

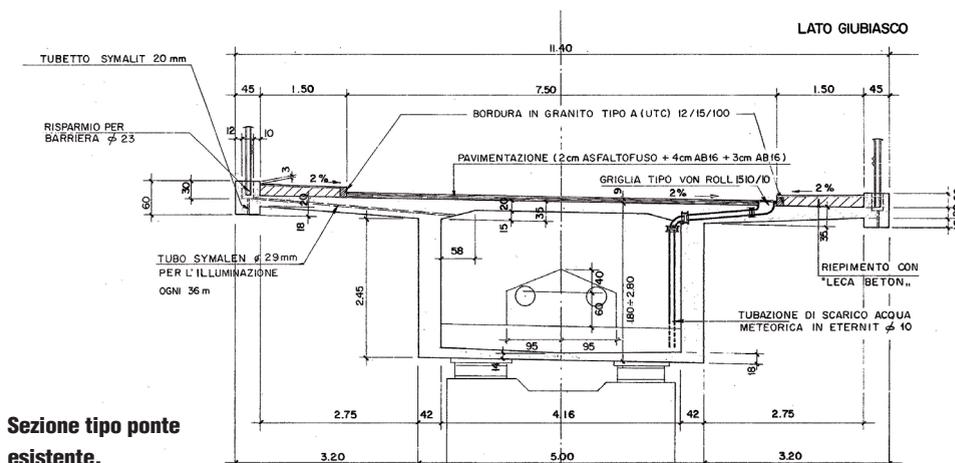
Lotto 300 - Ponte della Torretta e rotatoria sopraelevata

Nel corso del 2022 l'Ufficio federale delle strade (USTRA) ha dato inizio ai lavori di riqualifica del tratto autostradale compreso fra gli svincoli di Bellinzona Sud e Bellinzona Nord

Il tratto autostradale in oggetto fa parte dell'asse nazionale N2 che congiunge Chiasso a Basilea. Il risanamento globale di questa tratta è suddiviso in più lotti tra cui il Lotto 300: relativo alla realizzazione di un nuovo semisvincolo autostradale in corrispondenza dell'attuale ponte della Torretta, costruito negli anni Sessanta, che sormonta sia il fiume Ticino sia l'autostrada N2. Il progetto prevede un intervento drastico sul ponte esistente mediante un miglioramento/ampliamento della sottostruttura (fondazioni/pile) ed il rifacimento totale della soprastruttura (piattabanda) dello stesso. Il tutto senza precludere il flusso regolare del traffico veicolare su di esso e sull'asse autostradale sottostante.

Il ponte esistente

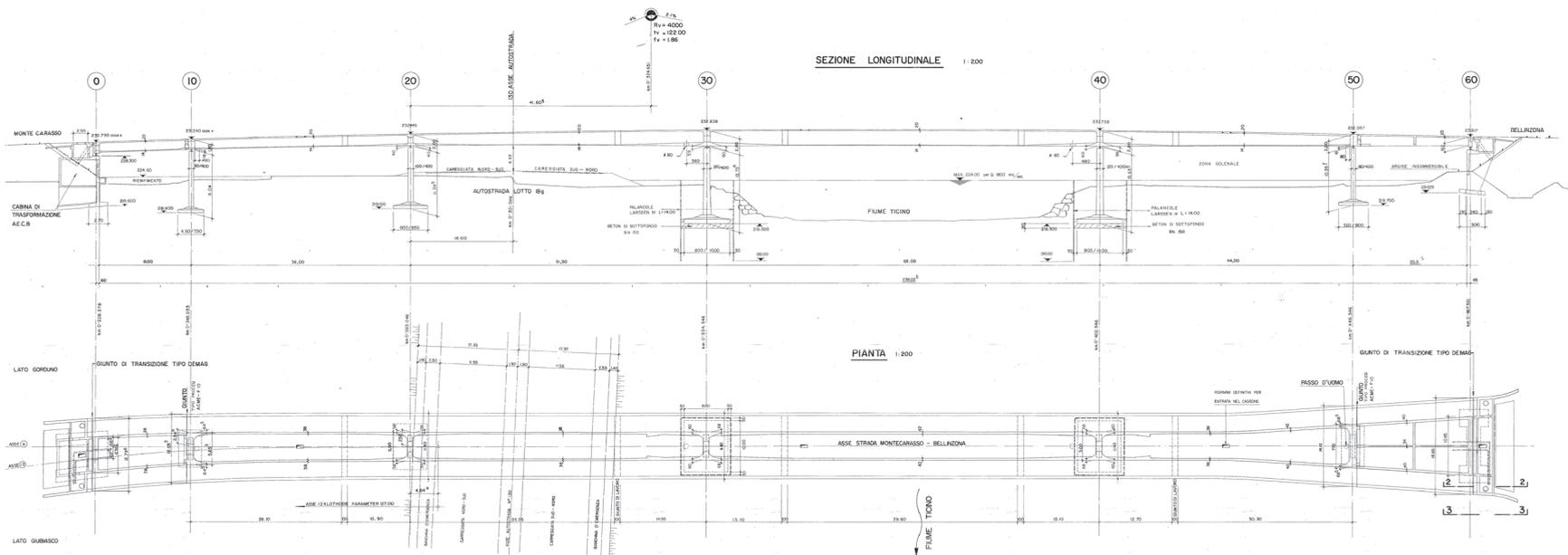
Ha una lunghezza complessiva di 238 metri, suddivisa in sei campate di 16 metri, 38 metri, 51,50 metri, 68 metri, 44 metri e 20,50 metri. Presso le pile delle campate laterali (pila 10 e pila 50) sono presenti due cerniere tipo "Gerber", per cui le due campate terminali fungono da trave sem-



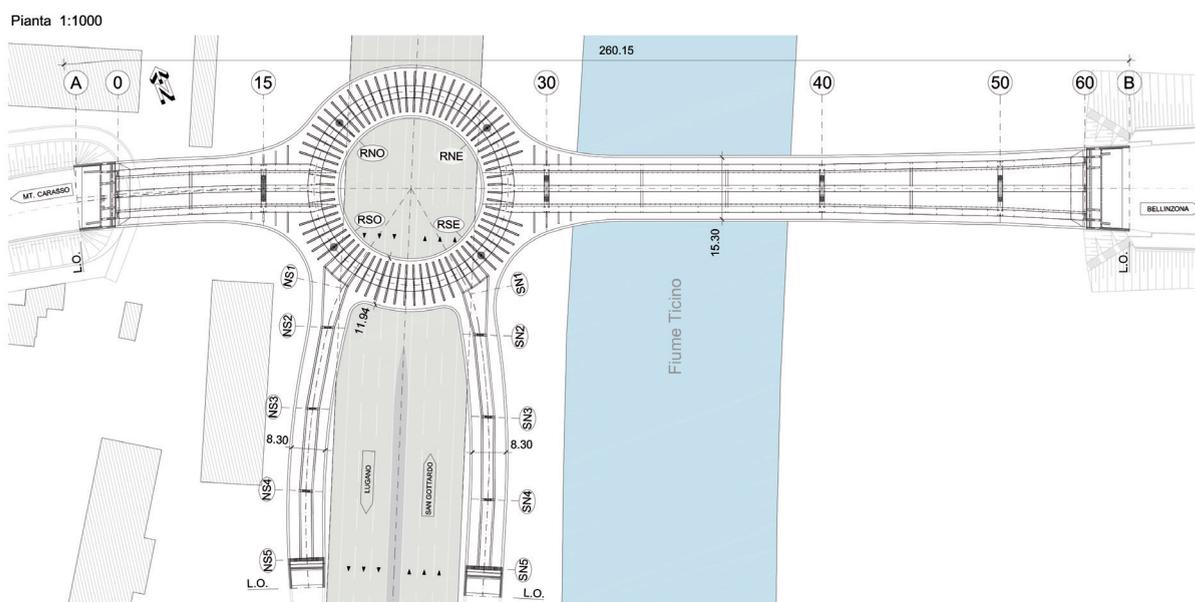
Sezione tipo ponte esistente.

plice e risultano essere staticamente indipendenti dall'elemento centrale del ponte. Il corpo centrale è caratterizzato da un cassone monocellulare in calcestruzzo armato precompresso con altezza variabile da 2,80 metri a 1,80 metri e presenta una larghezza media della piattabanda, mensole e cordoli compresi, pari a 11,40 metri.

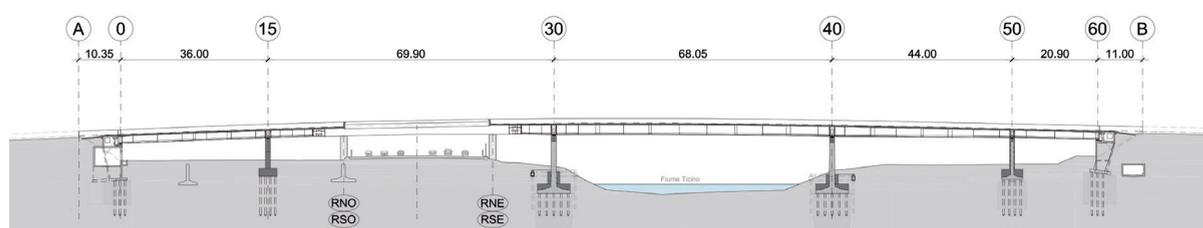
Sezione longitudinale e pianta ponte esistente.



**Pianta schematica
nuovo manufatto.**



Sezione longitudinale 1:1000



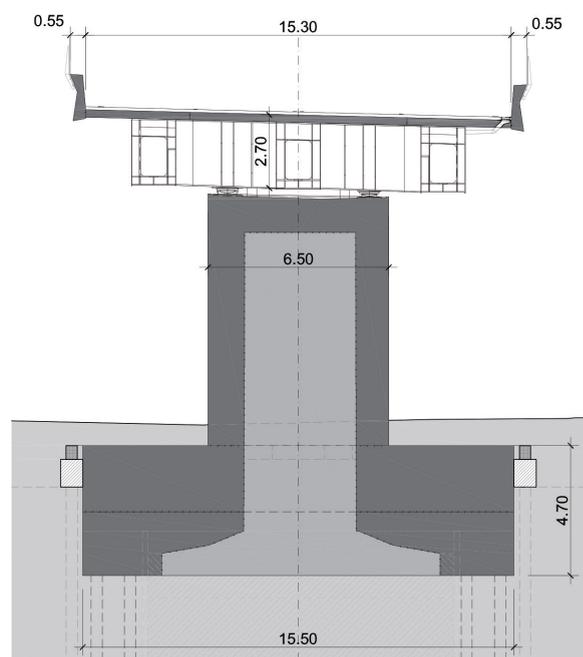
**Sezione longitudinale
nuovo manufatto.**

La nuova opera

Il nuovo manufatto costituente il semisvincolo sarà formato da un ponte sopra il fiume Ticino, da una rotonda sopraelevata, posizionata sopra l'autostrada, e da due rampe di accesso, una da e una verso Lugano. Il nuovo manufatto sarà a sezione mista calcestruzzo/acciaio tipo COR-TEN.

La lunghezza complessiva, spalle escluse, del nuovo manufatto di 238,85 metri suddivisa in cinque campate, una in meno delle sei attuali. Le differenti campate presentano, dalla spalla di sponda destra a quella di sponda sinistra, delle luci di 36 metri, 69,90 metri (rotonda sopra l'autostrada), 68,05 metri (tratta sopra il fiume Ticino), 44 metri e 20,90 metri. La diminuzione del numero di campate impone la demolizione di due pile esistenti (pila 10 e pila 20) e la realizzazione di una nuova (pila 15). Le restanti pile (pila 30/40/50) e le due spalle vengono di principio conservate, ampliandole e rinforzandole staticamente.

Essendo la larghezza complessiva del nuovo impalcato in calcestruzzo armato maggiorata rispetto all'esistente, le pile, in origine fondate direttamente sul terreno naturale, vengono allargate e le nuove fondazioni appoggiate su pali DN 355 mm, con profondità variabile dai 12 ai 20 metri. Vengono complessivamente



Sezione tipo impalcato nuovo ponte.

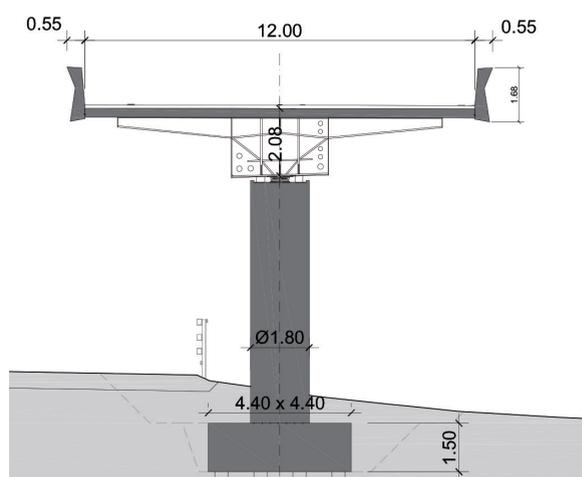
te realizzati pali per una lunghezza totale pari a ca. 3.300 metri.

L'impalcato del nuovo manufatto sarà ricostruito interamente ex novo; conseguentemente l'impalcato del ponte esistente verrà completamen-

te rimosso. Come si vedrà in seguito si tratta di un procedimento a tappe complesso che permette tuttavia di avviare all'impiego di un ponte provvisorio.

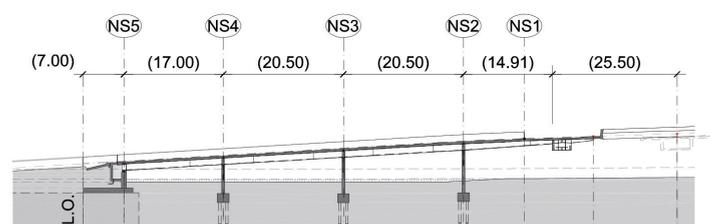
La piattabanda del nuovo ponte Torretta avrà una larghezza, cordolo compreso, di 16,40 metri e si allargherà, in corrispondenza del raccordo con la nuova rotatoria e in corrispondenza delle spalle, fino a un massimo di 21,30 metri. Come detto il nuovo impalcato è caratterizzato da una struttura mista costituita da tre cassoni in acciaio tipo COR-TEN sui quali viene realizzata, tramite getto in opera del calcestruzzo, una soletta in cemento armato staticamente collaborante.

La rotatoria presenta un diametro esterno, cor-

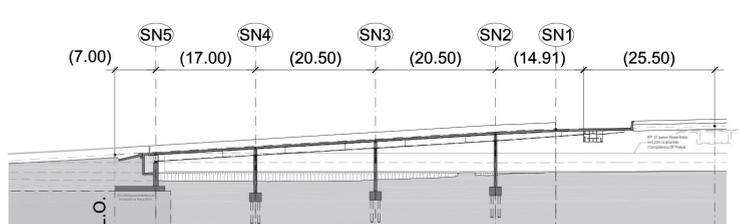


Sezione tipo rotatoria.

Rampa NS 1:1000



Rampa SN 1:1000

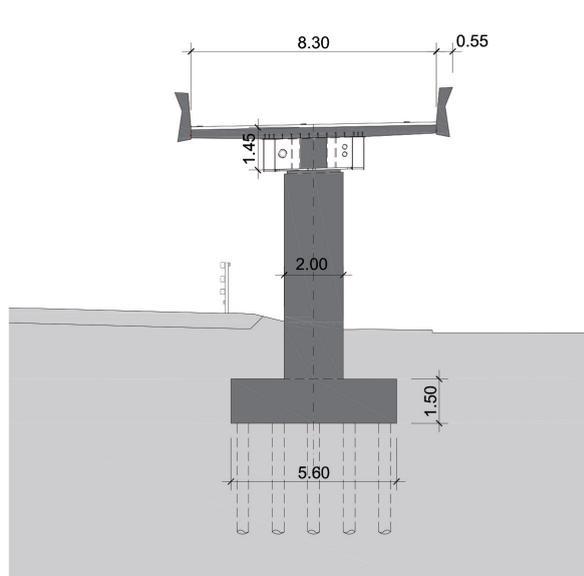


doli esclusi, D=60 metri. Appoggia su quattro pile circolari (diametro pile 1,80 metri denominate RNE, RSE, RNO e RSO), poste esternamente al campo autostradale e fondate su plinti rettangolari realizzati su pali DN 355 mm. La larghezza della piattabanda, cordoli compresi, è pari a 13,10 metri. Anche la struttura portante della rotatoria è a sezione mista acciaio - cemento armato, ma è composta da un unico cassone centrale.

Le due rampe di accesso dall'asse autostradale N2 alla rotatoria hanno una lunghezza complessiva di 72,90 metri, e sono suddivise in quattro campate di 17 metri, 2 x 20,50 metri e 14,90 metri (quest'ultima campata è il collegamento con la rotatoria sopraelevata). L'impalcato delle due rampe è pure a sezione mista acciaio - cemento armato. La piattabanda in calcestruzzo, staticamente collaborante, appoggia su due cassoni paralleli in acciaio COR-TEN. Le pile delle due rampe sono realizzate in calcestruzzo armato e fondano su pali DN 355 mm. La larghezza della piattabanda è di 9,40 metri, cordoli compresi.

I lavori per il nuovo manufatto

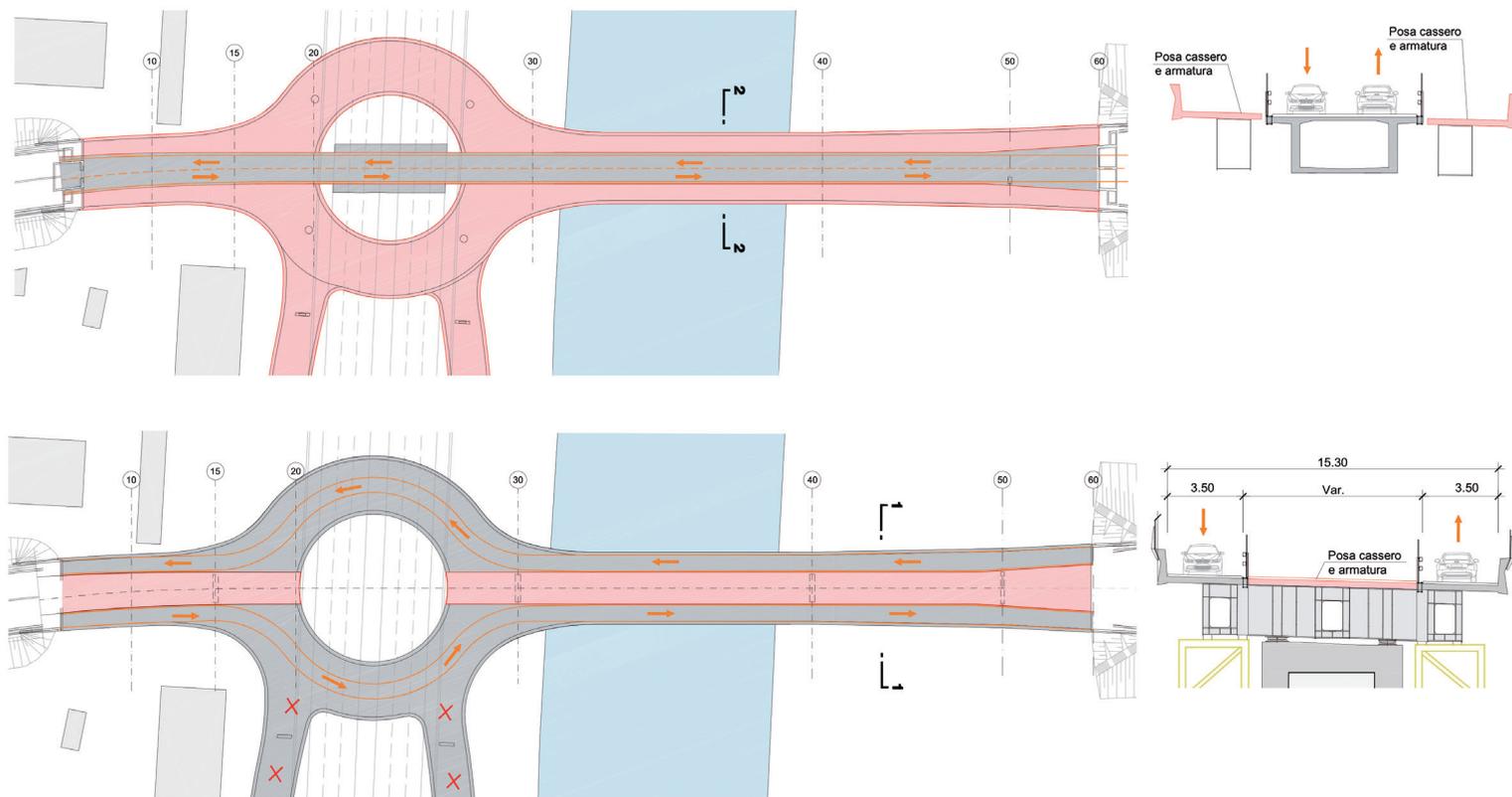
Sono iniziati nel mese di marzo 2022 e si protrarranno sino ad aprile 2024, con la messa in servizio dell'intero manufatto. La realizzazione è suddivisa in sette fasi principali, qui di seguito descritte. La definizione delle sette fasi esecutive principali è strettamente legata al concetto di conduzione



Sezione longitudinale rampa NS e SN.

Sezione tipo rampe.

del traffico durante tutta l'esecuzione dei lavori. Come già precedentemente accennato, i lavori di rifacimento totale dell'intero manufatto avvengono senza perturbare il traffico veicolare, né sull'attuale ponte né sulla sottostante autostrada. Senza soffermarci sui provvedimenti attuati per il mantenimento del traffico autostradale, poiché eseguiti puntualmente ricorrendo al lavoro notturno, riassumiamo brevemente il concetto di conduzione del traffico lungo il ponte esistente. Presupposto base è il mantenimento costante del traffico bidirezionale tra le due sponde presso il ponte attuale. Innanzitutto, il traffico bidirezionale viene devia-



Gestione traffico veicolare da Fase 01 a Fase 04.

Gestione traffico veicolare da Fase 05 a Fase 07.

to sopra il solo cassero dell'impalcato del ponte esistente, procedendo alla rimozione delle mensole laterali, sia quella di valle sia quella di monte. Ciò permette la costruzione delle sottostrutture del nuovo manufatto, la posa della carpenteria metallica e la costruzione della nuova piattabanda in calcestruzzo delle corsie lato monte e lato valle (Fasi 01, 02, 03 e 04).

Successivamente, il traffico bidirezionale viene deviato sulle due corsie esterne del nuovo manufatto, procedendo quindi con i lavori di demolizione del corpo centrale dell'impalcato del ponte esi-

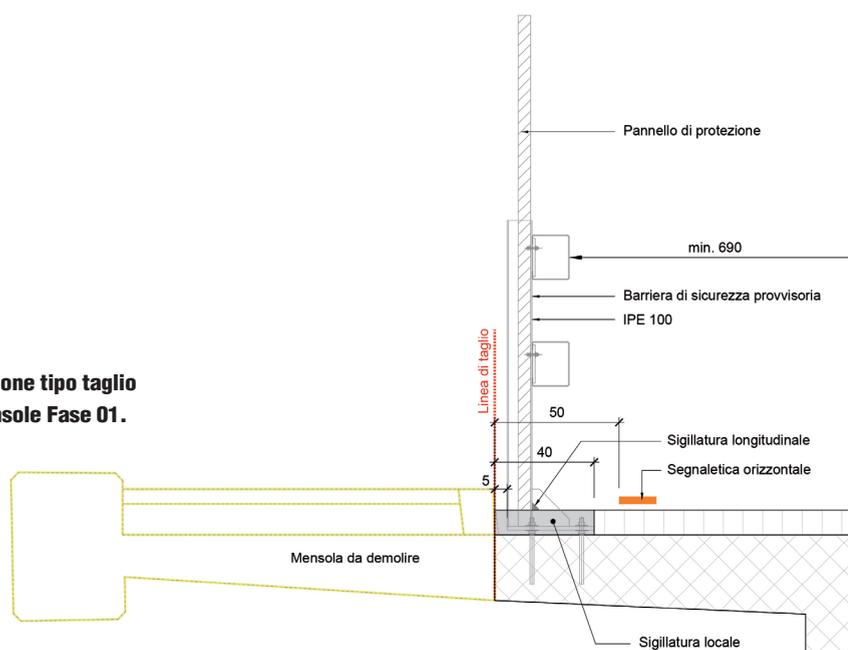
stente, alla posa della carpenteria metallica centrale e ai lavori di costruzione della piattabanda centrale, raccordandola alle due corsie esterne. Ad oggi, gennaio 2023, sono state portate a termine le Fasi 01, 02 e 03 e hanno preso il via le lavorazioni concernenti la Fase 04.

Fase 01 – Demolizione delle mensole laterali del ponte esistente

Questa fase concerne:

- il restringimento delle due corsie bidirezionali aperte al traffico

Sezione tipo taglio mensole Fase 01.





- il montaggio dei ponteggi di lavoro sotto il ponte
- la demolizione delle mensole esistenti tramite la tecnica del taglio del calcestruzzo con filo e disco diamantato e successiva rimozione degli elementi con l'impiego di un autogrù gommata
- la frantumazione in loco per il riciclo del materiale proveniente dalle demolizioni

Fase 02 – Costruzione delle opere di sottostruttura del nuovo manufatto
Questa fase concerne:

- l'esecuzione dei pali quali fondazioni profonde
- l'adeguamento delle due spalle del ponte esistente
- il rinforzo delle 3 pile esistenti che verranno utilizzate per il nuovo manufatto, pile 30, 40 e 50
- la costruzione della nuova pila 15
- la costruzione delle 4 pile circolari per il sostegno dell'anello in acciaio della rotonda
- la costruzione delle spalle e delle pile per le due rampe del raccordo all'autostrada
- la costruzione delle torri ausiliarie temporanee per la posa delle travi longitudinali in acciaio

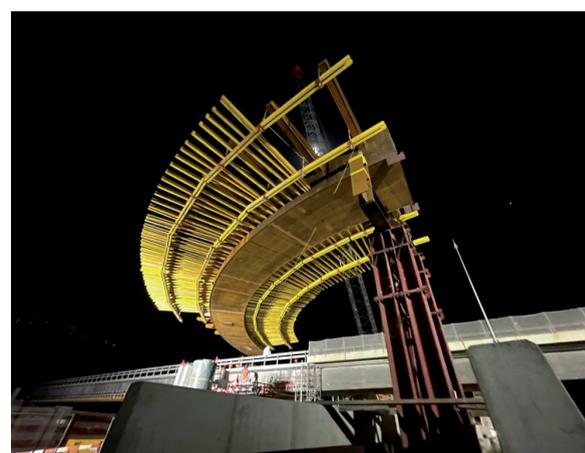
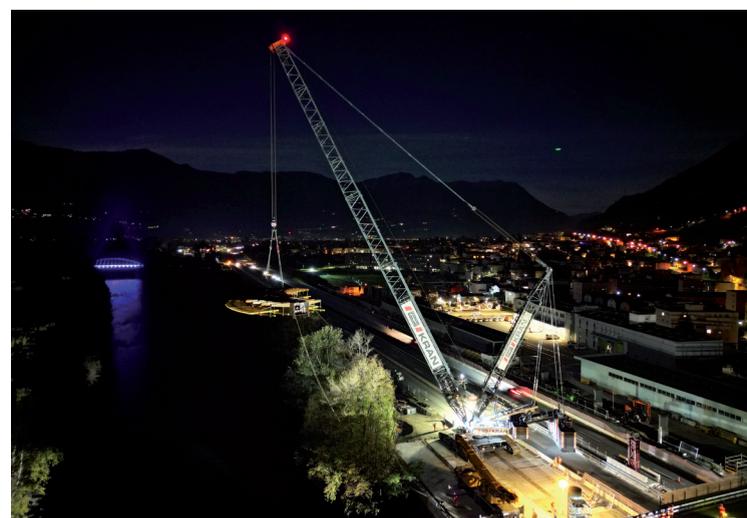
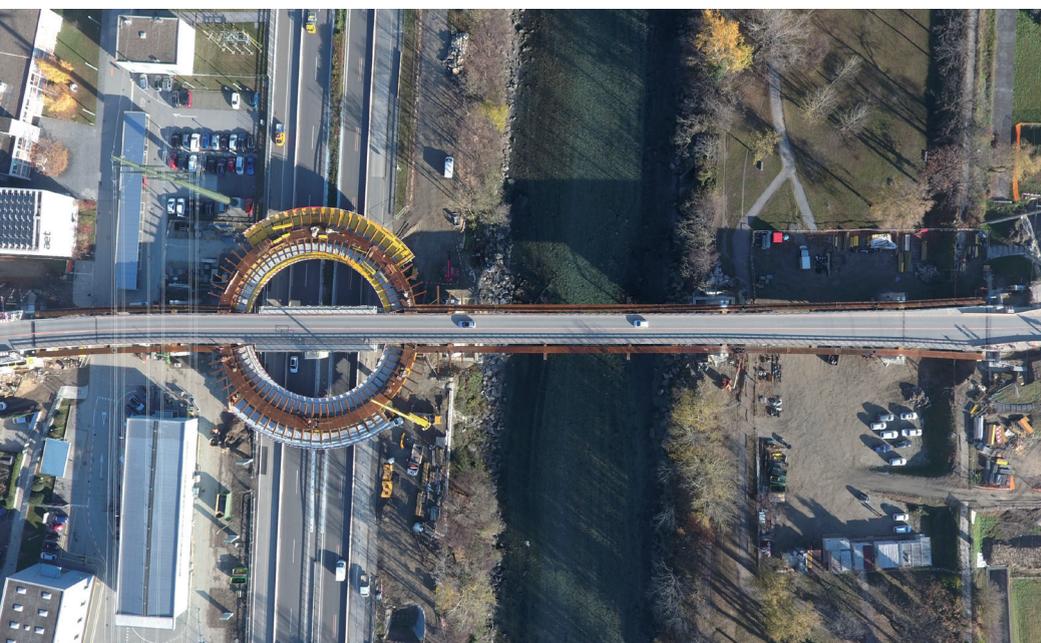
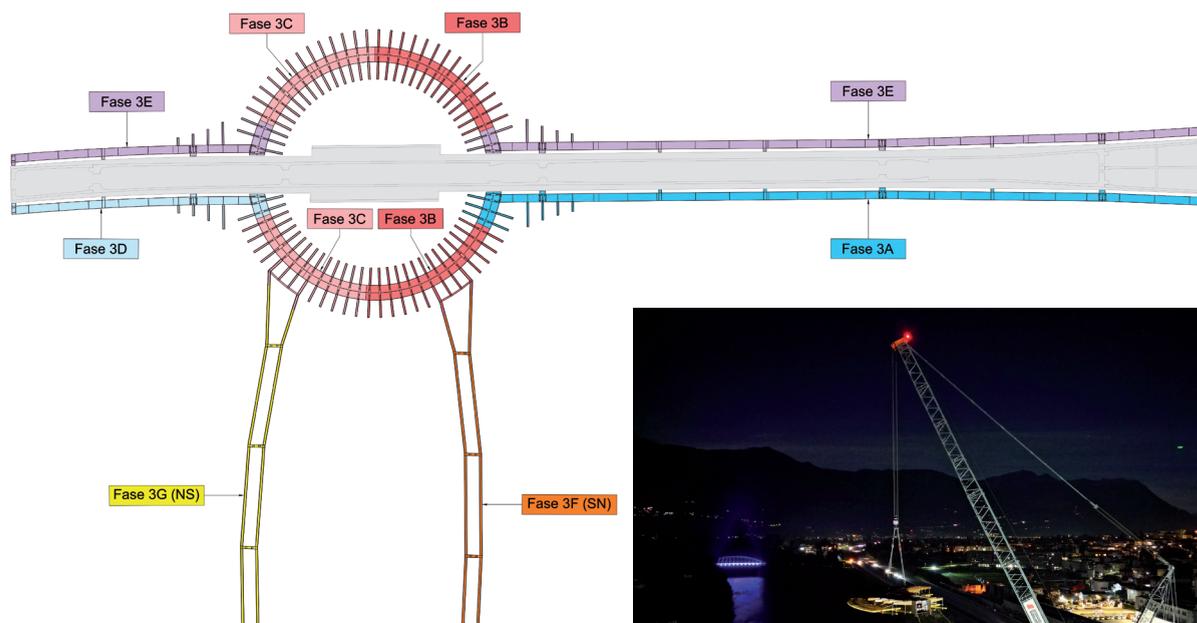
Taglio, sollevamento e frantumazione in loco degli elementi.

Le spalle del ponte esistente vengono rinforzate ed ampliate sulla base della geometria del nuovo manufatto. Per poter eseguire i pali di rinforzo delle spalle è necessario procedere con uno scavo di sottomurazione a tappe sostenuto da pareti chiodate. Le superfici delle fondazioni delle spalle sono quindi aumentate e serviranno pure da supporto per i muri d'ala delle spalle. Le pile esistenti 30, 40 e 50 sono pure interessate da un rinforzo strutturale profondo (pali) e ampliate, sia nel corpo della fondazione, sia nel fusto fuori terra. Per le pile 30 e 40, poste in adiacenza al fiume, si è resa necessaria la realizzazione di una parete berlinese a pianta rettangolare chiusa quale protezione in caso di piena del fiume Ticino. I cassoni metallici esterni posati in Fase 03 non appoggiano sulle pile definitive, ma su delle torri ausiliarie in calcestruzzo



Interventi di rinforzo/ ampliamento sottostruttura e realizzazione torri ausiliarie.

**Schema di montaggio
carpenteria metallica
Fase 03.**



**Interventi di posa
della carpenteria
metallica Fase 03.**

armato costruite a lato delle pile definitive, utilizzando le fondazioni rinforzate staticamente. Le torri di montaggio verranno demolite alla fine dei lavori, dopo l'ultimazione della sezione centrale del nuovo ponte, Fase 07.

Fase 03 – Posa della carpenteria metallica: cassoni laterali per il nuovo impalcato, la rotatoria e le rampe

Questa fase concerne:

- posa in opera dei 4 settori circolari costituenti l'anello portante in acciaio COR-TEN della rotatoria
- posa in opera della trave portante in acciaio COR-TEN lato valle del nuovo manufatto, posa eseguita in 4 segmenti

- posa in opera della trave portante in acciaio COR-TEN lato monte del nuovo manufatto, posa eseguita in 4 segmenti
- posa in opera delle travi portanti in acciaio COR-TEN delle due rampe colleganti la rotatoria con le corsie autostradali

La terza fase è caratterizzata esclusivamente dalle opere da metal-costruttore. Questa fase è iniziata alla fine di ottobre 2022 ed è terminata alla fine di dicembre 2022. I lavori di posa si sono svolti in dodici notti lavorative non consecutive. La fabbricazione finita dei singoli segmenti da posare in opera è avvenuta prevalentemente nell'area di cantiere, ciò a causa della notevole dimensione di questi singoli elementi, che

avrebbe impedito un trasporto dalle officine dei metal-costruttori.

Particolare è il montaggio in opera dei quattro segmenti circolari costituenti l'anello della rotonda. Questi singoli elementi sono stati posati sopra le quattro pile circolari e sopra due torri di montaggio posizionate nello spartitraffico posto centralmente all'autostrada. La congiunzione dei diversi elementi, posati indipendentemente, è avvenuta con saldature eseguite in opera (come per i segmenti delle travi rettilinee lato monte e lato valle).

A causa del notevole peso dei quattro elementi curvi, pari a circa 160 tonnellate per elemento, per la loro messa in opera è utilizzata una potente autogru cingolata Liebherr LR 1'700 (che una capacità massima di sollevamento di 700 tonnellate), posizionata in un unico punto per le quattro singole alzate. Lo sbraccio relativo alla posa del segmento più distante è pari a circa 51 metri.

Fase 04 – Costruzione della piattabanda in calcestruzzo armato sopra i cassoni laterali

Questa fase concerne:

- costruzione dell'intera piattabanda in calcestruzzo della corsia lato monte
- costruzione dell'intera piattabanda in calcestruzzo della corsia lato valle
- costruzione dell'intera piattabanda in calcestruzzo della rotonda, compresi i raccordi con gli altri segmenti della piattabanda
- costruzione dell'intera piattabanda in calcestruzzo delle due rampe colleganti la rotonda con le corsie autostradali

La costruzione della piattabanda lato valle e di quella lato monte avviene in modo indipendente ma contemporaneo per entrambi i lati. La suddivisione in diverse tappe esecutive relative al getto del calcestruzzo è derivata sia dalle diverse parti d'opera (ponte, rotonda, rampe), sia dalla

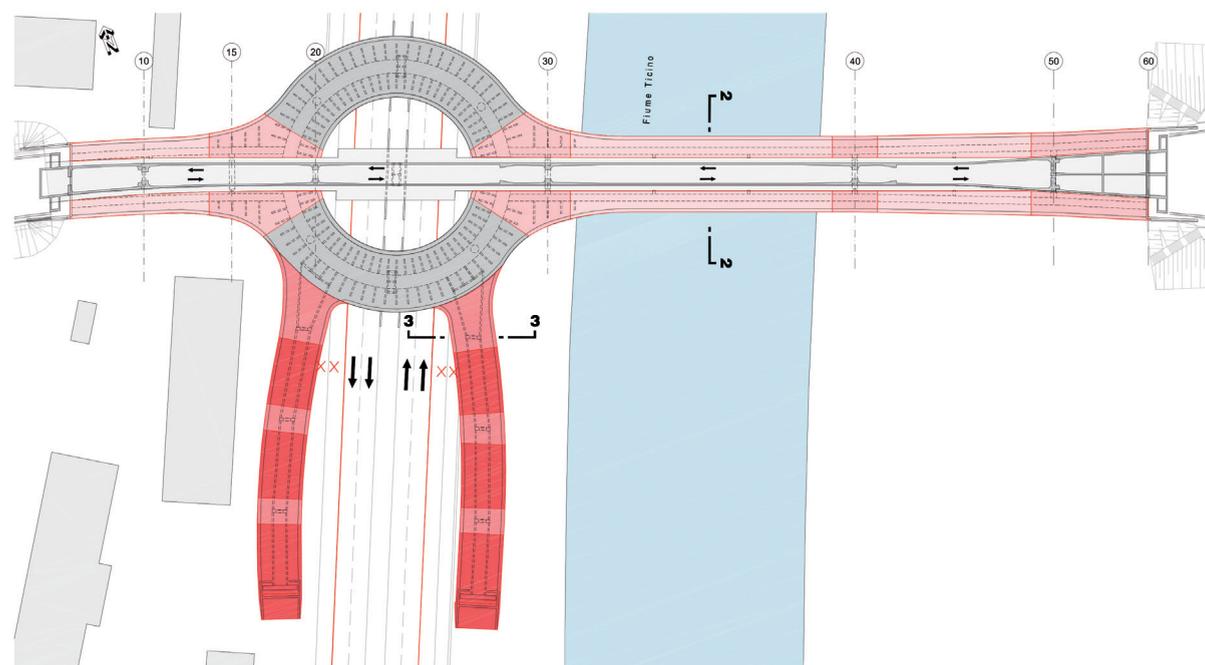
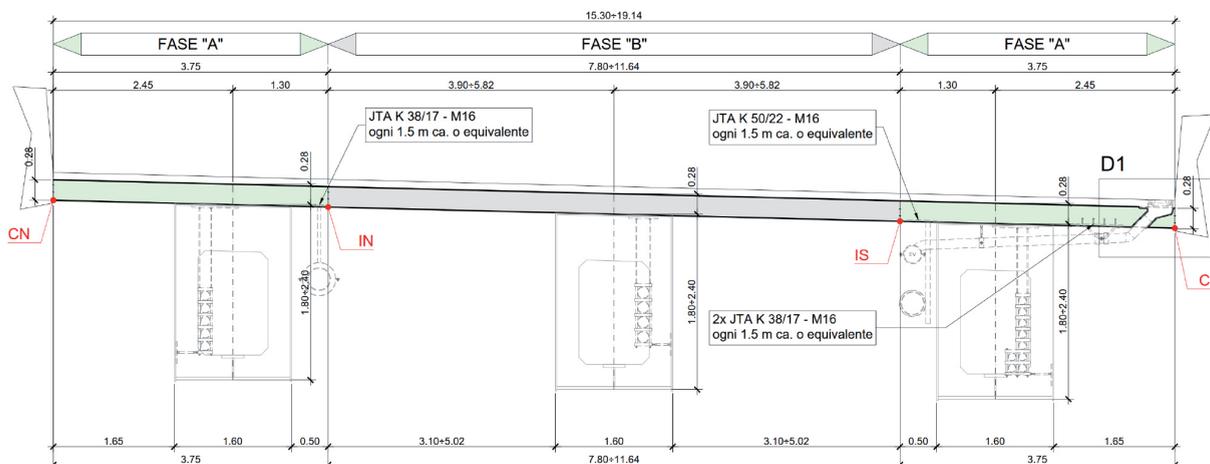
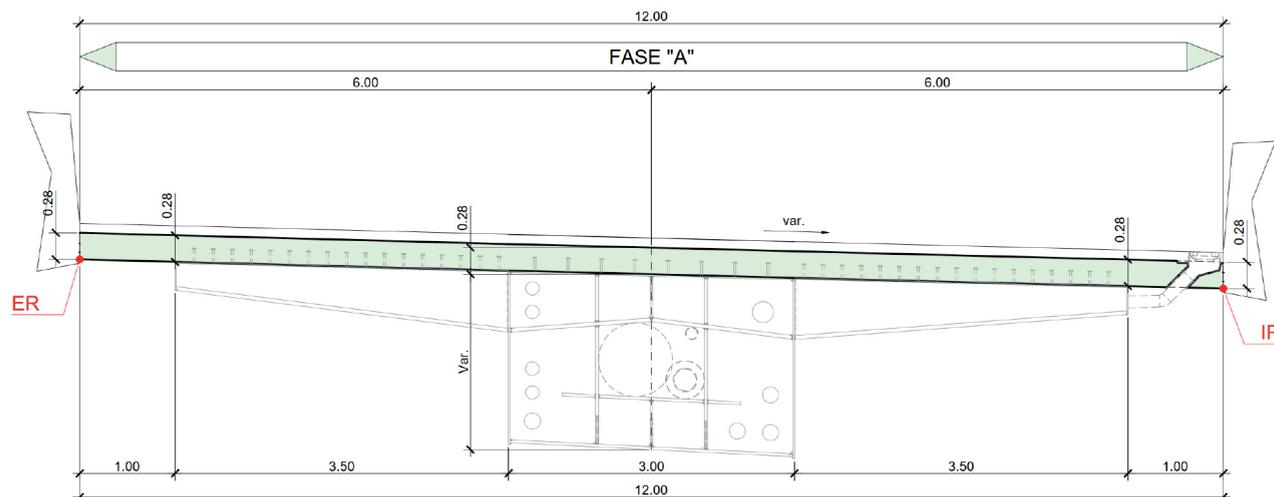


Illustrazione
tappe di getto nuovo
impalcato Fase 04.

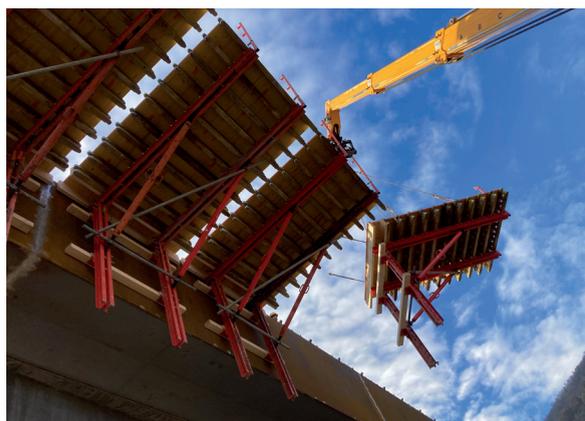


Sezione tipo getto
impalcato ponte Fase 04.

**Sezione tipo getto impalcato
rotonda Fase 04.**



**Cassaforma impiegata
per il getto dell'impalcato
del nuovo ponte in Fase 04.**



necessità di controllare le deformazioni statiche della struttura metallica indotte dal peso del calcestruzzo fresco. Le centine necessarie al getto della piattabanda sono fissate direttamente alle travi portanti in acciaio Corten. Per quanto attiene al corpo della rotatoria le centine per il getto

della piattabanda sono già parte integrante della struttura portante in acciaio, e sono costituite da 60 mensole rastremate posate a raggiera. Con questa modalità esecutiva il traffico autostradale non ha subito perturbazioni a causa della posa degli elementi della centina necessaria alla costruzione della piattabanda.

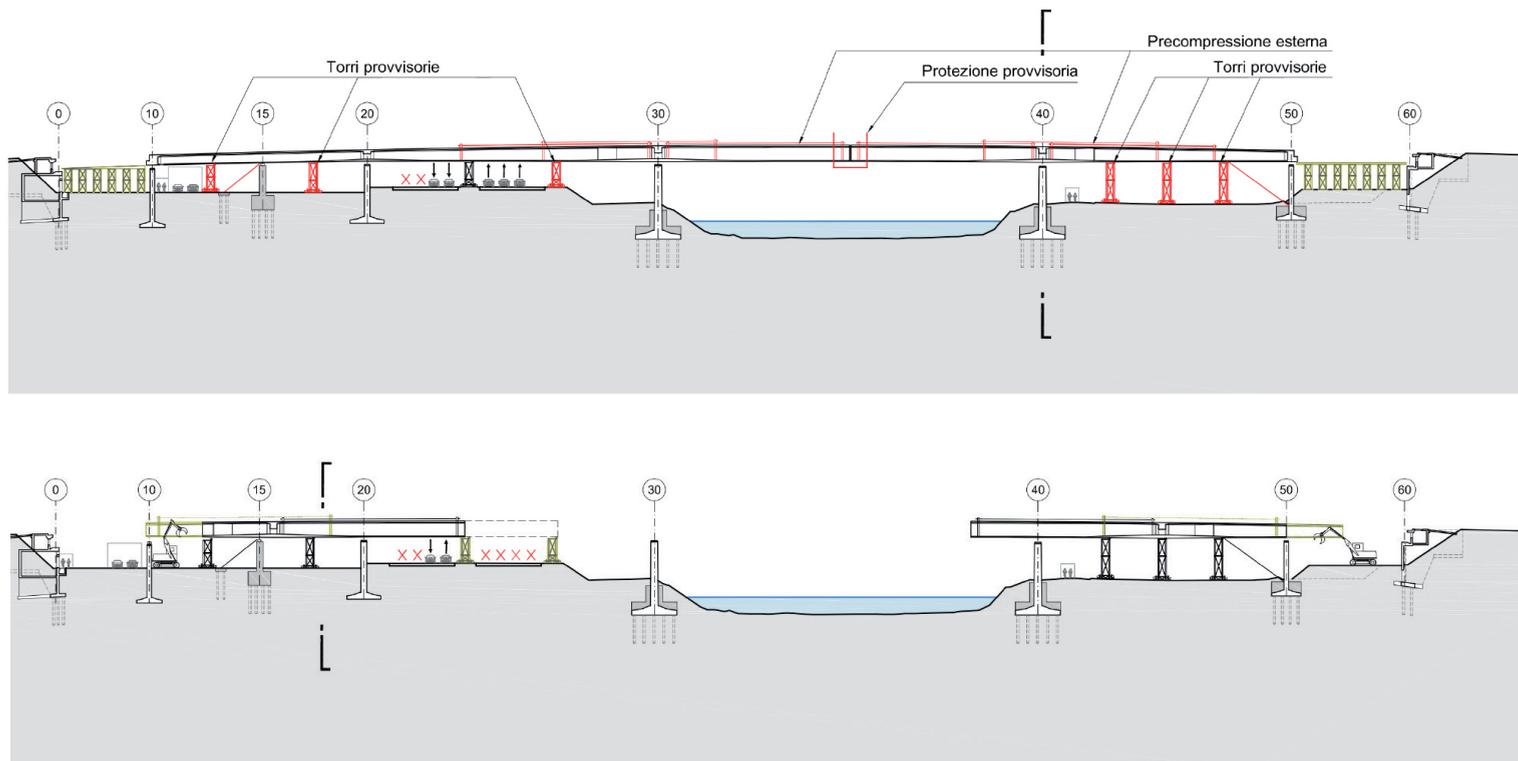
Fase 05 – Demolizione della trave portante del vecchio ponte

Questa fase concerne:

- deviazione del traffico bidirezionale sulle corsie lato monte e lato valle del nuovo manufatto
- demolizione delle mensole dell'attuale ponte in corrispondenza del campo autostradale
- demolizione meccanica delle 2 campate terminali dell'attuale ponte
- messa in opera di un sistema temporaneo di sostegno necessario al traino in direzione delle relative spalle dei due segmenti di cassone
- messa in funzione di un sistema temporaneo di precompressione dell'impalcato dell'attuale ponte necessario all'assorbimento delle tensioni indotte dalle diverse fasi di traino del cassone monocellulare e dal taglio del cassone in mezzzeria della campata posta superiormente al fiume Ticino
- taglio trasversale del cassone da rimuovere tra le pile 30 e 40, esecuzione con filo diamantato
- traino dei due segmenti di cassone in direzione delle relative spalle e demolizione meccanica del cassone, riciclo del materiale di risulta
- rimozione delle strutture temporanee necessarie al traino del cassone

Questa fase di lavoro è estremamente complicata, sia per la complessità e la delicatezza delle diverse fasi, sia per le difficoltà causate dalla presenza del traffico veicolare: quello superiore che scorre lungo i due lati del cassone da rimuovere e quello autostradale che impone particolari attenzioni.

Il concetto generale della demolizione del cas-



sone prevede la demolizione meccanica delle due campate laterali (strutture staticamente indipendenti la cui rimozione permette le future operazioni di traino e demolizione del cassone), la divisione del cassone in due tronconi che vengono trainati a tappe verso l'esterno in direzione delle spalle, e quindi la demolizione meccanica ricorrendo a pinze idrauliche manovrate da escavatori. Questo procedimento esecutivo induce mutazioni nel sistema statico dell'impalcato dell'attuale ponte inducendo differenti sforzi sulla struttura. Si è quindi resa necessaria la messa in opera di un sistema temporaneo di precompressione esterna. Ciò permette di evitare il manifestarsi di pericolose tensioni di trazione sul cassone esistente. Il traino dei due segmenti del cassone, sezionato centralmente alla campata soprastante il fiume Ticino, necessita la messa in opera di sostegni temporanei, tre torri in acciaio in sponda destra e tre torri in

sponda sinistra. L'attività di traino di entrambi i cassoni viene eseguita con l'impiego di martinetti idraulici.

Fase 06 – Posa della carpenteria metallica: cassone centrale per il nuovo implacato

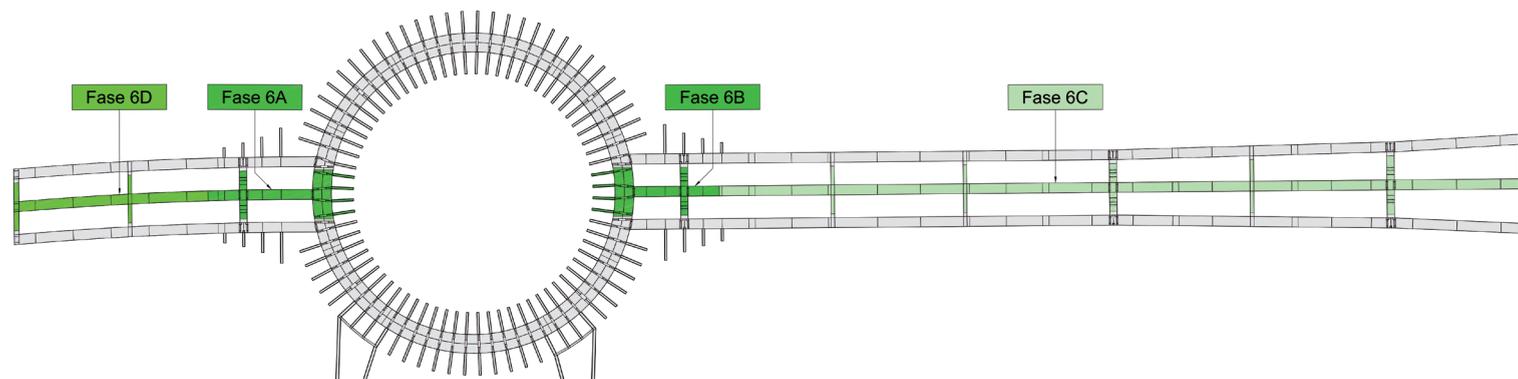
Questa fase concerne:

- demolizione dei capitelli delle pile esistenti in corrispondenza del cassone centrale appena rimosso
- costruzione dei nuovi capitelli e posa degli appoggi definitivi del manufatto
- posa in opera degli ultimi 2 settori circolari costituenti l'anello portante in acciaio COR-TEN della rotatoria
- posa in opera della trave portante centrale in acciaio COR-TEN e collegamento con i cassoni esterni precedentemente posati tramite le diverse travi trasversali
- collegamento tramite saldatura in opera di tutte le travi trasversali, longitudinali e dell'a-

Sezione longitudinale con concetto di precompressione e sistema temporaneo di sostegno.

Illustrazione grafica di traslazione del cassone esistente e demolizione.

Schema di montaggio carpenteria metallica Fase 06.



Carta d'identità

Committente	Ufficio federale delle strade (USTRA)
Progettista	Consorzio GM-TOS - Lurati Muttoni Partner SA, Mendrisio - AFRY Svizzera SA, Bellinzona
Direzione lavori	Consorzio 4Belli - Lombardi SA, Giubiasco - Ingegneri SPP SA, Bellinzona
Geologia	Ing. Pedrozzi & Associati SA, Lugano
Ambiente	EcoControl SA, Locarno
Esecutore	Consorzio Torretta - Matteo Muttoni Costruzioni SA, Bellinzona - CSC SA webuild group, Lugano
Metalcostruttore	Consorzio: - Officine Ghidoni SA, Riazzino - Ferriere Cattaneo SA, Giubiasco

nello portante della rotonda costituente la struttura portante in acciaio COR-TEN del nuovo manufatto.

Contrariamente a quanto avvenuto per le opere del metal-costruttore della Fase 03, in questa fase tutti gli elementi in acciaio vengono ultimati in modo definitivo presso le officine del metal-costruttore e trasportati direttamente in cantiere la notte prevista per la posa dei singoli elementi. Si tratta di trasportare in cantiere elementi di notevoli dimensioni, che impongono trasporti eccezionali da eseguirsi la notte. La posa e la con-

giunzione di questi elementi è un lavoro molto delicato che impone una grande precisione esecutiva.

Fase 07 – Costruzione della piattabanda in calcestruzzo armato sopra il cassone centrale

Questa fase concerne:

- l'ultimazione della costruzione della piattabanda in calcestruzzo, tratta centrale di congiungimento della due carreggiate già eseguite nella Fase 04
- diversi lavori di finitura e di pavimentazione stradale
- demolizione di tutte le strutture temporanee impiegate per i diversi lavori di montaggio e di demolizione della struttura portante del nuovo manufatto
- sgombero del cantiere

Pure il getto della carreggiata centrale della piattabanda avviene a tappe, così da poter meglio gestire gli assestamenti indotti dal peso del calcestruzzo fresco. Quali elementi di centinature e cassero della piattabanda centrale, verranno riutilizzati gli stessi elementi impiegati per la costruzione della piattabanda esterna lato valle e lato monte. In considerazione dell'alto numero di tappe di getto del calcestruzzo previste per la costruzione della piattabanda, l'acciaio di armatura è prevalentemente costituito da barre di armatura avvitali, essendo, per motivi di spazio, impossibile prevedere le usuali lunghezze di ancoraggio delle sovrapposizioni dell'armatura. La complessità a livello strutturale ed esecutivo di quest'opera, unica nel suo genere, richiede una continua collaborazione tra i vari attori interessati. ■■

Illustrazione tappe di getto nuovo impalcato Fase 07.

