

COMUNE DI CANTAGALLO



AREA TECNICA

PATRIMONIO E INFRASTRUTTURE

VIA G. VERDI 24, 59025 CANTAGALLO (PO)

MESSA IN SICUREZZA DI VIA GIUSEPPE VERDI MEDIANTE CONSOLIDAMENTO DEL MURO DI SOSTEGNO DI UN TRATTO DI VIABILITÀ **PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

OGGETTO	RELAZIONE STRUTTURALE		RS-11		
ELABORATO		RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Nicola Serini (Comune di CANTAGALLO)			
DATA	Luglio 2022	PROGETTISTA: Ing. Emiliano Vannini (SINTESI INGEGNERIA s.r.l.) Arch. Nicola Serini (Comune di CANTAGALLO) Geom. Edoardo Giardi (Comune di CANTAGALLO)			
SPAZIO RISERVATO AGLI ATTI D'UFFICIO		GRUPPO DI LAVORO: Giacomo Mazzoni (Comune di CANTAGALLO)			
00	Luglio/2022	Prima emissione	L.P.	L.P.	L.P.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



COMUNE CANTAGALLO

AREA TECNICA

MESSA IN SICUREZZA DI VIA GIUSEPPE VERDI MEDIANTE CONSOLIDAMENTO DEL MURO DI SOSTEGNO DI UN TRATTO DI VIABILITÀ E REALIZZAZIONE DI NUOVA BARRIERA PROTETTIVA

Responsabile Unico del Procedimento:
ARCH. NICOLA SERINI - Area Tecnica

Progettista:

ING. EMILIANO VANNINI
D.T Sintesi Ingegneria srl



via Bure Vecchia nord 115
51100 - Pistoia (PT)
cel. 339.3676123
e.mail: sintesingegneria@gmail.com
pec: sintesingegneria@pec.it



RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE

R.S

elaborato

DATA: Maggio 2021

01	MAG / 2022	Emissione progetto ESECUTIVO	E.V	E.V	E.V
EMIS.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO



COMUNE CANTAGALLO

AREA TECNICA

MESSA IN SICUREZZA DI VIA GIUSEPPE VERDI MEDIANTE CONSOLIDAMENTO DEL MURO DI SOSTEGNO DI UN TRATTO DI VIABILITÀ E REALIZZAZIONE DI NUOVA BARRIERA PROTETTIVA

Responsabile Unico del Procedimento:
ARCH. NICOLA SERINI - Area Tecnica

Progettista:

*ING. EMILIANO VANNINI
D. T Sintesi Ingegneria srl*



*via Bure Vecchia nord 115
51100 - Pistoia (PT)
cel. 339.3676123
e.mail: sintesingegneria@gmail.com
pec: sintesingegneria@pec.it*



RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE

1	DESCRIZIONE OPERA	1
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	1
3	MATERIALI IMPIEGATI.....	2
4	VERIFICA ANIMA INTERNA IN C.A NUOVO PARAPETTO RIVESTITO IN PIETRA	2
5	VERIFICA A RIBALTAMENTO E SCORRIMENTO DEL SISTEMA COMPLETO SOLETTA/PARAPETTO.....	4
6	VERIFICHE PARAPETTO IN ACCIAIO.....	6

1 DESCRIZIONE OPERA

La presente relazione specialistica ha per oggetto le opere strutturali relative alla realizzazione di un nuovo muro in c.a. con sezione ad L, rivestito in pietra, costituente la ricostruzione della parte terminale superiore del muro di sostegno del corpo stradale in blocchi lapidei oggetto di manutenzione straordinaria, che si sviluppa lungo la strada provinciale della Carigiola per un tratto di lunghezza pari a circa m.38.0 in località Luicciana (Cantagallo), in corrispondenza bivio per via del Rotone.

Il manufatto è caratterizzato da un'altezza finita del paramento verticale (dal finito del piano viario alla sommità della cimasa in pietra) variabile da un minimo di 65cm ad un massimo di 80cm, come rilevabile nei grafici esecutivi. Presenta una soletta in c.a di spessore 25cm ed un setto verticale di 20cm. Tali dimensioni consentono di ridurre l'impatto del manufatto essenzialmente sulla parte del muro esistente avente funzione di parapetto, oltre alla possibilità di ottenere un rivestimento sul lato di valle in continuità con la tipologia lapidea a blocchi squadrati di recupero delle demolizioni così da non alterare l'aspetto attuale della superficie a vista. Un rivestimento lapideo in basso spessore è infine previsto sul lato strada in modo da mantenere inalterato lo spessore complessivo e conseguentemente la larghezza utile della carreggiata stradale.

Al di sopra della cimasa in pietra, di sommità del nuovo muro, si prevede inoltre la realizzazione di un parapetto metallico fino ad un'altezza dal piano viario pari a 1.10m, con innesto a mezzo di flangia tassellata sul paramento di valle del nuovo setto in c.a. La struttura principale in acciaio si compone di montanti quadri di sezione 40x40mm ad interasse di 1m e corrente superiore (mancorrente) a sezione rettangolare 40x20 (h)mm. La maglia di finitura interna sarà a discrezione dell'amministrazione e/o della DL generale come indicato nella documentazione progettuale architettonica.

Preme indicare che il nuovo paramento in c.a non ha alcuna interferenza di tipo strutturale sulla compagine muraria esistente oggetto di manutenzione con pulizia e rifacimento locale ricorsi (si rimanda alla specifica documentazione di dettaglio); è dimensionato per resistere in modo autonomo all'azione di urto di un veicolo garantendo condizioni di equilibrio per scorrimento/ribaltamento di corpo rigido; risulta in sostanza inquadrabile come intervento locale ricondotto alla fattispecie di quelli privi di rilevanza e soggetti al deposito del progetto ex art.93 DPR.380/01 presso l'amministrazione comunale di competenza.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le verifiche vengono condotte in ottemperanza alle seguenti normative:

- D.M. 17/01/2018 pubblicato su S.O. n. 8 alla G.U. 20 febbraio 2018, n.42: "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni";
- Circolare Esplicativa del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21/01/2019 pubblicata su S.O. n.5 alla G.U. 11 febbraio 2019, n.35: "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17/01/18".

3 MATERIALI IMPIEGATI

I materiali adottati hanno le seguenti caratteristiche:

- **Acciaio elementi principali parapetto e piastrame: S275 (ex Fe430)**

$$f_{yk} = 2750 \text{ Kg/cmq} \quad ; \quad f_{yd} = 2619 \text{ Kg/cmq}$$

$$f_{tk} = 4300 \text{ Kg/cmq}$$

- **Barre filettate classe 8.8 - dadi classe 8**

$$f_{yb} = 6490 \text{ Kg/cmq} \quad ; \quad f_{yb,d} = 5192 \text{ Kg/cmq}$$

$$f_{tb} = 8000 \text{ Kg/cmq}$$

- **Calcestruzzo soletta fondazione e setto paramento: C25/30**

$$f_{ck} = 250 \text{ Kg/cmq} \quad ; \quad f_{cd} = 141.6 \text{ Kg/cmq}$$

classe di esposizione XC2

classe di consistenza S4

diametro massimo dell'inerte 32mm

copriferro 2cm

- **Acciaio di armatura calcestruzzo: B450C**

$$f_{yk} = 4500 \text{ Kg/cmq} \quad ; \quad f_{yd} = 3913 \text{ Kg/cmq}$$

- **Resina per inghisaggio barre filettate su c.a. HILTI HIT-RE 500 o similare**

4 VERIFICA ANIMA INTERNA IN C.A NUOVO PARAPETTO RIVESTITO IN PIETRA

Si considera sul setto d'anima interno in c.a l'**azione da urto** indicata dalle NTC2018 (punto 3.6.3.3.2), ovvero una forza concentrata di 10000Kg applicata cautelativamente alla quota di 1.0m dall'incastro sul solettone di incatenamento orizzontale (ovvero oltre l'altezza effettiva della sagoma del nuovo parapetto ricostruito, per ragioni architettoniche, con la stessa geometria dell'attuale). Trattandosi di combinazione di **carico eccezionale** la suddetta azione non sarà ulteriormente amplificata; gli stati di sollecitazione indotti risultano pertanto:

$$MEd = 10000 \text{ kg} \times 1 \text{ m} = 10000 \text{ Kg} \cdot \text{m} = 100 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$VEd = 10000 \text{ kg} = 100 \text{ KN}$$

Considerando una diffusione del carico a 45° dal punto di applicazione fino alla linea media della soletta di base di spessore 25cm, si ottiene una sezione resistente di dimensioni di circa 120x20cm, nella situazione di minor altezza del setto verticale (ovvero la sezione minima, cautelativa, rispetto a quelle riscontrabili sull'intero sviluppo). In riferimento all'armatura costituita da 1+1 d=14mm passo 10cm, con copriferro netto di 2cm, si hanno le seguenti verifiche strutturali positive considerando un coef. $\gamma_M = 1.0$ per i materiali in situazione di azione eccezionale:

Verifica a flessione: $MRd=111.5\text{KNm} > MEd=100\text{KNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: verifica anima

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: VERIFICA MURO_paramento verticale

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	120	20	1	18.47	2.7
			2	18.47	17.3

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{Ed} 0 kNm
x_{Ed} 0
y_{Ed} 0

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 111.5 kN m
σ_c -14.17 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 14.45 ‰
d 17.3 cm
x 3.373 x/d 0.195
δ 0.7

Verifica a taglio (condotta considerando la sezione non specificatamente armata a taglio):

$VRd=140\text{KN} > VEd=100\text{KN}$

RESISTENZA A TAGLIO PER ELEMENTI PRIVI DI ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO (PAR.4.1.2.3.5.1 NTC'18)		
Asl	armatura longitudinale	1847 mmq
bw	larghezza minima della sezione	1200 mm
d	altezza utile della sezione	173 mm
k _{eff}	coefficiente dato da $1+(200/d)^{1.2}$	2.08
k _{min}	min coefficiente k	2
k	min(k _{eff} ; k _{min})	2
ν _{min}	coefficiente dato da $0.035 \cdot k^{(3/2)} \cdot f_{ck}^{(1/2)}$	0.495
ρ _{1_eff}	rapporto geometrico arm. Long.	0.008897
ρ _{1_min}	min rapporto geometrico arm. Long.	0.02
ρ ₁	min(ρ _{1_eff} ; ρ _{1_min})	0.008897
f _{ck}	resistenza caratteristica a compressione	25 N/mmq
γ _c	coefficiente di sicurezza - cls	1.5
V _{rd_eff}	resistenza al taglio per elementi privi di staffe	14012 Kg
V _{rd_min}	minima resistenza al taglio per elementi privi di staffe	10276 Kg
V _{rd}	max(V _{rd_eff} ; V _{rd_min})	14012 Kg

Allo stesso tempo si ripetono le verifiche per la sezione del solettone di fondazione di dimensione pari a 120x25cm armata con 1+1 d=12mm passo 10cm, con copriferro netto di 2cm, in regime però di tenso-flessione: $MEd=100\text{KNm}$

$N_{Ed}=100\text{KN}$ (trazione)

Verifica flessione+trazione: $M_{Rd}=100.7\text{KNm} > M_{Ed}=100\text{KNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: verifica soletta di base

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: VERIFICA MURO_soletta di base

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	120	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	13.57	2.6
2	13.57	22.4

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} -100 0 kN
 M_{xEd} 100 0 kNm
 M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord. [cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
 Calcola MRd Dominio M-N
 L_0 0 cm Col. modello

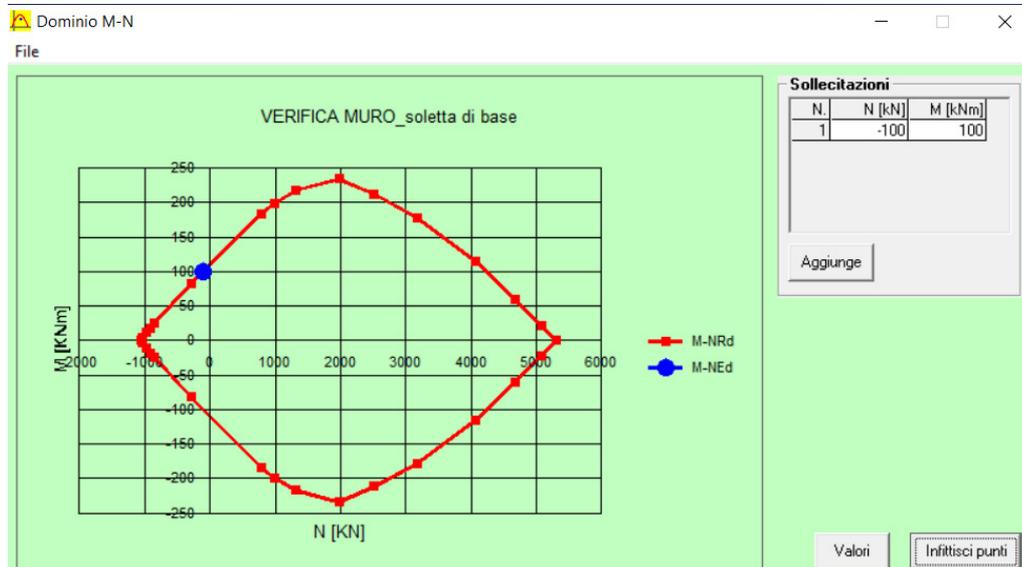
Precompresso

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} 67.5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391.3 N/mm²	ϵ_{cu} 3.5 ‰
E_s 200,000 N/mm²	f_{cd} 14.17
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0.8
ϵ_{syd} 1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9.75
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0.6
	τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 100.7 kNm

σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 25.01 ‰
 d 22.4 cm
 x 2.75 x/d 0.1228
 δ 0.7



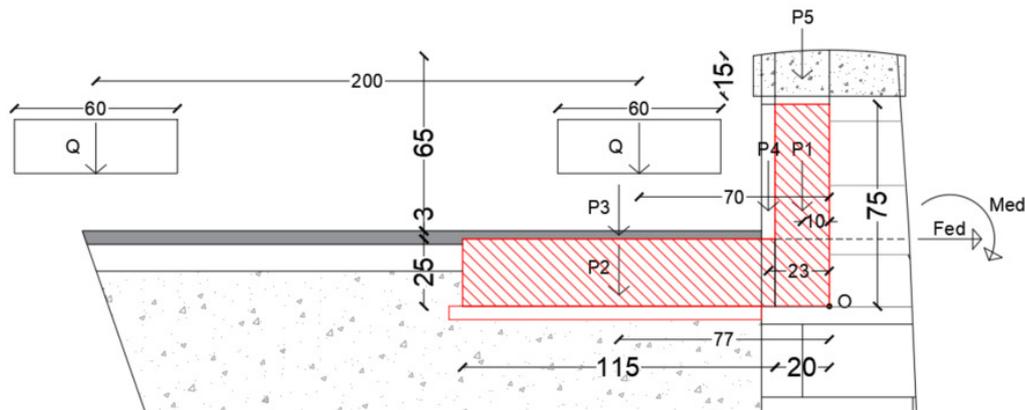
5 VERIFICA A RIBALTAMENTO E SCORRIMENTO DEL SISTEMA COMPLETO SOLETTA/PARAPETTO (verifica di corpo rigido)

Le azioni eccezionali dovute all'urto per metro lineare sono le seguenti:

$M_{Ed}=10'000\text{Kgm}$

$F_{Ed}=10'000\text{Kg}$ (alla base del setto verticale con braccio rispetto al punto di rotazione "O" pari a 0.25m)

(vedi grafico esplicativo sotto riportato)



In relazione alla sezione resistente individuata, per effettuare la verifica di ribaltamento e scorrimento si considerano le masse agenti sullo sviluppo longitudinale di paramento di 120cm; ne consegue che a stabilizzare il sistema intervengono le seguenti azioni:

- Il peso P1 (categoria permanente strutturale - G1) del paramento verticale del muro in c.a. di spessore 20cm ed altezza pari a $50+25=75\text{cm}$ (a vantaggio di sicurezza si assume la minima altezza di tutto il tratto d'intervento): $2500 \times 0.2 \times 0.75 \times 1.20 = 450\text{Kg}$ (braccio dal punto di rotazione "O" pari a 0.1m)
- Il peso P2 (G1) della soletta in c.a. di base di larghezza pari a 115cm e spessore pari a 25cm: $2500 \times 0.25 \times 1.15 \times 1.2 = 862.5\text{Kg}$ (braccio da "O" pari a 0.775m)
- Il peso P3 (categoria permanente "non" strutturale - G2) del conglomerato bituminoso del piano viario di spessore minimo 3cm presente sul tratto considerato di soletta in c.a.: $1800 \times 0.03 \times 1.15 \times 1.2 = 74.5\text{Kg}$ (braccio da "O" pari a 0.775m)
- Il peso P4 (G2) del rivestimento in pietra (lato strada) di spessore 5cm ed estensione pari allo sviluppo verticale del muro: $2200 \times 0.05 \times 0.5 \times 1.2 = 66\text{Kg}$ (braccio da "O" pari a 0.225m)
- Il peso P5 (G2) della cimasa in pietra di sommità (a vantaggio di sicurezza considerata solo la porzione di sezione sopra il muro in c.a. di spessore 20cm): $2200 \times 0.15 \times 0.2 \times 1.2 = 79.2\text{Kg/m}$ (braccio da "O" pari a 0.1m)
- L'impronta di carico accidentale stradale da 20'000Kg concomitante all'urto – "schema di carico 2" ex NTC art.5.1.3.10 (braccio da "O" 0.70m)

Il tutto come meglio illustrato nello schema grafico sopra riportato.

Trattandosi di una situazione di **combinazione eccezionale di azioni accidentali** non si amplificano né le forze orizzontali ed i momenti legati all'urto né il carico verticale stradale su impronta di cui allo schema 2 concomitante all'urto stesso. Si riducono invece di 0.9 i contributi di tipo permanente strutturale "G1" e di 0.8 quelli di tipo portato "G2". Si hanno quindi le seguenti verifiche di equilibrio di corpo rigido:

Verifica a ribaltamento:

momento instabilizzante: $M_{Ed} + F_{ed} \times 0.25 = 12'500\text{Kgm}$

momento stabilizzante: $0.9 \times 450 \times 0.1 + 0.9 \times 862.5 \times 0.775 + 0.8 \times 74.5 \times 0.775 + 0.8 \times 66 \times 0.225 + 0.8 \times 79.2 \times 0.1 +$

$$20'000 \times 0.7 = 14706 \text{ Kg/m}$$

F.S. a ribaltamento $1.176 > 1.15 \rightarrow$ VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a scorrimento (si assume un coefficiente di attrito μ pari alla tangente dell'angolo di attrito di 30° plausibile per una massicciata di fondazione stradale):

azione orizzontale instabilizzante: $10'000 \text{ Kg}$

azione orizzontale stabilizzante: $(0.9 \times 450 + 0.9 \times 862.5 + 0.8 \times 74.5 + 0.8 \times 66 + 0.8 \times 79.2 + 20000) \times \tan 30^\circ = 12330 \text{ Kg/m}$

F.S. a scorrimento $1.233 > 1.1 \rightarrow$ VERIFICA SODDISFATTA

6 VERIFICHE PARAPETTO IN ACCIAIO

In base all'azione orizzontale di 1.5 KN/m di cui al punto 5.1.3.10 delle NTC2018 viene eseguita la verifica di resistenza del montante verticale (tubolare quadrato $40 \times 40 \times 4$) posto ad interasse pari a 1 m e sul traverso orizzontale di sommità (tubolare quadrato $40 \times 30 \times 4$) del parapetto metallico in acciaio S275.

Verifica di resistenza montante parapetto $40 \times 40 \times 4$ - interasse 100 cm (tipologia schema statico: mensola)

Sollecitazioni massime all'incastro alla base:

$M_{Ed} = (150 \text{ kg/m} \times 1.5) \times 1 \text{ m} \times 0.76 \text{ m} = 171 \text{ Kgcm}$ (si applica coef. amplificativo di 1.5 allo SLU)

$V_{Ed} = (150 \text{ kg/m} \times 1.5) \times 1 = 225 \text{ Kg}$

Caratteristiche geometriche tubolare quadrato 40×40 di spessore 4 mm :

$W_{pl} = 7.01 \text{ cm}^3$

$A = 5.35 \text{ cm}^2$

Sollecitazioni resistenti:

$M_{Rd} = W_{pl, \min} \times f_{yd} = 7.01 \times 2750 / 1.05 = 18359 \text{ Kgcm} = 183,6 \text{ Kgcm} > M_{Ed} = 171 \text{ Kgcm}$

$V_{Rd} = A_{\min} \times f_{yd} / \text{radq}(3) = 5.35 \times 2619 / \text{radq}(3) = 8089 \text{ Kg} > V_{Ed} = 225 \text{ Kg}$

Verifica saldatura a cordone tubolare montante – piastra ancoraggio setto in c.a.:

Verifica delle saldature			
f _{yk}	275.00	N/mm ²	
β ₁	0.70	N/mm ²	
β ₂	0.85		
β ₁ f _{yk}	192.50	N/mm ²	
β ₂ f _{yk}	233.75	N/mm ²	
s _{yy}	0.00	mm	
a _{yy}	0.00	mm	
s _{zz}	5.00	mm	
a _{zz}	3.54	mm	
b (lungo y)	0.00	mm	
h (lungo z)	100.00	mm	
J _{yy}	589255.65	mm ⁴	
J _{zz}	2947.53	mm ⁴	
A	707.11	mm ²	
Verifica :			
N	2250.00	N	
T _y	0.00	N	
M _{zz}	0.00	Nmm	
T _z	0.00	N	
M _{yy}	1710000.00	Nmm	
N/A	3.18	N/mm ²	
σ ₁	-141.92	N/mm ²	
σ ₂	-141.92	N/mm ²	
τ ₁	0.00	N/mm ²	
τ ₂	0.00	N/mm ²	
(σ ₁ ² +τ ₁ ²) ^{0.5}	141.92	N/mm ²	<= β ₁ f _{yk} verifica
σ ₁	141.92	N/mm ²	<= β ₂ f _{yk} verifica
(σ ₂ ² +τ ₂ ²) ^{0.5}	141.92	N/mm ²	<= β ₁ f _{yk} verifica
σ ₂	141.92	N/mm ²	<= β ₂ f _{yk} verifica

Verifica unione bullonata montante:

n. 4 barre filettate d.8mm Ares=36.6mmq

Classe 8.8 con dadi classe 8

$f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$; $f_{yb} = 649 \text{ N/mm}^2$

$M_{Ed} = 171 \text{ Kg} = 1.71 \text{ KNm}$

$V_{Ed} = 2.25 \text{ KN}$

Per quel che concerne la verifica della flangia si considera la piastra di dimensioni 10x12cm armata con n.4 barre filettate d.8mm classe 8.8 inghisate con resine chimiche (si assume pertanto un'area della barra a trazione equivalente a quella di un bullone M8, ovvero Ares= 36.6mmq).

Considerando che il taglio sollecitante di calcolo V_{Ed} si traduce in una azione di trazione sui bulloni, che si va a sommare a quella per effetto del momento sollecitante M_{Ed} , su ciascuno di essi (n.4 D8mm Ares=36.6mmq) agisce uno sforzo complessivo:

$F_{t,ed} = 2250 \text{ N} / 4 + 36.6 \text{ mm}^2 \cdot 380 \text{ N/mm}^2 = 14470 \text{ N}$

The screenshot shows the software interface for 'Verifica C.A. S.L.U. - File'. The main window displays the following data:

- Titolo:** Piastra parapetto
- N° Vertici:** 4 (Zoom)
- N° barre:** 4 (Zoom)

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	1	0.366	2	3
2	12	0	2	0.366	10	3
3	12	10	3	0.366	2	7
4	0	10	4	0.366	10	7

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N: Centro (selected), Baricentro cls, Coord. [cm]

Metodo di calcolo: S.L.U. + (selected), S.L.U. -, Metodo n

Materiali: B450C, C25/30

Results:

- $\sigma_c = -17.12 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_s = 380.1 \text{ N/mm}^2$
- $\epsilon_s = 1.9 \text{ ‰}$
- $d = 7 \text{ cm}$
- $x = 2.823$, $x/d = 0.4033$
- $\delta = 0.9441$

Verifica: N° iterazioni: 4

Precompresso

Verifica a trazione del bullone (classe 8.8) piu' sollecitato:

$F_{t,rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{m2} = 0.9 \cdot 800 \cdot 36.6 / 1.25 = 21081 \text{ N} \geq 14470 \text{ N} \rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA}$

Verifica di resistenza tubolare rettangolo 40x20 di spessore 4mm:

Assumendo a vantaggio di sicurezza uno schema statico di elemento su due appoggi di luce pari ad 1m sottoposto ad un carico uniformemente distribuito pari a 1.5KN/m si ottengono le seguenti sollecitazioni massime allo SLU:

$$M_{ed} = (150 \times 1.5) \times 1^2 / 8 = 28 \text{ Kgcm}$$

$$V_{Ed} = (150 \times 1.5) \times 1 / 2 = 112.5 \text{ Kg}$$

Caratteristiche geometriche tubolare quadrato 40x40 di spessore 4mm

$$W_{pl} = 4.13 \text{ cm}^3$$

$$A = 3.75 \text{ cm}^2$$

Sollecitazioni resistenti:

$$M_{Rd} = W_{pl, \min} \times f_{yd} = 4.13 \times 2750 / 1.05 = 10816 \text{ Kgcm} = 108 \text{ Kgcm} > M_{ed} = 28 \text{ Kgcm}$$

$$V_{Rd} = A_{\min} \times f_{yd} / \sqrt{3} = 3.75 \times 2619 / \sqrt{3} = 5670 \text{ Kg} > V_{Ed} = 112.5 \text{ Kg}$$

il progettista

Ing. Emiliano Vannini

D.T Sintesi Ingegneria srl