

NUOVO PONTE FERROVIARIO SUL FIUME TRONTO

NEW RAILWAY BRIDGE ON THE RIVER TRONTO

Luigino Dezi, Valentino Olivari
Università Politecnica delle Marche
Dipartimento di Architettura Costruzioni e Strutture
Ancona, Italia
l.dezi@univpm.it

Stefano Niccolini
Libero Professionista
Ancona, Italia
studezi@tin.it

ABSTRACT

The paper presents the project of the new railway bridge on the river Tronto near S. Benedetto del Tronto (AP) and Martin Sicuro (TE), along Bologna–Lecce railway line. The bridge construction is part of a more extended project aimed to widening the river bed and assuring hydraulic safety to the last section of the river including the railway line and the SS 16 road. The solution proposed for the new railway bridge is characterized by a tied-arch span of 75 m in continuity with the access spans in both the sides. The main design criteria and the technical solutions adopted for steel deck and substructures are briefly described.

SOMMARIO

La memoria presenta il progetto del nuovo ponte ferroviario sul fiume Tronto, nei comuni di S. Benedetto del Tronto (AP) e Martin Sicuro (TE), lungo la linea Bologna–Lecce. L'opera fa parte di un complesso di interventi previsti per l'ampliamento dell'alveo e la messa in sicurezza del tratto terminale del fiume comprendente la linea ferroviaria e la strada SS 16. La soluzione proposta per il nuovo ponte ferroviario ha la particolarità di avere una campata principale ad arco a via inferiore di 75 m di luce in continuità con le campate di accesso in entrambi i lati. Si illustrano i criteri generali di progetto e le soluzioni tecniche adottate per l'impalcato metallico e le sottostrutture.

1 INTRODUZIONE

Il nuovo ponte sul fiume Tronto, la cui progettazione si è resa necessaria a seguito dell'esonazione del 10 aprile 1992, che ha invaso la città di Porto d'Ascoli provocando danni gravissimi alle abitazioni ed alle attività economiche, rientra tra le opere di sistemazione idraulica dell'alveo del fiume Tronto che prevedono l'eliminazione della *strozzatura* in prossimità della foce (alveo di 45–70 m di sezione) causata principalmente dal ponte sulla linea ferroviaria Bologna-Lecce e dal ponte sulla SS 116. Il progetto del nuovo ponte ferroviario si pone quindi, insieme alle opere di ampliamento della sezione idraulica del tratto terminale dell'alveo, come adeguamento dell'attraversamento ferroviario alle esigenze

idrauliche. L'inserimento di un viadotto di circa 175 m di lunghezza in una zona fortemente urbanizzata e nelle immediate vicinanze della costa, ha richiesto un attento esame della situazione dei luoghi, delle interferenze con la linea ferroviaria esistente ed una attenzione particolare all'architettura dell'opera al fine di pervenire ad un corretto inserimento ambientale. Per garantire il franco idraulico con un modesto innalzamento di livelletta e nel contempo eliminare le pile nell'alveo di magra, è stata adottata una soluzione strutturale ad arco a via inferiore, che ha consentito lo scavalco del fiume con una campata di 75 m ed uno spessore di impalcato di circa 1,50 m, ballast compreso. La posizione definitiva delle pile e la dimensione della campata principale sono state poi stabilite cercando di ridurre al minimo le interferenze con le fondazioni delle pile esistenti e contenere i costi delle opere provvisorie. La tipologia strutturale adottata, ha la particolarità di avere la campata principale ad arco a via inferiore in continuità con le campate di accesso, che da un lato consente una riduzione dello spessore delle pile e dall'altro conferisce all'opera carattere di unitarietà. Il progetto ha richiesto un attento studio del nodo all'intersezione tra l'arco e le travi dell'impalcato, sia per quanto riguarda il corretto trasferimento delle forze, che per quanto attiene l'aspetto architettonico. Particolare attenzione è stata anche dedicata allo studio e alla definizione formale delle pile e delle spalle ed alla loro armonizzazione con l'impalcato soprastante e il rilevato ferroviario.

La lunghezza dell'opera ha richiesto un'accurata analisi di interazione statica binario struttura e l'inserimento di un giunto sui binari.

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

2.1 Vincoli e Interferenze

La posizione del ponte esistente unitamente alla configurazione antropica del sito pone ingenti interferenze per la costruzione di un nuovo attraversamento ferroviario in affiancamento. Il nuovo ponte interagisce infatti con tale struttura per quanto riguarda la posizione delle pile in alveo e vincola il nuovo tracciato ferroviario dal punto di vista plano-altimetrico. Il ponte esistente presenta quattro campate con luce di 23 m di luce per una lunghezza totale di circa 92 m ed è costituito da due impalcati separati sostenuti da travi metalliche estradossate ad anima piena (Figura 1).

La linea ferroviaria esistente è a doppio binario con armamento diretto e interbinario (non accessibile) pari a circa 5,70 m ed ha tracciato rettilineo. L'opera esistente, inadeguata per quanto riguarda sezione e franco idraulico, costituisce un'interferenza anche per l'ampliamento della sezione dell'alveo. Ulteriori interferenze sono poste dai vincoli di salvaguardia della linea esistente, che va protetta e mantenuta in sicurezza per tutto il periodo dei lavori, dai nuovi argini, dalle opere di protezione spondali e dalla presenza di un'area industriale sulla sponda lato Ancona.



Fig. 1 – Ponte esistente

2.2 Il nuovo Ponte

Il nuovo ponte presenta un impalcato continuo su quattro campate di luci pari a 30,00 m, 75,00 m, 40,00 m e 30,00 m, per una lunghezza complessiva di 175,00 m (Figura 2). La campata principale di 75 m di luce, che consente lo scavalcamento dell'alveo interessato dalla corrente principale (alveo di magra), è sostenuta da due archi parabolici aventi una freccia pari a $1/5,5$ della luce e sezione scatolare 1830 x 1550 mm. Gli archi sono paralleli e collegati da quattro traversi anch'essi scatolari disposti a due a due sulle reni dell'arco. Tutte le sezioni scatolari sono irrigidite da traversi dotati di passi d'uomo per l'ispezionabilità. La sospensione è realizzata con pendini posti ad interasse di 5,50 m e collegati con articolazioni a perno all'arco e alle travi sottostanti.

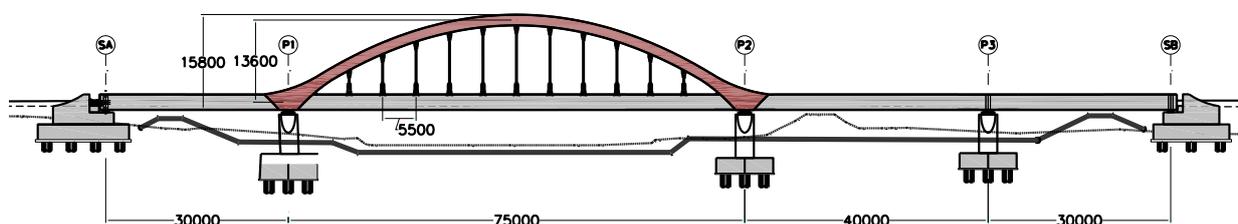


Fig. 2 – Prospetto di progetto con alveo esistente

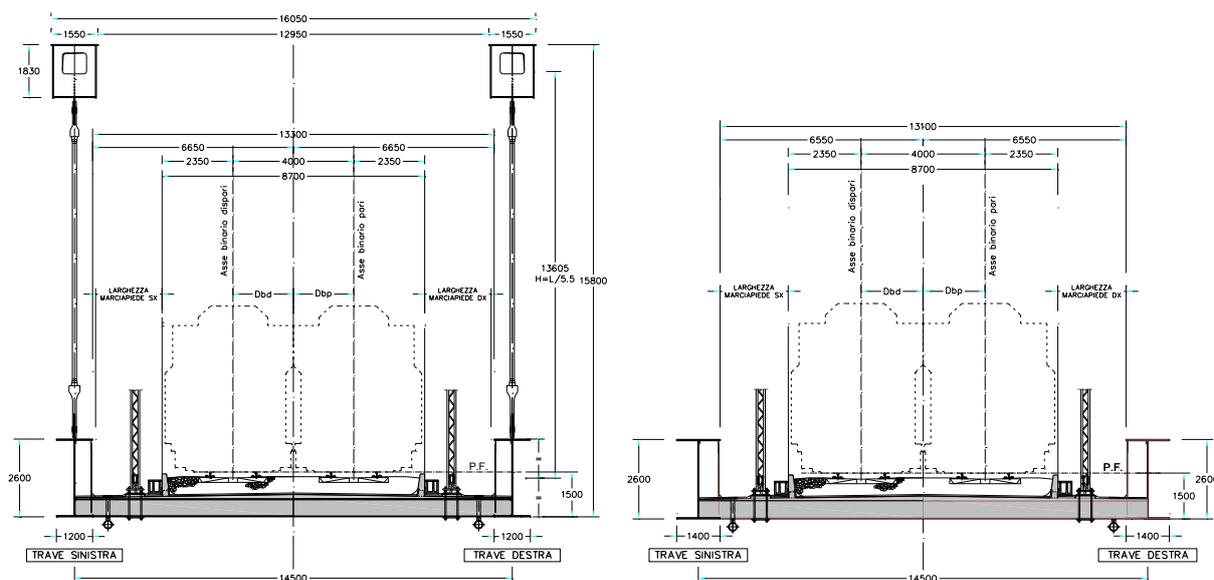


Fig. 3 – Sezione trasversale in mezzera del *bow-string* e corrente

L'impalcato è costituito da due travi parallele a doppio T di 2600 mm di altezza, poste ad interasse di 14,50 m, a sostegno di un solettone a travi incorporate. Nelle campate di accesso, una in sinistra idraulica e due in destra, l'impalcato mantiene la stessa forma di quello della campata principale, con la variante che le travi, non più sostenute dai pendini, costituiscono gli elementi portanti dell'impalcato che diventa a sezione aperta a via inferiore (Fig. 3). Le travi portanti delle campate di accesso sono pertanto la naturale prosecuzione delle travi-tirante della campata principale di 75 m. Le luci delle campate laterali sono condizionate dall'altezza delle travi-tirante della campata principale. Le travi racchiudono un impalcato realizzato con profili commerciali tipo HEB 600 posti ad un interasse di circa 55 cm ed

incorporati in un getto di cls di spessore variabile da 600 a 720 mm per conferire una pendenza trasversale del 1,5%. Lo spessore complessivo del pacchetto intradosso impalcato – piano del ferro con armamento in ballast è pari a 1500 mm. I traversi incorporati nella soletta sono collegati all'anima delle travi principali tramite collegamenti saldati o bullonati a seconda che si tratti di traversi principali (interasse pari a 2,75 m, uno ogni quattro traversi) o secondari (interasse pari a ~0,55 m). In corrispondenza del traverso saldato si realizza un telaio trasversale con rigidità sufficiente a garantire la stabilità delle piattabande compresse delle travi longitudinali a doppio T.

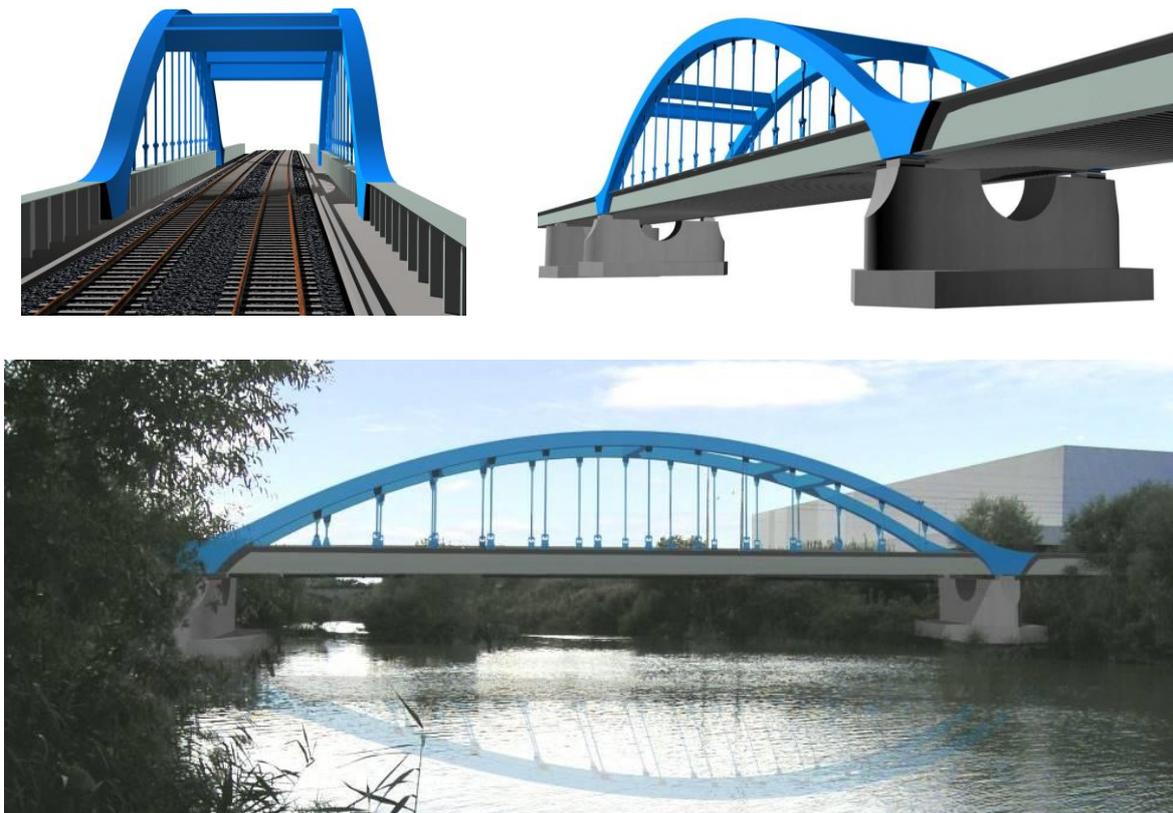


Fig. 4 – Viste prospettiche e inserimento ambientale (rendering)

L'andamento planimetrico del ponte è rettilineo per il tratto *bow-string* mentre ha un raggio di curvatura costante per le campate di approccio, pari a 614 m per quella in sinistra idraulica e 905 m per quelle in destra idraulica (Figura 5). Tale assetto planimetrico del ponte consente, con un aumento della larghezza dell'impalcato, il passaggio del tracciato in curva dei due binari aventi raggio di curvatura pari a 2400 m e 2396 m.

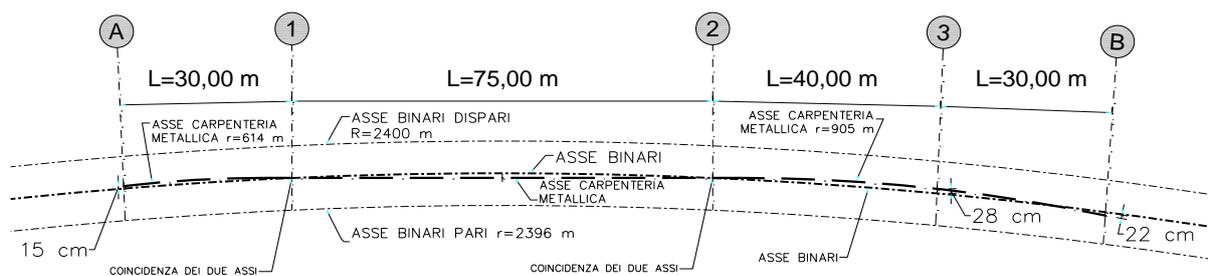


Fig. 5 – Schema delle eccentricità tra asse carpenteria metallica e asse dei binari

Pertanto tra l'asse della carpenteria metallica e l'asse dei binari esiste una eccentricità che si annulla in corrispondenza delle pile del *bow-string*.

2.3 Sottostrutture

Le pile sono costituite da un setto in c.a. con altezza variabile da 6,40 a 8,20 m, sezione inscrittibile in un rettangolo di dimensione 21×3 m con raccordi ellittici alle estremità e fondazione unica a forma esagonale impostata su 13 pali $\text{Ø}1500$ di 45 m di lunghezza.

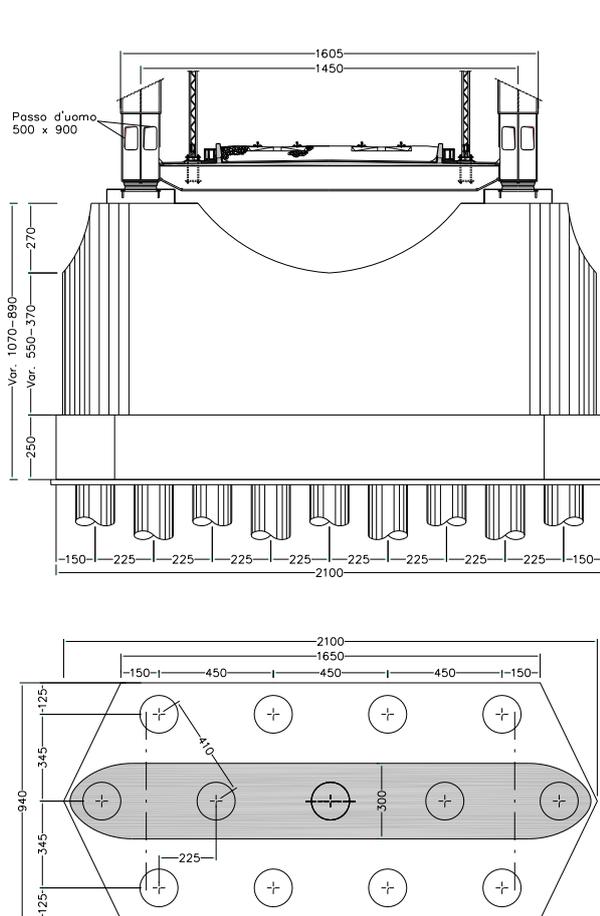


Fig. 6 – Prospetto frontale e sezione pila

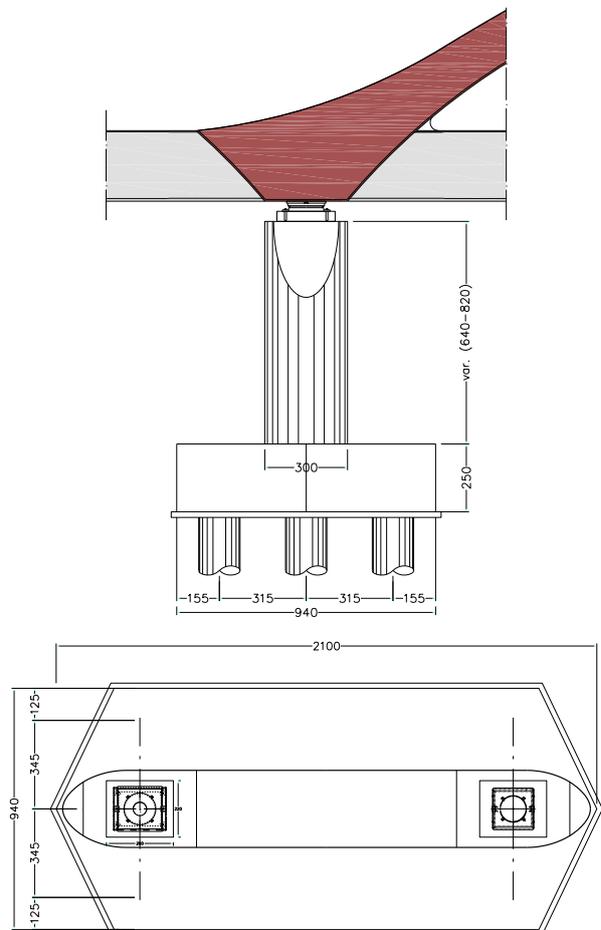


Fig. 7 – Prospetto laterale e pianta della pila

Ciascuna pila dispone di due apparecchi d'appoggio, di cui uno multidirezionale e l'altro unidirezionale longitudinale, con capacità verticali allo SLU pari a 35000 kN per le pile del bow-string e 25000 kN per la pila del viadotto d'approccio, e orizzontali pari a 9000 kN .

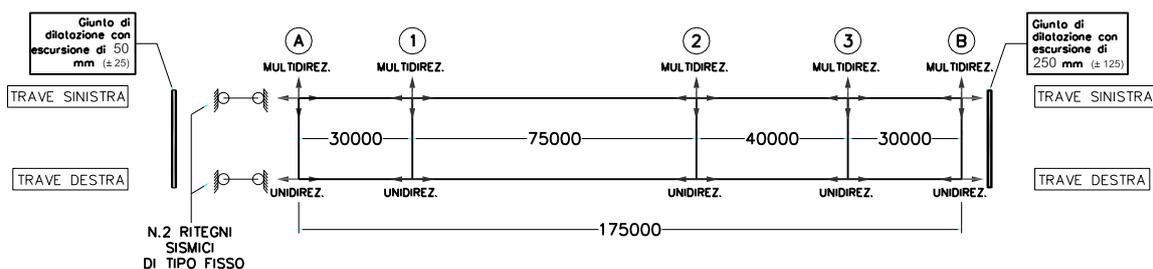


Fig. 8 – Schema appoggi e giunti

Le due spalle hanno un fronte di circa 2,00 m e due speroni verticali ad altezza variabile che assolvono al duplice compito di accogliere i ritegni sismici per il trasferimento delle forze sismiche dall'impalcato alla fondazione, e di raccordare la trave estradossata con il rilevato ferroviario a tergo.

La fondazione della spalla fissa è costituita da una zattera di 2,50 m di spessore, fondata su 20 pali Ø1500 di 37 m di lunghezza, mentre per la spalla mobile la zattera è fondata su 12 pali Ø1500 lunghi 30 m. Ciascuna spalla dispone di due apparecchi d'appoggio di cui uno multidirezionale e uno unidirezionale longitudinale con capacità allo SLU verticale pari a 9000 kN e orizzontale pari a 2000 kN.

L'impalcato è vincolato longitudinalmente alla spalla Fissa A (lato Ancona) mediante due dispositivi di ritegno sismico di tipo fisso, che collegano ciascuna delle due travi principali agli speroni della spalla, con capacità allo SLU sismico pari a 12000 kN ciascuno.

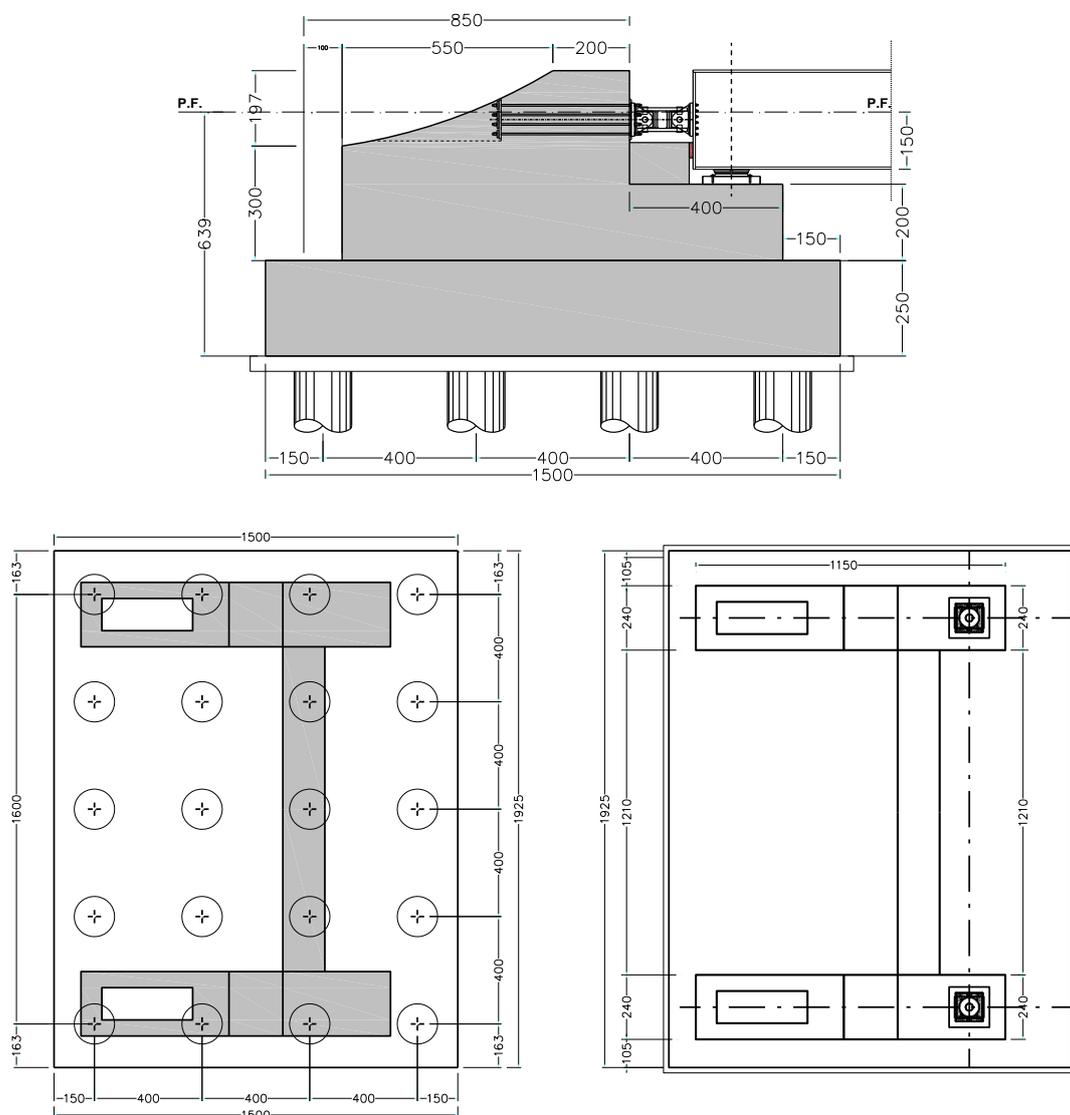


Fig. 4 – Prospetto e piante della spalla fissa

3 ASPETTI COSTRUTTIVI

3.1 Fasi costruttive

Per il montaggio dell'impalcato metallico è stato previsto il varo a spinta della campata ad arco a via inferiore, previa controventatura dell'arco, perché previsto ad asse rettilineo insieme ad una porzione dei conci di pila anch'essi rettilinei per una lunghezza complessiva di circa 87 m. Le restanti parti del ponte vengono montate mediante varo dal basso con autogrù e successiva saldatura dei conci. Il varo a spinta richiede un avambecco di 44,0 m di lunghezza, un retrobecco di 10,0 m e tre pile provvisorie posizionate sulle zattere delle pile definitive aventi la funzione di rendere rettilinea la linea di spinta.

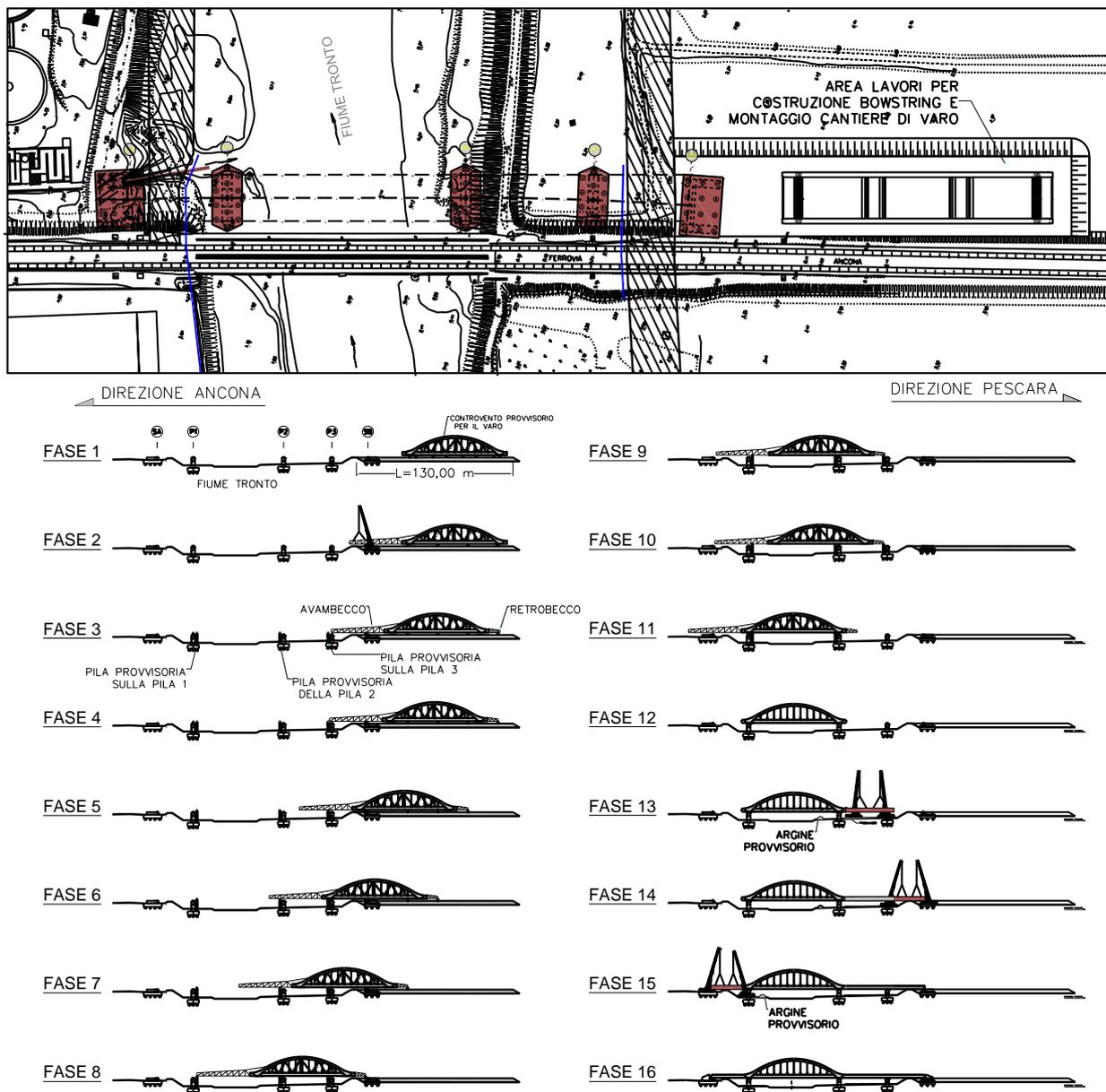


Fig. 10 – Modalità e fasi di varo

L'assemblaggio del *bow-string* è eseguito in un'area lavori attrezzata sulla sponda lato Pescara, mentre si ipotizza la costruzione di un piano di lavoro in alveo protetto da argini provvisori per il varo dal basso delle travi di riva.

3.2 Dati caratteristici

Superficie impalcato (177x14,50)	2566	(m ²)
Totale peso Carpenteria metallica (Fe510 grado D)	2281	(t)
Incidenza carpenteria totale al mq	889	(kg/m ²)
Incidenza carpenteria Bowstring al mq	1131	(kg/m ²)
Incidenza carpenteria campate d'approccio al mq	704	(kg/m ²)
Incidenza traversi HEB 600 al mq	392	(kg/m ²)
Totale volume opere in c.a. impalcato	1710	(m ³)

BIBLIOGRAFIA

- [1] Dezi L., Formica M., Niccolini S. - *Verifica di stabilità delle piattabande negli impalcati bitrave composti con traversi flessibili*. III Settimana delle Costruzioni in Acciaio – Genova, Settembre 2003
- [2] Dezi L., Formica M.- *La stabilità delle piattabande negli impalcati bitrave continui con traversi portanti* - VI Workshop Italiano sulle Strutture Composte Trieste, Novembre 2005.
- [3] Dezi L., Formica M.- *Verifica di Patch Loading negli impalcati metallici varati a spinta*. XX Congresso CTA, Ischia 2005.
- [4] Ferrovie dello Stato, Istruzione n. I/SC/PS-OM/2298 02/06/1995 “Sovraccarichi per il calcolo dei ponti ferroviari - Istruzioni per la progettazione l’esecuzione ed il collaudo” completa delle relative integrazioni, emanata dall’ASA Servizi di Ingegneria delle FS il 13/01/1997.
- [5] Istruzione 44 B “*Istruzioni tecniche per manufatti sotto binario da costruire in zona sismica*”.
- [6] Istruzione 44 D “*Impalcati ferroviari realizzati con travi d’acciaio incorporate nel calcestruzzo*”.
- [7] Istruzione 44 E “*Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione e il collaudo e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari*”.
- [8] Istruzione 44 F “*Verifica a fatica dei ponti ferroviari*”.

KEYWORDS

Railway Bridge, Bow-string, Tied–Arch Bridge, Steel composite deck, Cross beam, Bridge launching, Patch loading.