

# Un ponte coi "fiocchi"

MAURIZIO QUARANTA

Sempre con maggior evidenza prende forma una delle più imponenti opere infrastrutturali relative alla A31 Valdastico Sud

**S**iamo in provincia di Vicenza, tra i comuni di Longare e Montegalda: è qui che Serenissima Costruzioni Spa è impegnata nella costruzione del lotto 3 dell'autostrada A31 Valdastico sud; l'opera, inserita nel progetto esecutivo al km 6 circa del tracciato, prevede l'attraversamento del fiume Bacchiglione e della roggia Canaletto mediante la costruzione di un ponte su nove campate, tre delle quali sono realizzate con un ponte strallato, mentre le prime quattro e le ul-



time due costituiscono i viadotti d'accesso, a travata continua, rispettivamente lato Vicenza e lato Rovigo.

È l'Ing. Fabrizio Monti, Direttore di Cantiere del lotto 2, 3 e 15, a riferirci che «abbiamo preso possesso dell'area nel Febbraio del 2009 e la consegna del lotto 3 di nostra competenza è prevista entro la fine del 2011.

Attualmente in cantiere trovano occupazione 40 persone, per lo più impegnate nella realizzazione dello strallato e delle solette».

Il progetto dell'autostrada A31 Valdastico sud, suddivisa in 25 lotti esecutivi, di cui 17 lotti costruttivi e 8 lotti di sovrastrutture o impianti, nasce dunque a completamento dell'attuale tracciato: il nuovo asse permetterà infatti di collegare l'autostrada A4 Brescia-Padova con la S.S.



434 Transpolesana, che unisce Rovigo e Verona; si svilupperà per complessivi 54 km, di cui 44,7 in superficie, 5 in galleria e trincea e 4,2 su ponti e viadotti. Il nuovo asse, attraversando lungo il suo percorso 23 comuni delle province di Vicenza, Verona, Padova e Rovigo, avrà caratteristiche di autostrada a pedaggio, con sei caselli (Montegaldella – Longare; Albetton – Barbarano; Agugliaro; Noventa Vicentina; Santa Margherita d'Adige; Piacenza d'Adige), che consentiranno un facile accesso e una forte integrazione con la viabilità locale, ed una barriera terminale all'altezza di Badia Polesine.

«Parallela ai grandi cantieri per la costruzione della Valdastico sud – ha aggiunto Monti – è già in avanzata fase di progettazione e realizzazione quell'artico-

lato sistema di viabilità secondaria di raccordo che consentirà un facile accesso alle zone produttive evitando l'attraversamento dei centri urbani».

Ma torniamo al ponte sul Bacchiglione. Come già ricordato la struttura si articola su nove campate, tre delle quali sono realizzate con un ponte strallato (con luci di 64.5 m + 140.00 m + 64.5 m), mentre le prime quattro (con luci di 37.00 m + 2x46.00 m + 41.50 m) e le ultime due (con luci di 48.00 m + 43.50 m) costituiscono i viadotti d'accesso, a travata continua, rispettivamente lato Vicenza e lato Rovigo.

«Tutti gli impalcati, progettati dallo Studio Seteco – Ing. Pierangelo Pistoletti (GE), sono previsti a sezione composta,

Il fiume Bacchiglione, con i suoi 119 km di lunghezza, si pone al ventinovesimo posto tra i corsi d'acqua italiani ed è uno dei sistemi idrografici più importanti delle province di Vicenza e di Padova. Secondo alcuni studiosi il nome Bacchiglione è da attribuire alla deformazione del verbo dialettale "bacaliare", che significa chiacchiere in continuazione, termine attribuitogli probabilmente a causa del rumore delle risorgive vicentine che gli danno origine.

La piattaforma autostradale ha una larghezza complessiva di 27 m ed è costituita da 2 carreggiate di larghezza ciascuna m 11,70, composte dalla corsia di emergenza di 3,5 m (+0,5 m rispetto alla normativa), corsia di marcia normale di 3,75 m, corsia di sorpasso di 3,75 m e banchina sinistra di 0,70 m. Le piazzole di sosta sono previste ogni 500 m circa. Il margine centrale interno è di m 5, con aumento di 1 m rispetto al valore minimo di norma, tale da consentire le operazioni di manutenzione in condizione di assoluta sicurezza. In base alle Norme CNR 78/80 l'autostrada è classificabile nel tipo 1 con velocità di progetto compresa tra 110 e 140 km/h. I percorsi di servizio bilaterali, che corrono in parallelo alle carreggiate per tutta l'estensione delle stesse, hanno larghezza utile di 4 m.





P1/P10

POZZI DI AGGOTTAMENTO  
DIAMETRO PERFORAZIONE  $\varnothing$  400/450mm,  
DIAMETRO TUBO INTERNO  $\varnothing$  250/300mm  
SPINTI SINO ALLA -1.5 m s.l.m.,  
CON TRATTO FINISTRATO DA 14.5 m s.l.m. A -1.5 m s.l.m.,  
POMPE PORTATA MASSIMA 10 l/s



P11/P15

POZZI DI AGGOTTAMENTO  
DIAMETRO PERFORAZIONE  $\varnothing$  400/450mm,  
DIAMETRO TUBO INTERNO  $\varnothing$  250/300mm  
SPINTI SINO ALLA -21.0 m s.l.m.,  
CON TRATTO FINISTRATO DA -6.5 m s.l.m. A -20.5 m s.l.m.,  
POMPE PORTATA MASSIMA 10 l/s



P16/P20

POZZI DI AGGOTTAMENTO  
DIAMETRO PERFORAZIONE  $\varnothing$  400/450mm,  
DIAMETRO TUBO INTERNO  $\varnothing$  250/300mm  
SPINTI SINO ALLA -17.0 m s.l.m.,  
CON TRATTO FINISTRATO DA -6.5 m s.l.m. A -16.5 m s.l.m.,  
POMPE PORTATA MASSIMA 5 l/s



PA/PC

POZZI PER ASCIUGARE L'AREA DI SCAVO



P21-P24

PIEZOMETRI TIPO A TUBO APERTO, CON TRATTO FINISTRATO  
DA -6.5 m A -16.5 m l.m.

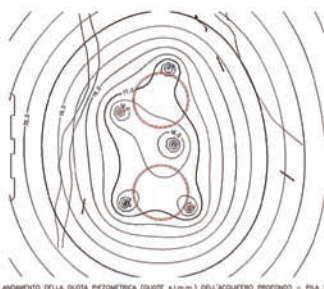
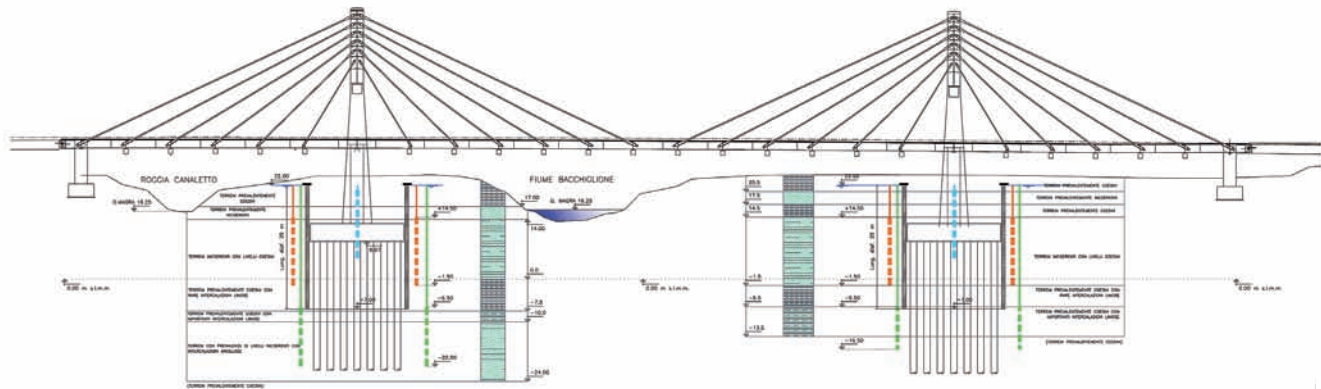
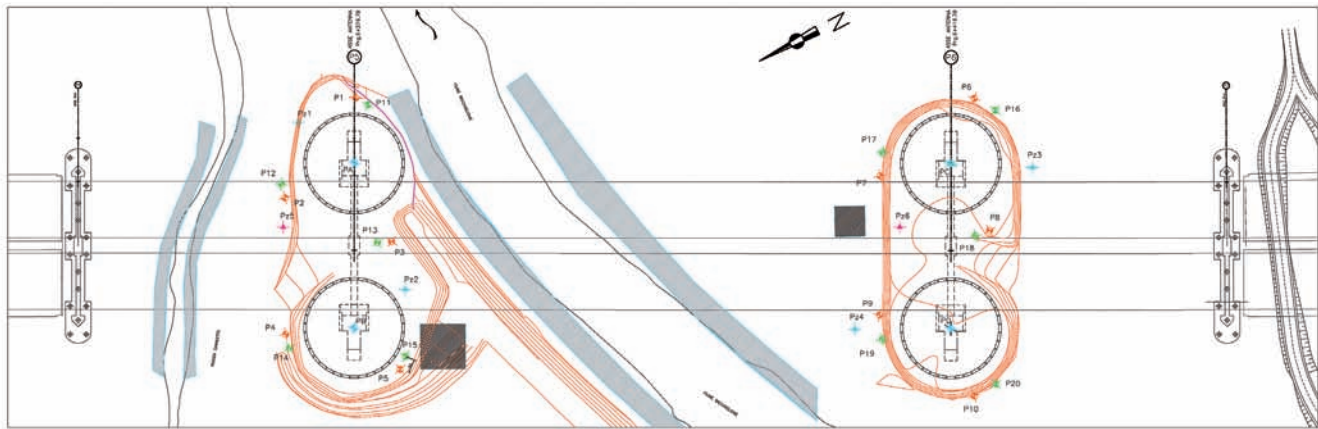


P25-P26

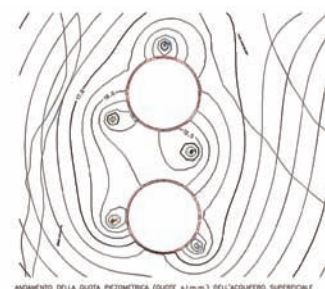
PIEZOMETRI TIPO A TUBO APERTO, CON TRATTO FINISTRATO  
DA +14.5 m A -1.5 m l.m.

LEGENDA INTERVENTI ED AREE DI CANTIERE:

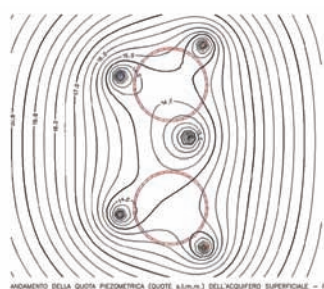
- FONDAZIONI DELLE DUE GRU A TORRE (DI ALTEZZA 60m) IN PROSSIMITA' DEGLI SCAVI
- PALANCIATO DI PROTEZIONE DELLO SCAVO IN CORRESPONDENZA DELLA PILA 5
- SISTEMAZIONI IDRAULICHE CON SCOGLIERA IN PROSSIMITA' DEL FUME BACCHOLIONE E DELLA ROGGIA CANALETTO



ANDAMENTO DELLA QUOTA PIEZOMETRICA (QUOTE s.l.m.) DELL'ACQUIFERO PROFONDO - PILA 5  
s=3 POZZI CASCINO CON PORTATA DI EMANAMENTO DI 4 l/s



ANDAMENTO DELLA QUOTA PIEZOMETRICA (QUOTE s.l.m.) DELL'ACQUIFERO SUPERIORE  
PILA 5 e 6 s=3 POZZI CASCINO CON PORTATA DI EMANAMENTO DI 4 l/s

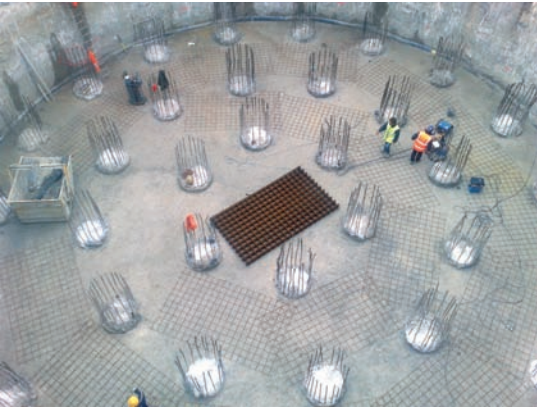


ANDAMENTO DELLA QUOTA PIEZOMETRICA (QUOTE s.l.m.) DELL'ACQUIFERO SUPERIORE - PILA 6  
s=3 POZZI CASCINO CON PORTATA DI EMANAMENTO DI 6.3 l/s

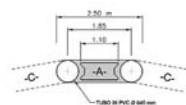


## Realizzazione delle fondazioni delle pile

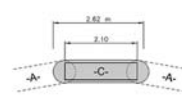
La realizzazione delle fondazioni delle pile del ponte strallato – che si sviluppa nell'alveo del fiume Bacchiglione ed in quello della roggia Canaletto – è stata affidata alla Trevi: le opere di fondazione delle pile sono state eseguite utilizzando plinti fondati su pali di grande diametro. Per la costruzione dei plinti sono stati realizzati 4 pozzi di diametro pari a 22 m all'interno dei quali sono stati costruiti i plinti con l'intradosso situato alla quota +9 m l.m.m. circa, ovvero a circa 15 m di profondità rispetto alla quota media del piano campagna (+24 m l.m.m.). Dato che gli scavi sono stati realizzati al di sotto del livello della falda freatica, che si trova in prossimità del piano campagna, il progetto esecutivo prevedeva per lo scavo dei pozzi, la realizzazione di una doppia coronella di colonne jet-grouting (diametro 800 mm) secanti, di lunghezza pari a 26 m, con funzione di sostegno e impermeabilizzazione laterale. Era prevista inoltre la realizzazione di un tappo di fondo, per contrastare il pericolo di sollevamento del fondo scavo per effetto della sottospinta idraulica, realizzato con colonne jet-grouting (diametro 1200 mm) compenetrato di lunghezza utile pari a 6 m. Trevi ha proposto un'ottimizzazione del progetto, sostituendo le colonne jet-grouting con un diaframma in calcestruzzo armato progettato dall'Ing. Nicola Cuzzo - Studio A.P.S. (Roma), di spessore 65 cm e profondità 30 m, intestato nello strato sottostante di argilla, in grado di svolgere sia la funzione di sostegno strutturale che di impermeabilizzazione laterale, evitando la realizzazione del tampone di colonne jet-grouting tramite un sistema di aggotamento delle acque e monitoraggio delle falde studiato dal Prof. Colleselli Francesco - Studio Colleselli (PD). L'esecuzione del diaframma strutturale ha consentito inoltre lo scavo senza la messa in opera di un rivestimento delle pareti del pozzo con spritz beton arma-



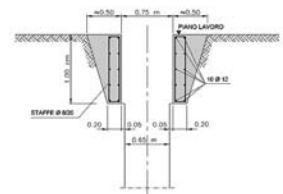
PANNELLO DI APERTURA  
1:50



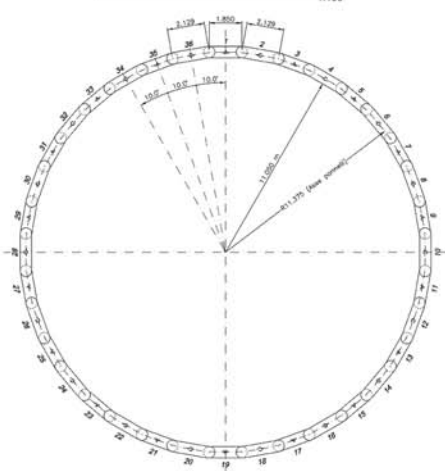
PANNELLO DI CHIUSURA  
1:50



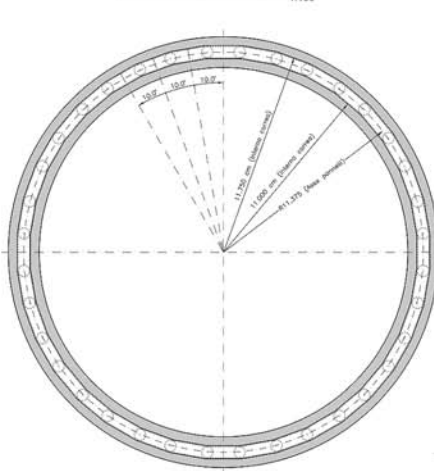
SEZIONE TIPO  
1:25



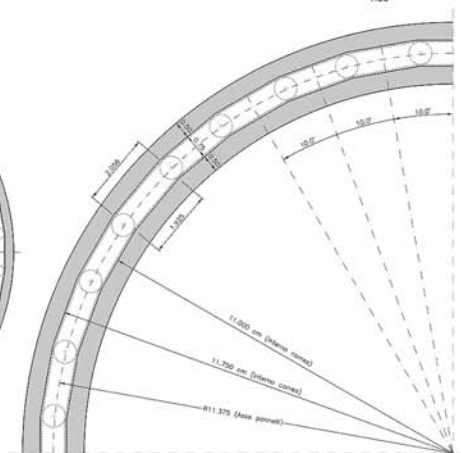
PIANTA DISTRIBUZIONE PANNELLI  
1:100

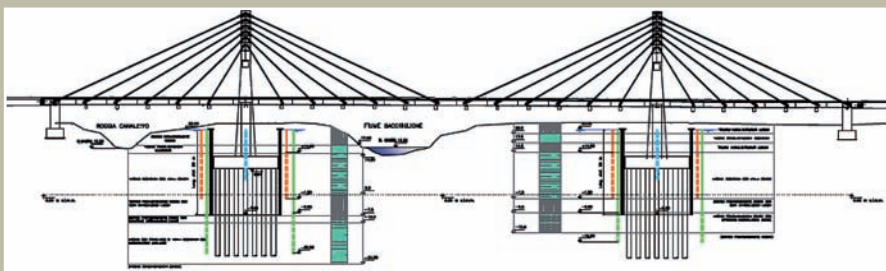


PIANTA CORREE DI GUIDA  
1:100



PARTICOLARE CORREE DI GUIDA  
1:50





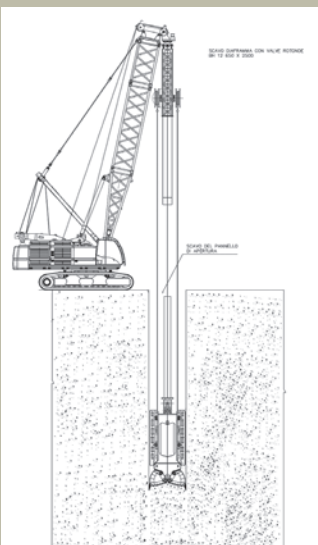
to e centine metalliche. Il sistema di scavo utilizzato é costituito da una benna mordente a due valve, di spessore pari a quello della parete da realizzare e di larghezza standard pari a 250 cm. Lo scavo è stato eseguito per pannelli primari e secondari, di sezione rettangolare; il sostegno delle pareti dello scavo si è ottenuto con fango di perforazione che riempie costantemente lo scavo. Il giunto idraulico tra pannello e pannello é stato realizzato ponendo in opera, al termine dello scavo del pannello primario, due tubi in pvc collegati rigidamente alla gabbia di armatura del pannello. La colonna di tubi in pvc è stata assemblata in opera al momento della posa della gabbia di armatura del pannello primario; la colonna è composta da un elemento di fondo, provvisto di un tappo forato per il passaggio del fango bentonitico, e da una serie di elementi di tubo di idonea lunghezza in funzione della profondità dello scavo. Posta in opera la gabbia così

attrezzata, si è proceduto al getto del pannello; in tale fase il tubo rimane pieno di fango bentonitico ed eventualmente di ghiaia. Terminato lo scavo del pannello adiacente, di chiusura, è stato applicato al dente centrale della benna un idoneo raschiatore che viene inserito all'interno del tubo in pvc. Il peso della benna, fatta calare lentamente sino al fondo scavo, rompe la parete del tubo; tale rottura può essere estesa sino al fondo del pannello o sino ad una adeguata profondità al disotto del fondo scavo.

Il getto del pannello secondario va quindi ad occupare la cavità così creata realizzando un contorno curvilineo del giunto che risulta per-



tanto a tenuta idraulica. In alternativa al raschia-giunto fissato ad un dente della benna si può utilizzare un idoneo scalpello, appositamente sagomato. Per lo scavo dei diaframmi è stata utilizzata una benna Soilmec BH12 (a fune con chiusura idraulica delle valve) con Kelly di guida tipo ROTOGRAb (per le manovre in superficie), montata su gru idraulica Soilmec SC90.



con travi d'acciaio e soletta di calcestruzzo. I due viadotti d'accesso – continua Fabrizio Monti – sono costituiti da due strutture affiancate, una per ciascuna carreggiata, staticamente indipendenti. Il ponte strallato ospita invece entrambe le carreggiate su un unico impalcato di larghezza 35.50 m, comprese le fasce esterne per l'ancoraggio degli stralli, disposti lateralmente».

Le tre campate strallate sono sorrette da due antenne aventi la forma approssimativa di una H, alte circa 40 m dal piano di campagna. La parte superiore dei ritzi, destinata ad accogliere l'ancoraggio alto degli stralli, è realizzata con una struttura metallica appositamente concepita. La parte inferiore dei ritzi è invece in calce-

struzzo, ed ha un andamento divergente dalla verticale. Gli opposti ritzi sono collegati da un traverso tubolare di acciaio. Il piede dei ritzi è inoltre collegato da un diaframma in calcestruzzo, che funge anche da appoggio per l'impalcato.

Mentre i due viadotti di accesso sono realizzati in sistema misto acciaio-calcestruzzo con schema statico di trave continua e soletta in cemento armato di spessore costante pari a 250 mm, gettata su lastre tralicciate e prefabbricate poggiate sulle piattabande superiori delle travi e collegata ad essi mediante connettori tipo 'Nelson', «il ponte strallato – ancora Monti – presenta una campata tra le due antenne con luce di 140 m mentre le campate laterali hanno luce circa 64.5 m».

Il tracciato del ponte strallato e con impalcato a sezione mista, è interamente rettilineo; gli stralli suddividono il ponte in 17 sottocampate, di luce circa 15.5 m e sono collegati a due antenne di altezza complessiva, rispetto all'estradosso soletta, pari a circa 30.8 m. «Ogni antenna è costituita da due "gambe" ed un traverso (su cui poggia il ponte) in cemento armato, disposti in forma di "H" e – continua Monti – con un ulteriore traverso intermedio in acciaio sotto la zona di attacco degli stralli». A ciascuna antenna sono collegate 8 coppie di stralli, di cui 4 a sostegno della campata centrale e 4 a sostegno della campata laterale competente. La sezione tipo del ponte prevede due travi metalliche esterne a doppio T, in ac-

## Il sollevamento in cantiere

A distribuire materiale ci pensano dall'alto due gru della Liebherr, una 154 EC-H 6 FR.tronic e la 550 EC-H 20 Litronic, che Serenissima Costruzioni Spa ha preso a noleggio da Niederstätter Spa, la vivace azienda bolzanina guidata dai fratelli Anton, Maria e Hildegard Niederstätter, che rappresenta una tra le più importanti realtà italiane nel campo della vendita e del noleggio di macchinari e attrezzature per l'edilizia.



Entrambe le gru, ovvero la 154 EC-H 6 FR.tronic – con 60 metri di braccio e un carico in punta di 1800 kg – e la 550 EC-H 20 Litronic – con 81,5 metri di braccio e un carico in punta di 4 t – fanno parte della serie EC-H: disponibili nella classe a partire da 112 tm (momento di carico), determinano alti standard nel duro lavoro quotidiano in cantiere, sia che si tratti della EC-H standard versione Fr.tronic sia della versione EC-H Litronic.

Tutti gli azionamenti delle gru EC-H sono stati sviluppati dal centro di competenza Liebherr a Biberach, ed offrono un'alta sicurezza di esercizio e prestazioni, senza dover scendere a compromessi.

Da segnalare che le nuove gru a torre Litronic della serie EC-H della Liebherr assicurano prestazioni superiori, garantendo il rendimento di due gru, poiché dispongono di due curve di portata: l'operatore può scegliere con un pulsante sul pannello di comando tra la curva momento di carico Standard e la curva momento di carico Plus, con un incremento del rendimento fino al 20%.

acciaio autoprotetto (tipo Corten), di altezza pari a 2.7 m, poste ad interasse 34.1 m. Internamente alle travi sono disposte 6 travi di spina, di altezza pari a 0.6 m, cui sono appoggiate le predalles di sostegno alla soletta (Ndr: la lastra predalle è un elemento prefabbricato per impalcati, costituito da una lastra in calcestruzzo armata con rete elettrosaldata nella quale sono annegati dei tralicci posti nella direzione degli appoggi e opportunamente distanziati tra loro).

La larghezza complessiva della sezione è pari a 35.5 m.

L'impalcato è collegato rigidamente su due pile (P4 e P7) tramite bielle che ne permettono la rotazione longitudinale; in corrispondenza dei pennoni e poggia su un traverso solidale all'antenna stessa.

La sezione trasversale è costituita da 2 travi in acciaio a doppio T, composte da piatti saldati di spessore variabile e di altezza costante pari a 2700 m. La larghezza dell'ala superiore delle travi è di 800 mm per i conci di strallo e per i 3 conci in corrispondenza del pennone, 600 mm per tutti gli altri conci. La larghezza dell'ala inferiore è di 1500/1200 mm.

«L'impalcato è collegato all'antenna tramite stralli, ognuno dei quali è costituito da coppie di trefoli a fili paralleli, tipo Tensacciai. Ogni strallo – sempre Monti – è collegato all'antenna attraverso una testa fissa ed all'impalcato attraverso una testa regolabile che permette di ottenere i corretti valori di tesatura».

La soletta in calcestruzzo, di spessore costante pari a 32 cm e gettata su predalles in calcestruzzo tralicciate, è del tipo

a schiena d'asino (pendenza trasversale 2.5%) nel tratto compreso circa tra la pila P4 e la mezzeria della campata laterale lato Rovigo, mentre nel restante tratto è a pendenza trasversale variabile.

Complessivamente la larghezza dell'impalcato è di 35.5 m, di cui 26.8 di carreggiata (2 carreggiate distinte di 13.4 m l'una). Il getto della soletta è collegato alle sottostanti travi in acciaio mediante connettori 'tipo Nelson' elettrosaldati sulle piattabande superiori delle travi. «La soletta in calcestruzzo armato collaborante con le travi, garantisce, insieme ai traversi, la ripartizione dei carichi a tutte le travi dell'impalcato in esame.

La strada – continua Fabrizio Monti – sarà percorribile con carichi di prima categoria Q1A posti in due corsie più una di immisione al casello». Per motivi di realizzabilità e di trasporto la travata viene prefabbricata in conci di lunghezza massima 12.00 m. I suddetti conci vengono quindi assemblati in opera mediante giunti bullonati ad attrito ( $v = 0.3$ ) con l'ausilio di bulloni M27 di classe 10.9; i giunti dei diaframmi sono anch'essi realizzati con l'ausilio di bulloni M27 di classe 10.9 ad attrito, mentre quelli dei controventi sono realizzati con bulloni a taglio M27 di classe 10.9.

L'impalcato in conglomerato cementizio è previsto gettato in opera utilizzando coppelle prefabbricate autoportanti in cemento armato contenenti parte dell'armatura trasversale resistente e considerate anch'esse come sezioni resistenti.

Le coppelle sono inoltre provviste di aree libere in corrispondenza delle piattabande superiori delle travi sottostanti al fine di

consentire la disposizione dei connettori di 'tipo Nelson'.

I coprigiunti delle piattabande superiori delle travi principali e di quella di spina sono arretrati di circa 50 mm dai bordi al fine di consentire l'appoggio delle coppelle prefabbricate.

Una volta disposte le lastre prefabbricate si procederà alla posa delle barre di orditura longitudinali e delle barre di orditura integrativa trasversale.

Alla suddetta fase seguono infine il getto della soletta a spessore definitivo e il getto dei cordoli laterali.

«Quanto alle strutture di fondazione, in ragione dei carichi agenti e della tipologia dell'opera, si è ritenuto opportuno – ancora Monti – ricorrere sempre a fondazioni profonde con pali di grande diametro; in particolare pali da 1.000 e 1.200 mm di diametro.

I pali sono stati spinti in modo da garantire prevalentemente la portanza per attrito laterale, anche se la punta rimane sempre all'interno degli strati sabbiosi e sabbioso/limosi»: in questo modo si sono potuti garantire valori elevati delle portanze ammissibili, con deformazioni molto contenute.

Nel calcolo dei pali delle spalle si è inoltre tenuto conto dell'attrito negativo indotto dal sovraccarico rappresentato dal rilevato a tergo delle spalle del viadotto. La zona di interesse è caratterizzata da una continua alternanza di livelli limo-argillosi e livelli prevalentemente sabbiosi e limosi incoerenti.

Non ci resta dunque che avere un po' di pazienza per poter attraversare questo bel ponte! ■



Quindici anni di consulenza in campo edile, son qualcosa di più che un semplice laboratorio prove materiali.

## Studio MM s.r.l.

Consulenza materie prime - Prove materiali

di Michele Mazzoni

- marcatura CE materiali da costruzione
- certificazione calcestruzzo e assistenza impianti betonaggio
- geotecnica stradale
- analisi conglomerato bituminoso e assistenza impianti di bitumaggio

Strada Pedemontana 40/s 43029 Mamiano di Traversetolo (PR) Tel.0521 844092 Fax 0521 344744 www.studio-mm.it e-mail: info@studio-mm.it