

COMUNE DI SALUGGIA

PROVINCIA DI VERCELLI
REGIONE PIEMONTE



“Realizzazione Pista Ciclabile S.P.3 -Capoluogo/Frazione S. Antonino”.

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ED ECONOMICA DEFINITIVO



A.3) RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA

RESPONSABILE U.T.C.
Geom. Ombretta Perolio

PROGETTISTA
Studio Tecnico Associato Sado
Dott. Arch. Antonello Sado
Dott. Ing. Angelo Sado

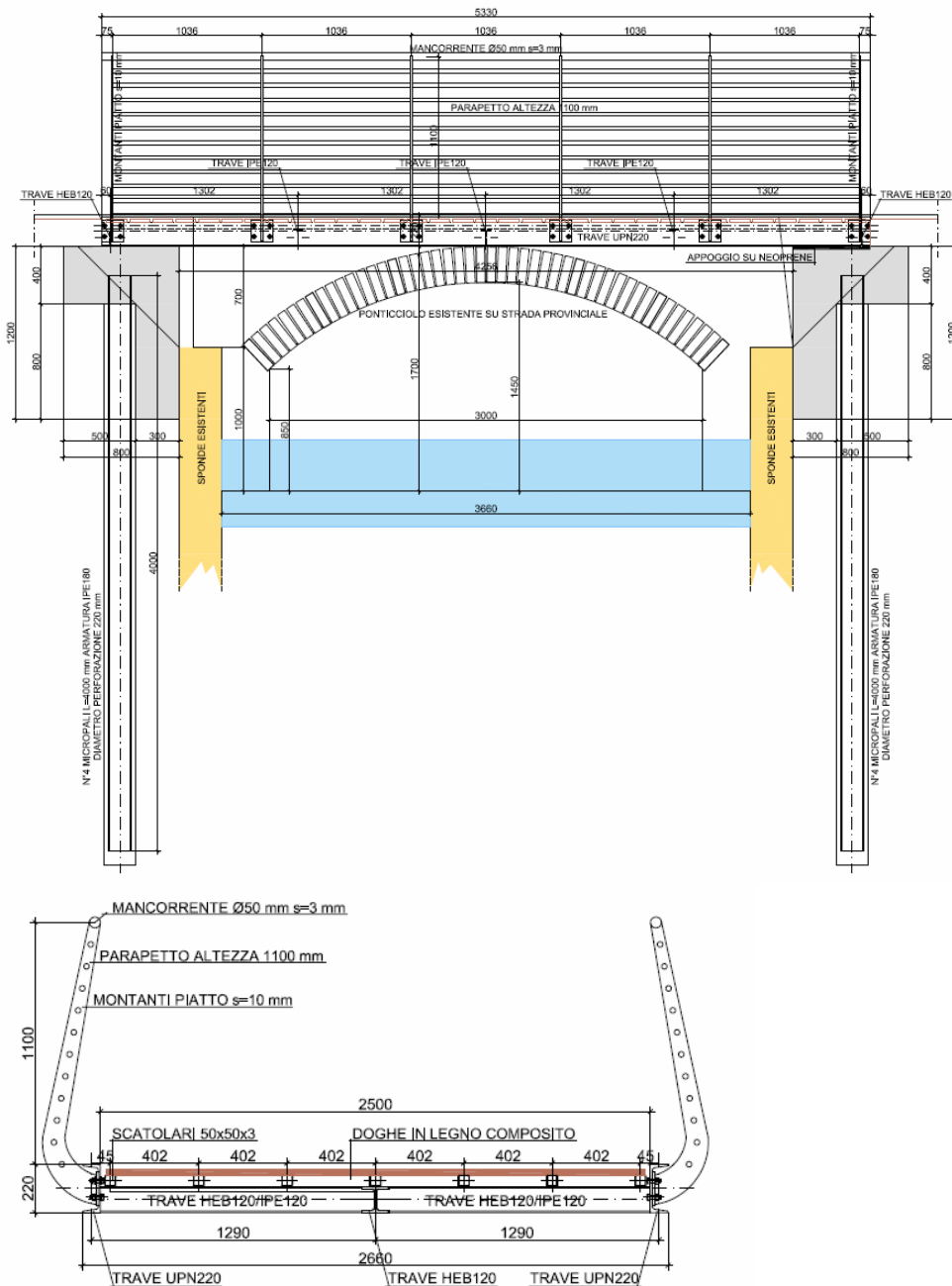
DATA: Febbraio 2021

PREMESSA

Nell'ambito dei lavori di realizzazione di pista Ciclabile S.P. 3 – Capoluogo/Frazione S. Antonino nel comune id Saluggia, sono previste opere d'arte di attraversamento del canale “Naviletto”, di contenimento terra in adiacenza ai fossati esistenti e solettine in cemento armato per scavalcamento fossati.

Si riportano nel seguito schemi delle strutture e manufatti previsti.

Ponticciolo in struttura metallica su Canale “Naviletto”



NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I calcoli vengono eseguiti in accordo della vigente Normativa tecnica ed in particolare:

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 Gennaio 2018 - “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” , pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 20.02.2018 n. 42, supplemento ordinario n. 8
- Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 11.02.2019 n. 35, supplemento ordinario n. 5
- Decreto della Giunta Regionale Regione Piemonte n°4-3084 del 12 dicembre 2011 entrato in vigore il 01 Gennaio 2012 che istituisce l’obbligo di verifica sismica su tutto il territorio della Regione Piemonte
- Decreto della Giunta Regionale Regione Piemonte n°65-7659 del 21 Maggio 2014 entrato in vigore il 01 Ottobre 2014 “Individuazione dell’Ufficio tecnico regionale ai sensi del D.P.R. 6 giugno 2001, n°380 e ulteriori modifiche e integrazioni alle procedure attuative di gestione e di controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico approvate con D.G.R. 12 dicembre 2011 n°4-3084” che istituisce l’obbligo di autorizzazione preventiva per tutti gli interventi strutturali sugli edifici strategici e Asili Nido e Scuole di ogni ordine e grado.
- Deliberazione della Giunta Regionale Regione Piemonte n°6-887 del 30 Dicembre 2019 “O.P.C.M. 3519/2006. Presa d’atto e approvazione dell’aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui al D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656”.

ANALISI DEI CARICHI

Per l’analisi dei carichi agenti sulle strutture ci si riferisce al D.M. Infrastrutture 19 Gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Calcolo pesi propri e carichi permanenti non strutturali

Peso elementi in cemento armato:

$$\gamma_{C.A.} = 25.00 \text{ kN/m}^3$$

Peso elementi in cemento non armato:

$$\gamma_{cls} = 22.00 \text{ kN/m}^3$$

Peso elementi in struttura metallica:

$$\gamma_{acc} = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

Peso elementi in struttura lignea:

$$\gamma_{legno} = 6.00 \text{ kN/m}^3$$

Peso murature in mattoni in laterizio pieno:

$$\gamma_{mp} = 18.00 \text{ kN/m}^3$$

Peso murature in pietrame:

$$\gamma_p = 22.00 \text{ kN/m}^3$$

- **Spinta del terreno**

Spinta del terreno valutabile con la seguente espressione:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot h^2 \cdot K_a + q \cdot h \cdot K_a$$

in cui:

γ : peso specifico del terreno

h : altezza riferita al piano di campagna

K_a : coefficiente di spinta attiva (valutabile con la teoria di Coulomb)

q : carico verticale uniformemente distribuito a piano campagna

Si assume il coefficiente di spinta attiva (per i muri controterra) in quanto si può considerare che si abbia la mobilitazione della stessa, visti anche i bassi spostamenti in sommità del muro richiesti per la mobilitazione (dell'ordine dello 0.1÷0.2 % della sua altezza). Per la scelta dell'angolo di resistenza al taglio ϕ' da usare nel calcolo di K_a , è lecito introdurre il valore di picco (Lambe e Whitman, 1969).

- Spinta idrostatica dell'eventuale acqua presente a tergo del muro valutabile con la seguente espressione:

$$S = \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot h_w^2$$

in cui:

γ_w : peso specifico dell'acqua (10 kN/m³)

h_w : altezza dell'acqua a tergo del muro

- Caratteristiche del terreno a tergo muro controterra:

Il terreno a tergo del muro controterra considerato uniforme presenta le seguenti caratteristiche (Terreno incoerente di riporto):

- Peso di volume: 20.0 kN/m³

- Angolo di resistenza al taglio (ϕ): l'angolo di resistenza al taglio espresso in termini di sforzi efficaci ϕ' dipende dalle caratteristiche mineralogiche, petrografiche e granulometriche del materiale

Angolo di resistenza al taglio di picco (ϕ''): 35°

- coefficiente di spinta attiva valutata con la formula di Muller-Breslau (1924):

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)}} \right]^2}$$

in cui:

β : angolo di inclinazione rispetto alla verticale del paramento interno (0°)

δ : attrito muro-terreno ($\frac{2}{3} \cdot \phi$)

i : inclinazione terrapieno a monte rispetto all'orizzontale

Nel caso di impossibilità di mobilitazione della spinta attiva (muro contrastato in sommità) sarà necessario determinare la spinta del terreno sui manufatti di sostegno utilizzando il coefficiente di spinta a riposo determinato con la semplificazione dell'espressione di Jaky (1944), ovvero:

$$K_o = 1 - \tan \phi'$$

Per i muri di sostegno o per altre strutture miste ad essi assimilabili devono essere effettuate le verifiche con riferimento almeno ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU):
 - Stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno
 - Scorrimento sul piano di posa
 - Collasso per carico limite dell'insieme fondazione terreno
 - Ribaltamento
- SLU di tipo strutturale (STR):
 - Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno-terreno deve essere effettuata secondo l'Approccio 1, Combinazione 2:

$$A2 + M2 + R2$$

Con:

Coefficiente parziale per le Azioni: A2

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Coefficiente parziale per le Resistenze: M2

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Coefficiente parziale per le verifiche agli S.L.U. di fondazioni superficiali: R2

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

Le rimanenti verifiche verranno realizzate secondo almeno uno dei seguenti approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: A1 + M1 + R1
- Combinazione 2: A2 + M2 + R2

Approccio 2: A1 + M1 + R3

La verifica al ribaltamento va effettuata allo stato limite di equilibrio (EQU), utilizzando i coefficienti parziali sulle azioni e adoperando coefficienti parziali di gruppo (M2) per il calcolo delle spinte

Con:

Coefficiente parziale per le Azioni:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Coefficiente parziale per le Resistenze:

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	γ_ϕ	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

Coefficiente parziale per le verifiche agli S.L.U. di fondazioni superficiali:

Tabella 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Per tener conto dell'incremento della spinta per l'azione sismica si farà riferimento ad un'analisi pseudo statica, in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche a stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{\max}}{g}$$

$$k_v = \pm k_h \cdot 0.5$$

In cui:

a_{\max} : accelerazione orizzontale massima attesa al sito

g : accelerazione di gravità

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Dove :

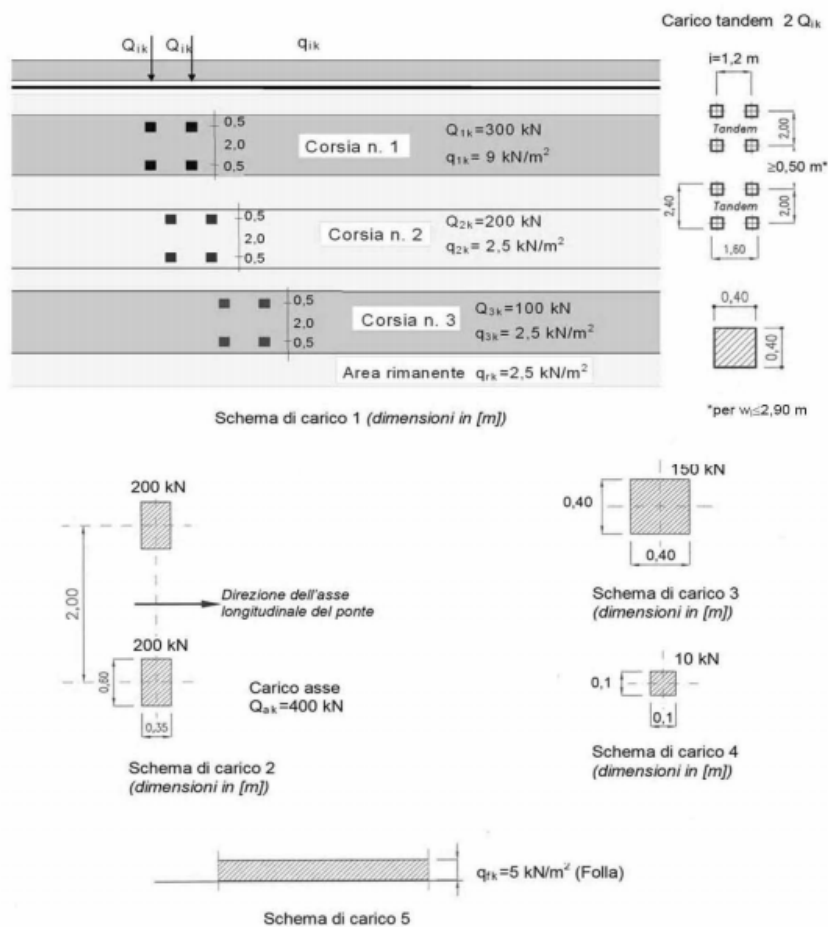
S : coefficiente che comprende l'effetto della amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T)

a_g : accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di riferimento rigido

Tabella 7.11.II - Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.31	0.31
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.29	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.18

Per l'analisi dei carichi agenti sulle strutture viarie ci si riferisce al D.M. Infrastrutture 19 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni", capitolo 5.



Per i ponti pedonali si considera il carico associato allo schema "5" applicato con la disposizione più gravosa per le singole verifiche.

Tab. 5.1.IV - Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile				Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili	
	Carichi verticali		Carichi orizzontali		Carichi verticali	
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5kN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0kN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
 (**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
 (***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

C5.1.8 PONTI PEDONALI

Per i ponti pedonali si deve considerare lo schema di carico 4, folla compatta, applicato su tutta la parte sfavorevole della superficie d'influenza.

L'intensità del carico, comprensiva degli effetti dinamici, è di 5,0 kN/m². Tuttavia, quando si possa escludere la presenza di folla compatta, come accade per ponti in zone scarsamente abitate, l'intensità del carico può essere ridotta, previa adeguata giustificazione, a

$$2,50 \text{ kN/m}^2 \leq q_{f,r} = 2,0 + \frac{120}{L+30} \leq 5,00 \text{ kN/m}^2 \quad [\text{C5.1.9}]$$

dove L è la lunghezza della stesa di carico in m.

Qualora, per operazioni di manutenzione o di soccorso, sia necessario considerare la presenza di un veicolo sul ponte si può considerare lo schema di carico di Figura C5.1.2, costituito da due assi di peso $Q_{sv1}=40 \text{ kN}$ e $Q_{sv2}=80 \text{ kN}$, comprensivi degli effetti dinamici, con carreggiata di 1,3 m ed interasse 3,0 m. L'impronta di ciascuna ruota può essere considerata quadrata di lato 20 cm. A questo schema può essere associata una forza orizzontale di frenamento pari al 60% del carico verticale.

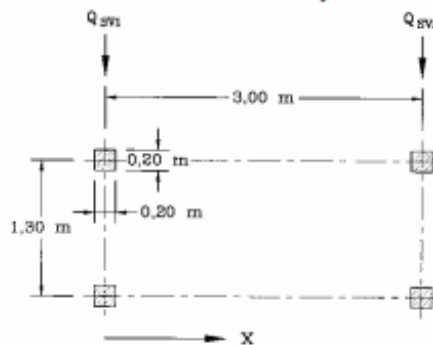


Figura C5.1.2 -Veicolo di servizio per ponti di 3ª categoria

PARAMETRI SISMICI

- *Zona Sismica del Sito:*

In base alla Deliberazione della Giunta Regionale 30 Dicembre 2019 n°6-887 “OPCM 3519/2006. Presa d’atto e approvazione dell’aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65-7656” il comune di Saluggia è stato inserito nei comuni di classe di Sismicità zona 4.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R .

Coordinate del sito:

Le coordinate del Comune di Saluggia, sono individuabili nell'immagine seguente:

LONGITUDINE: 8.0121, LATTITUDINE: 45.2385

REGIONE: Piemonte, PROVINCIA: Vercelli, COMUNE: Saluggia

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito: Diagramma a croce con nodi 12909, 12910, 13131, 13132 a 7.5 km di distanza.

Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta.

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.017	2.611	0.162
50	0.020	2.587	0.170
72	0.023	2.556	0.198
101	0.026	2.636	0.208
140	0.029	2.637	0.223
201	0.032	2.638	0.237
475	0.039	2.653	0.264
975	0.047	2.665	0.280
2475	0.056	2.709	0.293

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno!

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.017	2.611	0.162
SLD	50	0.020	2.586	0.171
SLV	475	0.039	2.653	0.264
SLC	975	0.047	2.665	0.280

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.039 g
F_o	2.653
T_C	0.264 s
S_B	1.500
C_C	1.630
S_T	1.000
q	2.400

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.417
T_B	0.143 s
T_C	0.430 s
T_D	1.757 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_t \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4 \cdot 0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_s(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_s(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

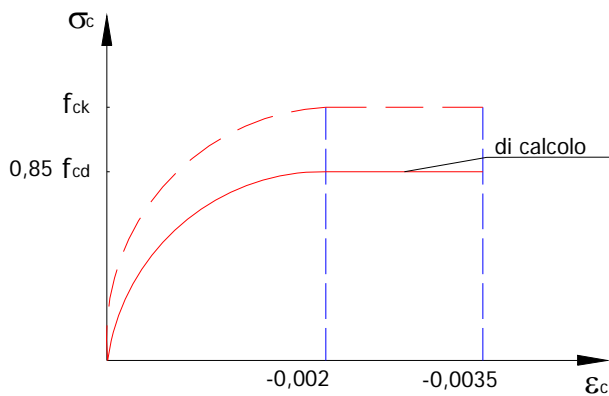
T [s]	S_e [g]
0.000	0.059
0.143	0.065
0.430	0.065
0.493	0.057
0.557	0.050
0.620	0.045
0.683	0.041
0.746	0.038
0.809	0.035
0.873	0.032
0.936	0.030
0.999	0.028
1.062	0.026
1.125	0.025
1.189	0.024
1.252	0.022
1.315	0.021
1.378	0.020
1.441	0.019
1.505	0.019
1.568	0.018
1.631	0.017
1.694	0.017
1.757	0.016
1.864	0.014
1.971	0.013
2.078	0.011
2.185	0.010
2.291	0.009
2.398	0.009
2.505	0.008
2.612	0.008
2.719	0.008
2.825	0.008
2.932	0.008
3.039	0.008
3.146	0.008
3.252	0.008
3.359	0.008
3.466	0.008
3.573	0.008
3.680	0.008
3.786	0.008
3.893	0.008
4.000	0.008

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione delle opere in cemento armato in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

Calcestruzzo tipo C25/30 (Resistenza caratteristica cubica $R_{ck} = 30.0 \text{ N/mm}^2$) armato con barre di acciaio ad aderenza migliorata tipo Acciaio B450C (Resistenza caratteristica $F_{yk} = 450.0 \text{ N/mm}^2$);

Per il calcestruzzo:

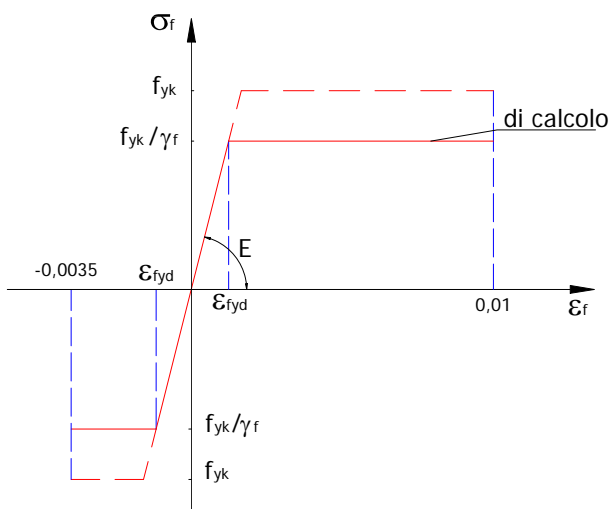


La resistenza di calcolo f_{cd} è data da

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0.85 \cdot (0.83 \cdot R_{ck})}{\gamma_c}$$

(0.83 è il fattore di trasformazione da resistenza cubica a cilindrica). La resistenza cilindrica viene ridotta ulteriormente di un fattore 0.85 per tenere conto delle modalità di applicazione del carico.

Per l'acciaio:



La resistenza di calcolo è data da f_{yk} / γ_s . Il coefficiente di sicurezza γ_s si assume pari a 1.15.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

Per i getti in cemento armato si utilizzeranno materiali con le seguenti caratteristiche:

- Per le strutture in calcestruzzo:

- Cemento tipo CEM I-42.5
- Calcestruzzo a prestazione:
 - Classe del Calcestruzzo: C25/30
 - resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati secondo Normativa:
 $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$
 - classe di consistenza: S4
 - classe di esposizione: XC1-XF2

- Acciaio tipo:

B450C

- Acciaio da carpenteria tipo:

S275JR

Si rilevano le seguenti tensioni caratteristiche:

- Calcestruzzo con classe di resistenza C25/30:

- resistenza caratteristica cilindrica:

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

- resistenza caratteristica cubica

$$R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$$

- resistenza di calcolo cilindrica:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = 14.2 \text{ N/mm}^2$$

- Modulo elastico:

$$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm} / 10]^{0.3} = 31475 \text{ [N/mm}^2 \text{]}$$

- Acciaio tipo B450C:

- tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{y,nom} = 450 \text{ N/mm}^2$$

- tensione caratteristica a rottura:

$$f_{t,nom} = 540 \text{ N/mm}^2$$

- resistenza di calcolo:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2$$

- Acciaio strutturale tipo S275JR (UNI EN 10025-2):

- Modulo elastico:

$$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$$

- Modulo di elasticità trasversale:

$$G = E / [2(1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$$

- Coefficiente di Poisson:

$$\nu = 0.3$$

- Coefficiente di espansione termica lineare (per temp. fino a 100 °C):

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$$

- Densità:

$$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$$

Con t = spessore nominale dell'elemento, risulta:

$t \leq 40\text{mm}$

- tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$$

- tensione caratteristica a rottura:

$$f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$$

$40\text{mm} \leq t \leq 80\text{mm}$

- tensione caratteristica di snervamento:

$$f_{yk} = 255 \text{ N/mm}^2$$

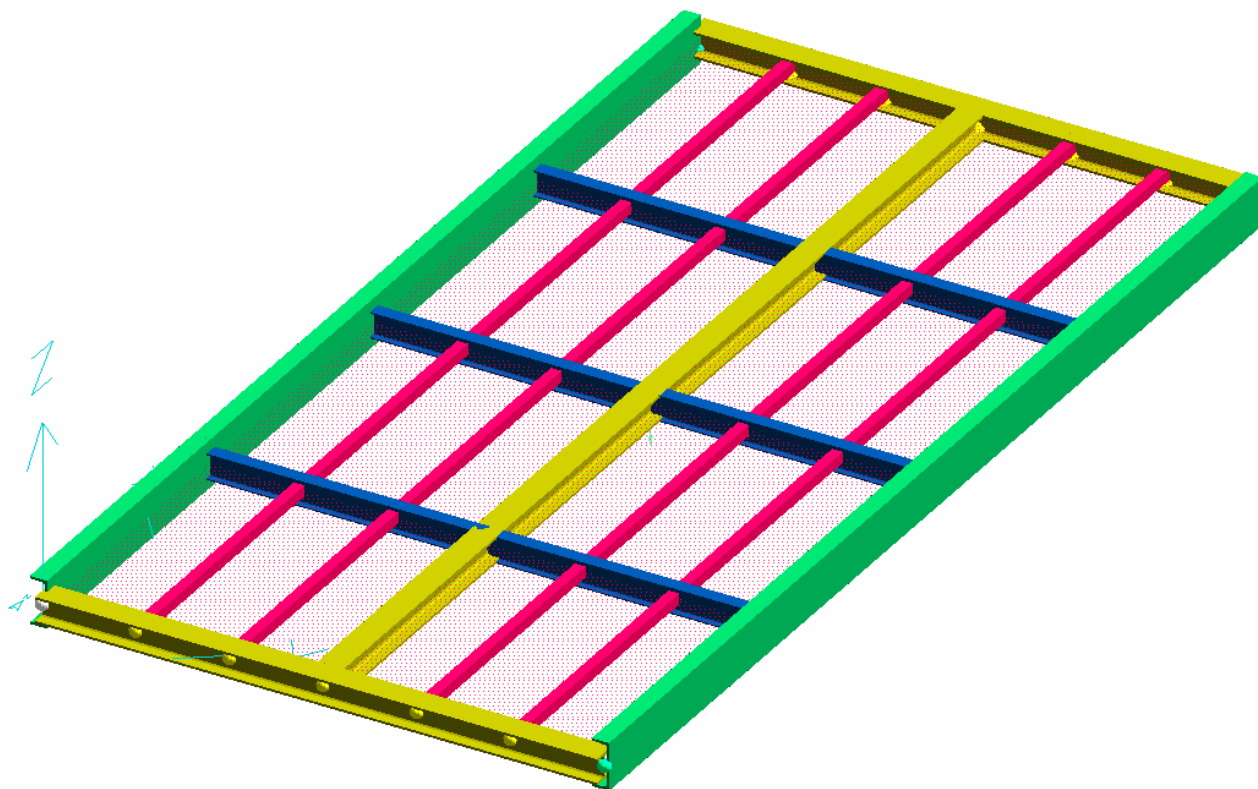
- tensione caratteristica a rottura:

$$f_{tk} = 410 \text{ N/mm}^2$$

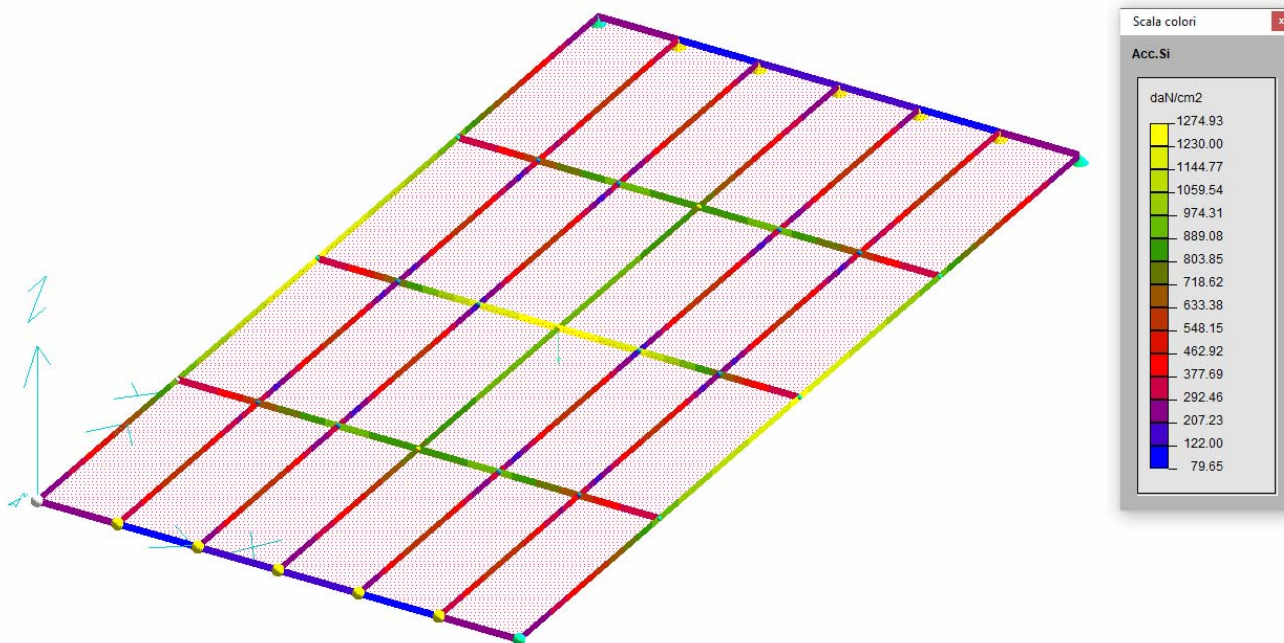
CALCOLI DI VERIFICA

Si riporta la verifica della struttura della passerella di attraversamento del canale "Naviletto" in struttura metallica.

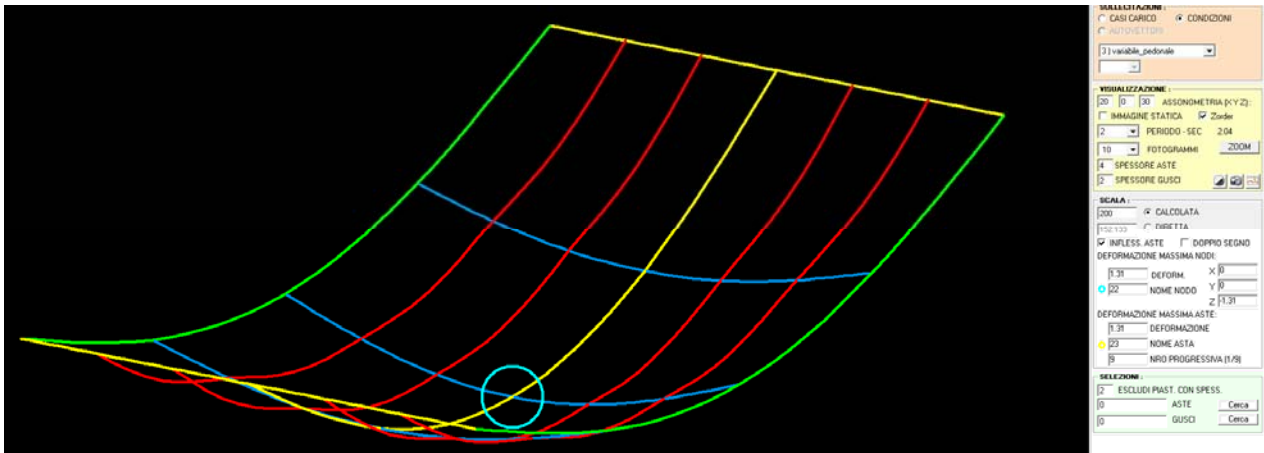
Modello tridimensionale del ponticciolo.



Sollecitazioni massime sulle strutture metalliche



Deformazioni massime struttura:



PRESCRIZIONI LAVORI DA ESEGUIRE

DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Nel seguito si riporta descrizione e caratteristiche degli interventi previsti nell'ambito delle opere in oggetto.

Scavi e demolizioni

Si dovrà provvedere alla demolizione dei manufatti scoperti o nascosti nell'area di pertinenza dell'intervento, prevedendo tutte le misure necessarie affinché non si danneggino le strutture presenti nelle adiacenze, comprese eventuali tubazioni degli impianti tecnologici presenti.

Gli scavi occorrenti per il raggiungimento del piano di posa delle fondazioni saranno eseguiti secondo le indicazioni del progetto strutturale e secondo le particolari prescrizioni che potrà impartire la Direzione Lavori.

Tutti gli interventi di scavo dovranno essere eseguiti con particolare cura ed attenzione, per evitare danni a persone o cose in genere. Di ogni eventuale danno sarà ritenuto unico responsabile l'appaltatore, che dovrà ripristinare a proprie spese le parti danneggiate.

Descrizione generale delle strutture

Le strutture portanti dell'opera saranno costituite dagli elementi appresso sommariamente descritti:

Fondazioni

- Fondazioni di tipo diretto: Travi di fondazione continue per i muri controterra.
- Fondazioni di tipo indiretto: travi di fondazioni nuovo ponticciolo su micropali di portata idonea.

Esecuzione opera di attraversamento in struttura metallica

Nel progetto è prevista l'esecuzione di una opera di attraversamento in struttura metallica.

L'impresa sarà tenuta alla verifica di tutte le quote in loco prima della esecuzione della struttura, pena la demolizione del costruito. Sarà inoltre tenuta, prima della costruzione a produrre disegni esecutivi di

officina in cui risultino tutti i particolari costruttivi e le modalità di montaggio.

PRESCRIZIONI PER LE OPERE METALLICHE

Per la realizzazione della opera di attraversamento verranno utilizzate strutture metalliche.

Tutti gli elementi metallici in profilati dovranno essere di acciaio tipo S275JR aventi le caratteristiche meccaniche indicate nella Vigente Normativa.

I collegamenti saranno realizzati mediante saldatura o bullonatura. Saranno previste saldature a cordoni d'angolo e saldature di testa a completa penetrazione. Le preparazioni dei lembi da saldare dovranno essere conformi alle raccomandazioni contenute nella UNI 11001. La preparazione dei lembi da saldare dovrà essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice od ossitaglio automatico e dovrà risultare regolare e ben liscia. L'ossitaglio a mano sarà accettato solo se un'adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio. I lembi, al momento della saldatura, dovranno essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità. Sia in officina che in cantiere le saldature da effettuare con elettrodi rivestiti dovranno essere eseguite da operai che abbiano superato le prove di qualifica per la classe relativa al tipo di elettrodo ed alle posizioni di saldature previste. Le saldature da effettuare con altri procedimenti dovranno essere eseguite da operai sufficientemente addestrati all'uso delle apparecchiature relative ed al rispetto delle condizioni operative stabilite in sede di approvazione del procedimento. Gli elettrodi dovranno essere usati con il tipo di corrente (continua od alternata) e di polarità per cui sono stati omologati. Dovranno altresì essere adottate tutte le precauzioni prescritte dal produttore degli elettrodi con particolare riguardo alla conservazione all'asciutto. Il diametro dell'anima degli elettrodi rivestiti, per saldatura manuale, usati nella saldatura di un

giunto, dovrà essere fissato in relazione allo spessore, al tipo di giunto ed alla posizione della passata nel giunto; in generale sarà non maggiore di 6 mm per saldature in piano e di 5 mm per saldature in verticale. Dovranno essere adottate le sequenze di saldatura e le condizioni di vincolo più opportune al fine di ridurre per quanto possibile le tensioni residue da saldatura e facilitare l'esecuzione dei giunti saldati.

Per i collegamenti bullonati si dovranno utilizzare bulloni serie 8.8 con dadi di classe 6S, utilizzando bulloneria in acciaio inossidabile per i collegamenti all'esterno.

Saranno inoltre a totale carico dell'Appaltatore le prove in laboratorio dei materiali per le dovute certificazioni.

Le strutture così realizzate in profilati metallici verranno protette dall'ossidazione mediante opportuno trattamento di protezione, consistente in zincatura a caldo.

Sarà a cura ed onere dell'Impresa eseguire tutte le operazioni di misurazione, tracciamento e verifica planarità delle strutture metalliche.

L'Impresa dovrà altresì predisporre tutte le strutture provvisorie atte a sostenere in fase transitoria le travi metalliche in sicurezza, disponendo un numero congruo di cavalletti di sostegno opportunamente controventati.

PRESCRIZIONI PER I GETTI DI CALCESTRUZZO

I materiali per la confezione dei calcestruzzi dovranno essere conformi alle prescrizioni previste nella Vigente Normativa

Leganti

Debbono impiegarsi esclusivamente leganti idraulici definiti come cementi, rispondenti ai requisiti di accettazione dalle disposizioni vigenti in materia.

Il dosaggio, la classe ed il tipo del cemento debbono essere idonei a soddisfare le esigenze tecniche dell'opera.

Inerti

Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature.

Le miscele degli inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, devono dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, pompabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, fluage, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio in cemento, compatibilmente con gli altri requisiti richiesti.

Gli inerti debbono essere suddivisi in più classi, di cui la classe più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadra da 4.76 mm di luce.

Le singole classi non dovranno contenere sottoclassi (frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere alle classi inferiori), in misura superiore al 15%, e sopraclassi (frazioni granulometriche che dovrebbero appartenere alle classi superiori), in misura superiore al 10% della classe stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa raggiungere ogni parte del manufatto.

Acqua

L'acqua per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva (pH compreso tra 6 e 8).

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità compatibile con la consistenza voluta e la resistenza prescritta del conglomerato.

Armatura

Non si devono porre in opera armature eccessivamente ossidate, corrosive, recanti difetti superficiali, che ne menomino la resistenza o ricoperte da sostanze che possono ridurre sensibilmente l'aderenza.

Si impiegherà acciaio in barre ad aderenza migliorata del tipo B450C, di tipo saldabile quando richiesto.

Additivi

Gli additivi per migliorare le caratteristiche del calcestruzzo dovranno essere impiegati secondo le prescrizioni del produttore. Il produttore dovrà esibire risultati provenienti da una ampia sperimentazione pratica sul tipo e la dose dell'additivo da usarsi. Il produttore di additivo dovrà inoltre esibire prove di laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà inoltre essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche del prodotto stesso.

Per il getto delle strutture a contatto con il terreno si utilizzeranno miscele cementizie addizionate con additivo fluidificante di massa con effetto idrofugo.

Impasti

Per i getti si dovranno utilizzare miscele di calcestruzzo a prestazione, con le seguenti caratteristiche:

Resistenza caratteristica a rottura:

$$R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$$

Classe di esposizione: XC2

Classe di consistenza: S3-S4

Pertanto la composizione del calcestruzzo dovrà essere studiata in modo tale da raggiungere le resistenze caratteristiche richieste e caratteristiche di consistenza tali da permettere una buona lavorabilità.

La composizione dell'impasto dovrà comunque essere approvata dalla Direzione Lavori.

Casserature

Per le casseforme in legno l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti particolari prescrizioni:

- bagnare le casseforme prima del getto al fine di evitare la contrazione delle stesse a seguito del riscaldamento prodotto dall'idratazione del cemento;
- ribattere le teste dei chiodi di assemblaggio.

Per facilitare il distacco del getto dalla cassaforma si potranno utilizzare dei prodotti disarmanti, di natura diversa.

Il disarmante non dovrà attaccare il materiale della cassaforma, né nuocere alla superficie del getto; si dovrà evitare ad esempio l'uso di olio di scarto dei motori.

Si dovrà utilizzare un sistema di legatura per mantenere l'allineamento delle casseforme tale da ridurre al minimo i difetti in superficie del getto. Tale sistema dovrà essere concordato con la Direzione Lavori.

Posizionamento armature metalliche

Nella lavorazione e nella posa delle barre d'armatura si dovranno rispettare le disposizioni della Vigente Normativa.

Le barre d'armatura dovranno essere immagazzinate sollevate dal suolo, evitando che vengano imbrattate da altre sostanze.

Al momento del getto dovranno risultare pulite e scevre di corrosioni localizzate, scaglie libere di trafilatura, ruggine libera, ghiaccio, olio ed altre sostanze nocive all'armatura, al calcestruzzo ed all'aderenza tra i due.

E' tassativamente vietato piegare a caldo le barre; la piegatura dovrà essere eseguita impiegando piegatrici meccaniche.

Il copriferro dovrà risultare pari a:

- almeno di cm 5.0 nel caso di fondazioni

Le superfici delle barre dovranno essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm.

Per mantenere l'armatura in posizione ad una certa distanza dalla cassaforma per evitare fenomeni di trasparenza dovuti ad una eccessiva vicinanza dell'armatura alla superficie del getto, ed affioramenti dell'armatura con problemi di ossidazione a contatto dell'atmosfera con conseguenti macchie in superficie e distacco di copriferro, si

adotteranno dei distanziatori. I distanziatori verranno realizzati con vari materiali e forme diverse (tasselli o assicelle in legno, listelli di calcestruzzo, elementi in plastica). Si dovrà adottare un sistema di distanziatori in accordo con la Direzione Lavori, in ogni modo si dovrà adottare un sistema che presenti una superficie molto ridotta a contatto con la cassaforma in modo da evitare difetti sulla superficie del getto, è tassativamente proibito l'utilizzo di elementi metallici di qualsiasi genere.

All'atto della sistemazione in opera gli acciai dovranno presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti visibili e pieghe non previste dai disegni del progetto strutturale. Sarà tollerata solo un'ossidazione che scompaia totalmente per sfregamento con panno asciutto.

Confezione e trasporto del conglomerato

L'impasto del conglomerato dovrà essere fatto con mezzi meccanici idonei.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli aggregati della pesata senza debordare. Il tempo di mescolamento dovrà essere tale da produrre un conglomerato omogeneo.

Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, dovrà essere effettuato con mezzi atti a non alterare le caratteristiche dell'impasto e impedire la segregazione dei componenti.

Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine della posa in opera, non dovrà essere tale da causare una diminuzione di consistenza superiore a 5 cm alla prova del cono. Sarà assolutamente vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico dalla betoniera.

Prima della posa in opera si dovrà controllare la consistenza dell'impasto. Se questa eccederà i limiti previamente concordati per ciascun getto (prova del cono), l'impasto sarà scartato (o se possibile corretto).

Quando non sia possibile altrimenti, sarà ammesso l'impiego di calcestruzzi preconfezionati di Società di betonaggio, con l'osservanza di tutte le disposizioni sopra descritte.

L'Impresa assumerà comunque a suo pieno e completo carico ogni onere e responsabilità a tutti gli effetti, come da produzione sua propria.

Ciò vale anche per le operazioni eventuali di getto a mezzo pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga con autobetoniere, sarà opportuno all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto. Se all'atto dello scarico dall'autobetoniera si dovesse constatare una consistenza sensibilmente inferiore a quelle richiesta, l'impasto sarà scartato.

Posa in opera del conglomerato

Prima di ogni getto andrà sempre informata la Direzione Lavori al fine di consentire di controllare la disposizione delle armature e le condizioni delle stesse.

Al momento del getto sarà necessario assicurarsi che le armature e la lamiera grecata siano puliti, senza detriti od acqua stagnante.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. Sarà importate a questo scopo che il conglomerato cada verticalmente con altezza di caduta mai superiore ai 40 cm, e venga steso in strati orizzontali, a seconda delle dimensioni della struttura, prima della successiva vibratura, senza creare accumuli puntuali di calcestruzzo.

La vibrazione dovrà avvenire immergendo il vibratore in punti distanti tra di loro da 40 a 80 cm, ritirandolo lentamente a vibrazione ultimata in modo da non lasciare fori o impronte nel conglomerato.

Sarà vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore, ma procedere in piccoli strati servendosi possibilmente di tramogge o canalette specialmente in zone fittamente armate.

Se si constatasse che la vibrazione produce separazione del conglomerato, lo slump dello stesso dovrà essere convenientemente ridotto.

Affinché il getto sia considerato monolitico, il tempo trascorso tra la posa in opera di uno strato orizzontale e il ricoprimento con lo strato

successivo non dovrà superare le tre ore virtuali, a meno che non sia stato aggiunto all'impasto un idoneo additivo ritardante.

Nel caso in cui l'interruzione superi le tre ore virtuali e non sia stato impiegato un additivo ritardante, si dovrà stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta (sabbia più cemento), dello spessore di 1-2 cm, con un dosaggio di cemento di almeno 600 Kg per metro cubo.

Nel caso l'interruzione superi le otto ore virtuali, si dovrà lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione, in modo da mettere a nudo lo scheletro inerte e procedere come descritto in precedenza. Se il conglomerato dovesse avere caratteristiche di impermeabilità, sulla superficie dovrà essere steso, prima del getto di apporto, uno strato di malta speciale. Lo stesso trattamento sarà prescritto se la ripresa dei getti avverrà dopo qualche giorno, e se non sia più possibile un perfetto ravvivamento della superficie di ripresa.

Si intende per tempo virtuale il tempo riferito alla temperatura media ambientale di 20°C, calcolato a mezzo della seguente espressione:

$$T_v = T_e \cdot 30 / (T_a + 10)$$

in cui:

T_v : tempo virtuale in ore

T_e : tempo effettivo in ore

T_a : temperatura media ambientale in °C

Stagionatura del conglomerato

Prima del disarmo delle casseforme, tutte le superfici non protette del conglomerato dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura o con altri idonei accorgimenti, per almeno sette giorni.

Tale prescrizione si applicherà anche a quelle superfici che possano essere disarmate prima dei sette giorni.

Le operazioni di bagnatura delle superfici dei getti potranno essere sostituite dall'impiego di vernici protettive antievaporanti. Questo ultimo provvedimento dovrà essere adottato se si constaterà che la bagnatura provochi affioramento di efflorescenze alla superficie dei getti.

Il disarmo dovrà avvenire per gradi ed in modo tale da evitare azioni dinamiche.

Il disarmo delle casseforme delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche in conto delle altre esigenze progettuali e costruttive.

In assenza di specifici accertamenti della resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, si dovranno rispettare i tempi minimi appresso indicati:

- sponde di casseri di travi di fondazione e muri controterra: 3 giorni

Per i muri a disarmo avvenuto andranno accuratamente sigillati i fori prodotti dall'uso dei distanziali.

Ove si presentasse la necessità di disarmare strutture o parti di esse in condizioni diverse da quelle sopra indicate, l'autorizzazione allo scasso dovrà essere data dalla Direzione Lavori.

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione fredda

Nei periodi invernali si dovrà particolarmente curare che non si formino blocchi di materiale agglomerato con ghiaccio negli inerti, e particolarmente nella sabbia. A tale scopo si dovranno comprendere il riscaldamento degli inerti stessi con mezzi idonei.

La temperatura dell'impasto, all'atto della posa in opera, non dovrà in nessun caso essere inferiore a 13°C per il getto di sezioni strutturali di spessore inferiore di 20 cm, e 10°C negli altri casi. Per ottenere tali temperature, occorrerà, se necessario, provvedere al riscaldamento degli inerti e dell'acqua di impasto. Si dovrà però evitare che l'acqua venga a contatto diretto con il cemento, se essa avrà una temperatura superiore ai 40°C. Quando la temperatura dell'acqua superi i 40°C si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima la sola acqua con gli inerti, e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela acqua più inerti sarà scesa al di sotto dei 40°C.

Nei periodi freddi è consigliabile l'aggiunta di acceleranti invernali (impropriamente detti antigelo) ed eventualmente di un additivo aerante, in modo da ottenere un inglobamento di aria del 3-5%.

Durante la stagione fredda, il tempo per lo scasseramento delle strutture dovrà essere protratto, per tenere conto del maggiore periodo occorrente al raggiungimento delle resistenze necessarie. Fino al momento del disarmo, si dovrà controllare, per mezzo di termometri introdotti in fori opportunamente predisposti nelle strutture, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei 5°C.

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione calda

Durante la stagione calda bisognerà particolarmente curare che la temperatura dell'impasto non venga a superare i 30 °C. Bisognerà a questo scopo impedire l'eccessivo riscaldamento degli aggregati, sia proteggendo opportunamente i depositi sia mantenendo continuamente umidi gli inerti (in modo che l'evaporazione continua dell'acqua alla superficie degli stessi ne impedisca il surriscaldamento).

Qualora la temperatura dell'impasto non possa venire mantenuta al di sotto di 30°C, i getti dovranno essere sospesi, a meno che non venga aggiunto agli impasti un opportuno ed efficace additivo plastificante-ritardante, atto ad eliminare gli inconvenienti dell'elevata temperatura (perdita di consistenza e quindi maggior bisogno di acqua di impasto; acceleramento della presa).

Quando la temperatura ambiente risulterà elevata, particolare cura dovrà essere posta nell'accelerare il tempo intercorrente fra la confezione e la posa in opera dell'impasto. Qualora si usino pompe per il trasporto del conglomerato, tutte le relative tubazioni dovranno essere protette dal sovrariscaldamento.

Durante la stagione calda dovrà essere eseguito un controllo più frequente della consistenza.

La stagionatura dei conglomerati dovrà essere effettuata in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovrariscaldamento. In luogo delle bagnature, le superfici dei getti potranno essere trattate con speciali vernici antievaporanti.

Controlli sui materiali

Il conglomerato fresco dovrà essere frequentemente controllato come consistenza, omogeneità, resa volumetrica, contenuto d'aria e, quando prescritto, come rapporto acqua/cemento.

La prova di consistenza consisterà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono di Abrams, eseguita secondo le vigenti norme. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi tra 2 e 18 cm.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene tramite autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4.76 mm. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni, non dovrà differire più del 10%. Lo slump dei due campioni prima della vagliatura, non dovrà differire più di 3 cm.

La prova di resa volumetrica dell'impasto, verrà eseguita attraverso la misura del peso di volume del conglomerato ed il controllo del peso totale dell'impasto.

La prova di contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Il rapporto acqua-cemento dovrà essere ovviamente computato sommando, all'acqua aggiunta all'impasto, l'umidità superficiale degli inerti.

Il controllo della qualità del calcestruzzo ha lo scopo di accertare che il conglomerato realizzato abbia la resistenza caratteristica non inferiore a quella richiesta dal progetto.

Il controllo si articola su tre fasi:

Studio preliminare di qualificazione: serve a determinare, prima dell'inizio delle opere, la resistenza del calcestruzzo. I controlli preliminari potranno essere omessi qualora l'Impresa, in base alle esperienze acquisite, sia in grado di formulare attendibili valutazioni sulla resistenza caratteristica del conglomerato

Controllo di accettazione: la resistenza caratteristica dovrà essere determinata su un numero minimo di prelievi. Le norme prescrivono che per ogni controllo di accettazione si devono avere tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera nei casseri, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

Per la forma, le dimensioni, la preparazione e la stagionatura dei provini di conglomerato, vale quanto indicato nelle norme UNI 6127 (settembre 1980), UNI 6130/1° (settembre 1980), UNI 6130/2° (settembre 1980). Per il controllo della qualità del conglomerato preconfezionato, il conglomerato dovrà essere prelevato all'atto dello scarico dall'autobetoniera. Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguita alla presenza del Direttore dei lavori o di un tecnico di sua fiducia. I provini così confezionati dovranno essere inviati per le prove ai Laboratori Ufficiali.

Prove complementari: sono da eseguire, ove necessario, a completamento delle precedenti prove.

La resistenza caratteristica richiesta, non dovrà essere ottenuta con dosaggi di cemento troppo elevati, che potrebbero dar luogo a valori di ritiro inaccettabili. Inoltre lo scarto quadratico medio delle resistenze dovrà essere il più basso possibile.

I cementi di maggiore resistenza (tipo 52,5), dovranno essere impiegati quando non sia possibile raggiungere la resistenza prescritta con un cemento 42,5, o quando le esigenze di lavoro richiedano la riduzione dei tempi di disarmo. Non è permesso mescolare tra loro cementi di diverso tipo e provenienza: per ciascuna struttura si dovrà impiegare un unico tipo di cemento.

Controlli dell'acciaio

L'acciaio impiegato dovrà essere sottoposto a controlli in stabilimento. Ciascuna fornitura dovrà essere corredata del relativo certificato di prova e verifica rilasciati da Laboratori Ufficiali e dotata della prescritta marchiatura.

Saranno inoltre eseguiti controlli in cantiere, sottoponendo a prova, secondo la frequenza ed il numero indicato dal Direttore Lavori in corso d'opera, tre spezzoni di uno stesso diametro scelto entro ciascun gruppo di diametri: da 4 a 10 mm; da 12 a 18 mm.

VARIE

Le descrizioni e le prescrizioni sopra riportate non sono da intendersi esaustive ma potranno essere integrate da indicazioni contenute negli elaborati di progetto.

In caso di discordanza varranno le indicazioni dei disegni di progetto ovvero le prescrizioni emanate dalla Direzione Lavori verbalmente o a mezzo di ordini di servizio scritti.

La Direzione Lavori potrà apportare nel corso dei lavori le variazioni ed aggiunte ritenute opportune al fine di garantire la migliore riuscita del lavoro.

L'Impresa non potrà apportare varianti di alcun genere senza preventiva autorizzazione della Direzione Lavori.