

THE SECOND BRIDGE OVER THE TEVERE RIVER AT SANSEPOLCRO

IL SECONDO PONTE SUL FIUME TEVERE A SANSEPOLCRO

Prof. Ing. Giuseppe Matildi
Dott. Ing. Carlo Vittorio Matildi
Titolari Matildi+Partners
Bologna, Italy

Dott. Ing. Federica Ricci
Dott. Ing. Alice Bertoncetti
Dott. Ing. Paolo Barrasso
Collaboratori Matildi+Partners
areatecnica@matildi.com

ABSTRACT

The new bridge over the Tevere River and the road connections between the Alto Tevere industrial area and via Bartolomeo della Gatta, on the route of the via comunale dei Banchetti, represent a new access to the city of Sansepolcro, creating a road connection with a high level of service and a high infrastructural standard, capable of satisfying a wide range of needs in terms of traffic type (from pedestrian to local vehicular to industrial-commercial vehicular). The design process covered all its phases, from the preliminary design tender phase, to the design of the definitive and executive project, up to the management of the works. The proposed design solutions, both for the substructures and for the viaduct, made it possible to obtain a bridge with minimal impact on the territory and, in particular, on the riverbed, both in terms of temporary structure and execution times. The new bridge, in composite steel-concrete structure, crosses the Tevere River with three spans with 43 m + 58 m + 43 m for a total length of 144 m with a continuous beam static scheme. The railway cross-section it's a type F2 and a cycle/pedestrian path, for a total width of 13.2 m. The deck is made with two Corten steel beams, with an I-section with a web inclined on the vertical by 38°, transversally connected in the span by reticular diaphragms, while in correspondence with the abutments there are full-web diaphragms with a section useful for increasing

the distance between the constraints, in the presence of a very accentuated curvature of the road axis. The steel beams have a variable height from 1.60 m (in correspondence with the abutments and the centerline of the central span) to 2.8 m (in correspondence with the piers). A steel bracing reticular framework is arranged at the intrados of the diaphragms, configuring the section as a torsio-rigid box; this choice, now rare in this area of spans, arises from the presence of a single support on the piers. The piers, with a circular section of only 2.4 m in diameter, were designed, in fact, to minimize the footprint on the ground and reduce ground movements to a minimum, without requiring the use of temporary structure. The bridge, tested in July 2023, will be opened to traffic in the current 2024.

GENESI DEL PROGETTO

Nel 2015 il Comune di Sansepolcro (AR) ha indetto una gara per la redazione della progettazione definitiva relativa alla “Realizzazione del secondo ponte sul fiume Tevere e raccordi stradali di collegamento fra la zona industriale Alto Tevere e via Bartolomeo della Gatta sul tracciato della via comunale dei “Banchetti“. L’obiettivo principale dell’opera è quello di realizzare un nuovo accesso alla città di Sansepolcro, alternativo a quello esistente che si ha percorrendo la strada statale SS73 Senese Aretina, e di creare un collegamento viario con un alto livello di servizio ed un elevato standard infrastrutturale, capace di soddisfare un’ampia gamma di esigenze di traffico siano pedonale, carrabile locale o, infine, carrabile industriale.

Il progetto preliminare posto a base di gara, partiva dall’analisi di tre alternative progettuali ovvero, una soluzione ad arco comprendente un arcata metallica centrale, in attraversamento dell’alveo, di luce pari a 90 metri con viadotti di accesso laterali per lo scavalco delle zone golenali, soluzione scartata perché incompatibile con gli importi a disposizione per l’opera; una soluzione mista acciaio-clc con cassone in acciaio del tipo aperto ad altezza variabile su n.5 campate con sviluppo complessivo pari a 143 con una scansione delle luci pari a 22,50+21.50+42+28+29 m ed infine una soluzione con travi in c.a.p. a travata continua di altezza variabile su n.5 campate analoga alla precedente ma realizzata da travi prefab bricate in c.a.p. accostate ad altezza variabile. Quest’ultima soluzione è stata quella prescelta nella progettazione preliminare posta a base di gara.

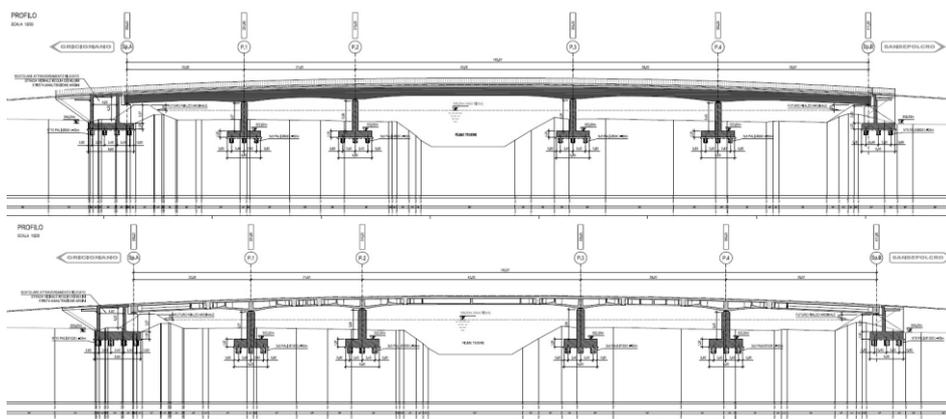


Fig. 1. Progetto a base di gara - Soluzione in sistema misto e Soluzione con in c.a.p.

La prima modifica al progetto preliminare a base di gara, presentata da Matildi+partners e Eutecne srl in RTP, ha interessato il tracciato stesso dell'opera, modernizzato con un'unica ampia curva planimetrica invece di un ponte in retto tra due curve di accesso di piccolo raggio. La variante proposta, oltre a migliorare la fruizione e la sicurezza stradale, perfeziona anche la percezione visiva grazie ad un più armonico inserimento nella verde campagna dell'alto Tevere.

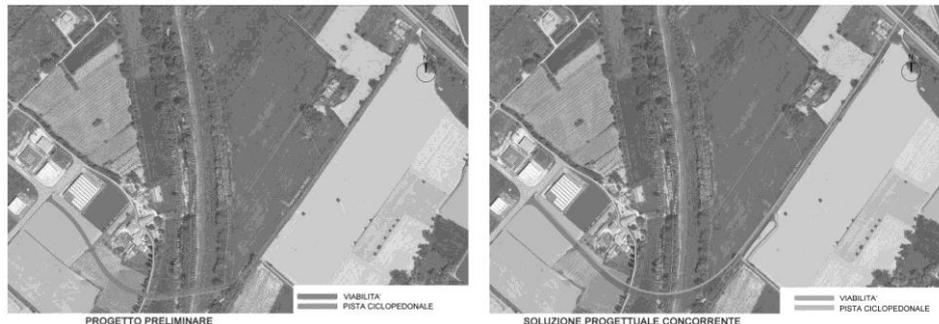


Fig. 2. Confronto tra il tracciato a base di gara e la proposta progettuale

La seconda modifica al progetto preliminare a base di gara ha suggerito l'introduzione di un impalcato in sistema misto acciaio calcestruzzo al posto dell'impalcato in c.a.p.

È stato così possibile incrementare le luci dell'opera, non più sottomesse al limite superiore della prefabbricazione e ridurre il numero delle pile con una successione di tre sole campate con luci di 43+58+43m, per uno sviluppo totale, pressoché inalterato, di 144m.

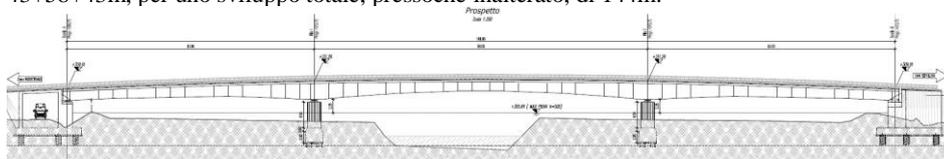


Fig. 3. Nuovo ponte sul Fiume Tevere - Prospetto

L'impalcato proposto ha una sezione trasversale a cassone con sezione trapezia che degenera in una forma triangolare in corrispondenza delle due pile dove è posizionato un singolo appoggio.

La successione di altezze variabili con continuità associate alle anime inclinate rendono il fondo del cassone un fuso che si dipana lungo lo sviluppo dell'opera seguendo la curva planimetrica.

L'incremento della luce di scavalco del fiume Tevere da 42 m a 58 m ha permesso di allontanare le fondazioni in golenia, inoltre dimezzate di numero, dall'alveo inciso, garantendo con maggiore sicurezza il franco idraulico rispetto alla piena due centenaria.

Congiuntamente al dimezzamento di numero delle pile in golenia ne è stata ridotta la dimensione, prevedendo snelli fusti circolari con raggio di 2.4 m e sviluppo in altezza di 3 m, al posto dei setti larghi nove metri previsti nel progetto preliminare a base di gara.

Nella rivisitazione progettuale, infine, l'identificazione del sistema fondale di minimo impatto geometrico ed idraulico è stato un principio informatore sostanziale e questo ha portato sia a definire i fusti come singole colonne sia a definire, di conseguenza, le fondazioni come mero allargamento delle colonne secondo una evoluzione del concetto del palo/pila ove le fondazioni sono realizzate attraverso un cluster di 8 pali, di diametro pari a 1000 mm della lunghezza di 21,5 m, con un più che dimezzamento del numero dei pali ed una conseguente apprezzabile riduzione dei tempi di realizzazione.

IL NUOVO PONTE SUL FIUME TEVERE

Il plesso di proposte è risultato vincente e il raggruppamento ha affrontato, secondo esse, la progettazione definitiva ed esecutiva.

Il nuovo ponte sul fiume Tevere è costituito da tre campate con scansione di luci 43 m + 58 m + 43 m. Il capostrada è largo 9.1 m ed affiancato da una pista ciclo-pedonale larga 2.50 m, posta a interno curva. L'impalcato ha quindi una larghezza complessiva pari a 13.20 m e si sviluppa su una curva con raggio pari a 160 m.

L'impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo è realizzato con due travi in acciaio autoprotetto tipo Corten, con anima inclinata sulla verticale di 38° e ali asimmetriche, trasversalmente connesse da diaframmi reticolari posti ad interasse tipico di 5 m, mentre in corrispondenza delle spalle sono presenti diaframmi ad anima piena con sezione a doppio T che centrifugano gli appoggi.

Le travi in acciaio hanno altezza variabile da 1.60 m, in corrispondenza delle spalle e della mezzeria della campata centrale, a 2.8 m in corrispondenza delle pile.

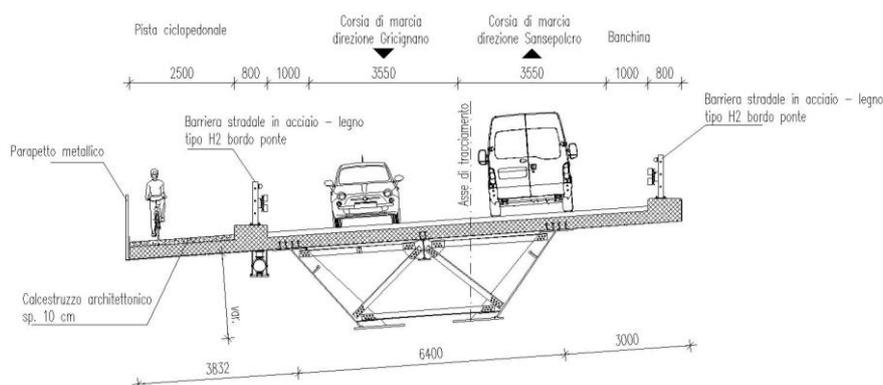


Fig. 4. Nuovo ponte sul Fiume Tevere – Sezione trasversale tipologica

All'intradosso dei diaframmi è disposta un'orditura reticolare di controventamento in acciaio che configura un comportamento alla Bredt.

In corrispondenza delle pile le piattabande inferiori si uniscono formando un fondo chiuso sul quale è stata gettata una controsoletta in calcestruzzo di spessore pari a 30 cm collaborante mediante pioli Nelson. Ciascuno dei due campi ha uno sviluppo pari a 15 m, posti simmetricamente a cavallo delle pile.

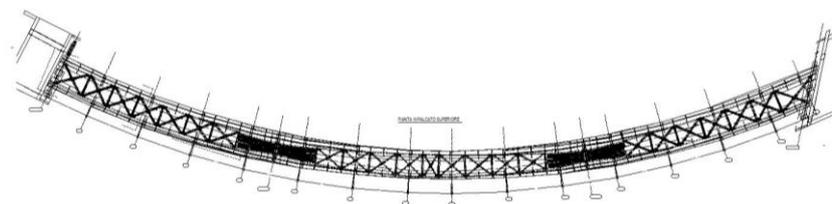


Fig. 5. Nuovo ponte sul Fiume Tevere – Pianta controventature

Le aste dei diaframmi variano con continuità lungo le campate sia per effetto della variazione naturale delle sollecitazioni sia, soprattutto per la variazione geometrica.

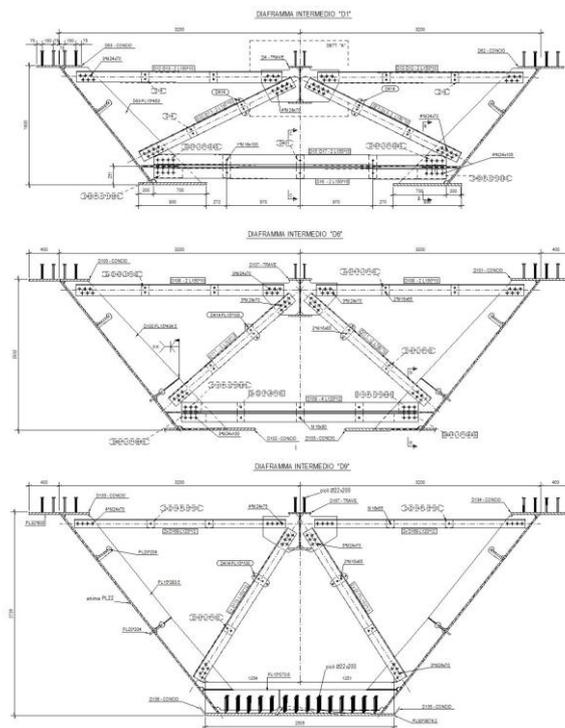


Fig. 6. Nuovo ponte sul Fiume Tevere – Diaframmi intermedi

Il diaframma di pila, invece, presenta un robusto traverso inferiore che ospita l'appoggio singolo.

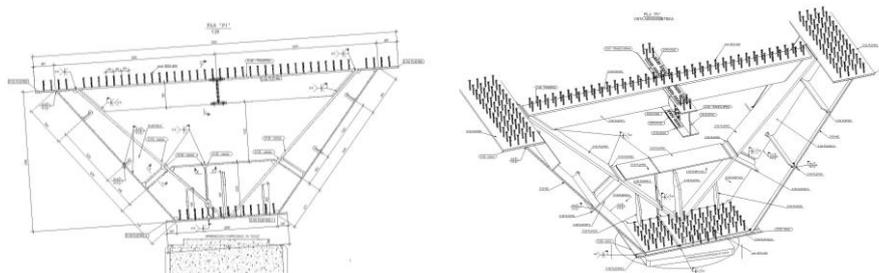


Fig. 7. Nuovo ponte sul Fiume Tevere – Diaframma di Pila

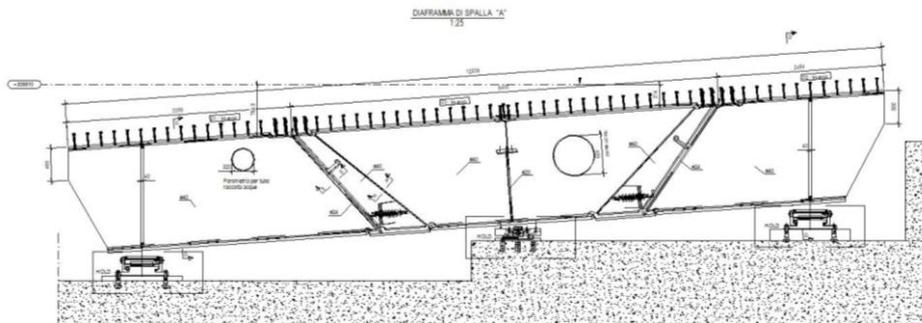


Fig. 8. Nuovo ponte sul Fiume Tevere – Diaframma di spalla A

I diaframmi delle spalle sono calcolati con il massimo momento torcente e gli unici elementi destinati a garantire l'equilibrio torsionale dell'intera opera, a meno del benefico effetto della curvatura planimetrica e, all'uopo, sono stati allargati fino al limite della soletta grazie alla larghezza delle spalle stesse. Questo ha permesso di minimizzare le trazioni sui vincoli alle sole condizioni rare.



Fig. 9. Nuovo ponte sul Fiume Tevere – Vista diaframma

Il sistema di vincolamento aderisce alla geometria strutturale grazie all'impiego di isolatori a scorrimento sulle due pile mentre sulle spalle sono presenti dispositivi di appoggio multidirezionali, posizionati asimmetricamente rispetto al cassone ed in posizione centrifuga per minimizzare, come già detto, la trazione sugli appoggi stessi. Sulle spalle sono inoltre presenti, inoltre, due guide orientate secondo lo sviluppo delle travi.



Fig. 10. Nuovo ponte sul Fiume Tevere – Vista dal Basso

LA FASE COSTRUTTIVA

Concluse le fasi progettuali ed i relativi iter approvativi, il Comune di Sansepolcro ha indetto sia la gara di costruzione aggiudicata al R.T.I. CASTALDO-LUCOS-PIPELINE, che la gara per la direzione dei lavori ed il coordinamento della sicurezza in fase esecutiva, aggiudicata ancora al raggruppamento EUTECNE-MATILDI+PARTNERS.

Il progetto di montaggio dell'impalcato metallico è stato ingegnerizzato ed ottimizzato insieme all'ufficio tecnico della CASTALDO.

Come previsto fin dalla fase progettuale tutti gli elementi metallici sono stati concepiti suddivisi in conci al fine di poter essere agevolmente trasportati su strada con mezzi correnti. In cantiere sono stati assemblati in tre macroconci a piè d'opera mediante giunzioni saldate ad eccezione di quelle delle aste dei diaframmi e delle controventature che sono realizzate tramite bullonatura.

I singoli macroconci sono stati sollevati dal basso da una coppia di autogrù.



Fig. 11. Assemblaggio e sollevamento del macroconcio 1

In fase di montaggio sono stati posizionati due tiranti provvisori in corrispondenza del concio di pila al fine di presidiare eventuali rotazioni dell'impalcato.



Fig. 12. Fasi di montaggio dell'impalcato

Terminate le fasi di montaggio dell'impalcato metallico, si è proceduto al posizionamento delle predelle metalliche ed al successivo getto della soletta. L'opera è stata collaudata nel luglio 2023.



Fig. 13. Collaudo statico

CONCLUSIONI

La realizzazione del nuovo ponte sul Fiume Tevere e dei raccordi stradali di collegamento fra la zona industriale Alto Tevere e via Bartolomeo della Gatta, sul tracciato della via comunale dei Banchetti, rappresentano un nuovo accesso alla città di Sansepolcro, creando un collegamento viario con un alto livello di servizio ed un elevato standard infrastrutturale.

Le soluzioni progettuali proposte, sia per le sottostrutture che per il viadotto, hanno permesso di ottenere un'opera d'arte con minimo impatto sul territorio e, in particolare, sul sedime del fiume, questo sia in termini di opere provvisorie sia di tempistiche di esecuzione.

Nel corrente 2024, una volta completati gli accessi stradali, è prevista l'apertura al traffico.

KEYWORDS

Steel-concrete composite bridges, Steel structures, Seismic design, Road bridge, CTA2024