

Ordine degli Ingegneri di Prato

27/01/2026 e 24/03/2026

INGEGNERIA DEI PONTI

Ponti di nuova costruzione: panoramica sulle tipologie,
sulla scelta dei sistemi costruttivi e casi studio

I ponti di EXPO 2015

Prof. Ing. Salvatore Giacomo Morano

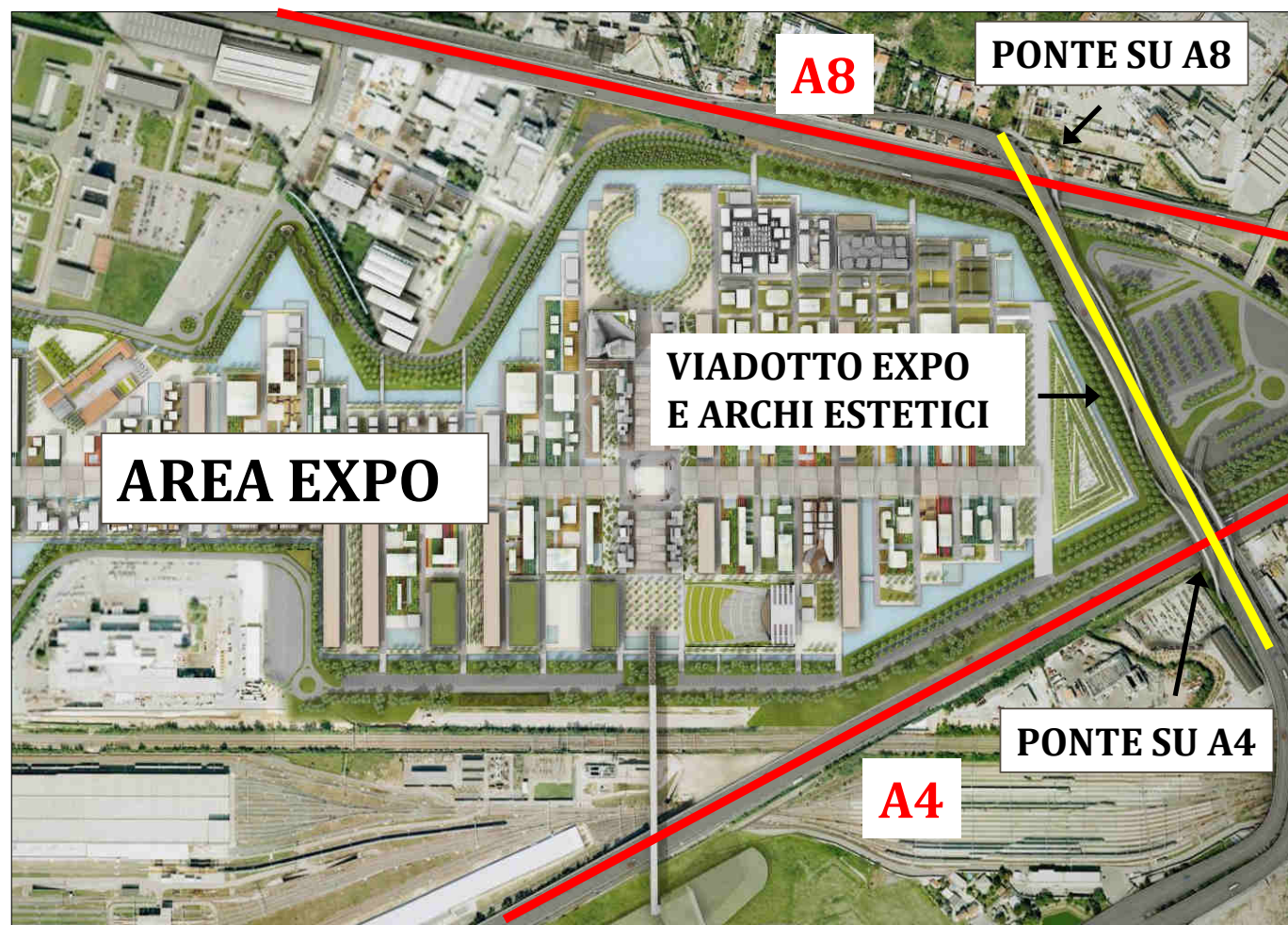
Università degli Studi di Firenze



I PONTI DI EXPO 2015

**LE OPERE PRINCIPALI
ALL'INGRESSO SUD DEL SITO
ESPOSITIVO:**

- PONTE AD ARCO SU A4
- VIADOTTO "EXPO" ed ARCHI ESTETICI
- PONTE AD ARCO SU A8



CREDITS

- **Committente :** Infrastrutture Lombarde SpA
- **Coordinamento Generale :** Ing. Riccardo FORMICHI
(RTP Pro Iter srl – Erre Vi. A. srl – Politecnica Ingegneria e Architettura – Antonio Citterio, Patrizia Viel and partners architecture)
- **Progetto Architettonico :** Arch. Antonio CITTERIO
- **Progetto Esecutivo :** Ing. Andrea LUCARELLI
(Politecnica Ingegneria e Architettura)
- **Consulenti Opere Strutturali :** Prof. Ing. Massimo MAJOWIECKI
Prof. Ing. Salvatore Giacomo MORANO
- **Direzione Lavori :** Ing. Guglielmo FARIELLO
(Infrastrutture Lombarde SpA)
- **Impresa esecutrice :** RTI (Eureka Consorzio Stabile – CCC Consorzio Cooperative Costruzioni – Vitali SpA – CIC Compagnia Italiana Costruzioni SpA)
- **Costruzioni Metalliche :** CORDIOLI e C. Costruzioni Metalliche

foto G. Albo

I PONTI DI EXPO 2015

- Ponte ad arco su A4

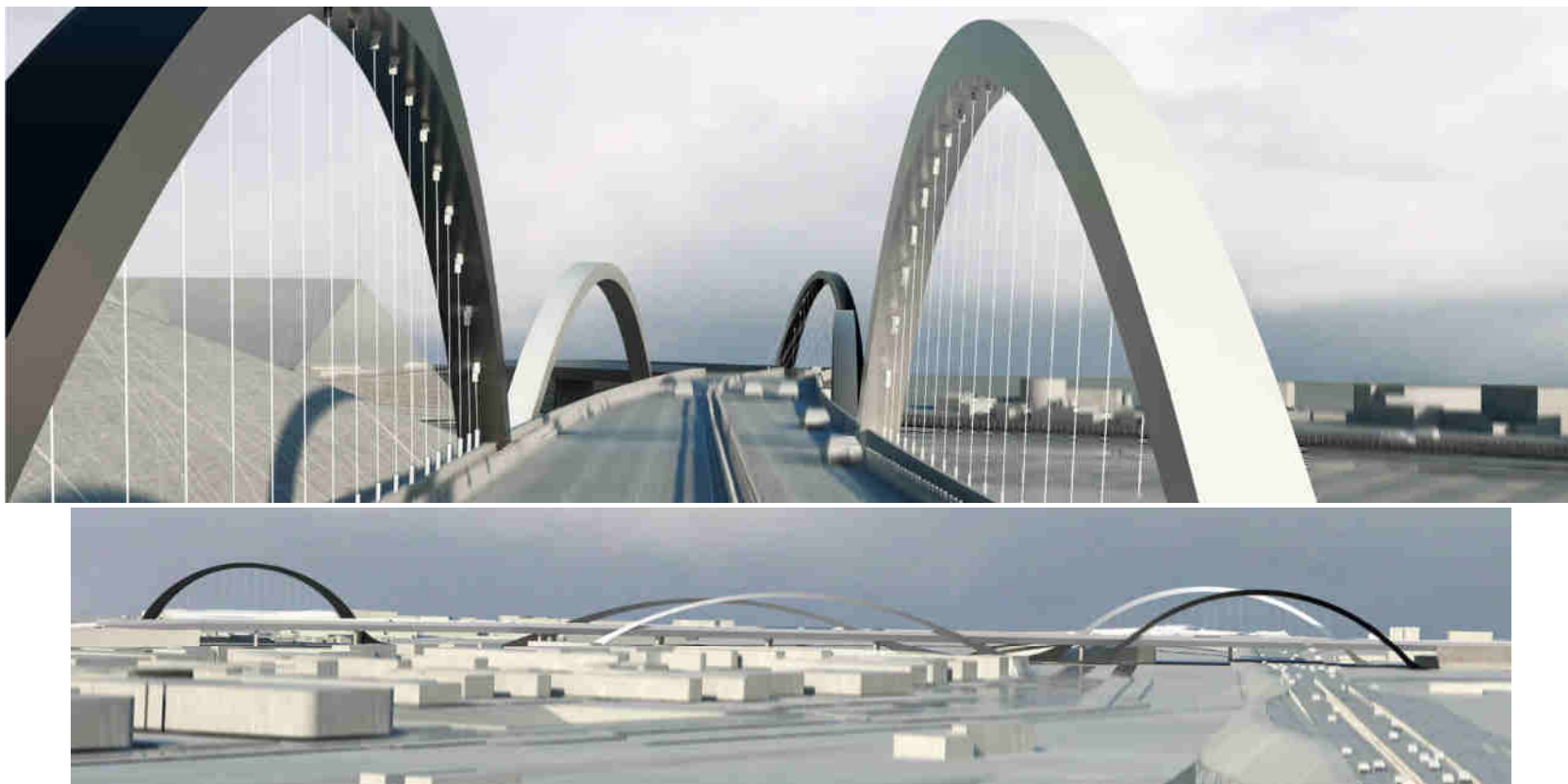
- Ponte ad arco su A8



- Viadotto «EXPO» ed archi estetici

I PONTI DI EXPO 2015

- Il progetto vincitore era sostanzialmente imm modificabile dal punto di vista estetico-architettonico



**MODULO 2 PONTI DI NUOVA COSTRUZIONE: PANORAMICA SULLE TIPOLOGIE,
SULLA SCELTA DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CASI STUDIO**

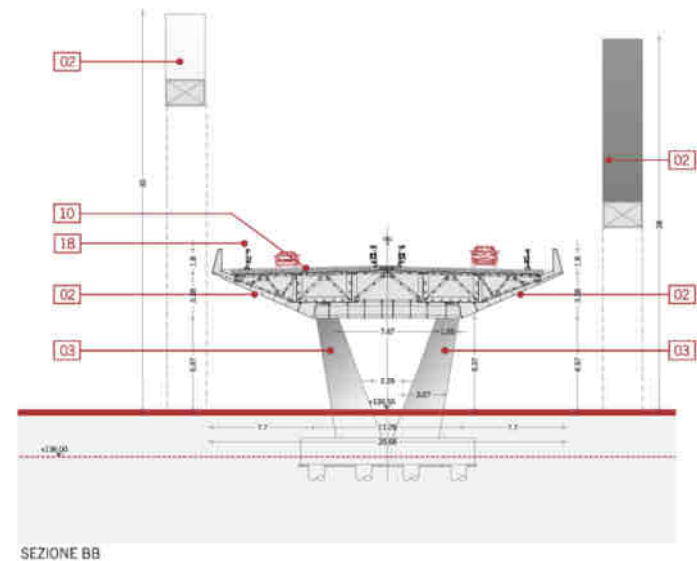
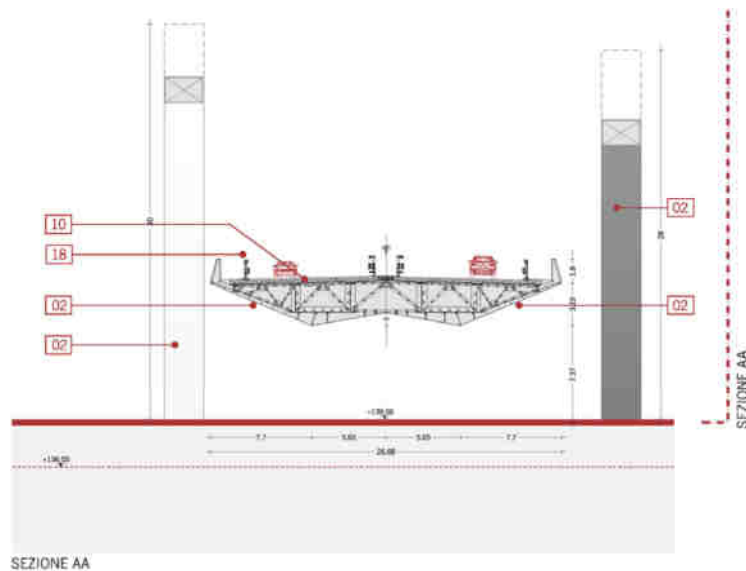
I PONTI DI EXPO 2015

- Da un lato gli archi non dovevano subire modifiche di dimensioni né generali né delle sezioni trasversali



I PONTI DI EXPO 2015

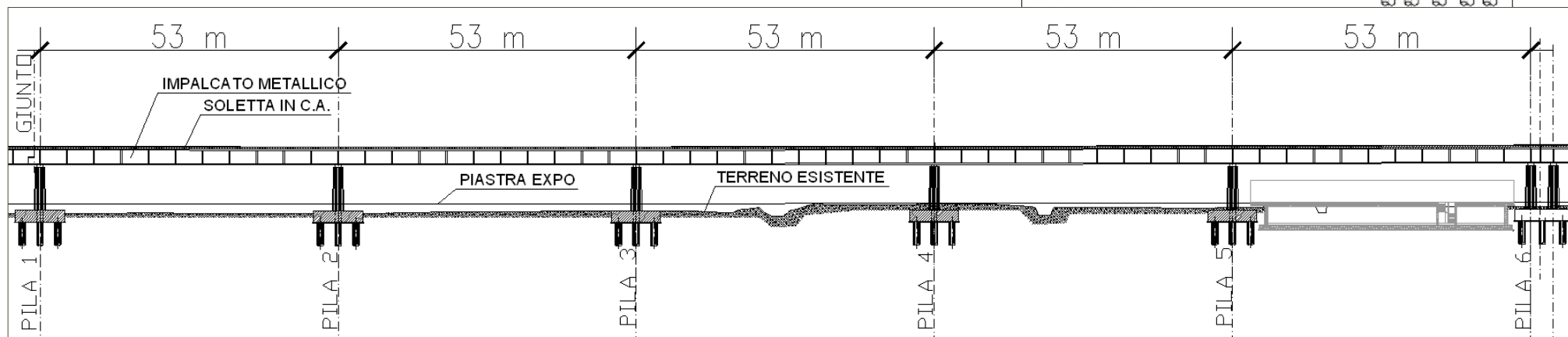
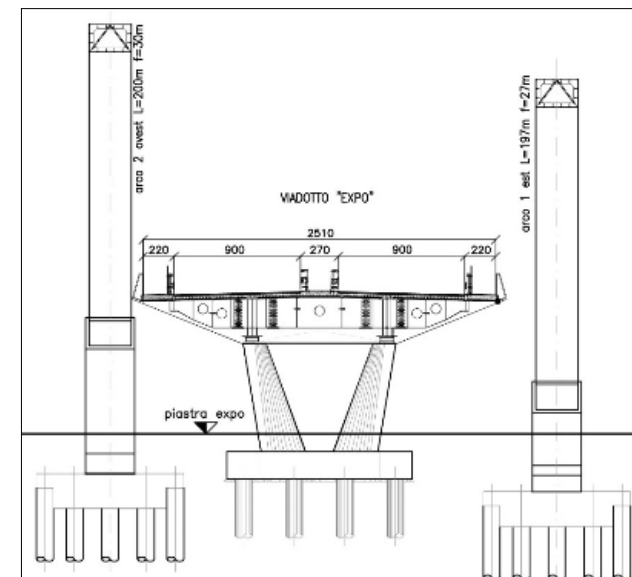
- Dall'altro anche pile e impalcato dovevano assumere una conformazione predefinita;
- In particolare sul viadotto «EXPO» l'impalcato doveva mutare in maniera continua la sua configurazione in intradosso dalle pile verso la mezzeria delle campate;
- Le pile dovevano mantenere la configurazione geometrica a «V» con fusti indipendenti.



IL VIADOTTO «EXPO»

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

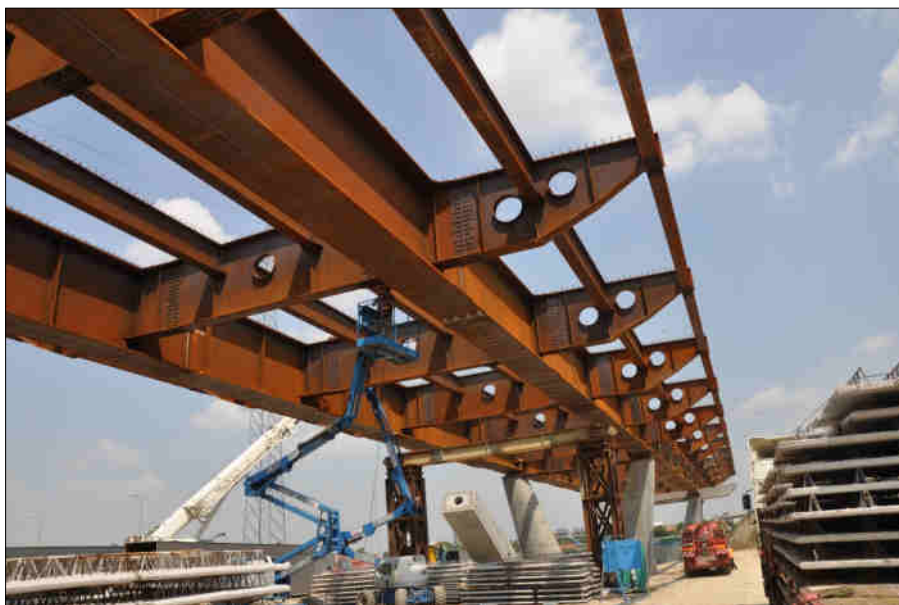
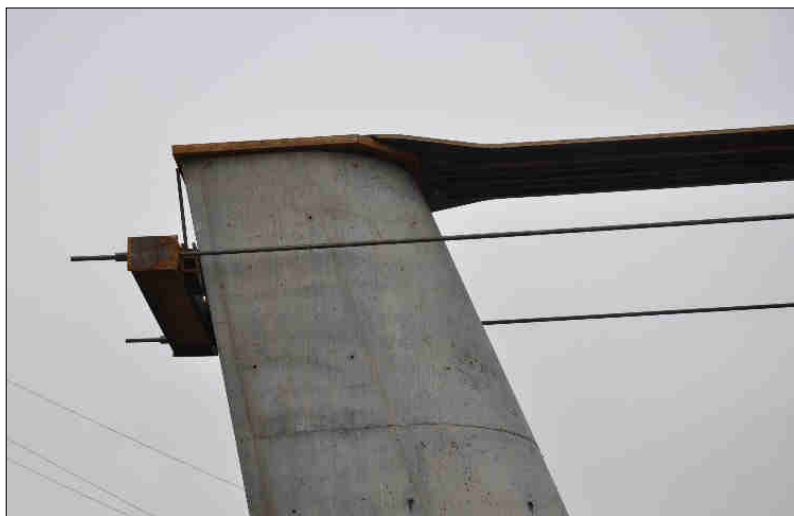
- Larghezza impalcato : 25,1 m
- Lunghezza complessiva viadotto : 265 m
- Luce singola campata : 53 m
- N. campate : 5



IL VIADOTTO «EXPO»

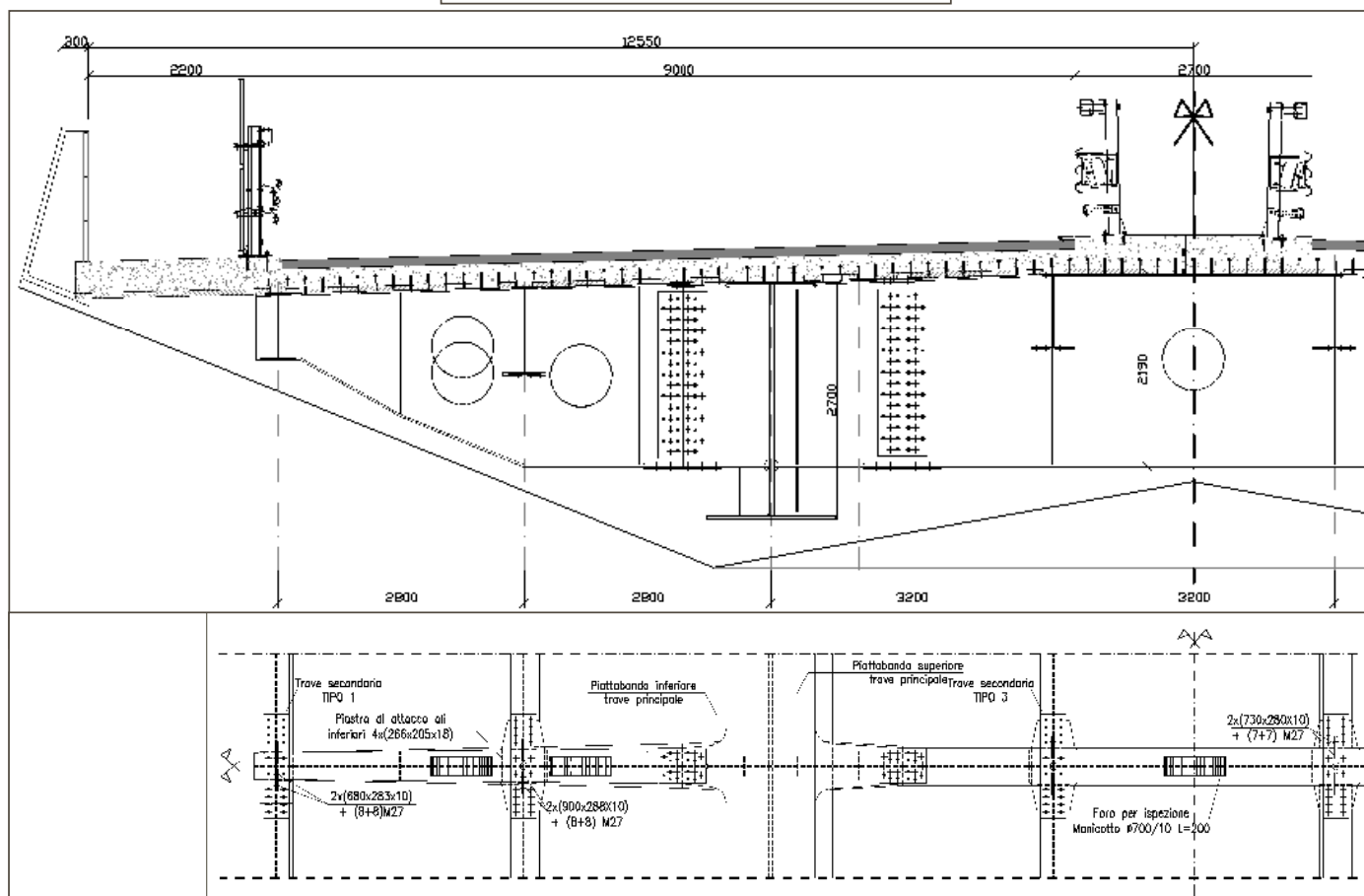
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Viadotto con impalcato continuo in acciaio-calcestruzzo
- Impalcato a 2 travi principali con traversi e n. 6 travi secondarie
- Sistema di vincolo costituito da isolatori elastomerici
- Ritegni trasversali su prima e ultima pila
- Pile a doppio fusto in C.A. gettato in opera con in testa tirante in carpenteria metallica pretensionato



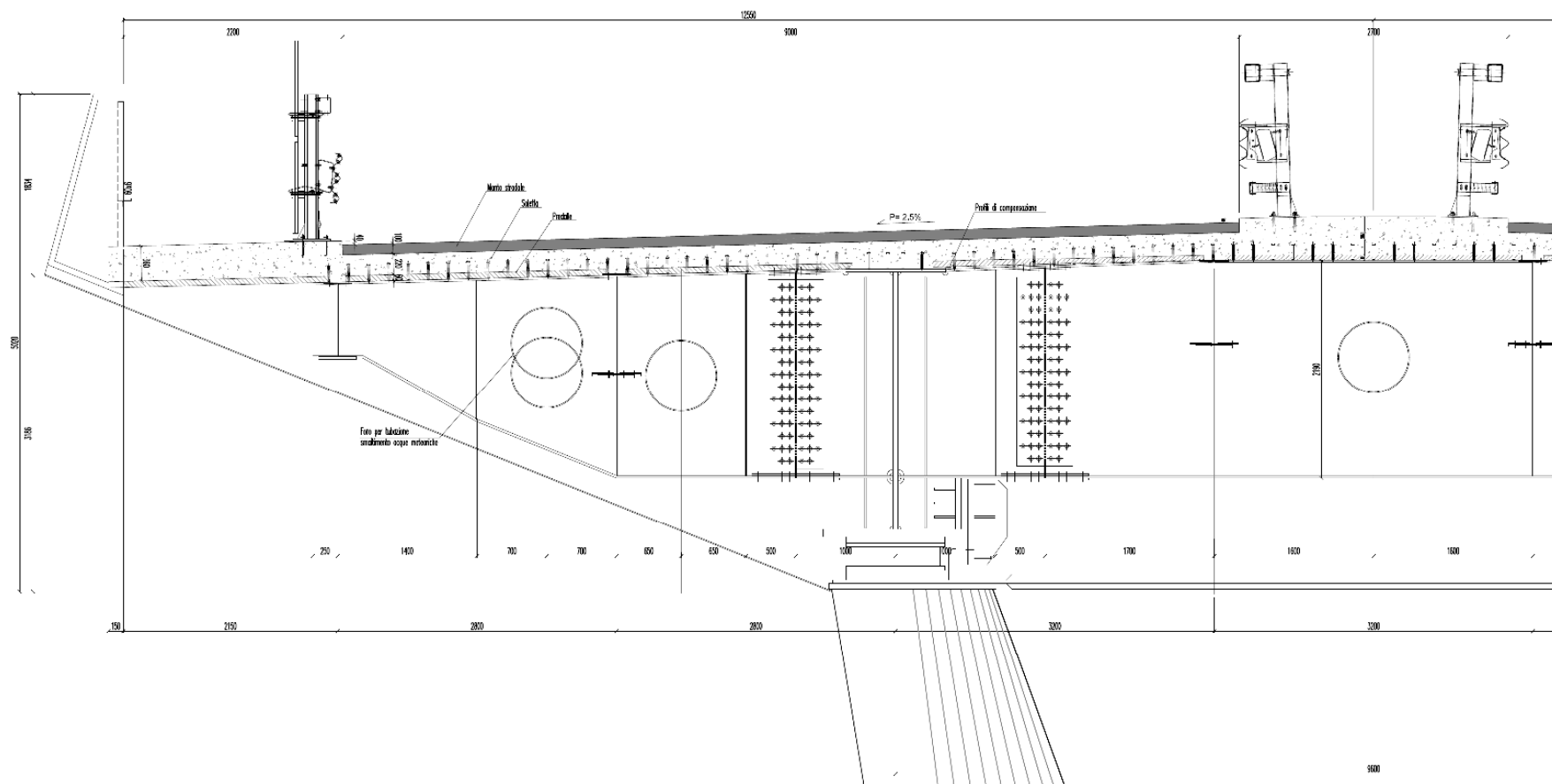
IL VIADOTTO «EXPO»

SEZIONE TRASVERSALE TIPICA



IL VIADOTTO «EXPO»

SEZIONE TRASVERSALE SU PILA



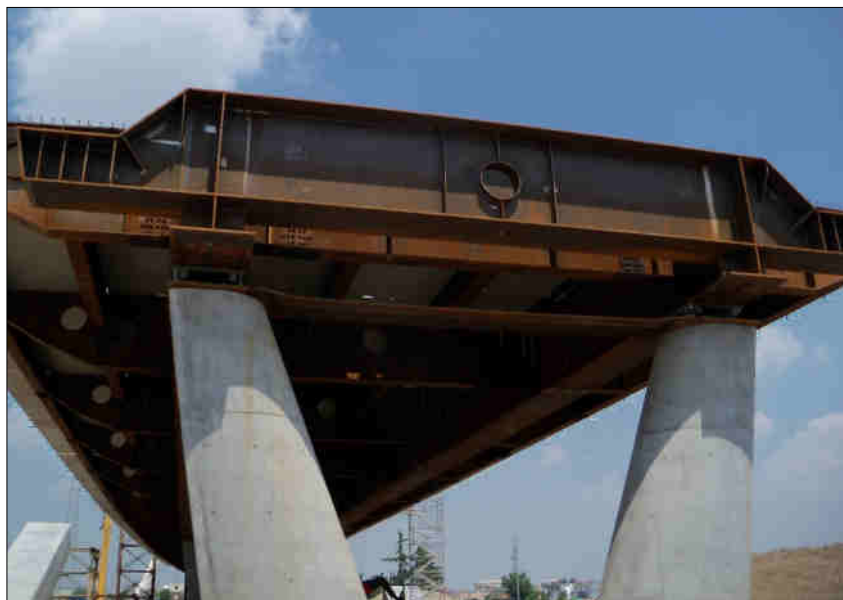
IL VIADOTTO «EXPO»

TRASVERSO SU PILA



IL VIADOTTO «EXPO»

TRASVERSO ESTREMITÀ LATO PONTE A4



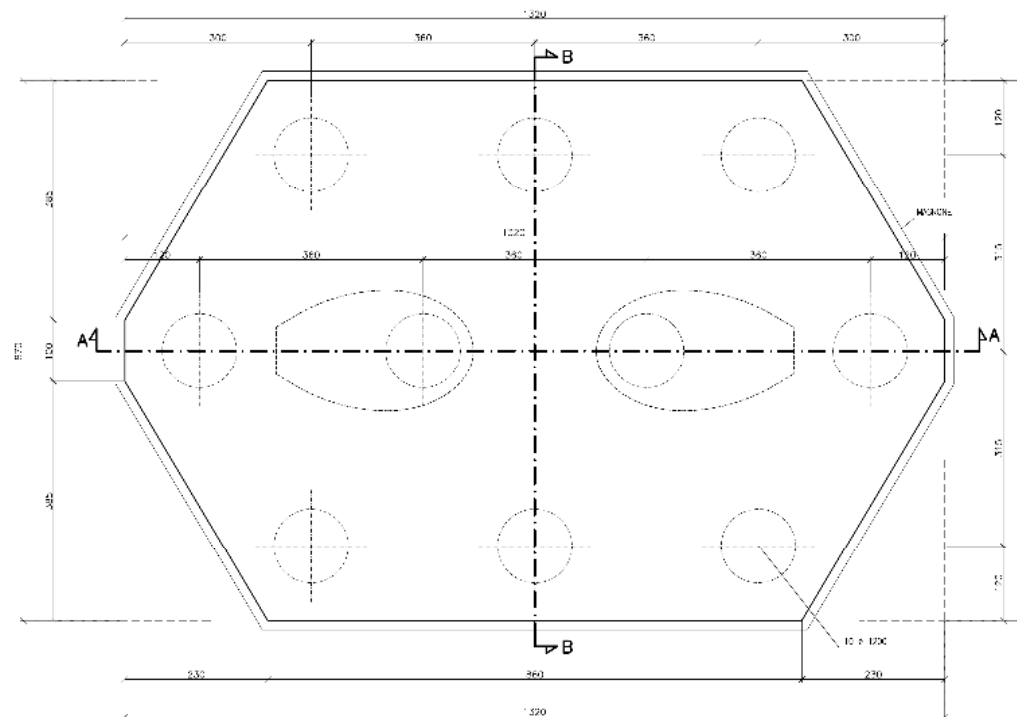
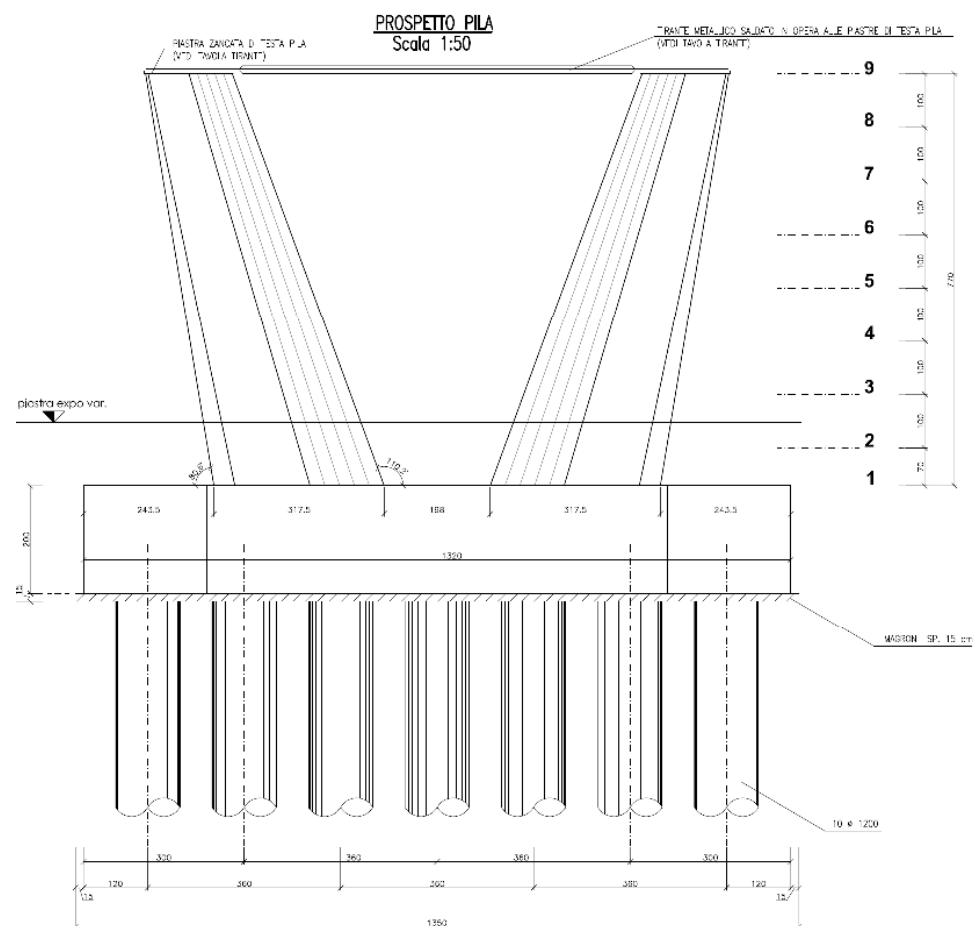
APPOGGIO SU PILA

NODO TRAVE-TRAVERSO



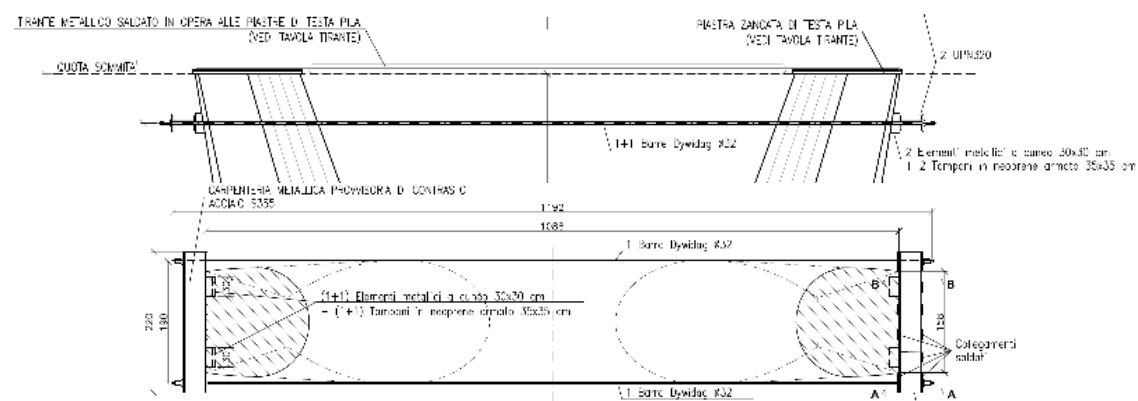
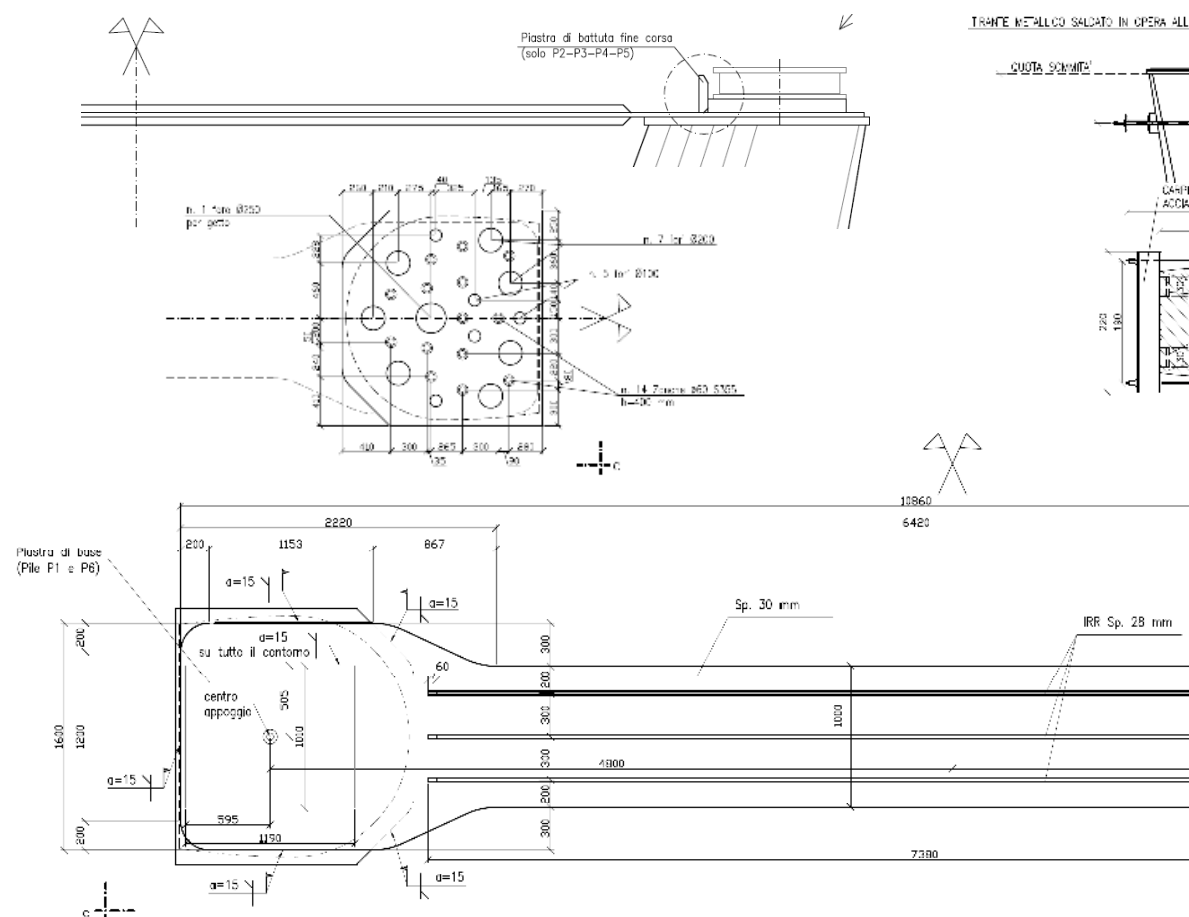
IL VIADOTTO «EXPO»

PILE



IL VIADOTTO «EXPO»

PILE



FASI DI MONTAGGIO

- 1 - Posizionare la piastra metallica zincata utilizzando il cassero metallico come appoggio;
- 2 - Getto del cls dei tusti delle pile con tubo getto attraverso il foro Ø250 della piastra fino alla quota di sommità con getto di cls additivato con fluidificanti;
- 3 - Al raggiungimento di Rck, posizionare il sistema di contrasto e le barre dywidag e mettere in trazione le stesse barre con carico nominale pari a 500 kN ciascuna;
- 4 - Posizionare il tirante metallico e saldarlo su tutto il perimetro a contatto con le piastre del testa pila;
- 5 - Terminati i lavori di saldatura e collegamento del tirante, procedere al progressivo rilascio della tensione nelle barre dywidag per mettere in pre-carico il tirante stesso;
- 6 - Conclusa la messa in carico del tirante, rimuovere le barre dywidag e il sistema provvisorio di contrasto.

IL VIADOTTO «EXPO»



IL PONTE AD ARCO SU A4

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

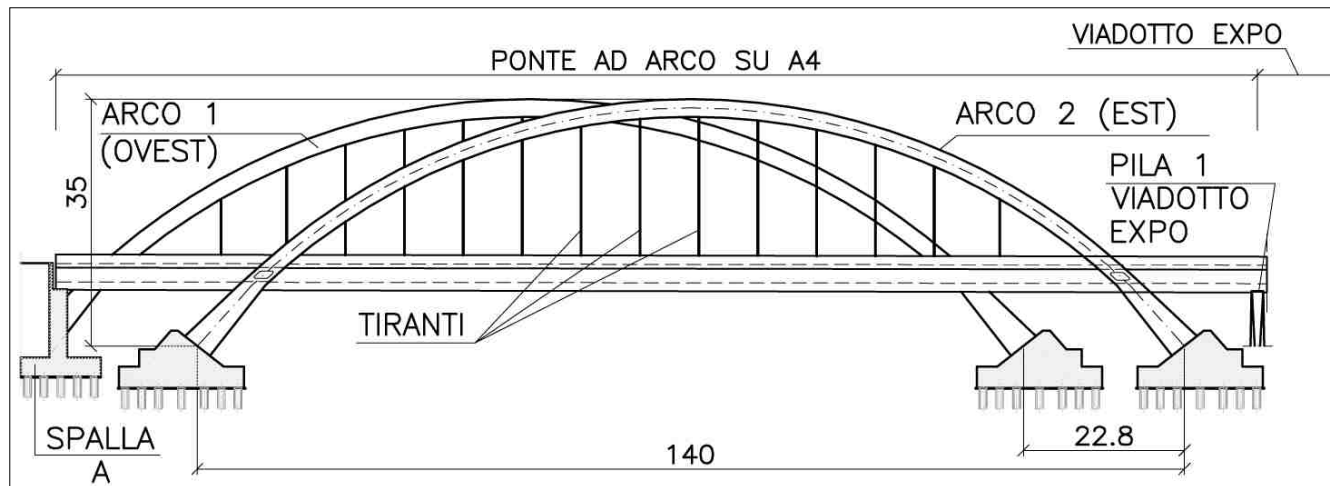
- Larghezza impalcato (interno carter): 25,1 m
- Lunghezza complessiva ponte : 180 m
- Luce campata sospesa centrale : 114 m
- Lunghezza archi : 140 m
- Altezza archi : 35 m



IL PONTE AD ARCO SU A4

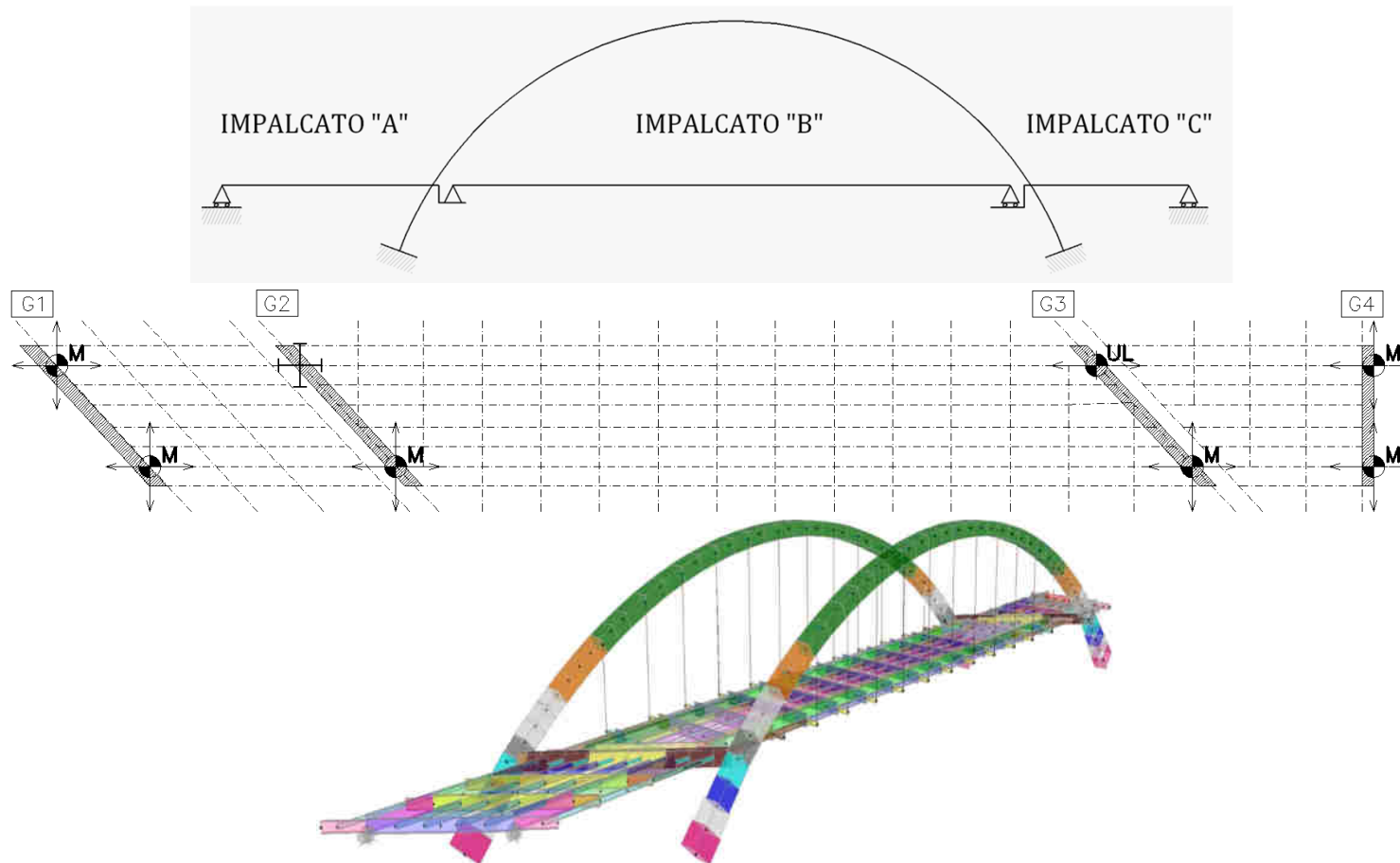
CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Ponte ad arco a via intermedia in acciaio-calcestruzzo
- Due archi metallici indipendenti sfalsati in pianta e collegati da traversone
- Sospensione tipo Langer (n. 12+12 funi spiroidali chiuse $\Phi 92$ o 72mm)
- Impalcati a 2 travi principali con traversi e n. 6 travi secondarie
- Impalcato sospeso vincolato isostaticamente nel piano orizzontale (NO effetto di incatenamento)
- Campate laterali solidali con traversone ed archi



IL PONTE AD ARCO SU A4

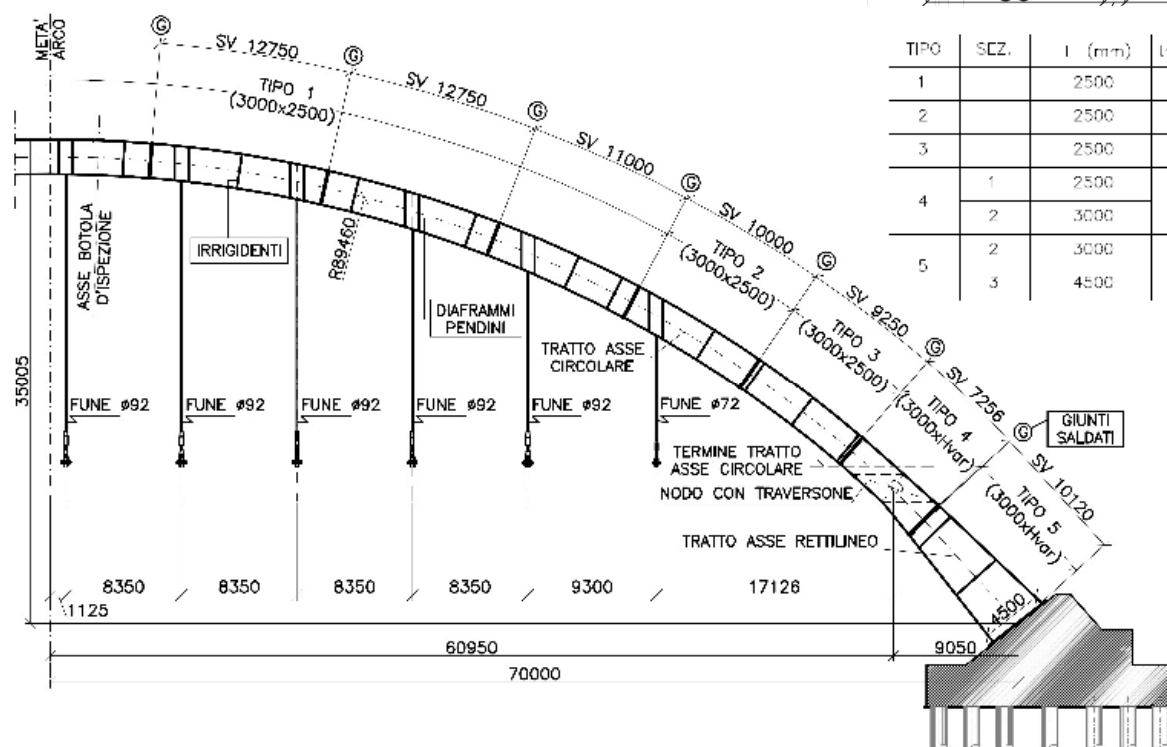
FUNZIONAMENTO STATICO



IL PONTE AD ARCO SU A4

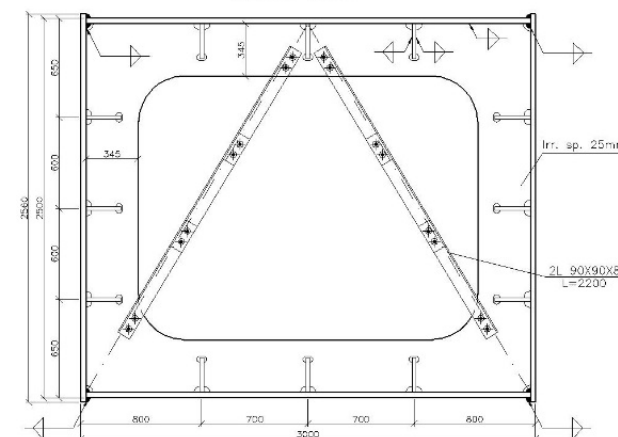
ARCHI E IMPALCATO

- **Sezione arco corrente 3,0 x 2,5 m**



TIPO	SEZ.	L (mm)	ln (mm)	Lb (mm)	lin (mm)	A (mm)	B (mm)
1		2500	25	25	230	650	600
2		2500	28	28	230	650	600
3		2500	35	35	230	650	600
4	1	2500	60	55	230	650	600
	2	3000			280	775	725
5	2	3000	45	45	280	775	725
	3	4500				1150	1100

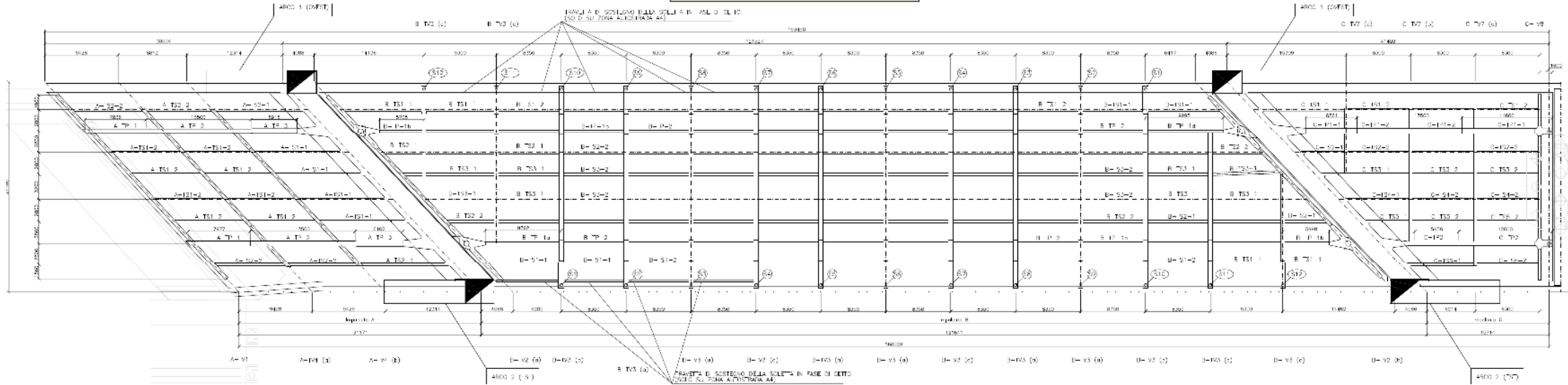
SEZIONE ARCO 2500x3000
(corrente su diaframma)
Scala 1:20



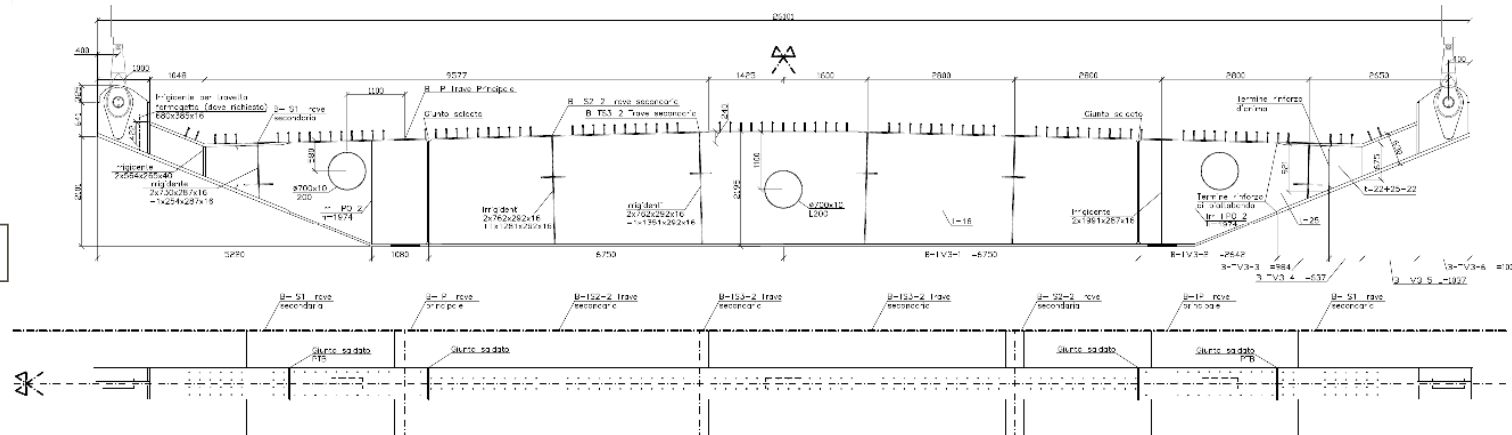
- **th = sp. anime**
- **tb = sp. piattabande**
- **hih = altezza irrigid.**
- **A e B = inter. Irrigid.**

IL PONTE AD ARCO SU A4

PIANTA IMPALCATO

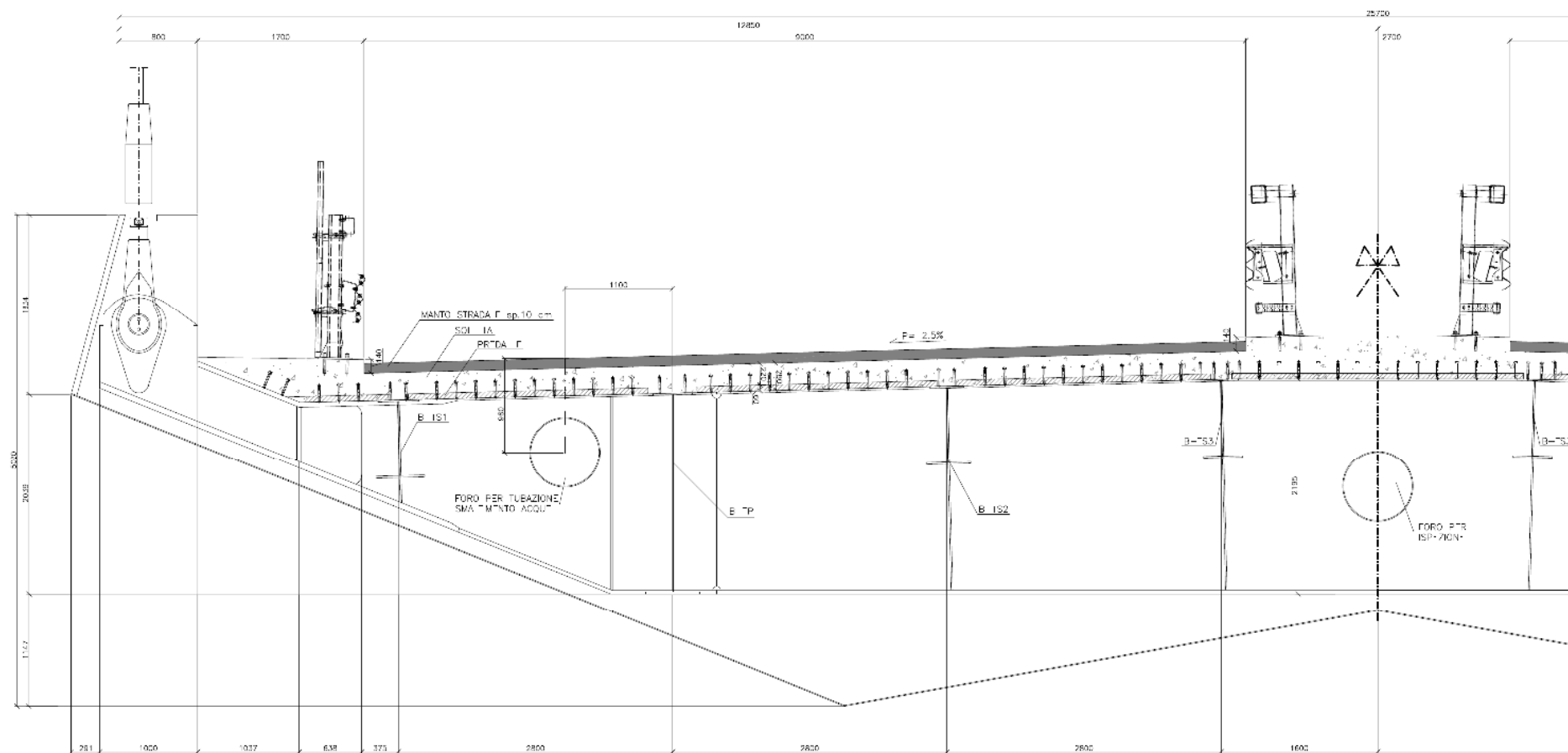


TRAVERSO TIPO



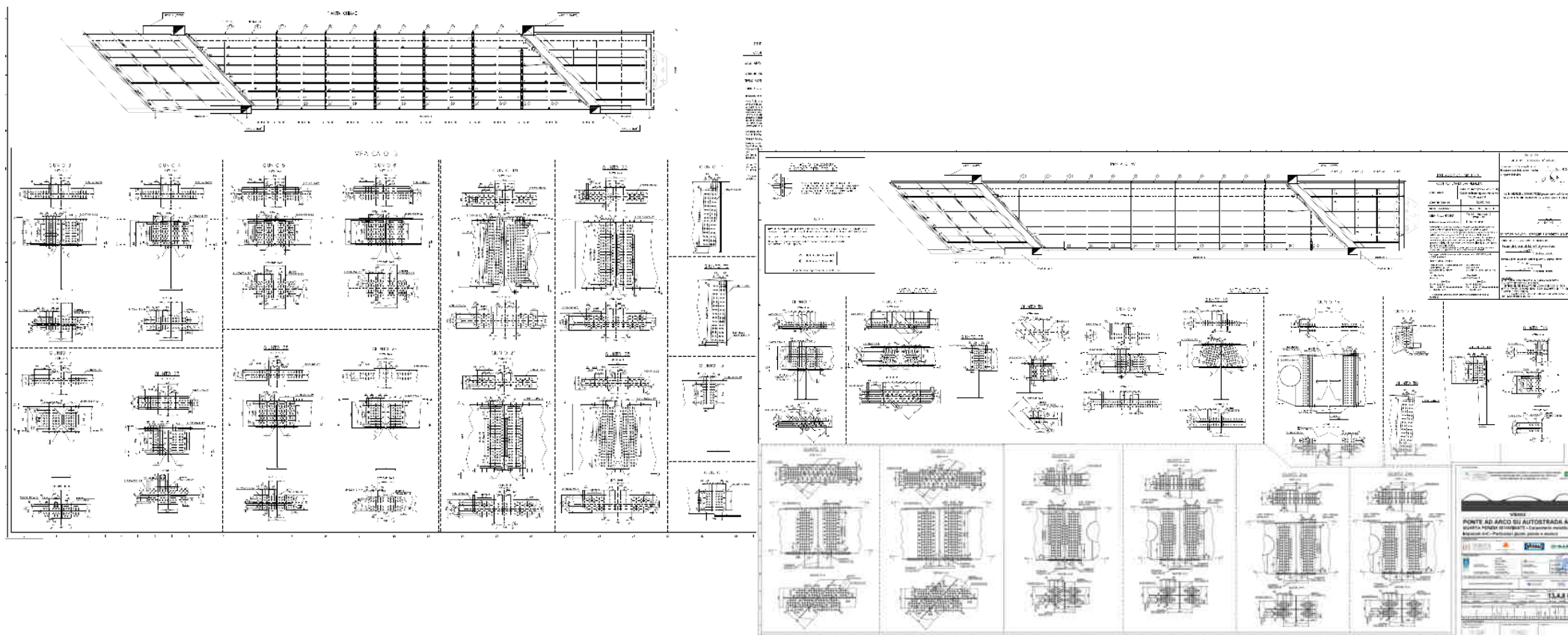
IL PONTE AD ARCO SU A4

SEZIONE TIPO IMPALCATO «B»



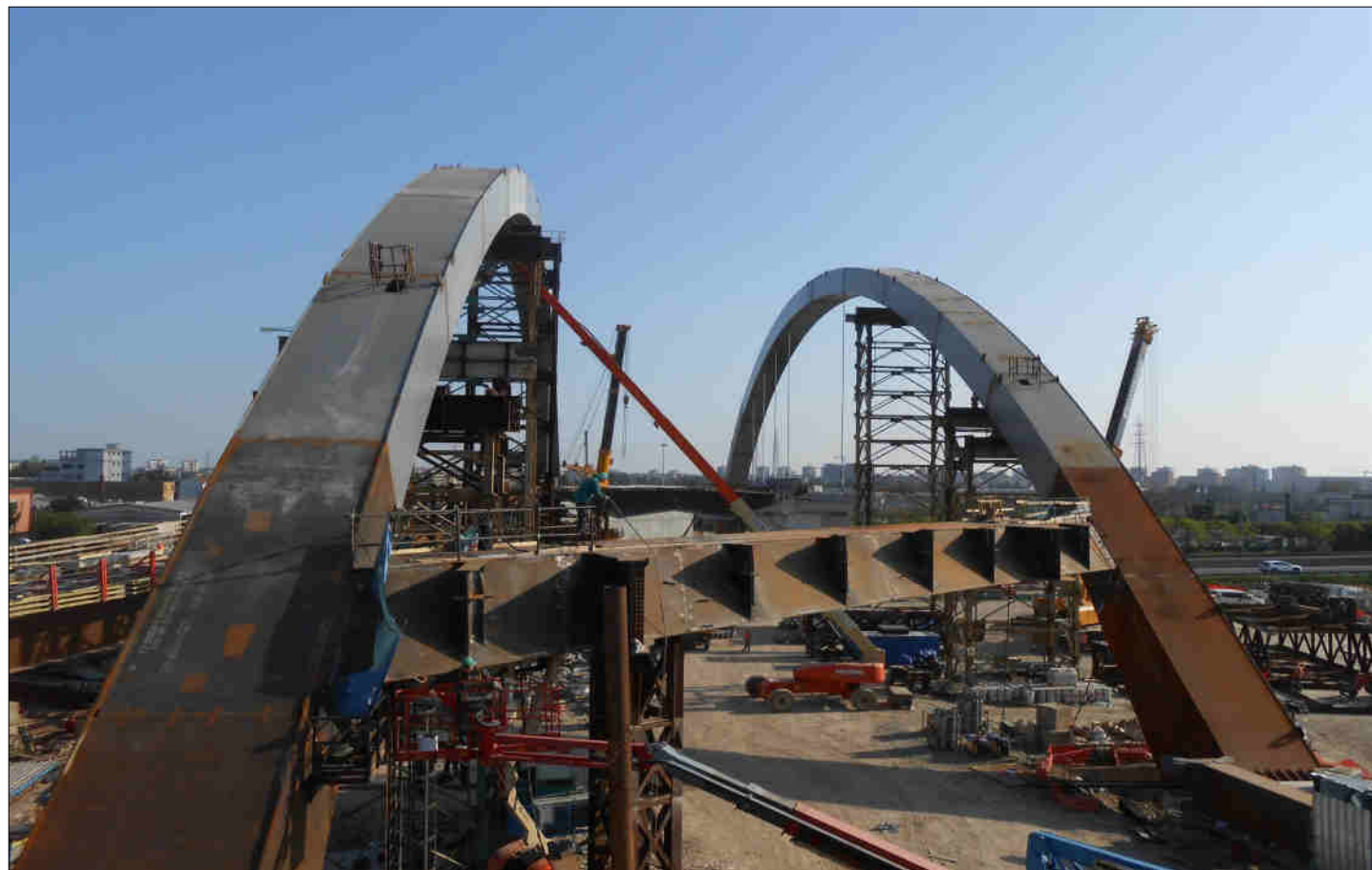
IL PONTE AD ARCO SU A4

TAVOLE GIUNTI BULLONATI



IL PONTE AD ARCO SU A4

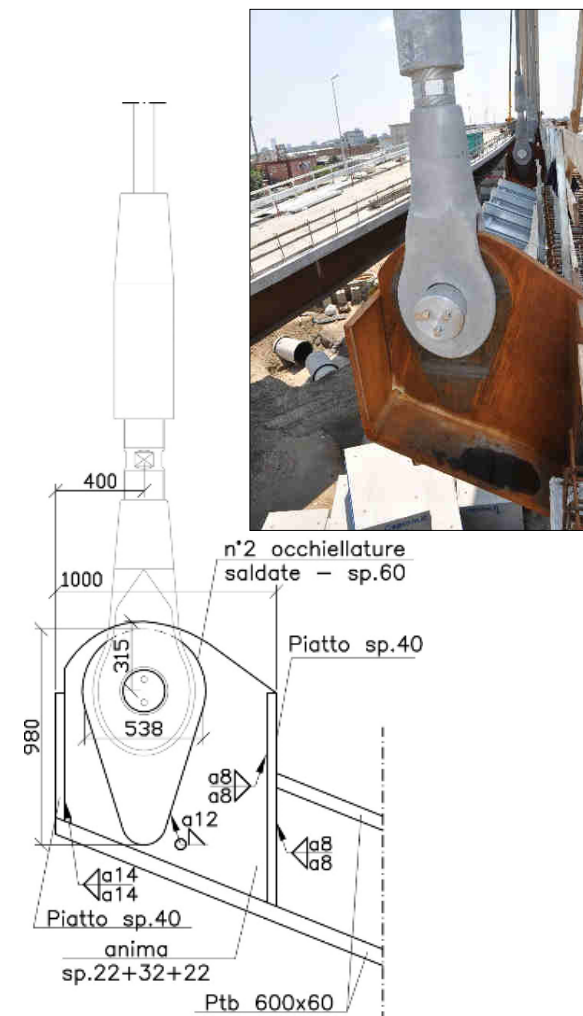
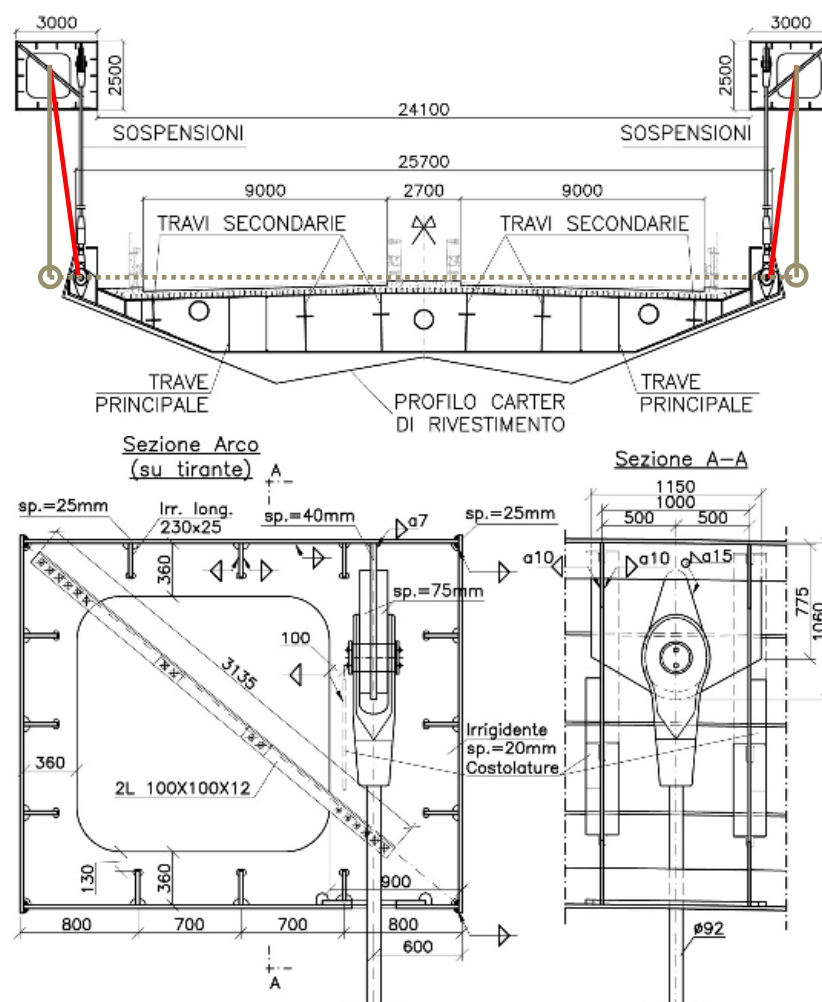
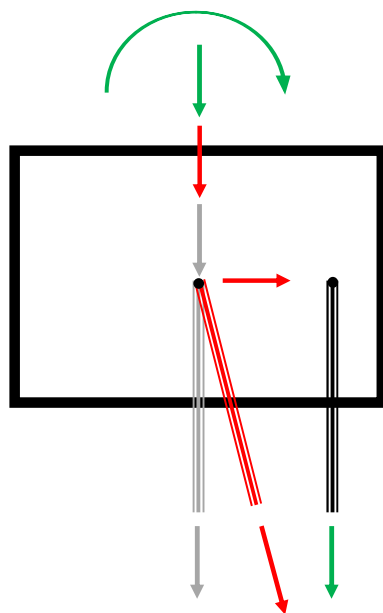
ARCHI E IMPALCATO



VISTA DA SPALLA "A"

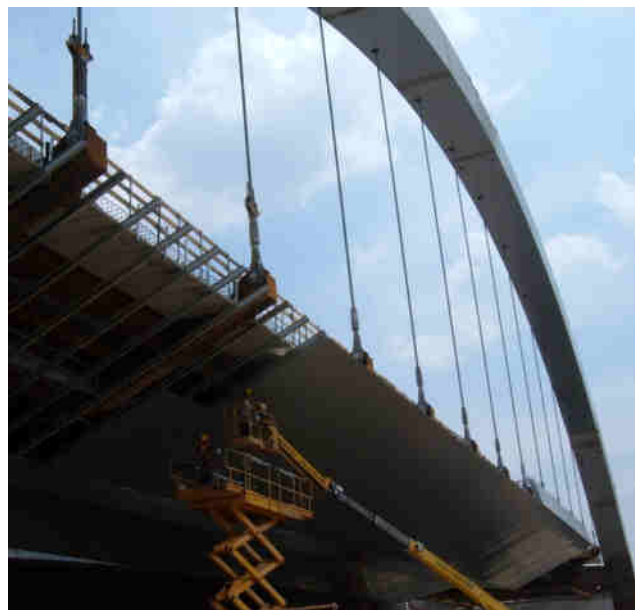
IL PONTE AD ARCO SU A4

IL SISTEMA DI SOSPENSIONE



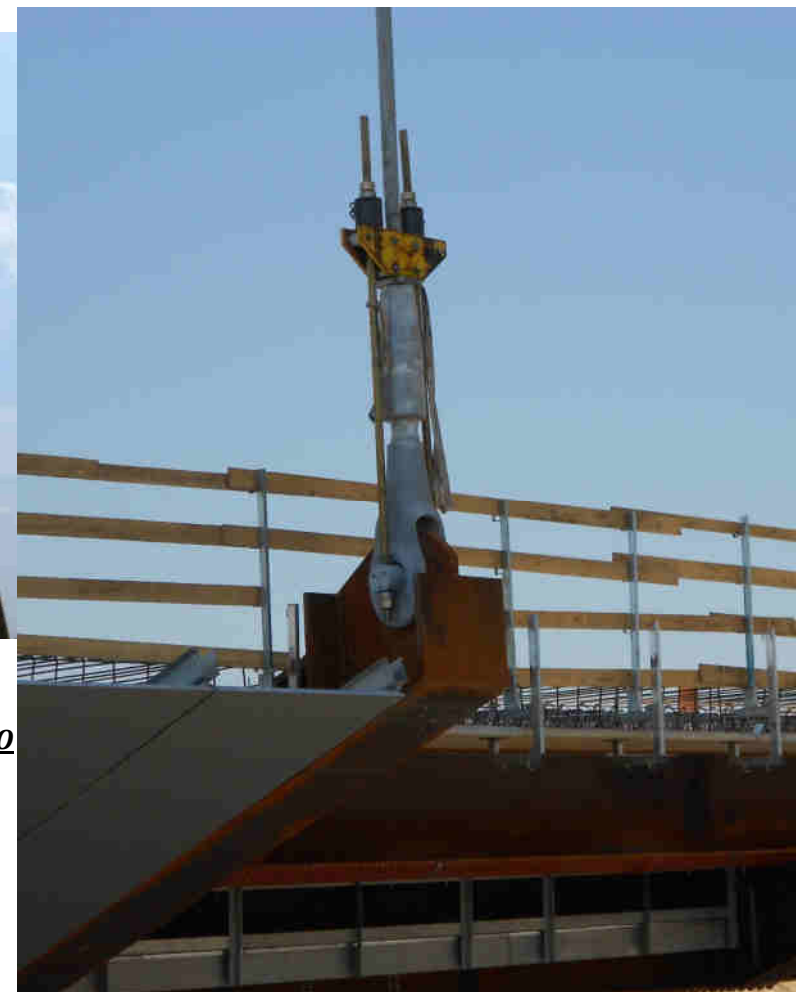
IL PONTE AD ARCO SU A4

IL SISTEMA DI SOSPENSIONE



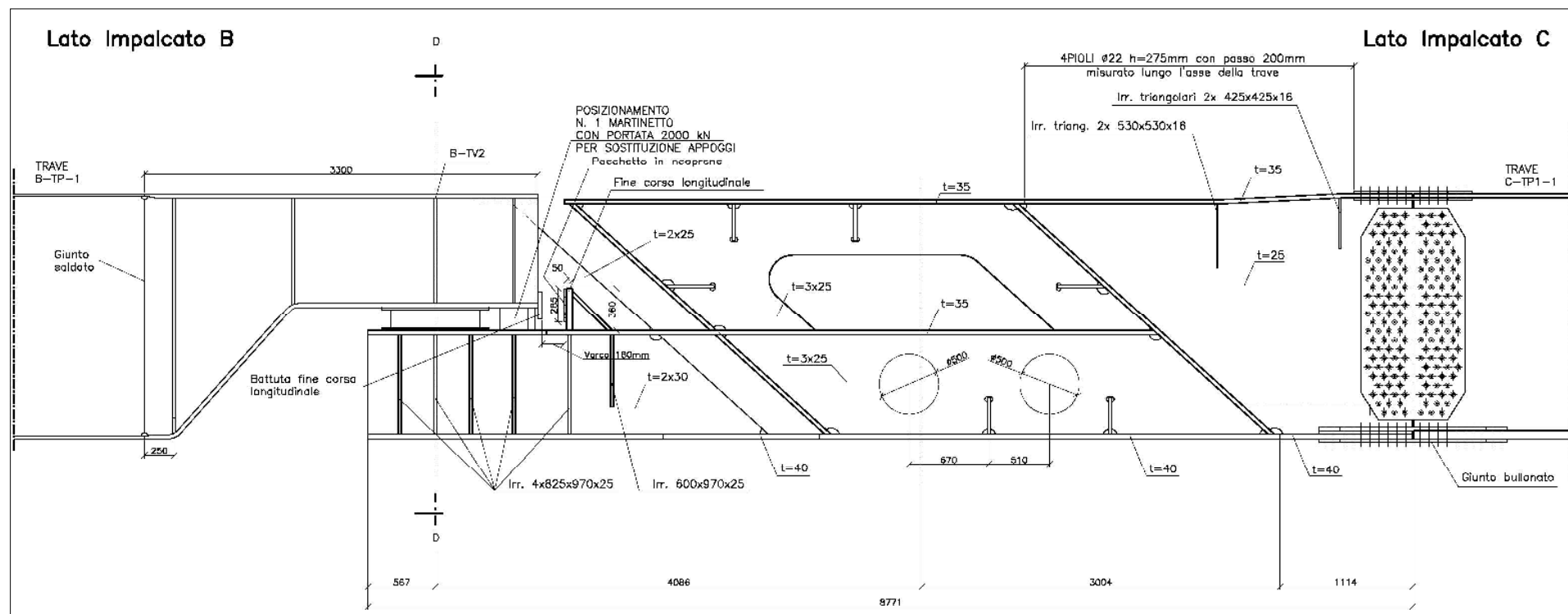
ATTACCO SULL'IMPALCATO

ATTACCO ALL'INTERNO DELL'ARCO



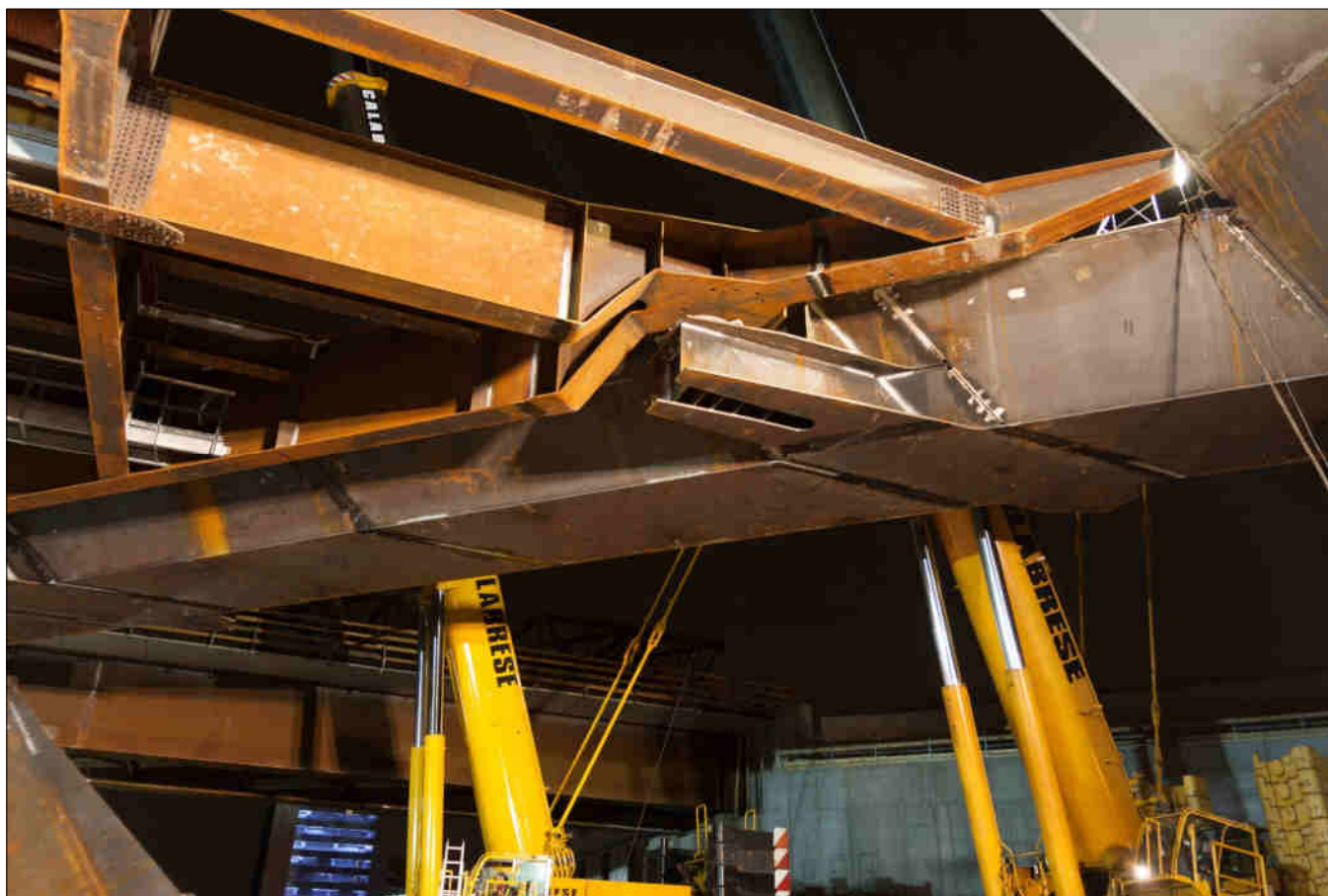
IL PONTE AD ARCO SU A4

IL TRAVERSONE DI COLLEGAMENTO DEGLI ARCHI

SEZIONE DEL TRAVERSONE DI COLLEGAMENTO DEGLI ARCHI IN ASSE AD UNA TRAVE PRINCIPALE

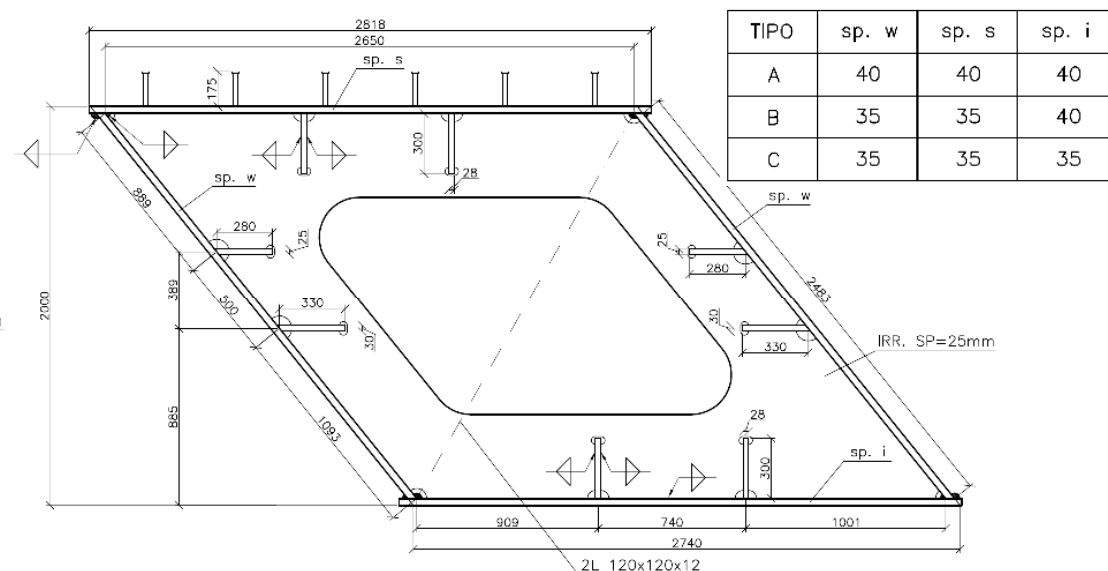
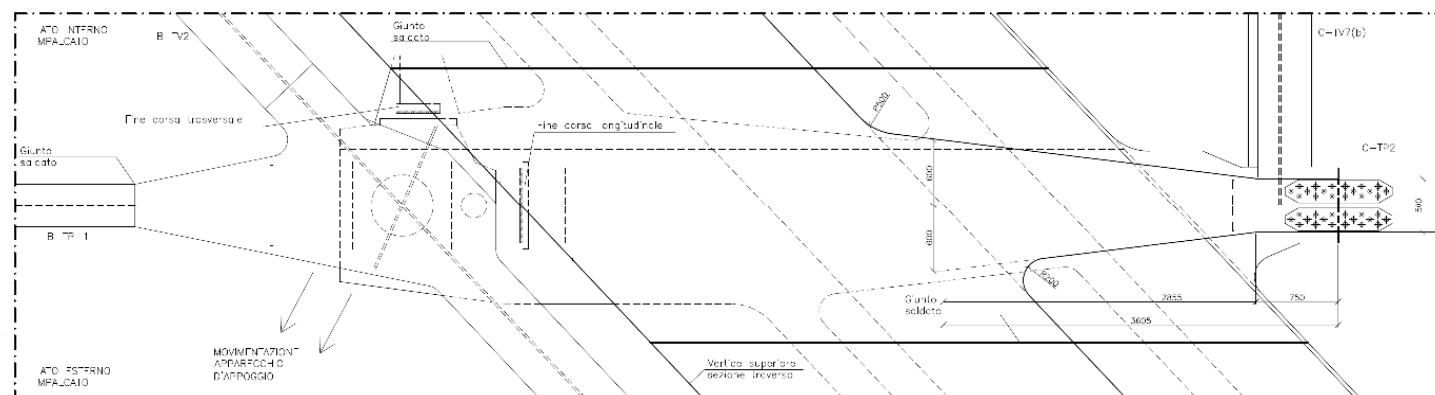
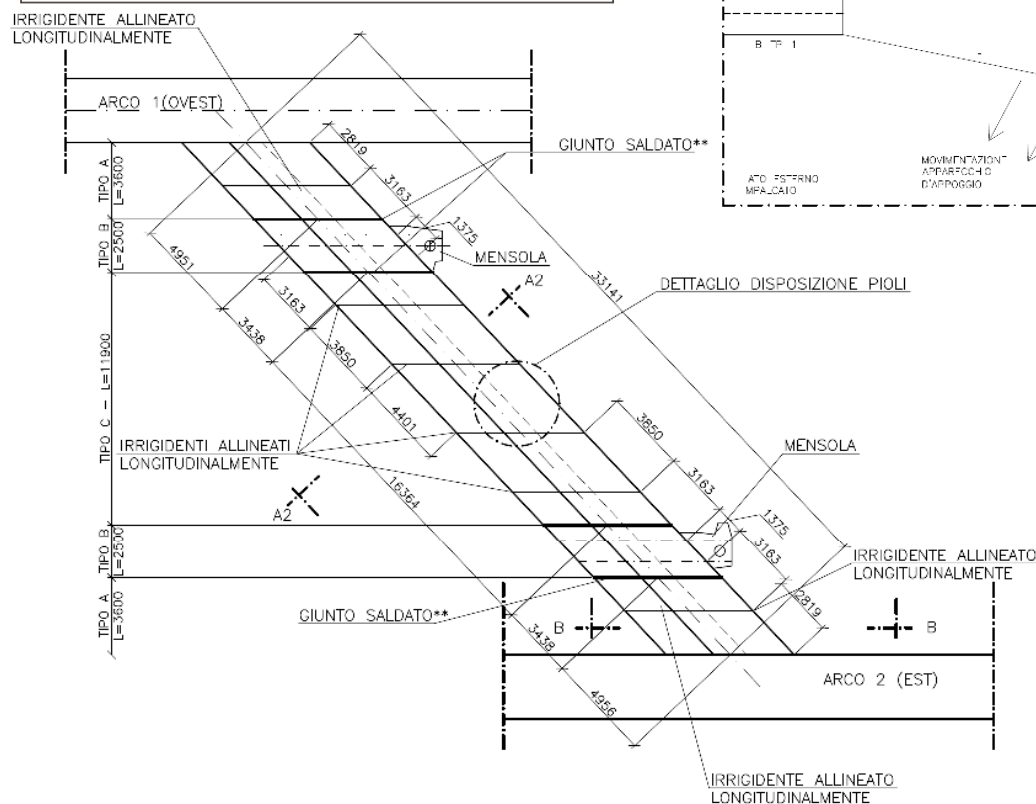
IL PONTE AD ARCO SU A4

**IL TRAVERSONE DI COLLEGAMENTO
DEGLI ARCHI E LE MENSOLE PER GLI
APPOGGI DELL'IMPALCATO "B"**



IL PONTE AD ARCO SU A4

IL TRAVERSONE DI COLLEGAMENTO DEGLI ARCHI E LE MENSOLE PER GLI APPOGGI DELL'IMPALCATO "B"



IL PONTE AD ARCO SU A4

IL TRAVERSONE DI COLLEGAMENTO DEGLI ARCHI



IL PONTE AD ARCO SU A4

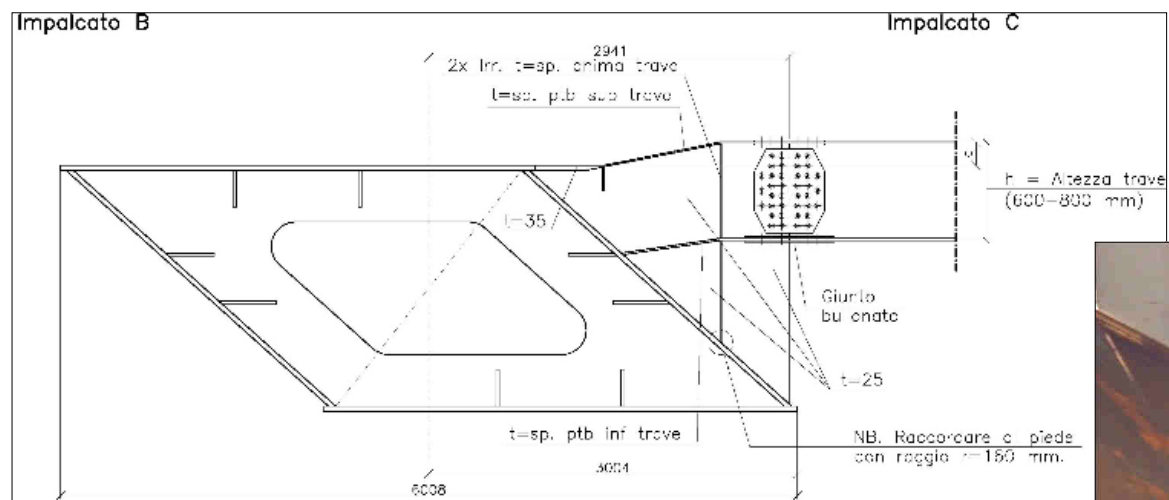
L'IMPALCATO «B» E IL TRAVERSONE DI COLLEGAMENTO DEGLI ARCHI



MODULO 2 PONTI DI NUOVA COSTRUZIONE: PANORAMICA SULLE TIPOLOGIE,
SULLA SCELTA DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CASI STUDIO

IL PONTE AD ARCO SU A4

NODI TRAVERSONE-TRAVI SECONDARIE IMPALCATI "A" E "C"

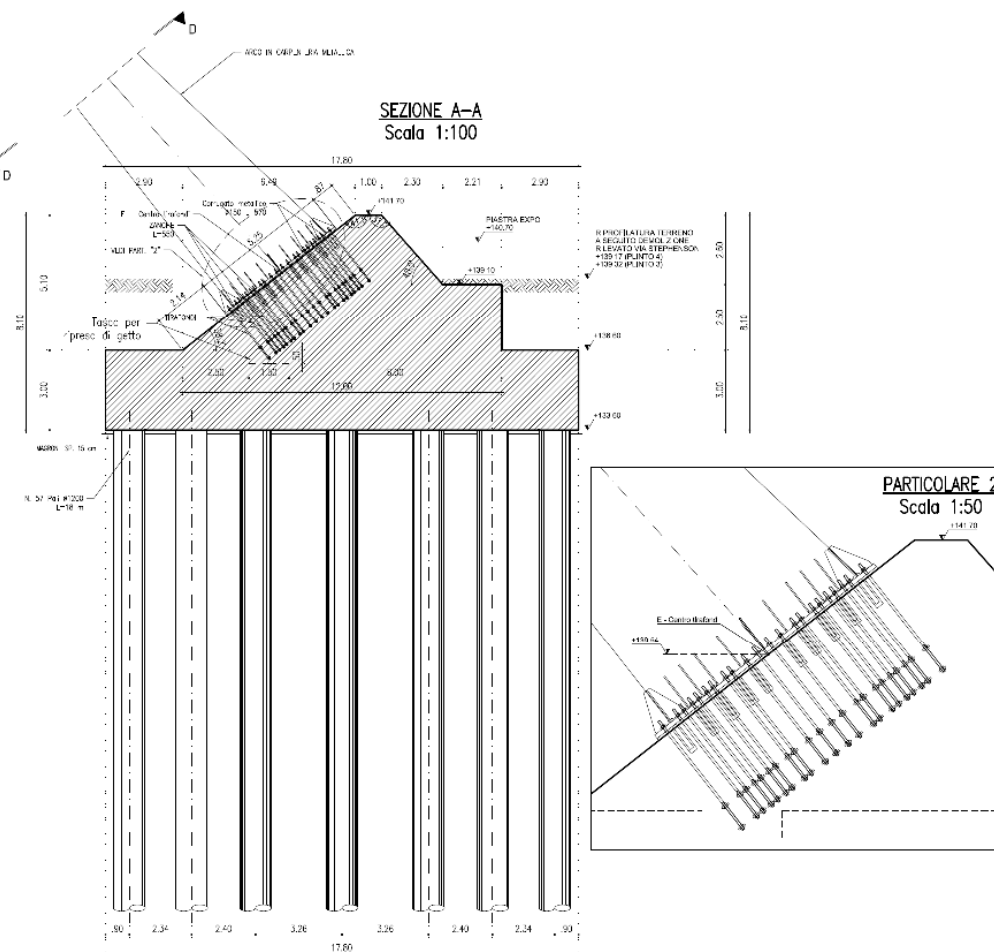


IL PONTE AD ARCO SU A4



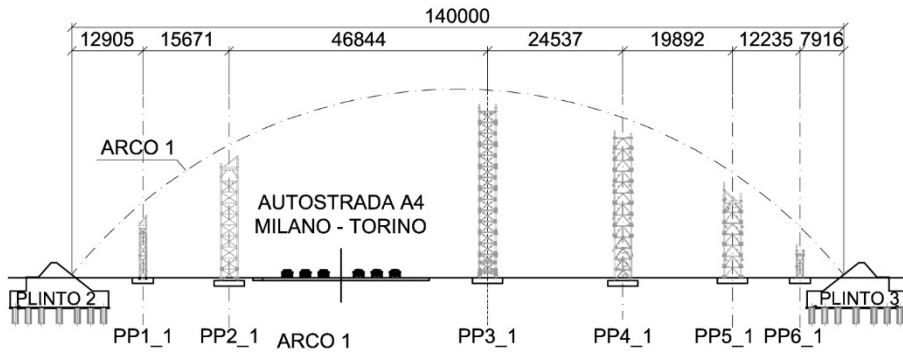
COLLEGAMENTI IMPALCATI «A» E «C» - TRAVERSONE



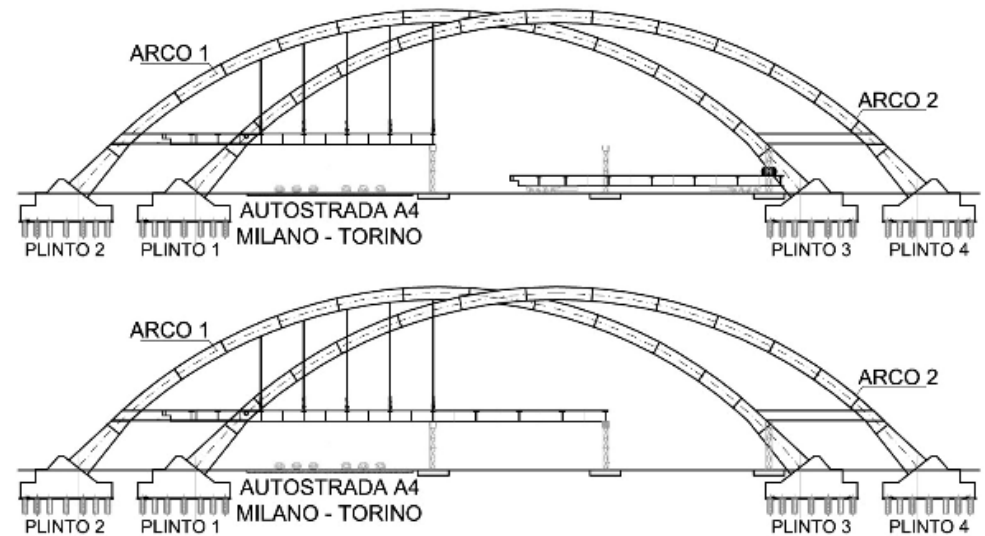


IL PONTE AD ARCO SU A4

MONTAGGIO ARCHI



MONTAGGIO IMPALCATO



IL PONTE AD ARCO SU A4

MONTAGGIO ARCHI

FONDAZIONE ARCHI

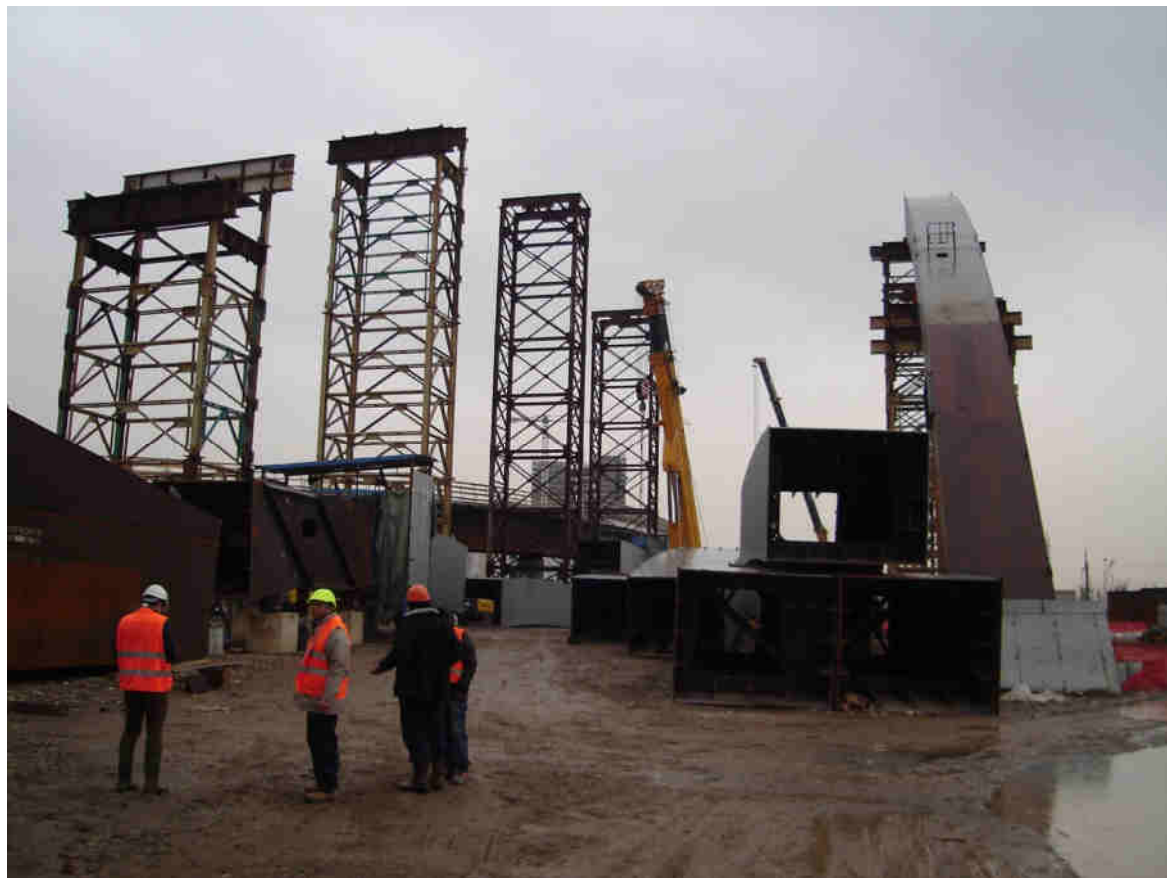


CONCIO DI BASE DELL'ARCO



IL PONTE AD ARCO SU A4

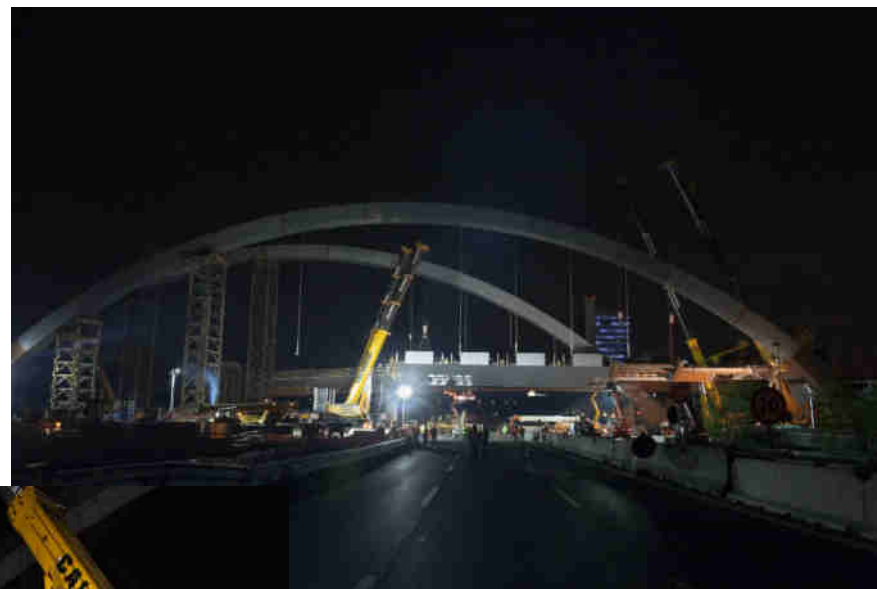
MONTAGGIO ARCHI



IL PONTE AD ARCO SU A4

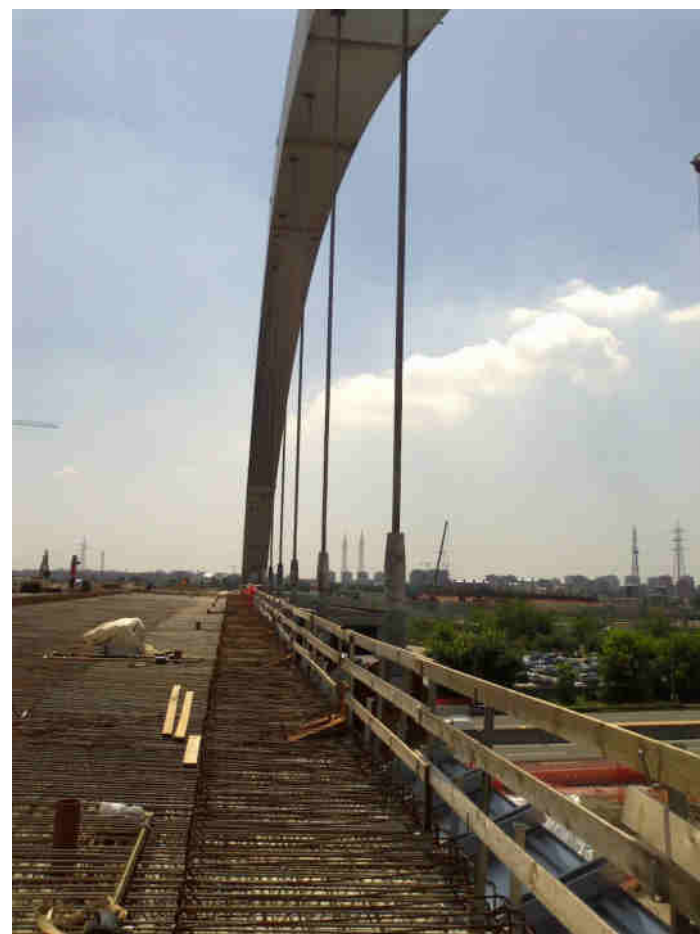


MONTAGGIO IMPALCATO SU A4



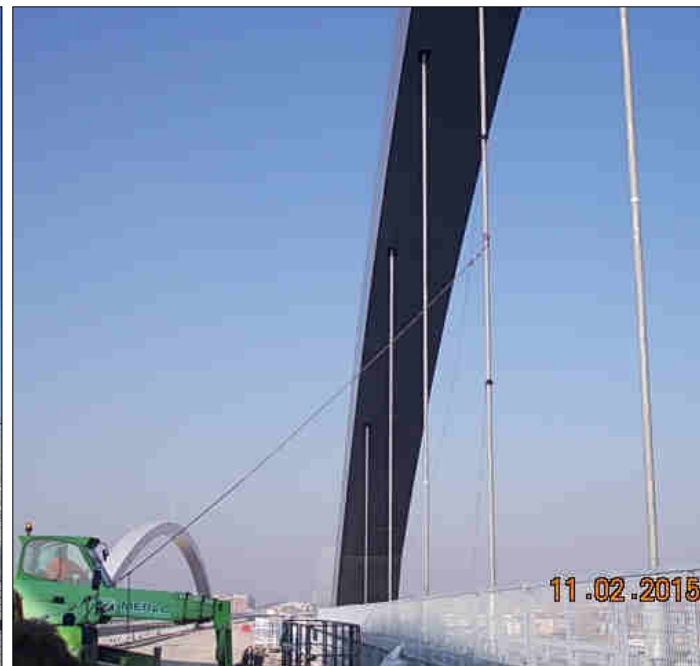
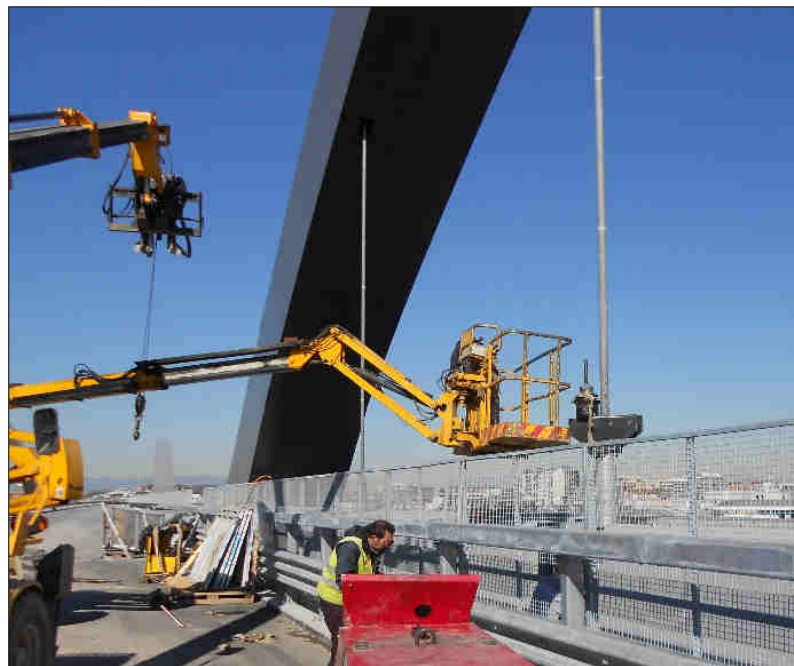
IL PONTE AD ARCO SU A4

POSA DELL'ARMATURA DI SOLETTA



IL PONTE AD ARCO SU A4

MONTAGGIO E TESATURA SOSPENSIONI



TESATURA SOSPENSIONI
(PRIMA E DOPO IL GETTO)

IL PONTE AD ARCO SU A8

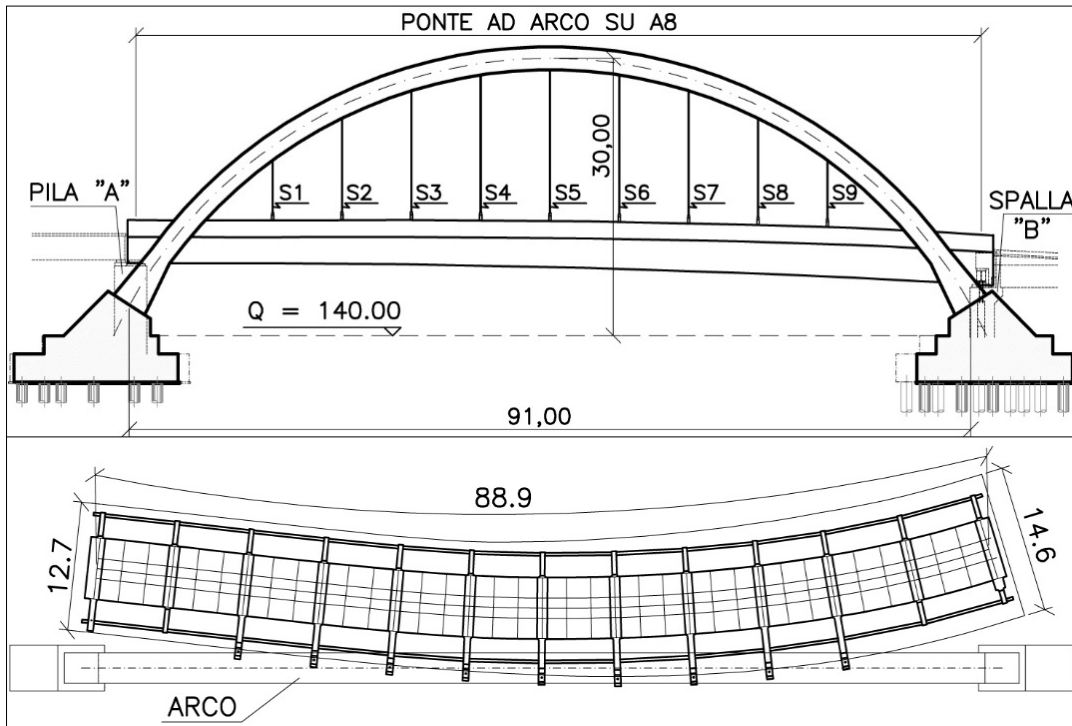
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

- **Larghezza impalcato (interno carter):** var. 12,7 – 14,6 m
- **Lunghezza campata sospesa :** 90 m
- **Lunghezza arco :** 91 m
- **Altezza arco :** 28 m



IL PONTE AD ARCO SU A8

CARATTERISTICHE PRINCIPALI



- Ponte ad arco a via intermedia in acciaio-calcestruzzo
- Arco metallico unico posto sul lato esterno curva
- Sospensione tipo Langer (n. 9 funi spiroidali chiuse $\Phi 92\text{mm}$)
- Impalcato a cassone chiuso con traversi e n. 4 travi secondarie
- Traversi sostenuti dalla sospensione sul solo lato esterno curva
- Impalcato vincolato isostaticamente nel piano orizzontale
- Getto della soletta eseguito su lastre metalliche tralicciate

• PARTICOLARITÀ GEOMETRICHE:

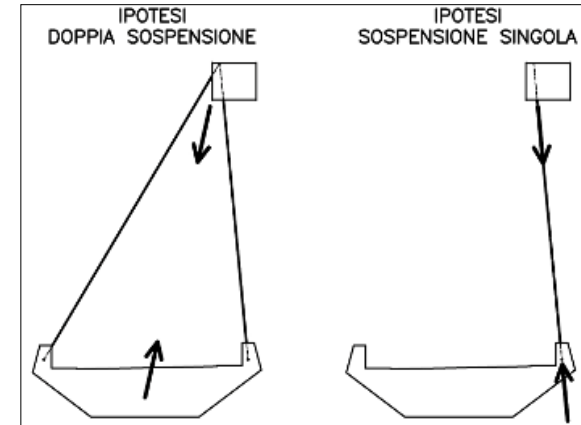
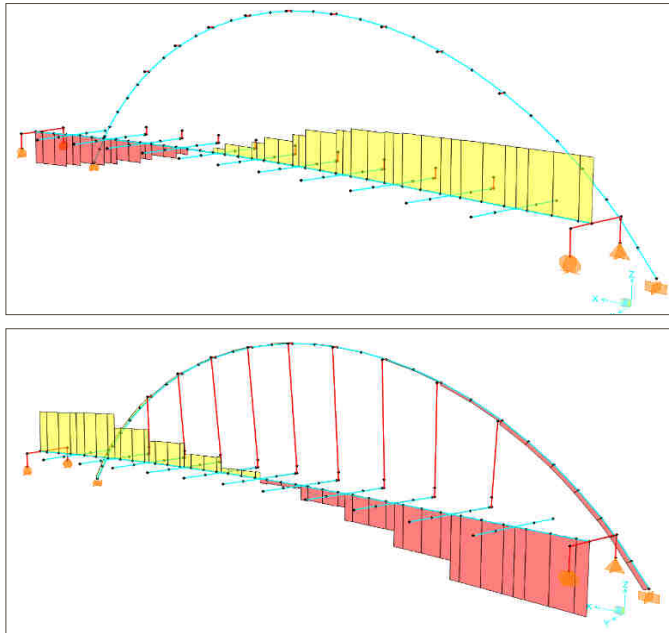
1) curva planimetrica variabile; 2) raccordo altimetrico variabile; 3) larghezza impalcato variabile

IL PONTE AD ARCO SU A8

FUNZIONAMENTO STATICO

L'IMPIEGO DI UNA SEZIONE DI IMPALCATO TORSIO-RIGIDA HA PERMESSO DI CALIBRARE IL TIRO SULLE FUNI BILANCIANDO EFFETTI TORCENTI E FLETTENTI SU ARCO E IMPALCATO

MOMENTO TORCENTE DI IMPALCATO



EFFETTO CURVATURA PLANIMETRICA

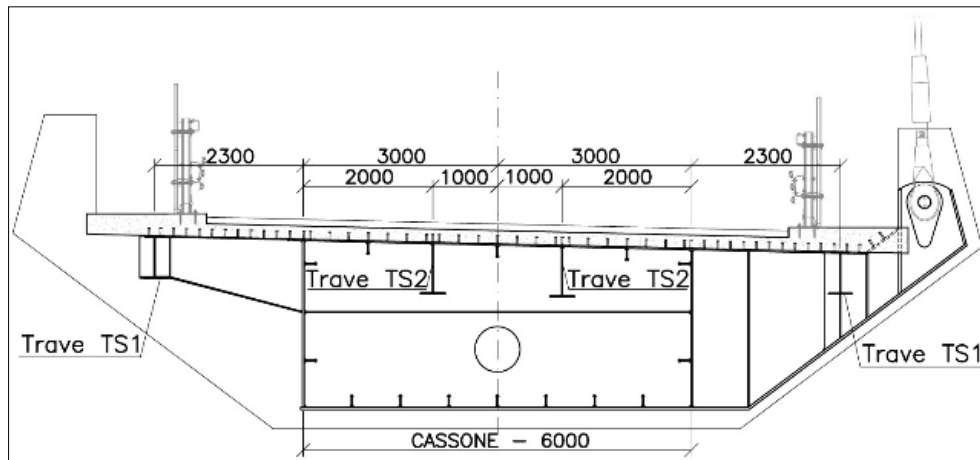
EFFETTO SOSPENSIONE ECCENTRICA

RILASCIO SOSPENSIONE

REGOLAZIONE MOMENTI TORCENTI IMPALCATO

PRECARICO FLESSIONALE IMPALCATO

IL PONTE AD ARCO SU A8



IMPALCATO



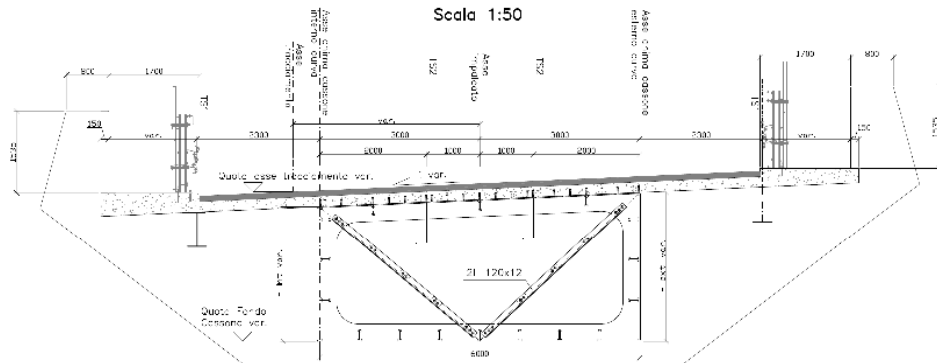
IL PONTE AD ARCO SU A8



IL PONTE AD ARCO SU A8

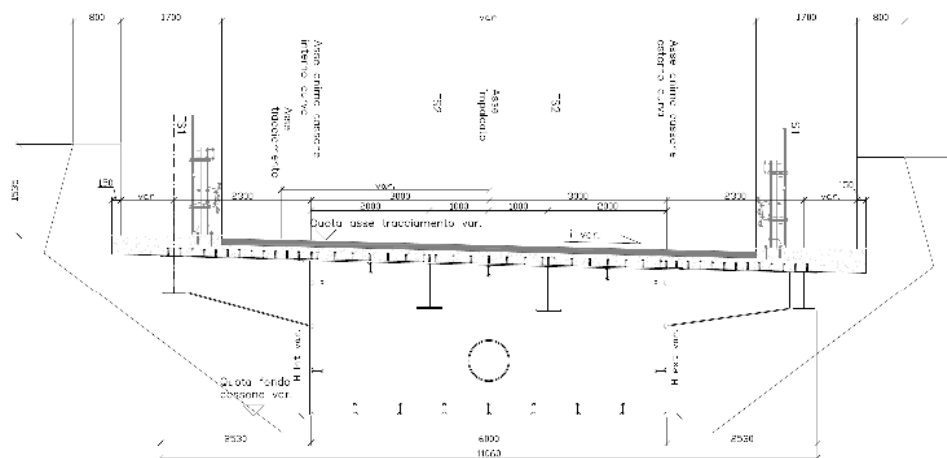
SEZIONI TRASVERSALI IMPALCATO

SEZIONE TIPO CASSONE SU IRRIGIDENTE TRASVERSALE
Scala 1:50



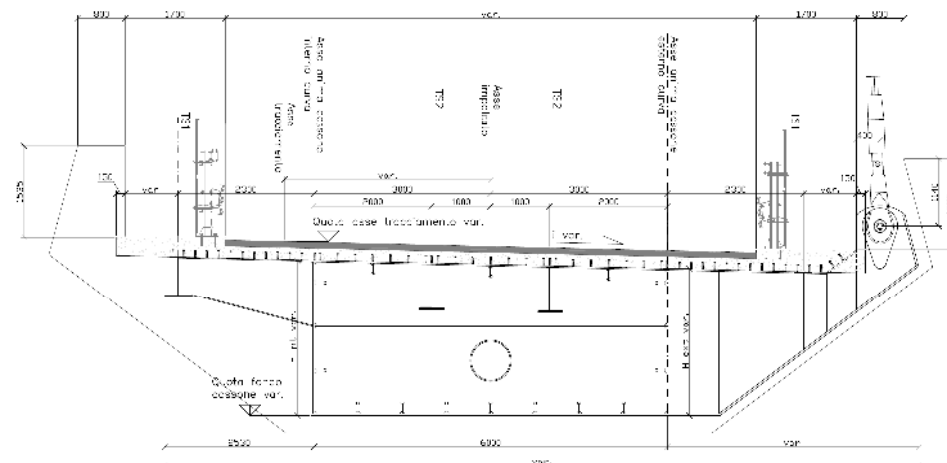
SEZIONE SU TRAVERSI TV2 E TV12

Scala 1:50

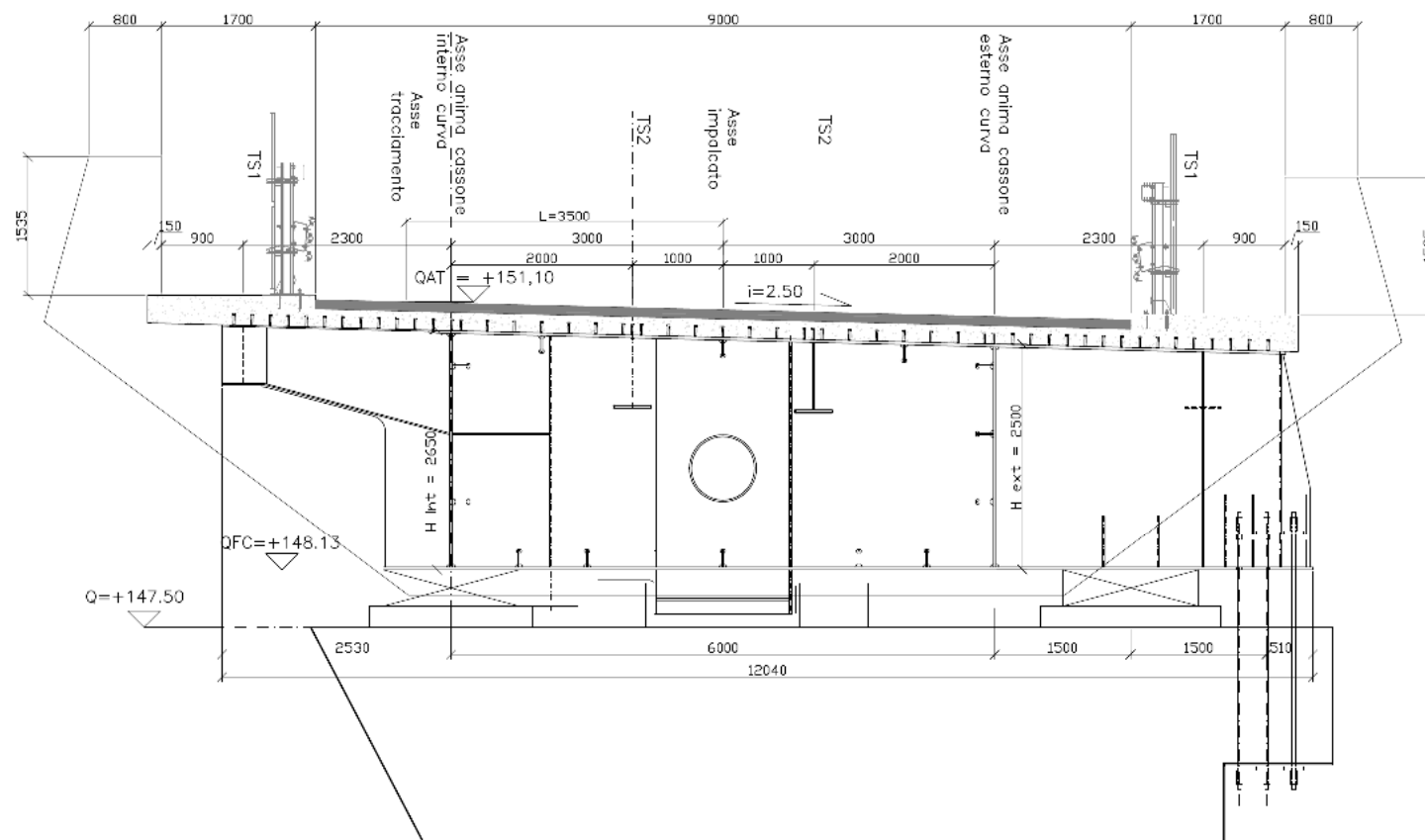


SEZIONE SU TRAVERSI TV3-TV11

Scala 1:50



SEZIONE SU TRAVERSO TV1
PILA "A"
Scala 1:50



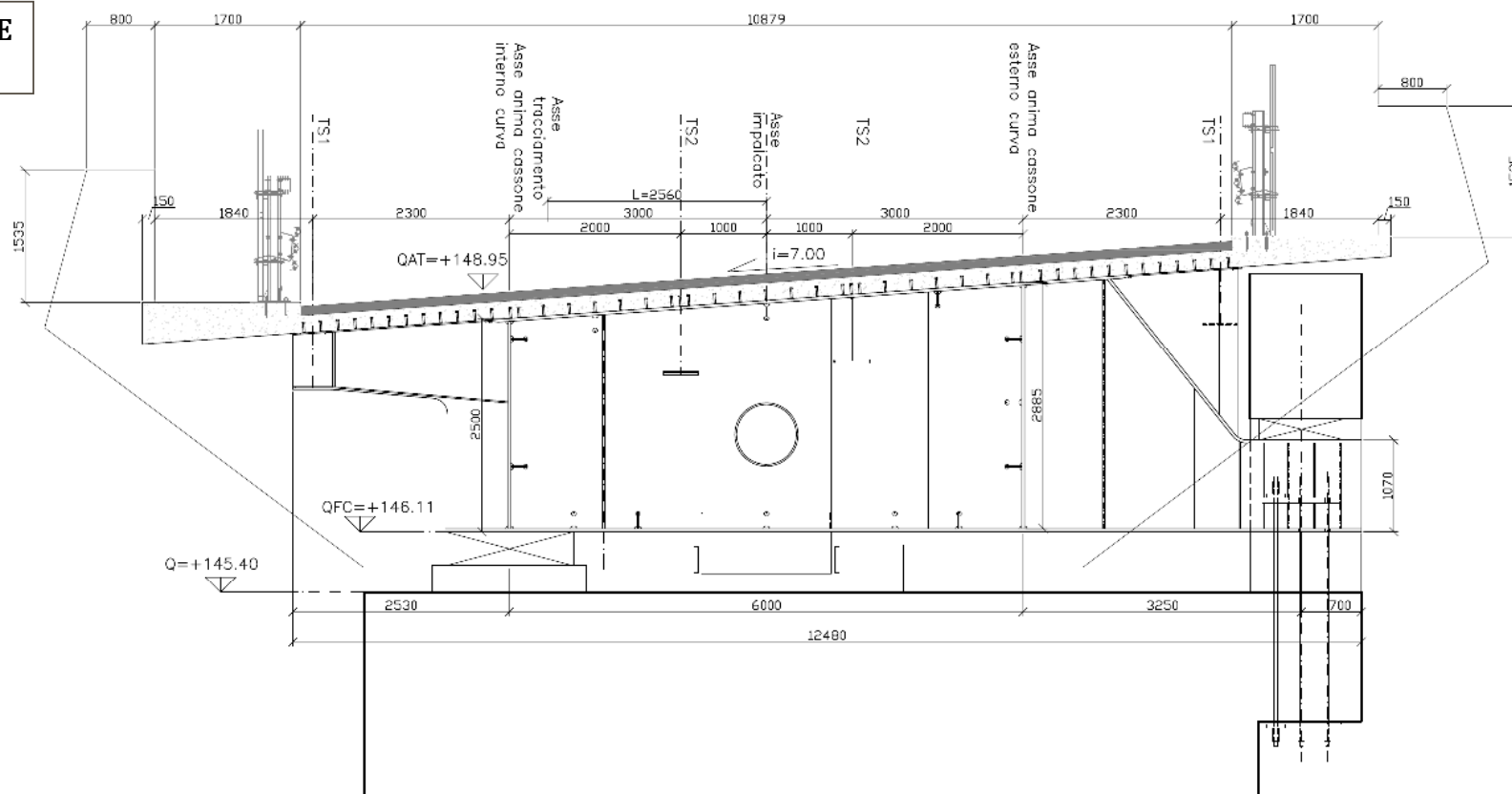
IL PONTE AD ARCO SU A8

SEZIONE SU TRAVERSO TV13

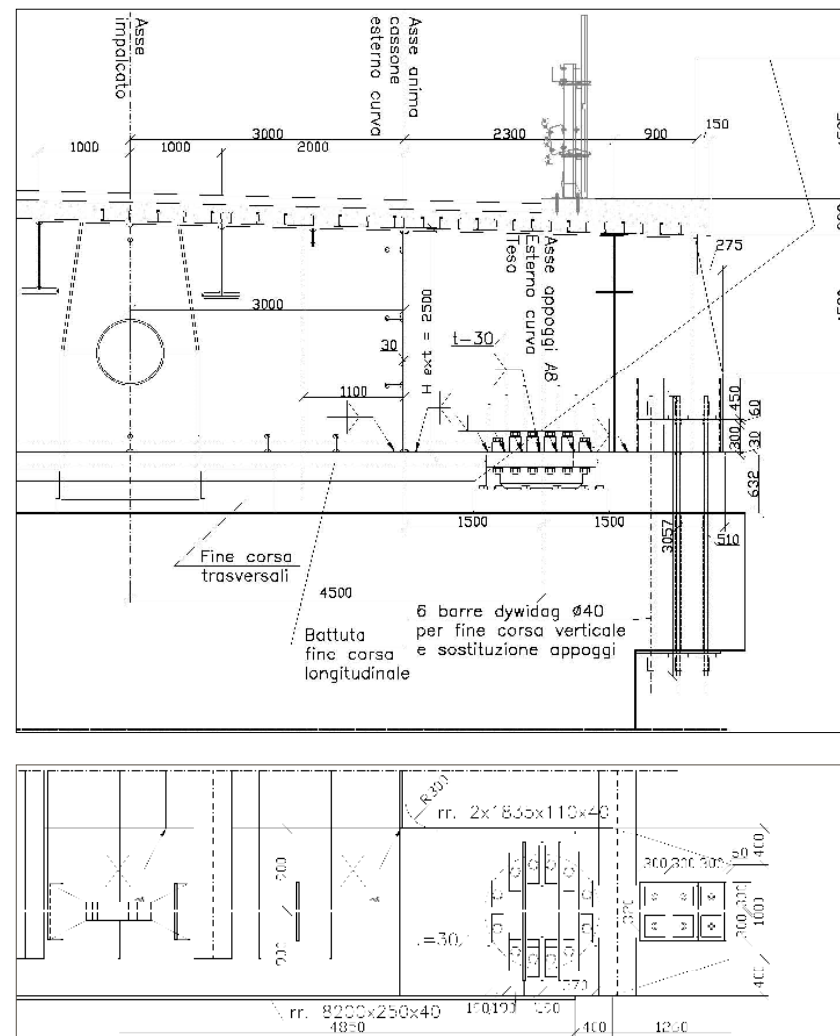
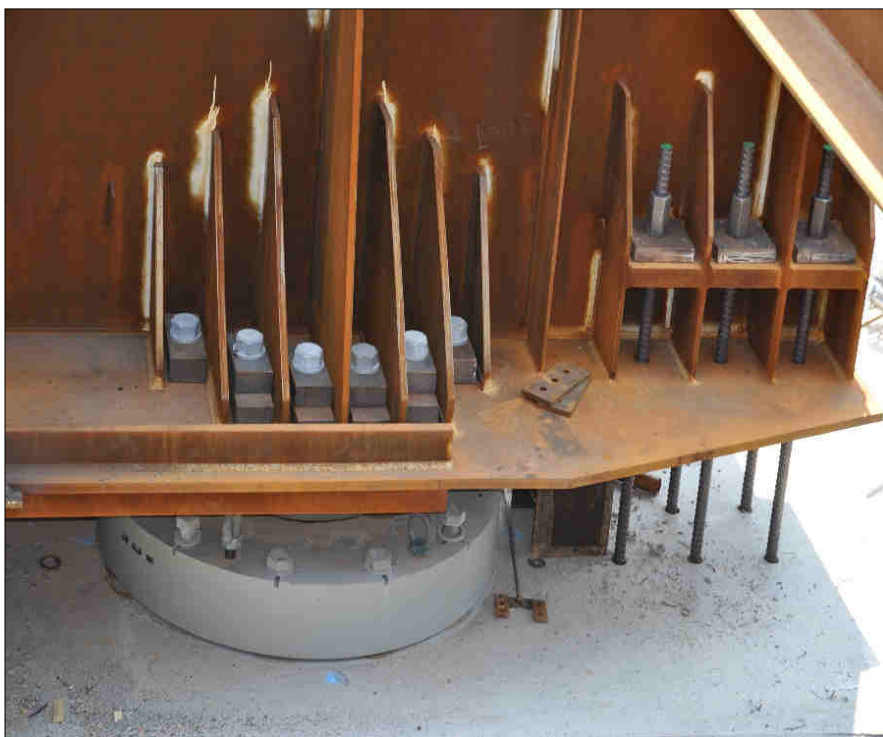
SPALLA "B"

Scala 1:50

SEZIONE TRASVERSALE
SU SPALLA B



APPOGGIO A TRAZIONE



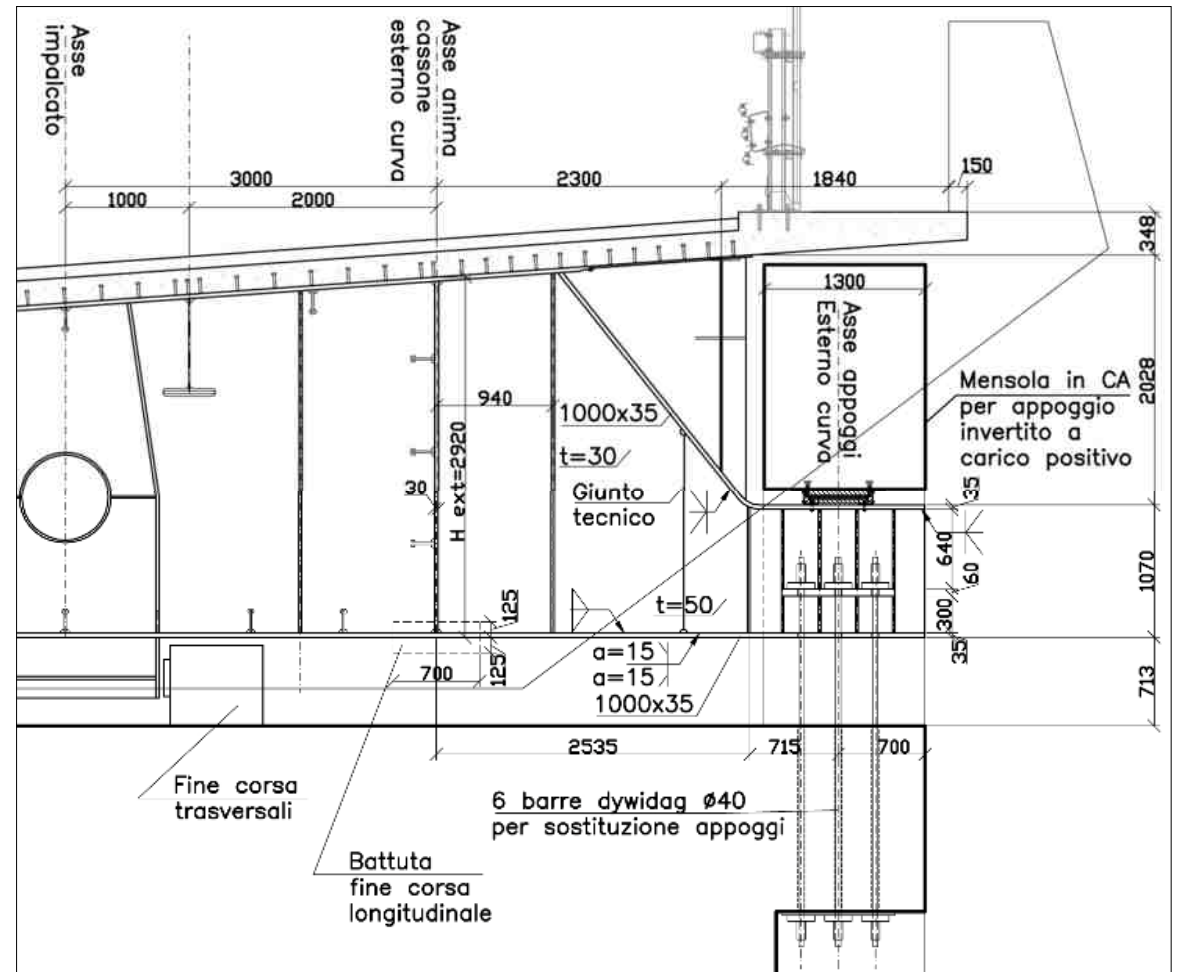
IL PONTE AD ARCO SU A8

APPOGGIO EXT CURVA SPALLA "B"

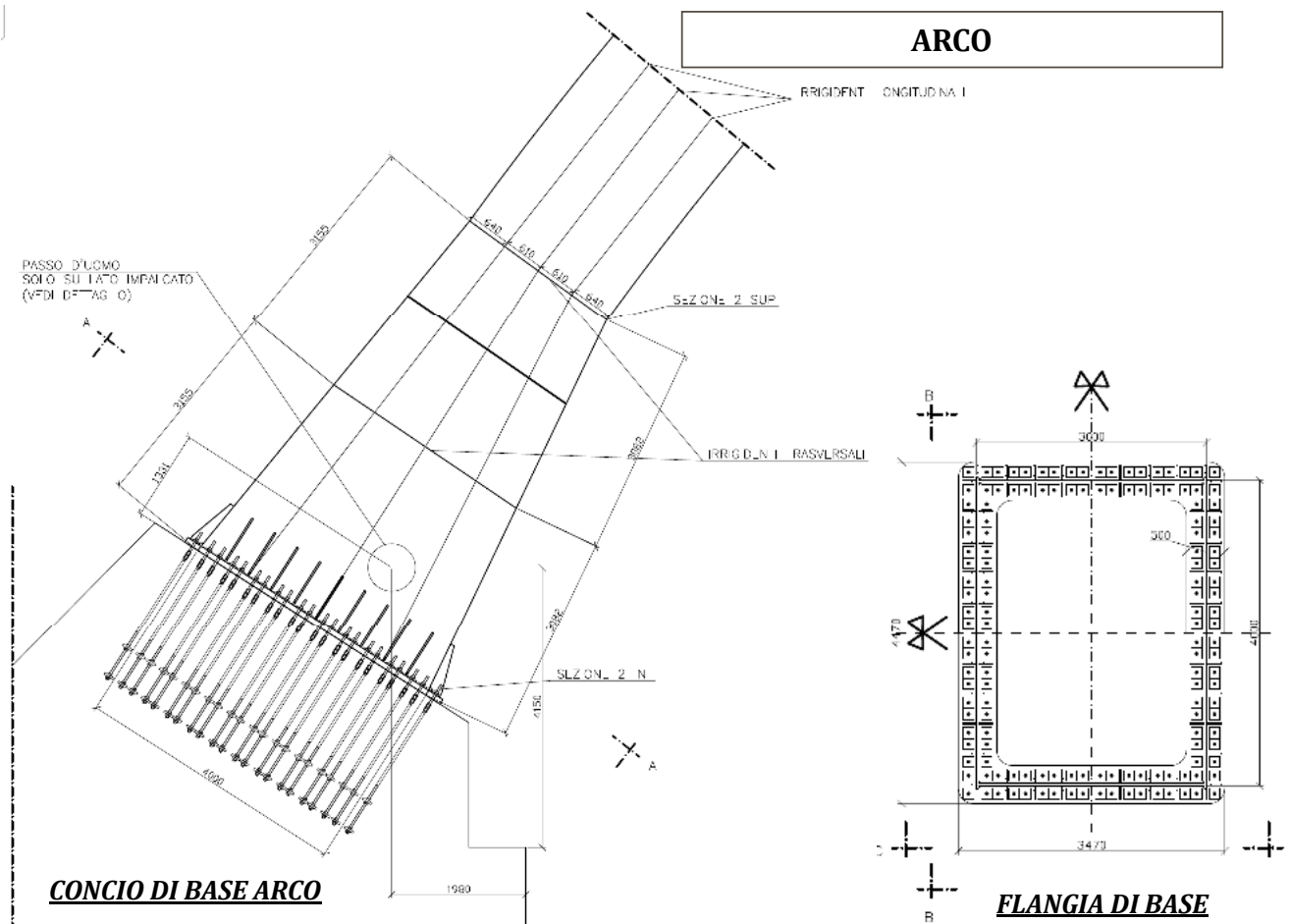
REAZIONE PERMANENTEMENTE NEGATIVA

APPOGGIO SCORREVOLE

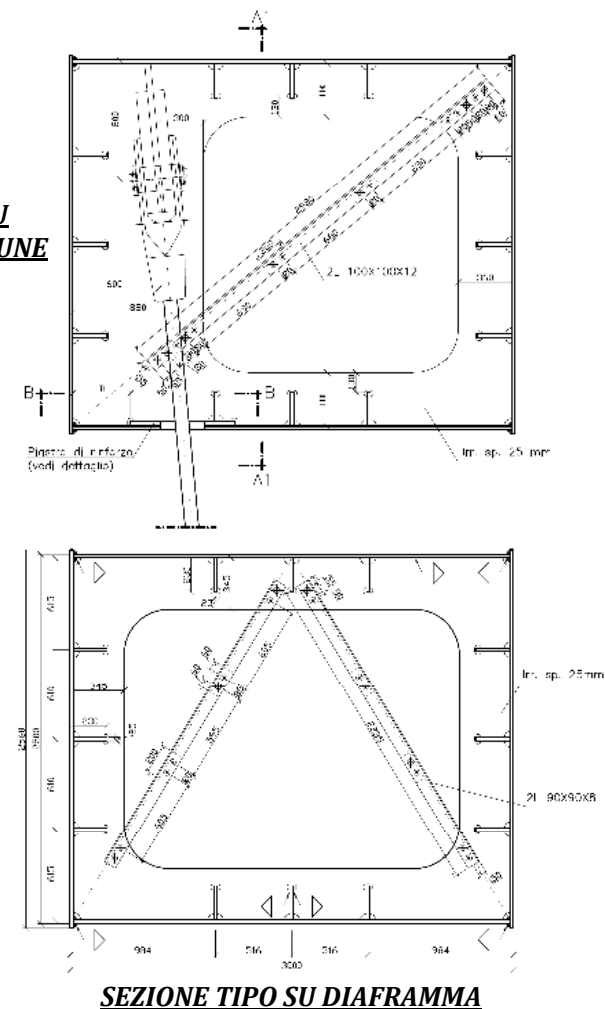
MONTATO TRA SUPERFICI INVERTITE E SEMPRE IN COMPRESSIONE



IL PONTE AD ARCO SU A8

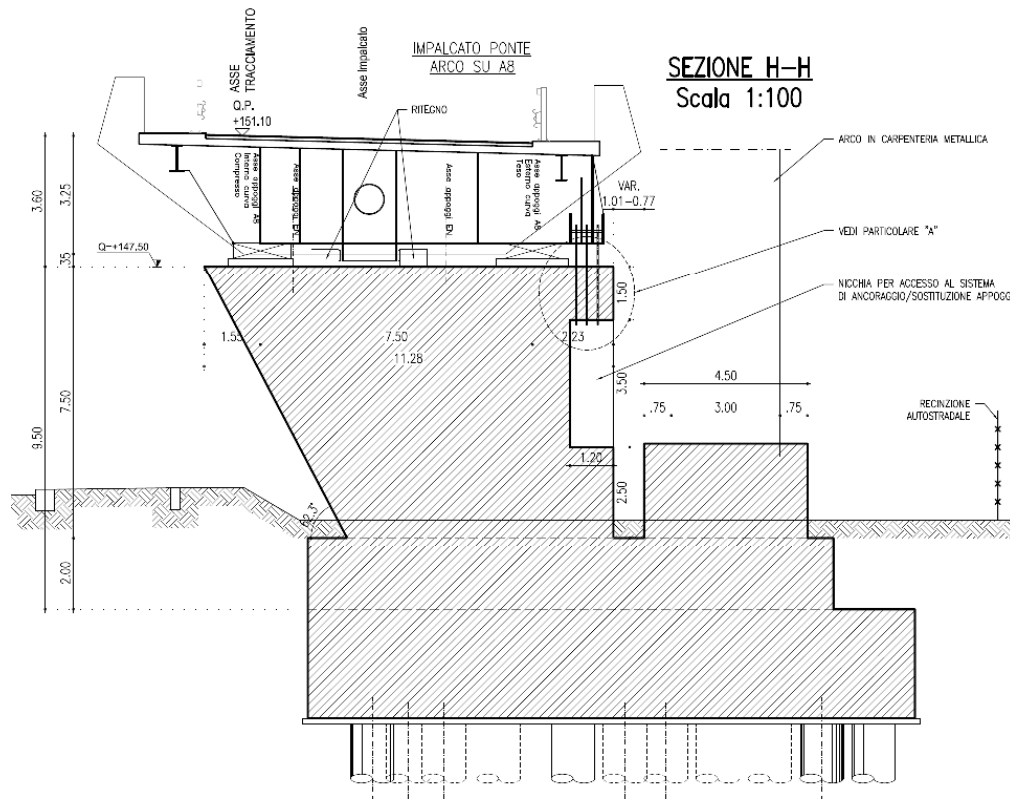


**SEZIONE SU
ATTACCO FUNE**

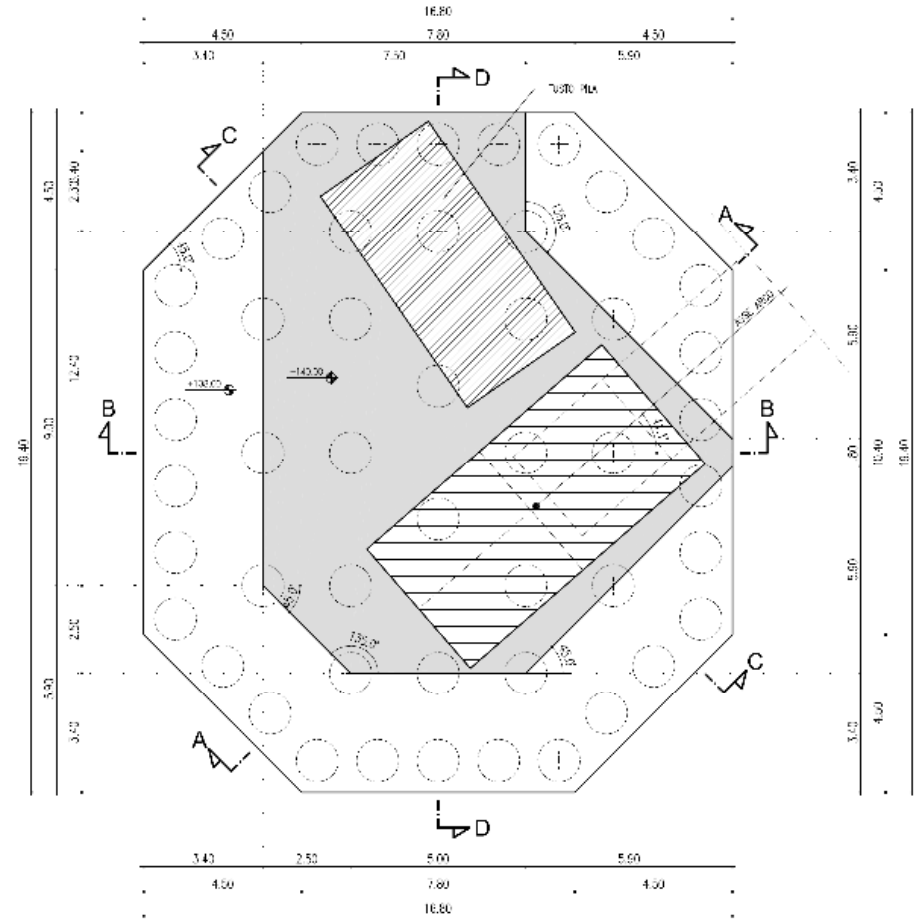


IL PONTE AD ARCO SU A8

PILA «A»

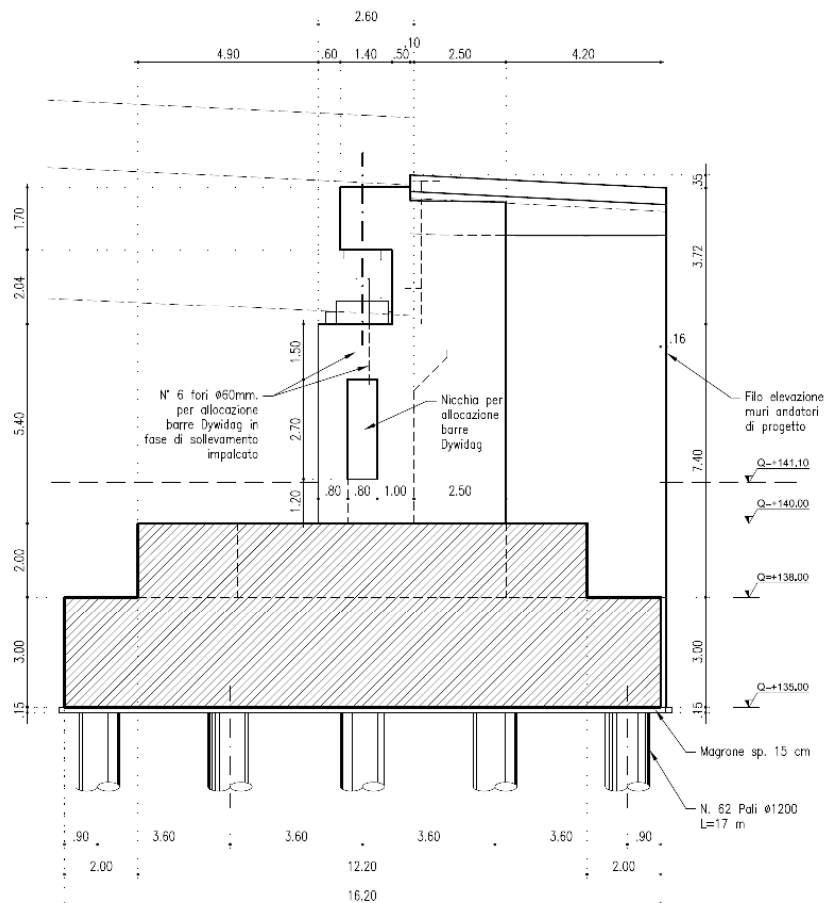


SEZIONE PILA



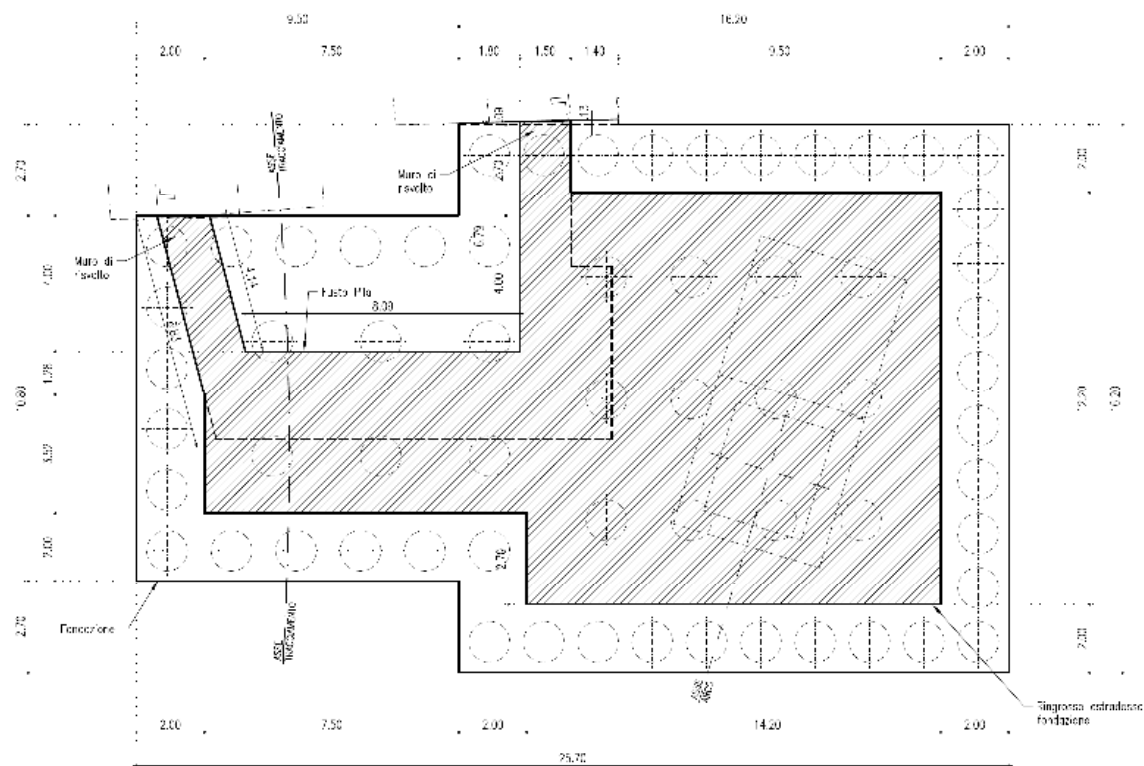
FONDAZIONE PILA

IL PONTE AD ARCO SU A8



PROSPETTO SPALLA

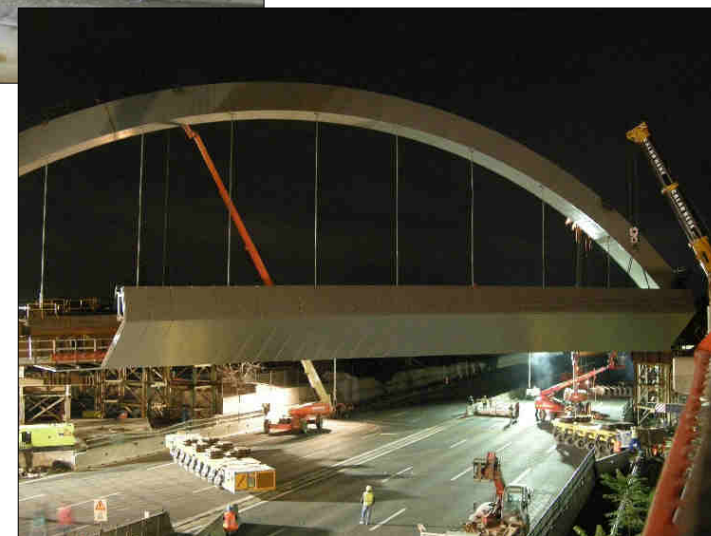
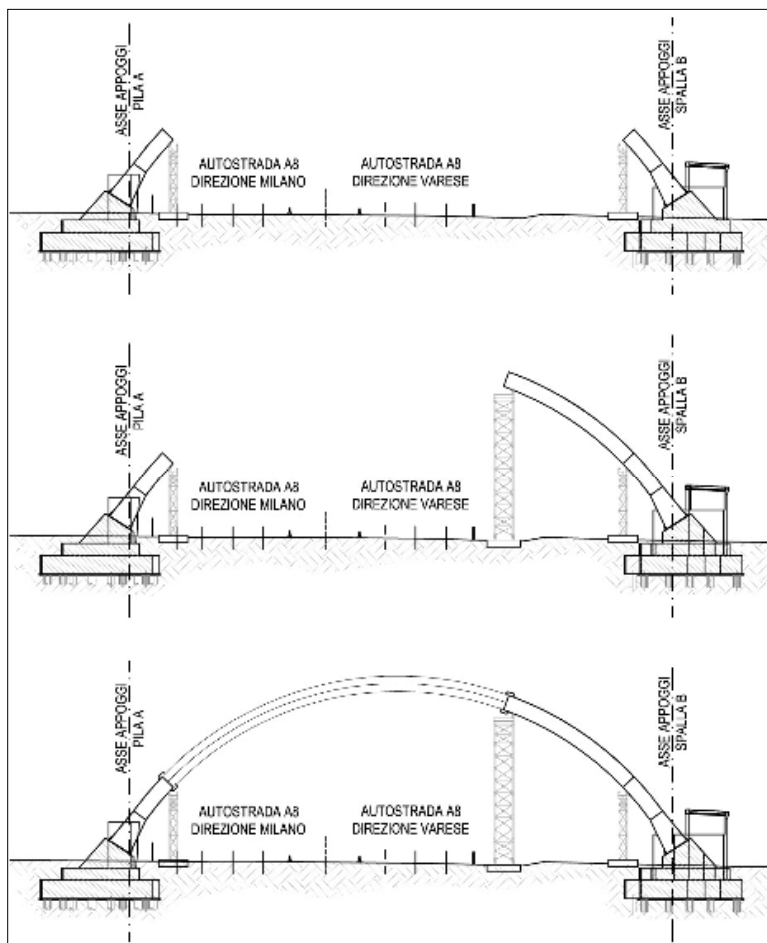
SPALLA «B»



FONDAZIONE SPALLA

IL PONTE AD ARCO SU A8

MONTAGGIO E TESATURA SOSPENSIONI



IL PONTE AD ARCO SU A8

MONTAGGIO E TESATURA SOSPENSIONI



IL PONTE AD ARCO SU A8



**MODULO 2 PONTI DI NUOVA COSTRUZIONE: PANORAMICA SULLE TIPOLOGIE,
SULLA SCELTA DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CASI STUDIO**

GLI ARCHI ESTETICI

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

- **Lunghezza Arco 1 :** 197 m
- **Freccia in chiave Arco 1 :** 27 m
- **Lunghezza Arco 2 :** 200 m
- **Freccia in chiave Arco 2 :** 30 m
- **Sezione scatolare archi :** 2,0 x 3,0 m

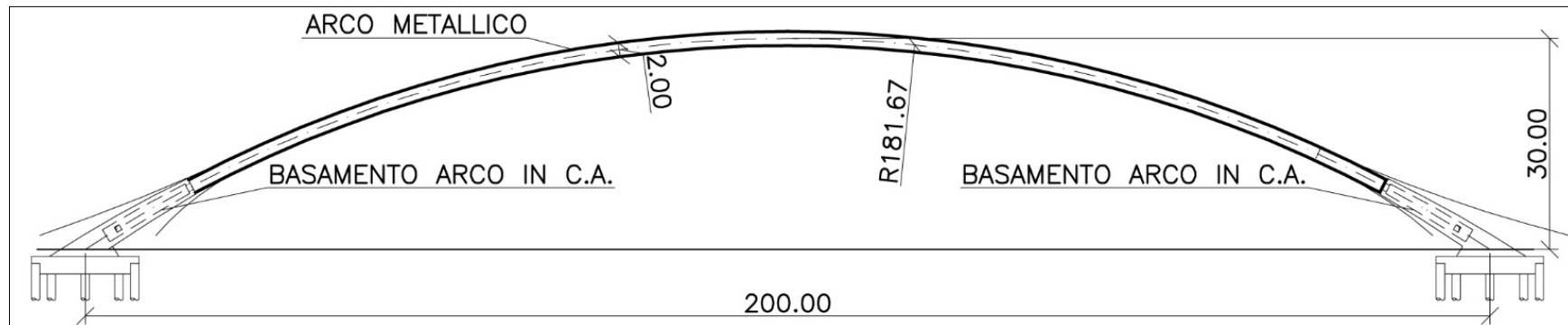


foto G. Albo

GLI ARCHI ESTETICI

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Sezione metallica scatolare 2,0 x 3,0 m
- Basi in C.A. gettato in opera, a sezione scatolare
- Completa ispezionabilità degli archi con accesso dalle basi in C.A.
- Struttura “leggera” sensibile agli effetti aeroelastici del vento
- Progettazione condotta con il supporto di prove in galleria del vento su modello sezione e su modello completo che hanno mostrato risultati non sempre in accordo con le normative, anche le più aggiornate (NTC2008, Eurocodici, CNR-DT 207/2008)
- Adozione di n. 3 TMD (Tuned Mass Damping)



GLI ARCHI ESTETICI

PROGETTAZIONE PER EFFETTI DEL VENTO

Nella versione iniziale del progetto, basata solo sulle norme, si era evidenziata la sensibilità al distacco dei vortici ma lo smorzamento strutturale proprio sembrava sufficiente a mantenere l'ampiezza delle oscillazioni a valori compatibili con la resistenza e il buon funzionamento della struttura. Prudenzialmente, si era comunque prevista la possibilità di inserire smorzatori a massa accordata, (TMD, Tuned Mass Dampers), per aumentare il livello di smorzamento per alcuni dei modi propri della struttura.

In fase di redazione del progetto esecutivo sono state eseguite prove su modello sezione per indagare la risposta al vento della sezione adottata per l'arco (2,0 m x 3,0 m).

Esse erano finalizzate a un'applicazione più consapevole dei metodi di normativa inserendo, per molti parametri, i valori misurati sperimentalmente invece di quelli derivabili dalle norme o da dati di letteratura.

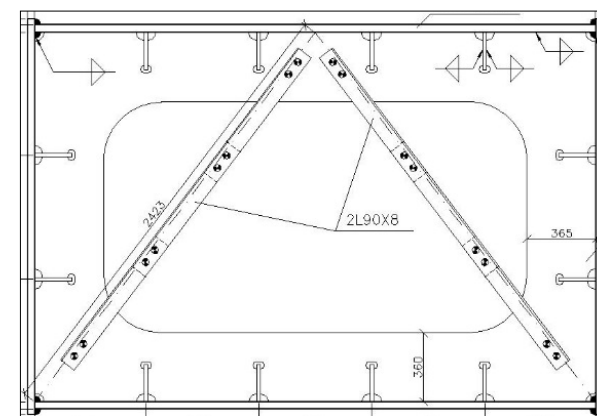
GLI ARCHI ESTETICI

PROVE SU MODELLO SEZIONE IN GALLERIA DEL VENTO

- Prove su modello sezione
[Università di Firenze - CRIACIV]



LE PROVE HANNO EVIDENZIATO UNA SENSIBILITA' AGLI EFFETTI AEROELASTICI (DISTACCO DEI VORTICI E GALLOPING) MOLTO MAGGIORE DI QUELLA PREVIDIBILE (NTC2008, EC1, CNR DT 207/2008)



Gli effetti aeroelastici, fissata la forma del contorno della sezione, dipendono dalle frequenze proprie della struttura.

In una sezione cava in parete sottile, con contorno fissato, masse e rigidezze sono direttamente proporzionali allo spessore della parete.

L'INCREMENTO DELLO SPESSORE LASCIA LE FREQUENZE QUASI INVARIATE!

GLI ARCHI ESTETICI

PROGETTAZIONE PER EFFETTI DEL VENTO

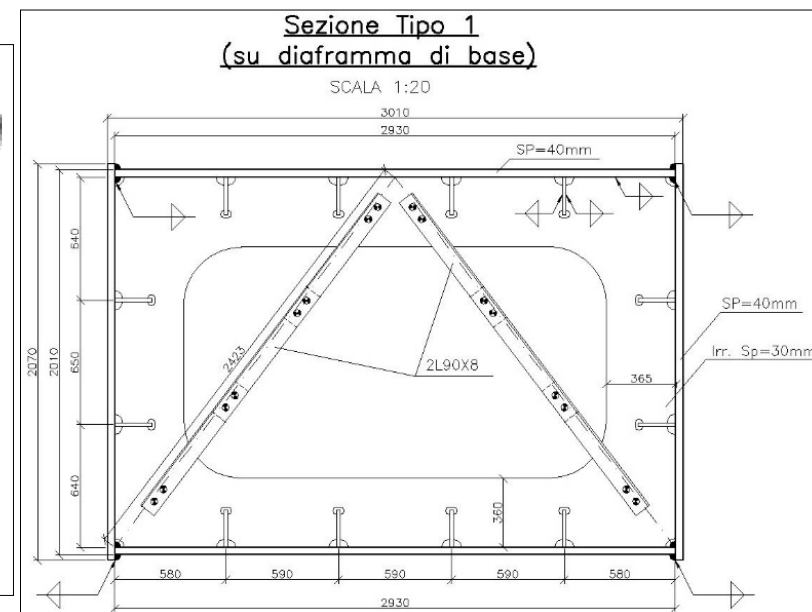
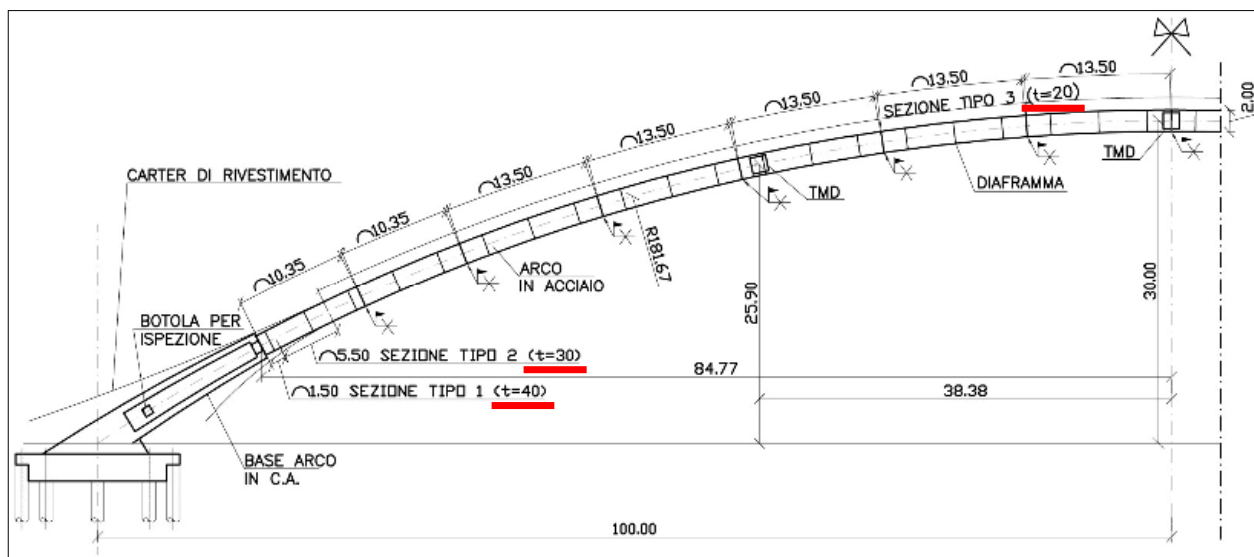
Sulla base delle prove su modello sezione si è deciso di:

- abbandonare la soluzione interamente metallica, realizzando le parti di base in c.a. con sezione cava;
- Ritoccare gli spessori del cassone metallico inserendo piccole porzioni con spessori maggiorati;
- aumentare significativamente lo smorzamento relativo al primo modo nel piano dell'arco, innalzandolo ben al di sopra del valore proprio della struttura, peraltro molto basso, facendo ricorso a un sistema di TMD.

Una volta aggiornato il progetto si è deciso di eseguire prove su modello completo ritenute necessarie per indagare il comportamento complessivo della struttura sotto vento, cogliendo anche effetti tridimensionali che le prove su modello sezione, per loro stessa natura, non avrebbero potuto indagare.

GLI ARCHI ESTETICI

DETTAGLIO ARCO



GLI ARCHI ESTETICI

GALLERIA DEL VENTO

- Prove su modello completo
[Politecnico di Milano - Dip. di Meccanica]



Le prove su modello completo hanno sostanzialmente confermato i risultati delle prove precedenti ma hanno evidenziato anche una ulteriore amplificazione dinamica per “effetto scia” degli archi posti in successione con l’impalcato del Viadotto Expo.

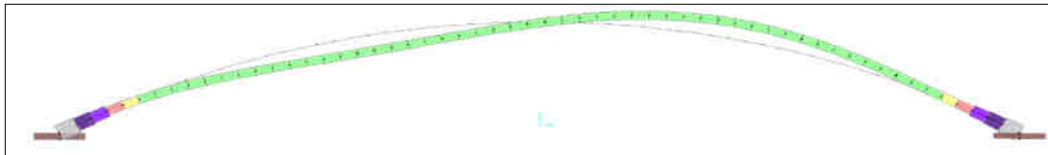
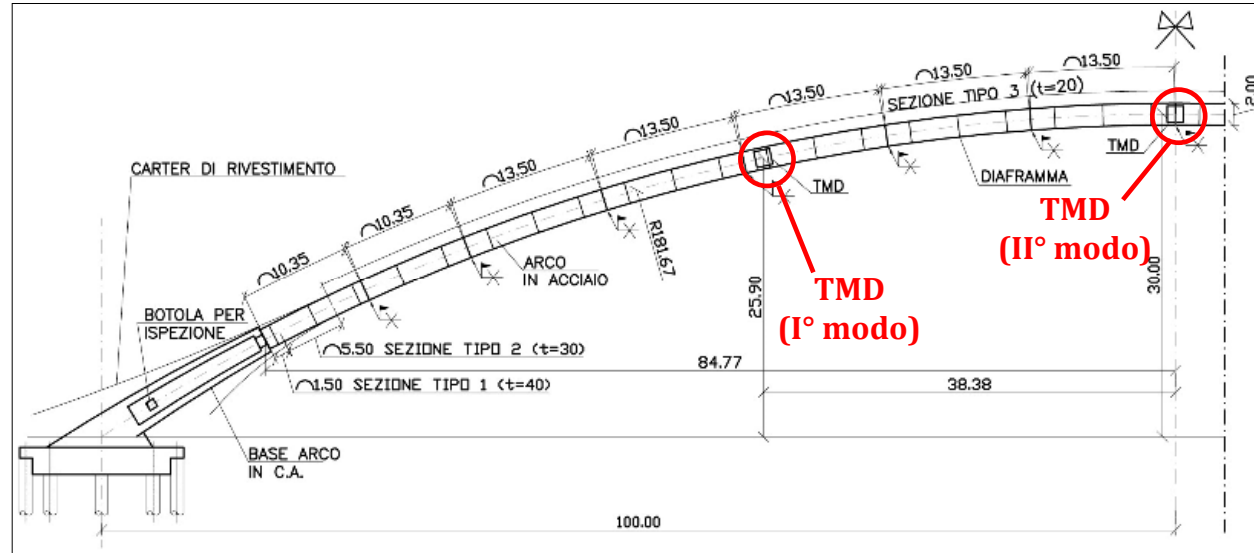
Tale effetto, che interessa particolarmente il secondo modo di vibrare nel piano dell’arco, ha richiesto il posizionamento di un ulteriore TMD attivo su tale modo.

Non sono emerse, invece, sensibilità a fenomeni dinamici indotti dal vento per oscillazioni fuori dal piano.

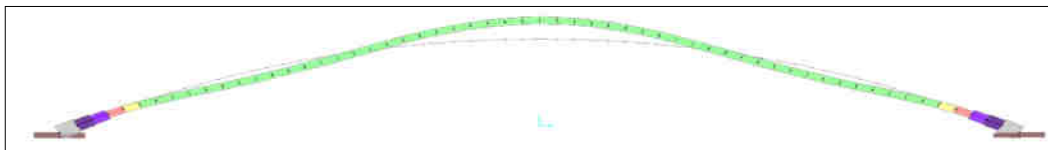
GLI ARCHI ESTETICI

TMD

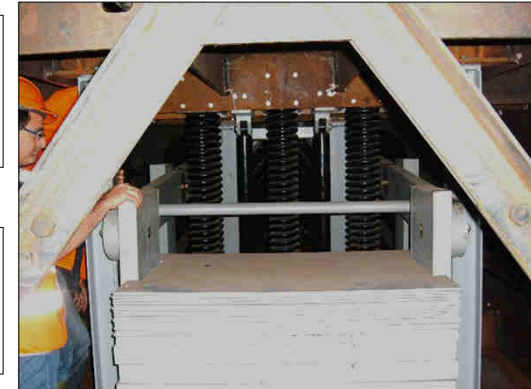
A seguito delle prove su modello completo il progetto è stato nuovamente aggiornato, senza modifiche delle sezioni resistenti, ma dotando ciascun arco di 3 TMD che agiscono per i modi di vibrare nel piano verticale.



I° Forma modale verticale



II° Forma modale verticale

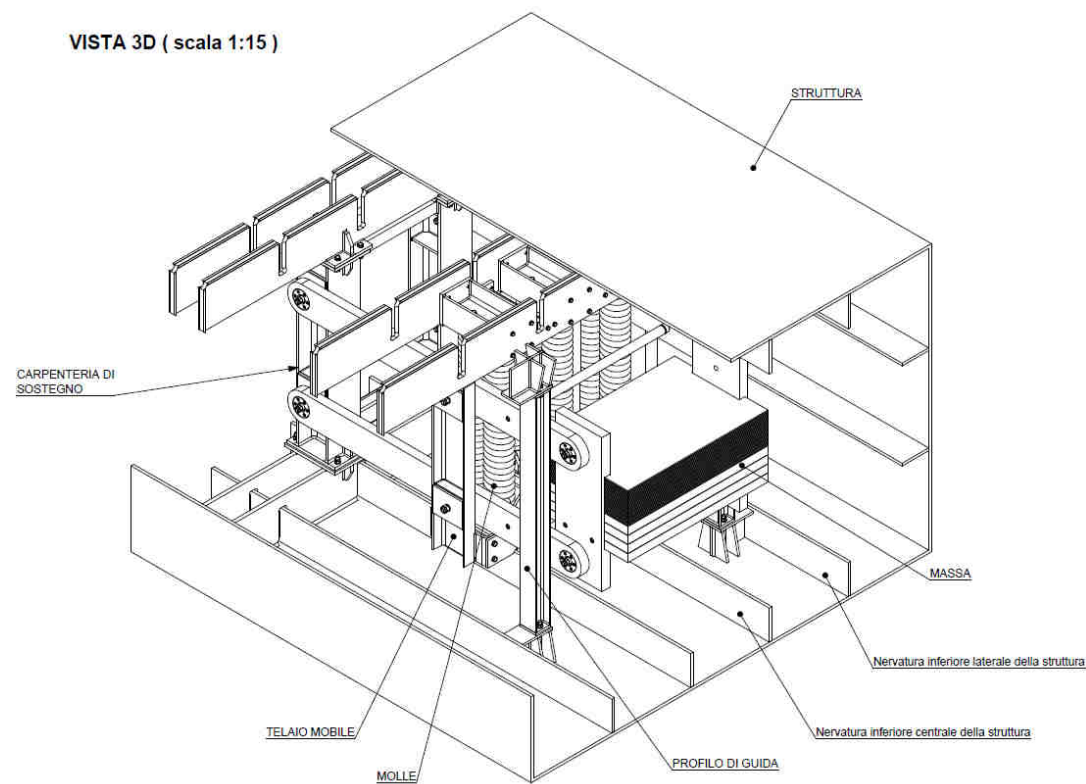


GLI ARCHI ESTETICI

TMD



VISTA 3D (scala 1:15)



GLI ARCHI ESTETICI

Dopo la realizzazione delle strutture, sono state eseguite prove dinamiche di identificazione al vero con eccitazione naturale e forzata che hanno confermato, per i principali parametri dinamici della struttura, i valori previsti in progetto e hanno evidenziato l'efficacia dei TMD nell'innalzare lo smorzamento, per i modi di vibrare interessati, a valori superiori a quelli necessari per evitare l'insorgenza di effetti aeroelastici pericolosi.

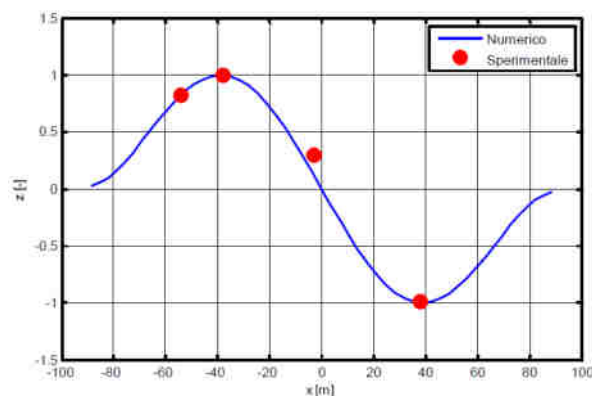


Figura 4-10: Forma modale modo 2

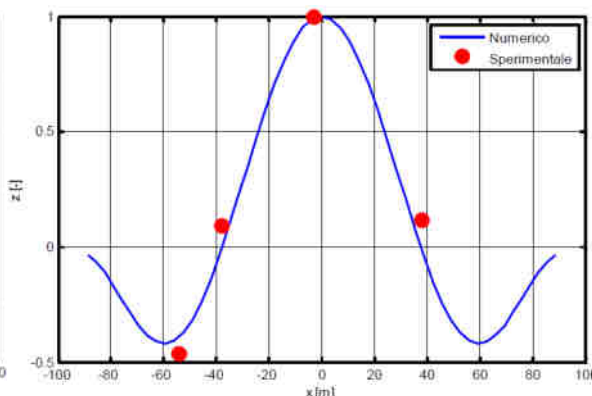


Figura 4-12: Forma modale modo 4

Tali prove, eseguite sia con TMD bloccati che con TMD attivi, hanno misurato anche lo smorzamento strutturale che da valori tra lo 0,2-0,065% nel caso di TMD bloccati è risultato compreso tra il 6-4% nel caso di TMD attivi.

E' stato eseguito anche un monitoraggio in continuo di alcuni parametri dinamici, protratto per alcuni mesi, durante i quali, pur in assenza di eventi ventosi particolarmente intensi che avrebbero reso il controllo ancora più significativo, è stato comunque possibile rilevare il buon funzionamento della struttura e l'attivazione dei TMD in aderenza alle previsioni progettuali.

GLI ARCHI ESTETICI

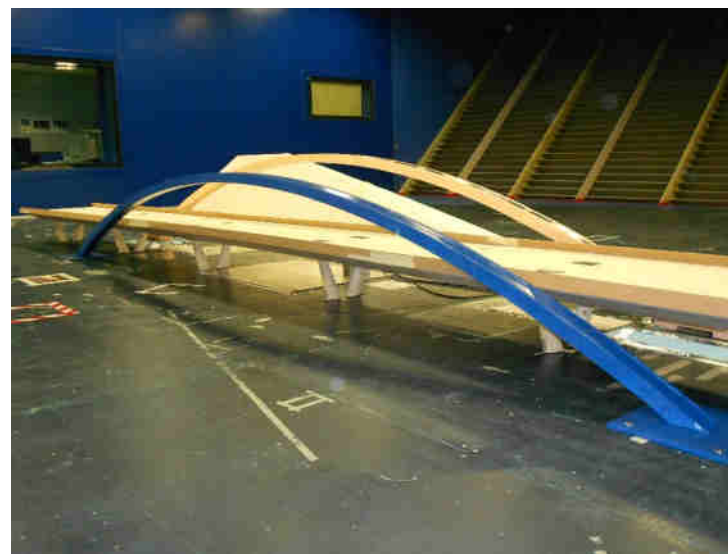
GALLERIA DEL VENTO

- Prove su modello sezione
[Università di Firenze - CRIACIV]



LE PROVE HANNO EVIDENZIATO UNA SENSIBILITA' DEGLI ARCHI ESTETICI AGLI EFFETTI AEROELASTICI (DISTACCO DEI VORTICI E GALLOPING) MOLTO MAGGIORE DI QUELLA PREVIDIBILE (NTC2008, EC1, CNR DT 207/2008)

- Prove su modello completo
[Politecnico di Milano - Dip. di Meccanica]



GLI ARCHI ESTETICI



- Prove di identificazione dinamica al vero su strutture complete

PROVE POST-MONTAGGIO



- Monitoraggio di medio periodo sulle strutture complete (accelerometri, estensimetri e potenziometri)

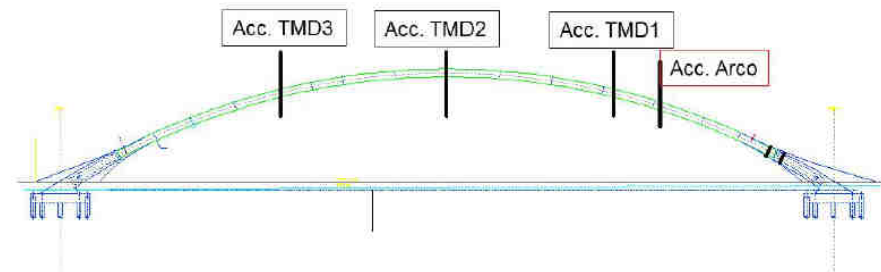
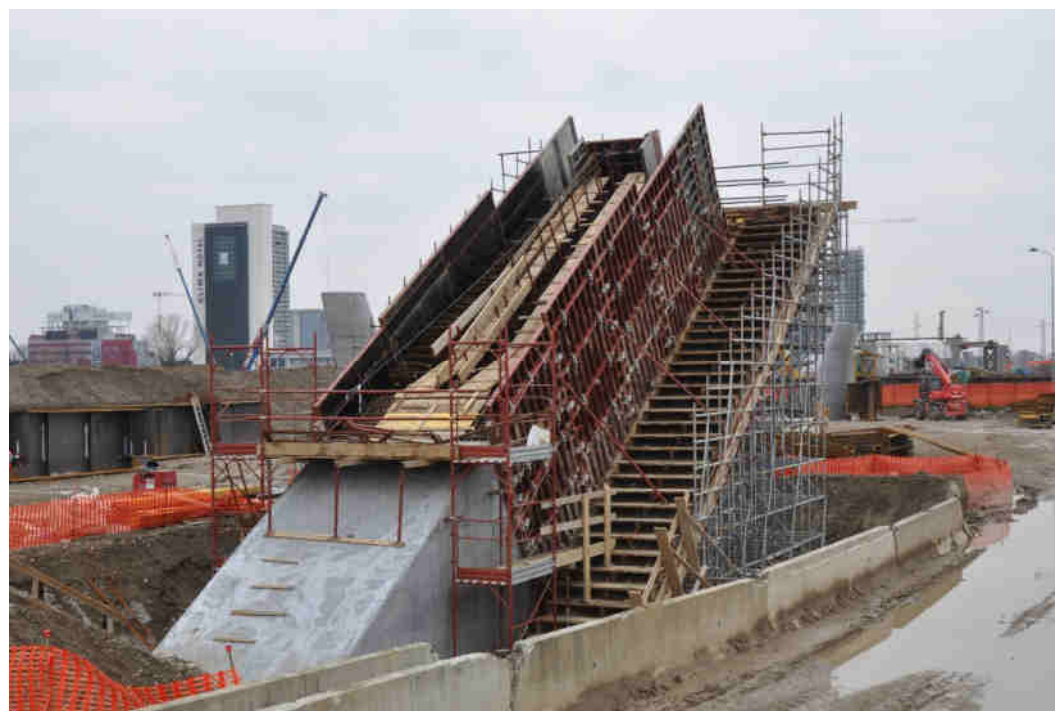


Figura 4-1 Posizionamento degli accelerometri in ciascuno dei due archi

GLI ARCHI ESTETICI

La parte metallica è prevista incastrata, per mezzo di giunti flangiati, su mensole in calcestruzzo armato con sezione scatolare di dimensioni variabili che spiccano dal plinto di fondazione, per 14 m nell'arco 2 e 7 m nell'arco 1.

Le mensole in C.A. sono realizzate cave per ridurre il peso e garantire l'accessibilità ai cassoni metallici dal fondo senza creare indebolimenti sulle pareti. L'uso del c.a. per le parti terminali alla base degli archi si è reso necessario per incrementare la rigidezza delle strutture e migliorarne il comportamento dinamico ai fini degli effetti del vento.



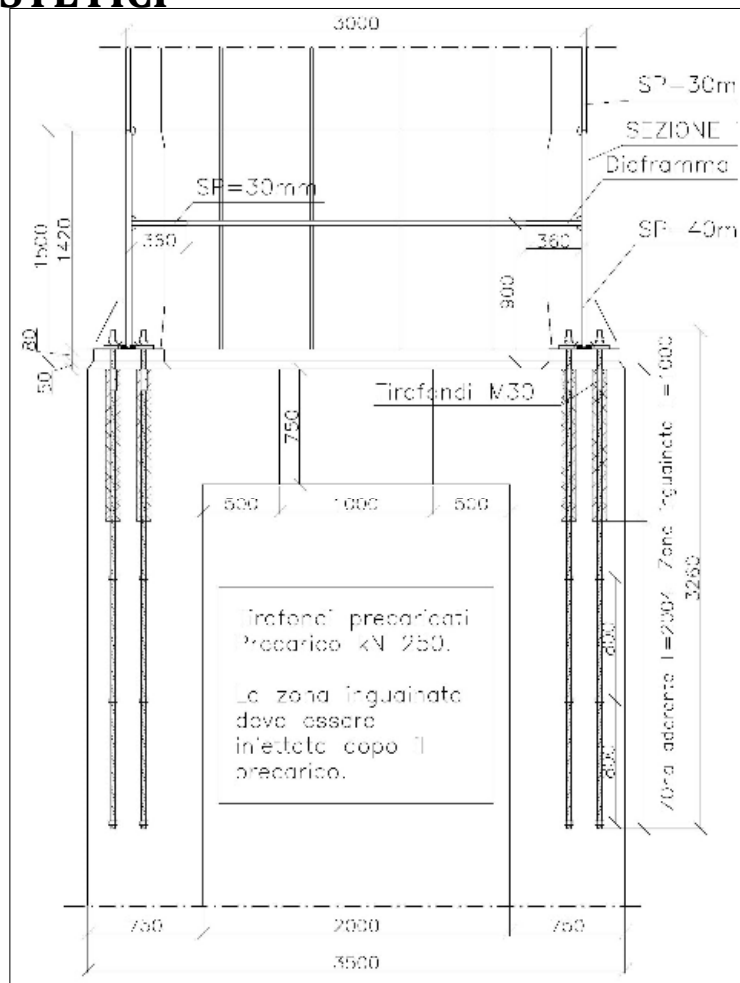
GLI ARCHI ESTETICI

REALIZZAZIONE BASI



**MODULO 2 PONTI DI NUOVA COSTRUZIONE: PANORAMICA SULLE TIPOLOGIE,
SULLA SCELTA DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CASI STUDIO**

GLI ARCHI ESTETICI



DETTAGLI



COLLEGAMENTO
BASE ARCO

I tirafondi sono stati precaricati in modo da garantire sempre uno stato di compressione tra cls e flangia di base in condizioni di esercizio.

GLI ARCHI ESTETICI

MONTAGGIO ARCHI



GLI ARCHI ESTETICI

MONTAGGIO ARCHI



GLI ARCHI ESTETICI

MONTAGGIO ARCHI

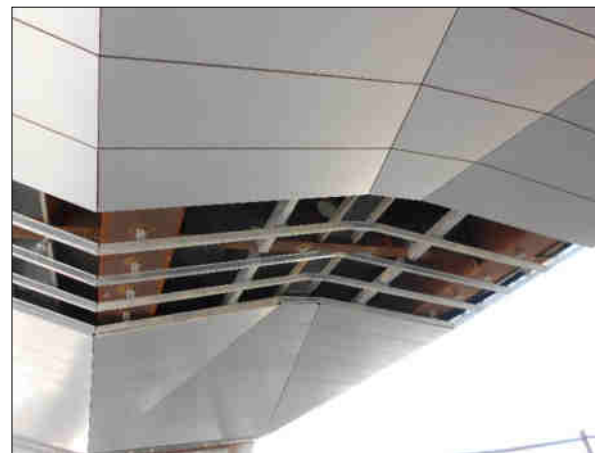


**MODULO 2 PONTI DI NUOVA COSTRUZIONE: PANORAMICA SULLE TIPOLOGIE,
SULLA SCELTA DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CASI STUDIO**

IL COMPLETAMENTO CON I CARTER DI RIVESTIMENTO



IL COMPLETAMENTO CON I CARTER DI RIVESTIMENTO



IL COMPLETAMENTO CON I CARTER DI RIVESTIMENTO



L'IMMANCABILE INAUGURAZIONE...



MODULO 2 PONTI DI NUOVA COSTRUZIONE: PANORAMICA SULLE TIPOLOGIE,
SULLA SCELTA DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CASI STUDIO

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE OPERE E QUANTITATIVI MATERIALI

Ponte ad arco su A4	
Lunghezza impalcato	180 m
Superficie impalcato	4400 mq
Lunghezza archi	140 m
Altezza archi	35 m
Struttura metallica principale S355	2'450'000 kg
Funi Ø92	400 m
Funi Ø72	22 m
Passerelle di ispezione e grigliati	28'200 kg
Rivestimento in pannelli di Alucobond®	5'950 mq
Struttura di sostegno del rivestimento in Alucobond® S275/S355	135'000 kg
Rivestimenti in lamiera sp. 4 mm	81'000 kg
Struttura di sostegno dei rivestimenti in lamiera	37'000 kg

Ponte ad arco su A8	
Lunghezza impalcato	88 m
Superficie impalcato	1200 mq
Lunghezza arco	91 m
Altezza arco	28 m
Struttura metallica principale S355	900'000 kg
Funi Ø92	140 m
Passerelle di ispezione e grigliati	4'000 kg
Rivestimento in pannelli di Alucobond®	1'980 mq
Struttura di sostegno del rivestimento in Alucobond® S275/S355	48'000 kg
Rivestimenti in lamiera sp. 4 mm	36'100 kg
Struttura di sostegno dei rivestimenti in lamiera	14'500 kg

CARATTERISTICHE PRINCIPALI DELLE OPERE E QUANTITATIVI MATERIALI

Viadotto EXPO	
Lunghezza impalcato	265 m
Superficie impalcato	6650 mq
Struttura metallica principale S355	1'600'000 kg
Passerelle di ispezione e grigliati	62'000 kg
Rivestimento in pannelli di Alucobond®	8'500 mq
Struttura di sostegno del rivestimento in Alucobond® S275/S355	195'000 kg
Rivestimenti in lamiera sp. 4 mm (interno parapetto)	37'000 kg
Passerelle di ispezione e grigliati	28'200 kg

Rivestimento in pannelli di Alucobond®	5'950 mq
Struttura di sostegno del rivestimento in Alucobond® S275/S355	135'000 kg
Rivestimenti in lamiera sp. 4 mm	81'000 kg
Struttura di sostegno dei rivestimenti in lamiera	37'000 kg

Archi estetici	
Lunghezza archi	200 m
Altezza archi	27-30 m
Struttura metallica principale S355	850'000 kg
Rivestimenti in lamiera sp. 4 mm	56'000 kg
Struttura di sostegno dei rivestimenti in lamiera	34'000 kg



foto G. Albo

**MODULO 2 PONTI DI NUOVA COSTRUZIONE: PANORAMICA SULLE TIPOLOGIE,
SULLA SCELTA DEI SISTEMI COSTRUTTIVI E CASI STUDIO**

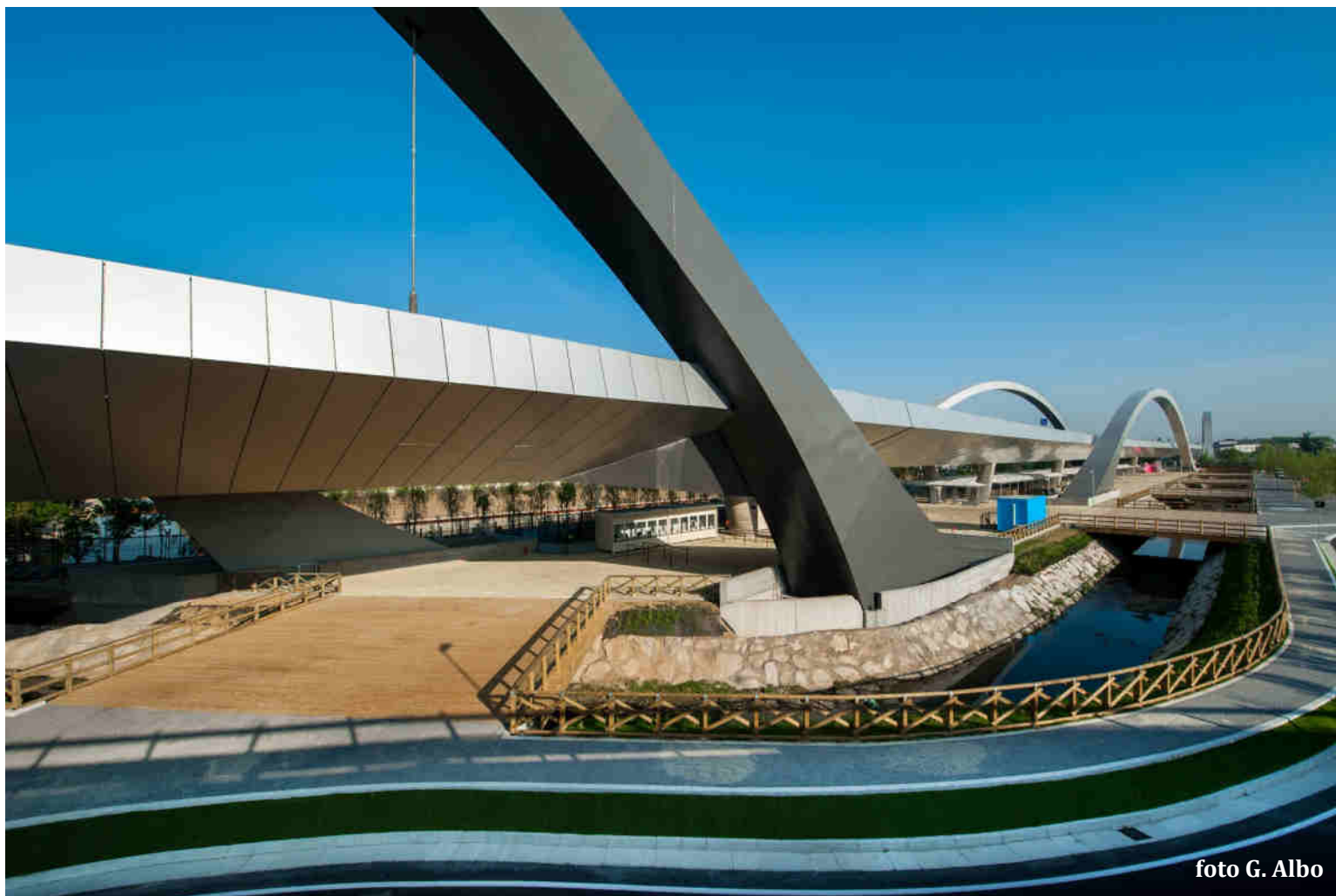


foto G. Albo

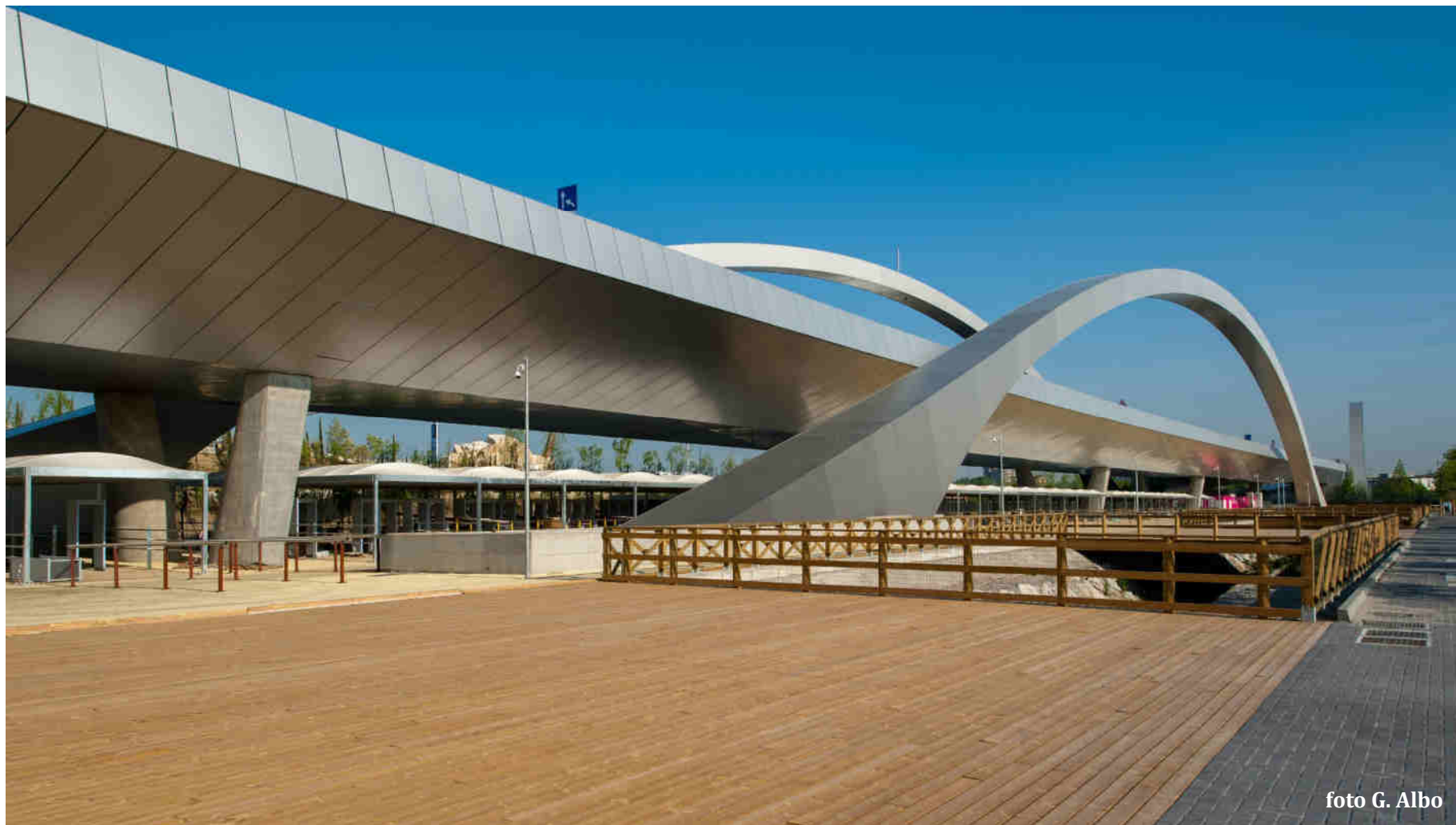


foto G. Albo



foto G. Albo