

CAPITOLO 5

Estratto di “Strutture in acciaio precompresso”

5.4 Realizzazioni

Si riportano di seguito alcune tipiche realizzazioni di ponti e viadotti con sezione composta acciaio-calcestruzzo precompressa ed una breve descrizione degli stessi.

Lauffen bridge, Germania.

La figura 5.11 mostra le sezioni trasversali e longitudinali del ponte a Lauffen sopra il Neckar Canal. Questo ponte ha una campata di $34m$ e fu costruito nel 1955.

Il ponte è composto da due travi a sezione piena collegate ad un impalcato in c.a. Ciascuna trave in acciaio fu precompressa con quattro cavi rettilinei, ciascun cavo è formato da 52 fili di diametro 5.3 mm .

Dopo la costruzione dei controventi trasversali tra le travi, esse furono precomprese con martinetti idraulici, successivamente fu gettato l' impalcato. La precompressione ridusse la tensione al corrente superiore del 28% ed al corrente inferiore del 61%.

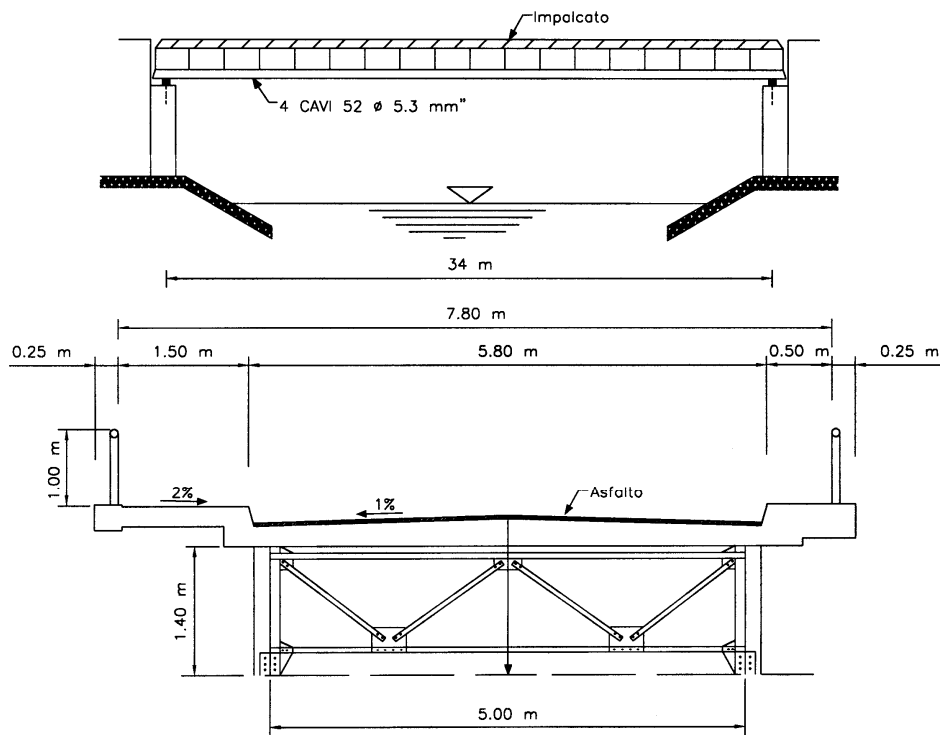


Figura 5.11 – Lauffen bridge, sezioni.

Ischl bridge, Austria.

Il primo ponte a sezione composta precompresso ad essere costruito in Austria fu ad Ischl nel 1961, esso ha una campata di 47 m . L'impalcato in c.a. ha una sezione trasversale di larghezza 5.20 m e spessore 22 cm . Le travi in acciaio sono distanti 3.00 m , figura 5.12.

Il ponte è precompresso con quattro cavi ancorati a delle pesanti travi trasversali posizionate alle estremità del ponte stesso.

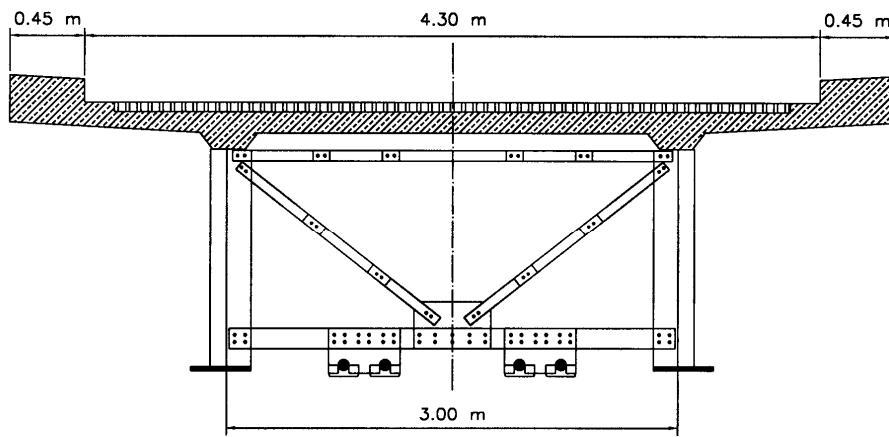
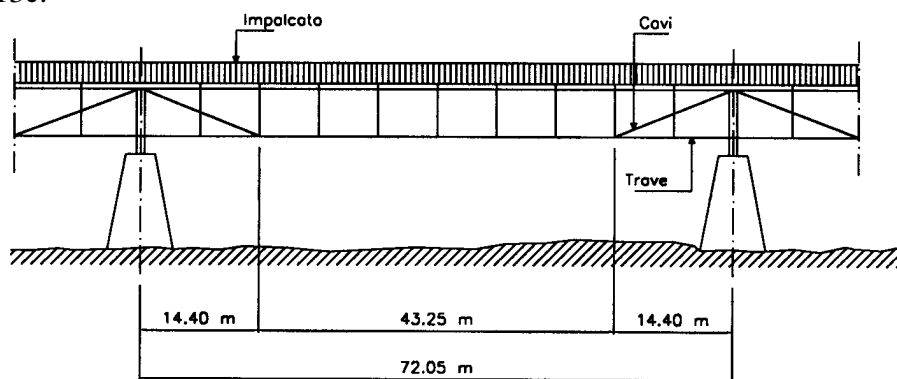


Figura 5.12 – Ischl bridge, sezione trasversale

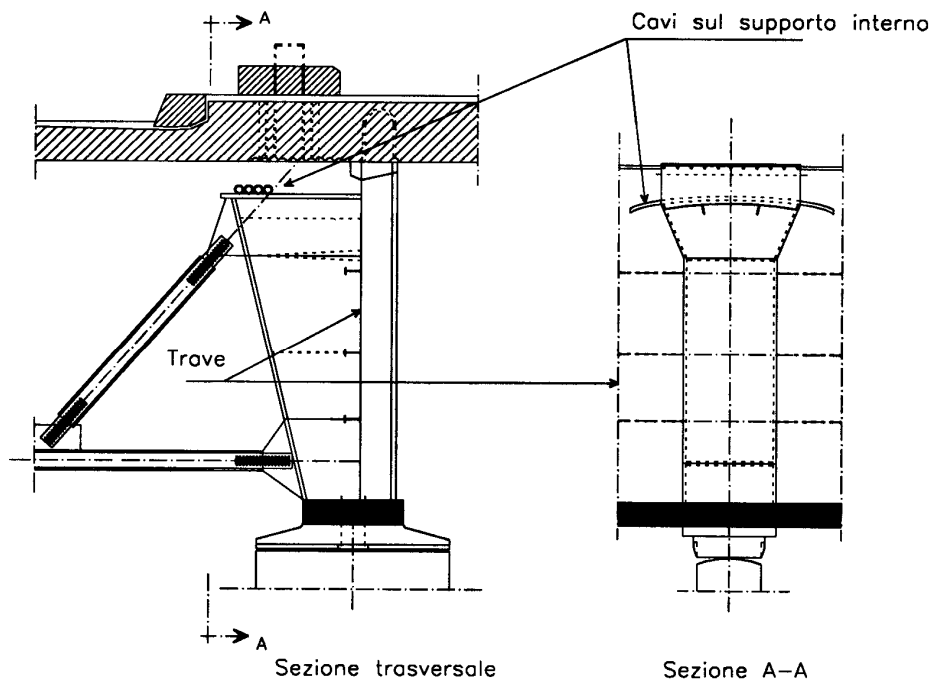
North Bridge Approaches at Dusseldorf, Germania.

Per le 6x72m campate a travata continua del ponte sopra il River Rein a Dusseldorf i cavi hanno una configurazione del tipo poligonale, figura 5.13a, portati da irrigidimenti trasversali progettati per resistere ai momenti torcenti dovuti all' attrito durante il tensionamento dei cavi.

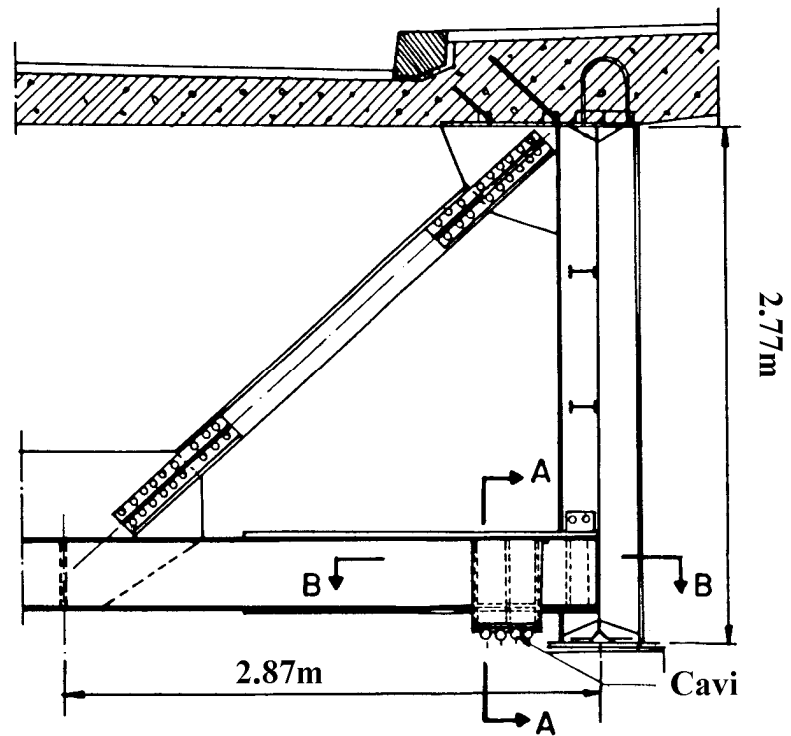
Ciascuna trave principale è precompressa da quattro cavi, che hanno una lunghezza totale di 470,18 m e diametro ciascuno di 7.18 cm . I cavi sono ancorati alla trave in acciaio ed inducono compressione nella trave stessa, in maniera simile ad un ponte strillato, figura 5.13b. Alcuni dettagli dei cavi in corrispondenza del corrente inferiore del ponte sono riportati nella figura 5.13c.



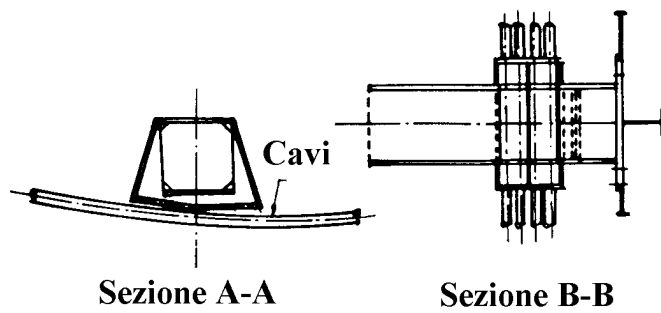
a) – Sezione longitudinale



b) – Dettagli appoggi intermedi



Sezione trasversale



Sezione A-A

Sezione B-B

c) – Dettagli campata mezzeria

Figura 5.13 – North Bridge approaches

Bois de Rosset Viaduct, Svizzera.

Il viadotto a travata continua di lunghezza complessiva 617 m fu costruito in Svizzera nel 1990.

Esso è formato da due travate parallele a sezione composta acciaio-calcestruzzo, ciascuna travata del tipo a cassone con impalcato in c.a. di larghezza *13 m*.

Per la precompressione longitudinale furono utilizzati cavi formati da trefoli rivestiti ed ingrassati all' interno di un tubo in polietilene successivamente iniettato, la zona di ancoraggio di ciascun cavo è incapsulata per mezzo di un tubo in acciaio successivamente riempito con uno speciale composto per la protezione contro la corrosione. Tale tecnologia, proposta da una ditta fornitrice svizzera, permette di avere cavi esterni che possono essere ispezionati, monitorati, ripresi e sostituiti; inoltre con l'uso del trefolo rivestito si riducono di molto le perdite per attrito.

Per il viadotto "Bois de Rosset" i cavi descritti, furono installati all' interno del cassone in acciaio e fatti passare sopra un massimo di cinque selle superiori e 10 inferiori per una lunghezza variabile da *196 m* a *216 m*, figura 5.14.



Figura 5.14 – Vista cassone e cavi di precompressione

Premio VSL 1992, Svizzera.

Il premio VSL 1992 fu assegnato al progetto di un ponte che combinava calcestruzzo, acciaio e precompressione in maniera veramente originale, figura 5.15.

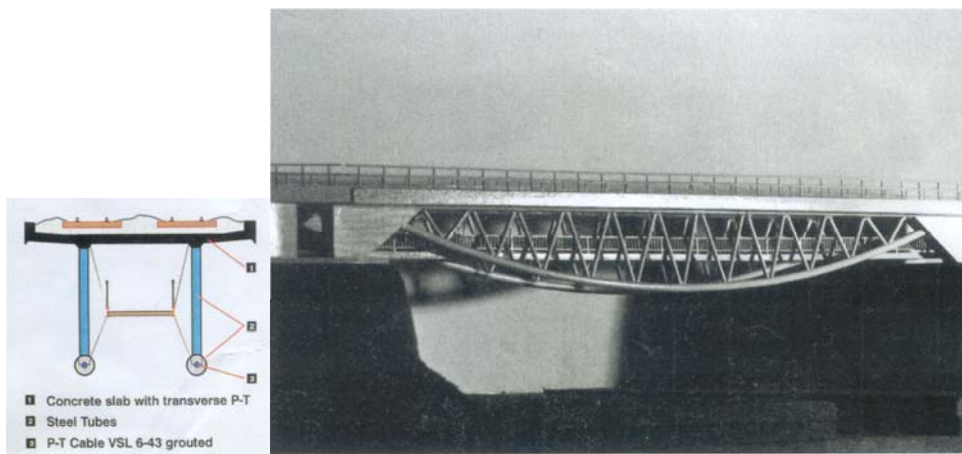


Figura 5.15 – Premio VSL 1992

Viadotto n° 10 della Strada a scorrimento veloce in variante alla S.S.18 tra la stazione di Vallo della Lucania e Policastro Bussentino, Italia (ing. Luigi Musumeci).

Il viadotto in appresso descritto è il viadotto n° 10 della strada a scorrimento veloce in variante alla S.S. 18 tra la stazione di Vallo della Lucania e Policastro Bussentino costruito nell'anno 1992. Si riportano di seguito le premesse alla relazione di calcolo del viadotto.

Il viadotto n° 10 si sviluppa per una lunghezza lineare di ml.220, fig. 5.16, attraversando terreni costituiti da formazione Flyscioide di Ascea e con coltre superiore, di spessore variabile, costituita da materiale detritico di frana.

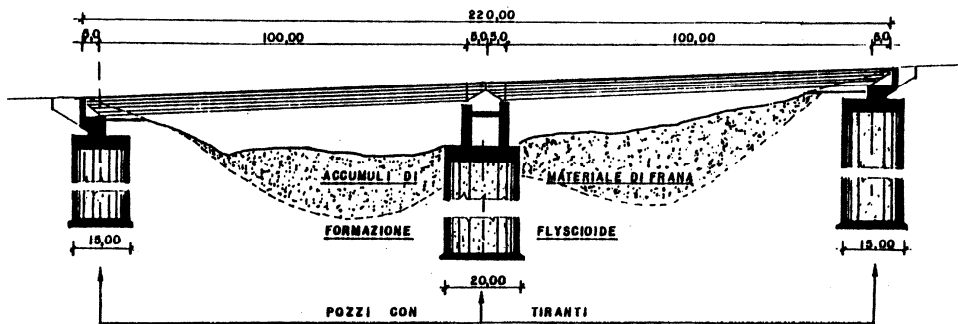


Figura 5.16 – Profilo longitudinale

Poiché dopo lunghe osservazione da parte della D.L. è risultato che le uniche zone atte a fondazioni che diano una certa garanzia risultano essere ubicate fra loro a circa ml. 110 di distanza le une dalle altre, si propone di scavalcare la zona interessata dal detrito di frana eseguendo un viadotto con due luci da ml.110.

Tali luci consiglierebbero una soluzione iperstatica, ma poiché anche le zone dichiarate stabili (costituite a loro volta da Flysch argillitico) non danno assoluta sicurezza sulla possibilità di spostamenti, si ritiene più idonea una struttura isostatica.

Tale struttura infatti dà maggiore affidamento in casi di spostamenti della formazione e conseguenti spostamenti sia orizzontali che verticali delle strutture.

Una struttura in c.a.p. isostatica su luci dell'ordine citato comporterebbe sia costi elevati che perplessità sulla costruzione della stessa.

Si è ritenuto pertanto di prevedere l'impiego di strutture miste acciaio-calcestruzzo ricorrendo alla precompressione al lembo inferiore delle travate per ridurre l'altezza delle stesse e contenerne il costo relativo.

E' da tenere presente inoltre che una struttura come quella proposta oltre a comportare pesi totali minori può consentire spostamenti di ripresa sia verticali che orizzontali, per ripristinare gli allineamenti originari con costi e tempi di intervento modesti.

Il viadotto della larghezza di ml. 14,25 è composta da due luci di ml. 100 con sbalzi di estremità da ml. 5,00 in modo da consentire una luce complessiva di ml. 220 e quindi con scavalcamento totale della zona di frana, fig. 5.17.

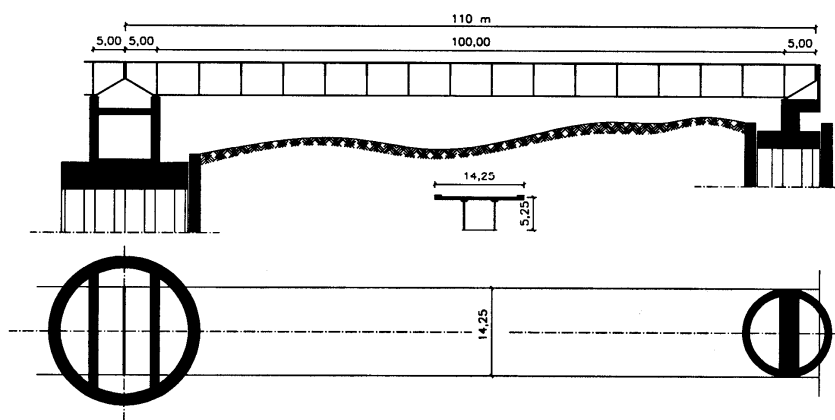


Figura 5.17 – Prospetto e pianta

Il sistema proposto consiste in una trave a cassone a sezione chiusa su luce di ml. 100 presollecitata con cavi rettilinei in acciaio armonico. La soletta di impalcato, che completa la sezione, non è precompressa ed è realizzata mediante lastre prefabbricate in c.a. posizionate sulla struttura metallica. La precompressione, limitata alle strutture in ferro ed eseguita in opera, è effettuata mediante cavi di acciaio armonico a tracciato rettilineo. Tali cavi, di lunghezza variabile, sono disposti come richiesto dal comportamento statico della struttura, fig. 5.18.

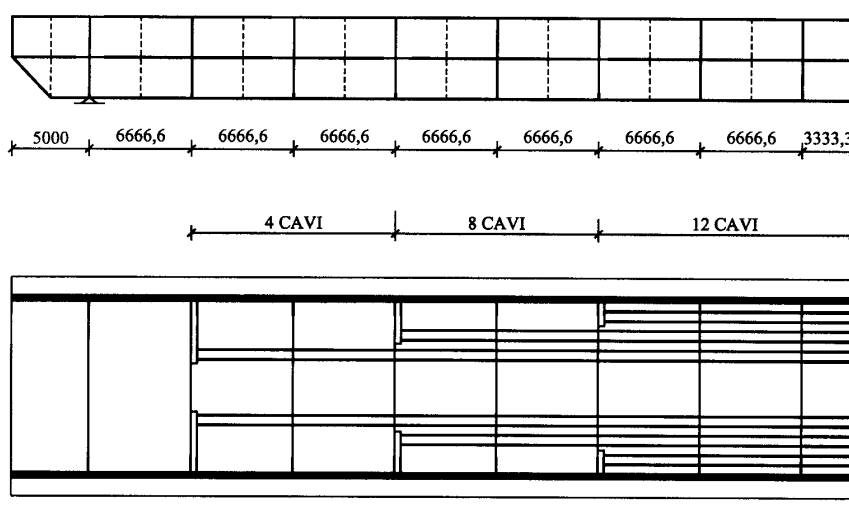


Figura 5.18 – Precompressione travata in acciaio

Per i cavi è stata prescelta la soluzione di cavi esterni, soluzione che consente sia di eliminare la controsoletta che di sostituire i cavi stessi in caso di necessità.

I cavi in numero di 12, composti ognuno da 12 trefoli da 0,6'' sono contenuti in tubi di poliestere rigido da 96/90mm.

Particolari dispositivi di ancoraggio sono ricavati nella parte inferiore del cassone in corrispondenza dei trasversi di irrigidimento.

Le testate di ancoraggio tipo 6/12 della V.S.L. sono semplificate rispetto alla soluzione in c.a.p. per la eliminazione della contropiastra e del frettage. E' da notare che il sistema di precompressione risulta molto semplice dal punto di vista esecutivo e che gli sforzi di precompressione sono quasi totalmente sfruttati perché le perdite si limitano sostanzialmente a quelle indotte dal rilassamento dell'acciaio.

L'esecuzione della soletta di impalcato è prevista con lastre da ml. 5,25 x 6,46 per la zona centrale e di ml. 3,06 x 6,46 per gli sbalzi.

Eseguita la sigillatura dei giunti di soletta, con malta antiritiro, la soletta potrà ritenersi collaborante con la struttura in acciaio, fig. 5.19.

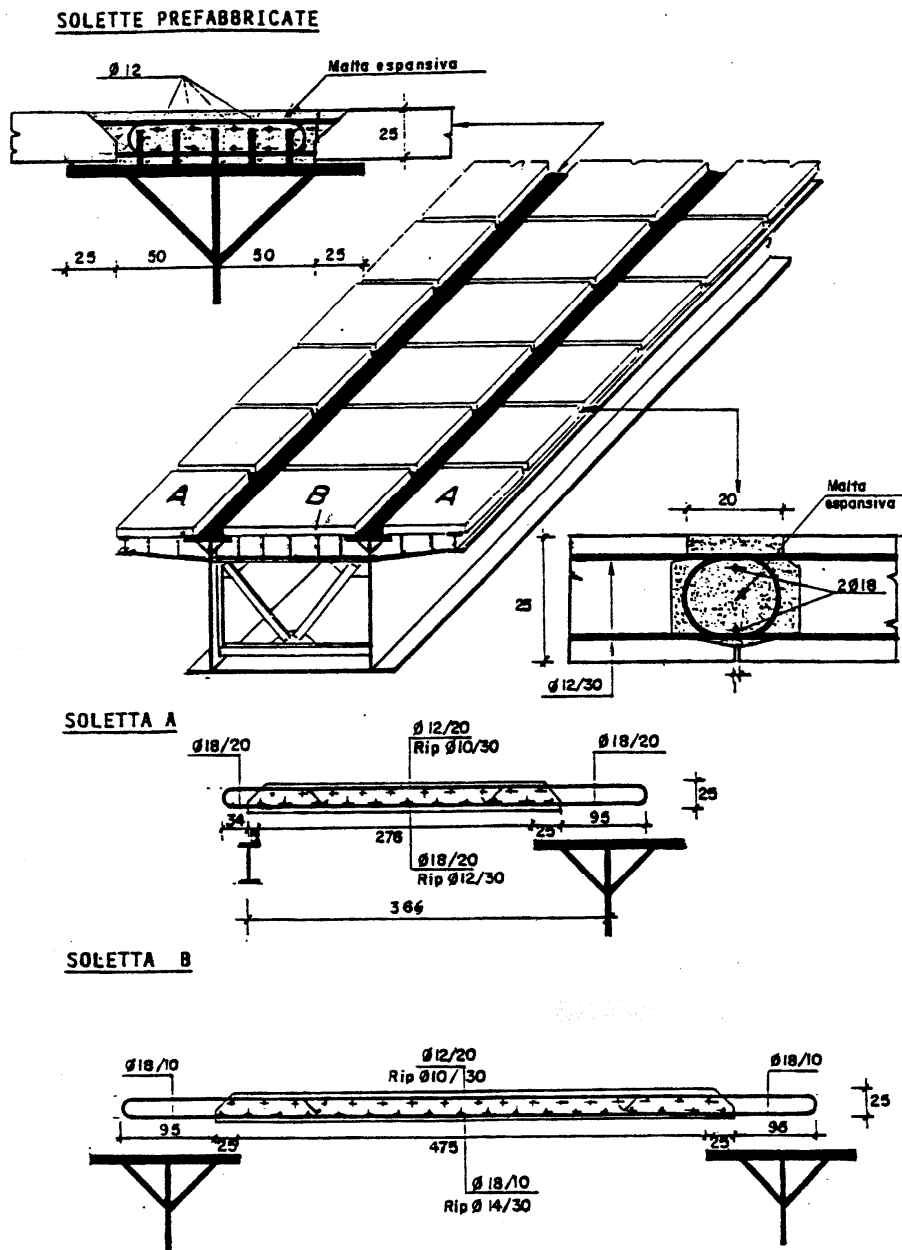


Figura 5.19 – Solette prefabbricate

Agli effetti dell'efficienza della collaborazione è essenziale, però, che il posizionamento dei collettori sia di tipo continuo ed evitare scorrimenti trave soletta, garantendo peraltro la conservazione delle sezioni piane.

La sequenza delle fasi costruttive, fig. 5.20, e di montaggio è stata prevista come di seguito descritto:

Prima fase: le travate metalliche sono appoggiate sulle sottostrutture in posizione definitiva.

Seconda fase: si procede alla posa delle solette prefabbricate.

Terza fase: si effettua la presollecitazione della travata.

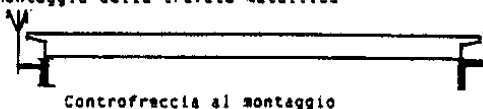
Quarta fase: si procede alla sigillatura delle lastre di soletta.

Quinta fase: l'impalcato viene completato con la posa dei cigli, dei guardavia e della pavimentazione.

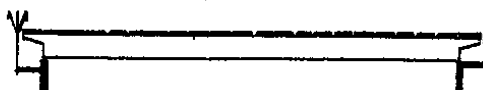
Sesta fase: apertura al traffico.

FASI DI COSTRUZIONE

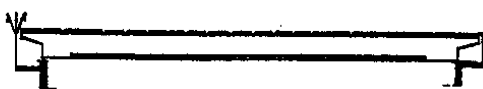
I° Fase: Montaggio della travata metallica



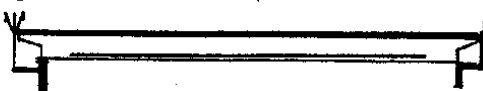
II° Fase: Posa della soletta prefabbricata



III° Fase: Presollecitazione della travata metallica



IV° Fase: Sigillatura delle lastre prefabbricate in c.a.



V° Fase: Esecuzione della pavimentazione ed opere complementari

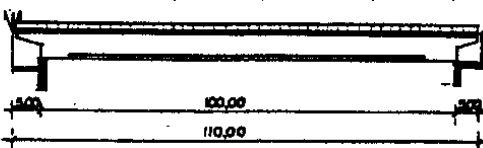


Fig. 5.20 – Fasi di montaggio

Il comportamento statico della struttura è quindi estremamente chiaro. Infatti gli stati tensionali prodotti dai carichi nelle fasi 1-2-3-4 sono sopportati dalla struttura metallica mentre nelle fasi successive 5 e 6 reagisce il sistema composto acciaio calcestruzzo.

La soluzione strutturale proposta ha quindi la semplicità costruttiva delle strutture appoggiate con prefabbricazione totale sia della travata metallica che delle solette consentendo inoltre:

- la riduzione quasi totale di opere provvisorie;
- l'eliminazione degli effetti da ritiro;
- la riduzione degli effetti di viscosità.

Scelta del coefficiente di omogeneizzazione.

Fasi 1-2-3-4: è reagente la sola travata si adotta pertanto $N = \infty$.

Fase 5: si adotta $N = 12$.

Fase 6: si adotta $N = 6$.

Materiali:

Acciaio per carpenteria metallica	Fe510	380 Kg/mq
Acciaio da precompresso	Trefoli da 0,6''	4,5 Kg/mq
Calcestruzzo soletta	Rbk 400	0,237 mc/mq
Acciaio in barre per c.a.	Feb 44K	32 Kg/mq.

Si riportano di seguito alcune immagini del viadotto in costruzione ed a completamento avvenuto.



Figura 5.21 – Varo trave a cassone e posa solette in c.a.

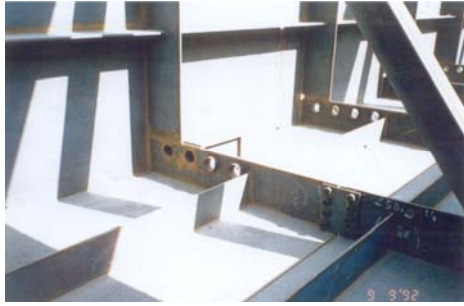


Figura 5.22 – Fori passaggio cavi e particolare ancoraggi



Figura 5.23 – Ancoraggi cavi iniettati



Figura 5.24 – Variazione numero cavi lungo la trave



a)



b)

Figura 5.25 – Viadotto ultimato

5.5 Conclusioni

I risultati teorici sono stati ampiamente confermati dalla verifica sperimentale e dalle realizzazioni esistenti.

La sperimentazione anche se effettuata in condizioni disagiate ha fornito dei risultati pienamente attendibili che denotano essenzialmente due fatti, ovvero:

- 1) la superiorità in termini di resistenza e di deformabilità delle strutture in Acciaio Precompresso rispetto ad analoghe tipologie strutturali;*
- 2) l'economicità e la semplicità di esecuzione della tecnologia proposta.*

In definitiva è mia ferma convinzione che le strutture in Acciaio Precompresso troveranno presto una rapida diffusione in settori sempre più importanti del mondo delle costruzioni.