
COMUNE DI SCANO MONTIFERRO
PROVINCIA DI ORISTANO

oggetto

MESSA IN SICUREZZA IMPIANTI SPORTIVI
CAMPO SPORTIVO "SA SERRA"

fase

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

data

NOVEMBRE 2017

elaborato

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

CALCOLI STRUTTURALI

E__02

progettazione

R.U.P.

Dott. Ing. Gian Carlo Meloni

Geom. Aldo Coratza

il Sindaco

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE DI RECINZIONE E PARAPETTI TRIBUNE DI UN CAMPO SPORTIVO

Premessa

La seguente relazione ha per oggetto il calcolo per la realizzazione della nuova recinzione di separazione tra area spettatori e area di attività sportiva e del parapetto metallico di protezione anticaduta della tribune del campo sportivo di Sa Serra in comune di Scano Montiferro.

Il calcolo sarà finalizzato al dimensionamento e alla verifica di:

- plinti di fondazione della recinzione
- pali principali della recinzione
- piantoni e corrimano del parapetto di protezione anticaduta delle tribune.

Poichè sono verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:

- zona sismica 4 (bassa sismicità);
- costruzione di tipo 2 ($50 < VN < 100$ anni); VN =vita nominale
- classe d'uso II;

è possibile utilizzare il metodo di calcolo delle tensioni ammissibili. Ricordiamo che:

***costruzioni di tipo 2** : opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;*

***classe d'uso II**: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*

Normativa di riferimento

D.M. 14/01/2008 – Nuove norme tecniche per le costruzioni

D.M. LL. PP. 14.02.92, per le strutture in Calcestruzzo e in Acciaio

D.M. 9/1/1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 16/1/1996 – Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.

CNR 10011 – Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

UNI EN 13200-3 - requisiti di progettazione per la disposizione e le caratteristiche del prodotto per gli elementi di separazione all'interno delle installazioni per gli spettatori in luoghi di intrattenimento permanenti o temporanei inclusi stadi sportivi e sale per lo sport.

Caratteristiche dei materiali impiegati

Per le strutture di fondazione:

Calcestruzzo C 20/25 N/mm²

Acciaio ad adherenza migliorata FeB 44 K

$\sigma_{c,amm} = 85 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a compressione

$\tau_{c,amm} = 5,30 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a taglio

$\sigma_{s,amm} = 2600 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. acciaio

Per il terreno di fondazione (argilla sabbiosa)

$\sigma_{terr} = 1,00 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a compressione del terreno

Per i pali della recinzione:

Acciaio S235 con zincatura a caldo

$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$ modulo elastico

$\sigma_{s,amm1} = 1600 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a trazione e compressione (I cond. di carico)

$\tau_{c,amm1} = 1090 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a taglio (I cond. di carico)

$\sigma_{s,amm2} = 2000 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a trazione e compressione (II cond. di carico)

$\tau_{c,amm2} = 1210 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a taglio (II cond. di carico)

Per la struttura del parapetto (piontoni, corrimano e listellatura verticale):

Acciaio S275 con zincatura a caldo

$E = 2100000 \text{ daN/cm}^2$ modulo elastico

$\sigma_{s,amm1} = 1900 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a trazione e compressione (I cond. di carico)

$\tau_{c,amm1} = 1090 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a taglio (I cond. di carico)

$\sigma_{s,amm2} = 2375 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a trazione e compressione (II cond. di carico)

$\tau_{c,amm2} = 1210 \text{ daN/cm}^2$ tensione amm. a taglio (II cond. di carico)

Nel nostro caso considereremo solo la prima condizione di carico poiché trascuriamo l'azione del vento e della neve.

Gli elementi verranno saldati fra loro in officina con giunti a cordoni d'angolo che rispettino la seguente condizione: $t/2 < b < t$, dove:

t = minor spessore degli elementi da saldare;

b = larghezza cordone di saldatura;

preferibilmente si opererà per una larghezza $b = 0,7 \cdot t$.

Analisi dei carichi

Le NTC 2008 e la UNI EN 13200-3 impongono di considerare i seguenti carichi.

Recinzione:

- Carichi lineari (ad un'altezza di 220 cm) $Q_l=121 \text{ daN/m}$
- Carichi distribuiti $Q_s=80 \text{ daN/mq}$

I carichi accidentali (neve e vento) non verranno considerati per la natura stessa della costruzione che li rende pressochè ininfluenti ai fini del calcolo.

La resistenza della recinzione metallica (rete metallica zincata) ai carichi agenti dovrà essere certificata dall'azienda fornitrice mediante calcolo strutturale.

Parapetto della tribuna (tribune libere):

- Carichi lineari (ad un'altezza di 100 cm) 300 daN/m

Calcolo e verifica a ribaltamento del sistema plinto – palo di recinzione per carichi lineari

Il calcolo è finalizzato alla verifica a ribaltamento del sistema plinto – palo di recinzione in seguito alla sollecitazione derivante dalla spinta di persone esercitata sull'opera di recinzione, ossia che:

$$M_r \geq M_{sp} \quad \text{dove}$$

M_r =momento resistente dovuto al peso del plinto e alla resistenza opposta del terreno

M_{sp} =momento ribaltante

Consideriamo nel calcolo un tratto di recinzione pari a 2 metri (interasse pali).

Il plinto è costituito da dado in calcestruzzo armato avente dimensioni 100x100x50 cm, col palo infisso al centro.

$Q_{cls}=2500 \text{ daN/mc}$ dove Q_{cls} è il peso specifico del calcestruzzo armato.

Il peso totale del sistema plinto-palo-recinzione, applicato nel suo baricentro, è pari a:

$$P_{pl}=1,00 \times 1,00 \times 0,50 = 0,50 \times 2500 = 1250 \text{ daN} \quad \text{peso del plinto}$$

$$P_{rec}=32 \text{ daN} \quad \text{peso palo + rete metallica}$$

$$P=P_{pl}+P_{rec}=1282 \text{ daN}$$

Considerando un interasse dei pali di recinzione pari a $i=2 \text{ m}$ si ha che:

$$P_l=Q_l \times i=121 \times 2=242 \text{ daN} \quad \text{forza di spinta agente a } h=220 \text{ cm}$$

$$M_l=P_l \times c$$

$$c=2,20+0,50=2,70 \text{ m} \quad \text{braccio dato dalla distanza tra sommità palo e fulcro di rotazione}$$

$$M_r=P \times b + P_l \times c \quad \text{dove}$$

$$b=0,50 \text{ m} \quad \text{braccio dato dalla distanza tra baricentro e fulcro di rotazione}$$

$$c=0,275 \text{ m} \quad \text{braccio dato dalla distanza tra baricentro faccia laterale e fulcro}$$

$$M_l=P_l \times 2,70=242 \times 2,70=653,40 \text{ daN} \times \text{m} \quad \text{momento ribaltante}$$

$$M_r=1282 \times 0,50 + 242 \times 0,25=701,50 \text{ daN} \times \text{m} \quad \text{momento resistente}$$

La condizione risulta verificata.

Calcolo e verifica a ribaltamento del sistema plinto – palo di recinzione per carichi distribuiti

Dev'essere verificata la stessa condizione ossia $M_r \geq M_{sp}$.

$P_s = Q_s \cdot i \cdot h = 80 \cdot 2 \cdot 2,20 = 352 \text{ daN}$ forza di spinta agente nel baricentro della recinzione
tra due pali consecutivi

applicata a 1,10 m di altezza da terra. In queste condizioni il momento ribaltante è dato da:

$M_s = P_s \cdot h/2 = 352 \cdot (1,10 + 0,50) = 563,20 \text{ daN} \cdot \text{m}$ momento ribaltante

$M_r = 1282 \cdot 0,50 + 352 \cdot 0,25 = 729,00 \text{ daN} \cdot \text{m}$ momento resistente

La condizione risulta verificata.

Calcolo e verifica di resistenza del terreno di fondazione per carichi lineari

Consideriamo l'azione dei carichi lineari poiché produce alla base del plinto azioni più gravose rispetto ai carichi distribuiti.

$\sigma_t = P/A + M_l/W_r$ dove:

P e M_l sono la sollecitazione normale e di flessione agenti sul plinto, già calcolate

$A = 10.000 \text{ cm}^2$ area di base del plinto

$W_r = 1.000.000/6 \text{ cm}^2$ modulo di resistenza del plinto

$\sigma_t = 1282/10000 + 65340/(1000000/6) = 0,52 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{terr}$

La verifica risulta quindi soddisfatta.

Calcolo e verifica a flessione e taglio del palo di recinzione

Consideriamo la situazione più gravosa, ossia quella relativa al carico lineare agente a $h = 220 \text{ cm}$, che genera un momento al piede del palo maggiore rispetto ai carichi distribuiti.

Il palo è costituito da profilo cavo a sezione circolare in acciaio zincato S235 dim. 114x4 mm.

Il momento agente all'attacco palo – plinto è pari a:

M	momento flettente
$P_l = 242 \text{ daN}$	forza agente sulla sommità del palo
$h = 2,20 \text{ m}$	altezza del palo
$W = 33,60 \text{ cm}^3$	modulo di resistenza
T	taglio
$A = 12,50 \text{ cm}^2$	area resistente

$M = P_l \cdot h = 242 \cdot 2,20 = 532,40 \text{ daN} \cdot \text{m} = 53240 \text{ daN} \cdot \text{cm}$

$\sigma_s = M/W = 53240/33,60 = 1584,52 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{s,amm1}$

$T = 242 \text{ daN}$

$\tau = T/A = 242/12,50 = 19,36 \text{ daN/cm}^2 < \tau_{c,amm1}$

Le verifiche risultano quindi soddisfatte.

Calcolo e verifica di resistenza dell'armatura del plinto per carichi lineari

Considerando che i plinti hanno dimensione 100x100x50 cm e trascurando l'azione normale derivante dal peso del palo e della porzione di recinzione relativa, poiché di minima entità, si ha:

$$A_s = M / (\sigma_{s,amm} * d) \quad \text{dove}$$

A_s area armatura minima richiesta

$d = 47 \text{ cm}$ braccio armature

$$A_s = 53240 / (2600 * 47) = 0,43 \text{ cm}^2$$

Disponendo 3+3 $\phi 8$ a plinto in senso perpendicolare gli uni con gli altri, si ha che l'area della sezione resistente è pari a $A = 1,51 \text{ cm}^2 > A_s$, per cui la verifica è soddisfatta.

Calcolo e verifica a flessione e taglio del parapetto della tribuna (piantoni)

In questo caso trascureremo, a vantaggio della sicurezza, il contributo dato da elementi verticali e del corrente inferiore orizzontale, considerando come elementi resistenti strutturali soltanto piantoni e corrimano.

Si dovrà verificare che:

$$\sigma_s \leq \sigma_{s,amm1} \quad \text{flessione}$$

$$\tau \leq \tau_{c,amm1} \quad \text{taglio}$$

I piantoni sono costituiti da tubi quadri 50x50x3 mm disposti ad interasse di 0,70 m.

Consideriamo un vincolo d'incastro perfetto poiché i piantoni sono inglobati all'interno della parte di parapetto in calcestruzzo armato, in un getto aggiuntivo per una profondità di 25 cm.

Le sollecitazioni di flessione e taglio sono pari a:

M	momento flettente
$P = 300 * 0,70 = 210 \text{ daN}$	forza agente sulla sommità del piantone
$l = 0,75 \text{ m}$	altezza libera del piantone
$W = 8,34 \text{ cm}^3$	modulo di resistenza
T	taglio
$A = 5,64 \text{ cm}^2$	area resistente

$$M = P * l = 157,50 \text{ daN} * \text{m} = 15750 \text{ daN} * \text{cm}$$

$$\sigma_s = M / W = 15750 / 8,34 = 1888,48 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{s,amm1}$$

$$T = 210 \text{ daN}$$

$$\tau = T / A = 37,23 \text{ daN/cm}^2 < \tau_{c,amm1}$$

Le verifiche risultano quindi soddisfatte.

Calcolo e verifica a flessione e taglio del parapetto della tribuna (corrimano)

Trascureremo, sempre a vantaggio della sicurezza, il contributo dato da elementi verticali e piantoni.

Si dovrà come al solito verificare che:

$$\sigma_s \leq \sigma_{s,amm1} \quad \text{flessione}$$

$$\tau \leq \tau_{c,amm1} \quad \text{taglio}$$

Il corrimano è costituito da tubo quadro 40x40x3 mm, il cui estradosso si trova a quota 1,00 m dal piano di calpestio.

Considerando anche in questo caso un vincolo d'incastro perfetto, le sollecitazioni di flessione e taglio sono pari a:

M	momento flettente
Q = 300 daN/m	carico distribuito sul corrimano
l = 0,70 m	interasse piantoni
W = 5,10 cm ³	modulo di resistenza
T	taglio
A = 4,44 cm ²	area resistente

$$M = Q \cdot l^2 / 12 = 3 \cdot 70^2 / 12 = 1225 \text{ daN} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_s = M / W = 1225 / 5,10 = 240,19 \text{ daN/cm}^2 < \sigma_{s,amm1}$$

$$T = 105 \text{ daN}$$

$$\tau = T / A = 105 / 4,44 = 23,64 \text{ daN/cm}^2 < \tau_{c,amm1}$$

Le verifiche risultano quindi soddisfatte.