

I VIADOTTI PRINCIPALI A CARREGGIATE SEPARATE DEL 1° LOTTO DELLA SS 640 “DI PORTO EMPEDOCLE”

Luigino Dezi¹, Federico Murrone², Pierfrancesco Paglini³

1 Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura. Università Politecnica delle Marche, Ancona

2 Dirigente Anas Regione Sicilia, Palermo

3 Project Manager Empedocle Scpa, Ravenna

SOMMARIO

I viadotti principali a carreggiate separate del 1° Lotto dei lavori di adeguamento della SS 640 “di Porto Empedocle” presentano impalcati continui composti acciaio-calcestruzzo di larghezza variabile da 12,75 a 16,75 m, luci da 40 a 70 m, per uno sviluppo di circa 8.200 m e superficie complessiva di circa 112.000 m². Gli impalcati sono costituiti da due travi metalliche collegate da traversi ad anima piena e da una soletta a spessore variabile. Per il getto delle solette sono state utilizzate due tecniche innovative: la prima, impiegata per il getto in avanzamento continuo su cassero mobile, prevede la post-connesione dei tratti a cavallo degli appoggi, la seconda fa ricorso alla parziale prefabbricazione della soletta (predalle a spessore variabile) e getti di completamento ottimizzati, con realizzazione dei conci di pila dopo quelli di campata.

THE MAIN DOUBLE CARRIAGEWAY VIADUCTS OF THE SS 640 “DI PORTO EMPEDOCLE”

SUMMARY

The main double carriageway viaducts of the 1° Part of the SS 640 “di Porto Empedocle” have continuous composite steel-concrete decks, variable width from 12,75 to 16,75 m and spans from 40 to 70 m. The total length and surface are about 8.200 m and 112.000 m² respectively. The decks are constituted by two double T steel beams connected by double T cross beams and a variable thickness slab. The slab concreting is performed by means of two innovative techniques: the first, adopted for continuous casting on movable scaffolding, requires the post connection of the hogging slab segments, the second uses special precast elements of variable thickness and optimized casting sequences for the final concreting which completes the hogging segments after the sagging ones.

1. INTRODUZIONE

I viadotti principali a carreggiate separate del 1° Lotto dei lavori di adeguamento della SS 640 “di Porto Empedocle” hanno uno sviluppo complessivo di circa 8.200 m e una superficie di circa 112.000 m².

L'interesse ambientale della vallata attraversata, la lunghezza complessiva dei viadotti e l'altezza della livelletta stradale, sono elementi che hanno richiesto un'attenta cura, sia nella definizione della tipologia strutturale, sia nella scelta delle tecniche costruttive. Particolare attenzione è stata dedicata allo studio formale delle pile ed alla loro armonizzazione con l'impalcato soprastante.

In questa memoria si riporta una sintetica descrizione dei soli viadotti a carreggiate separate, escludendo il viadotto Serra Cazzola 1 per il quale è stata prevista una soluzione a grandi luci con un unico impalcato contenente le due carreggiate stradali [1].

I viadotti presentano impalcati continui su più campate a sezione composta acciaio-calcestruzzo. Le pile sono costituite da un fusto a sezione piena costante di forma rettangolare allungata con gli angoli arrotondati. Il pulvino è realizzato con un raccordo curvo fino alla larghezza necessaria ad accogliere le due travi dell'impalcato.

Gli impalcati sono realizzati con due travi metalliche interamente saldate poste ad interasse variabile in modo da realizzare con la stessa tipologia strutturale tutte le larghezze richieste dal progetto stradale.

La soletta, a spessore trasversalmente variabile, è stata realizzata con due tecniche costruttive innovative: impiego di casseri mobili con getto in avanzamento continuo e post-connesione dei tratti a cavallo degli appoggi; prefabbricazione parziale della soletta (predalle a sezione variabile) e getto di completamento ottimizzato con i tratti a cavallo degli appoggi realizzati dopo quelli di campata.

2. DESCRIZIONE DEI VIADOTTI

I viadotti principali della SS 640 sono a carreggiate separate ed impalcato continuo composto acciaio-calcestruzzo con numero di campate variabile da tre a quindici, fatta eccezione per un solo cavalcavia (Tab. 1).

Gli impalcati sono realizzati con due travi parallele in acciaio Corten, interamente saldate e verniciate, aventi sezioni a doppio T, di altezza pari a circa 1/24 della lunghezza delle campate principali, collegate da traversi ad anima piena bullonati agli irrigidimenti verticali delle anime. Per garantire la stabilità durante le fasi di montaggio e getto della soletta, la struttura è irrigidita da controventi orizzontali da smontare a soletta realizzata.

Le pile hanno altezza massima di 28 m e sono costituite da un fusto a sezione piena costante, iscritta in un rettangolo di dimensioni 3,00 x 4,00 m, con gli angoli arrotondati. Il pulvino è realizzato con un raccordo curvo che in un'altezza di 5 m consente di raggiungere la larghezza sufficiente per accogliere le due travi dell'impalcato.

In figura 1 sono riportate una vista frontale delle pile e una foto di un viadotto durante le fasi di realizzazione della soletta.

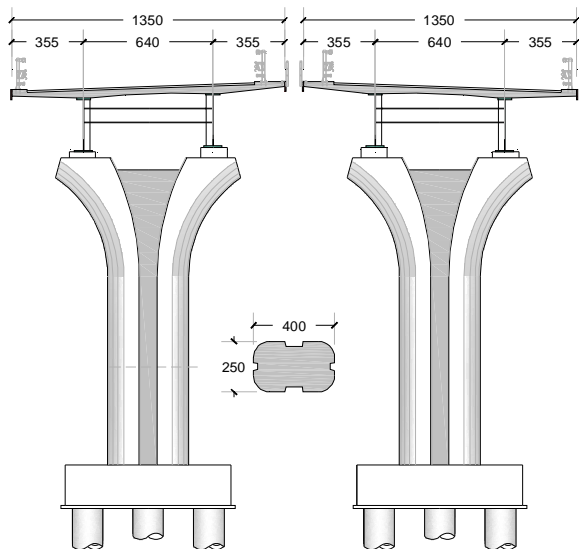


Figura 1 - Vista frontale delle pile



Figura 2 - Vista centrale dei due viadotti affiancati

Tutti gli impalcati sono vincolati alle pile con coppie di appoggi, uno multidirezionale e l'altro unidirezionale longitudinale; gli appoggi fissi o i ritegni elastici sono posizionati su una spalla. Gli impalcati più lunghi sono vincolati ad entrambe le spalle, da un lato con due ritegni elastici, dall'altro con due dispositivi di vincolo dinamico a comportamento elastico, che consentono le dilatazioni termiche in condizioni di esercizio e si trasformano in un vincolo elastico in situazione sismica. I ritegni sismici e i dispositivi di vincolo dinamico sono a doppio effetto. L'azione sismica longitudinale è pertanto riportata alle spalle, mentre alle pile è affidata solo l'azione sismica trasversale.

La concezione strutturale degli impalcati è basata sulle seguenti scelte progettuali:

- gli impalcati sono realizzati con travi metalliche completamente saldate, aventi la curvatura imposta dal tracciato stradale, traversi ad anima piena collegati con giunto bullonato agli irrigidimenti verticali dell'anima e soletta a spessore trasversalmente variabile; le luci delle campate interne sono scelte in relazione all'altezza delle pile, mentre quelle di estremità sono ridotte di un coefficiente variabile da 0,7 a 0,8;
- la soluzione bitrave è utilizzata su tutte le larghezze stradali previste in progetto; l'interasse delle travi varia da 5,65 m per impalcati di 12,75 m di larghezza, a 8,85 m per larghezze di 16,75 m, mentre la lunghezza degli sbalzi varia da 3,55 m a 3,95 m (Fig. 2); lo spessore della soletta in corrispondenza delle travi varia da 0,37 m per impalcati di 12,75 m di larghezza a 0,42 m in quelli di 16,75 m;
- quando nell'ambito di una carreggiata è richiesto l'inserimento di una corsia di accelerazione o decelerazione, l'impalcato si allarga gradatamente aumentando sia l'interasse delle travi, che passa dal valore minimo a quello massimo, che la lunghezza degli sbalzi (Fig. 4); l'allargamento, che è realizzato sempre nella parte centrale di una campata, comporta la presenza di due cuspidi nelle sezioni di inizio e fine allargamento, dove sono disposti due traversi ravvicinati in grado di riprendere le spinte a vuoto nelle piattabande determinate dalla deviazione della linea d'asse;
- le rampe di accesso o di uscita presenti sui viadotti hanno la prima campata solidale con l'impalcato principale, mentre le altre sono separate da un giunto di dilatazione posto in corrispondenza della prima pila della rampa.

Nella tabella 1 segue sono riportate le caratteristiche geometriche di tutti gli impalcati a sezione composta acciaio-calcestruzzo. Tutti, tranne uno, sono a carreggiate separate; i due viadotti più lunghi, il Pellegrino e il San Benedetto 3, hanno 14 e 13 campate e uno sviluppo complessivo di 780 e 740 m rispettivamente. Il viadotto con le campate più lunghe è il Rocca Daniele.

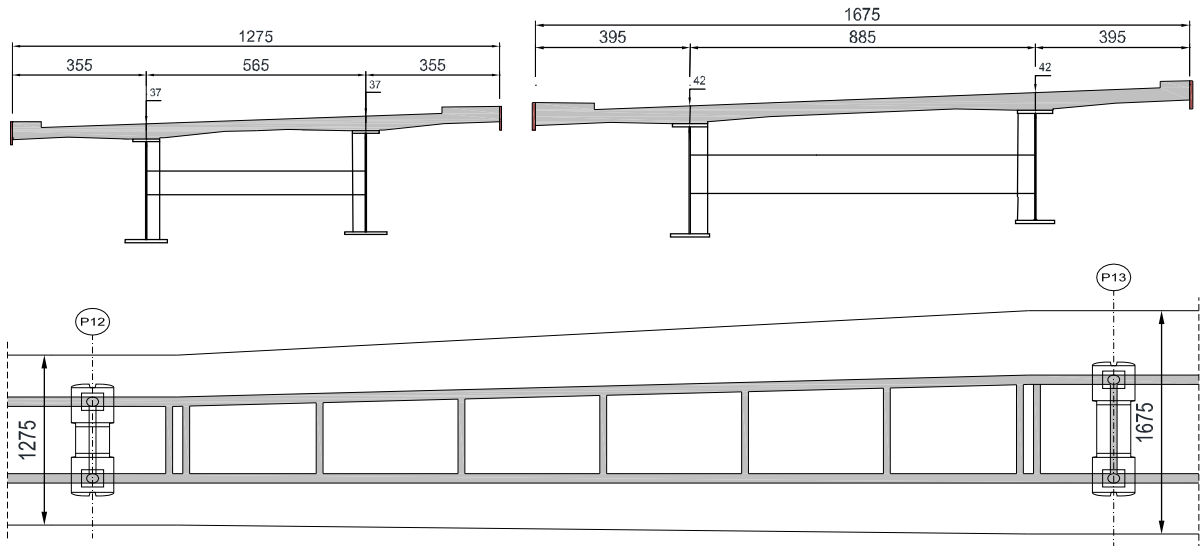


Figura 3 – Campata con allargamento impalcato



Figura 4 – Campata con allargamento impalcato



Figura 5 – Montaggio di intere campate pre-assemblate a terra e saldatura in quota

Viadotto	Carr.	N° campate	Luce campata tipica (m)	Larghezza soletta (m)	Lunghezza (m)	Superficie Totale (mq)
Cannemaschi	SX	3	40	16,75	100	1675
	DX	3	40	16,75	100	1675
Colombaia	SX	7	55	13,50/16,75	345	5039
	DX	7	55	13,50/16,75	345	4861
Fazio	SX	8	40	13,5	310	4185
	DX	8	40	13,50/16,75	310	4770
Gasena	SX	10	60	13,5	520	7020
	DX	9	60	13,5	480	6480
Pellegrino	SX	15	45/60	12,75/16,75	780	10335
	DX	15	45/60	12,75/16,75	780	11115
Petrusa 2	SX	1	50	13,5	50	675
	DX	1	50	13,5	50	675
Pioppo	SX	4	50	13,5	170	2295
	DX	4	50	13,5	170	2295
Rocca Daniele	SX	6	70	12,75/16,75	340	4875
	DX	6	70	12,75/16,75	340	4615
San Benedetto 3	SX	14	60	12,75/16,75	740	9755
	DX	14	60	12,75/16,75	740	9995
Scintilia	SX	8	60	13,5	410	5535
	DX	8	60	13,5	410	5535
Serra Cazzola 2	SX	8	45	12,75	320	4080
	DX	8	45	12,75	320	4080
Cavalcavia Svincolo Aquilata	Unica	1	43	12,5	43	538

Tabella 1



Figura 6 - Attrezzatura di getto nella fase di posa in opera delle armature

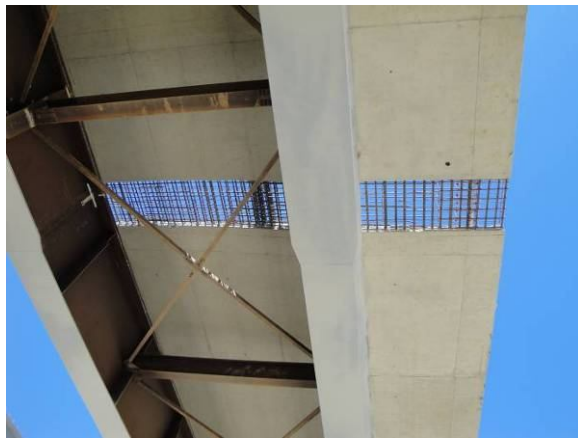
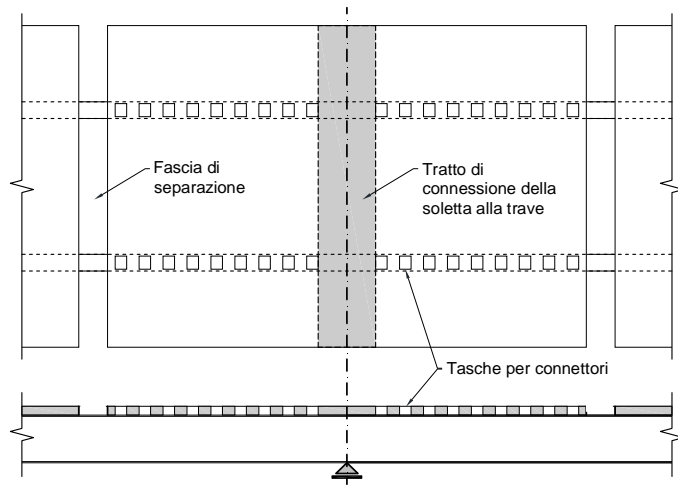


Figura 7 - Getto dei conchi di pila a connessione posticipata

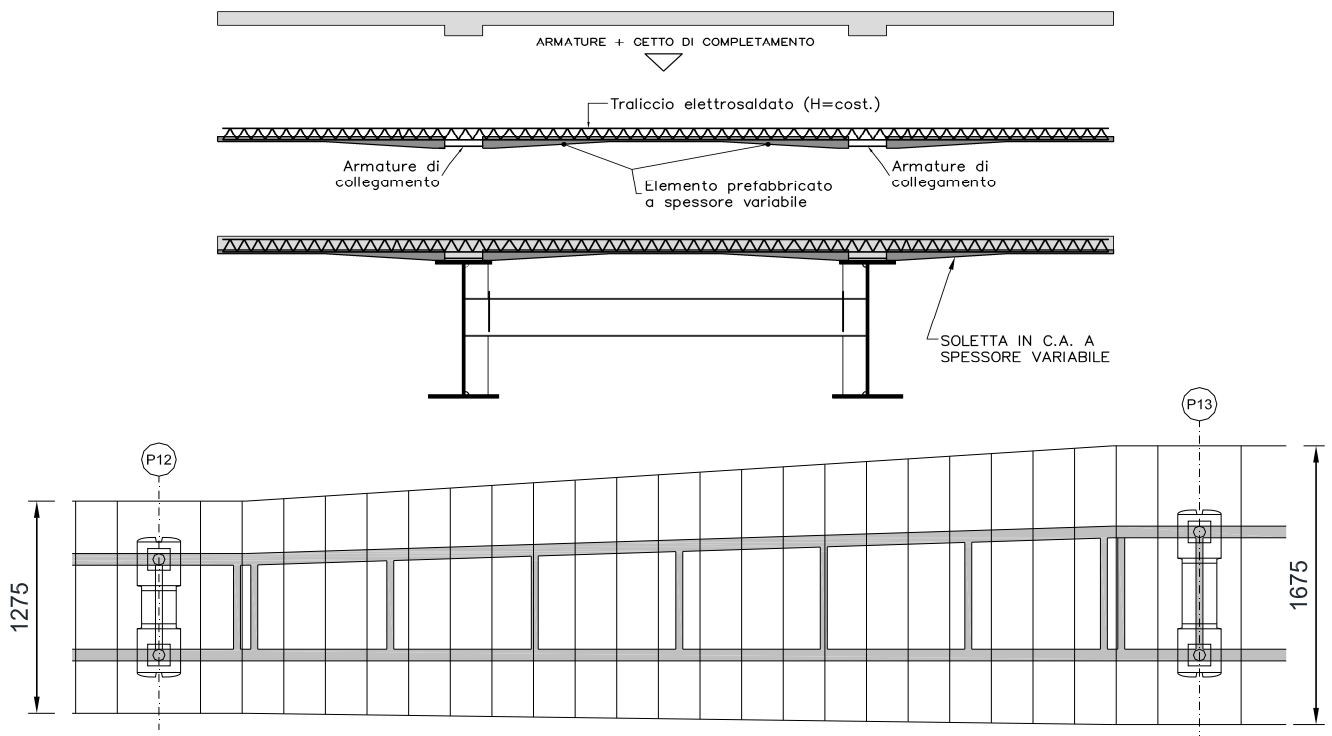


Figura 8 - Soletta parzialmente prefabbricata con predalle a spessore variabile

3. ASPETTI COSTRUTTIVI

In tutti i viadotti il montaggio della carpenteria metallica è avvenuto per sollevamento di intere campate, pre-assemblate a terra complete di traversi e controventi (Fig. 5).

Per la realizzazione della soletta sono state utilizzate due tecniche costruttive:

- a) getto su cassero mobile (Fig. 6);
- b) parziale prefabbricazione con predalle a spessore variabile (Figg. 8 e 9).

Il getto della soletta su cassero mobile è stato eseguito prevedendo l'impiego di un'attrezzatura per ogni viadotto e il montaggio delle armature direttamente sul cassero; la soletta è realizzata per tratti di 10-12 m, in avanzamento continuo, con una sequenza di un getto ogni due giorni.

Negli impalcati con luci superiori a 60 m, al fine di contenere le tensioni di trazione nel calcestruzzo nelle zone degli appoggi e controllare la fessurazione, è stata messa a punto una tecnica costruttiva che, pur procedendo in avanzamento, consente il getto dei tratti di soletta vicini agli appoggi senza realizzarne la connessione alle travi metalliche e ai conci di campata. In sostanza i conci di soletta a cavallo degli appoggi, grazie alla presenza di "tasche" non sigillate in cui sono raggruppati i connettori, sono mantenuti "flottanti"; la connessione è realizzata in una fase successiva con il getto delle "tasche" e dei conci di collegamento con i tratti di campata (Fig. 7).

I conci di soletta a connessione posticipata (conci di pila) hanno lunghezze di circa 20,00-25,00 m e sono realizzati con i seguenti accorgimenti:

- a) il cono di pila è separato da quello di campata da una striscia di circa 1,20 m, nella quale non si esegue il getto e si realizza la sovrapposizione delle barre longitudinali per interromperne la continuità (Fig. 7);
- b) il cono di pila è connesso alle travi metalliche solo a cavallo dell'appoggio per un tratto di circa 2 m; nella parte restante la soletta non è collaborante ed è libera di accorciarsi per effetto del ritiro. Le "tasche" non gettate hanno interasse di circa 1 m.

I getti di completamento (sigillatura delle tasche e delle fasce trasversali che separano i conci di pila con quelli di campata) sono eseguiti con calcestruzzo a ritiro compensato dopo aver realizzato la soletta nella campata successiva.

Per tener conto dell'indebolimento della sezione resistente della soletta per la presenza delle tasche, la resistenza minima allo scasso è stata portata a 35 MPa in luogo dei 25 MPa previsti per i conci standard.

Il secondo sistema costruttivo prevede la parziale prefabbricazione della soletta e cioè la realizzazione di predalle a spessore variabile da appoggiare direttamente alle travi metalliche (Brevetto DSD Srl). Gli elementi prefabbricati hanno una lunghezza di circa 2,40 m e la larghezza dell'impalcato (12,75 - 16,75 m). Nei tratti di impalcato a larghezza variabile, le predalle sono tutte diverse tra loro (Fig. 8).

Dopo la posa in opera degli elementi prefabbricati a spessore variabile si procede al montaggio delle armature e al getto di completamento.

Negli impalcati aventi larghezze di 16,50 m i getti sono stati realizzati con le seguenti sequenze:

- in direzione trasversale sono state gettate prima le due porzioni a cavallo delle due travi, al fine di rendere solidali le predalle, poi il tratto centrale ed infine i due sbalzi laterali;
- in direzione longitudinale sono stati gettati prima i conci di campata, poi quelli a cavallo degli appoggi.

Il sistema costruttivo con impiego di predalle a spessore variabile è risultato semplice ed economico e la sua applicazione a solette di grande larghezza (16,75 m) ha consentito significative economie, sia per quanto riguarda la carpenteria metallica che l'armatura trasversale in soletta.



Figura 9 - Costruzione e trasporto predalle a spessore variabile



Figura 10 – Viste dal basso e dispositivo di vincolo dinamico

Committente: ANAS

General Contractor: Epedocle Scpa, Ravenna

Project Manager Epedocle Scpa: Ing. Pierfrancesco Paglini, Ravenna

Progetto Preliminare e Definitivo: Technital Spa (Ing. Massimo Raccosta e Prof. Luigino Dezi)

Progetto Esecutivo: Systra Sotecnì Spa, Roma (Ing. Alberto Checchi e Ing. Stefano Niccolini)

Progetto Esecutivo di Dettaglio solette: DSD Dezi Steel Design Srl, Ancona

Direzione Lavori: Ing. Fulvio Giovannini, Roma

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Federico Murrone, ANAS Palermo

Collaudo Statico: Ing. Michele Adiletta e Ing. Roberto Mastrangelo, ANAS Roma

Bibliografia

[1] L. Dezi, F. Murrone, P. Paglini: Il viadotto serra Cazzola 1 sulla SS 640 “di Porto Epedocle”. Giornate AICAP 2014