

COMUNE DI CASALECCHIO DI RENO
PROVINCIA DI BOLOGNA

Progetto esecutivo (art. 33 D.P.R. 207/10)


**PROGETTO ESECUTIVO DELL' UNITA' DI ATTUAZIONE
DENOMINATA U.A. 8**

**REALIZZAZIONE DI UNA BARRIERA ANTIRUMORE AL
SERVIZIO DI UNIPOL ARENA IN VIA COPPI**

PE_E02.Rev.1 – RELAZIONI SPECIALISTICHE
PE_E02.2.1 Rev.1 – RELAZIONE DI CALCOLO
Calcolo strutture barriera mobile
Verifica basamento zona cancello

Committente

REAL STATION srl
Via GINO CERVI n.2
40033 - CASALECCHIO DI RENO (BOLOGNA)

Il Progettista Dott. Arch. Ivano Ballarini Via Don P. Leuratti, 32 - Reggio Emilia 0522 1729169 – i.ballarini@awn.it	Il Direttore dei Lavori
	

1	EMISSIONE	18/07/2018
2	Progetto esecutivo	27/07/2018
Rev. 1	Progetto esecutivo modificato in accoglimento osservazioni Verificatore	11/02/2019
TABELLA REVISIONI		

INDICE

1. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE PER BARRIERA MOBILE	2
2. VERIFICA BASAMENTO ZONA CANCELLO	42

DOTT. ING. FANTUZZI EMANUELE

VIA TOSCANA N° 45/1

43100 PARMA

TEL. 0521270684 – FAX 0521799105 web www.ingfantuzzi.it e-mail studio@ingfantuzzi.it

COMMITTENTE: MATIS INSONORIZZAZIONI S.r.l. – Via Don Milani n° 30/a –

GATTATICO (RE)

COMMESSA: UNIPOL ARENA – VIA FAUSTO COPPI – CASALECCHIO DI RENO (BO)

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE PER BARRIERA MOBILE

PARMA 13/07/2018 – emissione

Revisione 1 del 11/02/2018

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. Fantuzzi Emanuele - Via Toscana n° 45/1 – 43100 - Parma
Tel 0521270684 – fax 0521799105 – email studio@ingfantuzzi.it

ANALISI DEI CARICHI

Per il calcolo delle strutture in oggetto si sono adottati i seguenti carichi:

Peso proprio pannelli fonoisolanti	30 daN/m ²
Peso proprio acciaio	7850 daN/m ³
Peso proprio cls	2500 daN/m ³

Azione eolica

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: CASALECCHIO DI RENO

Provincia: BOLOGNA

Regione: EMILIA-ROMAGNA

Coordinate GPS:

Latitudine : 44,47800 N

Longitudine: 11,27700 E

Altitudine s.l.m.: 61,0 m

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

VENTO:

Zona vento = 2

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25$ m/s (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 750$ m (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 61$ m

Velocità di riferimento, $V_b = 25,00$ m/s ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_r = 1$ per $T_r = 50$ anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25,00$ m/s

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Categoria esposizione: (Entroterra fino a 500 m di altitudine) tipo IV

(Kr = 0,22; Zo = 0,30 m; Zmin = 8 m)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,63$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 7,30 \text{ m}$

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 64 \text{ daN/mq}$

La valutazione del coefficiente di forma viene eseguita secondo il CNR-DT207/2008 da cui si allega il seguente stralcio

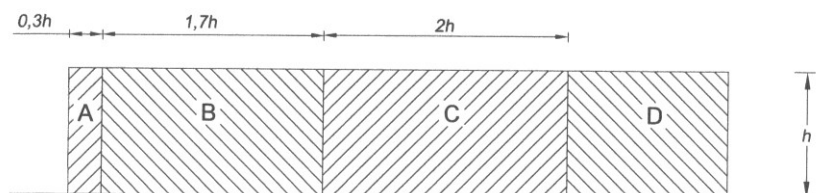


Figura G.21 – Suddivisione di muri e parapetti in aree di uguale pressione complessiva.

Si ricade nel caso in cui valore $l/h > 10$ per cui i valori di c_p sono pari a:

- | | |
|----------|-----|
| ➤ ZONA A | 3,4 |
| ➤ ZONA B | 2,1 |
| ➤ ZONA C | 1,7 |
| ➤ ZONA D | 1,2 |

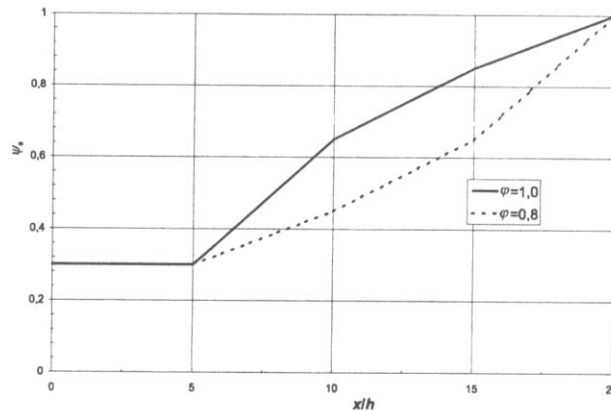
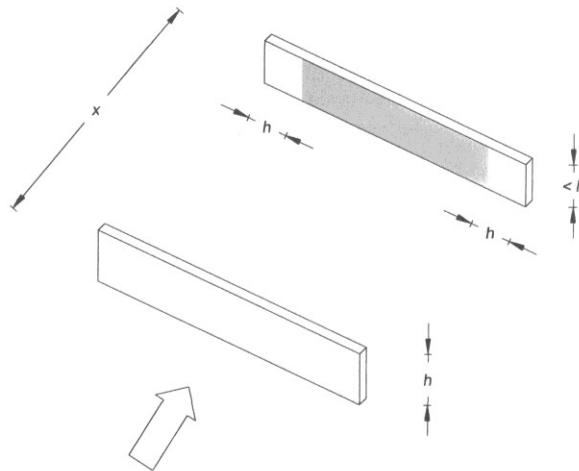
Si allega un prospetto con indicate le varie zone:



Nella nostra zona vi sono anche schermature dovute all'edificio esistente UNIPOL ARENA e rialzo stradale.

Tabella G.XI – Fattore di schermatura per muri e parapetti.

Rapporto di spaziatura x/h	$\varphi = 1,0$	$\varphi = 0,8$
$0 \leq x/h \leq 5$	$\psi_s = 0,3$	
$5 \leq x/h \leq 10$	$\psi_s = 0,07 \cdot (x/h) - 0,05$	$\psi_s = 0,03 \cdot (x/h) + 0,15$
$10 \leq x/h \leq 15$	$\psi_s = 0,04 \cdot (x/h) + 0,25$	$\psi_s = 0,04 \cdot (x/h) + 0,05$
$15 \leq x/h \leq 20$	$\psi_s = 0,03 \cdot (x/h) + 0,40$	$\psi_s = 0,07 \cdot (x/h) - 0,40$

**Figura G.23** – Coefficiente di schermatura ψ_s .**Figura G.24** – Effetto di schermatura.

Considerando un valore $x/h = 10$ si ottiene $\psi = 0,65$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:

Zona: I

T min = -15.24° [NTC 3.5.1]

T max = 41.63° [NTC 3.5.2]

Dott. Ing. Fantuzzi Emanuele - Via Toscana n° 45/1 – 43100 - Parma
Tel 0521270684 – fax 0521799105 – email studio@ingfantuzzi.it

Azione Sismica

Zona sismica 3

Long 11°,248 Lat . 44°,485621

Stato limite		PVR (%)	TR (anni)	ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Stati limite di esercizio	SLO	81	45	0,064	2,489	0,268
	SLD	63	75	0,078	2,489	0,277
Stati limite ultimi	SLV	10	712	0,187	2,403	0,312
	SLC	5	1462	0,234	2,434	0,320

Terreno tipo C ($V_s = 254$ m/s)

Coefficiente di topografia $St = 1$

Per il sito in esame otteniamo:

Stato limite	Ss	Cc
SLO	1,500	1,622
SLD	1,500	1,603
SLV	1,430	1,541
SLC	1,358	1,530

METODO DI CALCOLO

Il calcolo è stato eseguito secondo la normativa vigente e secondo le regole della Scienza delle Costruzioni.

Il calcolo è stato condotto mediante l'utilizzo di un elaboratore elettronico Pentium/750 Mhz.

NORMATIVA VIGENTE

- Legge 05/11/1971 n°1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. LL. PP. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni"

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- cls C25/30
- acciaio B450C
- acciaio S275

Boccole

TIPOLOGIA DI BOCCOLA RUR			M12			M16			M20			M24			M30		
Resistenza caratteristica del calcestruzzo	Rck	N/mm²	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60
Carico a trazione nominale senza armatura aggiuntiva	Ntrc	kN	17	20	22	25	29	32	40	47	53	51	60	67	68	79	90
Carico a trazione nominale con armatura aggiuntiva	Ntrf	kN		22			38			62			95			123	

CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA D

Interasse colonne 1,20 m

Altezza Colonne 6,55 m

Calcolo forza eolica

$$V = 64 \cdot c_p \cdot \psi = 64 \cdot 1,2 \cdot 0,65 = 50 \text{ daN/m}^2$$

$$Q = 50 \cdot 1,2 = 60 \text{ daN/m}$$

$$Q_{sd} = 1,5 \cdot 60 = 90 \text{ daN/m}$$

Azione sismica

$$\text{Massa lineare } q = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ daN/m}$$

Se si considera il valore al plateau dell'azione sismica si ricava: $A_g \cdot S = 0,697$

$$\text{Da cui } H = 36 \cdot 0,697 = 25 \text{ daN/m} < \text{azione eolica}$$

Si ricava, procedendo con l'azione eolica:

$$M_{sd} = 90 \cdot 6,55^2 / 2 = 1930 \text{ daNm}$$

$$T_{sd} = 90 \cdot 6,55 = 589 \text{ daN}$$

$$\text{HEA200 (} W = 388 \text{ cm}^3 \text{)}$$

$$f_{yd} = 2750 / 1,05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{rd} = 388 \cdot 2619 = 1016172 \text{ daNcm} = 10161 \text{ daNm}$$

$$\text{Fattore di sicurezza } F_s = 10161 / 1930 = 5,2648 > 1 \text{ per cui il profilo è verificato}$$

CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA D

Il profilo metallico HEA 200 si vincola alla struttura mediante una piastra 350x350x35 mm con 6 boccole M24

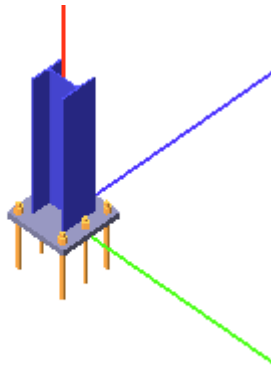
Si ottiene alla base:

$$M_{sd} = 1930 \text{ daNm}$$

$$T_{sd} = 589 \text{ daN}$$

$$N_{sd} = 1,3 \cdot (30 \cdot 1,2 \cdot 6,55 + 42,3 \cdot 6,55 + 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,035 \cdot 7850) = 608 \text{ daN}$$

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: HEA 200

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 350.0 x 350.0 x 35.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 24 \text{ mm}$ $A_{res} = 352.9 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 25.5 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.85$ $\beta_2 = 1.00$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 12 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	5890.0	0.0	6080.0	0.0	19300000.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 203249.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 684012.7 \text{ N}$$

Bull. $F_{f,Rd}$ [N] $F_{t,Rd}$ [N]

1	166163.1	166163.1
2	166163.1	166163.1
3	178208.3	178208.3
4	178208.3	178208.3
5	168033.0	168033.0
6	168033.0	168033.0

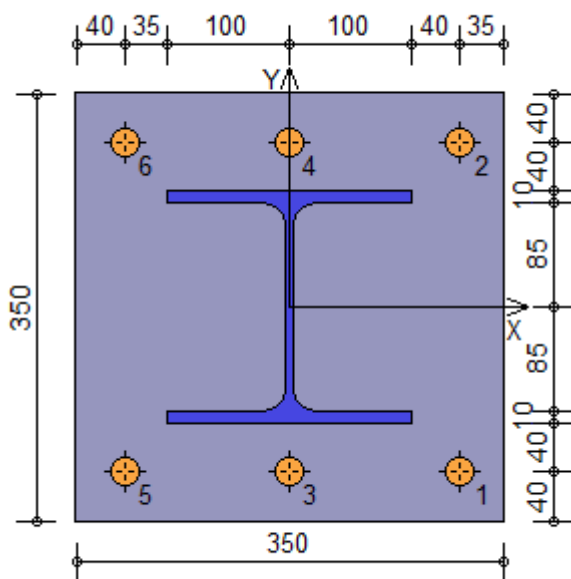
Legenda $F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

135499.7 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
2	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
3	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
4	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
5	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7
6	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7

Legenda $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y**Verifiche sui bulloni**

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	140.00	-135.00	981.7	135499.7	24867.3	166163.1	0.114142	Ok
2	140.00	135.00	981.7	135499.7	0.0	166163.1	0.007245	Ok
3	0.00	-135.00	981.7	135499.7	25017.3	178208.3	0.107518	Ok

4	0.00	135.00	981.7	135499.7	0.0	178208.3	0.007245	Ok
5	-135.00	-135.00	981.7	135499.7	25162.0	168033.0	0.114205	Ok
6	-135.00	135.00	981.7	135499.7	0.0	168033.0	0.007245	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	140.00	-135.00	24867.3	166163.1	0.149656	Ok
2	140.00	135.00	0.0	166163.1	0.000000	Ok
3	0.00	-135.00	25017.3	178208.3	0.140383	Ok
4	0.00	135.00	0.0	178208.3	0.000000	Ok
5	-135.00	-135.00	25162.0	168033.0	0.149745	Ok
6	-135.00	135.00	0.0	168033.0	0.000000	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 8.485$) in posizione ribaltata: vengono considerate

positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso.

Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2 .

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER ₁
Ala inferiore esterno	36.00	0.00	0.00	36.00	Ok
Ala inferiore interno lato destro	29.43	0.00	0.00	29.43	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	29.43	0.00	0.00	29.43	Ok
Anima lato destro	24.54	0.00	2.59	24.68	Ok
Anima lato sinistro	24.54	0.00	2.59	24.68	Ok
Ala superiore interno lato destro	-27.97	0.00	0.00	27.97	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-27.97	0.00	0.00	27.97	Ok
Ala superiore esterno	-34.55	0.00	0.00	34.55	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER ₂
Ala inferiore esterno	36.00	0.00	0.00	36.00	Ok
Ala inferiore interno lato destro	29.43	0.00	0.00	29.43	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	29.43	0.00	0.00	29.43	Ok
Anima lato destro	24.54	0.00	2.59	24.54	Ok
Anima lato sinistro	24.54	0.00	2.59	24.54	Ok
Ala superiore interno lato destro	-27.97	0.00	0.00	27.97	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-27.97	0.00	0.00	27.97	Ok
Ala superiore esterno	-34.55	0.00	0.00	34.55	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone
 t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone
 τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 199.75 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressaSezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 3,23 \text{ N/mm}^2$	
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 1132,16 \text{ N/mm}$	
Lunghezza sbalzo	$L_s = 80,0 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{p,Rd} =$	15993060,0 N mm
Momento massimo	$M_{p,Ed} =$	3622907,0 N mm
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,226530 \text{ Ok}$		

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 1,64 \text{ N/mm}^2$	
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 572,28 \text{ N/mm}$	
Lunghezza sbalzo	$L_s = 75,0 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{p,Rd} =$	15993060,0 N mm
Momento massimo	$M_{p,Ed} =$	1609541,0 N mm
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,100640 \text{ Ok}$		

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} =$	126573900,0 N mm
Momento di progetto	$M_{j,Ed} =$	19300000,0 N mm
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0,152480 \text{ Ok}$		

AncoraggioTirafondi con ancoraggio chimico/meccanico

Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,an,Rd} =$	95000,0 N
-----------------------------------	-----------------	-----------

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} =$	30,00 N/mm ²
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} =$	24,90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C =$	14,11 N/mm ²

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$$p_{max} = 3,27 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Ed}] =$	25162,0 N
$F_{t,an,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$		

VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA D

Il modulo è costituito da:

- Un blocco in cls di dimensioni max 2,40*1,80*0,65
- Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.

- Telaio in acciaio composto da HEA200

Direzione del vento + x

Prendendo come riferimento come punto di rotazione il bordo del piedino, si ottiene:

1. Peso blocco cls = $[2,40*1,80*0,65]*2500 = 7020 \text{ daN} - e = 65 \text{ cm}$
2. peso pannello fonoassorbente = $2,35*6,55*30 = 461 \text{ daN} - e = 137,5 \text{ cm}$
3. Peso struttura in acciaio = $2*(42,3*6,55+0,35*0,35*0,035*7850) = 621 \text{ daN} - e = 137,5 \text{ cm}$

Si ricava un momento stabilizzante pari a:

$$M_{stab} = 0,9*(7020*0,65+461*1,375+554*1,375) = 5362 \text{ daNm}$$

Calcolo del momento ribaltante

$$M_{rib} = 2*(1930+589*0,65) = 4625 \text{ daNm}$$

$$\text{Coefficiente di sicurezza} = 5362/4625 = 1,1594 > 1,15 \text{ Verificato}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA D

Il modulo è costituito da:

- Un blocco in cls di dimensioni max $2,40*1,80*0,65$
- Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.
- Telaio in acciaio composto da HEA200

Direzione del vento + x

Prendendo come riferimento come punto di rotazione il punto estremo del blocco in cls, si ottiene:

1. Peso blocco cls = $[2,40*1,80*0,65]*2500 = 7020 \text{ daN}$
2. peso pannello fonoassorbente = $2,35*6,55*30 = 461 \text{ daN}$
3. Peso struttura in acciaio = $2*(42,3*6,55+0,35*0,35*0,035*7850) = 621 \text{ daN}$

Considerando un coefficiente di attrito pari a 0,3 si ottiene:

$$H_{\text{stab}} = 0,9*(7020+461+621)*0,30 = 2187 \text{ daNm}$$

Calcolo della forza agente

$$H_{\text{rib}} = 2*589 = 1178 \text{ daN}$$

$$\text{Coefficiente di sicurezza} = 2187/1178 = 1,8565 > 1,1 \text{ Verificato}$$

CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS – ZONA D

Le boccole alla base sopportano lo sforzo di taglio e della coppia verticale.

Si ricava dai punti precedenti un momento sulla barriera pari a 4625daNm

Il braccio della coppia è pari a 120 cm

Forza sul fissaggio derivante dal momento flettente = 3854 daN e quindi $3854/3 = 1285 \text{ daN}$
/piedino

Si ricava dai punti precedenti un taglio sulla barriera pari a 1178 daN Forza sul fissaggio derivante dal taglio = 194 daN

Un fissaggio con boccola ϕ 24 sopporta uno sforzo pari a 6800 daN per cui la verifica è soddisfatta.

CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA C

Interasse colonne 1,20 m

Altezza Colonne 6,55 m

Calcolo forza eolica

$$V = 64 \cdot c_p \cdot \psi = 64 \cdot 1,7 \cdot 0,65 = 70 \text{ daN/m}^2$$

$$Q = 70 \cdot 1,2 = 84 \text{ daN/m}$$

$$Q_{sd} = 1,5 \cdot 84 = 126 \text{ daN/m}$$

Azione sismica

$$\text{Massa lineare } q = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ daN/m}$$

Se si considera il valore al plateau dell'azione sismica si ricava: $A_g \cdot S = 0,697$

$$\text{Da cui } H = 36 \cdot 0,697 = 25 \text{ daN/m} < \text{azione eolica}$$

Si ricava, procedendo con l'azione eolica:

$$M_{sd} = 126 \cdot 6,55^2 / 2 = 2702 \text{ daNm}$$

$$T_{sd} = 126 \cdot 6,55 = 825 \text{ daN}$$

$$\text{HEA200 (W = 388 cm}^3\text{)}$$

$$f_{yd} = 2750 / 1,05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{rd} = 388 \cdot 2619 = 1016172 \text{ daNcm} = 10161 \text{ daNm}$$

Fattore di sicurezza $F_s = 10161 / 2702 = 3,7605 > 1$ per cui il profilo è verificato

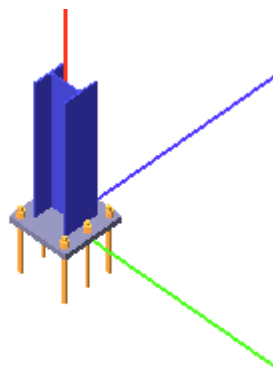
CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA C

Il profilo metallico HEA 200 si vincola alla struttura mediante una piastra 350x350x35 mm con 6 boccole M30

Si ottiene alla base:

$$M_{sd} = 2702 \text{ daNm} \quad T_{sd} = 825 \text{ daN}$$

$$N_{sd} = 1,3 \cdot (30 \cdot 1,2 \cdot 6,55 + 42,3 \cdot 6,55 + 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,035 \cdot 7850) = 608 \text{ daN}$$

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1**Coefficienti di sicurezza utilizzati**

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: HEA 200

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 350.0 x 350.0 x 35.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 24 \text{ mm}$ $A_{res} = 352.9 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 25.5 \text{ mm}$

Saldature:Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.85$ $\beta_2 = 1.00$ Spessore cordoni d'angolo $s_c = 12 \text{ mm}$ **Sollecitazioni:**

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	8250.0	0.0	6080.0	0.0	27020000.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 203249.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 684012.7 \text{ N}$$

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	166163.1	166163.1
2	166163.1	166163.1
3	178208.3	178208.3
4	178208.3	178208.3
5	168033.0	168033.0
6	168033.0	168033.0

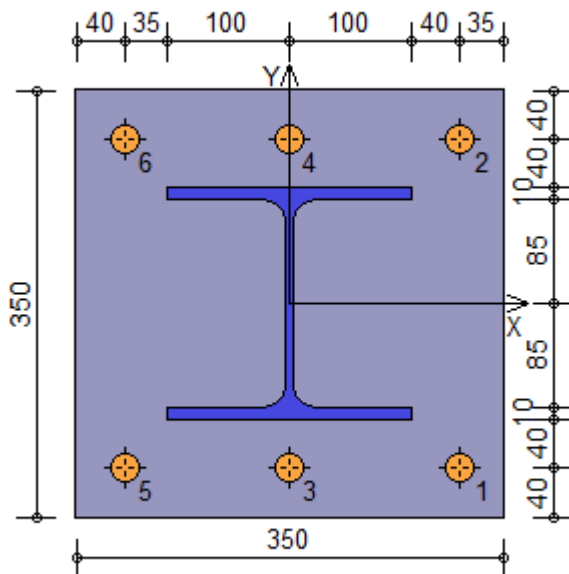
Legenda $F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 135499.7 \text{ N}$$

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
2	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
3	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
4	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
5	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7
6	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7

Legenda $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y

**Verifiche sui bulloni****1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)**

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	140.00	-135.00	1375.0	135499.7	34462.7	166163.1	0.158293	Ok
2	140.00	135.00	1375.0	135499.7	0.0	166163.1	0.010148	Ok
3	0.00	-135.00	1375.0	135499.7	34669.5	178208.3	0.149108	Ok
4	0.00	135.00	1375.0	135499.7	0.0	178208.3	0.010148	Ok
5	-135.00	-135.00	1375.0	135499.7	34868.9	168033.0	0.158371	Ok
6	-135.00	135.00	1375.0	135499.7	0.0	168033.0	0.010148	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	140.00	-135.00	34462.7	166163.1	0.207403	Ok
2	140.00	135.00	0.0	166163.1	0.000000	Ok
3	0.00	-135.00	34669.5	178208.3	0.194545	Ok
4	0.00	135.00	0.0	178208.3	0.000000	Ok
5	-135.00	-135.00	34868.9	168033.0	0.207512	Ok
6	-135.00	135.00	0.0	168033.0	0.000000	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 8.485$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2 .

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER_1
Ala inferiore esterno	50.11	0.00	0.00	50.11	Ok
Ala inferiore interno lato destro	40.91	0.00	0.00	40.91	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	40.91	0.00	0.00	40.91	Ok
Anima lato destro	34.07	0.00	3.63	34.26	Ok
Anima lato sinistro	34.07	0.00	3.63	34.26	Ok
Ala superiore interno lato destro	-39.46	0.00	0.00	39.46	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-39.46	0.00	0.00	39.46	Ok
Ala superiore esterno	-48.65	0.00	0.00	48.65	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER_2
Ala inferiore esterno	50.11	0.00	0.00	50.11	Ok
Ala inferiore interno lato destro	40.91	0.00	0.00	40.91	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	40.91	0.00	0.00	40.91	Ok
Anima lato destro	34.07	0.00	3.63	34.07	Ok
Anima lato sinistro	34.07	0.00	3.63	34.07	Ok
Ala superiore interno lato destro	-39.46	0.00	0.00	39.46	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-39.46	0.00	0.00	39.46	Ok
Ala superiore esterno	-48.65	0.00	0.00	48.65	Ok

Legenda n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 199.75 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa**Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)**

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 4,55 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 1592,89 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 80,0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 15993060,0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 5097242,0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,318716 \text{ Ok}$	

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 2,30 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 804,99 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 75,0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 15993060,0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 2264034,0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,141564 \text{ Ok}$	

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} = 126283700,0 \text{ N mm}$
Momento di progetto	$M_{j,Ed} = 27020000,0 \text{ N mm}$
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.213963 \text{ Ok}$	

Ancoraggio

Tirafondi con ancoraggio chimico/meccanico

Resistenza a trazione di progetto $F_{t,an,Rd} = 95000.0 \text{ N}$

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14.11 \text{ N/mm}^2$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$p_{max} = 4.60 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Ed}] = 34868.9 \text{ N}$
 $F_{t,an,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$

VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA C

Il modulo è costituito da:

- Un blocco in cls di dimensioni max 2,40*1,80*0,65
- Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.
- Telaio in acciaio composto da HEA200

Direzione del vento + x

Prendendo come riferimento come punto di rotazione il bordo del basamento, si ottiene:

1. Peso blocco cls = $[2,40*1,80*0,65]*2500 = 7020 \text{ daN} - e = 90 \text{ cm}$
2. peso pannello fonoassorbente = $2,35*6,55*30 = 461 \text{ daN} - e = 152,5 \text{ cm}$
3. Peso struttura in acciaio = $2*(42,3*6,55+0,35*0,35*0,035*7850) = 621 \text{ daN} - e = 152,5 \text{ cm}$

Si ricava un momento stabilizzante pari a:

$$M_{stab} = 0,9*(7020*0,90+461*1,525+621*1,525) = 7171 \text{ daNm}$$

Calcolo del momento ribaltante

$$M_{rib} = 6206 \text{ daNm}$$

$$\text{Coefficiente di sicurezza} = 7171/6206 = 1,1555 > 1,15 \text{ Verificato}$$

VERIFICA A SCORRIMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA C

Il modulo è costituito da:

- Un blocco in cls di dimensioni max 2,40*1,80*0,65
- Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.
- Telaio in acciaio composto da HEA200

Direzione del vento + x

Prendendo come riferimento come punto di rotazione il punto estremo del blocco in cls, si ottiene:

1. Peso blocco cls = $[2,40*1,80*0,65]*2500 = 7020 \text{ daN}$
2. peso pannello fonoassorbente = $2,35*6,55*30 = 461 \text{ daN}$
3. Peso struttura in acciaio = $2*(42,3*6,55+0,35*0,35*0,035*7850) = 621 \text{ daN}$

Considerando un coefficiente di attrito pari a 0,3 si ottiene:

$$H_{stab} = 0,9*(7020+461+621)*0,30 = 2187 \text{ daNm}$$

Calcolo della forza agente

$$H_{rib} = 2*825 = 1650 \text{ daN}$$

Coefficiente di sicurezza = $2187/1650 = 1,3255 > 1,1$ Verificato

CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS – ZONA C

Le boccole alla base sopportano lo sforzo di taglio e della coppia verticale.

Si ricava dai punti precedenti un momento sulla barriera pari a 7171 daNm

Il braccio della coppia è pari a 120 cm

Forza sul fissaggio derivante dal momento flettente = 5975 daN e quindi $5975/3 = 1991$ daN
/piedino

Si ricava dai punti precedenti un taglio sulla barriera pari a 1650 daN Forza sul fissaggio derivante
dal taglio = 275 daN

Un fissaggio con boccola ϕ 24 sopporta uno sforzo pari a 6800 daN per cui la verifica è soddisfatta.

CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA B

La zona B di larghezza 1,7h, viene suddivisa in 2 zone in quanto per una larghezza 0,7h non è schermata mentre la rimanente parte pari ad h è schermata.

Si esegue la valutazione come se tutta la parete non fosse schermata

Interasse colonne 1,20 m

Altezza Colonne 6,55 m

Calcolo forza eolica

$$V = 64 \cdot c_p \cdot \psi = 64 \cdot 2,1 = 134 \text{ daN/m}^2$$

$$Q = 134 \cdot 1,2 = 160 \text{ daN/m}$$

$$Q_{sd} = 1,5 \cdot 160 = 240 \text{ daN/m}$$

Azione sismica

$$\text{Massa lineare } q = 30 \cdot 1,2 = 36 \text{ daN/m}$$

Se si considera il valore al plateau dell'azione sismica si ricava: $A_g \cdot S = 0,697$

$$\text{Da cui } H = 36 \cdot 0,697 = 25 \text{ daN/m} < \text{azione eolica}$$

Si ricava, procedendo con l'azione eolica:

$$M_{sd} = 240 \cdot 6,55^2 / 2 = 5148 \text{ daNm}$$

$$T_{sd} = 240 \cdot 6,55 = 1572 \text{ daN}$$

$$\text{HEA200 (} W = 388 \text{ cm}^3 \text{)}$$

$$f_{yd} = 2750 / 1,05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{rd} = 388 \cdot 2619 = 1016172 \text{ daNcm} = 10161 \text{ daNm}$$

$$\text{Fattore di sicurezza } F_s = 10161 / 5148 = 1,9738 > 1 \text{ per cui il profilo è verificato}$$

CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA B

La zona B di larghezza 1,7h, viene suddivisa in 2 zone in quanto per una larghezza 0,7h non è schermata mentre la rimanente parte pari ad h è schermata.

Si esegue la valutazione come se tutta la parete non fosse schermata

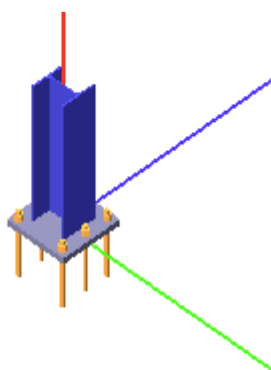
Il profilo metallico HEA 200 si vincola alla struttura mediante una piastra 350x350x35 mm con 6 boccole M24

Si ottiene alla base:

$$M_{sd} = 5148 \text{ daNm} \quad T_{sd} = 1572 \text{ daN}$$

$$N_{sd} = 1,3 \cdot (30 \cdot 1,2 \cdot 6,55 + 42,3 \cdot 6,55 + 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,035 \cdot 7850) = 608 \text{ daN}$$

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: HEA 200

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 350.0 x 350.0 x 35.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 24 \text{ mm}$ $A_{res} = 352.9 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 25.5 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.85$ $\beta_2 = 1.00$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 12 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	15720.0	0.0	6080.0	0.0	51480000.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

203249.5 N

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$$

684012.7 N

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	166163.1	166163.1
2	166163.1	166163.1
3	178208.3	178208.3
4	178208.3	178208.3
5	168033.0	168033.0
6	168033.0	168033.0

Legenda $F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd}, B_{pf,Rd}, F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

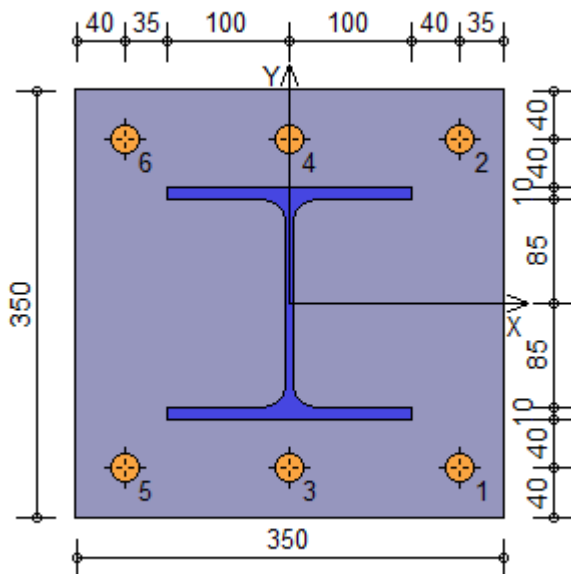
Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

135499.7 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
2	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
3	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
4	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
5	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7
6	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7

Legenda $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd}, F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y

**Verifiche sui bulloni****1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)**

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	140.00	-135.00	2620.0	135499.7	64868.3	166163.1	0.298185	Ok
2	140.00	135.00	2620.0	135499.7	0.0	166163.1	0.019336	Ok
3	0.00	-135.00	2620.0	135499.7	65254.8	178208.3	0.280887	Ok
4	0.00	135.00	2620.0	135499.7	0.0	178208.3	0.019336	Ok
5	-135.00	-135.00	2620.0	135499.7	65627.6	168033.0	0.298310	Ok
6	-135.00	135.00	2620.0	135499.7	0.0	168033.0	0.019336	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	140.00	-135.00	64868.3	166163.1	0.390389	Ok
2	140.00	135.00	0.0	166163.1	0.000000	Ok
3	0.00	-135.00	65254.8	178208.3	0.366172	Ok
4	0.00	135.00	0.0	178208.3	0.000000	Ok
5	-135.00	-135.00	65627.6	168033.0	0.390564	Ok
6	-135.00	135.00	0.0	168033.0	0.000000	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 8.485$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2 .

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER_1
Ala inferiore esterno	94.82	0.00	0.00	94.82	Ok
Ala inferiore interno lato destro	77.29	0.00	0.00	77.29	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	77.29	0.00	0.00	77.29	Ok
Anima lato destro	64.25	0.00	6.91	64.62	Ok
Anima lato sinistro	64.25	0.00	6.91	64.62	Ok
Ala superiore interno lato destro	-75.83	0.00	0.00	75.83	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-75.83	0.00	0.00	75.83	Ok
Ala superiore esterno	-93.36	0.00	0.00	93.36	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER_2
Ala inferiore esterno	94.82	0.00	0.00	94.82	Ok
Ala inferiore interno lato destro	77.29	0.00	0.00	77.29	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	77.29	0.00	0.00	77.29	Ok
Anima lato destro	64.25	0.00	6.91	64.25	Ok
Anima lato sinistro	64.25	0.00	6.91	64.25	Ok
Ala superiore interno lato destro	-75.83	0.00	0.00	75.83	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-75.83	0.00	0.00	75.83	Ok
Ala superiore esterno	-93.36	0.00	0.00	93.36	Ok

Legenda n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 199.75 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa**Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)**

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 8,72 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 3052,42 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 80,0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 15993060,0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 9767740,0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,610749 \text{ Ok}$	

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 4,41 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 1542,19 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 75,0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 15993060,0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 4337397,0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,271205 \text{ Ok}$	

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} = 125938400,0 \text{ N mm}$
Momento di progetto	$M_{j,Ed} = 51480000,0 \text{ N mm}$
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.408771 \text{ Ok}$	

Ancoraggio

Tirafondi con ancoraggio chimico/meccanico

Resistenza a trazione di progetto $F_{t,an,Rd} = 95000.0 \text{ N}$

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 30.00 \text{ N/mm}^2$

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90 \text{ N/mm}^2$

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14.11 \text{ N/mm}^2$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$p_{max} = 8.81 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Ed}] = 65627.6 \text{ N}$

$F_{t,an,Rd} > F_{t,an,Ed} \text{ Ok}$

VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA B

Viene collegato alla zona A e la verifica viene eseguita nei successivi capitoli.

VERIFICA A SCORRIMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA B

Viene collegato alla zona A e la verifica viene eseguita nei successivi capitoli.

CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS – ZONA B

Viene collegato alla zona A e la verifica viene eseguita nei successivi capitoli.

CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA A

Interasse colonne 1,20 m

Altezza Colonne 6,55 m

Calcolo forza eolica

$$V = 64 * c_p * \psi = 64 * 3,4 * 1,0 = 217 \text{ daN/m}^2$$

$$Q = 217 * 1,2 = 260 \text{ daN/m}$$

$$Q_{sd} = 1,5 * 260 = 390 \text{ daN/m}$$

Azione sismica

$$\text{Massa lineare } q = 30 * 1,2 = 36 \text{ daN/m}$$

Se si considera il valore al plateau dell'azione sismica si ricava: $A_g * S = 0,697$

$$\text{Da cui } H = 36 * 0,697 = 25 \text{ daN/m} < \text{azione eolica}$$

Si ricava, procedendo con l'azione eolica:

$$M_{sd} = 390 * 6,55^2 / 2 = 8365 \text{ daNm}$$

$$T_{sd} = 390 * 6,55 = 2554 \text{ daN}$$

HEA200 ($W = 388 \text{ cm}^3$)

$$f_{yd} = 2750 / 1,05 = 2619 \text{ daN/cm}^2$$

$$M_{rd} = 388 * 2619 = 1016172 \text{ daNcm} = 10161 \text{ daNm}$$

Fattore di sicurezza $F_s = 10161 / 8365 = 1,2147 > 1$ per cui il profilo è verificato

CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA B

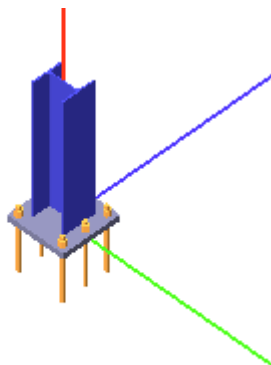
Il profilo metallico HEA 200 si vincola alla struttura mediante una piastra 350x350x35 mm con 6 boccole M24

Si ottiene alla base:

$$M_{sd} = 8365 \text{ daNm} \quad T_{sd} = 2554 \text{ daN}$$

$$N_{sd} = 1,3 \cdot (30 \cdot 1,2 \cdot 6,55 + 42,3 \cdot 6,55 + 0,35 \cdot 0,35 \cdot 7850) = 608 \text{ daN}$$

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: HEA 200

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 350.0 x 350.0 x 35.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 24 \text{ mm}$ $A_{res} = 352.9 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 25.5 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.85$ $\beta_2 = 1.00$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 12 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	25540.0	0.0	6080.0	0.0	83650000.0	0.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

203249.5 N

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} =$$

684012.7 N

Bull.	$F_{f,Rd}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]
1	166163.1	166163.1
2	166163.1	166163.1
3	178208.3	178208.3
4	178208.3	178208.3
5	168033.0	168033.0
6	168033.0	168033.0

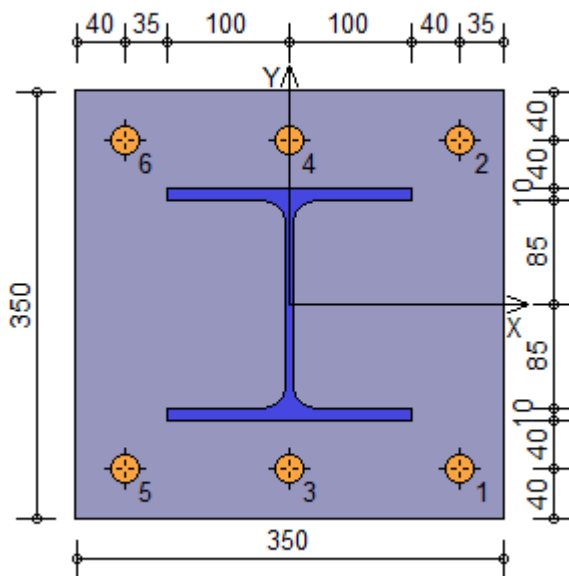
Legenda $F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia $F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

135499.7 N

Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
2	276705.9	135499.7	271094.3	135499.7
3	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
4	604800.0	135499.7	316235.3	135499.7
5	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7
6	316235.3	135499.7	316235.3	135499.7

Legenda $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \emptyset \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y**Verifiche sui bulloni**1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	140.00	-135.00	4256.7	135499.7	104859.7	166163.1	0.482175	Ok
2	140.00	135.00	4256.7	135499.7	0.0	166163.1	0.031415	Ok
3	0.00	-135.00	4256.7	135499.7	105482.8	178208.3	0.454205	Ok
4	0.00	135.00	4256.7	135499.7	0.0	178208.3	0.031415	Ok
5	-135.00	-135.00	4256.7	135499.7	106083.6	168033.0	0.482362	Ok
6	-135.00	135.00	4256.7	135499.7	0.0	168033.0	0.031415	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	140.00	-135.00	104859.7	166163.1	0.631065	Ok
2	140.00	135.00	0.0	166163.1	0.000000	Ok
3	0.00	-135.00	105482.8	178208.3	0.591907	Ok
4	0.00	135.00	0.0	178208.3	0.000000	Ok
5	-135.00	-135.00	106083.6	168033.0	0.631326	Ok
6	-135.00	135.00	0.0	168033.0	0.000000	Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 8.485$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm^2 .

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_1	VER ₁
Ala inferiore esterno	153.61	0.00	0.00	153.61	Ok
Ala inferiore interno lato destro	125.14	0.00	0.00	125.14	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	125.14	0.00	0.00	125.14	Ok
Anima lato destro	103.94	0.00	11.23	104.55	Ok
Anima lato sinistro	103.94	0.00	11.23	104.55	Ok
Ala superiore interno lato destro	-123.68	0.00	0.00	123.68	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-123.68	0.00	0.00	123.68	Ok
Ala superiore esterno	-152.16	0.00	0.00	152.16	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Cordoni	n_{\perp}	t_{\perp}	τ_{\parallel}	FV_2	VER ₂
Ala inferiore esterno	153.61	0.00	0.00	153.61	Ok
Ala inferiore interno lato destro	125.14	0.00	0.00	125.14	Ok
Ala inferiore interno lato sinistro	125.14	0.00	0.00	125.14	Ok
Anima lato destro	103.94	0.00	11.23	103.94	Ok
Anima lato sinistro	103.94	0.00	11.23	103.94	Ok
Ala superiore interno lato destro	-123.68	0.00	0.00	123.68	Ok
Ala superiore interno lato sinistro	-123.68	0.00	0.00	123.68	Ok
Ala superiore esterno	-152.16	0.00	0.00	152.16	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone
 t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone
 τ_{\parallel} tensione tangenziale parallela all'asse del cordone
 $FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)^{0.5}$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 199.75 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressaSezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 14,21 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 4971,88 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 80,0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 15993060,0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 15910010,0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,994807 \quad \text{Ok}$	

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Pressione media a bordo piastra	$p_{med} = 7,18 \text{ N/mm}^2$
Carico lineare sbalzo	$q_{lin} = 2511,69 \text{ N/mm}$
Lunghezza sbalzo	$L_s = 75,0 \text{ mm}$
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 71458,3 \text{ mm}^3$
Momento resistente	$M_{p,Rd} = 15993060,0 \text{ N mm}$
Momento massimo	$M_{p,Ed} = 7064130,0 \text{ N mm}$
$M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0,441700 \quad \text{Ok}$	

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} = 125791500,0 \text{ N mm}$
Momento di progetto	$M_{j,Ed} = 83650000,0 \text{ N mm}$
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0,664989 \quad \text{Ok}$	

AncoraggioTirafondi con ancoraggio chimico/meccanico

Resistenza a trazione di progetto	$F_{t,an,Rd} = 95000,0 \text{ N}$
-----------------------------------	-----------------------------------

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione	$R_{ck} = 30,00 \text{ N/mm}^2$
Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} = 24,90 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14,11 \text{ N/mm}^2$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 1)

$$p_{max} = 14,05 \text{ N/mm}^2 > f_{cd} \quad \text{Ok}$$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 1)

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Ed}] = 94083,6 \text{ N}$
$F_{t,an,Rd} < F_{t,an,Ed} \quad \text{Ok}$	

CALCOLO FONDAZIONE PER BASAMENTI ZONA A E ZONA B

I basamenti nella zona A e B vengono collegati alla fondazione nel tratto terminale.

In questo tratto pari a 2h quindi 14,60 m e di conseguenza 6 moduli viene prevista una fondazione

sotto al basamento della barriera di spessore 70 cm.

L'azione eolica sul tratto è composta da:

Zona A) per un tratto pari ad 1 modulo

Zona B) per un tratto pari ai rimanenti 5 moduli di cui 2 non schermati e 3 schermati

L'azione eolica sulla barriera è pari :

$$V = 64 * c_p * \psi = 64 * 3,4 * 1,0 = 217 \text{ daN/m}^2 \text{ (Zona A)}$$

$$V = 64 * c_p * \psi = 64 * 2,1 * 1,0 = 134 \text{ daN/m}^2 \text{ (Zona B1)}$$

$$V = 64 * c_p * \psi = 64 * 2,1 * 0,65 = 87 \text{ daN/m}^2 \text{ (Zona B2)}$$

$$Q = 217 * 2,4 + 134 * 2,4 * 2 + 87 * 2,4 * 3 = 1790 \text{ daN/m}$$

$$Q_{sd} = 1,5 * 1790 = 2685 \text{ daN/m}$$

Considerando la barriera h 7,30 m si ottiene:

$$V_{sd} = 2685 * 7,3 = 19604 \text{ daN}$$

$$M_{sd} = 2685 * 7,3^2 / 2 = 71541 \text{ daNm}$$

Carico sulla fondazione:

- Sei blocco in cls di dimensioni max 2,40*1,80*0,65
 - Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.
 - Telaio in acciaio composto da HEA200
1. Peso fondazione = $6 * [2,40 * 1,80 * 0,70] * 2500 = 45360 \text{ daN}$
 2. Peso blocco cls = $6 * [2,40 * 1,80 * 0,65] * 2500 = 42120 \text{ daN}$
 3. peso pannello fonoassorbente = $6 * 2,35 * 6,55 * 30 = 2766 \text{ daN}$

$$4. \text{ Peso struttura in acciaio} = 6 \cdot 2 \cdot (42,3 \cdot 6,55 + 0,35 \cdot 0,35 \cdot 0,035 \cdot 7850) = 3726 \text{ daN}$$

$$\text{Carico } N_{\text{tot}} = 0,9 \cdot (45360 + 42120 + 2766 + 3726) = 84574 \text{ daN}$$

$$M_{\text{sd}} = 71541 - 0,9 \cdot (3726 + 2766) \cdot 0,625 = 67889 \text{ daNm}$$

Eccentricità

$$e = 6788900 / 84574 = 80,2717 \text{ cm}$$

Tensione sul terreno

$$\sigma = 84574 / (1440 \cdot (180 - 2 \cdot 80,2717)) = 3,0186 \text{ daN/cm}^2$$

Dalla relazione geologica si ricava:

$$c_u = 139 \text{ KPa} \quad G = 19,4 \text{ KN/mc}$$

$$\text{e quindi portata del terreno pari a: } 5,14 \cdot 1,39 / 2,3 = 3,1063 \text{ daN/cm}^2 > 3,0186 \text{ daN/cm}^2$$

per cui la verifica è soddisfatta

CALCOLO TIRAFONDI DELLA FONDAZIONE PER BASAMENTI ZONA A E ZONA B

I basamenti nella zona A e B vengono collegati alla fondazione nel tratto terminale.

In questo tratto pari a 2h quindi 14,60 m e di conseguenza 6 moduli viene prevista una fondazione sotto al basamento della barriera di spessore 70 cm.

L'azione eolica sul tratto è composta da:

Zona A) per un tratto pari ad 1 modulo

Zona B) per un tratto pari ai rimanenti 5 moduli di cui 2 non schermati e 3 schermati

L'azione eolica sulla barriera è pari :

$$V = 64 \cdot c_p \cdot \psi = 64 \cdot 3,4 \cdot 1,0 = 217 \text{ daN/m}^2 \text{ (Zona A)}$$

$$V = 64 \cdot c_p \cdot \psi = 64 \cdot 2,1 \cdot 1,0 = 134 \text{ daN/m}^2 \text{ (Zona B1)}$$

$$V = 64 \cdot c_p \cdot \psi = 64 \cdot 2,1 \cdot 0,65 = 87 \text{ daN/m}^2 \text{ (Zona B2)}$$

$$Q = 217 \cdot 2,4 + 134 \cdot 2,4 \cdot 2 + 87 \cdot 2,4 \cdot 3 = 1790 \text{ daN/m}$$

$$Q_{sd} = 1,5 \cdot 1790 = 2685 \text{ daN/m}$$

Considerando la barriera h 7,30 m si ottiene:

$$V_{sd} = 2685 \cdot 7,3 = 19604 \text{ daN}$$

$$M_{sd} = 2685 \cdot 7,3^2 / 2 = 71541 \text{ daNm}$$

Si adottano 24+24 tirafondi M24 posti d un braccio pari a: 1,20 m

Si ricavano le seguenti azioni sul singolo tirafondo

$$T_{sdt} = 19604 / (24 + 24) = 408 \text{ daN}$$

$$H_{sdt} = 19604 / (24 \cdot 1,2) = 680 \text{ daN}$$

RESISTENZA A TAGLIO DEI BULLONI E DEI CHIODI

$$F_{vrd} = \theta \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma$$

θ 0,5
 [0,6 per bulloni classe 4.6 5.6 8.8; 0,5 per bulloni classe 6.8 10.9 0,6 per i chiodi]

f_{tb} 275 N/mm²

A_{res} 353 mm²

γ 1,25

F_{vrd}

38830 N

RESISTENZA A TRAZIONE DEI BULLONI E DEI CHIODI

$$F_{Trd} = \theta \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma$$

θ 0,9
 [0,9 per bulloni, 0,6 per i chiodi]

f_{tb} 275 N/mm²

A_{res} 353 mm²

γ 1,25

F_{Trd}

69894 N

RESISTENZA A RIFOLLAMENTO DEL PIATTO DELL'UNIONE

$$F_{brd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t / \gamma$$

d 24 mm [diametro nominale del gambo del bullone]

t 15 mm [spessore della piastra collegata]

d_0 27 mm [diametro nominale del foro]

e_1 50 mm [distanza del foro dal bordo nella direzione del tiro]

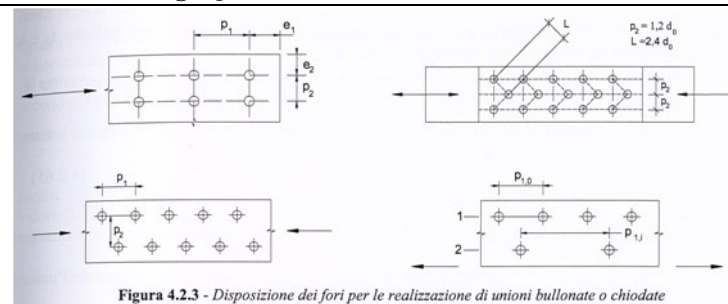
p_1 50 mm [interasse dei fori nella direzione del tiro]

e_2 50 mm [distanza del foro dal bordo nella direzione perpendicolare al tiro]

p_2 50 mm [interasse dei fori nella direzione perpendicolare al tiro]

ftb	275	N/mm ²
ft	275	N/mm ²
αe	0,62	
αi	0,37	
ke	2,50	
ki	0,89	
γ	1,25	

Fbrd ext	122222,22	N	bulloni di bordo
Fbrd int	25964,53	N	bulloni interni



RESISTENZA A PUNZONAMENTO DEL PIATTO DELL'UNIONE

$$B_{prd} = 0,6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk} / \gamma$$

ftk	275	N/mm ²
dm	24	mm
[minimo tra il diametro del dado e il diametro medio della testa del bullone]		
tp	15	mm [spessore del piatto]
γ	1,25	

Bprd	149288,4829	N
------	-------------	---

<u>Fved</u>	<u>4080</u>	<u>N</u>
<u>Fted</u>	<u>6800</u>	<u>N</u>

VERIFICHE

BULLONI ESTERNI

TAGLIO

Fved/Fvrd

0,11 OK

Fted/Ftrd

0,10 OK

Fved/Fvrd + Fted/(1,4*Ftrd)

0,17 OK

VERIFICHE

BULLONI INTERNI

TAGLIO

Fved/Fvrd

0,16 OK

Fted/Ftrd

0,10 OK

Fved/Fvrd +
Fted/(1,4*Ftrd)

0,23 OK

INDICE

<u>PREMESSA</u>	3
<u>ANALISI DEI CARICHI</u>	4
<u>METODO DI CALCOLO</u>	7
<u>NORMATIVA VIGENTE</u>	8
<u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</u>	8
<u>CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA D</u>	8
<u>CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA D</u>	9
<u>VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA D</u>	13
<u>VERIFICA A SCORRIMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA D</u>	14
<u>CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS – ZONA D</u>	15
<u>CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA C</u>	16
<u>CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA C</u>	17
<u>VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA C</u>	21
<u>VERIFICA A SCORRIMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA C</u>	22
<u>CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS – ZONA C</u>	23
<u>CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA B</u>	23
<u>CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA B</u>	24
<u>VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA B</u>	29
<u>VERIFICA A SCORRIMENTO DELL'INTERO MODULO – ZONA B</u>	29
<u>CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS – ZONA B</u>	29
<u>CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE – ZONA A</u>	29
<u>CALCOLO VINCOLI DI BASE BARRIERA – ZONA B</u>	30
<u>CALCOLO FONDAZIONE PER BASAMENTI ZONA A E ZONA B</u>	34
<u>CALCOLO TIRAFONDI DELLA FONDAZIONE PER BASAMENTI ZONA A E ZONA B</u>	36
<u>INDICE</u>	41

DOTT. ING. FANTUZZI EMANUELE

VIA TOSCANA N° 45/1

43100 PARMA

TEL. 0521270684 – FAX 0521799105 web www.ingfantuzzi.it e-mail studio@ingfantuzzi.it

COMMITTENTE: MATIS INSONORIZZAZIONI S.r.l. – Via Don Milani n° 30/a –

GATTATICO (RE)

COMMESSA: UNIPOL ARENA – VIA FAUSTO COPPI – CASALECCHIO DI RENO (BO)

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE PER BARRIERA MOBILE – VERIFICA

BASAMENTO ZONA CANCELLO

PARMA 16/07/2018 – emissione

Revisione 1 del 11/02/2019

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. Fantuzzi Emanuele - Via Toscana n° 45/1 – 43100 - Parma
Tel 0521270684 – fax 0521799105 – email studio@ingfantuzzi.it

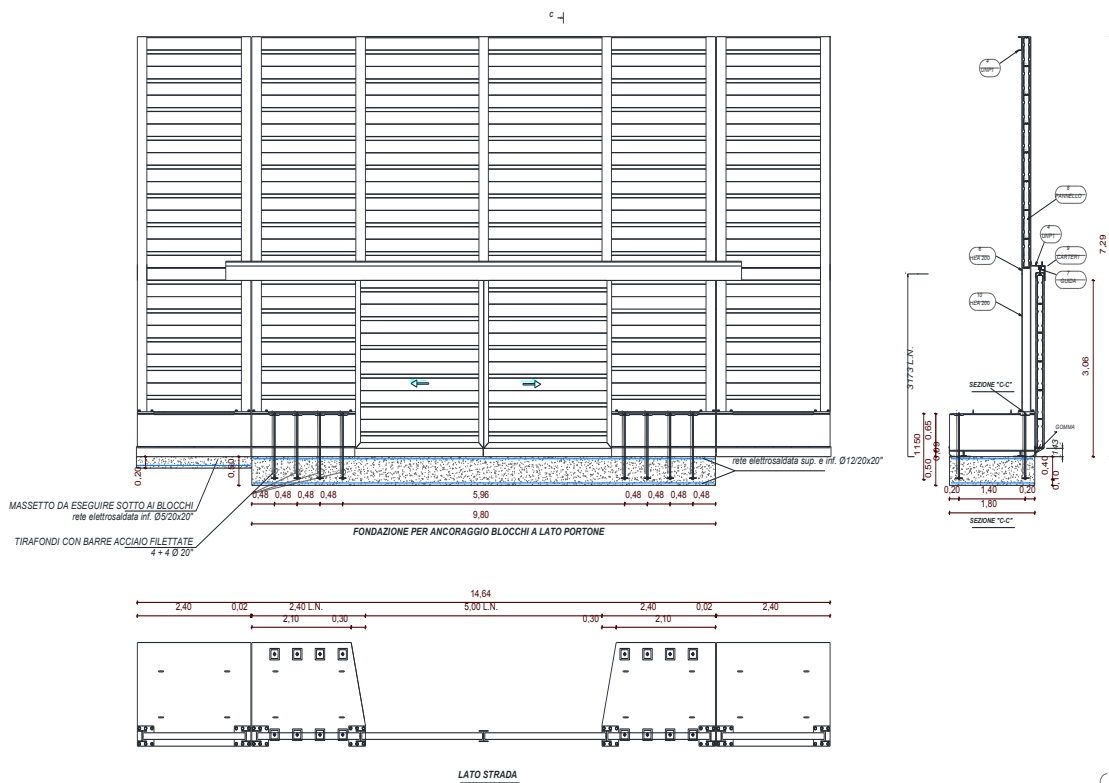
PREMESSA

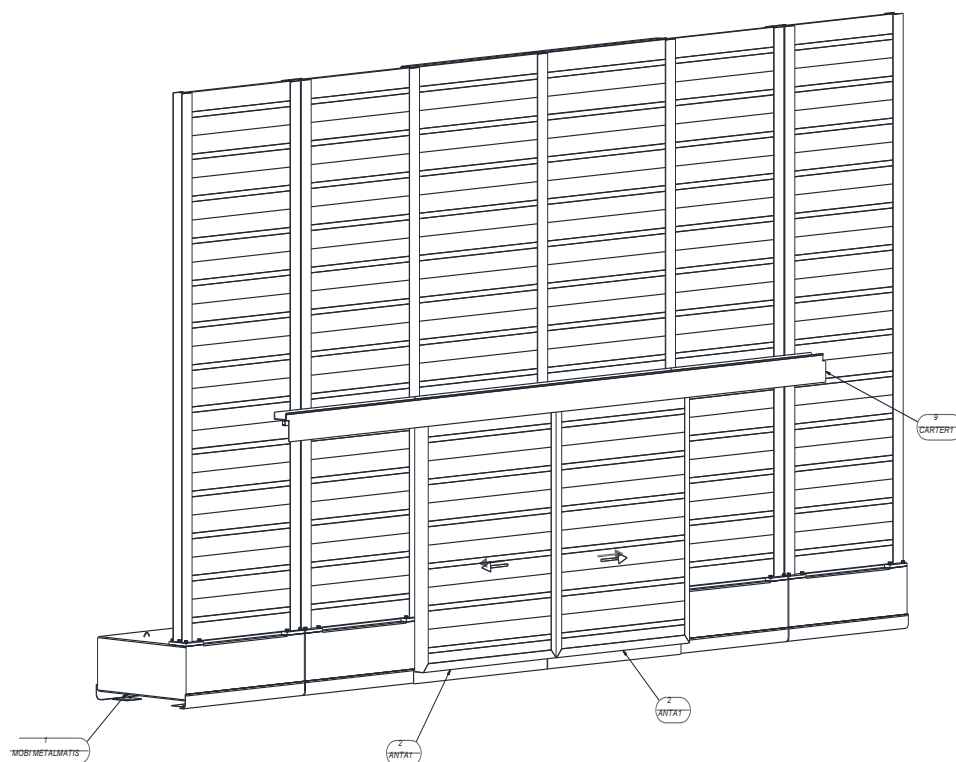
La presente relazione di calcolo riguarda il dimensionamento della struttura per il sostegno di una barriera fonoisolante mobile da utilizzare presso il parcheggio dell'UNIPOL ARENA in Via Fausto Coppi a Casalecchio di Reno (BO)



La parete di altezza 7,30 m. con moduli di 2,40 m. è stabilizzata con un blocco di cls di dimensioni 1,80*2,40*0,65 m.. Le colonne in acciaio sono costituite da profili HEA 200 fissati alla base con piastra 350*350*35 e 6 boccole

La presente relazione valuta il basamento in c.a. nella zona del cancello





ANALISI DEI CARICHI

Per il calcolo delle strutture in oggetto si sono adottati i seguenti carichi:

Peso proprio pannelli fonoisolanti	30 daN/m ²
Peso proprio acciaio	7850 daN/m ³
Peso proprio cls	2500 daN/m ³

Azione eolica

Azione eolica

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Località: CASALECCHIO DI RENO

Provincia: BOLOGNA

Regione: EMILIA-ROMAGNA

Coordinate GPS:

Latitudine : 44,47800 N

Longitudine: 11,27700 E

Altitudine s.l.m.: 61,0 m

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

VENTO:

Zona vento = 2

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25$ m/s (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 750$ m (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 61$ m

Velocità di riferimento, $V_b = 25,00$ m/s ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_r = 1$ per $T_r = 50$ anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25,00$ m/s

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Categoria esposizione: (Entroterra fino a 500 m di altitudine) tipo IV

($K_r = 0,22$; $Z_o = 0,30$ m; $Z_{min} = 8$ m)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39$ daN/mq

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,63$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 7,30$ m

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 64$ daN/mq

La valutazione del coefficiente di forma viene eseguita secondo il CNR-DT207/2008 da cui si allega il seguente stralcio

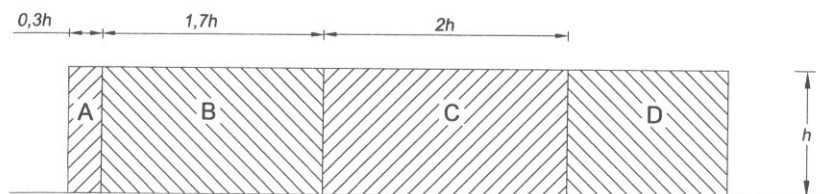


Figura G.21 – Suddivisione di muri e parapetti in aree di uguale pressione complessiva.

Tabella G.X – Coefficienti di pressione complessiva per muri e parapetti.

ϕ	Chiusura laterale	l/h	A	B	C	D
1,0	no	<3	2,3	1,4	1,2	1,2
		5	2,9	1,8	1,4	
		>10	3,4	2,1	1,7	

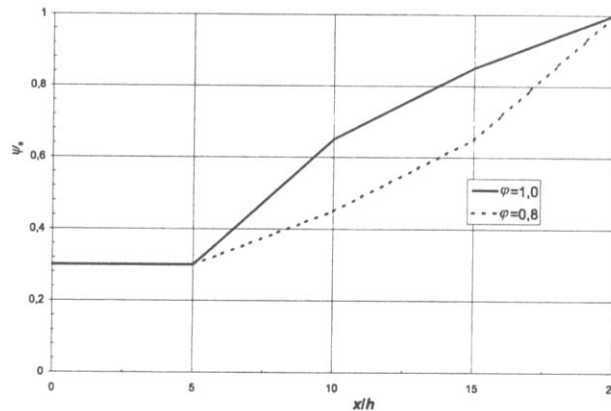
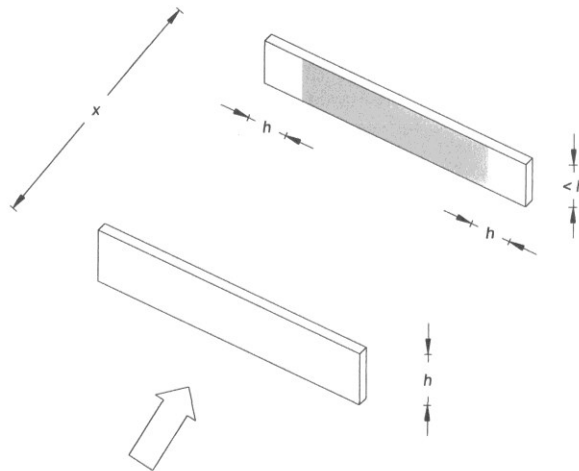
Si ricade nel caso in cui valore $l/h > 10$ per cui i valori di c_p sono pari a:

- ZONA A 3,4
- ZONA B 2,1
- ZONA C 1,7
- ZONA D 1,2

Nella nostra zona vi sono anche schermature dovute all'edificio esistente UNIPOL ARENA e rialzo stradale.

Tabella G.XI – Fattore di schermatura per muri e parapetti.

Rapporto di spaziatura x/h	$\varphi = 1,0$	$\varphi = 0,8$
$0 \leq x/h \leq 5$	$\psi_s = 0,3$	
$5 \leq x/h \leq 10$	$\psi_s = 0,07 \cdot (x/h) - 0,05$	$\psi_s = 0,03 \cdot (x/h) + 0,15$
$10 \leq x/h \leq 15$	$\psi_s = 0,04 \cdot (x/h) + 0,25$	$\psi_s = 0,04 \cdot (x/h) + 0,05$
$15 \leq x/h \leq 20$	$\psi_s = 0,03 \cdot (x/h) + 0,40$	$\psi_s = 0,07 \cdot (x/h) - 0,40$

**Figura G.23** – Coefficiente di schermatura ψ_s .**Figura G.24** – Effetto di schermatura.

Considerando un valore $x/h = 10$ si ottiene $\psi = 0,65$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA:

Zona: I

T min = -15.24° [NTC 3.5.1]

T max = 41.63° [NTC 3.5.2]

Dott. Ing. Fantuzzi Emanuele - Via Toscana n° 45/1 – 43100 - Parma
Tel 0521270684 – fax 0521799105 – email studio@ingfantuzzi.it

Azione Sismica

Zona sismica 3

Long 11°,248 Lat . 44°,485621

Stato limite		PVR (%)	TR (anni)	ag (g)	Fo (-)	Tc* (s)
Stati limite di esercizio	SLO	81	45	0,064	2,489	0,268
	SLD	63	75	0,078	2,489	0,277
Stati limite ultimi	SLV	10	712	0,187	2,403	0,312
	SLC	5	1462	0,234	2,434	0,320

Terreno tipo C ($V_s = 254$ m/s)

Coefficiente di topografia $St = 1$

Per il sito in esame otteniamo:

Stato limite	Ss	Cc
SLO	1,500	1,622
SLD	1,500	1,603
SLV	1,430	1,541
SLC	1,358	1,530

METODO DI CALCOLO

Il calcolo è stato eseguito secondo la normativa vigente e secondo le regole della Scienza delle Costruzioni.

Il calcolo è stato condotto mediante l'utilizzo di un elaboratore elettronico Pentium/750 Mhz.

NORMATIVA VIGENTE

- Legge 05/11/1971 n°1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. LL. PP. 17/01/2018 "Norme tecniche per le costruzioni"

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

- cls C25/30
- acciaio B450C
- acciaio S275

CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE

Si fa riferimento alla sezioni tipica analizzate nella relazione generale zona tipo D

VERIFICA DELLA TRAVE PORTA PORTONE

Si considera una trave HEA200

La zona è composta da:

- Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.

- Trave HEA200

Carichi sulla trave

1. Peso trave = 42 daN/m

2. peso pannello fonoassorbente = $6,55 \cdot 30 = 196 + 33$ (guida UPN 300) = 229 daN/m

Si ricava un momento flettente dovuto al peso proprio pari a: [luce di calcolo = 5,00 m]

$$M_{pp} = (42 + 229) \cdot 5,00^2 / 8 = 846 \text{ daNm}$$

Calcolo della forza del vento

$$q_v = 1,5 \cdot 64 \cdot 1,2 \cdot 0,65 \cdot 6,55 / 2 = 245 \text{ daNm}$$

$$M_v = 245 \cdot 5,00^2 / 8 = 765 \text{ daNm}$$

Profilo HEA200 ($W_x = 388,6 \text{ cm}^3$

$$W_y = 133,6 \text{ cm}^3)$$

$$M_{xrd} = 388,6 \cdot 2750 / 1,05 = 1017761 \text{ daNcm} = 10177 \text{ daNm}$$

$$M_{yrd} = 133,6 \cdot 2750 / 1,05 = 349904 \text{ daNcm} = 3499 \text{ daNm}$$

Verifica

$$846 / 3499 + 765 / 10177 = 0,2418 + 0,0752 = 0,317 < 1 \text{ verifica soddisfatta}$$

VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO ZONA COMPOSTA DA CANCELLO E UN MODULO ADIACENTE PER LATO

La zona è composta da:

- Due blocchi in cls di dimensioni max $2,40 \cdot 1,80 \cdot 0,65$

- Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.
- Telaio in acciaio composto da HEA200
- Fondazione in cls di dimensioni 1,80*9,80*0,5 m

Direzione del vento + x

Prendendo come riferimento come punto di rotazione il punto estremo del blocco in cls, si ottiene:

1. Peso blocco cls = $2 * [2,40 * 1,80 * 0,65] * 2500 = 14040 \text{ daN} - e = 90 \text{ cm}$
2. peso pannello fonoassorbente = $9,80 * 6,55 * 30 = 1925 \text{ daN} - e = 162,5 \text{ cm}$
3. Peso struttura in acciaio = $4 * (42,3 * 6,55 + 0,35 * 0,35 * 0,035 * 7850) = 1242 \text{ daN} - e = 162,5 \text{ cm}$
4. Peso fondazione cls = $1,80 * 9,80 * 0,5 * 2500 = 22050 \text{ daN} - e = 90 \text{ cm}$

Si ricava un momento stabilizzante pari a:

$$M_{\text{stab}} = 0,9 * (14040 * 0,90 + 1925 * 1,625 + 1242 * 1,625 + 22050 * 0,90) = 32746 \text{ daNm}$$

Calcolo del momento ribaltante

$$M_{\text{rib}} = 1,5 * 64 * 1,2 * 0,65 * 9,80 * 7,30^2 / 2 = 19552 \text{ daNm}$$

$$\text{Coefficiente di sicurezza} = 32746 / 19552 = 1,6748 > 1,15 \text{ Verificato}$$

VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TERRENO DELL'INTERO ZONA COMPOSTA DA CANCELLO E UN MODULO ADIACENTE PER LATO

La zona è composta da:

Dott. Ing. Fantuzzi Emanuele - Via Toscana n° 45/1 – 43100 - Parma
Tel 0521270684 – fax 0521799105 – email studio@ingfantuzzi.it

- Due blocchi in cls di dimensioni max 2,40*1,80*0,65
- Una parete in pannelli fonoassorbenti di altezza 6,55.
- Telaio in acciaio composto da HEA200
- Fondazione in cls di dimensioni 1,80*14,80*0,5 m

Direzione del vento + x

Prendendo come riferimento come punto di rotazione il punto estremo del blocco in cls, si ottiene:

1. Peso blocco cls = $2 * [2,40 * 1,80 * 0,65] * 2500 = 14040 \text{ daN} - e = 0 \text{ cm}$
2. peso pannello fonoassorbente = $9,80 * 6,55 * 30 = 1925 \text{ daN} - e = 72,5 \text{ cm}$
3. Peso struttura in acciaio = $4 * (42,3 * 6,55 + 0,35 * 0,35 * 0,035 * 7850) = 1242 \text{ daN} - e = 72,5 \text{ cm}$
4. Peso fondazione cls = $1,80 * 9,80 * 0,5 * 2500 = 22050 \text{ daN} - e = 0 \text{ cm}$

Si ricava

$$N_{\max} = 1,3 * (14040 + 1925 + 1242 + 22050) = 51034 \text{ daN}$$

$$N_{\min} = 0,9 * (14040 + 1925 + 1242 + 22050) = 35331 \text{ daN}$$

$$M_{sd} = 19552 \text{ daNm}$$

Si ricava [Nmax]

$$e = 1955200 / 51034 = 38,3117 \text{ cm}$$

E quindi

$$\sigma_t = 51034 / [980 * (180 - 2 * 38,3117)] = 0,5037 \text{ daN/cm}^2 \text{ (tensione accettabile)}$$

Si ricava [Nmin]

$$e = 1955200 / 35331 = 55,3395 \text{ cm}$$

E quindi

$$\sigma_t = 35331/[980*(180-2*55,3395)] = 0,5201 \text{ daN/cm}^2 \text{ (tensione accettabile)}$$

CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS

I blocchi di cls vengono fissati alla fondazione mediante tirafondi.

Si prevedono 4+4 tirafondi ϕ 20 nei blocchi adiacenti al cancello

Non consideriamo, il contributo dello sforzo verticale, e otteniamo uno sforzo per tirafondi pari a:

$$V = 19552/(8*1,40) = 1745 \text{ daN}$$

Dove 1,40 è la distanza dei tirafondi

Considerando un tirafondo ϕ 20 si ottiene uno sforzo di trazione pari a

$$\sigma = 1745/2,45 = 712 \text{ daN/cm}^2 < 2750/1,25 = 2200 \text{ daN/cm}^2 \text{ (verifica soddisfatta)}$$

INDICE

<u>PREMESSA</u>	3
<u>ANALISI DEI CARICHI</u>	6
<u>METODO DI CALCOLO</u>	9
<u>NORMATIVA VIGENTE</u>	10
<u>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</u>	10
<u>CALCOLO PROFILI DI SOSTEGNO BARRIERA FONOISOLANTE</u>	10
<u>VERIFICA DELLA TRAVE PORTA PORTONE</u>	10
<u>VERIFICA A RIBALTAMENTO DELL'INTERO ZONA COMPOSTA DA CANCELLO E UN MODULO ADIACENTE PER LATO</u>	11
<u>VERIFICA DELLE TENSIONI SUL TERRENO DELL'INTERO ZONA COMPOSTA DA CANCELLO E UN MODULO ADIACENTE PER LATO</u>	12
<u>CALCOLO DEL FISSAGGIO ALLA BASE DEL CLS</u>	14
<u>INDICE</u>	15