

Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico Orientale  
Porti di Trieste e Monfalcone

PROGETTO AdSP n° 1949

## Componenti di intervento nel progetto di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII nel porto di Trieste

CIG: 9192064b2b - CUP: C94E21000270001

PROGETTISTA:



F&M Ingegneria Spa  
Via Belvedere 8/10  
30035 - Mirano (VE)



Haskoning-DHV Nederland B.V  
P.O. Box 1132  
3800 BC Amersfoort  
The Netherlands



HMR srl  
Piazzale della Stazione 7  
35131 - Padova (PD)



SQS srl  
Viale della Terza Armata 7  
34123 - Trieste (TS)

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Eric Marcone

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

NOME FILE: 1949\_PFTE\_L1\_STR\_r008\_02\_00.doc

SCALA: -

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE ALLUNGAMENTO VIE DI CORSA  
B5001-B5002 E B7001-B7002**

ELABORATO:

**L1\_STR\_r008**

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	07/06/2023	RISCONTRO OSSERVAZIONI REG_PROT-0008501	A.M.	C.S.	T.T.



## Sommario

<b>SOMMARIO</b> .....	<b>1</b>
<b>1 PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>2 LA SOLUZIONE PROGETTUALE PER LE TRAVI PORTA - ROTAIE ESISTENTI</b> .....	<b>3</b>
<b>3 LE MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ALLUNGAMENTO DELLE TRAVI PORTA – ROTAIE NELLE VARIE CONFIGURAZIONI</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1 CONCEZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI</b> .....	<b>6</b>
<b>3.2 NORMATIVE</b> .....	<b>6</b>
<b>3.3 VIE DI CORSA B5001 – B5002</b> .....	<b>7</b>
<b>3.4 VIE DI CORSA B7001 – B7002</b> .....	<b>9</b>
<b>4 MATERIALI</b> .....	<b>11</b>



## 1 PREMESSA

Nell'ambito degli interventi di ammodernamento infrastrutturale e funzionale del terminal contenitori del Molo VII, la stazione appaltante ADSP ha chiesto di sviluppare la progettazione a livello di studio di fattibilità tecnico – economica del prolungamento delle travi porta rotaia per gru RMG relativamente a due coppie di rotaie e per la massima estensione possibile.

L'intervento è planimetricamente individuato dai due riquadri in fig. 1.

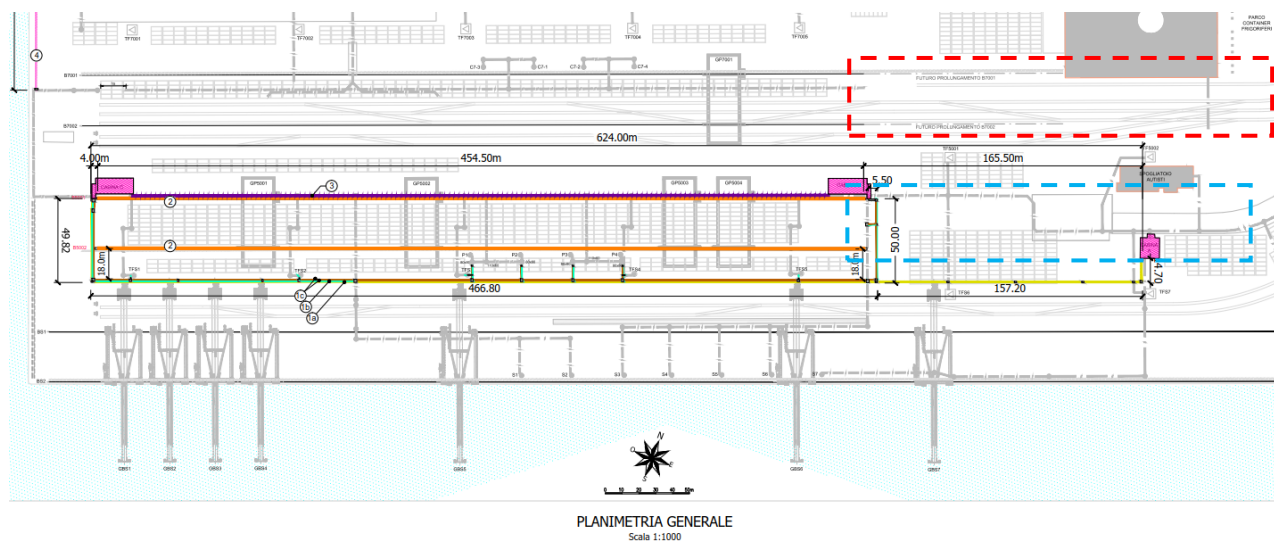


Figura 1: individuazione delle zone di ubicazione delle due coppie di rotaie per gru RMG

L'estensione lineare dell'intervento è valutabile in 274m per la coppia di rotaie a sud (allineamenti denominati B5001 e B5002, riquadro azzurro) e 294m per la coppia di rotaie più a nord (allineamenti denominati B7001 e B7002, riquadro rosso).

Naturalmente, la conformazione geometrica e costruttiva della banchina esistente condiziona in maniera decisiva gli interventi possibili per rendere adatto l'impalcato a supportare i carichi delle ruote delle gru. Per tale ragione, il progetto di prolungamento ripropone, con i necessari adattamenti, le stesse soluzioni tecniche che caratterizzano le travi porta rotaie attuali.

Come già ricordato nella relazione generale sulle strutture, la banchina è stata realizzata in due fasi successive: la prima fase risale alla seconda metà degli anni '60 mentre il completamento verso sud, relativo ad una ulteriore fascia larga 150m e realizzato in due lotti funzionali con tecniche costruttive molto simili, risale agli anni 1988-1999. La coppia di rotaie più a nord ricade sulla banchina più datata, con una rotaia proprio sul confine fra i due interventi; la coppia di rotaie più a sud ricade interamente sulla zona di banchina più recente.

Per una descrizione estesa della soluzione tecnica costruttiva della banchina, si veda la relazione generale sulle strutture; pur essendo la soluzione strutturale delle due banchine simile, vi sono alcune differenze di dettaglio che richiedono un adattamento della soluzione ai casi specifici.



## 2 LA SOLUZIONE PROGETTUALE PER LE TRAVI PORTA - ROTAIE ESISTENTI

Fra i disegni storici a disposizione relativi al progetto di ampliamento, sono stati ritrovati quelli relativi alle travi porta – rotaie. La soluzione adottata prevede di alloggiare fra le nervature di bordo di due piastre prefabbricate contigue una trave in calcestruzzo armato precompresso gettata in opera, con una parte sopra – sporgente rispetto all’estradosso dell’impalcato sulla quale trova alloggio la rotaia. La trave così realizzata naturalmente collabora, per congruenza di spostamenti, con le due nervature perimetrali delle piastre, che in prima fase fungono anche da cassero per il getto.

La precompressione è data mediante barre ad alta resistenza tipo diwydag, utilizzate del resto anche per la precompressione delle piastre prefabbricate.

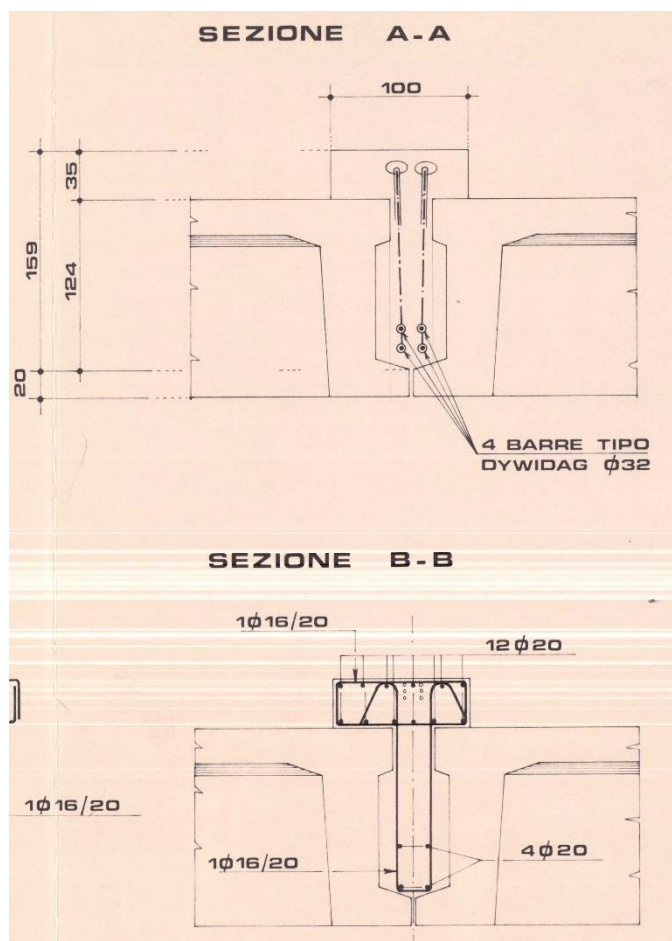


Figura 2: sezioni trasversali.

La sezione A-A mostra la posizione delle barre di precompressione nell'alloggiamento fra le due nervature prefabbricate. La sez. B mostra le armature lente

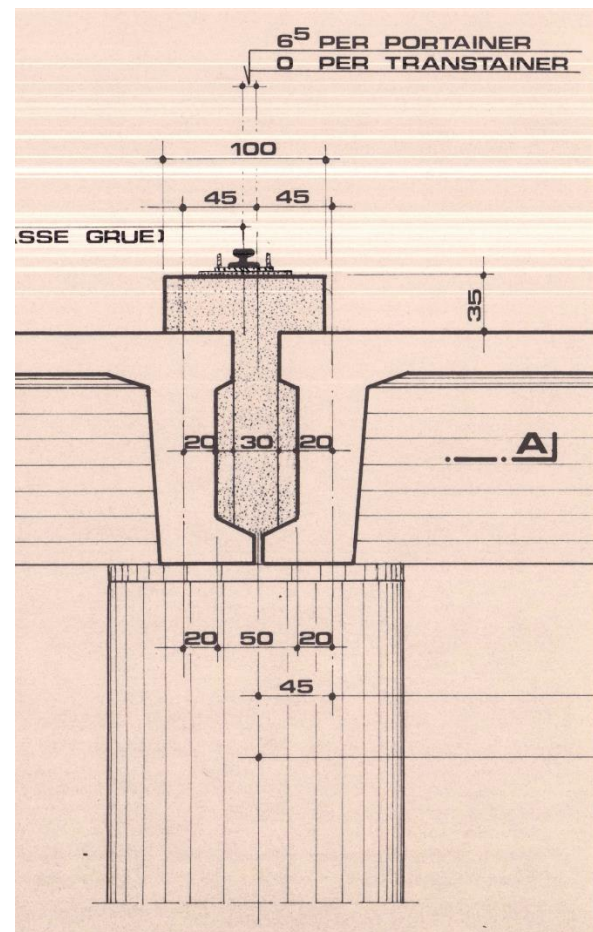


Figura 3 . Sezione trasversale funzionale, con posizionamento della rotaia.

La precompressione longitudinale ha l’andamento tipico delle travi semplicemente appoggiate, congruente con lo schema statico considerato per le piastre nervate prefabbricate, anche se sui nodi sopra al palo sono presenti barre corte che solidarizzano localmente le piastre. L’andamento longitudinale delle barre è “incrociato”: sono previste testate fisse ancorate nella parte bassa della trave, e testate a tendere in sommità.



L'armatura lenta passante sopra i pali fornisce comunque un certo grado di continuità a momento negativo sopra i pali; sono previsti anche ferri inclinati per l'assorbimento del taglio.

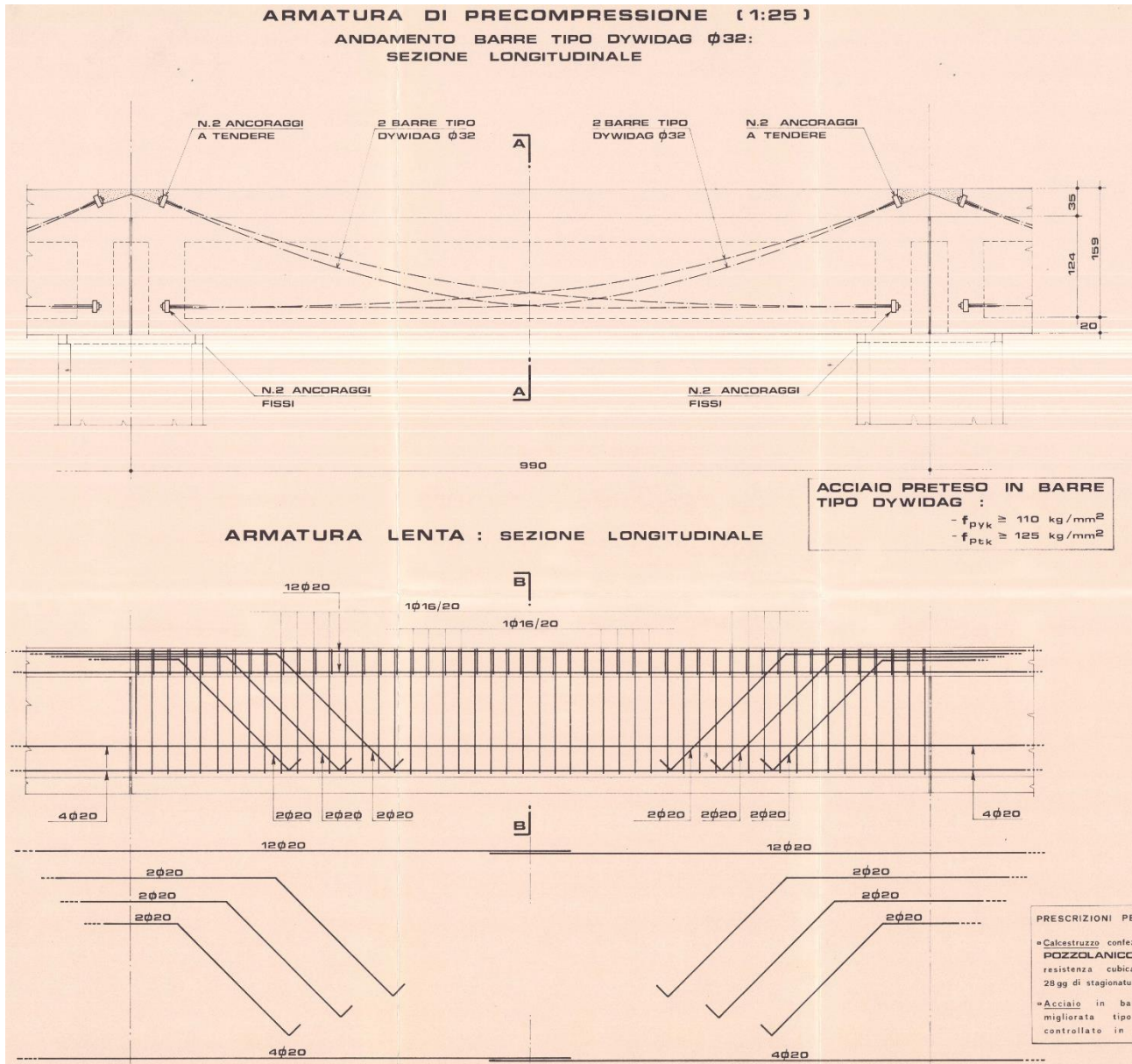


Figura 4: andamento della precompressione longitudinale a barre diwydag (sopra) e dell'armatura lenta in acciaio ad adherenza migliorata Fe b 44 k controllato (sotto)

Come detto, le piastre prefabbricate della parte più vecchia sono leggermente differenti nella sagomatura delle nervature rispetto alle piastre più recenti.

Nelle zone al di fuori delle travi porta rotaia, le sezioni in corrispondenza di due piastre contigue, dove dovranno essere realizzate le travi porta rotaia in prolungamento, sono le seguenti:

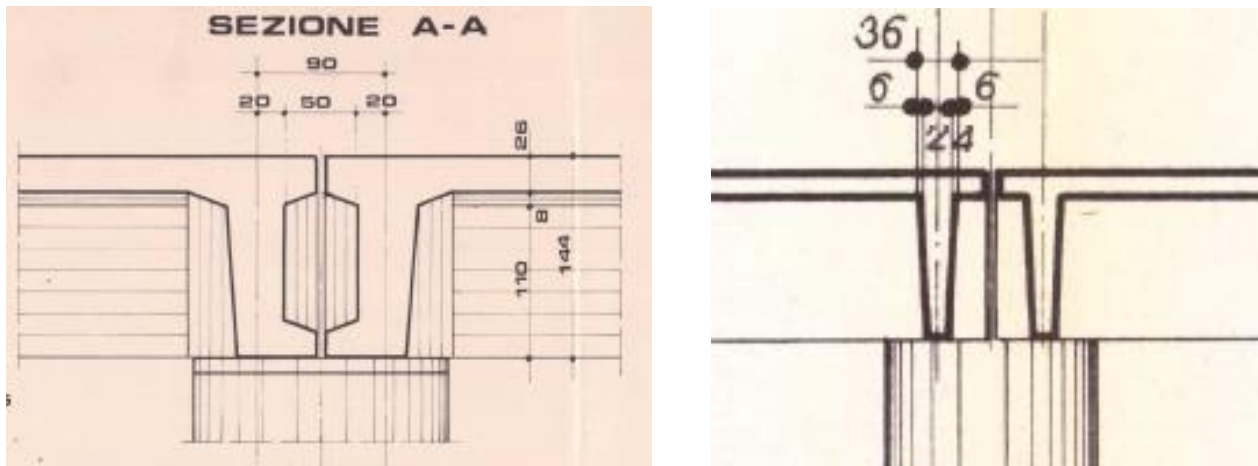


Figura 5: sezioni trasversali nella zona di transizione fra due piastre nervate prefabbricate; a sinistra la parte relativa all'ampliamento, a destra la parte più vecchia. Si nota chiaramente la differente sagoma delle nervature.

Una ulteriore differenza è costituita dal fatto che uno degli allineamenti delle rotaie cade in corrispondenza della zona di confine fra la banchina pre-esistente e quella in ampliamento; in tale zona la trave porta-rotaia è realizzata fra una nervatura delle piastre prefabbricate e una trave di bordo banchina, come illustrato nella figura che segue.

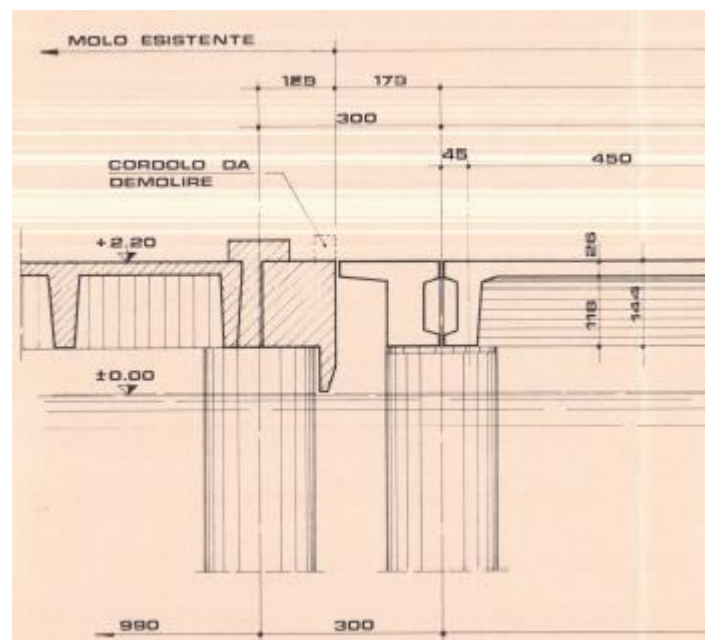


Figura 6: sezione trasversale in corrispondenza della zona di confine fra banchina preesistente e banchina in allargamento.



### **3 LE MODALITÀ ESECUTIVE DELL'ALLUNGAMENTO DELLE TRAVI PORTA – ROTAIE NELLE VARIE CONFIGURAZIONI**

#### **3.1 Concezione generale degli interventi**

Si prevede di replicare le soluzioni già adottate in sede di progetto e realizzazione dell'esistente, descritte al capitolo che precede; le particolari condizioni geometriche ed operative non lasciano infatti altre alternative praticabili.

A differenza delle procedure costruttive originali, che utilizzavano un varco superiore a livello di soletta per l'alloggiamento della trave porta – rotaia già previsto a progetto, qui è necessario realizzare il varco mediante taglio dello sbalzetto di estremità parallelamente alla nervatura.

Per il resto, la soluzione originale può essere conservata anche in termini di disposizione di dettaglio delle armature lente e di precompressione, non essendo segnalata una variazione dei carichi di servizio (reazioni delle ruote delle gru). Naturalmente, in sede di progetto definitivo – esecutivo sarà necessario condurre le calcolazioni in accordo con le normative vigenti, ed eventualmente adattare le armature di conseguenza. Un ulteriore adattamento potrà essere costituito dalla adozione, se costruttivamente più conveniente, di cavi a trefoli entro guaine piuttosto che barre tipo diwydag; essendo i trefoli costituiti di acciaio armonico più performante, una barra  $\varnothing 32$  può essere sostituita approssimativamente da un cavo a 5 trefoli, generalmente più maneggevole.

Si riportano di seguito (par. 3.3, 3.4 e 3.5) le fasi costruttive per le diverse vie di corsa.

#### **3.2 Normative**

Anche se le banchine sono state originariamente progettate con le normative dell'epoca, ogni integrazione deve presentare i livelli di sicurezza delle norme attuali. Si farà quindi riferimento a:

- D. Min. Infrastrutture e Trasporti 17/1/2018: Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018)
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21/1/2019 nr. 7: Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2018.

Per quanto non direttamente disponibile nelle norme citate, si potrà fare riferimento agli Eurocodici pertinenti nella più recente edizione disponibile.

Riguardo alle indicazioni di cui al cap. 8 "Costruzioni esistenti", l'intervento di inquadra certamente come "Intervento locale" che estende linearmente una prestazione funzionale già presente (funzione di trave porta – rotaia) ma non comporta:

- variazioni significative dei carichi permanenti e di masse sismiche
- variazioni di schemi statici o modifiche di rigidità che incidano sul comportamento sismico della struttura
- variazione della classe d'uso.

La progettazione dell'intervento non richiede quindi una valutazione della sicurezza globale (NTC cap. 8.3), ma solamente degli interventi locali.



### 3.3 Vie di corsa B5001 – B5002

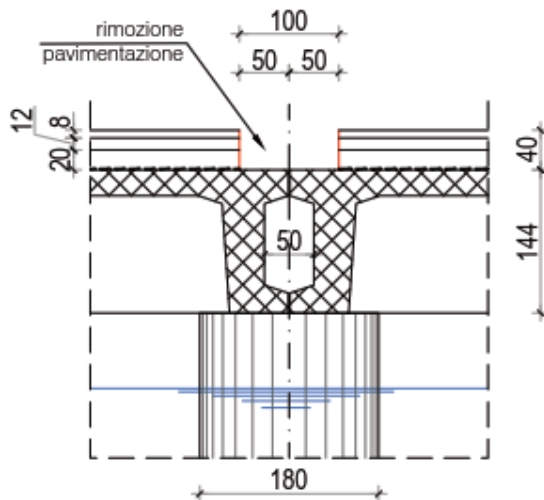
Si tratta della situazione tipica sulla banchina più recente, realizzata in ampliamento. In questo caso, il getto integrativo è facilitato dalla sagoma delle nervature perimetrali delle lastre, che fungono anche da cassero.

#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

SCALA 1:20

##### FASE 1

- Taglio e rimozione della pavimentazione e dello strato di ballast
- Rimozione della piastra di carico sul giunto

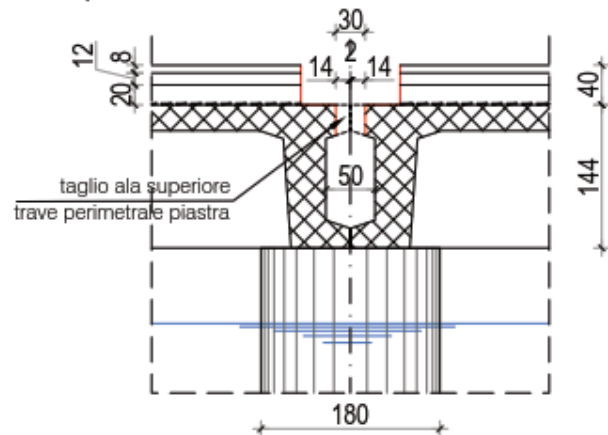


#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

SCALA 1:20

##### FASE 2

- Taglio delle ali superiori delle travi perimetrali della piastra
- Idropulizia e pulizia della cavità da preparare per la posa dell'armatura integrativa lenta e di precompressione
- Idroscarifica della cavità per aumentare la scabrezza superficiale

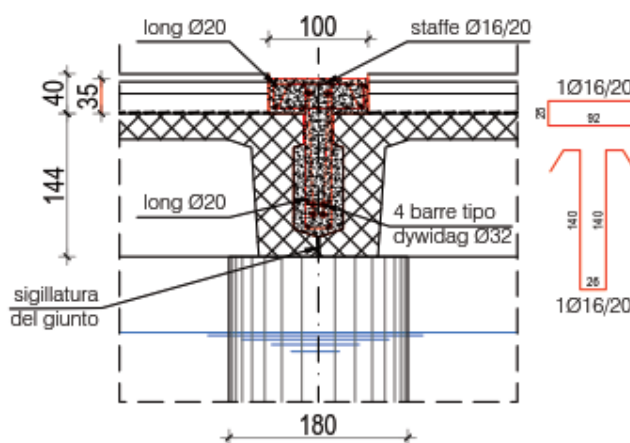


#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

SCALA 1:20

##### FASE 3

- Sigillatura del giunto con schiuma poliuretanicca
- Posa dell'armatura lenta: staffe  $\varnothing 16/20$  + long  $\varnothing 20$
- Posa delle barre di precompressione 4 barre dywidag  $\varnothing 32$
- Getto della trave con calcestruzzo classe C35/45

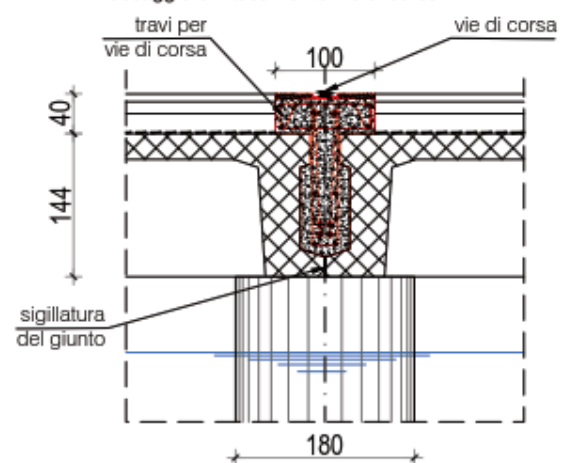


#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B5001-B5002

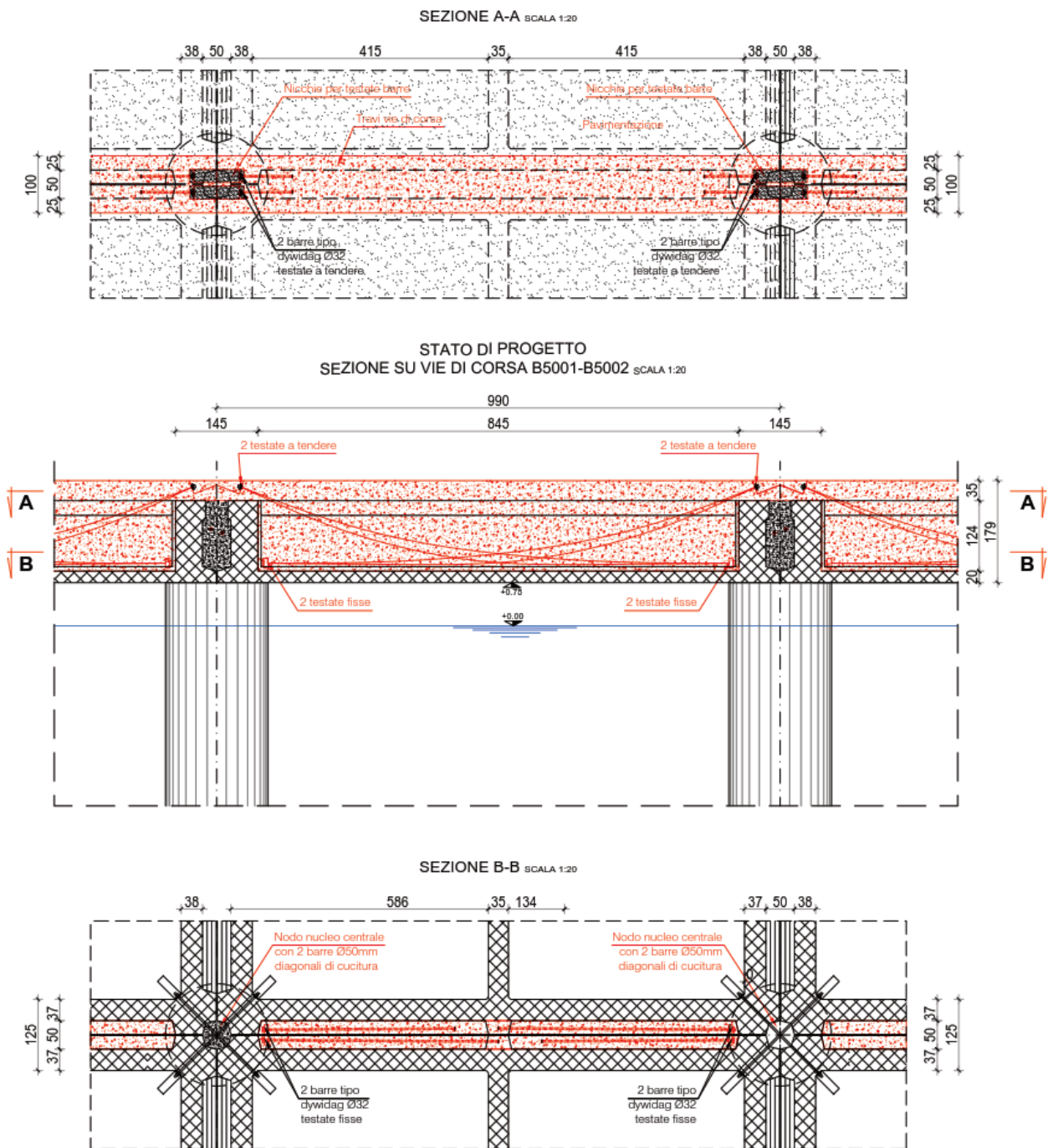
SCALA 1:20

##### FASE 4

- Dopo adeguata maturazione del calcestruzzo tesatura delle barre dywidag.
- Posa dei binari delle vie di corsa delle gru
- Bloccaggio e intasamento vie di corsa.







Rispetto alla situazione di progetto, in cui il getto della trave all'interno dell'alloggiamento fra due nervature era eseguito contemporaneamente al getto integrativo sopra le teste dei pali, in questo caso l'alloggiamento delle armature e dei cavi di precompressione deve tener conto che il calcestruzzo sopra i pali è già presente e non può, per evidenti ragioni, essere rimosso.



### 3.4 Vie di corsa B7001 – B7002

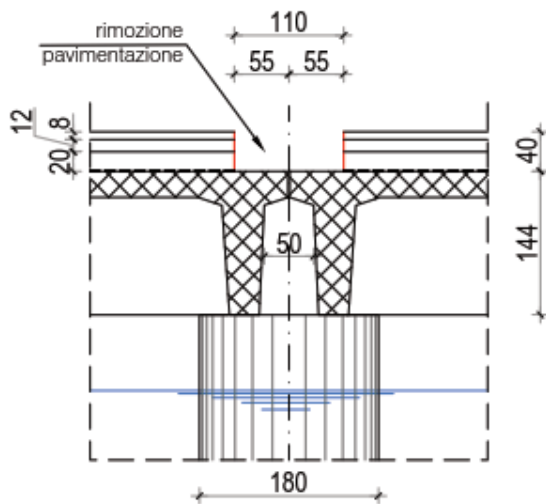
Si tratta della situazione tipica sull'impalcato più vecchio. La differenza dal caso precedente è essenzialmente costituita dalla differente sagoma delle nervature, che non presentano un martello inferiore. Il getto della trave deve quindi essere sostenuto da un cassero orizzontale inferiore, che può essere "appeso" alle nervature. Vi è poi una ulteriore differenza fra l'allineamento B7001 (tipico) e B7002, che interessa la zona di transizione fra la prima banchina e quella in ampliamento.

#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

##### FASE 1

- Taglio e rimozione della pavimentazione e ballast
- Rimozione della piastra di carico sul giunto

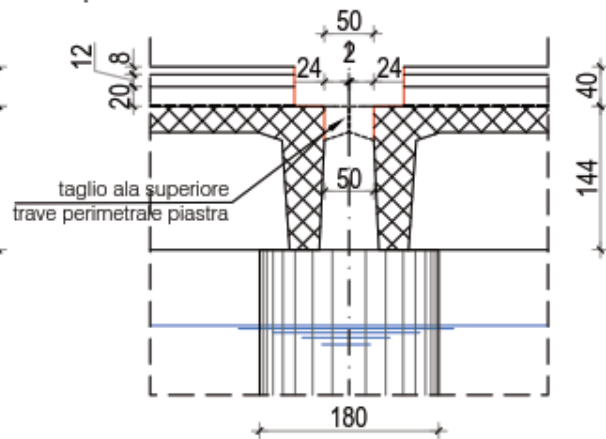


#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

##### FASE 2

- Taglio delle ali superiori delle travi perimetrali della piastra
- Idropulizia e pulizia della cavità da preparare per la posa dell'armatura integrativa lenta e di precompressione
- Idroscarifica della cavità per aumentare la scabrezza superficiale

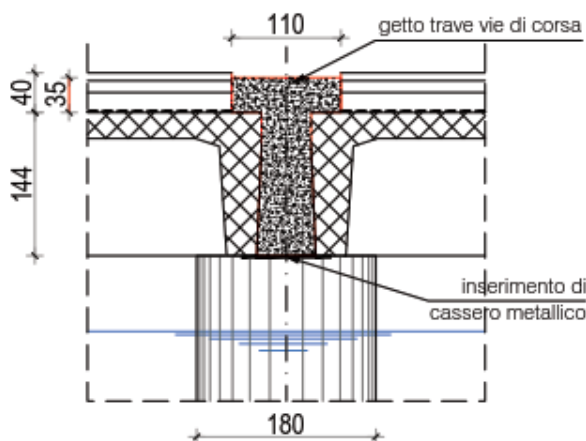


#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

##### FASE 3

- Inserimento cassero metallico fissato intradosso travi
- Posa dell'armatura lenta
- Posa delle barre di precompressione
- Getto della trave con calcestruzzo classe C35/45

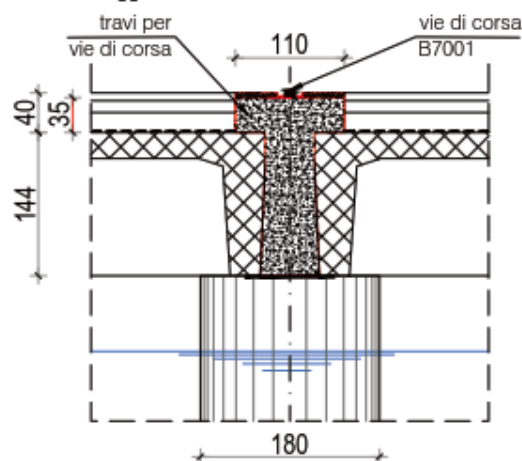


#### STATO DI PROGETTO - SEZIONE SU TRAVI VIE DI CORSA B7001

SCALA 1:20

##### FASE 4

- Dopo adeguata maturazione del calcestruzzo tesatura delle barre dywidag.
- Posa dei binari delle vie di corsa delle gru
- Bloccaggio e intasamento vie di corsa.





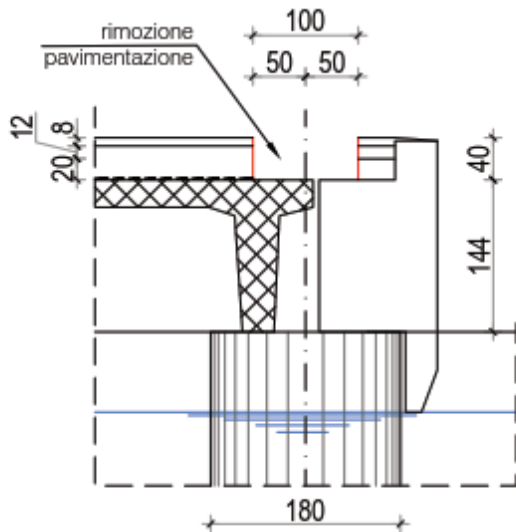
Sull'allineamento B7002 è presente la trave di bordo, e non una nervatura simmetrica rispetto all'asse dell'allineamento. Le procedure esecutive saranno adattate come segue.

**STATO DI PROGETTO - SEZIONE  
SU TRAVI VIE DI CORSA B7002**

SCALA 1:20

**FASE 1**

- Taglio e rimozione della pavimentazione e ballast
- Rimozione eventuale piastra di carico sul giunto

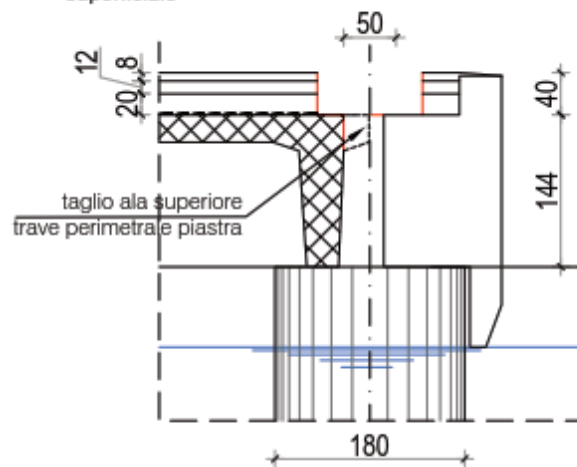


**STATO DI PROGETTO - SEZIONE  
SU TRAVI VIE DI CORSA B7002**

SCALA 1:20

**FASE 2**

- Taglio delle ali superiori delle travi perimetrali della piastra
- Idropulizia e pulizia della cavità da preparare per la posa dell'armatura integrativa lenta e di precompressione
- Idroscarifica della cavità per aumentare la scabrezza superficiale

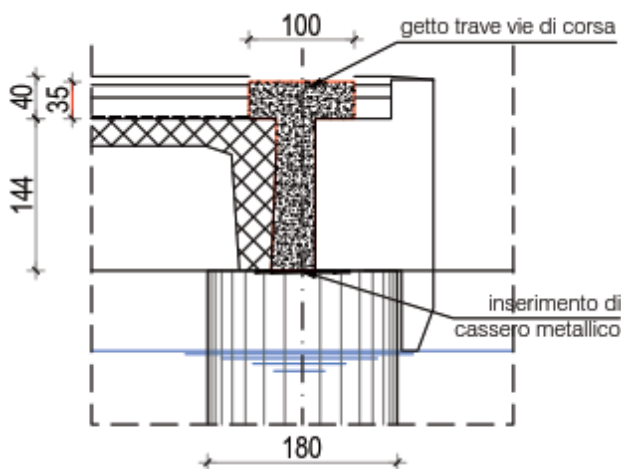


**STATO DI PROGETTO - SEZIONE  
SU TRAVI VIE DI CORSA B7002**

SCALA 1:20

**FASE 3**

- Inserimento cassero metallico fissato intradosso travi
- Posa dell'armatura lenta
- Posa delle barre di precompressione
- Getto della trave con calcestruzzo classe C35/45

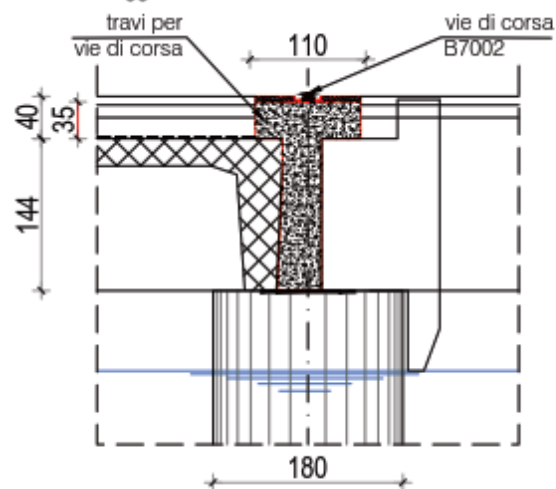


**STATO DI PROGETTO - SEZIONE  
SU TRAVI VIE DI CORSA B7002**

SCALA 1:20

**FASE 4**

- Dopo adeguata maturazione del calcestruzzo tesatura delle barre dywidag con carico pari a xxx KN
- Posa dei binari delle vie di corsa delle gru
- Bloccaggio e intasamento vie di corsa.



In entrambi i casi, la disposizione delle armature è simile a quella già indicata per gli interventi nella zona più recente di allargamento, con i necessari adattamenti.



#### 4 MATERIALI

Calcestruzzo:	classe di resistenza	C35/45
	Classe di esposizione	XS3 + XF3
	Si prevede l'aggiunta di additivi anti ritiro	
	Norma di riferimento	UNI EN 206-1
Acciaio di armatura:		B 450 C
		$f_{tk} > 540$ Mpa
		$f_{yk} < 450$ Mpa
Acciaio di precompressione in barre :		acciaio Y 1050 in accordo con prEN 10138-4
Acciaio di precompressione in trefoli (eventuale):		$f_{p0,1k} = 1670$ Mpa
		$f_{pk} = 1870$ Mpa