

**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
 _TAMPONATURA OPACA

003



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 pareti di tamponamento delle strutture in cartongesso da esterno, 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 50 cm su cui chiodare a pressione le guida inferiore e superiore delle pareti. La struttura è stata calcolata per le maggiori sollecitazioni trasmesse al tamponamento sia dalle azioni da vento sia alla folle che spinge su di essa.

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 c>
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 c>
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

Nod o	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp .	Vn
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

R = Rettangolare

Ver. =Verifica prevista

A = Acciaio

Sez.	Comm.	Tip o	Me m.	Ver.	B <cm>	H <cm>	M C	Crit. C.I.	Crit. C.F.
1	Piatto mm	R	T	A	20.00	1.20	11 8	5	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	Tyi	Tzi	Mx i	My i	Mz i	N f	Tyf	Tzf	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		0.00	2	0.00	0.00	0.00	0.00	
							2					

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 CCE=Tipo condizione di carico elementare

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 CCE=Tipo di CCE per calcolo agli stati limite

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. <grad >	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

Fx =Componente X della forza applicata

Fy =Componente Y della forza applicata

Fz =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	230.00	190.00	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	Piatto mm	12x200	24.00000 0	Acciaio	7850.00	18.84
---	--------------	--------	---------------	---------	---------	-------

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	SLU	SLR	SLF	SLQ
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 k	1	2
1	Amb. 1 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.50
2	Amb. 1 (SLE R)	SLE R L		N	1.00	1.00
3	Amb. 1 (SLE F)	SLE F L		N	1.00	1.00
4	Amb. 1 (SLE Q)	SLE Q	L	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	TC	Sy <cm>	C	TCC	Sz <cm>	C	TCC	Rx <rad>	C	TC	Ry <rad>	C	TCC	Rz <rad>	C	TCC
2	Max	0.00	1	SL U	-0.00	2	SLE R	-0.29	2	SLE R	0.00	1	SL U	0.02	1	SLU	0.00	2	SLE R
2	Min.	0.00	1	SL U	-0.00	1	SLU	-0.43	1	SLU	0.00	1	SL U	0.01	2	SLE R	0.00	1	SLU

Min = -0.43
Max = 0.00

Reazioni vincolari

Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari



F_x = Reazione vincolare (forza) in dir. X

F_y = Reazione vincolare (forza) in dir. Y

F_z = Reazione vincolare (forza) in dir. Z

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

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

M_z = 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

Nod o		C C	TC C	F_x <daN>	C C	TCC	F_y <daN>	C C	TCC	F_z <daN>	C C	TC C	M_x <daNm>	C C	TCC	M_y <daNm>	C C	TC C	M_z <daNm>
1	Ma x	1	SL U	0.00	1	SLU	345.00	1	SLU	292.35	1	SL U	0.00	2	SLE R	-57.85	1	SL U	103.50
1	Mi n	1	SL U	0.00	2	SLE R	230.00	2	SLE R	195.65	1	SL U	0.00	2	SLE R	-86.60	1	SL U	69.00

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>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daNm>	C
201	1	2	Max	0.00	0.00	1	345.00	1	-103.50	1	292.35	1	-86.60	1	0.00	1
201	1	2	Max	30.00	0.00	1	345.00	1	0.00	1	285.00	1	0.00	1	0.00	1
201	1	2	Min.	0.00	0.00	1	345.00	1	-103.50	1	292.35	1	-86.60	1	0.00	1
201	1	2	Min.	30.00	0.00	1	345.00	1	0.00	1	285.00	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>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daNm>	C
201	1	2	Max	0.00	0.00	2	230.00	2	-69.00	2	195.65	2	-57.85	2	0.00	2



201	1	2	Max	30.00	0.00	2	230.00	2	0.00	2	190.00	2	0.00	2	0.00	2
201	1	2	Min.	0.00	0.00	2	230.00	2	-69.00	2	195.65	2	-57.85	2	0.00	2
201	1	2	Min.	30.00	0.00	2	230.00	2	0.00	2	190.00	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>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daNm>	C
201	1	2	Max	0.00	0.00	3	230.00	3	-69.00	3	195.65	3	-57.85	3	0.00	3
201	1	2	Max	30.00	0.00	3	230.00	3	0.00	3	190.00	3	0.00	3	0.00	3
201	1	2	Min.	0.00	0.00	3	230.00	3	-69.00	3	195.65	3	-57.85	3	0.00	3
201	1	2	Min.	30.00	0.00	3	230.00	3	0.00	3	190.00	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>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daN>	C	<daNm>	C	<daNm>	C
201	1	2	Max	0.00	0.00	4	230.00	4	-69.00	4	195.65	4	-57.85	4	0.00	4
201	1	2	Max	30.00	0.00	4	230.00	4	0.00	4	190.00	4	0.00	4	0.00	4
201	1	2	Min.	0.00	0.00	4	230.00	4	-69.00	4	195.65	4	-57.85	4	0.00	4
201	1	2	Min.	30.00	0.00	4	230.00	4	0.00	4	190.00	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 flesso - torsionale	Si
-Coeff. per calcolo interasse ritegni 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

ID, <daN/c =Tensione ideale massima

max mq>

M <daN/c =Tensione normale per momento flettente
mq>

N <daN/c =Tensione normale per sforzo normale
mq>

<daN/c =Tensione tangenziale per taglio e/o torsione
mq>

Aeff <cmq> =Area effettiva per trazione

Anet <cmq> =Area netta per compressione



Area <cmq> =Area

Atag, <cmq> =Area resistente a taglio in dir. Y
y

Atag, <cmq> =Area resistente a taglio in dir. Z
z

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Cod. =Codice

D <cm> =Distanza

Fyk <daN/cmq> =Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
mq>

Fyt <daN/cmq> =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

My <daNm> =Momento flettente intorno all'asse Y
>

Mz <daNm> =Momento flettente intorno all'asse Z
>

Sez. =Numero della sezione

Tipo =Tipologia

R = Rettangolare

Tp =Tipo di acciaio

Ty <daN> =Taglio in dir. Y



T_z <daN> =Taglio in dir. Z

V_{Ed} <daN> =Forza di taglio di calcolo

$V_{c,Rd}$ <daN> =Resistenza a taglio

$W_{y,pl}$ <cm³> =Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
as

W_{ymin} <cm³> =Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
n

$W_{z,pl}$ <cm³> =Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
as

W_{zmin} <cm³> =Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
n

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

$f_{Z,L}$ <cm> =Freccia in direzione Z locale

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tip	D	Are	Ane	Aeff	Jy	Jz	Iy	Iz	Wy	Wz	Tip	Fyk	Fyt
			<c	a	t	<c	<c	<cm	<c	<c	min	min		<daN/c	<daN/c
			m>	<c	<c	m	m ⁴	4>	m>	m>	<c	<c		mq>	mq>
				mq	mq	>	>				mc	mc			
				>	>						>	>			
1	Piatto 12x200 mm	R	--	24. 00	24. 00	24. 00	2.8 8	800. 00	0.3 5	5.7 7	4.8 0	80. 00	S235 UNI EN 10025-2	2350.0 0	3600.0 0

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas	Wz,plas	Atag,y	Atag,z	J
		<cm ³ >	<cm ³ >	<cm ⁴ >	<cm ⁴ >	<cm ⁶ >
				>	>	>



1	Piatto 12x200 mm	7.20	120.00	24.00	24.00	
---	---------------------	------	--------	-------	-------	--

Asta n. 201 (1 2) - Sez. 1 (Piatto 12x200 mm) - Crit. 1

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

Sollecitazioni: $T_y=345.00$

$V_{Ed}=345.00$ $V_{c,Rd}=31012.90$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.01$

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

Sollecitazioni: $T_z=285.00$

$V_{Ed}=285.00$ $V_{c,Rd}=31012.90$ $V_{Ed}/V_{c,Rd}=0.01$

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

Sollecitazioni: $T_z=292.35$ $M_y=86.60$ $T_y=345.00$ $M_z=-103.50$

Tensioni: $N=0.00$ $m_{d,-1933.59}$ $=0.00$ $\max=-1933.59$ (sfrut=0.86)

Tensioni: $N=0.00$ $m_{d,-0.00}$ $=28.26$ $\max=28.26$ (sfrut=0.02)

Tensioni: $N=0.00$ $m_{d,-1933.59}$ $=0.00$ $ID,\max=1933.59$ (sfrut=0.86)

- Verifica di stabilità a presso flessione (4.2.4.1.3.3) non effettuabile

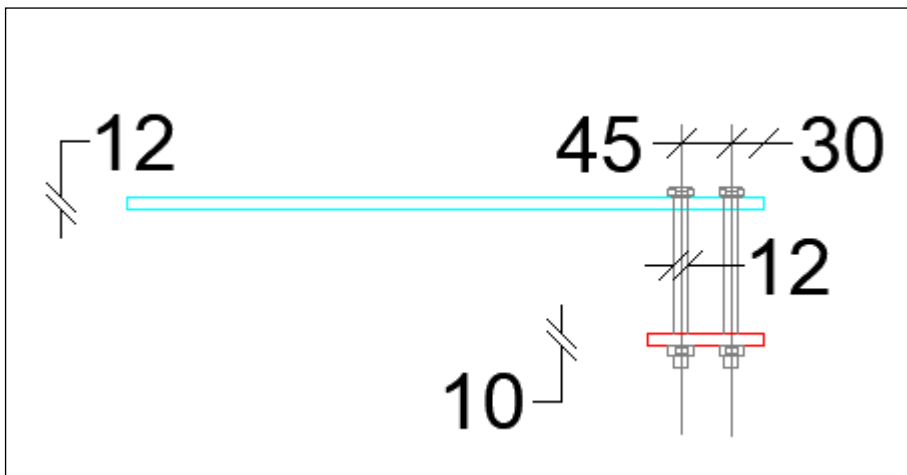
- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2

$f_{Z,L}=0.05$ (L/560)



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 : distanza asse neutro dal bordo della flangia

b : larghezza flangia

A_i : area bullone della i-esima fila



y_i : distanza i-esima fila di bulloni dal bordo della flangia

Nel caso in esame si ha:

$$y_c = 0.98$$

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:

34

M : momento flettente sollecitante

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

Nel caso di specie:

$$M = 10350 \text{ Kgcm}$$

$$I = 25.64$$



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

$$N_{b\max} = 2402.37 \text{ Kg}$$

La sollecitazione tagliante totale è:

$$T=295\text{Kg}$$

Questa comporta uno sforzo di taglio nei bulloni stimabile in:

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

35

Essendo

n_b° : numero bulloni resistenti al taglio = 2

Si ottiene:

$$T_b = 147.50 \text{ Kg}$$

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



$F_{vRd} = 3225.6 \text{ Kg}$ Resistenza di calcolo a taglio

$F_{tRd} = 4838.4 \text{ Kg}$ Resistenza di calcolo a trazione

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:

$0.400 < 1$ – Verifica soddisfatta

Resistenza a rifollamento della lamiera $s_p=8 \text{ mm}$

$$F_{V,Rd} = \frac{k_1 \cdot f_u \cdot d \cdot t \cdot \alpha_b}{\gamma_{M2}} = 5316 \text{ Kg} > T_b \text{ – Verifica soddisfatta}$$

k_1 = coefficiente di rifollamento = 2.5

b = coefficiente correttivo = 0.769



Resistenza a trazione della lamiera $s_p=8$ mm

$$F_{V,Rd,d} = \frac{0.9 \cdot A_{Net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 2781.65 \text{ Kg} - \text{Verifica soddisfatta}$$

Resistenza a punzonamento della lamiera in corrispondenza del dado

$$B_{P,Rd} = 0.60 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u = 5211.52 \text{ Kg} > N_b - \text{Verifica soddisfatta}$$

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