

**SERVIZIO PU -
EDILIZIA PUBBLICA**

Dirigente del Servizio:
 Responsabile Unico del Procedimento:
 Assistente al R.U.P.:

Arch. Laura Magni
 Arch. Diletta Moscardi
 Arch. Martina Santoro



Direttore Lavori:

Arch. Daniele Rangone



Progetto architettonico:

Arch. Daniele Rangone



Arch. Elena Rionda



CSP:

Arch. Elena Rionda



**Finanziato
dall'Unione europea**
 NextGenerationEU

**SCUOLA
FUTURA**

VARIANTE N.01

REVISIONE N°:
00

RELAZIONE DI CALCOLO SPECIFICA ANCORAGGIO
 FACCIAE CONTINUE

002



1 SOMMARIO

| | |
|---|--|
| Introduzione..... | |
| Sistemi di riferimento | |
| Rotazioni e momenti | |
| Normativa di riferimento..... | |
| Unità di misura..... | |
| Geometria | |
| Elenco vincoli nodi..... | |
| Elenco nodi | |
| Elenco materiali | |
| Elenco sezioni aste | |
| Elenco vincoli aste | |
| Elenco aste | |
| Carichi | |
| Condizioni di carico elementari | |
| Elenco carichi nodi Condizione di carico n. 2: Carico Tamponamento Carichi concentrati..... | |
| Elenco carichi aste Condizione di carico n. 1: P.P. Elenco peso proprio aste | |
| Risultati del calcolo | |
| Parametri di calcolo | |
| Spostamenti dei nodi | |
| Reazioni vincolari | |
| Sollecitazioni aste..... | |
| Criteri di progetto utilizzati | |
| Aste in acciaio | |
| Verifiche aste in acciaio | |



| | |
|---------------------------------|---|
| TITOLO DELL'INTERVENTO | REALIZZAZIONE DI NUOVA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO, PRIMARIA E LA NUOVA PALESTRA SCUOLA PIER CIRONI |
| COMMITTENTE | Comune di PRATO (PO) |
| PROGETTISTI | Settanta7 studio associato (capogruppo in rtp), Politecnica Ingegneria ed Architettura Soc. Coop. |
| TIPOLOGIA DI INTERVENTO | Demolizione e nuova costruzione |
| CARATTERISTICHE DELL'INTERVENTO | Realizzazione di nuovo plesso scolastico costituito da scuola secondaria di I grado, primaria e palestra scolastica, con demolizione di struttura scolastica esistente insistente nel lotto di intervento. I tre edifici di nuova costruzione sono collegati da una pensilina aperta. |

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO

La presente relazione di calcolo è relativa alle staffe di sostegno delle facciate continue delle scuole primaria e secondaria, come previsto nel progetto strutturale del complesso scolastico.

Il sistema prevede la realizzazione di n°2 ancoraggi passanti con barra filettata classe 8.8 diametro 12 mm ogni 100 cm e comunque in corrispondenza di ogni elemento verticale di sostegno della facciata su cui imbullonare la struttura verticale. La struttura è stata calcolata per le maggiori sollecitazioni trasmesse all'infisso sia dalle azioni da vento sia alla folle che spinge su di essa che dal peso proprio

Per eventuali forature, spessori piastre e diametro bulloni si rimanda agli esecutivi strutturali.

Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;



- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento



La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.



- D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare n. 7 del 21/1/2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.
- Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.
- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

Geometria

Elenco vincoli nodi

Simbologia

Com =Commento
m.

Kt =Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Ly =Lunghezza (dir. Y locale)

Lz =Larghezza (dir. Z locale)



RL =Rotazione libera

Rx =Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)

Ry =Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)

Rz =Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)

Sx =Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)

Sy =Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)

Sz =Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)

Vn =Numero del vincolo nodo

| V n | Comm. | S x | S y | S z | R x | R y | R z | R L | Ly <m > | Lz <m > | Kt <daN/cm > |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|--------------------|
| 1 | Libero | L | L | L | L | L | L | | | | |

| V n | Comm. | S x | S y | S z | R x | R y | R z | R L | Ly <m > | Lz <m > | Kt <daN/cm > |
|--------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|---------------|--------------------|
| 2 | Incastro | B | B | B | B | B | B | | | | |

Elenco nodi

Simbologia

Imp =Numero dell'impalcato

.

Nod =Numero del nodo

o

Vn =Numero del vincolo nodo

X =Coordinata X del nodo

Y =Coordinata Y del nodo

Z =Coordinata Z del nodo



| Nodo | X <m> | Y <m> | Z <m> | Imp <m> | V n |
|------|----------|----------|----------|------------|--------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 2 |
| 2 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0 | 1 |

Elenco materiali

Simbologia

=Coeff. di dilatazione termica

=Coeff. di Poisson

Com =Commento

m.

E =Modulo elastico

G =Modulo elastico tangenziale

Mat. =Numero del materiale

P =Peso specifico

| Mat. | Comm. | P <daN/m c> | E <daN/cm ² > | G <daN/cm ² q> | | |
|------|---------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----|----------|
| 18 | Acciaio | 7850 | 2100000.0 0 | 800000.0 0 | 0.3 | 1.00E-05 |

Elenco sezioni aste

Simbologia

B =Base

C =Numero del criterio di progetto



Comm. =Commento

Crit. C.F. =Criterio di progetto collegamento finale

Crit. C.I. =Criterio di progetto collegamento iniziale

H =Altezza

Ma =Numero del materiale

Mem. =Membratura

T = Trave

Sez. =Numero della sezione

Tipo =Tipologia

Cs = C stondata

Ver. =Verifica prevista

A = Acciaio

a =Spessore anima

r =Raggio raccordo anima-ala

r1 =Raggio in testa ala

s =Spessore ala

| Sez. | Comm. | Tip o | Me m. | Ver. | B <cm > | H <cm > | s <cm > | a <cm > | r <cm > | r1 <cm > | M a | Crit. C.I. | Crit. C.F. |
|------|-------------------------|----------|----------|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------|------------|------------|
| 1 | Elemento porta Facciata | Cs | T | A | 6.00 | 5.20 | 0.80 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 1 8 | 15 | 5 |

Elenco vincoli aste

Simbologia



Com = Commento

m.

Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Mxf = Momento intorno all'asse X locale nodo finale

Mxi = Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale

Myf = Momento intorno all'asse Y locale nodo finale

Myi = Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale

Mzf = Momento intorno all'asse Z locale nodo finale

Mzi = Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale

Nf = Sforzo normale nodo finale

Ni = Sforzo normale nodo iniziale

Tipo = Tipologia

SVI = Definizione di vincolamenti interni (L=libero, B=bloccato, valore svincolamento parziale)

ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler

BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione

BIE-RC = Biella resistente solo a compressione

BIE-RT = Biella resistente solo a trazione

CP = Cerniera plastica (L=libero, B=bloccato, A=automatica, valori resistenza residua (b,c))

Tyf = Taglio in dir. Y locale nodo finale

Tyi = Taglio in dir. Y locale nodo iniziale

Tzf = Taglio in dir. Z locale nodo finale

Tzi = Taglio in dir. Z locale nodo iniziale

Va = Numero del vincolo asta



| V a | Comm. | Tip o | Ni | Ty i | Tz i | Mx i | My i | Mz i | N f | Ty f | Tz f | Mx f | My f | Mz f | Kt <daN/cm c> |
|--------|---------|----------|----|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------------------|
| 1 | Inc+Inc | SVI | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | B | |

Elenco aste

Simbologia

Asta=Numero dell'asta

Dy1 =Scost. filo fisso Y1

Dy2 =Scost. filo fisso Y2

Dz1 =Scost. filo fisso Z1

Dz2 =Scost. filo fisso Z2

FF =Filo fisso

Kt =Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

N1 =Nodo iniziale

N2 =Nodo finale

Par. =Numero dei parametri aggiuntivi

Rot. =Rotazione

Sez. =Numero della sezione

Va =Numero del vincolo asta

| Asta | N 1 | N 2 | Sez. | V a | Par. | Rot. <grad > | F F | Dy1 <cm > | Dy2 <cm > | Dz1 <cm > | Dz2 <cm > | Kt <daN/cm c> |
|------|--------|--------|------|--------|------|--------------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| 201 | 1 | 2 | 1 | 1 | | 90.00 | 5 5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |



Carichi

Elenco tipi CCE

Simbologia

max =Coeff. max

min. =Coeff. min.

0 =Coeff. 0

0,s =Coeff. 0 sismico (D.M. 96)

1 =Coeff. 1

2 =Coeff. 2

Comm. =Commento

Durata =Durata del carico

P = Permanente

L = Lunga

Tipo =Tipologia

G = Permanente

Qv = Variabile vento

Tipo =Tipo condizione di carico elementare

CCE

| Tipo CCE | Comm. | Tipo | Durata | min. | max | 0 | 1 | 2 | 0,s |
|----------|--------------------------------|------|--------|------|------|---|---|---|-----|
| 1 | D.M. 18 Permanenti strutturali | G | P | 1.00 | 1.30 | | | | |



| | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|------|------|--|--|--|--|
| 2 | D.M. 18 Permanenti non strutturali | G | L | 0.80 | 1.50 | | | | |
|---|------------------------------------|---|---|------|------|--|--|--|--|

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare

Comm. = Commento

Dir. = Direzione del vento

Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X

Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y

Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X

My = Moltiplicatore della massa in dir. Y

Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z

Sic. = Contributo alla sicurezza

S = a sfavore

Tipo = Tipologia di pressione vento

M = Massimizzata

E = Esterna

I = Interna

Tipo = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite

CCE

Var. = Tipo di variabilità

B = di base

s = Coeff. di riduzione (T.A. o S.L. D.M. 96)



| CC E | Comm. | Tipo CCE | Sic. | Var. | s | Dir. <grado > | Tip o | Mx | My | Mz | Jpx | Jpy | Jpz |
|---------|------------------------|-------------|------|------|------|---------------------|----------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | P.P. | 1 | S | -- | 1.00 | -- | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |
| 2 | Carico Tamponamento | 2 | S | -- | 1.00 | -- | -- | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 |

Elenco carichi nodi

Condizione di carico n. 2: Carico Tamponamento

Carichi concentrati

Simbologia

F_x =Componente X della forza applicata

F_y =Componente Y della forza applicata

F_z =Componente Z della forza applicata

M_x =Momento intorno all'asse X

M_y =Momento intorno all'asse Y

M_z =Momento intorno all'asse Z

Nod =Numero del nodo

o

| Nod o | F_x <daN > | F_y <daN > | F_z <daN > | M_x <daN m> | M_y <daN m> | M_z <daN m> |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 2 | 0.00 | 460.00 | 230.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Elenco carichi aste

Condizione di carico n. 1: P.P.

Elenco peso proprio aste

**Simbologia**

A =Area

Com =Commento
m.

Mat. =Materiale

P =Peso specifico

PL =Peso specifico a metro lineare

Sez. =Numero della sezione

| Sez. | Comm. | A <cmq> | Mat. | P <daN/m c> | PL <daN/ m> |
|------|-------------------------|---------------|---------|-------------------|-------------------|
| 1 | Elemento porta Facciata | 12.48000 0 | Acciaio | 7850.00 | 9.80 |

Risultati del calcolo**Parametri di calcolo**

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:

ModeSt ver. 8.32, licenza n. 5517, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:

Xfinest ver. 9.4.3, licenza n. -2089177471, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

Tipo di normativa: stati limite D.M. 18

Tipo di calcolo: statico

Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione

Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido

Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni



- Tipo di analisi: Lineare
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

Opzioni di calcolo

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente

Opzioni del solutore

Opzioni generali:

- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Sì
- Check sequenza di Sturm: Sì
- Usa formulazione secante per buckling: No
- Trascura buckling torsionale: No

- Tipo di elemento bidimensionale: QF46
- Calcolo sforzo nei nodi: No

Opzioni per analisi P-Delta:

- Numero massimo di iterazioni: 15
- Valore della norma euclidea degli spostamenti: 1.0000E-04

Opzioni per analisi pushover:

- Esegui analisi in regime di piccoli spostamenti: Sì

Opzioni per analisi pushover murature:

- Interrompi analisi nel caso di plasticizzazione per carichi statici: Sì
- Utilizza sforzo normale medio: Sì

Metodo di convergenza:

- Forze e momenti residui (F)



Valore della norma euclidea delle forze: 1.0000E-03

Valore della norma euclidea dei momenti: 1.0000E-02

- Opzioni aggiuntive per analisi non lineari in presenza di elementi bidimensionali con comportamento Drucker-Prager:

OPTION PARAM AUTO_INCREMENT=YES

OPTION PARAM LINE_SEARCHES=YES

OPTION PARAM BGINCRS=1.0

OPTION PARAM AVINCRS=1.0

Dati struttura

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale VN: 50.00
- Classe d'uso: Classe II
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

Ambienti di carico

Simbologia

N =Numero

Com =Commento

m.

1 =P.P.

2 =Carico Tamponamento

F =azioni orizzontali convenzionali

SLU =Stato limite ultimo

SLR =Stato limite per combinazioni rare

SLF =Stato limite per combinazioni frequenti

SLQ/ =Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno
D



S = Sì

N = No

| NComm. | 1 | 2 | SL | SL | SL | SL |
|-------------------|---|---|----|----|----|----|
| | | | U | R | F | Q |
| 1 Calcolo statico | S | S | S | S | S | S |

Elenco combinazioni di carico simboliche

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Com = Commento

m.

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

| C | Comm. | TCC | 1 | 2 |
|---|----------------|-------|-----|-----|
| C | | | | |
| 1 | Amb. 1 (SLU) | SLU | max | max |
| 2 | Amb. 1 (SLE R) | SLE R | 1 | 1 |
| 3 | Amb. 1 (SLE F) | SLE F | 1 | 1 |
| 4 | Amb. 1 (SLE Q) | SLE Q | 1 | 1 |



Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: No

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

Combinazioni delle CCE

Simbologia

An. =Tipo di analisi

L = Lineare

NL = Non lineare

PD = P-Delta

Bk =Buckling

S = Sì

N = No

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Com =Commento

m.

TCC =Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

| C | Comm. | TCC | An. | B | 1 | 2 |
|---|--------------|-----|-----|---|------|------|
| C | | | | k | | |
| 1 | Amb. 1 (SLU) | SLU | L | N | 1.30 | 1.50 |



| | | | | | |
|---|----------------|------------|---|------|------|
| 2 | Amb. 1 (SLE R) | SLE RL | N | 1.00 | 1.00 |
| 3 | Amb. 1 (SLE F) | SLE FL | N | 1.00 | 1.00 |
| 4 | Amb. 1 (SLE Q) | SLE L Q | N | 1.00 | 1.00 |

Spostamenti dei nodi

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Nod = Numero del nodo

o

Rx = Rotazione intorno all'asse X

Ry = Rotazione intorno all'asse Y

Rz = Rotazione intorno all'asse Z

Sx = Spostamento in dir. X

Sy = Spostamento in dir. Y

Sz = Spostamento in dir. Z

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

I valori degli spostamenti nodali per CC di tipo sismico sono amplificati come da normativa



| Nodo | | Sx <cm> | C C | TC C | Sy <cm> | C C | TCC C | Sz <cm> | C C | TCC C | Rx <rad> | C C | TC C | Ry <rad> | C C | TCC C | Rz <rad> | C C | TCC C |
|------|------|------------|--------|---------|------------|--------|----------|------------|--------|----------|-------------|--------|---------|-------------|--------|----------|-------------|--------|----------|
| 2 | Max | 0.00 | 1 | SL U | -0.04 | 2 | SLE R | -0.02 | 2 | SLE R | 0.00 | 1 | SL U | 0.00 | 1 | SLU | -0.00 | 2 | SLE R |
| 2 | Min. | 0.00 | 1 | SL U | -0.07 | 1 | SLU | -0.04 | 1 | SLU | 0.00 | 1 | SL U | 0.00 | 2 | SLE R | -0.00 | 1 | SLU |

Min = -0.07

Max = 0.00

Reazioni vincolari

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Fx = Reazione vincolare (forza) in dir. X

Fy = Reazione vincolare (forza) in dir. Y

Fz = Reazione vincolare (forza) in dir. Z

Mx = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X

My = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y

Mz = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Z

Nod = Numero del nodo

o

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente



| Nodo | | C | TC | Fx <daN> | C | TCC | Fy <daN> | C | TCC | Fz <daN> | C | TC | Mx <daNm> | C | TCC | My <daNm> | C | TC | Mz <daNm> |
|------|-----|---|-----|-------------|---|-------|-------------|---|-------|-------------|---|-----|--------------|---|-------|--------------|---|-----|--------------|
| 1 | Max | 1 | SLU | 0.00 | 1 | SLU | 690.00 | 1 | SLU | 348.82 | 1 | SLU | 0.00 | 2 | SLE R | -69.44 | 1 | SLU | 207.00 |
| 1 | Min | 1 | SLU | 0.00 | 2 | SLE R | 460.00 | 2 | SLE R | 232.94 | 1 | SLU | 0.00 | 2 | SLE R | -104.07 | 1 | SLU | 138.00 |

Sollecitazioni aste

Simbologia

Asta=Numero dell'asta

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Mx =Momento torcente intorno all'asse X

My =Momento flettente intorno all'asse Y

Mz =Momento flettente intorno all'asse Z

N =Sforzo normale

N1 =Nodo1

N2 =Nodo2

Ty =Taglio in dir. Y

Tz =Taglio in dir. Z

X =Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

Tipo di combinazione di carico: SLU



| Asta | N | N | | X | N | C | Ty | C | Mz | C | Tz | C | My | C | Mx | C |
|------|---|---|------|-------|-------|---|--------|---|---------|---|---------|---|--------|---|--------|---|
| | 1 | 2 | | <cm> | <daN> | | <daN> | | <daNm> | | <daN> | | <daNm> | | <daNm> | |
| 201 | 1 | 2 | Max | 0.00 | 0.00 | 1 | 348.82 | 1 | -104.07 | 1 | -690.00 | 1 | 207.00 | 1 | 0.00 | 1 |
| 201 | 1 | 2 | Max | 30.00 | 0.00 | 1 | 345.00 | 1 | 0.00 | 1 | -690.00 | 1 | 0.00 | 1 | 0.00 | 1 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | 0.00 | 1 | 348.82 | 1 | -104.07 | 1 | -690.00 | 1 | 207.00 | 1 | 0.00 | 1 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 30.00 | 0.00 | 1 | 345.00 | 1 | 0.00 | 1 | -690.00 | 1 | 0.00 | 1 | 0.00 | 1 |

Tipo di combinazione di carico: SLE R

| Asta | N | N | | X | N | C | Ty | C | Mz | C | Tz | C | My | C | Mx | C |
|------|---|---|------|-------|-------|---|--------|---|--------|---|---------|---|--------|---|--------|---|
| | 1 | 2 | | <cm> | <daN> | | <daN> | | <daNm> | | <daN> | | <daNm> | | <daNm> | |
| 201 | 1 | 2 | Max | 0.00 | 0.00 | 2 | 232.94 | 2 | -69.44 | 2 | -460.00 | 2 | 138.00 | 2 | 0.00 | 2 |
| 201 | 1 | 2 | Max | 30.00 | 0.00 | 2 | 230.00 | 2 | 0.00 | 2 | -460.00 | 2 | 0.00 | 2 | 0.00 | 2 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | 0.00 | 2 | 232.94 | 2 | -69.44 | 2 | -460.00 | 2 | 138.00 | 2 | 0.00 | 2 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 30.00 | 0.00 | 2 | 230.00 | 2 | 0.00 | 2 | -460.00 | 2 | 0.00 | 2 | 0.00 | 2 |

Tipo di combinazione di carico: SLE F

| Asta | N | N | | X | N | C | Ty | C | Mz | C | Tz | C | My | C | Mx | C |
|------|---|---|------|-------|-------|---|--------|---|--------|---|---------|---|--------|---|--------|---|
| | 1 | 2 | | <cm> | <daN> | | <daN> | | <daNm> | | <daN> | | <daNm> | | <daNm> | |
| 201 | 1 | 2 | Max | 0.00 | 0.00 | 3 | 232.94 | 3 | -69.44 | 3 | -460.00 | 3 | 138.00 | 3 | 0.00 | 3 |
| 201 | 1 | 2 | Max | 30.00 | 0.00 | 3 | 230.00 | 3 | 0.00 | 3 | -460.00 | 3 | 0.00 | 3 | 0.00 | 3 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | 0.00 | 3 | 232.94 | 3 | -69.44 | 3 | -460.00 | 3 | 138.00 | 3 | 0.00 | 3 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 30.00 | 0.00 | 3 | 230.00 | 3 | 0.00 | 3 | -460.00 | 3 | 0.00 | 3 | 0.00 | 3 |



Tipo di combinazione di carico: SLE Q

| Asta | N | N | | X | N | C | Ty | C | Mz | C | Tz | C | My | C | Mx | C |
|------|---|---|------|-------|-------|---|--------|---|--------|---|---------|---|--------|---|-------|---|
| | 1 | 2 | | <cm> | <daN> | | <daN> | | <daN> | | <daN> | | <daN> | | <daN> | |
| 201 | 1 | 2 | Max | 0.00 | 0.00 | 4 | 232.94 | 4 | -69.44 | 4 | -460.00 | 4 | 138.00 | 4 | 0.00 | 4 |
| 201 | 1 | 2 | Max | 30.00 | 0.00 | 4 | 230.00 | 4 | 0.00 | 4 | -460.00 | 4 | 0.00 | 4 | 0.00 | 4 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 0.00 | 0.00 | 4 | 232.94 | 4 | -69.44 | 4 | -460.00 | 4 | 138.00 | 4 | 0.00 | 4 |
| 201 | 1 | 2 | Min. | 30.00 | 0.00 | 4 | 230.00 | 4 | 0.00 | 4 | -460.00 | 4 | 0.00 | 4 | 0.00 | 4 |

Criteri di progetto utilizzati

Aste in acciaio

| | |
|--|-------|
| Generali | |
| Verifica aste in acciaio | |
| Numero punti di verifica | 10.00 |
| Numero CC da considerare di tipo I | 99.00 |
| Stati limite D.M. 18 | |
| Verifiche con EC3 | No |
| Coeff. amplificativo sollecitazioni per effetti del secondo ordine | 1.00 |
| Stampe | |
| Verifiche da riportare in relazione | Tutte |
| Stampa dettaglio verifiche | No |

| | |
|--|---|
| | 1 |
|--|---|



| Specifici | |
|---|---------|
| Materiali | |
| CNR 10011 | |
| Tipo di acciaio | FE360 |
| D.M. 18 | |
| Tipo di acciaio per profilati a sezione aperta | S235 |
| | UNI EN |
| | 10025-2 |
| Tipo di acciaio per profilati a sezione cava | S235H |
| | UNI EN |
| | 10210-1 |
| EC3 | |
| Tipo di acciaio | S235 |
| -Fy <daN/cm²> | 2350.00 |
| -Fu <daN/cm²> | 3600.00 |
| -Fy,40 <daN/cm²> | 2150.00 |
| -Fu,40 <daN/cm²> | 3600.00 |
| M0 | 1.00 |
| M1 | 1.00 |
| M2 | 1.25 |
| Rd | 1.30 |
| Ov | 1.25 |
| -Considera come elemento esistente (S.L. D.M. 18/EC3) | No |
| -Livello di conoscenza | LC1 |



| | |
|--|------|
| -Fattore di confidenza | 1.35 |
| Verifiche di resistenza | |
| Rapporto fra area effettiva e area nominale | 1.00 |
| Rapporto fra area netta e area nominale | 1.00 |
| Coeff. di forma intorno all'asse Y | 1.00 |
| Coeff. di forma intorno all'asse Z | 1.00 |
| Verifica le bielle solo con sollecitazioni di trazione moltiplicate per | Si |
| Valutare la per torsione nei punti di spigolo (CNR 10011) | No |
| -Pari a | |
| Stati limite D.M. 18/EC3 | |
| -Elemento dissipativo | No |
| -Effettua le verifiche della gerarchia delle resistenze per strutture intelaiate | No |
| -Usa classe 1 in pressoflessione deviata se non presente in archivio | No |
| -Verifica in campo plastico elemento non dissipativo | No |
| Stati limite D.M. 18 | |
| -Usa prescrizioni EC3 quando più dettagliate | Si |
| -Considera prescrizioni relative ai ponti | No |
| Verifiche di resistenza sezioni generiche | |
| Spessore nominale <cm> | 0.00 |
| Momento di inerzia torsionale <cm4> | 0.00 |
| Costante di ingobbamento <cm6> | 0.00 |
| Riduzione resistenza flessionale come per sezioni a I | No |
| Area resistente a taglio in dir. Y locale <cmq> | 0.00 |



| | |
|---|--------|
| Area resistente a taglio in dir. Z locale <cmq> | 0.00 |
| Verifiche di deformabilità | |
| Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (totale) | 250.00 |
| Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (solo accidentali) | 300.00 |
| Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (aste) | 300.00 |
| Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (membrature) | 500.00 |
| Considerare anche spostamento relativo nodi per calcolo freccia | No |
| Considerare solo la verifica di deformabilità delle membrature | Si |
| Trascura deformazione dovuta al sisma (T.A.) | No |
| Verifiche di stabilità | |
| Riduzione lunghezza libera d'inflessione | |
| -Distanza fra i nodi dell'asta | x |
| -Distanza ridotta delle zone rigide moltiplicate per il valore | |
| Tipo di accoppiamento aste composte | |
| -Separate | |
| -Calastrellate | |
| -Imbottite | |
| -Automatico | x |
| Calcolo momento medio usando valori assoluti | Si |
| Interasse calastrelli o imbottiture | |
| -Distanza pari a <m> | |
| -Interasse da normativa moltiplicato per il valore | 0.80 |
| -Aste rigidamente collegate | |



| | |
|---|------------|
| Curva di stabilità (D.M. 18/EC3) | Automatica |
| Aste laminate | Si |
| Sigma max amm. senza verifiche di stabilità (CNR 10011) <%> | 2.00 |
| Verifica nei piani principali | Si |
| Carichi sull'estradosso (CNR 10011) | Si |
| Verifiche di stabilità asta | |
| Verifiche di stabilità globale nel piano XZ locale | Si |
| -Coeff. intorno all'asse Y | 1.00 |
| Verifiche di stabilità globale nel piano XY locale | Si |
| -Coeff. intorno all'asse Z | 1.00 |
| Verifiche di stabilità flesso - torsionale | Si |
| -Coeff. per calcolo interasse ritegni torsionali | 1.00 |
| Eseguire anche le verifiche al punto 7.3.2 (CNR 10011) | Si |
| Aste inflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Coeff. per calcolo momento critico | |
| -Valuta in base ai momenti dell'asta | x |
| -Utilizza valore imposto | |
| -Fattore correttivo di distribuzione K c | 0.94 |
| -Snellezza di riferimento LT,0 | 0.40 |
| -Coeff. | 0.75 |
| Aste pressoinflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Considera come molto deformabile a torsione | No |



| | |
|---|------|
| -Fattore correttivo di distribuzione mY/CmY | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione mZ/CmZ | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione mLT/CmLT | 0.95 |
| Verifiche di stabilità all'imbozzamento (CNR 10011) | |
| -Numero irrigidimenti orizzontali anima | 0.00 |
| -Interasse irrigidimenti verticali anima | |
| -Numero di suddivisioni | |
| -Distanza non inferiore a <cm> | |
| -Pari alla lunghezza dell'asta | x |
| -Modalità di calcolo cr,id | |
| -Normativa | |
| -Massonet | x |
| -Ballio | |
| Verifiche di stabilità membratura | |
| Massimo numero aste costituenti unica membratura | 1.00 |
| Sforzo normale di verifica | |
| -Massimo valore fra tutte le aste | x |
| -Media aritmetica dei valori di tutte le aste | |
| -Media pesata di tutte le aste | |
| Contributo eventuali sforzi di trazione | No |
| Incremento snellezza | Si |
| Verifiche di stabilità globale nel piano XZ locale | Si |
| -Coeff. intorno all'asse Y calcolato in funzione dello sforzo normale | |



| | |
|---|--------|
| -Coeff. intorno all'asse Y | 1.00 |
| Verifiche di stabilità globale nel piano XY locale | Si |
| -Coeff. intorno all'asse Z calcolato in funzione dello sforzo normale | |
| -Coeff. intorno all'asse Z | 1.00 |
| Verifiche di stabilità flessione - torsionale | Si |
| -Coeff. per calcolo interasse ritorni torsionali | 1.00 |
| Membrature inflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Coeff. per calcolo momento critico | |
| -Valuta in base ai momenti della membratura | x |
| -Utilizza valore imposto | |
| -Fattore correttivo di distribuzione K c | 0.94 |
| -Snellezza di riferimento LT,0 | 0.40 |
| -Coeff. | 0.75 |
| Membrature pressoinflesse (D.M. 18/EC3) | |
| -Considera come molto deformabile a torsione | No |
| -Fattore correttivo di distribuzione mY/CmY | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione mZ/CmZ | 0.95 |
| -Fattore correttivo di distribuzione mLT/CmLT | 0.95 |
| Dati per verifiche di resistenza al fuoco | |
| -Tempo di verifica (REI) <minuti> | 120.00 |
| -Fattore di momento uniforme equivalente M, y | 1.10 |
| -Fattore di momento uniforme equivalente M, z | 1.10 |
| -Fattore di momento uniforme equivalente M, LT | 1.10 |



Verifiche aste in acciaio

Simbologia

| | | |
|----|--|--|
| y | =Coefficiente | per inflessione intorno all'asse y(c) |
| z | =Coefficiente | per inflessione intorno all'asse z(e) |
| y | =Coefficiente | di riduzione per instabilità intorno all'asse y(c) |
| z | =Coefficiente | di riduzione per instabilità intorno all'asse z(e) |
| *y | =Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse y(c) | |
| *z | =Snellezza adimensionale per inflessione intorno all'asse z(e) | |
| y | =Snellezza per inflessione intorno all'asse y(c) | |
| z | =Snellezza per inflessione intorno all'asse z(e) | |

ID, $\sigma_{daN/c}$ = Tensione ideale massima

max m_q

M $\sigma_{daN/c}$ = Tensione normale per momento flettente
 m_q

N $\sigma_{daN/c}$ = Tensione normale per sforzo normale
 m_q

$\sigma_{daN/c}$ = Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
 m_q

A_{eff} σ_{cmq} = Area effettiva per trazione

A_{net} σ_{cmq} = Area netta per compressione

A_{area} σ_{cmq} = Area

A_{tag, y} σ_{cmq} = Area resistente a taglio in dir. Y
y

A_{tag, z} σ_{cmq} = Area resistente a taglio in dir. Z
z

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari



| | |
|-------------|---|
| Cod. | =Codice |
| Curv a | =Curva di instabilità adottata |
| D | <cm> =Distanza |
| Fyk | <daN/c =Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio mq> |
| Fyt | <daN/c =Tensione caratteristica di rottura mq> |
| Iy | <cm> =Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y |
| Iz | <cm> =Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z |
| J | <cm6> =Costante di ingobbamento |
| Jy | <cm4> =Momento d'inerzia rispetto all'asse Y |
| Jz | <cm4> =Momento d'inerzia rispetto all'asse Z |
| L | <m> =Lunghezza dell'asta |
| My | <daNm =Momento flettente intorno all'asse Y > |
| Myeq ,Ed | <daNm =Valore equivalente del momento flettente intorno all'asse Y > |
| Mz | <daNm =Momento flettente intorno all'asse Z > |
| Mzeq ,Ed | <daNm =Valore equivalente del momento flettente intorno all'asse Z > |
| Ncr,y | <daN> =Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse y(c) |
| Ncr,z | <daN> =Sforzo normale critico euleriano per inflessione intorno all'asse z(e) |
| Sez. | =Numero della sezione |
| Tipo | =Tipologia |



Cs = C stondata

Tp =Tipo di acciaio

Ty <daN> =Taglio in dir. Y

Tz <daN> =Taglio in dir. Z

V,Ed <daN> =Forza di taglio di calcolo

Vc,Rd <daN> =Resistenza a taglio

Wy,pl <cmc> =Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
as

Wymi <cmc> =Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
n

Wz,pl <cmc> =Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
as

Wzmi <cmc> =Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
n

Xl <m> =Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il
progetto/verifica

fZ,G <cm> =Freccia in direzione Z globale

fZ,L <cm> =Freccia in direzione Z locale

Caratteristiche profilati utilizzati

| Se z. | Cod. | Tip o | D <c m> | Are <c mq > | Ane <c mq > | Aeff <c mq > | Jy <c m4 > | Jz <c m4 > | Iy <c m> | Iz <c m> | Wy min <c mc > | Wz min <c mc > | Tp | Fyk <daN/c mq> | Fyt <daN/c mq> |
|----------|----------------------------|----------|---------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | Elemento porta Facciata | Cs | -- | 12. 48 | 12. 48 | 12. 48 | 50. 09 | 43. 93 | 2.0 0 | 1.8 8 | 19. 26 | 12. 20 | S235 UNI EN 10025-2 | 2350.0 0 | 3600.0 0 |



Caratteristiche profilati utilizzati

| Sez. | Cod. | Wy,plas <cmc> | Wz,plas <cmc> | Atag,y <cmq> > | Atag,z <cmq> > | J <cm6> |
|------|-------------------------|------------------|------------------|----------------------|----------------------|------------|
| 1 | Elemento porta Facciata | 23.71 | 20.74 | 9.60 | 3.52 | 184.94 |

Asta n. 201 (1 2) - Sez. 1 (Elemento porta Facciata) - Crit. 1

-Verifica a taglio Dir. Y [4.2.16] - CC 1 SLU $X_l=0.30$

Sollecitazioni: $T_y=345.00$

$V_{Ed}=345.00$ $V_{c,Rd}=12405.20$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.03$

- Verifica a taglio Dir. Z [4.2.16] - CC 1 SLU $X_l=0.30$

Sollecitazioni: $T_z=-690.00$

$V_{Ed}=-690.00$ $V_{c,Rd}=4548.56$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.15$

- Verifica in termini tensionali [4.2.4] - CC 1 SLU $X_l=0.00$ - Classe 3

Sollecitazioni: $T_z=-690.00$ $M_y=-207.00$ $T_y=348.82$ $M_z=-104.07$

Tensioni: $N=0.00$ $m,d=-1927.41$ $=0.00$ $\max=-1927.41$ (sfrut=0.86)

Tensioni: $N=0.00$ $m,d=379.05$ $=204.26$ $\max=204.26$ (sfrut=0.16)

Tensioni: $N=0.00$ $m,d=-1927.41$ $=0.00$ $ID,\max=1927.41$ (sfrut=0.86)

- Verifica di stabilità aste presso-inflesse (C4.2.4.1.3.3.1) - CC 1 SLU - Classe 3

Sollecitazioni: $M_{y,Ed}=-155.25$ $M_{z,Ed}=-78.05$

$L=0.30$

$Y=14.98$ $N_{cr,y}=1153440.00$ $*y=0.16$ Curva c: $y=0.00$ $y=1.00$

$Z=15.99$ $N_{cr,z}=1011660.00$ $*z=0.17$ Curva c: $z=0.00$ $z=1.00$

,min=1.00

Verifica: $0.00+0.36+0.29=0.65$

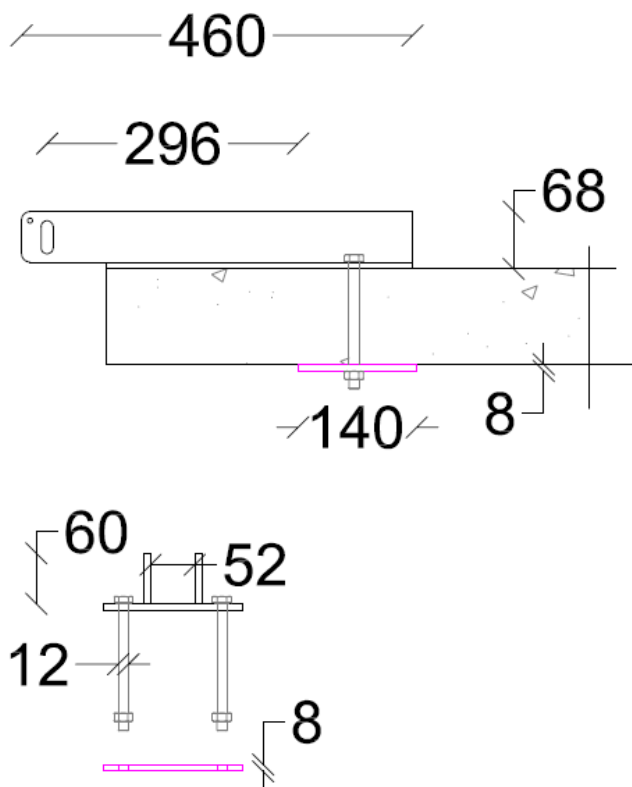
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2

$f_Z,L=0.01$ (L/3653) $f_Z,G=0.00$ (L/6829)



VERIFICA ANCORAGGIO

Per il collegamento si adottano bulloni 12 classe 8.8 (fori 13 mm) disposti in fila secondo lo schema riportato in figura



Date le caratteristiche del collegamento, la posizione dell'asse neutro viene individuata per mezzo della relazione*:

$$y_c^2 \cdot \frac{b}{2} + y_c \cdot \sum A_i - \sum A_i \cdot y_i = 0$$

* vedi "Strutture in acciaio", di Ballio e Mazzolani, cap. 6.3

Dove:



$y_c :$

$b :$

$A_i :$

$y_i :$

Nel caso in esame si ha:

$$y_c = 1.37$$

L'azione nel bullone appartenente alla i-esima fila è determinabile attraverso la relazione:

$$N_b = \frac{M}{I} \cdot (y_i - y_c) \cdot A_i$$

Dove, oltre a quanto specificato sopra, si assume:

$M :$

$$I = \frac{b \cdot y_c^3}{3} + \sum (A_i \cdot (y_i - y_c)^2)$$

Nel caso di specie:

$$M = 20700 \text{ Kgcm}$$

$$I = 99.92$$

Da cui si ottiene uno sforzo di trazione nei bulloni più sollecitati di:

$$N_{b_{\max}} =$$

La sollecitazione tagliante totale è:

$$T = 690 \text{ Kg}$$

Questa comporta uno sforzo di taglio nei bulloni stimabile in:

$$T_b = \frac{T}{n_b}$$



Essendo

$n_b^o :$

Si ottiene:

$$T_b =$$

Adottando bulloni classe 8.8 si hanno valori limite per le azioni di trazione e di taglio pari a:

$$F_{vRd} =$$

$$F_{tRd} =$$

La verifica del bullone è quindi soddisfatta se risulta (p.to 4.2.8.1.1 DM17/01/2018):

$$\frac{T_b}{F_{vRd}} + \frac{N_b}{1.4 \cdot F_{tRd}} \leq 1$$

Nel caso in esame:

0.107 < 1 – Verifica soddisfatta

Resistenza a rifollamento della lamiera sp=8 mm

$$F_{V,Rd} = \frac{k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t \cdot \alpha_b}{\gamma_{M2}} =$$

k1 = coefficiente di rifollamento = 2.5

b = coefficiente correttivo = 1.00

Resistenza a trazione della lamiera sp=8 mm

$$F_{V,Rd,d} = \frac{0.9 \cdot A_{Net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} =$$



Resistenza a punzonamento della lamiera in corrispondenza del dado

$$B_{p,Rd} = 0.60 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u =$$

Firmato da:

DILETTA MOSCARDI

codice fiscale MSCDTT72P64D612I

num.serie: 7410522764982324654942578674207072419

emesso da: ArubaPEC EU Qualified Certificates CA G1

valido dal 12/08/2024 al 12/08/2027

DANIELE RANGONE

codice fiscale RNGDNL77M04L219D

num.serie: 30579302

emesso da: InfoCert Qualified Electronic Signature CA 3

valido dal 26/09/2024 al 26/09/2027