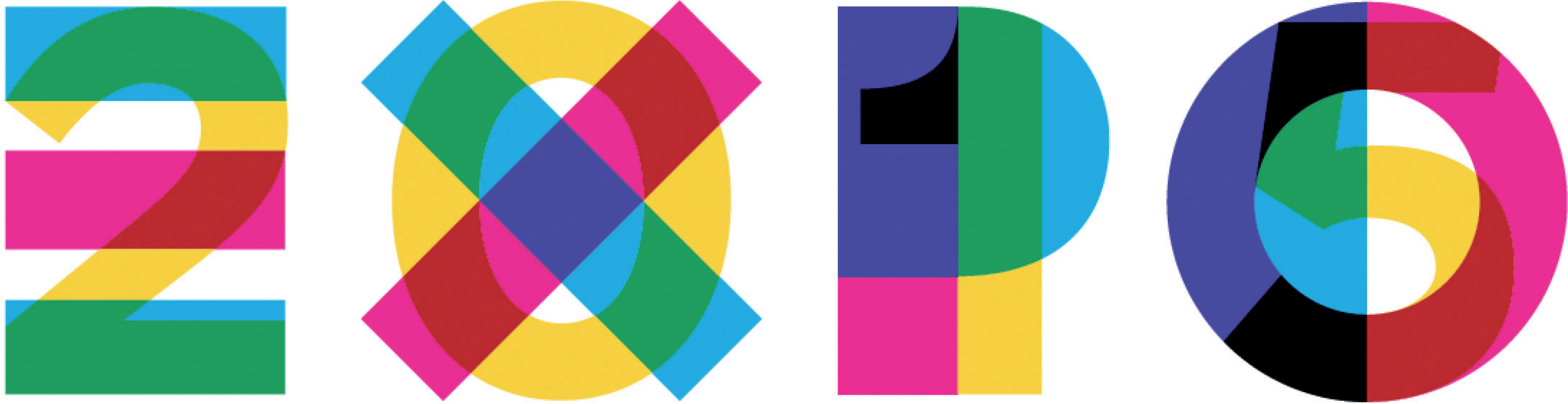




MILANO 2015

83 **LS**

84

Passerelle Pedonali

PEM, così si scavalcano cinque infrastrutture

SI CHIAMA “PASSERELLA EXPO MERLATA” ED È UNA COMPLESSA OPERA DI INGEGNERIA CAPACE DI SCAVALCARE, GRAZIE A 340 METRI DI ACCIAIO E CALCESTRUZZO, LA VIABILITÀ AUTOSTRADALE E COMUNALE, NONCHÉ TRE SITI FERROVIARI DI CUI UNO AD ALTA VELOCITÀ. LA SUA DESTINAZIONE: IL CARDO DELL'EXPO DI MILANO, DI CUI È UNA DELLE PORTE PRINCIPALI. DA MANUALE, LE OPERAZIONI DI VARO STUDIATE METICOLOSAMENTE E PORTATE A TERMINE CON SUCCESSO.



Patrizio Guarino
Project Manager Expo
Giugliano costruzioni metalliche

Cesare Zungri
Sales Manager
Giugliano costruzioni metalliche

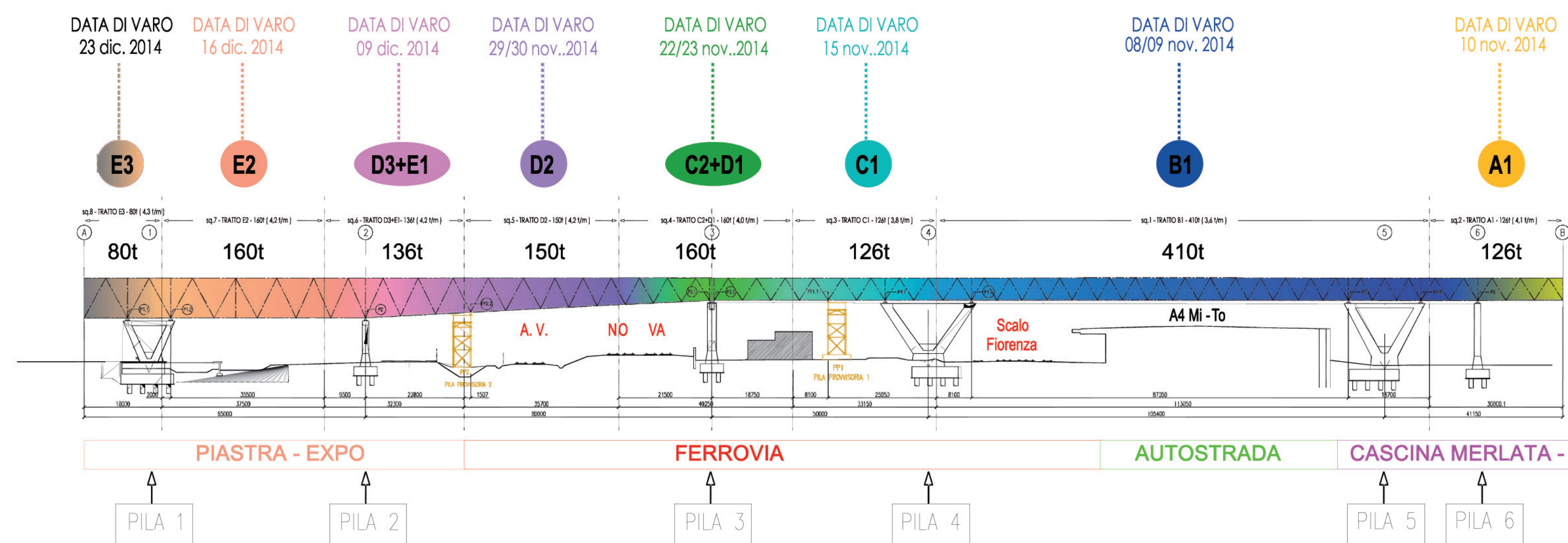
1. Posizionamento del tronco (115 m, 410 ton) a scavalco dell'A4 Torino-Milano

Ponti&Viadotti

leStrade dell'EXPO

85 **LS**

86



Ponti&Viadotti



Impalcato in acciaio

La PEM è un ponte di seconda categoria a via inferiore, costituito da due travi parete reticolari in acciaio disposte verticalmente lungo lo sviluppo longitudinale della passerella, chiuse sia superiormente sia inferiormente da un orizzontamento realizzato da una doppia orditura di travi in acciaio e irrigidito da un sistema di controventamento. L'impalcato è realizzato, come detto, mediante profili in acciaio e presenta un'altezza tra gli assi dei correnti superiori e inferiori variabile: 5,105 m dalla pila 3 alla testata della passerella lato Cascina Merlata, 9,105 m dalla testata lato Expo alla pila 2, e un'altezza linearmente decrescente tra questi due valori dalla pila 2 alla pila 3. L'interesse tra i correnti, in senso trasversale, è di 6,50 m lungo tutto lo sviluppo della passerella, con una larghezza utile di circa 6,00 m. I correnti sono realizzati mediante una sezione a doppio T, ottenuta per elettrosaldatura, mentre le aste di parete diagonali e verticali, in corrispondenza degli appoggi, sono realizzate da sezioni tubolari rettangolari. L'orizzontamento superiore è costituito, oltre che dai due correnti longitudinali, da una doppia orditura di travi. Le travi principali sono disposte trasversalmente rispetto all'asse della passerella mentre le secondarie sono disposte parallelamente all'asse della passerella. Gli elementi principa-

5. Programmazione dei vari

6. Rotazione in autostrada del tronco e successivo tiro in quota del tronco sull'A4

li sono realizzati mediante profili e tubi laminati. Sull'orditura di putrelle in acciaio vengono fissati i pannelli di copertura, a debole pendenza, con lamiera grecata all'intradosso. L'orizzontamento inferiore è realizzato oltre che dai due correnti, da una doppia orditura di travi, principali e secondarie. Le travi principali sono disposte trasversalmente rispetto all'asse della passerella, mentre le secondarie sono disposte parallelamente all'asse. Sull'orditura di travi in acciaio viene ancorata la lamiera grecata tipo HI-BOND di altezza 75 mm, sulla quale è stata realizzata la soletta in c.a. Tutte le pareti reticolari in tubolare sono realizzate in soluzione saldata, le travi secondarie di impalcato sono collegate alle travi principali mediante giunti bullonati. Il sistema di controventamento è realizzato mediante angolari, anch'essi bullonati alla orditura orizzontale. La peculiarità principale è che siamo di fronte ad una struttura reticolare cui è stata applicata una opportuna controfreccia che poi viene linearizzata con il varo. Uno studio particolare è stato eseguito per i punti di presa per evitare stress alla struttura nelle operazioni di varo.

Soletta in calcestruzzo

All'estradosso delle travi è solidarizzata la soletta in calcestruzzo per mezzo dei connettori a taglio opportunamente saldati sull'ala superiore delle travi e dei traversi d'impalcato. La soletta di che trattasi, dello spessore complessivo medio di 21,5 cm, è stata realizzata su lamiera grecata collaborante tipo HI-BOND A-75.

Pile in cemento armato

L'impalcato metallico poggia su 6 pile in cemento armato aventi altezza fuori terra variabile da 11 a 16 m circa. Le pile 2, 3 e 6 sono realizzate mediante un fusto a "V", in cui i due bracci inclinati, a sezione variabile, sono collegati da un tirante orizzontale in c.a. a livello del pulvino, e convergono in un basamento anch'esso in calcestruzzo. Le pile 4 e 5 sono realizzate mediante un fusto a quattro bracci, anch'essi a sezione variabile, collegati, a livello del pulvino, da 2 tiranti orizzontali trasversali e da 2 tiranti orizzontali longitudinali in c.a. aventi sezione trapezoidale, che convergono in un unico blocco in calcestruzzo alla base, rastremato verso



La passerella pedonale di cui ci occuperemo in questo articolo è denominata PEM perché è una passerella che permetterà di congiungere due fondamentali progetti: la piastra dove c'è l'insediamento dell'Expo di Milano e l'intervento di cascina Merlata, dove sono situati gli alloggi degli espositori e dove è presente anche un mega parcheggio per autobus e autovetture. La passerella introduce i visitatori nel cardo sul quale è situato Palazzo Italia, costituendo uno dei principali accessi all'Expo. Essa rappresenta un ambizioso progetto in quanto mette in collegamento due aree urbane di futuro sviluppo insediativo superando una notevole infrastrutturazione dell'area poiché costituisce uno scavalco, su una lunghezza totale di oltre 340 m, dell'autostrada A4 Torino-Milano, dello scalo Firenze di Trenord, della linea ferroviaria regionale Milano-Varese e Milano-Novara, della linea ferroviaria ad Alta Velocità Torino-Milano e della viabilità ordinaria del comune di Rho. Il manufatto PEM, Passerella Expo-Merlata, prevede che l'afflusso raggiunga nell'ora di punta 5.000/5.500 persone/ora. La larghezza netta interna di 6 m garantisce un buon livello di servizio per il flusso di visitatori previsto. L'altezza interna è costante nel tratto più prossimo a Cascina Merlata (5 m) e passa dai 5 m. ai 9 m. nel proseguo verso Expo, mentre scende in piastra, sviluppando un armonico progetto con le variazioni di quota del piano di calpestio e dell'altezza interna accompagnate da due facciate vetrate ai lati terminali della passerella nell'ingresso in Expo. La passerella è sostenuta da 6 pile ed è costituita da due tronconi iperstatici separati in corrispondenza della pila 3, intermedia, da un giunto di dilatazione strutturale. Il primo tronco, lato Expo, presenta due campate di lunghezza rispettivamente 65 e 80 m; il secondo tronco, lato Cascina Merlata, è costituito da tre campate di lunghezza rispettivamente 50, 105,40 e 41,15 m, per una lunghezza complessiva della passerella di 341,55 m. La stessa è stata progettata in relazione alla Human Comfort.



Una passerella con i numeri	
Peso strutture metalliche in opera:	1.300 ton circa
Lunghezza:	341,55 m
Larghezza totale esterna:	7,90 m
Altezza totale:	variabile da 5 a 9 m
Qualità dell'acciaio:	S355J2+N secondo FS 44 M

2. Parte terminale lato piastra Expo

3. Dettaglio di un punto dall'altezza massima (9 m) con rivestimento in vetro a protezione delle scale mobili

4. Dettaglio interno; posizionamento tubi portacavi

Ponti&Viadotti

3/2015 leStrade

l'alto. La pila 1 è realizzata da quattro bracci, a formare due "V" verticali parallele all'asse della passerella, unite a livello del pulvino da quattro tiranti orizzontali in c.a. aventi sezione trapezoidale, che poggiano anch'esse su un blocco in c.a. alla base. Peculiarità di tale opera è rappresentata dalla costruzione della pila "4", per la quale si è dovuta progettare e realizzare la prefabbricazione parziale di n.2 bracci posti a ridosso delle linee ferroviarie dello scalo "Firenze", con conseguenti operazioni di varo ed inghisaggio degli stessi bracci eseguite con impiego di idonee autogru che hanno imposto il blocco parziale delle predette linee.

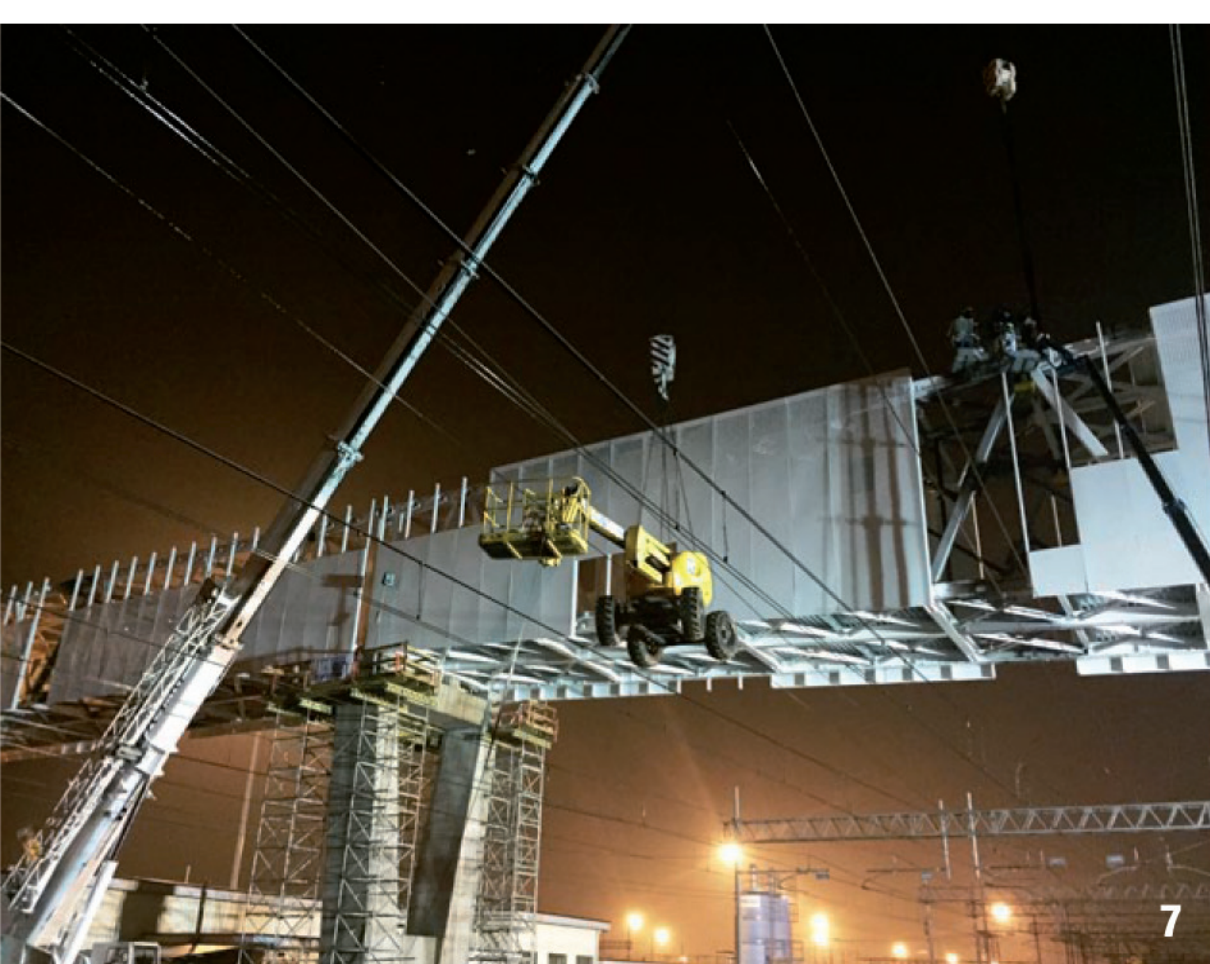
Fondazioni

Tutte le pile sono impostate su fondazioni indirette costituite da plinti di fondazione aventi spessori variabili da 2,25 m per la pila "1", da 2 m per le pile "2-3-6", a 2,50 m per le pile "4-5", che poggiano su pali di fondazione trivellati di diametro 1000 mm, realizzati con la tecnologia "CFA" a elica continua, di lunghezza variabile tra 15 e 26 mt.

Operazioni di varo

È stata una delle operazioni più complesse da eseguire, per le obiettive difficoltà di scavalco delle infrastrutture esistenti e ha comportato un progetto di varo definito nei minimi dettagli (schemi di sollevamento e di montaggio), con studio preciso della "presentazione" delle testate delle tratte in accoppiamento, cioè dell'analisi delle rispettive rotazioni, da deformazione elastica, delle tratte da accoppiare, in funzione del loro schema statico in quella specifica configurazione del montaggio. Sono state studiate e realizzate specificamente le attrezzature di aggancio, adottando sistemi di "imbrago" dei nodi strutturali a tirante, evitando ogni tipo di elemento saldato aggiuntivo da dover, poi, togliere, con ulteriore disagio dell'utenza sottostante. Sono stati studiati meticolosamente i baricentri degli elementi da sollevare e creati specifici elementi di allungo delle funi di sollevamento, regolabili, ad uso specifico del centraggio e della geometria di sollevamento, per il corretto accoppiamento con le parti già in loco. Al fine dei sollevamenti più delicati, in corrispondenza delle linee ferroviarie (RFI e AV) si sono utilizzate pile provvisorie, atte a permettere il non invaso delle aree interessate dai binari, altrimenti inevitabili. Ciò ha comportato operazioni particolari di connessione dei concetti reticolari, in quota, con soluzioni raffinate di accoppiamento "aereo" di sezioni di ponte da 6,5x8 m di dimensione, coadiuvate da grandi dime di forma, e di connessione bullonata provvisoria. Queste scelte, gli adattamenti strutturali provvisori e le attrezzature specifiche progettate hanno permesso l'operazione di giunzione aerea in quota, senza presenza di sostegni sottostanti, in poche ore, notturne, ed evitare sospensioni del traffico ferroviario sottostante, sospeso solo dall'una alle cinque della notte.

Senza altro spettacolo il varo del concio posizionato su autostrada Milano-Torino e sullo scalo Firenze di Trenord (lunghezza 113,85 m, peso 420 ton). Tale concio, la cui lunghezza è pari a un grattacielo di quasi 40 piani, è stato interamente costruito in sede autostradale, rivestito e coperto con le pannellature di parete e tetto, ed è stato tra-



7. Collegamento in quota dei concetti (C2 + D1) a scavalco delle ferrovie

I protagonisti dell'intervento

Committente:	Expo Milano 2015 SpA
Imprese esecutrici:	Giugliano costruzioni metalliche Srl (mandataria) e RCM Costruzioni Srl (mandante)
Project Manager:	ing. Patrizio Guarino
Progettista varo:	ing. Roberto Bassi
Responsabile lavori RCM:	geom. Massimiliano Ruggiero
RUP Expo:	ing. Carlo Chiesa
Responsabile dei lavori Expo:	ing. Alessandro Molaioni
Direttore tecnico Expo:	ing. Piercarlo Sibille
Project Manager Expo:	ing. Johnny Pellicciotta
Direttore lavori:	ing. Francesco Venzà
Direttore operativo:	ing. Luca Guidoboni
C.S.E.:	ing. Matteo Colombo
Assistenti C.S.E.:	geom. Riccardo Colombo, ing. Raffaele Trobbiani
Carpenteria metallica, impianti elettrici, meccanici e sollevamento, opere di finitura:	Giugliano costruzioni metalliche Srl
Opere edili:	RCM Srl

Ponti&Viadotti

3/2015 leStrade

leStrade dell'EXPO