



Provincia di Pisa
Settore Viabilità – Trasporti – Protezione Civile

**Intervento per il recupero e la riparazione del
ponte SP30 dir sul canale Ozzeri in località
Ripafratta. Variante N.1**

DOCUMENTAZIONE TECNICA

Lucca, li 29/1/2026 – rev.1

Ing. Massimo Viviani

Sommario

1. RELAZIONE GENERALE	3
1.1 Descrizione dell'intervento	3
1.2 Normativa di riferimento	3
2. RELAZIONE SUI MATERIALI	4
2.1 Premessa.....	4
2.2 Materiali impiegati.....	4
2.2.1 Struttura esistente.....	4
2.2.2 Nuove parti strutturali	4
2.3 Valori di calcolo per le verifiche di sicurezza	5
2.3.1 Struttura esistente.....	5
2.3.2 Nuove parti strutturali	5
3. RELAZIONE DI VERIFICA STRUTTURALE	6
3.1 Descrizione della struttura	6
3.2 Analisi dei carichi.....	6
3.3 Verifiche della sicurezza	8
3.3.1 Impalcato.....	8
3.3.2 Sottostrutture.....	11
3.3.3 Effetti locali.....	12
4. PIANO DI MANUTENZIONE	15

1. RELAZIONE GENERALE

1.1 Descrizione dell'intervento

Il ponte sul canale Ozzeri in località Ripafratta (PI) è una struttura ormai prossima alla sua fine-vita e facente parte di una viabilità che dovrà essere rinnovata con un differente tracciato o, quantomeno, con nuove strutture. L'intervento di recupero, reso necessario da un aggravamento della condizione di stabilità della spalla in sponda destra, è costituito da un rinforzo dell'impalcato e della spalla in condizioni critiche. Durante i lavori di rinforzo sono state approfondite le conoscenze sulla struttura da cui è emersa la possibilità di una variante migliorativa che riduce le demolizioni e i pesi aggiunti mantenendo la stessa funzionalità statica.

L'intervento è quindi suddiviso in due parti: la prima è costituita dal rinforzo della spalla a mezzo di una batteria di micropali in grado di raccogliere l'intera azione verticale proveniente dalla sovrastruttura oltre a costituire un efficace rinforzo della struttura in c.a. debolmente armata costituente la spalla; la seconda dal rinforzo dell'impalcato con la realizzazione di una nuova soletta superiore in parziale sostituzione del pacchetto di pavimentazione che rappresenta un inutile carico portato. Completa l'intervento il risanamento della struttura in c.a. esistente e la predisposizione di nuovi parapetti.

L'intervento è classificabile come “*Intervento locale di riparazione*” ai sensi del cap.8 NTC2018. Vista l'impossibilità di garantire il rispetto del transito dei carichi mobili previsti dalle NTC, il rinforzo si è limitato a garantire la TRANSITABILITA' ai mezzi intermedi con peso di 26 ton e assi da 12 ton come previsti dal Codice della Strada. La transitabilità è stata verificata sulla scorta delle “*Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti*” del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. E' stata altresì verificata la possibilità del transito di un mezzo eccezionale del peso di 44 ton (autoarticolato a 5 assi) con passaggio controllato riguardo alla velocità di attraversamento e al carico trasportato.

1.2 Normativa di riferimento

La valutazione della sicurezza è stata eseguita seguendo le norme e prescrizioni seguenti:

- NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (NTC 2018) di cui al D.M. 17.01.2018
- CIRCOLARE delle NTC2018 del 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP.
- LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI. Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Provvedimento N.88/2019 del 17.04.2020.

L'intervento sulla struttura esistente è classificabile come “**riparazione o intervento locale**” ai sensi del punto 8.4 NTC2018.

Dal punto di vista edilizio-urbanistico le attività previste non modificano le caratteristiche architettoniche e paesaggistiche dell'opera rispetto alla configurazione originaria.

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

2. RELAZIONE SUI MATERIALI

2.1 Premessa

L'intervento di riparazione riguarda una struttura costruita prima dell'entrata in vigore delle norme generali di cui alla L.1086/71. La struttura esistente è stata oggetto di valutazioni per quanto riguarda i materiali costituenti e le corrispondenti analisi sono riportate in appendice.

2.2 Materiali impiegati

2.2.1 Struttura esistente

La struttura esistente è stata rilevata per le parti geometriche e con alcuni saggi distruttivi per la ricostruzione della posizione delle barre di armatura e per l'estrazione di provini sottoposti a prova di qualifica. La qualità delle analisi eseguite è da ritenere appena sufficiente e tale da classificare il livello di conoscenza più basso, **LC1** e corrispondente fattore di confidenza **FC=1,35**.

Sottostrutture

Le sottostrutture in sponda destra sono caratterizzate da materiale scadente a cui non verrà affidata alcuna caratteristica portante.

Le sottostrutture in sponda sinistra sono invece caratterizzate da una buona consistenza e con scarsissima armatura e quindi da ritenere strutture non armate o debolmente armate e con Calcestruzzo con classe di resistenza **C8/10**.

Impalcato

L'impalcato è caratterizzato da travi in c.a. di buona consistenza, verificata durante le prime attività in somma urgenza, ma con prove di qualifica molto ridotte. Considerando la qualità del calcestruzzo al tempo della costruzione e i risultati delle prove di compressione si può assegnare alle travi d'impalcato la classe di resistenza **C16/20**.

Per l'armatura metallica, sulla base delle prove distruttive eseguite si assumono i seguenti valori:

$f_{yk} = 357 \text{ MPa}$

$f_{tk} = 500 \text{ MPa}$

2.2.2 Nuove parti strutturali

Il rinforzo della struttura esistente avviene con l'aggiunta di nuove parti strutturali realizzate con i seguenti materiali:

Calcestruzzo Classe di resistenza **C35/45**

Acciaio B450 C per le armature metalliche da c.a.

Acciaio S355 per i micropali e per le parti metalliche provvisorie e definitive.

La malta costituente i micropali avrà una resistenza cubica di almeno **30 MPa** su provino cilindrico $H=2D$.

Le malte di ripristino strutturale saranno di qualità certificata CE e con resistenza non minore del materiale base di supporto.

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

2.3 Valori di calcolo per le verifiche di sicurezza

Per la definizione dei valori di resistenza dei materiali da assumere nelle verifiche di sicurezza si considerano le disposizioni di cui al punto 8.5.4 delle NTC 2018 unitamente alle indicazioni delle LINEE GUIDA al punto 6.3.4.1.

2.3.1 Struttura esistente

I valori di resistenza vengono ridotti del fattore di confidenza **FC=1,35**

I fattori parziali di sicurezza vengono modificati come da tabella 6.3.6. LINEE GUIDA per classi di conseguenza CC3 e tempo di riferimento di 5 anni corrispondente alla condizione di transitabilità e precisamente:

$$\gamma_c = 1,26 \quad \gamma_s = 1,10$$

I corrispondenti valori di calcolo sono i seguenti:

Calcestruzzo sottostrutture – non armato o a bassa percentuale di armatura **C8/10**

$$f_{cd} = 10 \times 0,83 \times 0,85 / (1,26 \times 1,35) = \mathbf{4,1 \text{ MPa}}$$

Calcestruzzo travi d'impalcato **C16/20**

$$f_{cd} = 20 \times 0,83 \times 0,85 / (1,26 \times 1,35) = \mathbf{8,2 \text{ MPa}}$$

Acciaio per c.a.

$$f_{yd} = 357 / (1,35 \times 1,10) = \mathbf{240 \text{ MPa}}$$

$$f_{yd} = 500 / (1,35 \times 1,10) = \mathbf{336 \text{ MPa}}$$

2.3.2 Nuove parti strutturali

I fattori parziali di sicurezza vengono modificati anche per le nuove parti strutturali come da tabella 6.3.6. delle LINEE GUIDA e precisamente:

$$\gamma_c = 1,26 \quad \gamma_s = 1,10$$

I corrispondenti valori di calcolo sono i seguenti:

Calcestruzzo parti di rinforzo **C35/45**

$$f_{cd} = 45 \times 0,83 \times 0,85 / 1,26 = \mathbf{25,2 \text{ MPa}}$$

Acciaio per c.a.

$$f_{yd} = 450 / 1,10 = \mathbf{409 \text{ MPa}}$$

Acciaio da carpenteria S355

$$f_{yd} = 355 / 1,05 = \mathbf{338 \text{ MPa}}$$

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

3. RELAZIONE DI VERIFICA STRUTTURALE

3.1 Descrizione della struttura

Il ponte sull'Ozzeri, la cui costruzione risale certamente a prima degli anni '50 è costituito da una struttura in c.a., praticamente solidale alla spalla in sponda sinistra e appoggiata alla spalla in sponda destra. La sezione trasversale è organizzata con due nervature ai lati, con sbalzi modesti, e una soletta interna racchiusa da traversi. La qualità dei materiali rilevata durante l'esecuzione ha sostanzialmente confermato le assunzioni di base per il calcestruzzo e sono stati realizzati saggi per la valutazione dell'effettiva consistenza delle barre di armatura. La successiva verifica di sicurezza ha permesso di valutare positivamente l'attuale struttura per i limiti di transitabilità già citati.

La spalla in sponda sinistra è in normale stato di manutenzione, in relazione all'età, con un calcestruzzo di modesta consistenza e debolmente armato, comunque privo di lesioni o danneggiamenti importanti. La spalla in destra idraulica ha invece importanti danneggiamenti e per questo verrà rinforzata con una batteria di micropali in grado di raccogliere l'intera azione verticale dell'impalcato e rinforzare la parte interna della spalla.

3.2 Analisi dei carichi

Nel seguito sono riportate le condizioni di carico rilevanti ai fini della sicurezza della struttura.

a) Carichi permanenti.

Carichi permanenti portanti (g1)

Struttura portante principale ... $3,20 \text{ m}^2 \times 25,00 \text{ kN/m}^3 = \dots\dots\dots$	80,00 kN/m
Traversi... $0,60 \times 0,30 \times 4,65 \times 25,00 / 4,85 = \dots\dots\dots$	4,31 “
Sommano	84,31 kN/m

Carichi permanenti portati (g2)

Parapetti	1,00 kN/m
Pavimentazione ($5,0 \times 0,05 \times 20$)=	5,00 “
Servizi	3,00 “
Sommano	9,00 kN/m

Complessivamente $g = g1 + g2 = 46,65 \times 2 \text{ kN/m}$

b) Azioni variabili da traffico

Percorribilità ai mezzi intermedi.

Si tratta di due possibili condizioni di traffico:

a) mezzo isolato del peso di 260 kN

b) traffico congestionato con mezzo pesante (260 kN) e mezzi leggeri ($7,5 \text{ kN/m}^2$)

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta



Per il primo caso, mezzo isolato, i carichi equivalenti sono:

$$q_{eq}^F \text{ (carico equivalente flettente)} = 29,10 \text{ kN/m}$$

$$q_{eq}^T \text{ (carico equivalente tagliante)} = 27,44 \text{ kN/m (autocarro a 1,50 m dall'appoggio)}$$

Applicando il coefficiente dinamico previsto dalle LINEE GUIDA ($\Phi = 1,4 - (14,30 - 10)/150 = 1,37$)

$$q_{eq}^F \text{ (carico equivalente flettente di calcolo)} = 29,10 \times 1,37 = 39,86 \text{ kN/m}$$

$$q_{eq}^T \text{ (carico equivalente tagliante di calcolo)} = 27,44 \times 1,37 = 37,59 \text{ kN/m}$$

Per il secondo caso, traffico congestionato, i carichi equivalenti sono:

$$q_{eq}^F \text{ (carico equivalente flettente)} = 32,66 \text{ kN/m}$$

$$q_{eq}^T \text{ (carico equivalente tagliante)} = 36,82 \text{ kN/m}$$

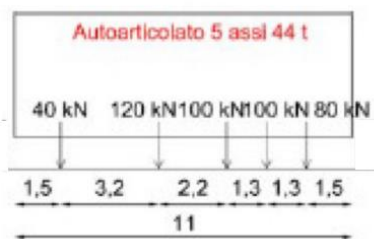
In questo caso non si applica l'incremento dinamico e quindi le azioni di verifica sono da riferire al mezzo isolato.

Carico sulla singola nervatura

$$q \times (1/2 + 1,32/4,94) = 0,767$$

Per gli effetti locali si considera un asse isolato del peso di 120 kN amplificato del coefficiente dinamico 1,4.

Per quanto riguarda il transito di carico eccezionale si considera un mezzo da 440 kN su cinque assi con un corrispondente carico equivalente flettente di 45,54 kN/m e carico equivalente tagliante di 48,97 kN/m che non sono affetti da coefficiente dinamico in quanto, trattandosi di transito eccezionale, si dovrà prescrivere il passaggio a passo d'uomo.



c) Azioni di frenamento

Il carico di frenamento è pari a:

$$Q_3 = 0,6 \times 260 + 5,30 \times 3 \times 7,5 \times 0,10 = 167,9 \text{ kN}$$

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

c) Azioni sismiche

La vita nominale da considerare per la transitabilità da Codice della Strada è pari a 5 anni il corrispondente periodo di ritorno da considerare è pari a 35 anni (C2.4.3 NTC2018).

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti		Punti dello spettro di risposta	
STATO LIMITE	SLV	T [s]	Se [g]
a_g	0.131 g	0.000	0.196
F_0	2.390	0.156	0.469
T_0	0.299 s	0.467	0.469
S_B	1.500	0.546	0.401
C_0	1.564	0.625	0.350
S_T	1.000	0.704	0.311
q	1.000	0.783	0.280
		0.862	0.254
		0.940	0.233
		1.019	0.215
		1.098	0.199
		1.177	0.186
		1.256	0.174
		1.335	0.164
		1.413	0.155
		1.492	0.147
		1.571	0.139
		1.650	0.133
		1.729	0.127
		1.808	0.121
		1.886	0.116
		1.965	0.111
		2.044	0.107
		2.123	0.103
		2.212	0.095
		2.302	0.088
		2.391	0.081
		2.480	0.076
		2.570	0.070

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.156 s
T_C	0.467 s
T_D	2.123 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_s \cdot S_T$	(NTC-08 Eq. 3.2.5)
$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q$	(NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)
$T_B = T_C / 3$	(NTC-07 Eq. 3.2.8)
$T_C = C_0 \cdot T_C^*$	(NTC-07 Eq. 3.2.7)
$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$	(NTC-07 Eq. 3.2.9)

Trattandosi di riparazione o intervento locale non è richiesta la valutazione della sicurezza globale (C8.4.1 NTC2018).

3.3 Verifiche della sicurezza

Per le verifiche della sicurezza si applicano i fattori parziali di sicurezza indicati dalle LINEE GUIDA e precisamente:

$$\gamma_G = 1,16 \quad \gamma_{CdS,1} = 1,60 \quad \gamma_{CdS,1} = 1,10 (\text{per carico eccezionale})$$

3.3.1 Impalcato

Considerando una sola nervatura,

$q_{Ed}^F = 1,16 \times 46,65 + 1,60 \times (0,767 \times 39,86) = 103,03 \text{ kN/m}$, la corrispondente sollecitazione flettente di verifica:

$$M_{Ed} = 103,03 \times 14,30^2 / 8 = 2633,58 \text{ kNm}$$

$q_{Ed}^T = 1,16 \times 46,65 + 1,60 \times (0,767 \times 37,59) = 100,24 \text{ kN/m}$, la corrispondente sollecitazione flettente di verifica:

$$T_{Ed} = 100,24 \times 14,30 / 2 = 716,75 \text{ kN}$$

Il carico eccezionale ha un differente fattore parziale di sicurezza con diversi carichi di verifica:

$$q_{Ed}^F = 1,16 \times 46,65 + 1,10 \times (0,767 \times 45,54) = 92,53 \text{ kN/m} < 102,49 \text{ kN/m}$$

$$q_{Ed}^T = 1,16 \times 46,65 + 1,10 \times (0,767 \times 48,97) = 95,43 \text{ kN/m} < 99,71 \text{ kN/m}$$

Le verifiche del mezzo ordinario sono quindi più impegnative di quelle con il transito eccezionale.

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

Verifica per azioni flettenti

La verifica per azioni flettenti sulla sezione a T equivalente con altezza utile di 100 cm e area metallica di 20D30 (141,3 cm²) organizzata in tre strati: (6+7+7)D30 come da saggio eseguito



(vista dei tre strati D30 in campata)

$$h_u = 100 \text{ cm} \quad B = 250 \text{ cm} \quad A_s = 141,3 \text{ cm}^2 \quad f_{yd}/f_{td} = 240/336 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 25,2 \text{ MPa}$$

$$x = 7,53 \text{ cm} \quad R_t = 4747 \text{ kN} \quad M_{Rd} = 4747 \times 0,96 = 4557 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 2634/4557 = 0,58 < 1,0$$

Verifica per azioni taglianti

Armatura sotto appoggio: 4D30

$$R_{Rd} = 4 \times 7,0 \times 33,6 = 940,8 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} = 717 \text{ kN}$$

$$R_{Ed} / R_{Rd} = 0,76 < 1,0$$

Si considera la presenza di staffe del diametro di D8 mm al passo di 25 cm.

Parte interna con sole staffe per una lunghezza di 6,00 a cavallo della mezzzeria

$$V_{Rsd} = 0,9 \times 100 \times 0,50 \times 2/25 \times 336E-1 \times 2,5 = 302 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \times 30 \times 100 \times 1 \times 0,5 \times 8,2E-1 \times 0,34 = 376 \text{ kN} > V_{Rsd}$$

$$V_{Rd} = 302 \text{ kN} - \text{rottura lato acciaio}$$

$$V_{Ed} = 300 \text{ kN}$$

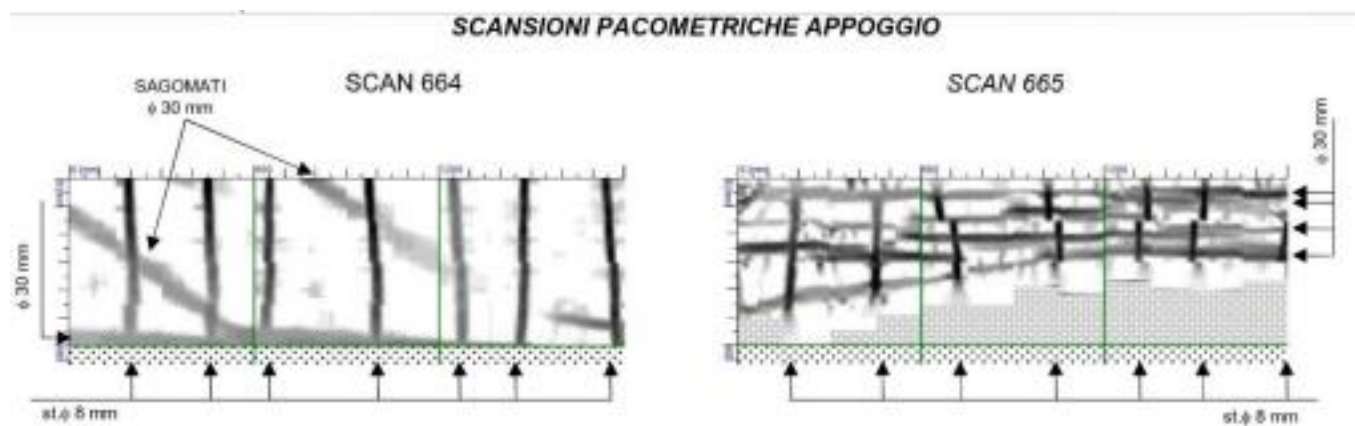
$$V_{Ed} / V_{Rd} = 0,99 < 1,0 - \text{parte centrale sole staffe}$$

Per la parte rimanente di 4,15 m dall'appoggio si considera la presenza dei ferri piegati e si trascurano, a favore di sicurezza, le staffe.

(come indicato dai rilievi georadar si considerano due strati rialzati a 45 gradi composti da 6D30)

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta



$$V_{Rsd} = 0,9 \times 100 \times 84 / 415 \times 336E-1 \times 1,41 = 863 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \times 30 \times 100 \times 1 \times 0,5 \times 8,2E-1 \times (1+1) / (1+1) = 1107 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \min (V_{Rcd} | V_{Rsd}) = 863 \text{ kN} - \text{rottura lato acciaio}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = 717 / 863 = 0,83 < 1,0$$

Connessione nuova soletta – struttura.

Si considera l'intera azione compressa della soletta/massimo carico delle barre inferiori

$Sc = 4747 \text{ kN}$ su una superficie di $2,50 \times 7,15$.

Il corrispondente sforzo di sconnessione unitario è pari a

$$Su_{Ed} = 4747 / (2,50 \times 7,15) = 265 \text{ kN/m}^2$$

Connettori D20 ($T_u = 41,0 \text{ kN}$) disposti con 8 a metro quadro – maglia $35 \times 35 \text{ cm}$

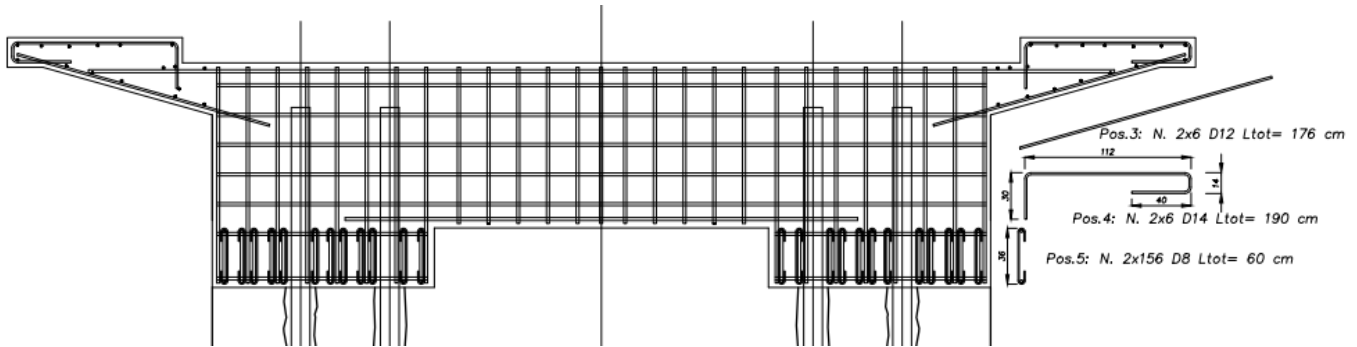
$$Su_{Rd} = 8 \times 41 = 328 \text{ kN}$$

$$Su_{Ed} / Su_{Rd} = 265 / 328 = 0,80 < 1,0$$

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

3.3.2 Sottostrutture



Sottostrutture – pila sinistra idraulica

Appoggio struttura esistente $R_{Ed} = 717 \text{ kN}$

(si considera, a favore di sicurezza, il trasferimento sull'area di impronta della sola trave, escludendo il contributo del traverso di appoggio)

$$\sigma_{cEd} = 717 / (60 \times 30) E1 = 3,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cEd} / f_{cd} = 3,9 / 4,1 = 0,95 < 1,0$$

Sottostrutture – pila destra idraulica

La pila in destra idraulica viene rinforzata con una batteria di micropali capaci di sostenere per intero l'azione verticale proveniente dall'impalcato.

La serie di 6x2 micropali ha le seguenti caratteristiche geometriche, riferite al suo baricentro:

$$(\sum y^2) / y_{\max} = 1345 \text{ cm} \quad (\sum x^2) / x_{\max} = 360 \text{ cm} \quad N=12$$

Azioni permanenti

$$\text{Struttura esistente} \quad V_g = 46,65 \times 1,16 \times 2 \times 14,30 / 2 = 773,8 \text{ kN} \quad e = 62 \text{ cm}$$

$$V_G = 773,8 \text{ kN} \quad M_{xG} = 773,8 \times 62 = 47975,60 \text{ kNcm}$$

$$N_G = 773,8 / 12 \quad \pm 47975,60 / 360 = 64,48 \quad \pm 133,27 = 198 \quad / - 69 \text{ kN}$$

Azioni da traffico

$$V = 37,59 \times 1,60 \times 14,30 / 2 = 430,03 \text{ kN} \quad e_x = 62 \text{ cm} \quad e_y = 132 \text{ cm}$$

$$N_Q = 430,03 \times (1/12 \quad \pm 62/360 \quad \pm 132/1345) = 152 \quad / - 80 \text{ kN}$$

Complessivamente:

$$N_{Ed} = 198 + 152 = 350 \text{ kN (compressione)}$$

$$N_{Ed} = -69 - 80 = -149 \text{ kN (trazione)}$$

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

Le corrispondenti verifiche geotecniche sono:

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 350/462 = 0,76 < 1,0$$

$$N_{Ed}/N_{Rd} = 149/425 = 0,35 < 1,0$$

Le azioni in condizione RARA sono le seguenti:

$$N_{max} = 198/1,16 + 152/1,60 = 265 \text{ kN} \quad (1,5 N_{max} = 400 \text{ kN})$$

$$N_{min} = -69/1,16 - 80/1,60 = 109 \text{ kN} \quad (1,5 N_{min} = 170 \text{ kN})$$

Il micropalo avrà un'armatura tubolare 114.3/10 ($A=32.8 \text{ cm}^2$) S355 ancorato nel blocco in calcestruzzo C35/45.

$$\sigma_{Ed} = 350/32.8 E1 = 106 \text{ MPa}$$

$$\text{La trasmissione per aderenza: } S_{ad} = 100 \times 3.14 \times 11.4 = 3579 \text{ cm}^2$$

$$\tau_{Ed} = 350/3579 E1 = 1,0 \text{ MPa} < \text{tensione aderenza barre lisce (DM9.1.96)} \quad (\tau_{ad} \text{ (C35/45)} = 1,2 \text{ MPa})$$

3.3.3 Effetti locali

Appoggio impalcato su sponda sinistra.

Il massimo carico è $R_{Ed} = 718 \text{ kN}$

$$M_{Ed} = 718 \times 0,40 = 287 \text{ kNm} \quad T_{Ed} = 718 \text{ kN}$$

Per ridurre le tensioni di contatto e distribuire il carico si prevede un appoggio lineare otto la trave e il traverso di testata.

Verifica per azioni flettenti

La verifica per azioni flettenti sulla sezione con altezza utile di 36 cm e area metallica di 10D20 ($31,4 \text{ cm}^2$) è la seguente:

$$h_u = 36 \text{ cm} \quad B = 150 \text{ cm} \quad A_s = 31,4 \text{ cm}^2 \quad f_{yd} = 409 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 25,2 \text{ MPa}$$

$$x = 3,4 \text{ cm} \quad R_t = 1284 \text{ kN} \quad M_{Rd} = 1284 \times 0,34 = 436 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 287/436 = 0,65 < 1,0$$

Verifica per azioni taglianti

Si considera la presenza di 10 staffe del diametro di D8 mm al passo di 10 cm.

$$V_{Rsd} = 0,9 \times 36 \times 0,50 \times 10/10 \times 409 E-1 \times 1,5 = 993 \text{ kN}$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \times 36 \times 100 \times 1 \times 0,5 \times 25,2 E-1 \times 0,46 = 1877 \text{ kN}$$

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

$$V_{Rd} = \min (V_{Rcd} | V_{Rsd}) = 993 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = 718/993 = 0,72 < 1,0$$

$$\text{Armatura di sospensione 8D20 } T_{Rd} = 8 \times 3,14 \times 409 \times 10^{-1} = 1027 \text{ kN} > T_{Ed} = 713 \text{ kN}$$

Soletta

I valori di sollecitazione si ricavano dalle superfici di influenza per una impronta di carico di asse da 120 kN,

$$M_{Ed} = (5,5/8\pi) \times 60 \text{ kN} \times 1,40 (\Phi) \times 1,60 (\gamma_q) = 29,41 \text{ kNm/m}$$

$$T_{Ed} = 0,85 \times 60 \times 1,4 \times 1,6 / 1,25 = 91,4 \text{ kN/m}$$

Verifica per azioni flettenti

La verifica per azioni flettenti sulla sezione con altezza utile di 9 cm e area metallica di 10D12 (11,3 cm²) è la seguente:

$$h_u = 9 \text{ cm} \quad B = 100 \text{ cm} \quad A_s = 11,3 \text{ cm}^2 \quad f_{yd} = 409 \text{ MPa} \quad f_{cd} = 25,2 \text{ MPa}$$

$$x = 1,8 \text{ cm} \quad R_t = 463 \text{ kN} \quad M_{Rd} = 463 \times 0,08 = 37,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 29,4/37 = 0,79 < 1,0$$

Verifica per azioni taglianti

Si considera l'assenza di armature per taglio

$$\rho = 0,013 \quad v_{min} = 0,60 \text{ MPa} \quad v = 1,04 \text{ MPa}$$

$$V_{Rd} = 100 \times 9 \times 1,04 \times 10^{-1} = 93,6 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} / V_{Rd} = 91,4/93,6 = 0,98 < 1,0$$

Le verifiche non tengono conto, a favore di sicurezza, del contributo resistente della soletta esistente, certamente non trascurabile.

Parapetto

Il marciapiede ha un'altezza di 20 cm dal piano viabile e quindi è da ritenere non sormontabile.

Il parapetto è costituito da profili scatolari 150x5 (S235) posti ad interasse di 2,00 m.

Il mancorrente è costituito da tubi D48.3/4 (S235).

Azione di verifica: 1,50 kN/m

Tubo 48.3/4

$$M_{Ed} = 1,50 \times 1,50 \times 2^2/8 = 1,12 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 5,7 \times 22,3 \times 10^{-2} = 1,27 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 1,12/1,27 = 0,88 < 1,0$$

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

Montante 150x5

$$M_{Ed} = 1,50 \times 1,50 \times 2,00 \times 1,10 = 4,95 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 105 \times 22.3 \times 10^{-2} = 23,41 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}/M_{Rd} = 4,95/23,41 = 0,21 < 1,0$$

Connessione a terra con M14 /8.8

$$T_{Ed} = 4,95/0,18/2 = 13,7 \text{ kN}$$

Connettore M12 $T_{Rd} = 18,8 \text{ kN}$

$$T_{Ed}/T_{Rd} = 13,7/18,8 = 0,73 < 1,0$$

Provincia di Pisa

Intervento per il recupero e la riparazione del ponte sulla SP30 dir sul canale Ozzeri in località Ripafratta

4. PIANO DI MANUTENZIONE

La manutenzione delle strutture del ponte sul canale Ozzeri si limita al controllo d'integrità delle parti costituenti, verificando l'assenza di corrosione del copriferro oltre alla verifica dell'efficienza delle parti secondarie, protezioni agli urti, parapetti e spalle.

L'articolazione temporale delle attività di manutenzione è la seguente:

Frequenza annuale o in occasione di un evento di piena; di un incidente stradale, di un evento sismico:

- verifica visiva dello stato della struttura.
- verifica dello stato delle barriere.

Trattandosi di ponte per cui è assicurata la Transitabilità ai sensi delle LINEE GUIDA PER LA CLASSIFICAZIONE E GESTIONE DEL RISCHIO, LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA ED IL MONITORAGGIO DEI PONTI ESISTENTI, la validità della presente valutazione è di 5 (cinque anni) dal termine dei lavori di rinforzo. Al termine dei cinque anni, se la struttura non è ancora stata sostituita, devono essere ripetute o confermate le verifiche di resistenza eseguite con l'ispezione accurata della struttura in ogni sua parte.
