da Ingegnerianet srl (CF: 06536761213) mediante il sito internet.

Il software è orientato all'analisi degli edifici multipiano in calcestruzzo armato, acciaio e legno. L'individuazione dei nodi nello spazio avviene con il sistema fili-piani. I fili o montanti sono individuati dalle coordinate (x,y) e indicano le rette verticali lungo le quali vengono disposti i pilastri. I piani sono individuati dalla loro quota z e specificano gli orizzontamenti in cui sono disposte le travi.

10 Affidabilità del software

Il sito internet di distribuzione del software www.ingegnerianet.it contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali sono forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Tabulati di stampa

Dati Generali

Dati generali Struttura

Comune	Busano
Provincia	Torino (TO)
Latitudine [°]	45.332
Longitudine [°]	7.6557
Altitudine [m]	312
Tipo di opera	2: Ordinaria
Vita nominale anni	50

Vento

Zona vento	1
Distanza dalla costa [Km]	130.38
Periodo di ritorno [anni]	50
Pressione di riferimento [N/m²]	390.91
Classe rugosità	C: Area con ostacoli diffusi
Categoria esposizione	III
Coefficiente topografico	1
Coefficiente dinamico	1
Quota relativa allo zero vento [m]	0

Neve

Zona neve	I-Alpina
Periodo di ritorno [anni]	50
Neve al suolo qsk [N/m²]	1653.6
Topografia	Normale

Coefficiente topografia	1
Coefficiente termico	1
Sisma	
Zona sisma	3: bassa
Codice zona regionale	3
Classe Uso	II: Affollamento normale
Coefficiente d'uso Cu	1
Periodo di riferimento [anni]	50
Quota relativa allo zero sismico [m]	0
Risposta locale Sisma	
Categoria Sottosuolo	C: 180m/s < Vs,30 < 360m/s
Categoria Topografica T1:	Pianeggiante ($i < 15^\circ$)
Fattore di struttura	
Regolarità altezza	Non regolare
Regolarità in pianta	Non regolare
Tipologia dir X	Telai più piani e più campate
Fattore di struttura qx	1,5
Tipologia dir Y	Telai più piani e più campate
Fattore di struttura qy	1,5
Fattore di struttura qz	1,5
q Non Dissipativo x	1,5
q Non Dissipativo y	1,5
Smorzamento viscoso ξ [%]	5

Sisma: Parametri ag, Fo, Tc*

Stato Limite	Pvr[%]	Tr	ag/g	Fo	Tc*[s]
SLO	81	30.107	0.021854	2.59	0.18013
SLD	63	50.289	0.027081	2.5907	0.20015
SLV	10	474.56	0.051762	2.7371	0.27696
SLC	5	974.79	0.060761	2.7871	0.29552

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Sisma orizzontale sito

S.L.	Prv [%]	Tr [anni]	S	ST	Ss	Cc	Tc [s]	ag [m/s²]	PGA [m/s²]	Se(Tc) [m/s²]	Se(Tc) [g]
SLO	81	30.107	1.5	1	1.5	1.8486	0.33299	0.21432	0.32147	0.084903	0.83262
SLD	63	50.289	1.5	1	1.5	1.7854	0.35736	0.26557	0.39836	0.10524	1.032
SLV	10	474.56	1.5	1	1.5	1.604	0.44423	0.50761	0.76141	0.21251	2.084
SLC	5	974.79	1.5	1	1.5	1.57	0.46396	0.59586	0.89379	0.25402	2.4911

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Spettri elastici [g]

T [s]	direzione X [g]				direzione Y [g]				direzione Z [g]			
	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC
0.00	0.0328	0.0406	0.0776	0.0911	0.0328	0.0406	0.0776	0.0911	0.0044	0.0060	0.0159	0.0202
0.05	0.0563	0.0677	0.1232	0.1438	0.0563	0.0677	0.1232	0.1438	0.0113	0.0156	0.0435	0.0564
0.10	0.0797	0.0949	0.1687	0.1965	0.0797	0.0949	0.1687	0.1965	0.0113	0.0156	0.0435	0.0564
0.15	0.0849	0.1052	0.2125	0.2491	0.0849	0.1052	0.2125	0.2491	0.0113	0.0156	0.0435	0.0564
0.20	0.0849	0.1052	0.2125	0.2540	0.0849	0.1052	0.2125	0.2540	0.0085	0.0117	0.0326	0.0423
0.25	0.0849	0.1052	0.2125	0.2540	0.0849	0.1052	0.2125	0.2540	0.0068	0.0094	0.0261	0.0338
0.30	0.0849	0.1052	0.2125	0.2540	0.0849	0.1052	0.2125	0.2540	0.0056	0.0078	0.0218	0.0282
0.35	0.0808	0.1052	0.2125	0.2540	0.0808	0.1052	0.2125	0.2540	0.0048	0.0067	0.0186	0.0242
0.40	0.0707	0.0940	0.2125	0.2540	0.0707	0.0940	0.2125	0.2540	0.0042	0.0058	0.0163	0.0211
0.45	0.0628	0.0836	0.2098	0.2540	0.0628	0.0836	0.2098	0.2540	0.0038	0.0052	0.0145	0.0188
0.50	0.0565	0.0752	0.1888	0.2357	0.0565	0.0752	0.1888	0.2357	0.0034	0.0047	0.0131	0.0169
0.60	0.0471	0.0627	0.1573	0.1964	0.0471	0.0627	0.1573	0.1964	0.0028	0.0039	0.0109	0.0141
0.70	0.0404	0.0537	0.1349	0.1684	0.0404	0.0537	0.1349	0.1684	0.0024	0.0033	0.0093	0.0121
0.80	0.0353	0.0470	0.1180	0.1473	0.0353	0.0470	0.1180	0.1473	0.0021	0.0029	0.0082	0.0106
0.90	0.0314	0.0418	0.1049	0.1309	0.0314	0.0418	0.1049	0.1309	0.0019	0.0026	0.0073	0.0094
1.00	0.0283	0.0376	0.0944	0.1179	0.0283	0.0376	0.0944	0.1179	0.0017	0.0023	0.0065	0.0085
1.50	0.0188	0.0251	0.0629	0.0786	0.0188	0.0251	0.0629	0.0786	0.0008	0.0010	0.0029	0.0038
2.00	0.0119	0.0161	0.0426	0.0543	0.0119	0.0161	0.0426	0.0543	0.0004	0.0006	0.0016	0.0021

2.50	0.0076	0.0103	0.0273	0.0348	0.0076	0.0103	0.0273	0.0348	0.0003	0.0004	0.0010	0.0014
3.00	0.0053	0.0071	0.0190	0.0241	0.0053	0.0071	0.0190	0.0241	0.0002	0.0003	0.0007	0.0009
3.50	0.0039	0.0052	0.0139	0.0177	0.0039	0.0052	0.0139	0.0177	0.0001	0.0002	0.0005	0.0007
4.00	0.0030	0.0040	0.0107	0.0136	0.0030	0.0040	0.0107	0.0136	0.0001	0.0001	0.0004	0.0005

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Spettri di progetto [g]

T [s]	direzione X [g]				direzione Y [g]				direzione Z [g]			
	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC	SLO	SLD	SLV	SLC
0.00	0.0328	0.0406	0.0776	0.0911	0.0328	0.0406	0.0776	0.0911	0.0044	0.0060	0.0159	0.0202
0.05	0.0563	0.0677	0.0993	0.1164	0.0563	0.0677	0.0993	0.1164	0.0113	0.0156	0.0290	0.0376
0.10	0.0797	0.0949	0.1209	0.1417	0.0797	0.0949	0.1209	0.1417	0.0113	0.0156	0.0290	0.0376
0.15	0.0849	0.1052	0.1417	0.1670	0.0849	0.1052	0.1417	0.1670	0.0113	0.0156	0.0290	0.0376
0.20	0.0849	0.1052	0.1417	0.1693	0.0849	0.1052	0.1417	0.1693	0.0085	0.0117	0.0218	0.0282
0.25	0.0849	0.1052	0.1417	0.1693	0.0849	0.1052	0.1417	0.1693	0.0068	0.0094	0.0174	0.0225
0.30	0.0849	0.1052	0.1417	0.1693	0.0849	0.1052	0.1417	0.1693	0.0056	0.0078	0.0145	0.0188
0.35	0.0808	0.1052	0.1417	0.1693	0.0808	0.1052	0.1417	0.1693	0.0048	0.0067	0.0124	0.0161
0.40	0.0707	0.0940	0.1417	0.1693	0.0707	0.0940	0.1417	0.1693	0.0042	0.0058	0.0109	0.0141
0.45	0.0628	0.0836	0.1399	0.1693	0.0628	0.0836	0.1399	0.1693	0.0038	0.0052	0.0104	0.0125
0.50	0.0565	0.0752	0.1259	0.1571	0.0565	0.0752	0.1259	0.1571	0.0034	0.0047	0.0104	0.0122
0.60	0.0471	0.0627	0.1049	0.1309	0.0471	0.0627	0.1049	0.1309	0.0028	0.0039	0.0104	0.0122
0.70	0.0404	0.0537	0.0899	0.1122	0.0404	0.0537	0.0899	0.1122	0.0024	0.0033	0.0104	0.0122
0.80	0.0353	0.0470	0.0787	0.0982	0.0353	0.0470	0.0787	0.0982	0.0021	0.0029	0.0104	0.0122
0.90	0.0314	0.0418	0.0699	0.0873	0.0314	0.0418	0.0699	0.0873	0.0019	0.0026	0.0104	0.0122
1.00	0.0283	0.0376	0.0629	0.0786	0.0283	0.0376	0.0629	0.0786	0.0017	0.0023	0.0104	0.0122
1.50	0.0188	0.0251	0.0420	0.0524	0.0188	0.0251	0.0420	0.0524	0.0008	0.0010	0.0104	0.0122
2.00	0.0119	0.0161	0.0284	0.0362	0.0119	0.0161	0.0284	0.0362	0.0004	0.0006	0.0104	0.0122
2.50	0.0076	0.0103	0.0182	0.0232	0.0076	0.0103	0.0182	0.0232	0.0003	0.0004	0.0104	0.0122
3.00	0.0053	0.0071	0.0126	0.0161	0.0053	0.0071	0.0126	0.0161	0.0002	0.0003	0.0104	0.0122
3.50	0.0039	0.0052	0.0104	0.0122	0.0039	0.0052	0.0104	0.0122	0.0001	0.0002	0.0104	0.0122
4.00	0.0030	0.0040	0.0104	0.0122	0.0030	0.0040	0.0104	0.0122	0.0001	0.0001	0.0104	0.0122

Carico Termico

Δ temp. travi elevaz. e pilastri

15 °C

Δ temp. travi fondazione

0 °C

Opzioni di calcolo

g per il calcolo della forza peso

9.8066 m/s²

Deformabilità a taglio per travi e pilastri

Sì

Archivi

Calcestruzzo

N	Descrizione	fck [N/mm²]	Rck [N/mm²]	Esist.	fcmm [N/mm²]	Rig.Tors. [%]
1	C25/30	25	30	No	33	5
2	C28/35	28	35	No	36	5

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Acciaio

N	Descrizione	fyk ≤40mm [N/mm²]	fym [N/mm²]	ftk ≤40mm [N/mm²]	fyk 40mm [N/mm²]	ftk 40mm [N/mm²]	Es [GPa]	Laminazione	Prezzo [€/kg]
5	B450C	450	450	540	450	540	200	a Caldo	1.2

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Materiale generico

N	Descrizione	Tipo	E [N/mm²]	C.Pois	G [N/mm²]	Densità [kg/m³]	C. Dil. Term. [10⁻⁶/°C]	Rigid. Tors [%]	Prezzo [€/m³]	Colore
1	C25/30	cls	31476	0.2	13115	2500	12	5	100.00	
2	C28/35	cls	32308	0.2	13462	2500	12	5	105.00	
5	B450C	Fe	200000	0.3	76923	7850	12	100	9420.00	

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Sezioni rettangolari

N	Descrizione	Base [m]	Altezza [m]
1	R 25x30	0.25	0.3
7	R 25x40	0.25	0.4
8	R 40x25	0.4	0.25
9	R 25x60	0.25	0.6

Sezioni a T

N	Descrizione	Bsx[m]	Bcy[m]	Bdx[m]	H1[m] (H ala)	H2[m] (Htot-H1)	tipo
5	└ 100x90	0.3	0.4	0.3	0.4	0.5	└

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Sezioni Geometriche generiche

N	Descrizione	Tipo	Ix [cm ⁴]	Iy [cm ⁴]	It [cm ⁴]	area [cm ²]	x _x	x _y
1	R 25x30	■	56250	39063	76806	750	1.2	1.2
5	└ 100x90	└	3650000	3600000	2124537	6000	1.4027	1.1093
7	R 25x40	■	133333	52083	124357	1000	1.2	1.2
8	R 40x25	■	52083	133333	124357	1000	1.2	1.2
9	R 25x60	■	450000	78125	228507	1500	1.2	1.2

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Archivio vincoli. Rigidezze diagonale

N	Descrizione	kx [N/m]	ky [N/m]	kz [N/m]	k _{rx} [Nm]	k _{ry} [Nm]	k _{rz} [Nm]	Unione
1	incastro	∞	∞	∞	∞	∞	∞	1) Assente
2	libero	0	0	0	0	0	0	1) Assente
4	Δx=Δy=0	∞	∞	0	0	0	0	1) Assente

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Archivio vincoli. Rigidezze aggiuntive

N	Descrizione	k _{xy} [N/m]	k _{yz} [N/m]	k _{αx} [N]	k _{αy} [N]	k _{αz} [N]	k _{yz} [N/m]	k _{yx} [N]	k _{xy} [N]	k _{yz} [N]	k _{zy} [N]	k _{αx} [N]	k _{αy} [N]	k _{αz} [N]	k _{yx} [N]	k _{xy} [N]
1	incastro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	libero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Δx=Δy=0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Resistenze Unioni

N	Descrizione	Resistenze Unioni	Formule Unioni	Parametri Gen. Verifiche	Riferimento	α [°] Gruppo	Fori Bulloni	Stmp	Prezzo [€]
1	Assente	1) Infinita	1) No	2) Default qND	Asse Beam	0 1) F0	No	No	0
2	Default	1) Infinita	2) Z(c)s1	2) Default qND	Asse Beam	0 1) F0	Si	Si	0

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Fori Bulloni

N	Descrizione	Ø _{tot} [mm] per Ala	Ø _{tot} [mm] per Anima	Lung. [m]
1	F0	0	0	0

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Resistenze Unioni

N	Descrizione	Fx Max [kN]	Fx Min [kN]	Fy Max [kN]	Fy Min [kN]	Fz Max [kN]	Fz Min [kN]	Mx Max [kNm]	Mx Min [kNm]	My Max [kNm]	My Min [kNm]	Mz Max [kNm]	Mz Min [kNm]
1	Infinita	∞	-∞	∞	-∞	∞	-∞	∞	-∞	∞	-∞	∞	-∞

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Formule Unioni

N	Descrizione	Formula	Valida
1	No		No

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Stratigrafie

N	Descrizione	falda [m]	Strati
1	Tipo A	20	1 strati: Htot =15

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Strati stratigrafia Tipo A (1 strati: Htot =15)

N	Descrizione	Classe	Tipo	Classe 2	Potenza [m]	γ [kN/m ³]	φ' [°]	φ' _{ov} [°]	Dr [%]	IC	c' [kPa]	α [kPa]	v	NSPT	OCR	Δσ _p [kPa]	E _{ed} [MPa]	CR	RR	CR/RR	FC [%]
1	omogeneo	limo	fine	argillose	15	18	28	28	50	0.4	5	30	0.3	30	1		5			8	0

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Opzioni verifica terreni

N	Descrizione	Portanza Drenata	Portanza Non Dren.	Scom. Drenata	Scom. Non Dren.	Liquef.	cedimenti Edometrici	ced. Burl. Burbridge	H compr. Bur-Bur [m]	ced. Max [m]	d/Δw	k Amplif. Sisma
1	Opz.A	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto

Suoli di posa fondazioni

N	Descrizione	kw Travi/kw	kw Ass./kw	Stratigrafia	Opzioni Verifiche Terreno	Prof. di posa [m]	H sbanc. later. [m]	H riporto Later. [m]	y riporto Later. [kN/m²]
2	Posa A	0.5	0.1	1) Tipo A	1) OpzA	1	0	0	14

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Criteri Progetto CA

N	Descrizione	Acciaio	Tipo Elemento	Parametri Generali CA	Parametri Verifiche CA	Parametri Gen. Verifiche	Parametri PushOver	Es	Parametri Esistente CA	Vis. 3D	Colore
1	default	5) B450C	Principale	1) param. Gen	1) default CA	1) Default Gen	1) Par.Push A	No		Si	

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Parametri Generali CA

N	Descrizione	Condiz. ambient.	ricopr. [mm]	Ø st. [mm]	passo St. max. [m]	Ø ₁ [mm]	Ø ₂ [mm]	k ₁ intraFe	intraFe min [mm]	intra St. min [mm]	L. max. bond. [m]	ampl. oe Cmb Rare	amot. passo	min anc. Ø
1	param. Gen	Ordinarie	30	8	0.334	14	18	1	20	20	12	1.5	Si	40

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Parametri Pilastri CA

N	Descrizione	Ø staffe nodo [mm]	Dist. Max. Tond. Lato corto [cm]	Dist. Max. Tond. Lato lungo [cm]	Quadr. Simm	Pendenza Fe Continui [%]
1	par.Pil	8	30	30	No	16.67

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Parametri Travi CA

N	Descrizione	Larg. max. staffe [cm]	Dist. max. Tond. Inf. [cm]	Dist. max. Tond. Sup. [cm]	Dist. max. Tond. Lat. [cm]	Ripresa	Kunif. Monconi	Ø Fe Lat [mm]	Staffe a canestro	Verifica Nodo Pil.	Li5
1	par.Trav	60	15	15	25	Centrale	2.25	12	No	Si	250
2	par. Fond	60	30	30	50	Centrale	2.25	12	No	Si	250

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Parametri Verifiche CA

N	Descrizione	SLU Lin.	Dutt. ità	SLU all Wink	SLE Tens	SLE fess.	Ripresa	Min da Criteri	Geom. 54.1.5	Geom. 57.4.6	Ger. V-M	Ger. Tra-Pil	Geom. Nodo	Resist. Nodo	Rotaz.
1	default CA	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Parametri Gen. Verifiche

N	Descrizione	SLU	Instab.	SLE Def	k SLE Spost.	k N	k M	k V	k Mt	q SLV
1	Default Gen	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto
2	Default qND	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	qND

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Gerarchia e γRd

γRd V-M Travi CDA	1.2
γRd V-M Travi CDB	1.1
γRd V-M Pilastri CDA	1.3
γRd V-M Pilastri CDB	1.1
γRd Fondazioni CDA	1.3
γRd Fondazioni CDB	1.1
γRd Ger.Trav.Pil CDA	1.3
γRd Ger.Trav.Pil CDB	1.3
γRd Res. Nodi CDA	1.2
γRd Res. Nodi CDB	1.1
γRd V-M Parete CDA	1.2
γRd V-M Parete CDB	1
Applicazione EC8 §4.4.2.3(4)	No
Gerarchia V-M elementi Sec.	Si
Dettagli duttili Sec.	Si
Luce netta travi gerarchia V-M	Si
SLU Lineare per fondazioni	Si
SLU Lineare solo Cmb SLV	No
SLU Lineare CIs per qND	No
Tipo Verif. Fondazione Sismica	γRd NTC18
q non dissipativo verifica nodi	qND
q Taglio max gerarchia V-M	qND
q Momento max gerarchia Trav-Pil	qND
q verifica fondazioni	qND
q verifica pareti non dissipative	qND
qNd di default per shell in CA	Si
qNd di default per elementi in Legno	Si

qNd di default per elementi in Acciaio Sì
qNd di default per Unioni Sì

Opzioni Verifiche Struttura

N sez. di verifica pilastri di Wink. 13
N sez. di verifica travi 11
 α Ghersi 1.5
 α Pressoflessione Deviata EC2 o Monti
Snellezza, calcolo L0. $k_1=k_2$ 0.1
Struttura a nodi fissi No
Parametro EC2 6.4.5 (3) Vrdmax 0.4
Per taglio: $\alpha_c = f[Ned/(Ac + n As), fcd]$ No
Verifica Nodi CNTC18 Sì
Taglio pareti CDB come da EC8 No
Caratteristiche medie stati No
Kh per portanza sismica: §C7.11.5.3.1 Sì
Verifica liquefazione con LPI Sì
Verifica nodi fondazioni esistenti Sì
Formule verifica nodi esistenti CNTC o EC8
Limite deformabilità orizzontale H/ Δ 500
Limite deformabilità orizzontale h/ δ 300
Verifica λ limite Fe se Ned $\geq 0.04N_{cr}$ Sì
Asta carica/scarica. ΔM 10 %
Asta carica/scarica. Interpolazione Sì

Parametri FEM Beam

N	Descrizione	%E fles	%E ass	%G	Dim. Nodo	Link $\Delta x - \Delta y$	Link Δz	Lung Max Mesh [m]	Vincolo Ini. Interno	Vincolo Fin. Interno	Allineamento Travi
1	Fem Beam	100	100	100	1	Sì	Sì	1.2	1) incastro	1) incastro	Auto

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Lunghezze Libere

n	Descrizione	L0y [m]	L0y/L	L0z [m]	L0z/L	LcrT [m]	LcrT/L	$\psi=1/\beta$	Carico	c2	kw
1	Auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	Auto	auto	auto

Opzioni FEM Struttura

g per conversione massa/peso 9.80665 [m/s²]
E elementi secondari 0.1 [%]
Carico impronta solaio su travi laterali Sì
Carichi sui braccetti rigidi Sì
Fascia aggiuntiva solaio su travi laterali 0 [m]
H.concio/Diam.Palo 1
Deformabilità taglio Sì
Nodo master-rigel su Winkler Sì
Carico P- Δ Quasi Permanente Sì
Carico termico elementi in piano rigido No
Cerniera su rigel WCM Sì
Lunghezza Max Mesh 1.2 [m]
Lunghezza Mesh su nodo 0.3 [m]
Coef Incremento Mesh 1.41
Lmax/Lmin Rettangolo (Q4+DKQ) 10
Angolo minimo (Q4+DKQ) 20 [°]
Lati mesh sempre pari No

Sezioni Beam cls

N	Descrizione	Sezione	Materiale	Parametri FEM Beam	Criteri CA	Parametri Travi CA	Parametri Pilastr CA	W	Posa Fondazione	L.impr. [m]	k.Wink. [N/cm³]	Colore
1	R 25x30	1) R 25x30	1) C25/30	1) Fem Beam	1) default	1) par.Trav	1) par.Pil	No		0	0	
5	⊥ 100x90w	5) ⊥ 100x90	1) C25/30	1) Fem Beam	1) default	2) par. Fond	1) par.Pil	Si	2) Posa A	1	10	
6	R 25x40	7) R 25x40	2) C28/35	1) Fem Beam	1) default	2) par. Fond	1) par.Pil	Si	2) Posa A	0.25	10	
7	R 40x25	8) R 40x25	2) C28/35	1) Fem Beam	1) default	2) par. Fond	1) par.Pil	Si	2) Posa A	0.4	10	
9	R 25x60	9) R 25x60	2) C28/35	1) Fem Beam	1) default	1) par.Trav	1) par.Pil	No		0	0	

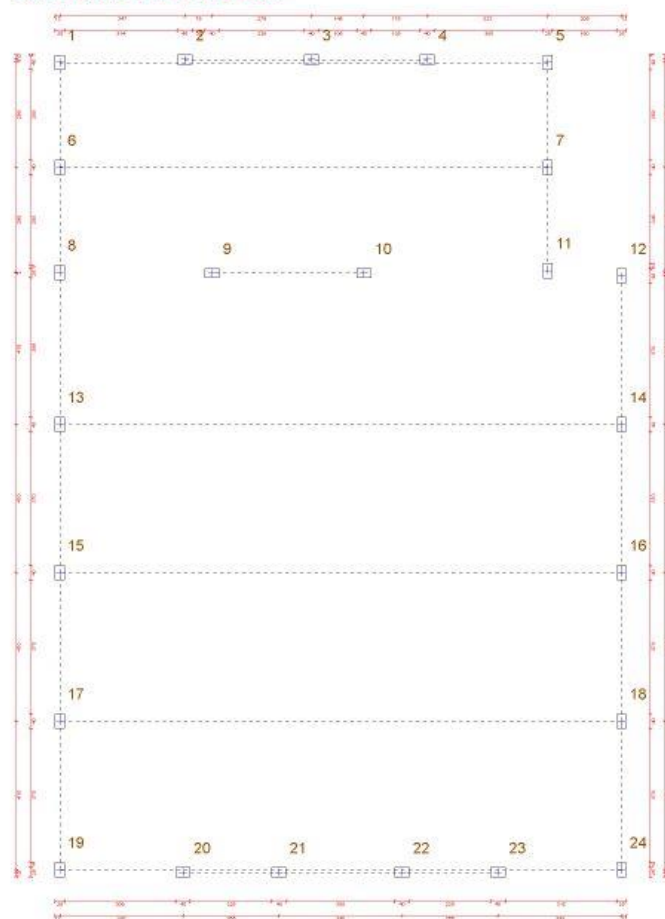
Opz. generali solai

y cls umido

3000 kg/m³

Struttura

Fili fissi piano 0 a quota Q=0m



Fili

N	x [m]	y [m]	Tipo	Angolo [°]
1	-16.58	36.19	5) +	0
2	-13.11	36.27	5) +	0
3	-9.61	36.27	5) +	0
4	-6.41	36.27	5) +	0
5	-3.08	36.19	5) +	0
6	-16.58	33.29	5) +	0
7	-3.08	33.29	5) +	0
8	-16.58	30.39	5) +	0
9	-12.36	30.37	5) +	0
10	-8.16	30.37	5) +	0
11	-3.08	30.44	5) +	0
12	-1.03	30.29	5) +	0
13	-16.58	26.19	5) +	0
14	-1.03	26.19	5) +	0
15	-16.58	22.09	5) +	0
16	-1.03	22.09	5) +	0
17	-16.58	17.99	5) +	0

18	-1.03	17.99	5) +	0
19	-16.58	13.89	5) +	0
20	-13.16	13.82	5) +	0
21	-10.51	13.82	5) +	0
22	-7.11	13.82	5) +	0
23	-4.46	13.82	5) +	0
24	-1.03	13.89	5) +	0

Software Jasp™ free - www.Ingegneria.net.it

Piani

N	z [m]	Esteso	Rigido
0	0	No	No
1	3.15	Si	No
2	3.45	Si	No
3	4.05	Si	No

Software Jasp™ free - www.Ingegneria.net.it

Nodi

Piano	N	Δz [m]	Vincolo Esterno	Lung max Mesh [m]	Gruppo Rigido	Massa Sismica	Verif Res.
0	1	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
0	2	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	3	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	4	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	5	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
0	6	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	7	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	8	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
0	9	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	10	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	11	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
0	12	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
0	13	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	14	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	15	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	16	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	17	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	18	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	19	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.4	0	auto	Default
0	20	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	21	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	22	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	23	0	1) incastro	0.3	0	auto	Default
0	24	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	1	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	2	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	3	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	4	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	5	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	6	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	7	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	8	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	9	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	10	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	11	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	12	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	13	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	14	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	15	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	16	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	17	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	18	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	19	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	20	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	21	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	22	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	23	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
1	24	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
2	9	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default
2	10	0	4) $\Delta x = \Delta y = 0$	0.3	0	auto	Default

Pilastri

Piano	N	Filo Ini	Piano Fin	rotaz [°]	Sezione beam	Δx_i [cm]	Δy_i [cm]	L0x/L	L0y/L	Lung. Libera
1	1	1	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	2	2	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	3	3	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	4	4	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	5	5	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	6	6	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	7	7	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	8	8	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	9	9	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	10	10	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	11	11	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	12	12	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	13	13	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	14	14	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	15	15	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	16	16	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	17	17	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	18	18	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	19	19	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
1	20	20	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	21	21	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	22	22	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	23	23	0	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
1	24	24	0	0	6) R 25x40	0	0	0	0	1) Auto
2	9	9	1	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto
2	10	10	1	0	7) R 40x25	0	0	0	0	1) Auto

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Travi

Piano	N	Filo Ini	Filo Fin	Piano Fin	rotaz [°]	Sezione beam	Δx_i [cm]	Δy_i [cm]	Δz_i [cm]	Δx_f [cm]	Δy_f [cm]	Δz_f [cm]	Lung. Libera
0	1	1	5	0	0	5) \perp 100x90w	0	0	0	0	0	0	1) Auto
0	2	1	19	0	0	5) \perp 100x90w	0	0	0	0	0	0	1) Auto
0	3	19	24	0	0	5) \perp 100x90w	0	0	0	0	0	0	1) Auto
0	4	12	24	0	0	5) \perp 100x90w	0	0	0	0	0	0	1) Auto
0	5	5	11	0	0	5) \perp 100x90w	0	0	0	0	0	0	1) Auto
0	6	11	12	0	0	5) \perp 100x90w	0	0	0	0	0	0	1) Auto
0	7	8	11	0	0	5) \perp 100x90w	0	0	0	0	0	0	1) Auto
2	1	1	5	2	0	1) R 25x30	0	0	0	0	0	0	1) Auto
2	2	1	19	2	0	1) R 25x30	0	0	0	0	0	0	1) Auto
2	3	5	11	2	0	1) R 25x30	0	0	0	0	0	0	1) Auto
2	4	11	12	2	0	1) R 25x30	0	0	0	0	0	0	1) Auto
2	5	12	24	2	0	1) R 25x30	0	0	0	0	0	0	1) Auto
2	6	19	24	2	0	1) R 25x30	0	0	0	0	0	0	1) Auto
3	1	11	12	3	0	9) R 25x60	0	0	0	0	0	0	1) Auto
3	2	8	11	3	0	9) R 25x60	0	0	0	0	0	0	1) Auto

Software Jasp™ free - www.IngegneriaNet.it

Parametri di Calcolo

Opzioni di Calcolo

Calcolo sismico:	Statica
Sisma verticale:	No
Somma azioni sismiche:	Algebrica
Effetto P-Δ sisma:	Automatico
Azione Vento:	Sì
Effetto P-Δ vento:	Sì

Accelerazioni analisi sismica statica equivalente

Calcolo periodi principali:	Rayleigh
Periodo principale X:	0,21412 s
Periodo principale Y:	0,21412
Orizzontamenti:	3
Acc X SLO [g]	0.072168
Acc Y SLO [g]	0.072168
Acc Z SLO [g]	0.0096018
Acc X SLD [g]	0.089452
Acc Y SLD [g]	0.089452
Acc Z SLD [g]	0.013248
Acc X SLV [g]	0.12042
Acc Y SLV [g]	0.12042
Acc Z SLV [g]	0.024658

Famiglie combinazioni di carico e verifiche

N	descrizione	SLU	Deform.	Fessur.	Tens. Eserc.	Spost. Sismici	Gerarch. Resist.	Rotaz. Ultima
1	Fondamentale	Sì	-	-	-	-	-	-
2	Rara	-	-	-	Sì	-	-	-
3	Frequente	-	-	Sì	-	-	-	-
4	Quasi Perm.	-	Sì	Sì	-	-	Sì	-
5	Permanente	-	-	-	-	-	Sì	-
6	Sismica SLO	-	-	-	-	No	-	-
7	Sismica SLD	No	-	-	-	Sì	-	-
8	Sismica SLV	Sì	-	-	-	-	Sì	No
9	Sismica SLC	-	-	-	-	-	-	No

Software Jasp™ free - www.ingegnerianet.it

Combinazioni di carico

Fam. comb.	Comb.	N°	Coefficienti Azioni								Classe Durata	Segno Ned Sism	Cmb. Gemella
			Peso. Prop.	Vento X	Vento Y	Term.	Sisma X	Ecc.Y Sism.X	Sisma Y	Ecc.X Sism.Y			
1	1	1	1.3	0.9	0	0.9	0	0	0	0	Media		
1	2	2	1.3	0	0.9	0.9	0	0	0	0	Media		
1	3	3	1.3	0	-0.9	0.9	0	0	0	0	Media		
1	4	4	1.3	-0.9	0	0.9	0	0	0	0	Media		
1	5	5	1.3	0.9	0	-0.9	0	0	0	0	Media		
1	6	6	1.3	0	0.9	-0.9	0	0	0	0	Media		
1	7	7	1.3	0	-0.9	-0.9	0	0	0	0	Media		
1	8	8	1.3	-0.9	0	-0.9	0	0	0	0	Media		
1	9	9	1.3	1.5	0	0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	10	10	1.3	0	1.5	0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	11	11	1.3	0	-1.5	0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	12	12	1.3	-1.5	0	0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	13	13	1.3	1.5	0	-0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	14	14	1.3	0	1.5	-0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	15	15	1.3	0	-1.5	-0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	16	16	1.3	-1.5	0	-0.9	0	0	0	0	Istant.		
1	17	17	1.3	0.9	0	1.5	0	0	0	0	Media		
1	18	18	1.3	0	0.9	1.5	0	0	0	0	Media		
1	19	19	1.3	0	-0.9	1.5	0	0	0	0	Media		
1	20	20	1.3	-0.9	0	1.5	0	0	0	0	Media		
1	21	21	1.3	0.9	0	-1.5	0	0	0	0	Media		
1	22	22	1.3	0	0.9	-1.5	0	0	0	0	Media		
1	23	23	1.3	0	-0.9	-1.5	0	0	0	0	Media		
1	24	24	1.3	-0.9	0	-1.5	0	0	0	0	Media		
2	1	1	1	0.6	0	0.6	0	0	0	0	Media		
2	2	2	1	0	0.6	0.6	0	0	0	0	Media		
2	3	3	1	0	-0.6	0.6	0	0	0	0	Media		
2	4	4	1	-0.6	0	0.6	0	0	0	0	Media		
2	5	5	1	0.6	0	-0.6	0	0	0	0	Media		
2	6	6	1	0	0.6	-0.6	0	0	0	0	Media		
2	7	7	1	0	-0.6	-0.6	0	0	0	0	Media		

2	8	1	-0.6	0	-0.6	0	0	0	0	Media		
2	9	1	1	0	0.6	0	0	0	0	Media		
2	10	1	0	1	0.6	0	0	0	0	Media		
2	11	1	0	-1	0.6	0	0	0	0	Media		
2	12	1	-1	0	0.6	0	0	0	0	Media		
2	13	1	1	0	-0.6	0	0	0	0	Media		
2	14	1	0	1	-0.6	0	0	0	0	Media		
2	15	1	0	-1	-0.6	0	0	0	0	Media		
2	16	1	-1	0	-0.6	0	0	0	0	Media		
2	17	1	0.6	0	1	0	0	0	0	Media		
2	18	1	0	0.6	1	0	0	0	0	Media		
2	19	1	0	-0.6	1	0	0	0	0	Media		
2	20	1	-0.6	0	1	0	0	0	0	Media		
2	21	1	0.6	0	-1	0	0	0	0	Media		
2	22	1	0	0.6	-1	0	0	0	0	Media		
2	23	1	0	-0.6	-1	0	0	0	0	Media		
2	24	1	-0.6	0	-1	0	0	0	0	Media		
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Perm.		
3	2	1	0.2	0	0	0	0	0	0	Lunga		
3	3	1	0	0.2	0	0	0	0	0	Lunga		
3	4	1	0	-0.2	0	0	0	0	0	Lunga		
3	5	1	-0.2	0	0	0	0	0	0	Lunga		
3	6	1	0	0	0.5	0	0	0	0	Lunga		
3	7	1	0	0	-0.5	0	0	0	0	Lunga		
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Perm.		
5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Perm.		
7	1	1	0	0	0	0	1	-1	0.3	-0.3	Istant.	
7	2	1	0	0	0	0	1	1	0.3	0.3	Istant.	
7	3	1	0	0	0	0	1	1	-0.3	0.3	Istant.	
7	4	1	0	0	0	0	1	-1	-0.3	-0.3	Istant.	
7	5	1	0	0	0	0	-1	1	0.3	0.3	Istant.	
7	6	1	0	0	0	0	-1	-1	0.3	-0.3	Istant.	
7	7	1	0	0	0	0	-1	-1	-0.3	-0.3	Istant.	
7	8	1	0	0	0	0	-1	1	-0.3	0.3	Istant.	
7	9	1	0	0	0	0.3	-0.3	1	-1	Istant.		
7	10	1	0	0	0	0.3	0.3	1	1	Istant.		
7	11	1	0	0	0	0.3	0.3	-1	1	Istant.		
7	12	1	0	0	0	0.3	-0.3	-1	-1	Istant.		
7	13	1	0	0	0	-0.3	0.3	1	1	Istant.		
7	14	1	0	0	0	-0.3	-0.3	1	-1	Istant.		
7	15	1	0	0	0	-0.3	-0.3	-1	-1	Istant.		
7	16	1	0	0	0	-0.3	0.3	-1	1	Istant.		
8	1	1	0	0	0	1	-1	0.3	-0.3	Istant.		
8	2	1	0	0	0	1	1	0.3	0.3	Istant.		
8	3	1	0	0	0	1	1	-0.3	0.3	Istant.		
8	4	1	0	0	0	1	-1	-0.3	-0.3	Istant.		
8	5	1	0	0	0	-1	1	0.3	0.3	Istant.		
8	6	1	0	0	0	-1	-1	0.3	-0.3	Istant.		
8	7	1	0	0	0	-1	-1	-0.3	-0.3	Istant.		
8	8	1	0	0	0	-1	1	-0.3	0.3	Istant.		
8	9	1	0	0	0	0.3	-0.3	1	-1	Istant.		
8	10	1	0	0	0	0.3	0.3	1	1	Istant.		
8	11	1	0	0	0	0.3	0.3	-1	1	Istant.		
8	12	1	0	0	0	0.3	-0.3	-1	-1	Istant.		
8	13	1	0	0	0	-0.3	0.3	1	1	Istant.		
8	14	1	0	0	0	-0.3	-0.3	1	-1	Istant.		
8	15	1	0	0	0	-0.3	-0.3	-1	-1	Istant.		
8	16	1	0	0	0	-0.3	0.3	-1	1	Istant.		

Software: Jam™ free - www.independent.it

Conclusioni

Al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità del risultato, come richiesto al § 10.2.1 NTC18, il progettista strutturale assevera di aver:

- Esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del software e di ritenerlo affidabile ed idoneo alla struttura in oggetto.
- Controllato accuratamente i tabulati di calcolo, in particolare la tabella “Equilibrio per piano”, il listato degli errori numerici del solutore e le tabelle di verifica delle sezioni.
- Confrontato i risultati del software con quelli ottenuti con semplici calcoli di massima.
- Esaminato gli stati tensionali e deformativi e di ritenerli consistenti e coerenti con la schematizzazione e modellazione della struttura.

Pertanto ritiene che i risultati siano accettabili e che il presente progetto strutturale sia conforme alle Leggi n°1086/71 e n°64/74, e al DM 17/01/2018 (Norme tecniche per le costruzioni).

Il tecnico strutturista
