

MATRICE DI REVISIONE

| REV | DATA | DESCRIZIONE MODIFICA |
|-----|------|----------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

N.B.: LA TAVOLA SOSTITUISCE QUELLA RELATIVA AL CODICE DEL PROGETTO ESECUTIVO



CONCESSIONI
AUTOSTRADALI
LOMBARDE



Autostrada
Pedemontana
Lombarda

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE DALMINE - COMO - VARESE - VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE CODICE C.U.P. E81B09000510004 TRATTE B1, B2, C, D, TRVA13+14, GREENWAY

AS BUILT

TRATTA B1
IDROLOGIA E IDRAULICA
SISTEMA DI LAMINAZIONE E DEPURAZIONE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

RELAZIONE CALCOLO TORRINI VASCHE V3,V4,V6, EX V1-B2

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

CODICE PROGETTO: F00107B

| FASE PROGETTUALE | WBS | | | | | | | |
|------------------|-------|------|-------|----------------|--------|----------------|-------------|-----------|
| | LOTTO | ZONA | OPERA | TRATTO D'OPERA | AMBITO | TIPO ELABORATO | PROGRESSIVO | REVISIONE |
| A | 1 | A0X | TW000 | 0 | IP | RI | 004 | E |

Scala: -

| DATA | DESCRIZIONE | REV |
|---------------|-------------|-----|
| Febbraio 2018 | Emissione | E |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

CONCEDENTE



CONCESSIONI
AUTOSTRADALI
LOMBARDE

CONCESSIONARIO



Direttore Tecnico:
Ing. Giuseppe Sambo
Referente Tecnico:
Ing. Sabrina Lattuada

APPROVATO



Il Direttore dei Lavori:
Ing. Francesco Domenico

IMPRESA

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO IMPRESE:

Mandataria
STRABAG
A.G.

Mandante
GLF
Grandi Lavori
Fincosit
S.p.A.

Mandante
ICM
S.p.A.

Mandante cooptata
STRABAG
S.p.A.



PROGETTISTA - PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI:



Mandante
Arch.
Salvatore
Vermiglio

RESPONSABILE DI PROGETTO ED INCARICATO
DELL'INTEGRAZIONE FRA LE VARIE
PRESTAZIONI:

Ing. Alberto Cecchini



ELABORAZIONE PROGETTUALE

PROGETTISTA:

3TI PROGETTI ITALIA S.p.A

3TI ITALIA S.p.A.
DIRETTORE TECNICO
Ing. Stefano Luca Possati
Ordine degli Ingegneri
Provincia di Roma n. 20809

Redatto: Coppola

Verificato: Sorge

Approvato: Possati



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

SOLETTA 100x100 CON FORO DN60

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la verifica di una soletta rettangolare in calcestruzzo armato.
Classificazione sismica Comune: ZONA 4
Committente: C.M.C. di Madone – via Gorizia n.3 – Madone (BG)

Per quanto riguarda il calcolo relativo alle strutture sopra menzionate si fa riferimento alla normativa vigente ed in particolare.

D.M. 9 gennaio 1996:

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 14 gennaio 2008:

“Norme tecniche per le costruzioni”

Circolare LL.PP. del 2 febbraio 2009 n.617.

UNI EN 206-1:2006

Calcestruzzo parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI EN 197-1:2006

Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.

UNI 11104:2004

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

METODOLOGIA DI CALCOLO UTILIZZATA

Per il calcolo della struttura è stato utilizzato il metodo di calcolo agli stati limite.

MATERIALI

Calcestruzzo confezionato con cemento tipo R425 inerti lavati di granulometria assortita ed acqua in quantità opportune per ottenere un conglomerato con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 400daN/cm² in condizioni e tempi standard di maturazione, le cui caratteristiche soddisfino il prospetto 8 della norma UNI EN 197-1:2006.

CMC S.r.l

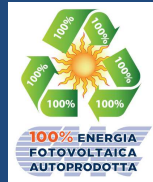
www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



| | |
|---|---|
| <u>Calcestruzzo C32/40:</u> $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ $f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_c = 1.5$ $\varepsilon_{cu} = 0.35\%$ $f_{cd} = 18.13 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctm} = 3.02 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{c,amm} = 14.4 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{c0} = 0.733 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{cl} = 2.114 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 33345.7 \text{ N/mm}^2$ | <u>Acciaio B450C:</u> $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ $f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_s = 1.15$ $\varepsilon_{su} = 1\%$ $f_{yd} = 374 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{s,amm} = 344 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{s,amm}^* = 280 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$ |
|---|---|

TIPOLOGIA STRUTTURALE

- a) FONDAZIONI:
- b) STRUTTURA DI ELEVAZIONE: -
- c) ORIZZONTAMENTI: soletta in getto pieno

SCHEMI STRUTTURALI

Basi del calcolo delle suddette opere sono stati i rispettivi schemi scelti in base all'idealizzazione dei vincoli in relazione al comportamento reale ipotizzato ed assunto dalle caratteristiche statiche del modello medesimo e da quelle conseguenti ai tipi di materiali impiegati ed all'armatura introdotta.

I vincoli alla soletta sono stati scelti più opportunamente tra quelli di semincastro, incastro, appoggio e gli schemi del calcolo di prima approssimazione sono di piastra/trave appoggiata.

ANALISI DEI CARICHI

I carichi sono conseguenti alle caratteristiche d'impiego del manufatto, alle tipologie costruttive delle finiture ed ai criteri di prudenza normalmente adottati.

Si ipotizza il posizionamento della soletta a -20cm dal piano stradale.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



Stato Limite Ultimo

Fattori di sicurezza parziali per le azioni (γ)

$$F_d = \sum \gamma_{g1,j} G_{1,j} + \sum \gamma_{g2,j} G_{2,j} + \gamma_{q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{q,i} Q_{k,i} \psi_{0,i}$$

γ_{g1} inf. (azioni permanenti, effetto favorevole) 1.00

γ_{g1} sup. (azioni permanenti, effetto sfavorevole) 1.35

γ_{g2} inf. (azioni permanenti no strutturali, effetto favorevole) 0.00

γ_{g2} sup. (azioni permanenti no strutturali, effetto sfavorevole) 1.50

γ_Q inf. (azioni variabili da traffico, effetto favorevole) 0.00

γ_Q sup. (azioni variabili da traffico, effetto sfavorevole) 1.35

γ_{Qi} inf. (azioni variabili, effetto favorevole) 0.00

γ_{Qi} sup. (azioni variabili, effetto sfavorevole) 1.50

Fattori di sicurezza parziali per i materiali

| | | |
|---------------|---|-------------------|
| calcestruzzo: | $f_{cd} = a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$ | $\gamma_c = 1,5$ |
| acciaio: | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Stato Limite di Esercizio

Coefficienti di combinazione dei carichi variabili

Combinazioni di carico rara

$$F_d = \sum G_{1,j} + \sum G_{2,j} + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinazioni di carico frequente

$$F_d = \sum G_{1,j} + \sum G_{2,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \text{ (alternando a turno l'azione variabile come dominante)}$$

Combinazioni di carico quasi permanente

$$F_d = \sum G_{1,j} + \sum G_{2,j} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Carichi variabili per:

| Azioni | Gruppo azioni | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|--------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Azioni da traffico | Schema 1 | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1,5 e 6 | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 | --- | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

Fattori di sicurezza parziali per i materiali

(classe di esposizione XA2)

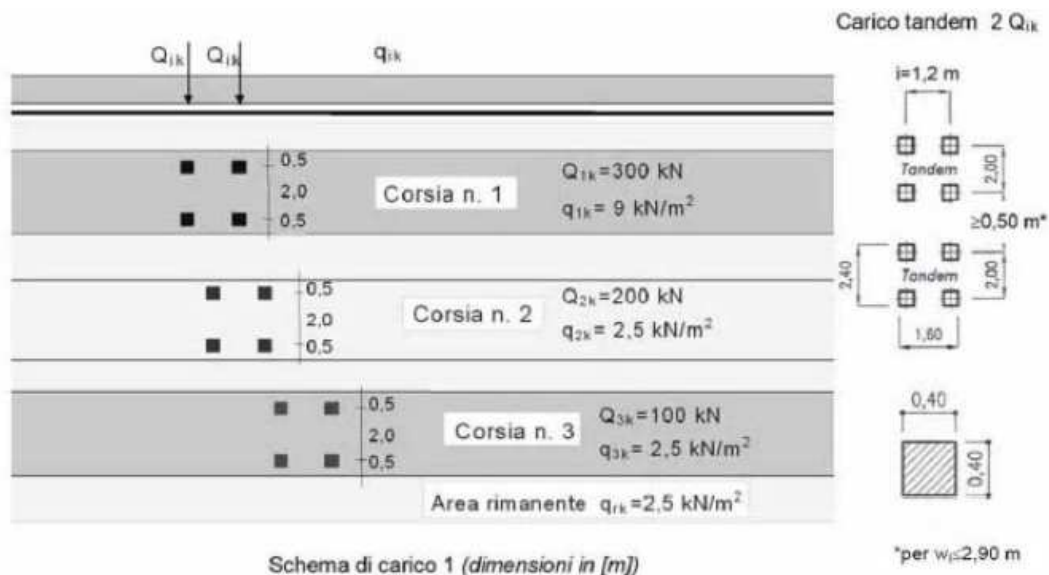
-calcestruzzo: combinazione di carico rara: $\sigma_c / f_{ck} < 0,6$
 combinazione di carico quasi permanente $\sigma_c / f_{ck} < 0,45$

-acciaio: combinazione di carico rara: $\sigma_s / f_{yk} < 0,8$

Combinazione sismica (SLU e SLE)

$$F = \Sigma E + \Sigma G1 + \Sigma G2 + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- peso proprio
- carico permanente: massicciata stradale, chiusini.
- carico accidentale: ponti di I Categoria: La soletta di dimensioni 100 x100 x h=20 cm, è attraversata da un'unica corsia caricata con schema di carico 1: carichi concentrati pari a 300KN su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 40cm, e da un carico uniformemente distribuito pari a 9 KN/mq.



La piastra viene progettata per essere utilizzata in comuni sismicamente classificati come zona 4 secondo l'Ord. 3274 del 20/03/2003. Si fa notare come per eventi di questa natura la vigente norma assegni coefficienti con valore pari a 1.00 ai carichi permanenti e le relative masse, coefficienti con valore minore

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
 tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

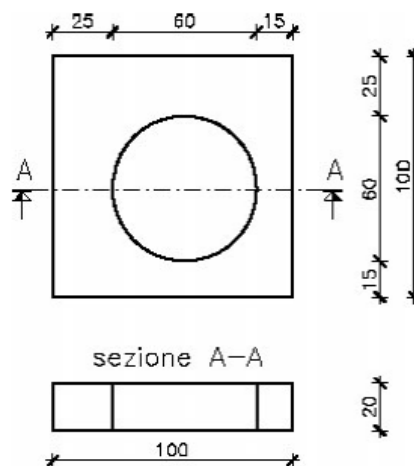
via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
 tel 039.651991 - fax 039.605634

di 1.00 ai carichi variabili e le relative masse, da cui le sollecitazioni indotte dall'analisi sismica sull'opera risultano inferiori a quelle indotte dall'analisi dei soli carichi statici.

TASSI DI LAVORO

In relazione alle ipotesi di carico di cui sopra è eseguita la scelta del tasso di sollecitazione corrispondente ai tipi di materiali ed il dimensionamento conseguente delle sezioni più sollecitate, nel caso di composizione più sfavorevole dei carichi in relazione allo schema statico adottato.

DATI DI INPUT DELLA STRUTTURA



APPLICAZIONE CARICHI

-Peso Proprio (PP)

Il peso proprio della lastra ha valore:
 $p = 25 \text{ KN/m}^3 * 0.20 \text{ m} = 5.0 \text{ KN/m}^2$

-Permanenti (PERM)

Il carico permanente applicato, rappresentante il manto stradale, ha valore:
 $p = 19 \text{ KN/m}^3 * 0.20 \text{ m} = 3.8 \text{ KN/m}^2$

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
 tel 035.991189 - fax 035.4942212

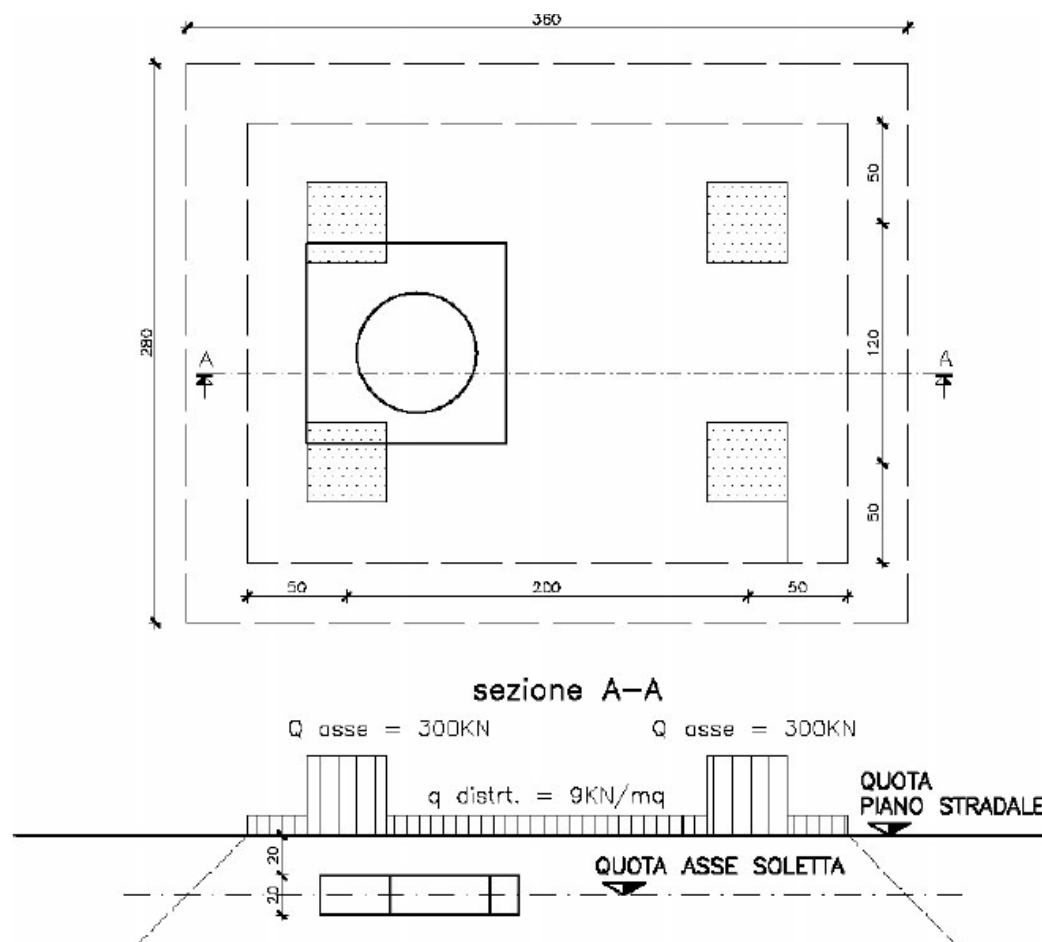
Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
 tel 039.651991 - fax 039.605634

Variabili 1 (V1)

| CARICHI DA PONTE : | I | CATEGORIA |
|---|--------|---|
| profondità soletta [m] = | 0.2 | carico totale su due assi (300kN ognuno) |
| spessore soletta [m] = | 0.2 | |
| impronta ruota [m] = | 0.4 | |
| Q [kN] = | 600.00 | |
| A diffusa [m ²] = | 10.08 | |
| distanza impronta laterale [m] = | 2 | carico uniformemente distribuito sulla struttura |
| distanza impronta longitudinale [m] = | 1.2 | |
| q [kN/m ²] = | 9.00 | |
| larghezza corsia di carico [m] = | 3.00 | |
| lunghezza corsia di carico [m] = | 2.20 | |
| L diffusa [m] = | 3.6 | |

Schema di carico 1



CMC S.r.l

www.cmcmanufaccimento.com
info@cmcmanufaccimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
 tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
 tel 039.651991 - fax 039.605634

I carichi concentrati si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo un angolo di 45°, fino al piano medio della soletta sottostante. Quindi secondo la Fig. 5.1.3a delle N.T.C. 2008 il carico accidentale da traffico pari a 300 KN per asse applicato su impronta di 40x40cm, e il carico uniformemente distribuito di valore 9.0 KN/m² si diffondono raggiungendo la soletta con un valore pari a:

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{diffuso}} &= Q / A_{\text{diffusa}} = 600 \text{ KN} / 10.08 \text{ mq} = 59.52 \text{ KN/m}^2 \\
 q_{\text{distr. Diffuso}} &= q_{\text{distr.}} * \text{largh. corsia} / L_{\text{diffusa}} = \\
 &= 9 \text{ KN/m}^2 * 3 \text{ m} / 3.6 \text{ m} = 7.5 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

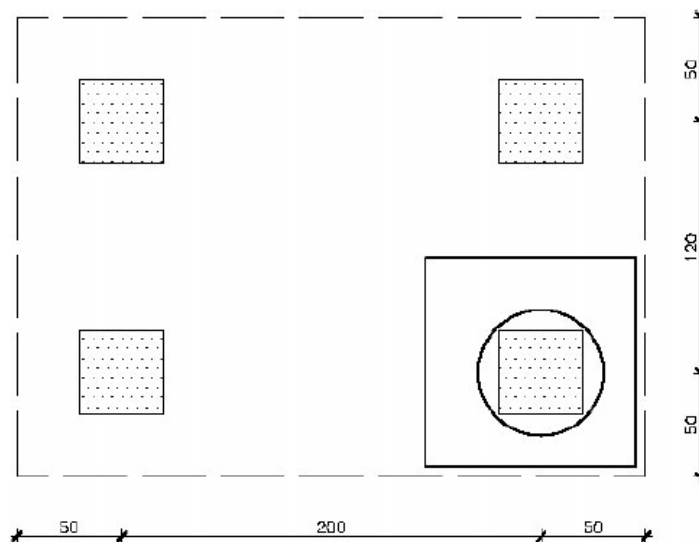
Variabili 1 (V2)

Nel caso in cui l'impronta del mezzo si trovi in corrispondenza del chiusino si considera il carico di un'impronta applicato sul chiusino e il resto della soletta sollecitato da un carico uniformemente distribuito di valore 9.0 KN/m² che diffuso a 45° raggiunge la soletta con un valore pari a:

$$\begin{aligned}
 q_{\text{distr. diffuso}} &= q_{\text{distr.}} * \text{largh. corsia} / L_{\text{diffusa}} = \\
 &= 9 \text{ KN/m}^2 * 3 \text{ m} / 3.6 \text{ m} = 7.5 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_1 = Q / 4 = 600 \text{ KN} / 4 \text{ mq} = 150 \text{ KN}$$

Schema di carico 2



CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
 tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
 tel 039.651991 - fax 039.605634



RISULTATI CALCOLO

La soletta è composta da quattro travi di coronamento al foro : due in direzione verticale di dimensione 25xh20 cm , 15xh20 cm e due in direzione orizzontale di dimensioni 25xh20 cm , 15xh20 cm.
Le due direzioni risultano speculari.

TRAVE 25xh20 cm

Sollecitazioni:

| | slu | rara |
|----------|----------|----------|
| M_{ED} | 4.77 kNm | 3.51 kNm |
| T_{ED} | 17.81 kN | 13.12 kN |

Verifiche S.L.U.

Si ottengono i seguenti risultati:

$$A_s = \frac{M_{ED}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0.83 \text{ cm}^2 \quad (4\phi 8 : A_s = 2.011 \text{ cm}^2)$$

| PROGETTO E VERIFICA A FLESSIONE | | | |
|--|----------|-----|------------|
| $M_{rd} = A_s \cdot f_{sd} \cdot z_s - A'_s \cdot \sigma'_s \cdot z'_s$ | 12.05 | KNm | |
| $M_{ED} =$ | 4.77 | KNm | Verificato |
| PROGETTO E VERIFICA A TAGLIO | | | |
| $V_{rd} = 0.18 / (\gamma_c) \cdot k \cdot x \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot x f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot x \cdot d$ | 27035.04 | N | |
| $T_{ED} =$ | 17810.00 | N | Verificato |

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

Verifiche S.L.E.

| <u>Verifica a flessione semplice TRAVE 35X20</u> | | | | | |
|---|---|-------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|
| Momento positivo (fibre tese inferiori) | | | | | |
| M_{max} | = | 3.51 | kN*m | | |
| Caratteristiche geometriche della sezione da verificare: | | | | | |
| b | = | 25 | cm | base della sezione | |
| h | = | 20 | cm | altezza della sezione | |
| d' | = | 3 | cm | copriferro | |
| d | = | 17 | cm | | |
| n | = | 15 | | | |
| $A_{S,inf}$ | = | 4 Φ 8= | 2.01 | cm ² | (armatura tesa) |
| $A_{S,sup}$ | = | 0 Φ 8= | 0.00 | cm ² | (armatura compressa) |
| $\gamma = A_{S,sup} / A_{S,inf}$ | = | | 0.00 | | |
| $A_{S,tot} = A_{S,inf} + A_{S,sup}$ | = | | 2.01 | cm ² | |
| $y = (n * A_{S,tot} / b) * [-1 + (1 + (2 * b / (n * A_{S,tot})) * (d + \gamma * d') / (1 + \gamma))^{0.5}] =$ | | | | 5.31 | cm |
| $J_i = b * y^3 / 3 + n * A_{S,inf} * (d - y)^2 + n * A_{S,sup} * (y - d')^2 =$ | | | | 5369 | cm ⁴ |
| $\sigma_{C,max} = M_{max} * y / J_i =$ | | 34.7 | daN/cm ² | < $\sigma_{C,adm} =$ | 122.5 daN/cm ² |
| $\sigma_{S,max} = n * M_{max} * (d - y) / J_i =$ | | 1146.3 | daN/cm ² | < $\sigma_{S,adm} =$ | 2600 daN/cm ² |

| <u>Verifica a taglio TRAVE 35X20</u> | | | | | |
|---|---|-------|---------------------|---|--|
| V_{max} | = | 13.18 | kN | | |
| Per sezioni rettangolari: | | | | | |
| $\tau_{max} = 3 * V_{max} / (2 * b * h) =$ | | 3.95 | daN/cm ² | | |
| con: | | | | | |
| b | = | 25 | cm | | |
| h | = | 20 | cm | | |
| $\tau_{max} =$ | | 4.0 | daN/cm ² | < | $\tau_{C,0} = 7.3$ daN/cm ² |
| Non serve quindi armatura specifica a taglio. | | | | | |

Non serve armatura a taglio.

Il valore delle sollecitazioni dei materiali risulta inferiore al minimo da normativa, quindi verificato.

TRAVE 15xh20 cm

Sollecitazioni:

| | slu | rara |
|----------|----------|----------|
| M_{ED} | 4.27 kNm | 3.15 kNm |
| T_{ED} | 14.62 kN | 10.77 kN |

Verifiche S.L.U.

Si ottengono i seguenti risultati:

$$A_s = \frac{M_{ED}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 0.75 \text{ cm}^2 \quad (2\phi 8 : A_s = 1.01 \text{ cm}^2)$$

| PROGETTO E VERIFICA A FLESSIONE | | | |
|--|----------|-----|------------|
| $M_{rd} = A_s \cdot f_{sd} \cdot z_s - A_s' \cdot \sigma_s' \cdot z_s'$ | 6.08 | kNm | |
| $M_{ED} =$ | 4.27 | kNm | Verificato |
| PROGETTO E VERIFICA A TAGLIO | | | |
| $V_{rd} = 0.18 / (\gamma_c) \cdot k \cdot x \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot x \cdot d$ | 15264.57 | N | |
| $T_{ED} =$ | 14620.00 | N | Verificato |

Non serve armatura a taglio.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
 tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
 tel 039.651991 - fax 039.605634

Verifiche S.L.E.

Verifica a flessione semplice TRAVE 15X20

Momento positivo (fibre tese inferiori)

$$M_{\max} = 3.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Caratteristiche geometriche della sezione da verificare:

| | | | |
|------|----|----|-----------------------|
| b = | 15 | cm | base della sezione |
| h = | 20 | cm | altezza della sezione |
| d' = | 3 | cm | copriferro |
| d = | 17 | cm | |
| n = | 15 | | |

| | | | | |
|----------------------|--------------|------|-----------------|----------------------|
| $A_{S,\text{inf}} =$ | 2 $\Phi 8 =$ | 1.01 | cm ² | (armatura tesa) |
| $A_{S,\text{sup}} =$ | 0 $\Phi 8 =$ | 0.00 | cm ² | (armatura compressa) |

$$\gamma = A_{S,\text{sup}} / A_{S,\text{inf}} = 0.00$$

$$A_{S,\text{tot}} = A_{S,\text{inf}} + A_{S,\text{sup}} = 1.01 \text{ cm}^2$$

$$y = (n * A_{S,\text{tot}} / b) * [-1 + (1 + (2 * b / (n * A_{S,\text{tot}})) * (d + \gamma * d')) / (1 + \gamma)]^{0.5} = 4.93 \text{ cm}$$

$$J_i = b * y^3 / 3 + n * A_{S,\text{inf}} * (d - y)^2 + n * A_{S,\text{sup}} * (y - d')^2 = 2796 \text{ cm}^4$$

| | | | | | | |
|--|--------|---------------------|---|---------------------------|-------|---------------------|
| $\sigma_{C,\text{max}} = M_{\max} * y / J_i =$ | 55.5 | daN/cm ² | < | $\sigma_{C,\text{adm}} =$ | 122.5 | daN/cm ² |
| $\sigma_{S,\text{max}} = n * M_{\max} * (d - y) / J_i =$ | 2040.3 | daN/cm ² | < | $\sigma_{S,\text{adm}} =$ | 2600 | daN/cm ² |

Verifica a taglio TRAVE 15X20

$$V_{\max} = 10.77 \text{ kN}$$

Per sezioni rettangolari:

$$\tau_{\max} = 3 * V_{\max} / (2 * b * h) = 5.39 \text{ daN/cm}^2$$

con:

| | | |
|-----|----|----|
| b = | 15 | cm |
| h = | 20 | cm |

$$\tau_{\max} = 5.4 \text{ daN/cm}^2 < \tau_{C,0} = 7.3 \text{ daN/cm}^2$$

Non serve quindi armatura specifica a taglio.

CMC S.r.l

www.cmcmanufaccimento.com
info@cmcmanufaccimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



CONCLUSIONI

Dall'analisi svolta si può concludere che la soletta in oggetto, con le caratteristiche indicate nei capitoli precedenti e nel seguente allegato, risulta idonea:

- ad essere utilizzata come elemento di coronamento della camerette stradali con impronta trapezoidale;
- ad essere utilizzata in tutte quelle situazioni in cui i carichi siano uguali od inferiori a quelli richiesti dalla normativa vigente per ponti di I categoria;
- ad essere utilizzata in tutte quelle situazioni in cui lo spessore del manto stradale sovrastante la soletta sia uguale od inferiore a 20 cm .

Calusco d'Adda, 11.11.2011

Il Progettista delle strutture.

C.M.C. Srl
Via Gorizia, 3
Tel. 035991189 - Fax 0354942212
24040 Madone (BG)
Filiale di Agrate Brianza (MI)
Via Taletè, 2
Tel. 039651991 - Fax 039605634
Cod. Fisc. e Part. IVA 01249150168
e-mail info@cmcmanufatticementi.com

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticemento.com
info@cmcmanufatticemento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Taletè, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

SOLETTA 175x195 CON FORO DN60

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la verifica di una soletta rettangolare in calcestruzzo armato.
Classificazione sismica Comune: ZONA 4
Committente: C.M.C. di Madone – via Gorizia n.3 – Madone (BG)

Per quanto riguarda il calcolo relativo alle strutture sopra menzionate si fa riferimento alla normativa vigente ed in particolare.

D.M. 9 gennaio 1996:

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

D.M. 14 gennaio 2008:

“Norme tecniche per le costruzioni”

Circolare LL.PP. del 2 febbraio 2009 n.617.

UNI EN 206-1:2006

Calcestruzzo parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità

UNI EN 197-1:2006

Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni.

UNI 11104:2004

Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

METODOLOGIA DI CALCOLO UTILIZZATA

Per il calcolo della struttura è stato utilizzato il metodo di calcolo agli stati limite.

MATERIALI

Calcestruzzo confezionato con cemento tipo R425 inerti lavati di granulometria assortita ed acqua in quantità opportune per ottenere un conglomerato con resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 400daN/cm² in condizioni e tempi standard di maturazione, le cui caratteristiche soddisfino il prospetto 8 della norma UNI EN 197-1:2011.

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



| | |
|---|---|
| <i>Calcestruzzo C32/40:</i> $R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ $f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_c = 1.5$ $\varepsilon_{cu} = 0.35\%$ $f_{cd} = 18.13 \text{ N/mm}^2$ $f_{ctm} = 3.02 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{c,amm} = 14.4 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{cd} = 0.733 \text{ N/mm}^2$ $\tau_{cl} = 2.114 \text{ N/mm}^2$ $E_c = 33345.7 \text{ N/mm}^2$ | <i>Acciaio B450C:</i> $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ $f_{yk} = 430 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_s = 1.15$ $\varepsilon_{su} = 1\%$ $f_{yd} = 374 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{s,amm} = 344 \text{ N/mm}^2$ $\sigma_{s,amm}^* = 280 \text{ N/mm}^2$ $E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$ |
|---|---|

TIPOLOGIA STRUTTURALE

- a) FONDAZIONI:
- b) STRUTTURA DI ELEVAZIONE: -
- c) ORIZZONTAMENTI: soletta in getto pieno

SCHEMI STRUTTURALI

Basi del calcolo delle suddette opere sono stati i rispettivi schemi scelti in base all'idealizzazione dei vincoli in relazione al comportamento reale ipotizzato ed assunto dalle caratteristiche statiche del modello medesimo e da quelle conseguenti ai tipi di materiali impiegati ed all'armatura introdotta.

I vincoli alla soletta sono stati scelti più opportunamente tra quelli di semincastro, incastro, appoggio e gli schemi del calcolo di prima approssimazione sono di piastra/trave appoggiata.

ANALISI DEI CARICHI

I carichi sono conseguenti alle caratteristiche d'impiego del manufatto, alle tipologie costruttive delle finiture ed ai criteri di prudenza normalmente adottati.

Si ipotizza il posizionamento della soletta a -20cm dal piano stradale.

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



Stato Limite Ultimo

Fattori di sicurezza parziali per le azioni (γ)

$$F_d = \sum \gamma_{g1,j} G_{1,j} + \sum \gamma_{g2,j} G_{2,j} + \gamma_{q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{q,i} Q_{k,i} \psi_{0,i}$$

γ_{g1} inf. (azioni permanenti, effetto favorevole) 1.00

γ_{g1} sup. (azioni permanenti, effetto sfavorevole) 1.35

γ_{g2} inf. (azioni permanenti no strutturali, effetto favorevole) 0.00

γ_{g2} sup. (azioni permanenti no strutturali, effetto sfavorevole) 1.50

γ_Q inf. (azioni variabili da traffico, effetto favorevole) 0.00

γ_Q sup. (azioni variabili da traffico, effetto sfavorevole) 1.35

γ_{Qi} inf. (azioni variabili, effetto favorevole) 0.00

γ_{Qi} sup. (azioni variabili, effetto sfavorevole) 1.50

Fattori di sicurezza parziali per i materiali

| | | |
|---------------|---|-------------------|
| calcestruzzo: | $f_{cd} = a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$ | $\gamma_c = 1,5$ |
| acciaio: | $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ | $\gamma_s = 1,15$ |

Stato Limite di Esercizio

Coefficienti di combinazione dei carichi variabili

Combinazioni di carico rara

$$F_d = \sum G_{1,j} + \sum G_{2,j} + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Combinazioni di carico frequente

$$F_d = \sum G_{1,j} + \sum G_{2,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \text{ (alternando a turno l'azione variabile come dominante)}$$

Combinazioni di carico quasi permanente

$$F_d = \sum G_{1,j} + \sum G_{2,j} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Carichi variabili per:

| Azioni | Gruppo azioni | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|--------------------|----------------|----------|----------|----------|
| Azioni da traffico | Schema 1 | 0,75 | 0,75 | 0,0 |
| | Schemi 1,5 e 6 | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schemi 3 e 4 | 0,40 | 0,40 | 0,0 |
| | Schema 2 | 0,0 | 0,75 | 0,0 |
| | 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 4 | --- | 0,75 | 0,0 |
| | 5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

Fattori di sicurezza parziali per i materiali

(classe di esposizione XA2)

-calcestruzzo: combinazione di carico rara: $\sigma_c / f_{ck} < 0,6$
 combinazione di carico quasi permanente $\sigma_c / f_{ck} < 0,45$

-acciaio: combinazione di carico rara: $\sigma_s / f_{yk} < 0,8$

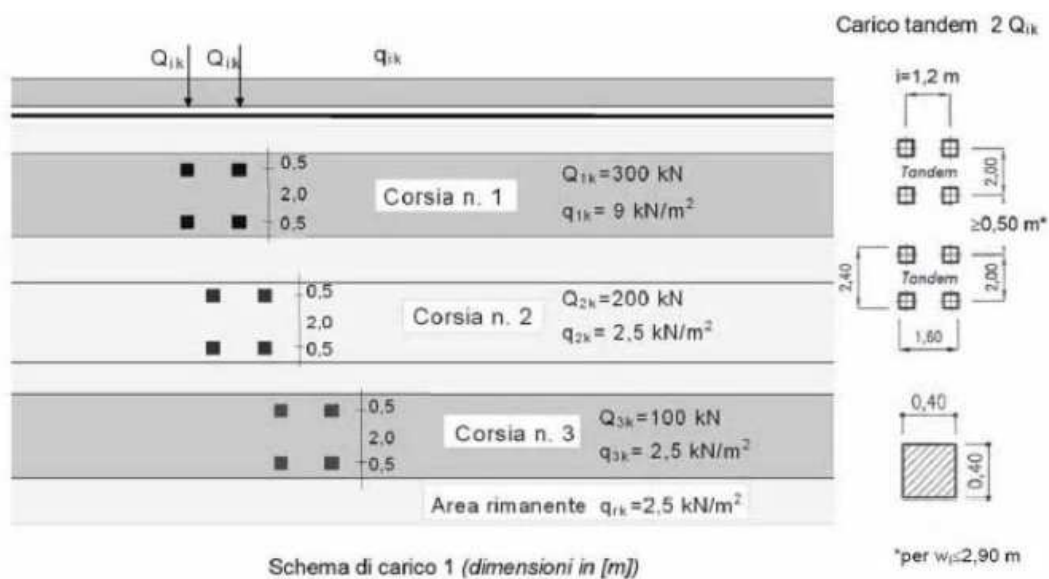
Combinazione sismica (SLU e SLE)

$$F = \Sigma E + \Sigma G1 + \Sigma G2 + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- peso proprio

- carico permanente: massicciata stradale, chiusini.

- carico accidentale: ponti di I Categoria: La soletta di dimensioni 175 x 195 x h=20 cm, è attraversata da un'unica corsia caricata con schema di carico 1: carichi concentrati pari a 300KN su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 40cm, e da un carico uniformemente distribuito pari a 9 KN/mq.



La piastra viene progettata per essere utilizzata in comuni sismicamente classificati come zona 4 secondo l'Ord. 3274 del 20/03/2003. Si fa notare come per eventi di questa natura la vigente norma assegni coefficienti con valore pari a 1.00 ai carichi permanenti e le relative masse, coefficienti con valore minore di 1.00 ai carichi variabili e le relative masse, da cui le sollecitazioni indotte dall'analisi sismica sull'opera risultano inferiori a quelle indotte dall'analisi dei soli carichi statici.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
 tel 035.991189 - fax 035.4942212

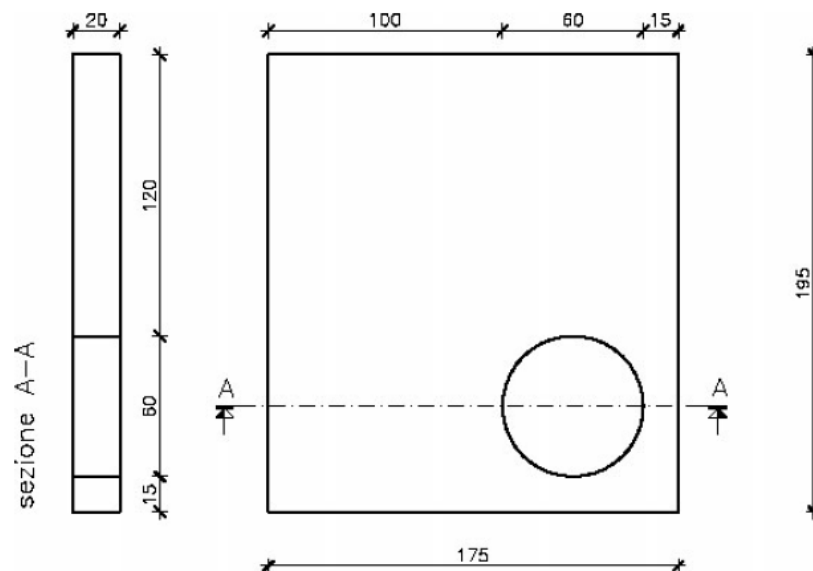
Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
 tel 039.651991 - fax 039.605634

TASSI DI LAVORO

In relazione alle ipotesi di carico di cui sopra è eseguita la scelta del tasso di sollecitazione corrispondente ai tipi di materiali ed il dimensionamento conseguente delle sezioni più sollecitate, nel caso di composizione più sfavorevole dei carichi in relazione allo schema statico adottato.

DATI DI INPUT DELLA STRUTTURA



APPLICAZIONE CARICHI

La piastra risulta vincolata tramite semplici appoggi posti sul confine.

Peso Proprio (PP)

Il peso proprio degli elementi modellati viene calcolato direttamente dal modello.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

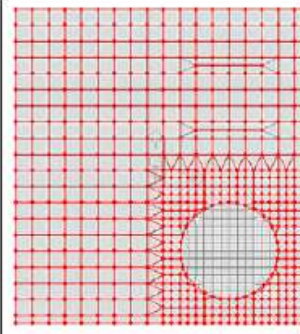
Permanenti (PERM)

Per evitare che la rigidità del chiusino (comunque trascurabile rispetto alla piastra in c.a.), ai nodi di collegamento tra chiusino e piastra è stato posto uno svincolamento interno, cosicché il chiusino risulti collegato alla piastra solo tramite un semplice appoggio in z (carrello verticale).

Il carico permanente applicato, rappresentante il manto stradale, ha valore:

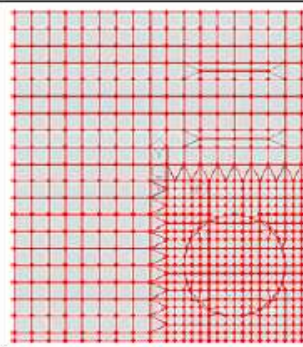
$$p = 19 \text{ KN/m}^3 * 0.20 \text{ m} = 3.8 \text{ KN/m}^2$$

Tale carico non è stato applicato sul chiusino in quanto questo si troverà al di sopra del manto stradale, e quindi non sarà gravato dallo stesso.



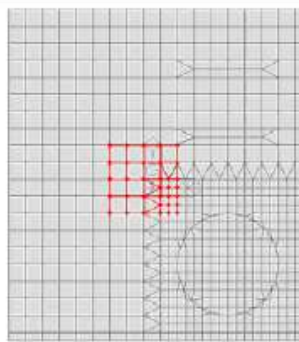
Variabile Distribuito (VD)

Come indicato dalla normativa, il carico distribuito è di 9.0 KN/m²



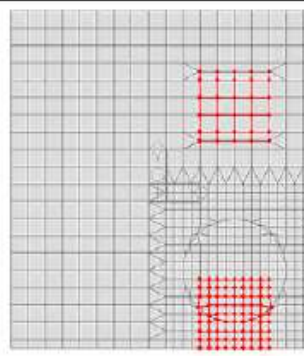
Variabile 1 (V1)

Rappresenta il carico tandem indicato dalla normativa per ponti di 1° categoria, ed ha valore:
 $v = (300 \text{ KN/2}) / (0.40 * 0.40) \text{ m} = 937.5 \text{ KN/m}^2$



Variabile 2 (V2)

Rappresenta il carico tandem indicato dalla normativa per ponti di 1° categoria, ed ha valore:
 $v = (300 \text{ KN/2}) / (0.40 \cdot 0.40) \text{ m} = 937.5 \text{ KN/m}^2$



I carichi concentrati si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso la pavimentazione e lo spessore della soletta si considera avvenire secondo un angolo di 45° , fino al piano medio della soletta sottostante secondo la Fig. 5.1.3a delle N.T.C. 2008.

Considerando:

- la molteplicità delle soluzioni in cui questa piastra potrebbe trovare applicazione (sempre rispettando le limitazioni di impiego evidenziate nelle conclusioni di questa relazione);
- la ridotta profondità rispetto al manto stradale;
- la variabilità dello spessore del manto stradale all'interno di una qualsiasi sezione tipica;

Si sceglie di trascurare tale diffusione al fine di garantire maggior sicurezza, possibilità di impiego e durabilità dell'opera stessa.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

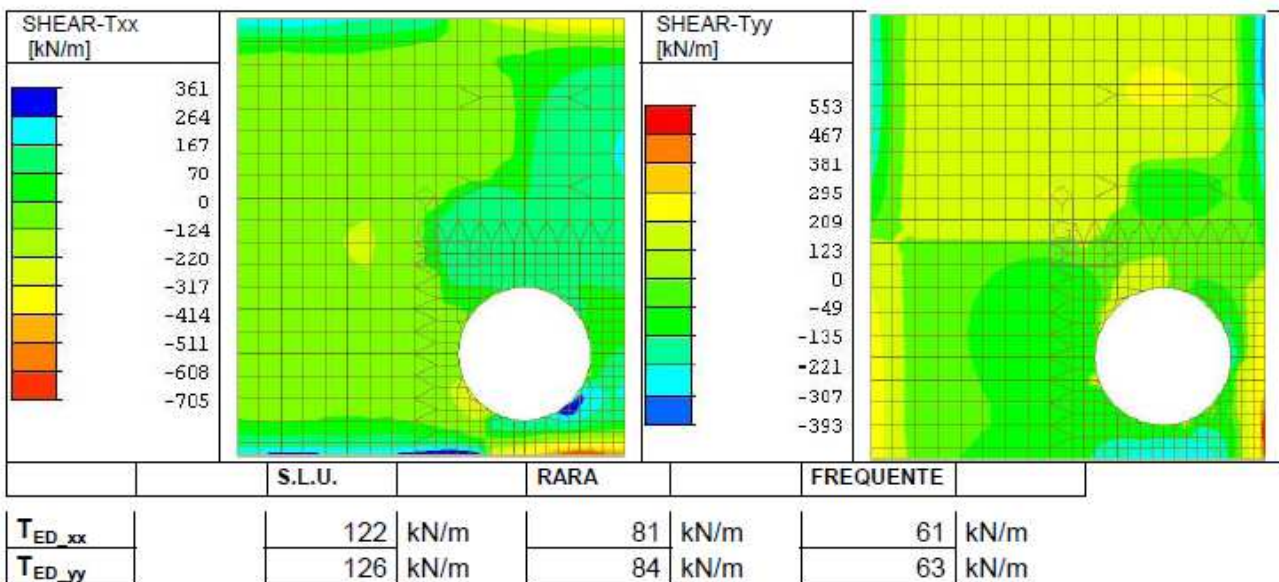
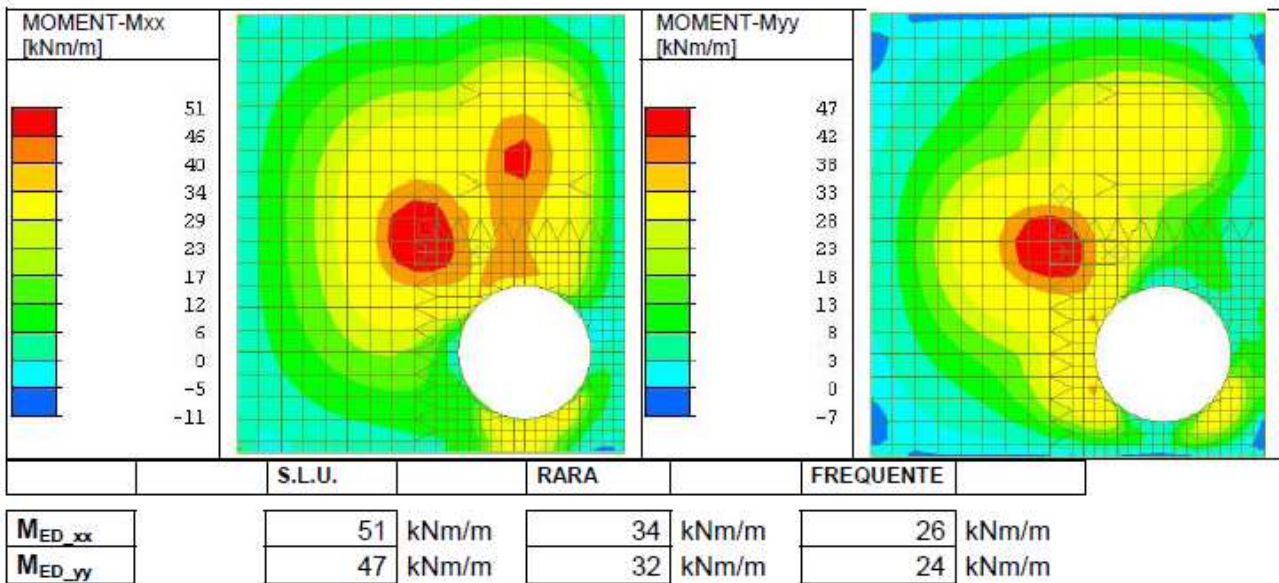
Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

RISULTATI CALCOLO FEM

Analisi piastra

Sollecitazioni: analisi al m. di piastra



CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



Analisi in direzione x

Verifiche S.L.U.

Vengono trascurati i picchi di modellazione ed è stata considerata la zona a lato del foro (70 cm tratto maggiormente sollecitato). Si ottengono i seguenti risultati:

$$A_s = \frac{M_{ED}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 6.24 \text{ cm}^2 \quad (10 \phi 14 : A_s = 15.394 \text{ cm}^2)$$

| PROGETTO E VERIFICA A FLESSIONE | | | |
|--|-----------|-----|------------|
| $M_{rd} = A_s \cdot f_{sd} \cdot Z_s - A'_s \cdot \sigma'_s \cdot Z'_s$ | 82.50 | KNm | |
| $M_{ED} =$ | 35.70 | KNm | Verificato |
| PROGETTO E VERIFICA A TAGLIO | | | |
| $V_{rd} = 0.18 / (\gamma_c) \cdot k \cdot x \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot x \cdot d$ | 105853.30 | N | |
| $T_{ED} =$ | 85400.00 | N | Verificato |

La resistenza a taglio dell'elemento, sprovvisto di armature trasversali resistenti a taglio, è minore del taglio agente, di conseguenza non si dispone armatura a taglio.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

Verifiche S.L.E.

| <u>Verifica a flessione semplice TRAVE 70X20</u> | | | | | |
|---|----------------|---------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|
| Momento positivo (fibre tese inferiori) | | | | | |
| $M_{max} = 23.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$ | | | | | |
| Caratteristiche geometriche della sezione da verificare: | | | | | |
| $b =$ | 70 | cm | | | base della sezione |
| $h =$ | 20 | cm | | | altezza della sezione |
| $d' =$ | 3 | cm | | | copriferro |
| $d =$ | 17 | cm | | | |
| $n =$ | 15 | | | | |
| $A_{S,inf} =$ | 10 $\Phi 14 =$ | 15.39 | cm ² | | (armatura tesa) |
| $A_{S,sup} =$ | 0 $\Phi 14 =$ | 0.00 | cm ² | | (armatura compressa) |
| $\gamma = A_{S,sup} / A_{S,inf} =$ | | 0.00 | | | |
| $A_{S,tot} = A_{S,inf} + A_{S,sup} =$ | | 15.39 | cm ² | | |
| $y = (n * A_{S,tot} / b) * [-1 + (1 + (2 * b / (n * A_{S,tot})) * (d + \gamma * d') / (1 + \gamma))^{0.5}] =$ | | | | 7.79 | cm |
| $J_i = b * y^3 / 3 + n * A_{S,inf} * (d - y)^2 + n * A_{S,sup} * (y - d')^2 =$ | | | | 30617 | cm ⁴ |
| $\sigma_{C,max} = M_{max} * y / J_i =$ | 60.6 | daN/cm ² | | $< \sigma_{C,adm} =$ | 122.5 daN/cm ² |
| $\sigma_{S,max} = n * M_{max} * (d - y) / J_i =$ | 1073.5 | daN/cm ² | | $< \sigma_{S,adm} =$ | 2600 daN/cm ² |

| <u>Verifica a taglio TRAVE 70X20</u> | | | | | |
|---|------|---------------------|--|------------------|-------------------------|
| $V_{max} = 56.70 \text{ kN}$ | | | | | |
| Per sezioni rettangolari: | | | | | |
| $\tau_{max} = 3 * V_{max} / (2 * b * h) =$ | 6.08 | daN/cm ² | | | |
| con: | | | | | |
| $b =$ | 70 | cm | | | |
| $h =$ | 20 | cm | | | |
| $\tau_{max} =$ | 6.1 | daN/cm ² | | $< \tau_{c,0} =$ | 7.3 daN/cm ² |
| Non serve quindi armatura specifica a taglio. | | | | | |

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

| | | |
|---------------------------------------|-------|-------------------|
| $\sigma_{SR} = nM_{CR}(d-x) / J_{ci}$ | 94.94 | N/mm ² |
| $\sigma_S = nM(d-x) / J_{ci}$ | 82.09 | N/mm ² |
| w1 | 0.2 | |
| wk | 0.026 | <w1 |

Il valore delle sollecitazioni dei materiali e il valore caratteristico di ampiezza delle fessure risulta inferiore al minimo da normativa, quindi verificato.

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



Analisi in direzione y

Verifiche S.L.U.

Vengono trascurati i picchi di modellazione ed è stata considerata la zona a lato del foro (70cm tratto maggiormente sollecitato). Si ottengono i seguenti risultati:

$$A_s = \frac{M_{ED}}{0.9 \cdot d \cdot f_{yd}} = 5.75 \text{ cm}^2 \quad (9\phi 14 : A_s = 13.85 \text{ cm}^2)$$

| PROGETTO E VERIFICA A FLESSIONE | | | |
|--|-----------|-----|------------|
| $M_{rd} = A_s \cdot f_{sd} \cdot z_s - A'_s \cdot \sigma'_s \cdot z'_s$ | 75.63 | KNm | |
| $M_{ED} =$ | 32.90 | KNm | Verificato |
| PROGETTO E VERIFICA A TAGLIO | | | |
| $V_{rd} = 0.18 / (\gamma_c) \cdot k \cdot x \cdot (100 \cdot \rho \cdot 1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b \cdot x \cdot d$ | 102200.24 | N | |
| $T_{ED} =$ | 88200.00 | N | Verificato |

La resistenza a taglio dell'elemento, sprovvisto di armature trasversali resistenti a taglio, è minore del taglio agente, di conseguenza non si dispone armatura a taglio.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

Verifiche S.L.E.

| Verifica a flessione semplice TRAVE 70X20 | | | | | |
|---|---|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Momento positivo (fibre tese inferiori) | | | | | |
| M_{max} | = | 22.40 | kN*m | | |
| Caratteristiche geometriche della sezione da verificare: | | | | | |
| b | = | 70 | cm | <i>base della sezione</i> | |
| h | = | 20 | cm | <i>altezza della sezione</i> | |
| d' | = | 3 | cm | <i>copriferro</i> | |
| d | = | 17 | cm | | |
| n | = | 15 | | | |
| $A_{S,inf}$ | = | 9 Φ14= | 13.85 | cm² | <i>(armatura tesa)</i> |
| $A_{S,sup}$ | = | 0 Φ14= | 0.00 | cm² | <i>(armatura compressa)</i> |
| $\gamma = A_{S,sup} / A_{S,inf}$ | = | 0.00 | | | |
| $A_{S,tot} = A_{S,inf} + A_{S,sup}$ | = | 13.85 | cm² | | |
| $y = (n * A_{S,tot} / b) * [-1 + (1 + (2 * b / (n * A_{S,tot})) * (d + \gamma * d') / (1 + \gamma))^{0.5}] =$ | | | | 7.51 | cm |
| $J_i = b * y^3 / 3 + n * A_{S,inf} * (d - y)^2 + n * A_{S,sup} * (y - d')^2 =$ | | | | 28599 | cm⁴ |
| $\sigma_{C,max} = M_{max} * y / J_i =$ | | 58.8 | daN/cm² | $< \sigma_{C,adm} =$ | 122.5 daN/cm² |
| $\sigma_{S,max} = n * M_{max} * (d - y) / J_i =$ | | 1115.2 | daN/cm² | $< \sigma_{S,adm} =$ | 2600 daN/cm² |

| Verifica a taglio TRAVE 70X20 | | | | | |
|---|------------|---------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------|
| V_{max} | = | 58.80 | kN | | |
| Per sezioni rettangolari: | | | | | |
| $\tau_{max} = 3 * V_{max} / (2 * b * h) =$ | | 6.30 | daN/cm² | | |
| con: | | | | | |
| b | = | 70 | cm | | |
| h | = | 20 | cm | | |
| $\tau_{max} =$ | 6.3 | daN/cm² | $<$ | $\tau_{C,0} =$ | 7.3 daN/cm² |
| Non serve quindi armatura specifica a taglio. | | | | | |

STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

| | | |
|---------------------------------------|---------------|-------------------------|
| $\sigma_{SR} = nM_{CR}(d-x) / J_{ci}$ | 100.51 | N/mm² |
| $\sigma_S = nM(d-x) / J_{ci}$ | 83.64 | N/mm² |
| w_1 | 0.2 | |
| w_k | 0.024 | $< w_1$ |

Il valore delle sollecitazioni dei materiali e il valore caratteristico di ampiezza delle fessure risulta inferiore al minimo da normativa, quindi verificato.

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



CONCLUSIONI

Dall'analisi svolta si può concludere che la soletta in oggetto, con le caratteristiche indicate nei capitoli precedenti e nel seguente allegato, risulta idonea:

- ad essere utilizzata come elemento di coronamento di camerette stradali con impronta in pianta 175x195 cm e spessore delle pareti 12 cm ;
- ad essere utilizzata in tutte quelle situazioni in cui i carichi siano uguali od inferiori a quelli richiesti dalla normativa vigente per ponti di I categoria ;
- ad essere utilizzata in tutte quelle situazioni in cui lo spessore del manto stradale sovrastante la soletta sia uguale od inferiore a 20 cm .

Calusco d'Adda, 18.11.2011

Il Progettista delle strutture.

C.M.C. Srl
Via Gorizia 3
Tel. 035991189 - Fax 0354942212
24040 Madone (BG)
Filiale di Agrate Brianza (MI)
Via Talette 2
Tel. 039651991 - Fax 039605634
Cod. Fisc. e Part. IVA 01249150168
www.info@cmcmanufattimento.com

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talette, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE POZZETTI STRADALI



CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



ASPETTI GENERALI

La presente relazione di calcolo riguarda la verifica strutturale della cameretta, avente pianta quadrata e dotata di appositi innesti. Per questa tipologia, i carichi da traffico considerati sono quelli previsti per i ponti stradali di 1° categoria come previsto dal D.M. 14.01.2008.

Il manufatto è verificato a compressione semplice secondo quanto prescritto dalle Normative Tecniche delle Costruzioni 2008, considerando due combinazioni di carico, quella rara agli Stati Limite di Esercizio e quella fondamentale agli Stati Limite Ultimi. Per quest'ultima come indicato dalla stessa normativa, vengono introdotti dei coefficienti amplificativi a seconda della tipologia di carico.

Nella seguente relazione di calcolo strutturale, si ritiene inoltre opportuno, trascurare la spinta dell'acqua e del terreno, quest'ultima deve essere calcolata solo in presenza di un terreno particolarmente scadente.

Infine, viene anche indicata la resistenza, che il terreno deve garantire alla posa in opera della cameretta.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la progettazione dell'opera si è fatto ricorso alle seguenti normative:

- D.M. 14 Gennaio 2008. "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- UNI EN 1992-1-1, "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo";
- Circolare Ministero LL.PP 02.02.2009 n.617: "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14.01.2008".

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

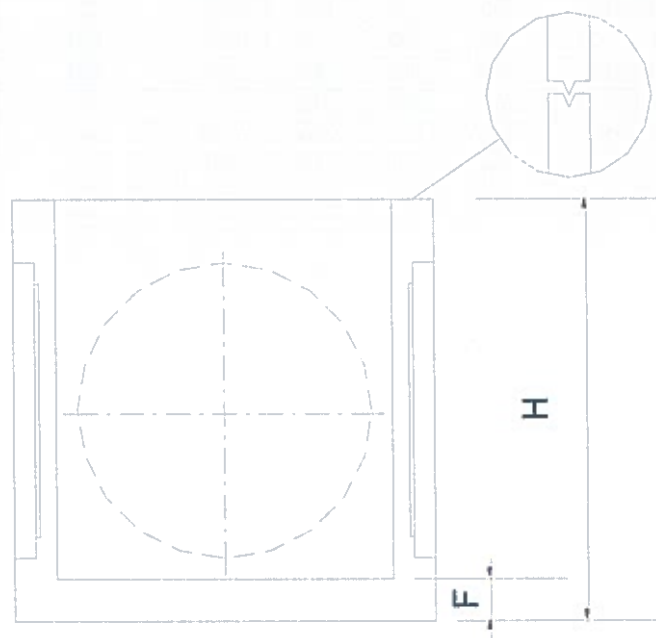
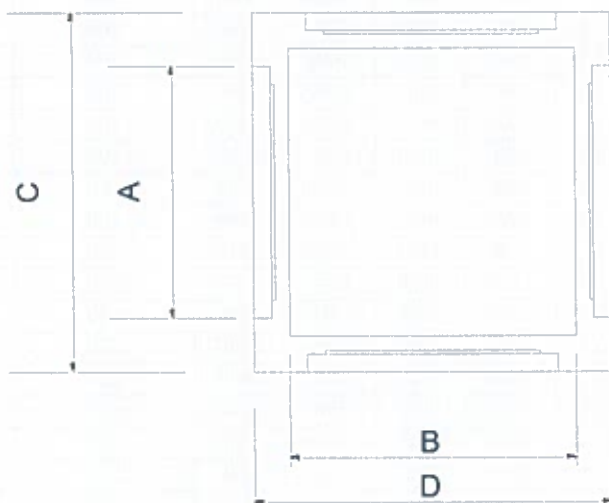
via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



GEOMETRIA POZZETTO



CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



| COD. | DESCRIZIONE | MISURE INTERNE [mm] | | MISURE ESTERNE [mm] | | SPESSORE PARETI [mm] | SPESSORE FONDO [mm] | ALTEZZA ESTERNA [mm] |
|-------|---------------------------|---------------------|------|---------------------|------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | | A | B | C | D | | | |
| 00240 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 800 | 800 | 1000 | 1000 | 100 | 80 | 850 |
| 00241 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 800 | 800 | 1000 | 1000 | 100 | 0 | 850 |
| 00242 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 800 | 800 | 1000 | 1000 | 100 | 0 | 500 |
| 00243 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 800 | 800 | 1000 | 1000 | 100 | 0 | 250 |
| 00260 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 100 | 100 | 1000 |
| 00261 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 100 | 0 | 1000 |
| 00262 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 100 | 0 | 500 |
| 00263 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1000 | 1000 | 1200 | 1200 | 100 | 0 | 250 |
| 00280 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1100 | 1300 | 1340 | 1540 | 120 | 120 | 1200 |
| 00281 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1100 | 1300 | 1340 | 1540 | 120 | 0 | 1200 |
| 00282 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1100 | 1300 | 1340 | 1540 | 120 | 0 | 500 |
| 00283 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1100 | 1300 | 1340 | 1540 | 120 | 0 | 250 |
| 00290 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1200 | 1200 | 1440 | 1440 | 120 | 120 | 1200 |
| 00291 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1200 | 1200 | 1440 | 1440 | 120 | 0 | 1200 |
| 00292 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1200 | 1200 | 1440 | 1440 | 120 | 0 | 500 |
| 00293 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1200 | 1200 | 1440 | 1440 | 120 | 0 | 250 |
| 00295 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1400 | 1600 | 1700 | 1900 | 150 | 150 | 750 |
| 00296 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1400 | 1600 | 1700 | 1900 | 150 | 0 | 750 |
| 00297 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1400 | 1600 | 1700 | 1900 | 150 | 0 | 500 |
| 00310 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1400 | 2400 | 1700 | 2700 | 150 | 150 | 600 |
| 00311 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1400 | 2400 | 1700 | 2700 | 150 | 0 | 600 |
| 00312 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1500 | 1500 | 1800 | 1800 | 150 | 150 | 750 |
| 00313 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1500 | 1500 | 1800 | 1800 | 150 | 0 | 750 |
| 00314 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 2000 | 2000 | 2320 | 2320 | 160 | 150 | 600 |
| 00315 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 2000 | 2000 | 2320 | 2320 | 160 | 0 | 600 |
| 00317 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 2000 | 3000 | 2360 | 3360 | 180 | 180 | 500 |
| 00318 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 2000 | 3000 | 2360 | 3360 | 180 | 0 | 1000 |
| 00319 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 2000 | 3000 | 2360 | 3360 | 180 | 0 | 500 |

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035 991189 - fax 035 4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



| COD. | DESCRIZIONE | DESCRIZIONE IMPRONTE[mm] | | | | | |
|-------|---------------------------|--------------------------|----|---------------|------|----|---------------|
| | | G | N° | TIPO IMPRONTA | I | N° | TIPO IMPRONTA |
| 00240 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 500 | 2 | circolare | 500 | 2 | circolare |
| 00241 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 500 | 2 | circolare | 500 | 2 | circolare |
| 00242 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00243 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00260 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 700 | 2 | circolare | 500 | 2 | circolare |
| 00261 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 900 | 2 | circolare | 550 | 2 | circolare |
| 00262 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00263 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00280 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1000 | 2 | mezzaluna | 800 | 2 | mezzaluna |
| 00281 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1000 | 2 | mezzaluna | 800 | 2 | mezzaluna |
| 00282 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 400 | 1 | mezzaluna | 400 | 1 | mezzaluna |
| 00283 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00290 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 900 | 2 | circolare | 750 | 2 | circolare |
| 00291 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 900 | 2 | circolare | 750 | 2 | circolare |
| 00292 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 250 | 2 | mezzaluna | 250 | 2 | mezzaluna |
| 00293 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00295 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 1000 | 2 | mezzaluna | 800 | 2 | mezzaluna |
| 00296 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 1000 | 2 | mezzaluna | 800 | 2 | mezzaluna |
| 00297 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00310 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00311 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00312 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 550 | 2 | circolare | 1080 | 2 | mezzaluna |
| 00313 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 550 | 2 | circolare | 1080 | 2 | mezzaluna |
| 00314 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00315 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00317 | ELEMENTO DI BASE(FONDO) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00318 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |
| 00319 | ELEMENTO CAMERA(PROLUNGA) | 0 | - | - | - | - | - |

CMC S.r.l

www.cmcmanufatticimento.com
info@cmcmanufatticimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035 991189 - fax 035 4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039 651991 - fax 039 605634



SPECIFICHE TECNICHE MATERIALI

CALCESTRUZZO

Si utilizza, quindi, un calcestruzzo C 32/40 ($R_{ck} = 40 \text{ MPa}$) con le caratteristiche seguenti:

- Resistenza caratteristica cilindrica a compressione $f_{ck} = 32 \text{ MPa}$
- Resistenza di progetto cilindrica a compressione $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = 18.13 \text{ MPa}$
- Valore medio della resistenza cilindrica a trazione $f_{cm} = 0.3(f_{ck})^{2/3} = 3.02 \text{ MPa}$
- Resistenza caratteristica cilindrica a trazione $f_{ctk} = 0.7 f_{cm} = 2.12 \text{ MPa}$
- Resistenza di progetto cilindrica a trazione $f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} f_{ctk}}{\gamma_c} = 1.411 \text{ MPa}$
- Modulo elastico secante $E_{cm} = 22 \left[\frac{f_{ck} + 8}{10} \right]^{0.3} = 33346 \text{ MPa}$

Dove:

γ_c è il coefficiente di sicurezza parziale per gli stati ultimi per il calcestruzzo ($\gamma_c = 1.5$)

α_{cc} è il fattore che tiene conto degli effetti dei carichi di lunga durata sulla resistenza a compressione e degli effetti sfavorevoli che risultano dal modo in cui il carico è applicato ($\alpha_{cc} = 0.85$)

α_{ct} è il fattore che tiene conto degli effetti dei carichi di lunga durata sulla resistenza a trazione e degli effetti sfavorevoli che risultano dal modo in cui il carico è applicato ($\alpha_{ct} = 1.0$)

Il diagramma sforzi-deformazioni di riferimento è il seguente:

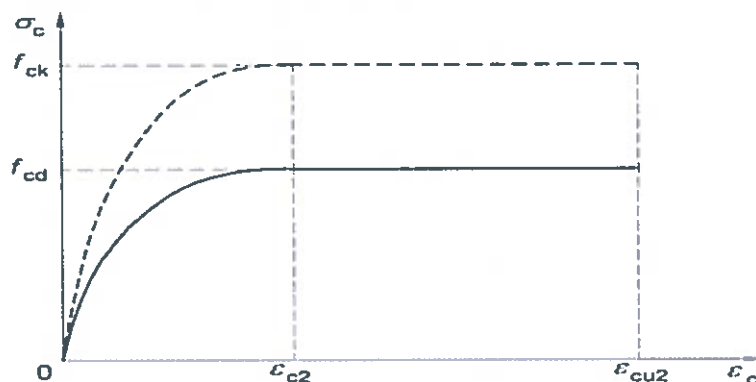


Diagramma "parabola- rettangolo"

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
 tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
 tel 039.651991 - fax 039.605634

ACCIAIO

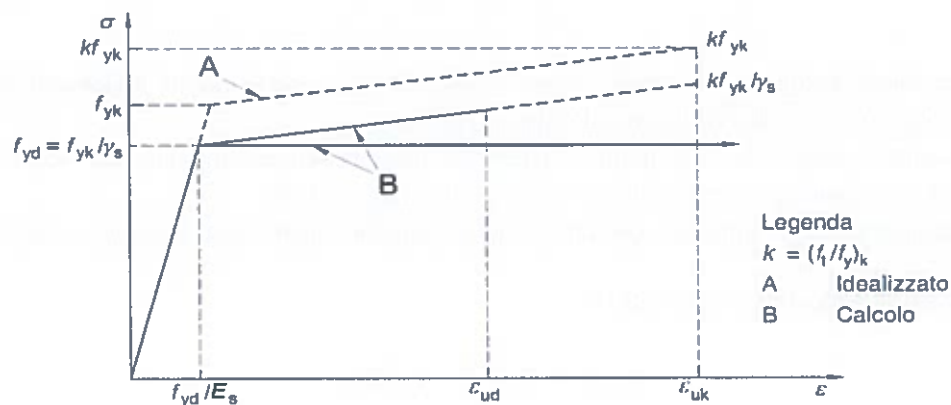
Si utilizza un acciaio B450C avente le seguenti caratteristiche:

- Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
- Tensione a snervamento di progetto $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ MPa}$
- Tensione caratteristica di rottura $f_{td} = 563 \text{ MPa}$
- Modulo elastico $E_s = 200000 \text{ MPa}$
- Deformazione a snervamento di progetto $\epsilon_{sy,d} = 0.001957$

Dove:

γ_s è il coefficiente di sicurezza parziale per gli stati limite ultimi, per gli acciai da armatura ordinaria ($\gamma_s = 1.15$).

Il diagramma sforzi - deformazioni di riferimento è il seguente:



Legame costitutivo elasto-perfettamente plastico acciaio

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

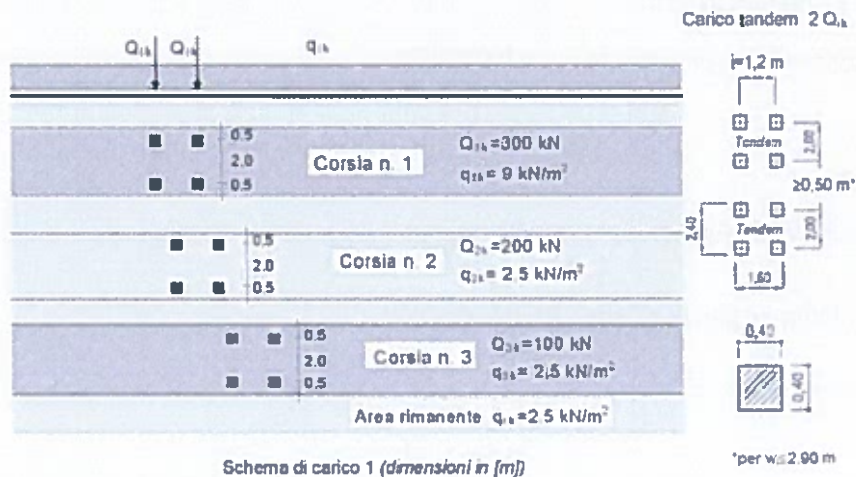
Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634

COMBINAZIONI DI CARICO

Le azioni vengono classificate in :

- G₁: peso proprio degli elementi oggetto di analisi;
- G₂: carichi permanenti portati, nel caso in esame sono dati dal peso del chiusino, assunto pari a 1 KN;
- Q_{K,1}: azioni variabili da traffico. Quest'ultime sono le stesse di quelle previste per i ponti stradali di 1° categoria come previsto dal D.M. 14.01.2008. La normativa fissa il carico mobile come un mezzo convenzionale a due assi(carico tandem), posti ad interasse longitudinale di 1.20 m e trasversale di 2.00 m.



Come è possibile notare, su ogni asse il carico è pari a 300 KN ma, viste le ridotte dimensioni del pozzetto, si considera l'applicazione di un unico carico mobile pari a 150KN.

Data inoltre la modesta altezza del manufatto, si ritiene di poter trascurare la spinta dell'acqua e del terreno, quest'ultima dovrà essere tenuta in considerazione nel caso di terreni scadenti.

Ai fini delle verifiche degli stati limite del manufatto si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

1.COMBINAZIONE FONDAMENTALE (SLU)

$$G_1 \gamma_{G1} + G_2 \gamma_{G2} + \gamma_{Q,1} Q_{K,1}$$

Con:

- $\gamma_{G1} = 1.35$ = coefficiente parziale del peso proprio della struttura;
- $\gamma_{G2} = 1.50$ = coefficiente parziale carichi permanenti non strutturali;
- $\gamma_{Q1} = 1.35$ = coefficiente parziale delle azioni variabili da traffico.

2.COMBINAZIONE RARA(SLE)

$$G_1 + G_2 + Q_{K,1}$$

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



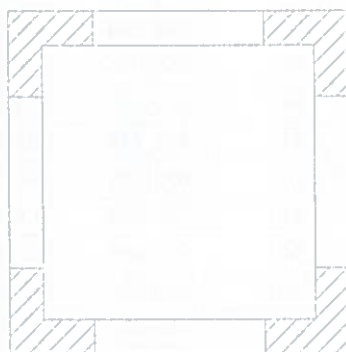
VERIFICHE STRUTTURALI

Il manufatto oggetto di studio verrà verificato a compressione semplice:

$$P \leq P_{RES-SLE/SLU}$$

Dove:

- $P_{RES-SLE} = 0.45 f_{ck} A_{res}$ è la resistenza allo Stato Limite di Esercizio (SLE);
 - $P_{RES-SLU} = f_{cd} A_{res}$ è la resistenza allo Stato Limite Ultimo (SLU);
 - A_{res} = la sezione resistente minima dell'elemento, depurata dai fori e/o riduzione della sezione, indicata mediante tratteggi nella seguenti figure. Tale procedimento è a favore di sicurezza.
- Nel caso in esame abbiamo:



Manufatto con 4 impronte

Si prevede inoltre, l'impiego di due staffe, alla base e in sommità di tale manufatto. Tali armature, tuttavia, hanno solo la funzione di aiutare la resistenza del manufatto durante la fase di sformatura, ma ad esse non verrà associata alcuna caratteristica resistente in fase di utilizzo.

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



Alla luce di quanto indicato è possibile costruire le seguenti tabelle di verifica:

| POZZETTO COD. | P _{FONDO} (kN) | P _{PARETI} (kN) | P _{TOTPOZZETTO} (kN) | P _{SLE} (kN) | A _{RES} [mm ²] | P _{PRES-SLE} (kN) | P _{SLE} ≤ P _{PRES-SLE} |
|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|
| 00240 | 1,840 | 6,376 | 8,216 | 170,376 | 160000 | 2304,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00241 | 0,000 | 7,038 | 7,038 | 169,198 | 160000 | 2304,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00242 | 0,000 | 4,140 | 4,140 | 166,300 | 360000 | 5184,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00243 | 0,000 | 2,070 | 2,070 | 164,230 | 360000 | 5184,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00260 | 3,312 | 9,108 | 12,420 | 180,564 | 160000 | 2304,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00261 | 0,000 | 10,120 | 10,120 | 178,264 | 80000 | 1152,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00262 | 0,000 | 5,060 | 5,060 | 173,204 | 440000 | 6336,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00263 | 0,000 | 2,530 | 2,530 | 170,674 | 440000 | 6336,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00280 | 5,696 | 14,546 | 20,242 | 345,427 | 105600 | 1520,640 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00281 | 0,000 | 16,163 | 16,163 | 341,348 | 105600 | 1520,640 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00282 | 0,000 | 6,734 | 6,734 | 331,919 | 489600 | 7050,240 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00283 | 0,000 | 3,367 | 3,367 | 328,552 | 585600 | 8432,640 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00290 | 5,723 | 15,739 | 21,462 | 346,783 | 201600 | 2903,040 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00291 | 0,000 | 17,487 | 17,487 | 342,808 | 201600 | 2903,040 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00292 | 0,000 | 7,286 | 7,286 | 332,607 | 513600 | 7395,840 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00293 | 0,000 | 3,643 | 3,643 | 328,964 | 633600 | 9123,840 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00295 | 11,144 | 12,834 | 23,978 | 365,026 | 330000 | 4752,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00296 | 0,000 | 16,043 | 16,043 | 357,091 | 330000 | 4752,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00297 | 0,000 | 10,695 | 10,695 | 351,743 | 930000 | 13392,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00310 | 15,836 | 9,626 | 25,461 | 682,125 | 930000 | 13392,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00311 | 0,000 | 12,834 | 12,834 | 669,498 | 930000 | 13392,000 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00312 | 11,178 | 13,662 | 24,840 | 366,024 | 342000 | 4924,800 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00313 | 0,000 | 17,078 | 17,078 | 358,262 | 342000 | 4924,800 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00314 | 18,569 | 14,308 | 32,877 | 700,318 | 1382400 | 19906,560 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00315 | 0,000 | 19,077 | 19,077 | 686,518 | 1382400 | 19906,560 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00317 | 32,829 | 11,552 | 44,381 | 746,463 | 1569600 | 22602,240 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00318 | 0,000 | 36,101 | 36,101 | 738,183 | 1569600 | 22602,240 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00319 | 0,000 | 18,050 | 18,050 | 720,133 | 1569600 | 22602,240 | VERIFICA SODDISFATTA |

Verifiche SLE

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634



| POZZETTO COD. | P _{FONDO} (kN) | P _{PARETI} (kN) | P _{TOTPOZZETTO} (kN) | P _{SLU} (kN) | A _{RES} [mm ²] | P _{PRES-SLU} (kN) | P _{SLE} ≤ P _{PRES-SLU} |
|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------|--|
| 00240 | 1,840 | 6,376 | 8,216 | 230,697 | 160000 | 2900,800 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00241 | 0,000 | 7,038 | 7,038 | 229,107 | 160000 | 2900,800 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00242 | 0,000 | 4,140 | 4,140 | 225,195 | 360000 | 6526,800 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00243 | 0,000 | 2,070 | 2,070 | 222,401 | 360000 | 6526,800 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00260 | 3,312 | 9,108 | 12,420 | 244,755 | 160000 | 2900,800 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00261 | 0,000 | 10,120 | 10,120 | 241,650 | 80000 | 1450,400 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00262 | 0,000 | 5,060 | 5,060 | 234,819 | 440000 | 7977,200 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00263 | 0,000 | 2,530 | 2,530 | 231,404 | 440000 | 7977,200 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00280 | 5,696 | 14,546 | 20,242 | 467,750 | 105600 | 1914,528 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00281 | 0,000 | 16,163 | 16,163 | 462,243 | 105600 | 1914,528 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00282 | 0,000 | 6,734 | 6,734 | 449,515 | 489600 | 8876,448 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00283 | 0,000 | 3,367 | 3,367 | 444,969 | 585600 | 10616,928 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00290 | 5,723 | 15,739 | 21,462 | 469,587 | 201600 | 3655,008 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00291 | 0,000 | 17,487 | 17,487 | 464,222 | 201600 | 3655,008 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00292 | 0,000 | 7,286 | 7,286 | 450,451 | 513600 | 9311,568 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00293 | 0,000 | 3,643 | 3,643 | 445,532 | 633600 | 11487,168 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00295 | 11,144 | 12,834 | 23,978 | 495,013 | 330000 | 5982,900 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00296 | 0,000 | 16,043 | 16,043 | 484,301 | 330000 | 5982,900 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00297 | 0,000 | 10,695 | 10,695 | 477,082 | 930000 | 16860,900 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00310 | 15,836 | 9,626 | 25,461 | 924,036 | 930000 | 16860,900 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00311 | 0,000 | 12,834 | 12,834 | 906,989 | 930000 | 16860,900 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00312 | 11,178 | 13,662 | 24,840 | 496,368 | 342000 | 6200,460 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00313 | 0,000 | 17,078 | 17,078 | 485,889 | 342000 | 6200,460 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00314 | 18,569 | 14,308 | 32,877 | 949,143 | 1382400 | 25062,912 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00315 | 0,000 | 19,077 | 19,077 | 930,513 | 1382400 | 25062,912 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00317 | 32,829 | 11,552 | 44,381 | 1013,197 | 1569600 | 28456,848 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00318 | 0,000 | 36,101 | 36,101 | 1002,019 | 1569600 | 28456,848 | VERIFICA SODDISFATTA |
| 00319 | 0,000 | 18,050 | 18,050 | 977,651 | 1569600 | 28456,848 | VERIFICA SODDISFATTA |

Verifiche SLU

CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035 4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039 651991 - fax 039.605634



SOLLECITAZIONI SUL TERRENO

Il carico totale sul terreno è dato dal peso del manufatto, della soletta di chiusura e del carico accidentale.
La resistenza che il terreno deve garantire durante la posa in opera deve essere almeno pari a:

$$\sigma_{\text{TERRENO}} = \frac{P_{\text{TOT}}}{A_{\text{FONDO}}}$$

Nella seguente tabella si riportano i risultati ottenuti per le diverse camerette:

| POZZETTO COD. | P _{FONDO} [kN] | P _{PARETI} [kN] | P _{SOLETTA} [kN] | n°Q _{l,k} [kN] | Q _{l,k} [kN] | q _{l,k} [kN] | P _{TOT} [kN] | A _{FONDO} [mm ²] | σ _{TERRENO} =P _{TOT} /A _{FONDO} [kg/cm ²] |
|---------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|
| 00240 | 1,840 | 6,376 | 4,600 | 1 | 150 | 7,560 | 170,376 | 1000000 | 1,704 |
| 00241 | 0,000 | 7,038 | 4,600 | 1 | 150 | 7,560 | 169,198 | 1000000 | 1,692 |
| 00242 | 0,000 | 4,140 | 4,600 | 1 | 150 | 7,560 | 166,300 | 1000000 | 1,663 |
| 00243 | 0,000 | 2,070 | 4,600 | 1 | 150 | 7,560 | 164,230 | 1000000 | 1,642 |
| 00260 | 3,312 | 9,108 | 6,624 | 1 | 150 | 11,520 | 180,564 | 1440000 | 1,254 |
| 00261 | 0,000 | 10,120 | 6,624 | 1 | 150 | 11,520 | 178,264 | 1440000 | 1,238 |
| 00262 | 0,000 | 5,060 | 6,624 | 1 | 150 | 11,520 | 173,204 | 1440000 | 1,203 |
| 00263 | 0,000 | 2,530 | 6,624 | 1 | 150 | 11,520 | 170,674 | 1440000 | 1,185 |
| 00280 | 5,696 | 14,546 | 9,493 | 2 | 150 | 15,692 | 345,427 | 2063600 | 1,674 |
| 00281 | 0,000 | 16,163 | 9,493 | 2 | 150 | 15,692 | 341,348 | 2063600 | 1,654 |
| 00282 | 0,000 | 6,734 | 9,493 | 2 | 150 | 15,692 | 331,919 | 2063600 | 1,608 |
| 00283 | 0,000 | 3,367 | 9,493 | 2 | 150 | 15,692 | 328,552 | 2063600 | 1,592 |
| 00290 | 5,723 | 15,739 | 9,539 | 2 | 150 | 15,782 | 346,783 | 2073600 | 1,672 |
| 00291 | 0,000 | 17,487 | 9,539 | 2 | 150 | 15,782 | 342,808 | 2073600 | 1,653 |
| 00292 | 0,000 | 7,286 | 9,539 | 2 | 150 | 15,782 | 332,607 | 2073600 | 1,604 |
| 00293 | 0,000 | 3,643 | 9,539 | 2 | 150 | 15,782 | 328,964 | 2073600 | 1,586 |
| 00295 | 11,144 | 12,834 | 14,858 | 2 | 150 | 26,190 | 365,026 | 3230000 | 1,130 |
| 00296 | 0,000 | 16,043 | 14,858 | 2 | 150 | 26,190 | 357,091 | 3230000 | 1,106 |
| 00297 | 0,000 | 10,695 | 14,858 | 2 | 150 | 26,190 | 351,743 | 3230000 | 1,089 |
| 00310 | 15,836 | 9,626 | 21,114 | 4 | 150 | 35,550 | 682,125 | 4590000 | 1,486 |
| 00311 | 0,000 | 12,834 | 21,114 | 4 | 150 | 35,550 | 669,498 | 4590000 | 1,459 |
| 00312 | 11,178 | 13,662 | 14,904 | 2 | 150 | 26,280 | 366,024 | 3240000 | 1,130 |
| 00313 | 0,000 | 17,078 | 14,904 | 2 | 150 | 26,280 | 358,262 | 3240000 | 1,106 |
| 00314 | 18,569 | 14,308 | 24,759 | 4 | 150 | 42,682 | 700,318 | 5382400 | 1,301 |
| 00315 | 0,000 | 19,077 | 24,759 | 4 | 150 | 42,682 | 686,518 | 5382400 | 1,275 |
| 00317 | 32,829 | 11,552 | 36,476 | 4 | 150 | 65,606 | 746,463 | 7929600 | 0,941 |
| 00318 | 0,000 | 36,101 | 36,476 | 4 | 150 | 65,606 | 738,183 | 7929600 | 0,931 |
| 00319 | 0,000 | 18,050 | 36,476 | 4 | 150 | 65,606 | 720,133 | 7929600 | 0,908 |

Ovviamente, maggiore è l'area d'appoggio e minore è la resistenza che il terreno deve garantire.



CMC S.r.l

www.cmcmanufattimento.com
info@cmcmanufattimento.com

Sede e Stabilimento

via Gorizia, 3 - 24040 Madone (BG)
tel 035.991189 - fax 035.4942212

Filiale

via Talete, 2 - 20041 Agrate Brianza (MB)
tel 039.651991 - fax 039.605634