

**IL PONTE INTEGRALE PER IL NUOVO SVINCOLO
AUTOSTRADALE VALLE DEL RUBICONE
SULL'AUTOSTRADA A14**

**THE INTEGRAL BRIDGE FOR VALLE DEL RUBICONE A14
EXIT**

Fabio Dall'Aglio Ph.D. Civil Engineer,
Università di Modena e Reggio Emilia,
Dipartimento di Ingegneria "Enzo Ferrari"
Modena, Italia
E-mail: fabio.dallaglio@unimore.it

Luca Piacentini Civil Engineer
Director Piacentini Ingegneri
Bologna, Italia
E-mail: piacentini@pibo.it

ABSTRACT

The presented work aims to show the experience carried out during the design and the construction of the integral bridge for the Valle del Rubicone A14 exit, located near the city of Gatteo (FC). The bridge designed by Piacentini Ingegneri and built by Pavimental to override the motorway A14 is a single-span bridge 50.40m long. The bridge has a rectilinear tracing with a single carriageway 10.50m wide. The deck overall width is 13.30m. The bridge has a steel structure composed of four longitudinal girders, four transverse girders and a concrete slab. The bridge built is a so called integral bridge, this means that the deck is monolithic with the elevation of the abutment: the beams are leaned on the abutment only partially constructed, then with a second phase of concrete casting is obtained the structural connection between the abutment and deck.

SOMMARIO

Questo lavoro ha lo scopo di presentare l'esperienza fatta durante il progetto e la costruzione del ponte integrale a servizio del nuovo svincolo autostradale Valle del Rubicone, sull'autostrada A14, in prossimità della città di Gatteo (FC). Il cavalcavia a singola campata, progettato da Piacentini Ingegneri e costruito da Pavimental, presenta una luce di calcolo di 50.40m a singola carreggiata con andamento rettilineo. La larghezza complessiva dell'impalcato è pari a 13.30m. L'impalcato è formato da quattro travi metalliche principali, quattro traversi metallici e dalla soletta in calcestruzzo collaborante con la struttura in acciaio. Il ponte presenta una tipologia strutturale cosiddetta integrale, questo significa che l'impalcato è continuo con le spalle: le travi vengono appoggiate sulle spalle solo parzialmente costruite e durante la seconda fase di getto si ottiene la connessione strutturale tra impalcato e spalla.

1 INTRODUZIONE

Nell'ambito della realizzazione dello svincolo Valle del Rubicone sull'autostrada A14, in prossimità della città di Gatteo (FC), è stato costruito un cavalcavia per il sovrappasso delle esistenti carreggiate autostradali.

L'opera prevista per scavalcare le carreggiate autostradali è un ponte a campata unica di luce di calcolo di 50.40m. Essa si sviluppa con andamento rettilineo su un'unica carreggiata con l'impalcato di larghezza complessiva $B = 13.30\text{m}$ (dei quali 10.50m transitabili).

Il manufatto è realizzato mediante quattro travate metalliche con soletta in c.a. collaborante disposte con interasse 3.10m e traversi metallici a parete piena aventi interasse pari a 9.68m. Le quattro travi in acciaio hanno altezza costante lungo il loro sviluppo longitudinale pari a 1.90 m.

La struttura metallica è realizzata in acciaio S355J2+W e S355K2+W (acciaio noto come corten).



Figura 1 – Vista del cavalcavia dalla carreggiata in direzione sud

Il ponte, illustrato in figura 1, è di tipo integrale, ciò significa che viene realizzata la continuità strutturale tra impalcato e spalla. Le travi vengono infatti appoggiate alla spalla parzialmente costruita, poi viene completato il getto delle sottostrutture insieme al getto della soletta ottenendo la continuità del nodo di collegamento.

La realizzazione della soletta d'impalcato è prevista con il sistema costruttivo a *prédalles*, armate con tralicci tipo Bausta (o similari), autoportanti nei confronti del getto in opera della soletta. Le *prédalles* sono costituite da una lastra di acciaio dello spessore di 4mm.

Nelle figure 2 e 3 che seguono si riporta il prospetto longitudinale e la sezione trasversale dell'impalcato.

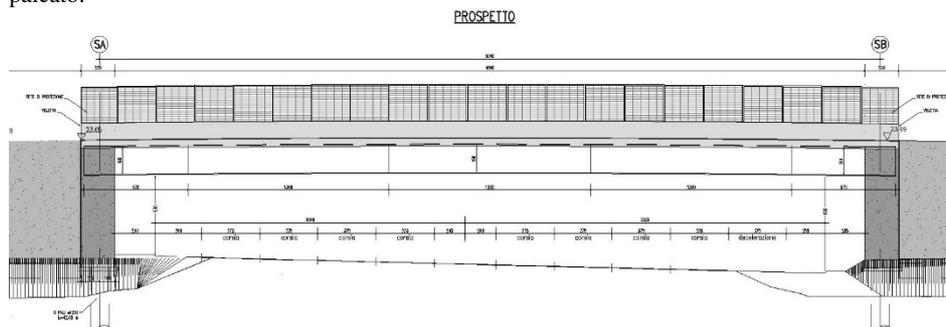


Figura 2 – Prospetto

SEZIONE TIPO IMPALCATO

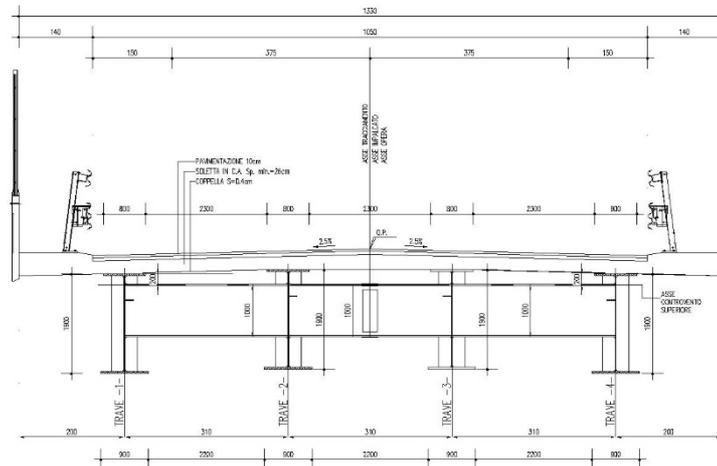


Figura 3 – Sezione trasversale

Il cavalcavia in esame è il primo ponte integrale costruito sulla rete di Autostrade per l'Italia in tempi recenti. Nei capitoli che seguono si riportano alcune considerazioni sulla base dell'esperienza fatta durante il progetto e la costruzione dell'opera.

2 FASI REALIZZATIVE DELL'OPERA

Le tempistiche e le modalità di costruzione dell'opera rivestono un ruolo cruciale nel dimensionamento della stessa. A tale proposito si elencano le fasi principali di realizzazione del cavalcavia:

- Situazione geostatica.
- Realizzazione dei rilevati di precarica, richiesti a causa della significativa compressibilità degli strati superficiali del terreno
- Rimozione di una parte dei rilevati di precarica, con particolare riferimento alla zona di imposta delle spalle del cavalcavia.
- Realizzazione dei pali di fondazione.
- Realizzazione degli elementi di elevazione delle spalle, fino alla quota di intradosso della struttura metallica di impalcato.
- Varo dell'impalcato preassemblato a terra (nel caso specifico sono state montate a terra anche le lastre tralicciate e parte dell'armatura della soletta per minimizzare i tempi di chiusura al traffico dell'autostrada).
- Getto della soletta a partire dalla mezzaria della campata.
- Getto del nodo di connessione tra travi e paratia.
- Riempimento a tergo delle paratie, procedendo in maniera che il massimo dislivello tra la quota del riempimento in spalla A e quello in spalla B, non superi 1 m (questo accorgimento si rende necessario per evitare squilibri di spinta orizzontale maggiori di quelli previsti in progetto).
- Realizzazione della pavimentazione e delle finiture.
- Apertura al traffico.

Nelle figure 4 e 5 si illustra la fase provvisoria di spalle parzialmente gettate con impalcato varato e ultimazione della posa in opera dell'armatura del nodo di connessione.



Figura 4 – Vista dell'impalcato varato



Figura 5 – Ultimazione posa armatura nodo spalla-impalcato

3 METODO DI CALCOLO

L'aspetto fondamentale nella progettazione di un ponte integrale consiste senza dubbio nella esigenza di interpretare l'interazione terreno-struttura tenendo in conto della non linearità di tale interazione. L'approccio classico al problema si basa sui seguenti accorgimenti:

- terreno modellato come un letto di molle con legame costitutivo elastico-perfettamente plastico con criterio di rottura di Mohr-Coulomb;
- struttura discretizzata in elementi perfettamente elastici;
- eventuale falda introdotta definendo le quote piezometriche di valle e di monte;
- spinta del terreno sulla spalla calcolata con il detensionamento del cuneo di spinta, cioè variabilità della spinta in funzione della deformazione del paramento;

- deformazione e sollecitazione residua in casi di scaricamento della struttura nell'ambito delle storie di carico.

L'analisi strutturale del ponte integrale si è basata sino ad ora sulla separazione del modello globale in due sottomodelli come illustrato nella figura 6: il primo viene sviluppato con un programma agli elementi finiti FEM ed è utilizzato per il calcolo delle sollecitazioni dell'impalcato (modello A); il secondo viene sviluppato con un programma dedicato alle strutture di contenimento del terreno ed è preposto al calcolo delle sollecitazioni sulle spalle (modello B).

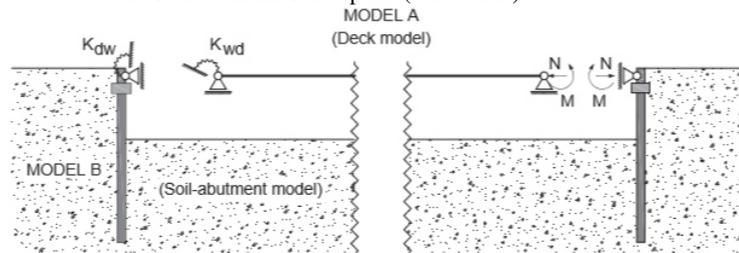


Figura 6 – Separazione della struttura in due sottostrutture

Occorre quindi garantire la compatibilità tra i due modelli sotto l'effetto dei carichi agenti mediante una procedura iterativa di ricerca dell'equilibrio (e della congruenza) del nodo impalcato-spalla attuata sino ad ora in modo pressochè manuale, per lo scambio delle sollecitazioni tra i due sotto-modelli. La ricerca delle condizioni di equilibrio del nodo spalla-impalcato è qualitativamente rappresentata in figura 7. E' evidente come questa procedura risulti molto laboriosa.

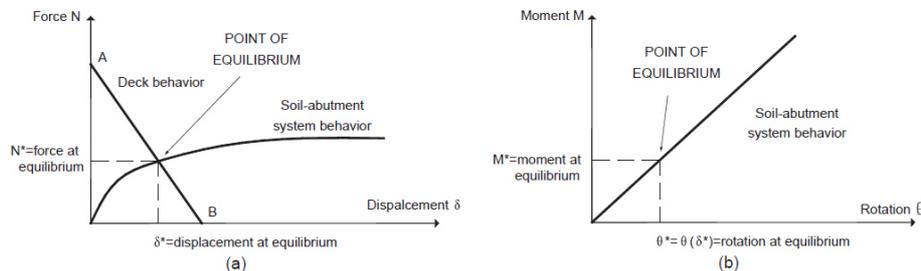


Figura 7 - Condizione di equilibrio per spostamento e rotazione del nodo impalcato-spalla

Si ha quindi trasmissione delle sollecitazioni tra spalla ed impalcato secondo lo schema seguente:

Impalcato		Spalla
Momento flettente	↔	Momento flettente
Sforzo normale	↔	Taglio
Taglio	↔	Sforzo normale

Per affrontare lo studio dell'opera come appena descritto si ricorre quindi a due modelli di calcolo, il primo viene sviluppato con il programma STRAUS e viene utilizzato prevalentemente per il calcolo delle sollecitazioni sull'impalcato, il secondo viene sviluppato con il programma PARATIE per determinare lo stato di sollecitazione e di deformazione delle spalle.

4 DETTAGLI COSTRUTTIVI

Senza dubbio l'aspetto peculiare nella progettazione e nella realizzazione di un ponte integrale è rappresentato dalla soluzione adottata per garantire la trasmissione delle azioni, normale, tagliante e flessionale, tra l'impalcato e le spalle. La figura 8 illustra il nodo in fase di ultimazione di posa dell'armatura lenta della parte sommitale della spalla; si osservano le nervature metalliche sulla testata della trave disposte per garantire ingranamento del getto sulla struttura in acciaio.



Figura 8 – Ultimazione posa armatura nodo spalla-impalcato

Nella figura 9 è riportata la vista laterale della zona di testata della trave metallica, si vedono le nervature metalliche sull'anima e la potente piolatura della piattabanda inferiore che deve trasmettere all'impalcato buona parte della spinta del terreno a tergo spalla.

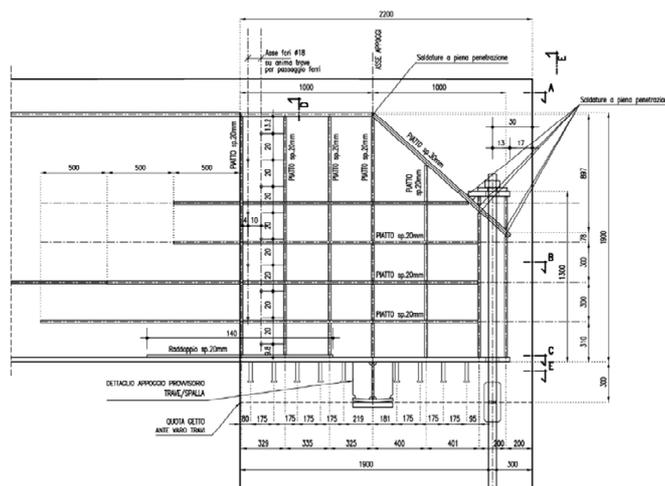


Figura 9 – Dettaglio carpenteria metallica nodo spalla-impalcato

Nelle figure 10 e 11 è riportata la vista dall'alto e da dietro della zona di testata della trave metallica, si evidenziano sei barre di armatura di grande diametro che hanno il compito di trasmettere alla struttura in calcestruzzo le forti azioni di trazione che derivano dalla piattabanda superiore tesa della trave principale.

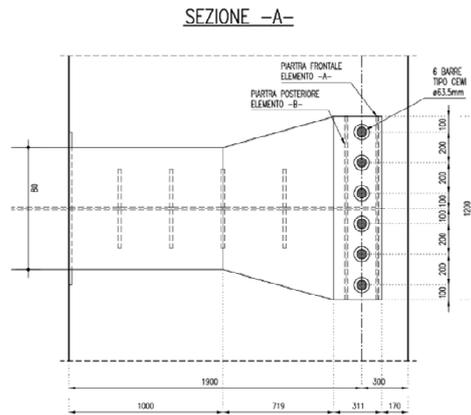


Figura 10 – Dettaglio carpenteria metallica nodo spalla-impalcato, vista dall'alto

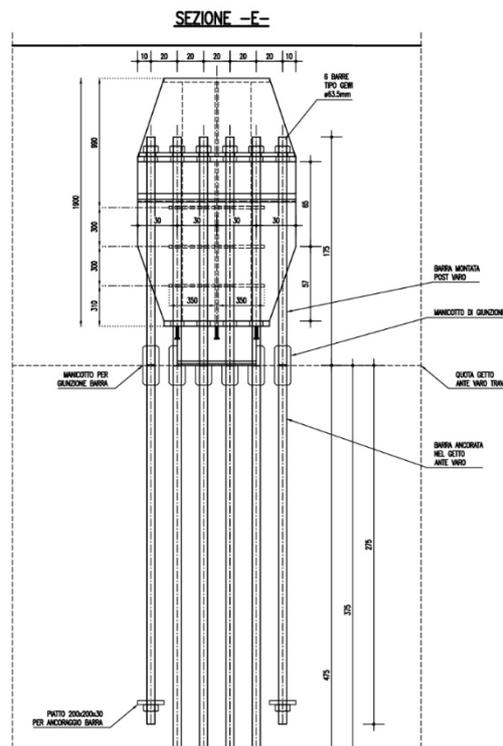


Figura 11 – Dettaglio carpenteria metallica nodo spalla-impalcato, vista da dietro

CONCLUSIONI

Nel corso dell'anno 2012 è stata portata a termine la realizzazione del nuovo svincolo autostradale Valle del Rubicone in prossimità della città di Gatteo (FC). Il cavalcavia di svincolo costruito è un ponte integrale e rappresenta la prima realizzazione in tempi recenti di questa tipologia costruttiva sulla rete di Autostrade per l'Italia. L'opera, progettata dallo studio Piacentini Ingegneri e costruita da Pavimental, è stata ultimata senza significativi inconvenienti di cantiere nei tempi previsti e in fase di collaudo ha confermato le positive aspettative in termini di deformabilità.

Essa è priva di giunti di dilatazione e di appoggi (o isolatori sismici) e quindi ha una aspettativa di manutenzione ridotta rispetto alle altre tipologie tradizionali.

L'esperienza maturata sullo svincolo Valle del Rubicone ha confermato la positività della soluzione per opere che presentano luce fino a 50m.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. Ferretti Torricelli, A. Marchiondelli, R. Pefano & R. Stucchi, "Integral bridge design solutions for Italian highway overpasses";
- [2] Burke M. P., "Integral and Semi-integral Bridges";
- [3] England, G. L. & Tsang, N. C. M. & Bush, D. L., "Integral Bridges: A Fundamental Approach to the Time-Temperature Loading Problem";

PAROLE CHIAVE

Ponte integrale, fasi costruttive, manutenzione, deformabilità, dettagli costruttivi.