



All. n. 2

CITTA' DI TORINO

Direzione Servizi Tecnici
Servizio Infrastrutture per il Commercio e lo Sport

Corso Ferrucci 122 - 10141 - Torino
Tel. 011 01125959 - Fax 011 01125852

MANUTENZIONE STRAORDINARIA IMPIANTI CENTRALIZZATI E NATATORI (CODICE OPERA 4568)



PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE DI CALCOLO INTERVENTI STRUTTURALI

COORDINATORE PROGETTISTA:

Ing. Gennaro Savarese

PROGETTISTI:

Arch. Luca Debernardi

Arch. Maurizio Palmisano

COLLABORATORI:

Geom. Luca D'Errico

Geom. Sabrina Borselli

PROGETTISTA INTERVENTI STRUTTURALI: Pott. Ing.

Ing. Ciro Semeraro

COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
(D. Leg. n. 81/08 ex art. 90 c. 3):

Arch. Vincenzo Orlando



ID FILE

SCALA

DATA Settembre 2017

AGG.

TAVOLA

LA DIRIGENTE DEL SERVIZIO
INFRASTRUTTURE PER IL COMMERCIO E LO SPORT

Arch. Isabella QUINTO

1. Descrizione delle strutture

La presente relazione di calcolo riguarda la verifica dei parapetti in acciaio da realizzarsi o da rinforzare per adeguarli alle norme tecniche nello Stadio “Primo Nebiolo” e delle piastre di rinforzo a sostegno dei parapetti nel Palazzetto “Le Cupole”; entrambi gli interventi sono siti nel Comune di Torino.

2. Normative di riferimento

Nella progettazione e nel calcolo statico ci si è attenuti alla normativa vigente, con particolare riferimento alle seguenti norme:

- D.P.R. 6 giugno 2001 n° 380 “Testo unico delle disposizioni legislative regolamentari in materia di edilizia”;
- D.M. 14 gennaio 2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2 febbraio 2009 n.° 617 – “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”.

3. Metodo di calcolo e verifica delle strutture

Il metodo di calcolo usato è quello degli stati limite ultimi (D.M. 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni).

4. Classificazione delle strutture

Ai sensi del D.G.R. n. 65-7656 del 21/05/2014 le opere si collocano nella “zona sismica 4”

Per lo Stadio “Primo Nebiolo”, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, risulta:

- Vita nominale = 50 anni (opera ordinaria o di importanza normale);
- Classe d’uso = III.

Per il Palazzetto “Le Cupole”, ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008, risulta:

- Vita nominale = 100 anni (opera di importanza strategica);
- Classe d’uso = IV.

5. Caratteristiche del terreno di fondazione

Non sono previste indagini sul sottosuolo, in quanto non vi sono interventi sulle fondazioni.

6. Caratteristiche dei materiali

L'acciaio utilizzato per le nuove strutture, sia per i profili che per le piastre, è di tipo S235.

I bulloni, le rondelle, i dadi e gli ancoraggi sono di classe 8.8, le saldature avvengono con elettrodi tipo E44D classe II, zincatura a caldo.

7. Analisi dei carichi

Gli elementi in acciaio vengono verificati applicando un carico orizzontale sul bordo superiore del parapetto pari a $300 \frac{daN}{m}$ (Ambienti suscettibili di affollamento - Cat. C3, Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, palazzetti per lo sport e relative tribune – D.M. 14 gennaio 2008).

8. Verifiche Stadio "Primo Nebiolo"

Tipo 1

- *Verifica corrimano*

Il corrimano ha sezione $\phi = 48mm$, sp. 4 mm: è collocato ad una altezza pari a 115 cm al di sopra del piano di calpestio.

Carico applicato orizzontale $H_k = 300 \frac{daN}{m}$

Passo montanti = 1,31m

Si ricavano le azioni sollecitanti allo SLU agenti sul corrimano:

$$H_{SLU} = 300 \frac{daN}{m} \cdot 1,5 = 450 \frac{daN}{m}$$

$$M_{Sd} = 450 \frac{daN}{m} \cdot \frac{1,31^2 m^2}{10} = 77,23 daNm = 7.723 daNcm$$

Sezione corrimano: $\phi = 48mm$, sp. 4 mm in acciaio S235, $W_{el,min} = 5,62 cm^3$

$$M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{5,62 cm^3}{1,05} \cdot 2.350 \frac{daN}{cm^2} = 12.578 daNcm$$

$$M_{Sd} = 7.723 daNcm < M_{el,Rd} = 12.578 daNcm \Rightarrow \text{verificato}$$

- *Verifica montante*

Carico applicato orizzontale $H_k = 300 \frac{daN}{m}$

Passo montanti = 1,31m

Altezza di calcolo del montante = 1,15m

Sul singolo montante si ricavano le azioni sollecitanti allo SLU:

$$F_{SLU} = 1,5 \cdot 300 \frac{daN}{m} \cdot 1,31m = 589,5daN$$

$$M_{Sd} = 589,5daN \cdot 1,15m = 677,93daNm = 67.793daNcm$$

Sezione montante: si ipotizza un piatto 130x12 mm in acciaio S235, $W_{el,min} = \frac{1,2 \cdot 13^2}{6} = 33,8cm^3$

$$M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{33,8cm^3 \cdot 2.350 \frac{daN}{cm^2}}{1,05} = 75.648daNcm$$

$$M_{Sd} = 67.793daNcm < M_{el,Rd} = 75.648daNcm \Rightarrow verificato$$

$$V_{Sd} = 1,5 \cdot 300 \frac{daN}{m} \cdot 1,15m = 517,5daN$$

$$A_v = \frac{Ah}{b+h} = , \text{ area resistente a taglio con carico parallelo all'altezza del profilo}$$

Con

$A = 15,6cm^2$, area lorda della sezione del profilo

$h = 13cm$, altezza della sezione

$b = 1,2cm$, larghezza della sezione

$$A_v = \frac{Ah}{b+h} = \frac{15,6cm^2 \cdot 13cm}{1,2cm + 13cm} = 14,28cm^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{14,28cm^2 \cdot 2.350 \frac{daN}{cm^2}}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 18.452daN$$

$$V_{Sd} = 517,5daN < V_{Rd} = 18.452daN \Rightarrow verificato$$

- Verifica piastra bullonata

La piastra di ancoraggio del montante ha dimensioni 200x300 mm sp. 8 mm, ancorata alla soletta in cemento armato con 6 tasselli M16 classe 8.8.

VERIFICA TENSIONALE BULLONATURA - METODO DEGLI STATI LIMITE (NTC 2008)

UNITA' DI MISURA: [daN] ; [daNm] ; [daN/cm2] ; [mm]

Piastra

B	H	Sp
200.	300.	8.

BULLONI

Num	X	Y	Fi	Area	Num	X	Y	Fi	Area
1	-70.	65.	16.	155.87	4	70.	150.	16.	155.87
2	70.	70.	16.	155.87	5	-70.	230.	16.	155.87
3	-70.	150.	16.	155.87	6	70.	230.	16.	155.87

MATERIALI
 Acciaio S 235 (Fe 360) | classe viti 8.8
 fd s<40mm | fd 40mm<s<80mm | fd
 2238.1 | 2047.6 | 6400.

SOLLECITAZIONI AGENTI E STATO TENSIONALE
 Combinazione di sollecitazioni agenti Sol1 1

N = -14 Ty = -590 Tz = 0
 Mt = 0 My = 0 Mz = 678

Verifica bulloni

Co-1, Co-2: NTC 2008, 4.2.8.1.1 formula (4.2.65)

Num	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb,Rd	Ft,Ed	Ft,Rd	Bp,Rd	Co-1	Co-2	Ver
1	98.3	5985.3	9216.	1091.9	8978.	10423.	.1	.12	SI'
2	98.3	5985.3	9216.	1066.3	8978.	10423.	.1	.12	SI'
3	98.3	5985.3	9216.	631.6	8978.	10423.	.07	.07	SI'
4	98.3	5985.3	9216.	633.1	8978.	10423.	.07	.07	SI'
5	98.3	5985.3	9216.	198.4	8978.	10423.	.03	.02	SI'
6	98.3	5985.3	9216.	199.9	8978.	10423.	.03	.02	SI'

Compressione massima sulla piastra

Sig | fd | Ver |
 -116.1 | 2238.1 | SI'

NODO VERIFICATO IN BASE ALLA COMB. DI SOLLECITAZIONI AGENTI Sol1 1

Tipo 2

- *Verifica corrimano*

Il corrimano ha sezione $\phi = 48\text{mm}$, sp. 4 mm: è collocato ad una altezza pari a 110 cm al di sopra del piano di calpestio.

$$\text{Carico applicato orizzontale } H_k = 300 \frac{\text{daN}}{\text{m}}$$

Passo montanti = 1,00m

Si ricavano le azioni sollecitanti allo SLU agenti sul corrimano:

$$H_{SLU} = 300 \frac{\text{daN}}{\text{m}} \cdot 1,5 = 450 \frac{\text{daN}}{\text{m}}$$

$$M_{Sd} = 450 \frac{\text{daN}}{\text{m}} \cdot \frac{1,00^2 \text{ m}^2}{10} = 45 \text{ daNm} = 4.500 \text{ daNcm}$$

Sezione corrimano: $\phi = 48\text{mm}$, sp. 4 mm in acciaio S235, $W_{el,\min} = 5,62\text{cm}^3$

$$M_{el,Rd} = \frac{W_{el,\min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{5,62\text{cm}^3}{1,05} \cdot 2.350 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} = 12.578 \text{ daNcm}$$

$$M_{Sd} = 4.500 \text{ daNcm} < M_{el,Rd} = 12.578 \text{ daNcm} \Rightarrow \text{verificato}$$

- *Verifica montante*

$$\text{Carico applicato orizzontale } H_k = 300 \frac{\text{daN}}{\text{m}}$$

Passo montanti = 1,00m

Altezza di calcolo del montante = 1,15m

Sul singolo montante si ricavano le azioni sollecitanti allo SLU:

$$F_{SLU} = 1,5 \cdot 300 \frac{daN}{m} \cdot 1,00m = 450daN$$

$$M_{Sd} = 450daN \cdot 1,15m = 517,5daNm = 51.750daNcm$$

Sezione montante: si ipotizza un piatto 120x10 mm in acciaio S235, $W_{el,min} = \frac{1 \cdot 12^2}{6} = 24cm^3$

$$M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{24cm^3}{1,05} \cdot 2.350 \frac{daN}{cm^2} = 53.714daNcm$$

$$M_{Sd} = 51.750daNcm < M_{el,Rd} = 53.714daNcm \Rightarrow verificato$$

$$V_{Sd} = 1,5 \cdot 300 \frac{daN}{m} \cdot 1,15m = 517,5daN$$

$$A_v = \frac{Ah}{b+h} = , \text{ area resistente a taglio con carico parallelo all'altezza del profilo}$$

Con

$$A = 12cm^2, \text{ area lorda della sezione del profilo}$$

$$h = 12cm, \text{ altezza della sezione}$$

$$b = 1cm, \text{ larghezza della sezione}$$

$$A_v = \frac{Ah}{b+h} = \frac{12cm^2 \cdot 12cm}{1cm + 12cm} = 11,08cm^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{11,08cm^2}{\sqrt{3} \cdot 1,05} \cdot 2.350 \frac{daN}{cm^2} = 14.317daN$$

$$V_{Sd} = 517,5daN < V_{Rd} = 14.317daN \Rightarrow verificato$$

Viene verificato al taglio il montante esistente con sezione $\phi = 48mm$, sp. 4 mm.

$$A_v = \frac{2A}{\pi} = , \text{ per sezioni circolari cave}$$

Con

$$A = 5,53cm^2, \text{ area lorda della sezione del profilo}$$

$$A_v = \frac{2A}{\pi} = \frac{2 \cdot 5,53cm^2}{\pi} = 3,52cm^2$$

$$V_{Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{3,52 \text{ cm}^2}{\sqrt{3} \cdot 1,05} \cdot 2.350 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} = 4.548 \text{ daN}$$

$$V_{Sd} = 517,5 \text{ daN} < V_{Rd} = 4.548 \text{ daN} \Rightarrow \text{verificato}$$

- Verifica piastra bullonata

La piastra di ancoraggio del montante ha dimensioni 150x210 mm sp. 8 mm, ancorata alla soletta in cemento armato con 6 tasselli M12 classe 8.8.

VERIFICA TENSIONALE BULLONATURA - METODO DEGLI STATI LIMITE (NTC 2008)
UNITA' DI MISURA: [daN] ; [daNm] ; [daN/cm2] ; [mm]

Piastra
B | H | Sp |
150. | 210. | 8. |

BULLONI

Num	X	Y	Fi	Area	Num	X	Y	Fi	Area
1	50.	25.	12.	86.4	4	-50.	105.	12.	86.4
2	-50.	25.	12.	86.4	5	50.	185.	12.	86.4
3	50.	105.	12.	86.4	6	-50.	185.	12.	86.4

MATERIALI
Acciaio S 235 (Fe 360) | classe viti 8.8
fd s<40mm | fd 40mm<s<80mm | fd
2238.1 | 2047.6 | 6400.

SOLLECITAZIONI AGENTI E STATO TENSIONALE

Combinazione di sollecitazioni agenti Sol1 1

N = 450 Ty = 0 Tz = 0
Mt = 0 My = 0 Mz = 518

Verifica bulloni

Co-1, Co-2: NTC 2008, 4.2.8.1.1 formula (4.2.65)

Num	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb,Rd	Ft,Ed	Ft,Rd	Bp,Rd	Co-1	Co-2	Ver
1	0.	3317.6	4430.8	1235.8	4976.5	7817.3	.25	.25	SI'
2	0.	3317.6	4430.8	1235.8	4976.5	7817.3	.25	.25	SI'
3	0.	3317.6	6912.	627.7	4976.5	7817.3	.13	.13	SI'
4	0.	3317.6	6912.	627.7	4976.5	7817.3	.13	.13	SI'
5	0.	3317.6	4430.8	19.6	4976.5	7817.3	0.	0.	SI'
6	0.	3317.6	4430.8	19.6	4976.5	7817.3	0.	0.	SI'

Compressione massima sulla piastra

Sig | fd | Ver |
-197.2 | 2238.1 | SI'

NODO VERIFICATO IN BASE ALLA COMB. DI SOLLECITAZIONI AGENTI Sol1 1

9. Verifiche Palazzetto "Le Cupole"

- Verifica piastra bullonata tipo 1

La piastra di ancoraggio ha dimensioni 490x120 mm sp. 8 mm, ancorata alla soletta in cemento armato con 10 tasselli M12 classe 8.8.

VERIFICA TENSIONALE BULLONATURA - METODO DEGLI STATI LIMITE (NTC 2008)
UNITA' DI MISURA: [daN] ; [daNm] ; [daN/cm2] ; [mm]

Piastra
B | H | Sp |
490. | 120. | 8. |

BULLONI

Num	X	Y	Fi	Area	Num	X	Y	Fi	Area
1	-200.	35.	12.	86.4	6	-200.	85.	12.	86.4
2	-100.	35.	12.	86.4	7	-100.	85.	12.	86.4

3	0.	35.	12.	86.4	8	0.	85.	12.	86.4
4	100.	35.	12.	86.4	9	100.	85.	12.	86.4
5	200.	35.	12.	86.4	10	200.	85.	12.	86.4

MATERIALI

Acciaio S 235 (Fe 360) | classe viti 8.8
 fd s<40mm | fd 40mm<s<80mm | fd
 2238.1 | 2047.6 | 6400.

SOLLECITAZIONI AGENTI E STATO TENSIONALE

Combinazione di sollecitazioni agenti sol1 1

N = 270 Ty = 0 Tz = 0
 Mt = 0 My = 0 Mz = 297.57

Verifica bulloni

Co-1, Co-2: NTC 2008, 4.2.8.1.1 formula (4.2.65)

Num	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb,Rd	Ft,Ed	Ft,Rd	Bp,Rd	Co-1	Co-2	Ver
1	0.	3317.6	6203.1	690.3	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
2	0.	3317.6	6203.1	691.1	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
3	0.	3317.6	6203.1	691.9	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
4	0.	3317.6	6203.1	692.8	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
5	0.	3317.6	6203.1	693.6	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
6	0.	3317.6	6203.1	212.8	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
7	0.	3317.6	6203.1	213.6	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
8	0.	3317.6	6203.1	214.4	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
9	0.	3317.6	6203.1	215.3	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
10	0.	3317.6	6203.1	216.1	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'

Compressione massima sulla piastra

Sig| fd|Ver|
 -141.| 2238.1|SI'

NODO VERIFICATO IN BASE ALLA COMB. DI SOLLECITAZIONI AGENTI sol1 1

Combinazione di sollecitazioni agenti sol1 2

N = 270 Ty = 0 Tz = 0
 Mt = 0 My = 0 Mz = 297.57

Verifica bulloni

Co-1, Co-2: NTC 2008, 4.2.8.1.1 formula (4.2.65)

Num	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb,Rd	Ft,Ed	Ft,Rd	Bp,Rd	Co-1	Co-2	Ver
1	0.	3317.6	6203.1	693.6	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
2	0.	3317.6	6203.1	692.8	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
3	0.	3317.6	6203.1	691.9	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
4	0.	3317.6	6203.1	691.1	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
5	0.	3317.6	6203.1	690.3	4976.5	7817.3	.14	.14	SI'
6	0.	3317.6	6203.1	216.1	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
7	0.	3317.6	6203.1	215.3	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
8	0.	3317.6	6203.1	214.4	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
9	0.	3317.6	6203.1	213.6	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'
10	0.	3317.6	6203.1	212.8	4976.5	7817.3	.04	.04	SI'

Compressione massima sulla piastra

Sig| fd|Ver|
 -141.| 2238.1|SI'

NODO VERIFICATO IN BASE ALLA COMB. DI SOLLECITAZIONI AGENTI sol1 2

Combinazione di sollecitazioni agenti sol1 3

N = 540 Ty = 0 Tz = 0
 Mt = 0 My = 0 Mz = 595.14

Verifica bulloni

Co-1, Co-2: NTC 2008, 4.2.8.1.1 formula (4.2.65)

Num	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb,Rd	Ft,Ed	Ft,Rd	Bp,Rd	Co-1	Co-2	Ver
1	0.	3317.6	6203.1	1383.8	4976.5	7817.3	.28	.28	SI'
2	0.	3317.6	6203.1	1383.8	4976.5	7817.3	.28	.28	SI'
3	0.	3317.6	6203.1	1383.8	4976.5	7817.3	.28	.28	SI'
4	0.	3317.6	6203.1	1383.8	4976.5	7817.3	.28	.28	SI'
5	0.	3317.6	6203.1	1383.8	4976.5	7817.3	.28	.28	SI'
6	0.	3317.6	6203.1	428.9	4976.5	7817.3	.09	.09	SI'
7	0.	3317.6	6203.1	428.9	4976.5	7817.3	.09	.09	SI'
8	0.	3317.6	6203.1	428.9	4976.5	7817.3	.09	.09	SI'
9	0.	3317.6	6203.1	428.9	4976.5	7817.3	.09	.09	SI'
10	0.	3317.6	6203.1	428.9	4976.5	7817.3	.09	.09	SI'

Compressione massima sulla piastra

Sig| fd|Ver|

-277.3| 2238.1|SI'|

NODO VERIFICATO IN BASE ALLA COMB. DI SOLLECITAZIONI AGENTI Sol1 3

- Verifica piastra bullonata tipo 2

La piastra di ancoraggio ha dimensioni 290x120 mm sp. 8 mm, ancorata alla soletta in cemento armato con 6 tasselli M12 classe 8.8.

VERIFICA TENSIONALE BULLONATURA - METODO DEGLI STATI LIMITE (NTC 2008)
UNITA' DI MISURA: [daN] ; [daNm] ; [daN/cm2] ; [mm]

Piastra
B| H| Sp|
290.| 120.| 8.|

BULLONI

Num	X	Y	Fi	Area	Num	X	Y	Fi	Area
1	-100.	35.	12.	86.4	4	-100.	85.	12.	86.4
2	0.	35.	12.	86.4	5	0.	85.	12.	86.4
3	100.	35.	12.	86.4	6	100.	85.	12.	86.4

MATERIALI
Acciaio S 235 (Fe 360) | Classe viti 8.8
fd s<40mm | fd 40mm<s<80mm | fd
2238.1 | 2047.6 | 6400.

SOLLECITAZIONI AGENTI E STATO TENSIONALE

Combinazione di sollecitazioni agenti Sol1 1

N = 270 Ty = 0 Tz = 0
Mt = 0 My = 0 Mz = 297.57

Verifica bulloni

Co-1, Co-2: NTC 2008, 4.2.8.1.1 formula (4.2.65)

Num	Fv,Ed	Fv,Rd	Fb,Rd	Ft,Ed	Ft,Rd	Bp,Rd	Co-1	Co-2	Ver
1	0.	3317.6	6203.1	1159.7	4976.5	7817.3	.23	.23	SI'
2	0.	3317.6	6203.1	1153.9	4976.5	7817.3	.23	.23	SI'
3	0.	3317.6	6203.1	1148.1	4976.5	7817.3	.23	.23	SI'
4	0.	3317.6	6203.1	362.6	4976.5	7817.3	.07	.07	SI'
5	0.	3317.6	6203.1	356.8	4976.5	7817.3	.07	.07	SI'
6	0.	3317.6	6203.1	351.	4976.5	7817.3	.07	.07	SI'

Compressione massima sulla piastra

Sig| fd|Ver|
-242.6| 2238.1|SI'|

NODO VERIFICATO IN BASE ALLA COMB. DI SOLLECITAZIONI AGENTI Sol1 1