

REGIONE DEL
VENETO

COMUNE DI
CAZZANO DI TRAMIGNA

PROVINCIA DI
VERONA

PROGETTO DI
REALIZZAZIONE STRUTTURE METALLICHE
PER SOSTEGNO FRANGISOLE
REALIZZATO DALLA DITTA
MG BESCHIN
PER CONTO DI
CONTRI SPUMANTI S.P.A.

RELAZIONE DI CALCOLO

Valdagno, 30-04-2026

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE
(Dott. Ing. Santolin Marco)



Handwritten signature of Marco Santolin

Dott. Ing. MARCO SANTOLIN

C.da Biceghi 24/A, 36078 Valdagno (VI) Tel: 3930269941 E-mail: ing.santolin@gmail.com

Indice

CAPITOLO 1 INTRODUZIONE.....	3
1.1. INTRODUZIONE.....	3
1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
1.3. MATERIALI DA UTILIZZARE.....	3
CAPITOLO 2 AZIONI DI CALCOLO.....	4
2.1. AZIONI PERMANENTI.....	4
2.2. AZIONI ACCIDENTALI.....	4
2.2.1 AZIONE DEL VENTO.....	4
CAPITOLO 3 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI.....	5
3.1. MODELLAZIONE DI CALCOLO.....	5
3.2. INVILUPPO DEI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE.....	6
3.3. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	9
3.4. VERIFICA PROFILI TUBOLARI 80x80x3.....	9
3.5. VERIFICA CONTROVENTI IN PIATTO 50x6.....	10
3.6. VERIFICA COLONNE IPE 400.....	10
3.7. VERIFICA PIASTRA DI BASE COLONNE.....	11
3.8. REAZIONI VINCOLARI.....	14

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

1.1. INTRODUZIONE

Oggetto della presente relazione è la verifica di una parete a struttura metallica per il sostegno di frangisole per il tamponamento di due serbatoi d'acqua per accumulo antincendio da installare presso un edificio produttivo in Cazzano di Tramigna (VR) di proprietà della ditta Contri Spumanti S.p.a..

La struttura si sviluppa su 3 lati di lunghezza 6.05 m e 2.90 m per un'altezza di 10.10 m. Le colonne sono realizzate con profili IPE 400 collegate tra loro da profili tubolari di sezione 80x80x3 mm. Sono previsti controventi nelle due direzioni realizzati con piatto 50x6 mm posti a croce di S. Andrea.

La struttura sarà rivestita dalla quota di 2.10 m fino alla sommità.

Le colonne saranno collegate alla fondazione esistente non oggetto di verifica da parte del sottoscritto, ma da altro tecnico.

Le verifiche vengono nel seguito svolte secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite.

1.2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento adottata per l'attuale verifica delle strutture è la seguente:

- Decreto Ministeriale 17-01-2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"
- Circolare Ministeriale n. 7 del 21-01-2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018."

1.3. MATERIALI DA UTILIZZARE

- Acciaio S235JR (piatti)
- Bulloni classe 8.8 non a serraggio controllato

CAPITOLO 2

AZIONI DI CALCOLO

2.1. AZIONI PERMANENTI

Tra le azioni permanenti il peso proprio dei profili viene automaticamente tenuto in conto dal programma di calcolo. Per quanto riguarda il peso portato si considera un valore:

- peso frangisole: 0.10 kN/m²

2.2. AZIONI ACCIDENTALI

2.2.1 AZIONE DEL VENTO

Si assume la pressione cinetica di riferimento valida per la zona 1, comprensiva del territorio del sito di installazione delle strutture:

$$q_r = 390 \text{ N/m}^2 = 39 \text{ daN/m}^2$$

La pressione dovuta al vento è data dalla seguente formula:

$$p = q_r c_e c_p c_d$$

Per il coefficiente dinamico si considera $c_d = 1.00$.

Il coefficiente di esposizione viene valutato considerando classe di rugosità B (aree urbane, suburbane, industriali e boschive) e categoria di esposizione IV, e risulta:

$$c_e = 1.79$$

I coefficienti di forma e la pressione del vento risultano:

vento faccia sopravvento	$c_p = 1.2$	$p = 85 \text{ daN/m}^2$
--------------------------	-------------	--------------------------

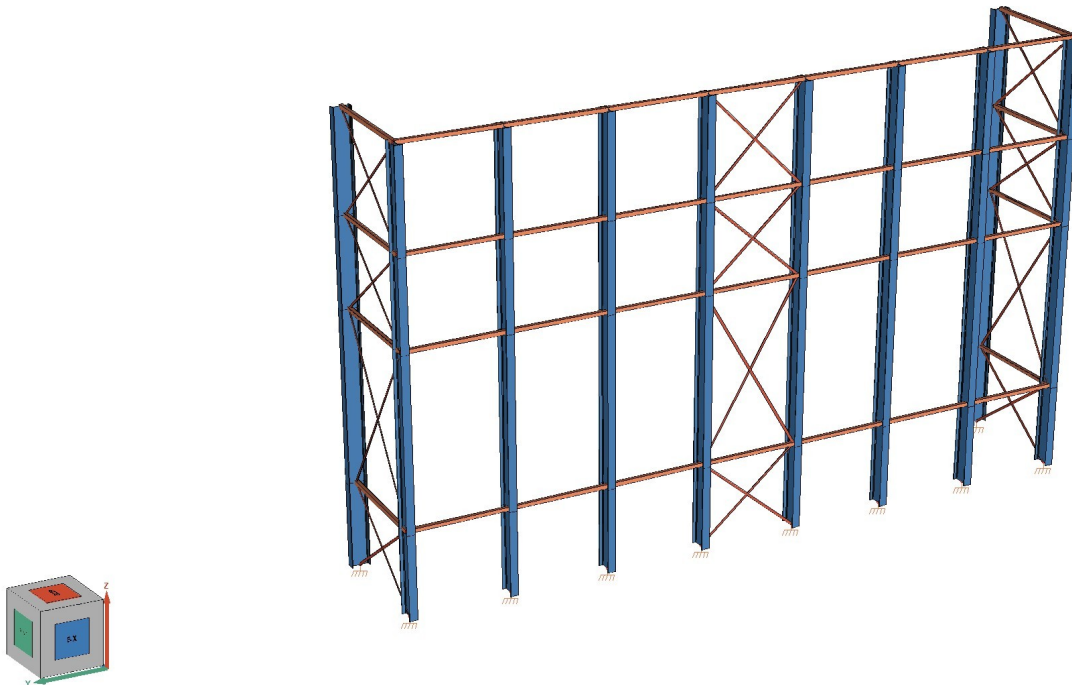
CAPITOLO 3

VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

3.1. MODELLAZIONE DI CALCOLO

La verifica viene condotta mediante il metodo degli stati limite, utilizzando software di calcolo ad elementi finiti. La struttura è stata discretizzata nelle tre dimensioni dello spazio mediante elementi finiti di tipo beam (lineare) per le strutture metalliche, considerando le combinazioni di carico statiche previste dalla normativa vigente.

Si riporta una visualizzazione grafica del modello adottato:



Si sono considerate lo SLU e lo stato limite di esercizio (SLE).

Più in dettaglio, le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

COMBINAZIONI DI CARICO

Normativa: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI 2018 Italia

Combinazioni per le verifiche allo stato limite ultimo

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	Statica	Azione sismica: assente	Sisma		
			Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Vento	Condizione 2	1.500

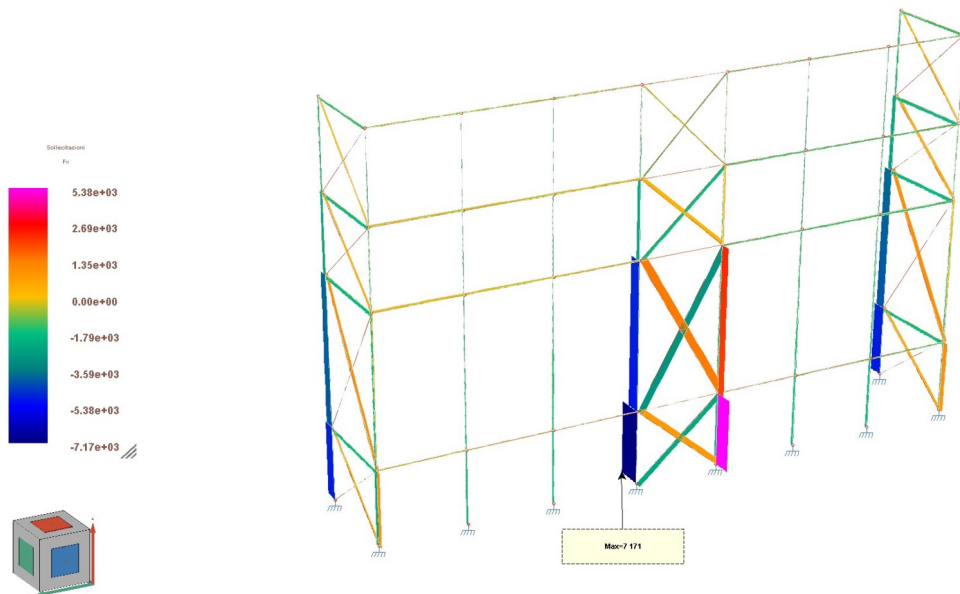
Combinazioni per le verifiche allo stato limite d'esercizio

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
2	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	1.000
3	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.200
4	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Vento	Condizione 2	0.200

3.2. INVILUPPO DEI PARAMETRI DI SOLLECITAZIONE

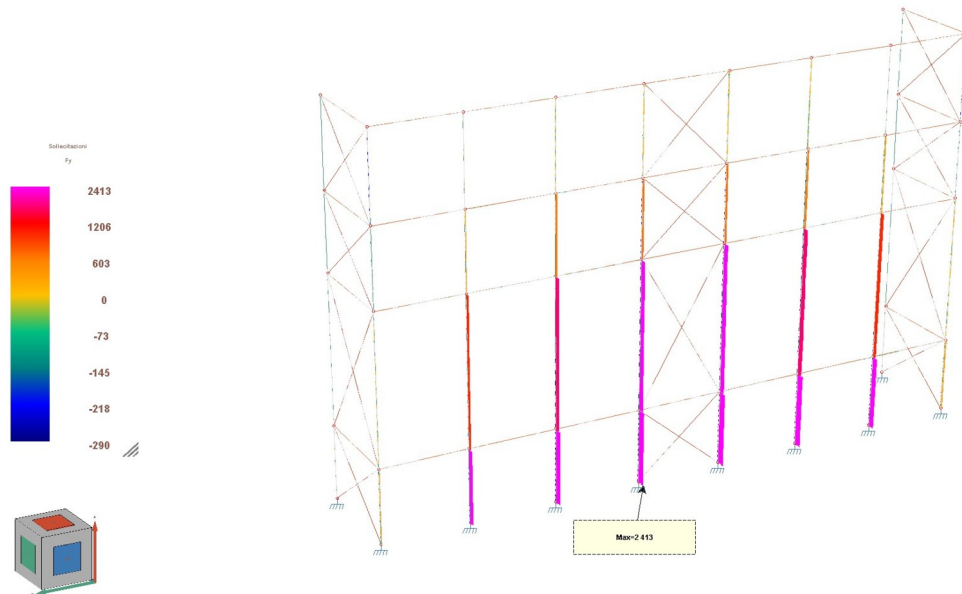
Di seguito vengono riportate le immagini relative agli involuppi degli sforzi assiali e dei momenti flettenti agenti sulle strutture in esame in condizioni dinamiche e in condizioni statiche nei due casi di carico.

3.2.1.1 Azione assiale Fx (SLU)



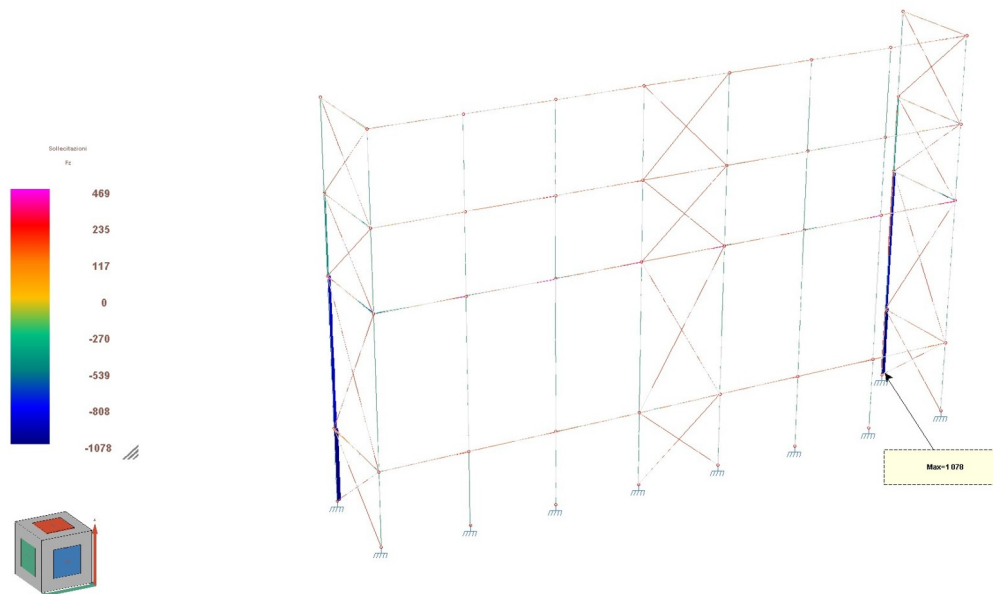
valori in daN

3.2.1.2 Taglio Ty (SLU)



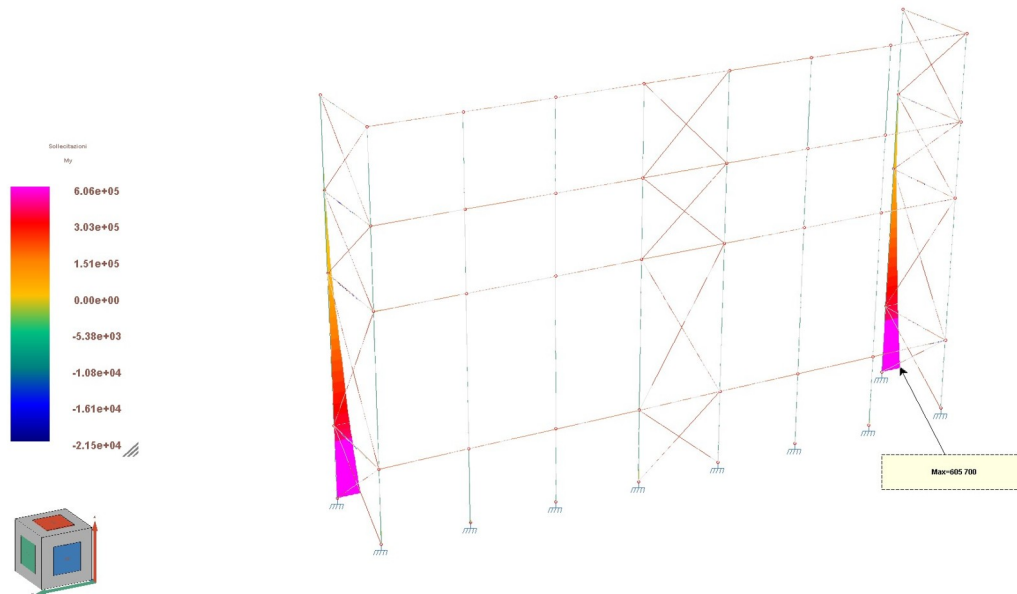
valori in daN

3.2.1.3 Taglio Tz (SLU)



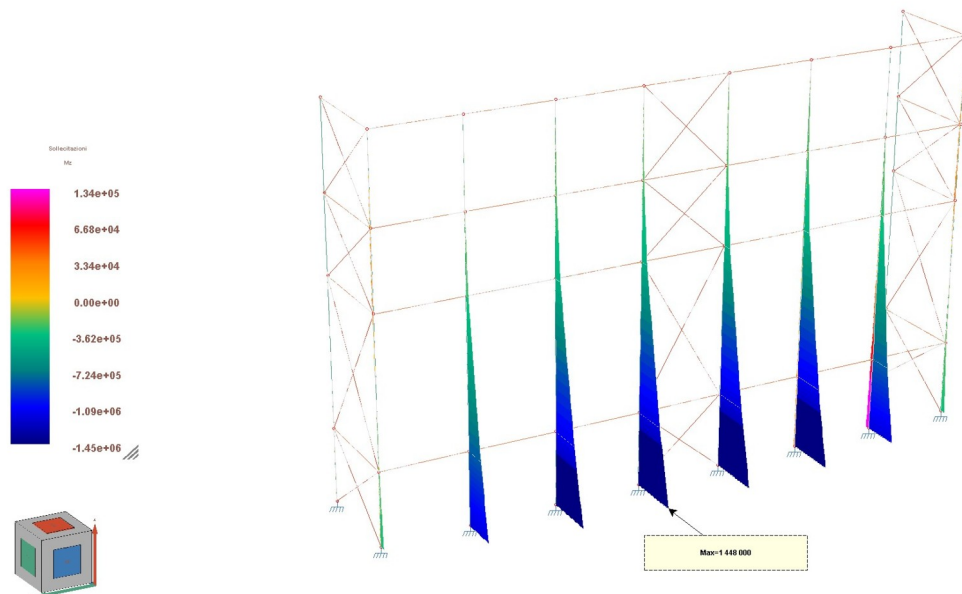
valori in daNcm

3.2.1.4 Momento flettente M_y (SLU)



valori in daNcm

3.2.1.5 Momento flettente M_z (SLU)

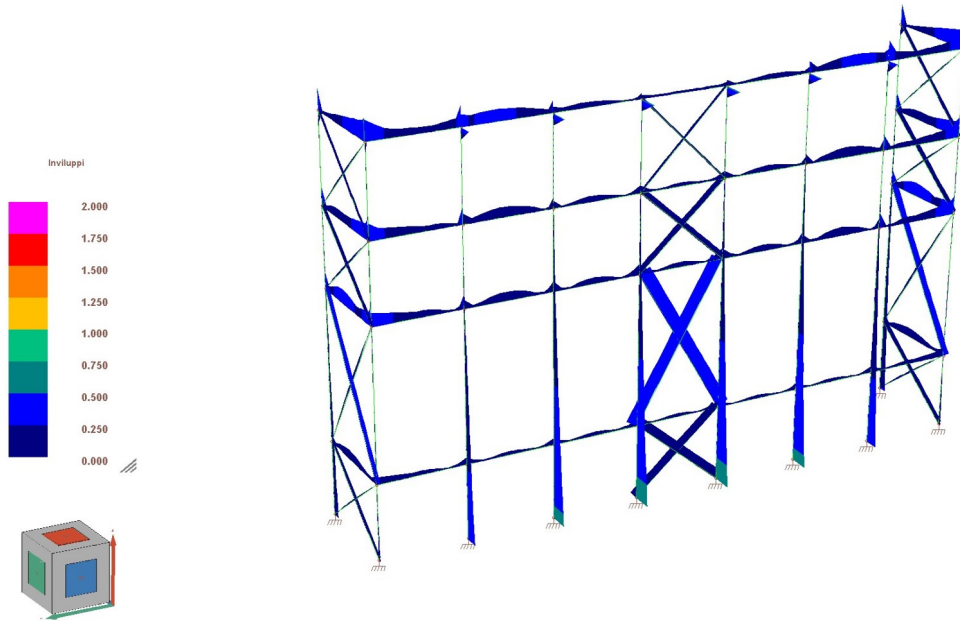


valori in daNcm

3.3. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Gli elementi strutturali che costituiscono travi e colonne sono stati verificati mediante post-processore dedicato (Mastersteel).

Di seguito si riporta l'involuppo degli indici di resistenza degli elementi strutturali:



Per maggiore chiarezza si riportano di seguito le principali verifiche, secondo un'ulteriore analisi ed un'esposizione maggiormente comprensibile.

3.4. VERIFICA PROFILI TUBOLARI 80x80x3

Allo Stato Limite Ultimo i momenti flettenti massimi e l'azione di compressione agenti sul profilo maggiormente sollecitato risultano:

$M_{y,Sd} = 15 \text{ daN m}$	momento flettente lungo l'asse debole
$M_{z,Sd} = 288 \text{ daN m}$	momento flettente lungo l'asse forte
$N_{Ed} = -540 \text{ daN}$	azione di compressione

La verifica viene svolta controllando che sia verificata la disuguaglianza:

$$\frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A f_{yk}} + \frac{M_{y_{eq,Ed}} \gamma_{M1}}{f_{yk} W_{el,y} \left(1 - \left(N_{Ed} / N_{(cr,y)}\right)\right)} + \frac{M_{z_{eq,Ed}} \gamma_{M1}}{f_{yk} W_{el,z} \left(1 - \left(N_{Ed} / N_{(cr,z)}\right)\right)} < 1$$

Si ha:

$L = 260 \text{ cm}$	lunghezza libera d'inflessione
$A = 9.01 \text{ cm}^2$	sezione profilo
$W_{el,y} = 25.8 \text{ cm}^3$	modulo di resistenza plastico
$J_y = 87.8 \text{ cm}^4$	momento d'inerzia

$$\alpha = 0.21$$

curva d'instabilità a

Risulta quindi:

$$\frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A f_{yk}} + \frac{M_{yeq,Ed} \gamma_{M1}}{f_{yk} W_{pl,y} \left(1 - \left(N_{Ed} / N_{(cr,y)}\right)\right)} + \frac{M_{zeq,Ed} \gamma_{M1}}{f_{yk} W_{pl,z} \left(1 - \left(N_{Ed} / N_{(cr,z)}\right)\right)} = 0.036 + 0.027 + 0.509 = 0.572 < 1$$

I profili tubolari 80x80x3 risultano verificati.

3.5. VERIFICA CONTROVENTI IN PIATTO 50x6

La condizione di carico più impegnativa è quella statica.

Allo Stato Limite Ultimo lo sforzo assiale di trazione massimo risulta:

$$N_{Ed} = 4200 \text{ daN}$$

La verifica viene svolta controllando che sia verificata la disuguaglianza:

$$\frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{\chi_{min} A f_{yk}} < 1$$

Si ha:

$$A = 3.00 \text{ cm}^2$$

sezione profilo

Risulta quindi:

$$\frac{N_{Ed} \gamma_{M1}}{A f_{yk}} = 0.625 < 1$$

I profili di controvento risultano pertanto verificati.

3.6. VERIFICA COLONNE IPE 400

Sono previste n. 10 colonne IPE 400, profili che risultano in classe 3, con luce libera d'inflessione lungo l'asse forte pari a $2 \cdot 10.1 = 20.2 \text{ m}$ e lungo l'asse debole di m 3.85 e snellezza:

$$\lambda = 2020 / 16.55 = 122$$

valore accettabile

In condizioni statiche allo Stato Limite SLU i valori massimi di progetto del momento flettente e del carico assiale agenti sono:

$$N_{Sd} = 976 \text{ daN}$$

carico assiale di compressione

$$M_{y,Sd} = 14480 \text{ daN m}$$

momento flettente asse forte

La verifica a pressoflessione porge:

IPE 400	Acciaio S235 (Fe360)	fy (N/mm2) 235
N_{Sd} [kN]	9,76	
Inflessione attorno all'asse		
	y - y	z - z
I_0 [m]	20,2	3,85
Snellezza λ	122,1	97,47
$N_{b,Rd}$ [kN]	889,3	1 083
$M_{1,Sd}$ [kNm]	144,80	0
$M_{2,Sd}$ [kNm]	0	0
β_M	1,8	1,1
μ	-0,389	-1,304
k	1,004	1,011
$M_{c,Rd}$ [kNm]	292,5	51,25
M_{Sd} [kNm]	144,8	0
Resistenza della sezione	0,245	OK ?
Instabilità flessio-torsionale	0,565	OK ?
Flessione e compressione assiale - Classe 1 - EC3 #5.5.4.(1)		
$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = 0,011 + 0,497 + 0 = 0,508$		
OK		

Le colonne IPE 400 risultano quindi verificate.



3.7. VERIFICA PIASTRA DI BASE COLONNE

Alla base delle colonne la connessione con la sottostante fondazione è realizzata per mezzo di piastre di dimensioni mm 600x500x20.

Ciascuna piastra è connessa con la fondazione mediante n. 12 tasselli M20 del tipo HILTI HIT-RE 500V4 + HAS-U 8.8 M20.

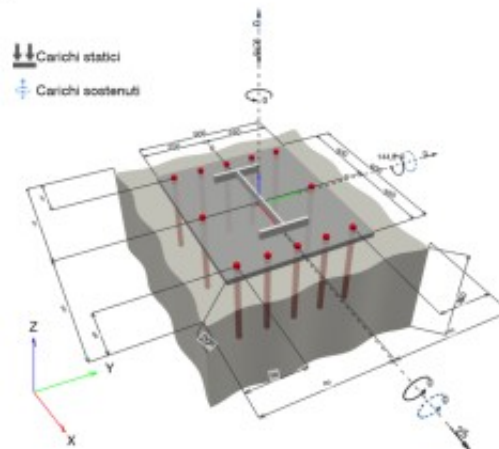
Si riporta estratto dal tabulato di calcolo prodotto dal software di calcolo software di calcolo HILTI Profis Engineering 3.0.72 della verifica della connessione.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M20	
Vita utile (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2237080 HAS-U 8.8 M20x350 (inserie) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)	
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 280 mm embedment hef, M20, Acciaio zincato, SAFEset - automatic cleaning installation per ETA 20/0541	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 280,0 \text{ mm}$ ($h_{ef,inst} = - \text{ mm}$)	
Materiale:	8.8	
Certificazione No.:	ETA 20/0541	
Emesso l Valido:	10.09.2025 -	
Prova:	SOFA based on EN 1992-4, Chemical	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 20,0 \text{ mm}$	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_p \times l_y \times t = 600,0 \text{ mm} \times 500,0 \text{ mm} \times 20,0 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	IPE, IPE 360 ; (L x W x T x FT) = 360,0 mm x 170,0 mm x 8,0 mm x 12,7 mm	
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,eff} = 25,00 \text{ N/mm}^2$; $h = 350,0 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, fattore di sicurezza materiale parziale $\gamma_c = 1,500$; $\gamma_{c,seismic} = 1,500$	
Installazione:	Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque \varnothing) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\varnothing \leq 10 \text{ mm}$) senza armatura di bordo longitudinale	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	$N = -9,760$; $V_x = 25,000$; $V_y = 0,000$; $M_x = 0,000$; $M_y = 144,800$; $M_z = 0,000$; $N_{suis} = 0,000$; $M_{x,suis} = 0,000$; $M_{y,suis} = 0,000$;	no	no	98

2 Prova I Utilizzo (Configurazioni maggiormente caricate)

Carico	Prova	Valori di calcolo [kN]		Utilizzo	Stato
		Carico	Resistenza	β_N / β_V [%]	
Trazione	Rottura conica del calcestruzzo	296,171	303,815	98 / -	OK
Taglio	Rottura per pryout	25,000	820,914	- / 4	OK

Carico	β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
Carichi combinati a trazione e taglio	0,975	0,030	1,000	84	OK

3 Attenzione

- Si prega di considerare tutti i dettagli e le avvertenze contenute nei report di calcolo!

L'ancoraggio risulta verificato!

3.8. REAZIONI VINCOLARI

Si riportano di seguito le reazioni vincolari trasmesse alla base delle colonne.

Si precisa che i valori positivi delle reazioni F_x e F_y possono agire sia in direzione positiva che negativa dell'asse di riferimento, le reazioni F_z positive corrispondono ad azioni di compressione rivolte verso il basso.

Per i momenti, la direzione indicata rappresenta l'asse attorno al quale tende a ruotare la sezione. Nella valutazione dei momenti si è considerato come polo l'asse delle colonne.

Le colonne della scala sono state schematizzate come incastrate alla base.

$$R_x = 0.03 \text{ kN}$$

$$R_y = 24.13 \text{ kN}$$

$$R_z = 9.89 \text{ kN}$$

$$M_x = 144.80 \text{ kNm}$$

$$M_y = 0.12 \text{ kNm}$$

Valdagno, 30-04-2026

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE

(Dott. Ing. Santolin Marco)



Handwritten signature of Marco Santolin