

**AZIENDA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO**

\*\*\*\*\*

**CERTIFICATO DI IDONEITÀ STATICA**

\*\*\*\*\*

**OGGETTO**

PONTI SUL CANALE MILANO – CREMONA – PO

IMPALCATI IN ACCIAIO

\*\*\*\*\*

**1 COMMITTENTE**

AZIENDA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

**2 COLLAUDATORE STATICO DELLE OPERE**

dott. Ing. Roberto Salvadori, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cremona al n. 755 con recapito in via Colletta, 1 – Cremona, presso Centro Padane srl.

**3 ANALISI DELLO STATO DI FATTO**

Impalcato e soletta

Come meglio descritto nella relazione specifica, utilizzando sia i carichi imposti dalle Norme Tecniche 2018, sia quelli dovuti alla presenza di mezzi d'opera, si evince che l'impalcato presenta criticità diffuse nelle piattabande inferiori delle travi principali nelle campate di approccio e nella campata centrale.

Inoltre si segnalano problematiche dovute all'esiguo spessore delle anime in corrispondenza della campata centrale nella zona compresa tra i due giunti strutturali bullonati.

La soletta, invece, verificata secondo le Norme Tecniche 2018, presenta

criticità in termini di resistenza flessionale delle armature trasversali nelle zone di:

- Campata tipica;
- Campate in zona di giunto;
- Continuità in corrispondenza delle travi centrali in zona di giunto.

Le medesime verifiche della soletta, svolte però con i carichi dei mezzi provenienti dall'adiacente acciaieria ed indicati dalla committenza, presentano criticità secondo la combinazione eccezionale in corrispondenza degli sbalzi delle zone di giunto.

#### Pile e spalle

Come meglio descritto nella relazione specifica, nel progetto originale le spalle erano state pensate per assorbire le azioni orizzontali longitudinali dovute a frenamento e reazioni parassite dei vincoli, dovute alla dilatazione o alla contrazione dell'impalcato per variazioni termiche. Nel corso di una variante si sono invece disposti sulle spalle appoggi mobili e su una pila appoggi fissi longitudinali.

Le pile al contempo erano state pensate per resistere ad azioni verticali e orizzontali trasversali ma non orizzontali longitudinali.

Per effetto della configurazione degli appoggi una delle due pile assorbe interamente l'azione orizzontale sismica e l'azione orizzontale del frenamento.

Ecco il motivo per cui i fusti, verificati secondo le Norme Tecniche del 2018, hanno indici di resistenza  $IR=0,3 < 1$  per combinazione sismica e combinazione SLU STR con frenamento dominante ed i pali sono soggetti a compressioni eccessive oppure a trazioni eccessive, sintomo di uno

sbilanciamento dovuto proprio alle azioni orizzontali longitudinali.

I pali sono verificati per capacità portante verticale ad eccezione della combinazione SLU con frenamento dominante. Trasversalmente la pila lavora a telaio e ha indici di resistenza molto prossimi all'unità.

Le spalle, verificate secondo le Norme Tecniche del 2018, hanno criticità statiche localizzate nel paraghiaia e nei muri andatori, il cui spessore risulta sottodimensionato. Il cordolo di fondazione tuttavia è verificato con buon margine ed i pali sono verificati per capacità portante verticale.

In generale tutti i pali vanno in crisi per portata orizzontale; tuttavia è necessaria una analisi più approfondita del terreno per poter condurre le verifiche in modo più preciso e ottenere risultati più attendibili.

#### **4 CONSIDERAZIONI IN MERITO AI CARICHI ACCIDENTALI SULL'IMPALCATO**

Nel seguito vengono riportati i momenti flettenti calcolati in corrispondenza della mezzera della trave più sollecitata della campata centrale con riferimento alle Norme e con riferimento ai mezzi che effettivamente transitano sul ponte e provenienti dall'adiacente acciaieria. Nel dettaglio:

a) Norme Tecniche 2018:  $M_{Ed} = 11.678 \text{ kNm}$

b) Circolare N. 384 del 14-2-62 del Min. dei LLPP, normativa vigente nel periodo della costruzione dell'opera:  $M_{Ed} = 10.700 \text{ kNm}$

c) un mezzo del peso a pieno carico pari a 580 kN presente singolarmente sul ponte:  $M_{Ed} = 4.270 \text{ kN m}$

d) due mezzi del peso pari a 580 kN viaggianti nel medesimo senso di marcia e distanti tra loro 10,00 m in senso longitudinale e nessun mezzo viaggiante nella direzione opposta:  $M_{Ed} = 5.353 \text{ kN m}$

e) due mezzi del peso pari a 580 kN viaggianti uno in una direzione di marcia,

l'altro nella direzione opposta, che si incrociano in corrispondenza della  
mezzeria della campata centrale:  $M_{Ed} = 4.741 \text{ kN m}$

Si noti come il ponte viene sollecitato con i pesanti mezzi provenienti  
dall'adiacente acciaieria che comunque inducono azioni sull'impalcato  
pari alla metà di quelle indotte dalle Norme.

Con la prova di carico descritta nel paragrafo successivo sono stati  
posizionati sul ponte 4 mezzi del peso complessivo pari a 1.800 kN, valore  
equivalente a tre bilici da 580 kN che passano contemporaneamente sul  
ponte, evento sostanzialmente poco probabile.

Il momento flettente risultante è il seguente:

f) prova di carico:  $M_{Ed} = 5.447 \text{ kN m}$

## **5 PROVE DI CARICO**

### **5.1 DESCRIZIONE DELLE PROVE**

Il giorno 21 dicembre 2018 sono state eseguite le prove di carico sugli  
impalcato in oggetto secondo le modalità di seguito indicate.

#### **CARICHI**

2/4 autocarri a quattro assi da 450 kN ciascuno

#### **LETTURE**

Sono stati letti gli abbassamenti nei punti indicati nell'allegato 1, mediante  
letture topografiche, nel dettaglio:

- DUE punti di lettura posizionati in corrispondenza dell'asse della pila  
lato Cavatigozzi, trasversalmente collocati in corrispondenza dei  
marciapiedi e distanti tra loro 800 cm.
- TRE punti di lettura posizionati in mezzeria della campata centrale,  
trasversalmente centrati rispetto all'asse dell'impalcato e distanti tra

loro 400 cm.

- DUE punti di lettura posizionati in corrispondenza dell'asse della pila lato Cremona, trasversalmente collocati in corrispondenza dei marciapiedi e distanti tra loro 800 cm.

#### PROGRAMMA DI PROVA

È stata effettuata una disposizione di carico longitudinale e due condizioni di carico trasversale. La disposizione trasversale costituita da una fila di 2 mezzi per ogni campata trasversalmente eccentrica ha massimizzato lo sbilanciamento, mentre quella di due file di 2 mezzi per ogni campata ha massimizzato il carico complessivo.

#### 5.2 RISULTATI

##### MASSIMA DEFORMAZIONE ATTESA

60,9 mm punto di massimo momento positivo della campata centrale, in corrispondenza del punto di lettura n° 4.

##### MASSIMA DEFORMAZIONE OTTENUTA

47,94 mm punto di massimo momento positivo della campata centrale, in corrispondenza del punto di lettura n° 4.

##### DEFORMAZIONE RESIDUA

Valore trascurabile e inferiore al 10 % della deformazione massima.

Le deformazioni ottenute durante la prova di carico sono inferiori rispetto a quelle attese in ogni punto di lettura considerato.

#### 6 CONCLUSIONI

In considerazione del fatto che la prova di carico ha dato esito positivo, si autorizza il passaggio dei carichi di seguito indicati:

- un mezzo del peso a pieno carico pari a 580 kN presente singolarmente

sul ponte;

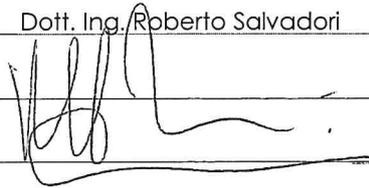
- due mezzi del peso pari a 580 kN viaggianti nel medesimo senso di marcia purchè non impegnino contemporaneamente il ponte e nessun mezzo viaggiate nella direzione opposta;
- due mezzi del peso pari a 580 kN viaggianti uno in una direzione di marcia, l'altro nella direzione opposta, che si incrociano in corrispondenza della mezzeria della campata centrale.

Nella sostanza non è necessaria nessuna limitazione al transito dei mezzi attualmente circolanti sino al peso totale pari a 58 ton, con l'avvertenza però di indicare una distanza minima di sicurezza fra i mezzi procedenti nel medesimo senso di marcia pari ad almeno alla lunghezza del ponte fissata in 80 m, in modo che essi non si trovino contemporaneamente sull'impalcato. Per tutti i carichi eccedenti le 58 ton è necessaria apposita istruttoria con rilascio di autorizzazione da parte dell'Ente proprietario.

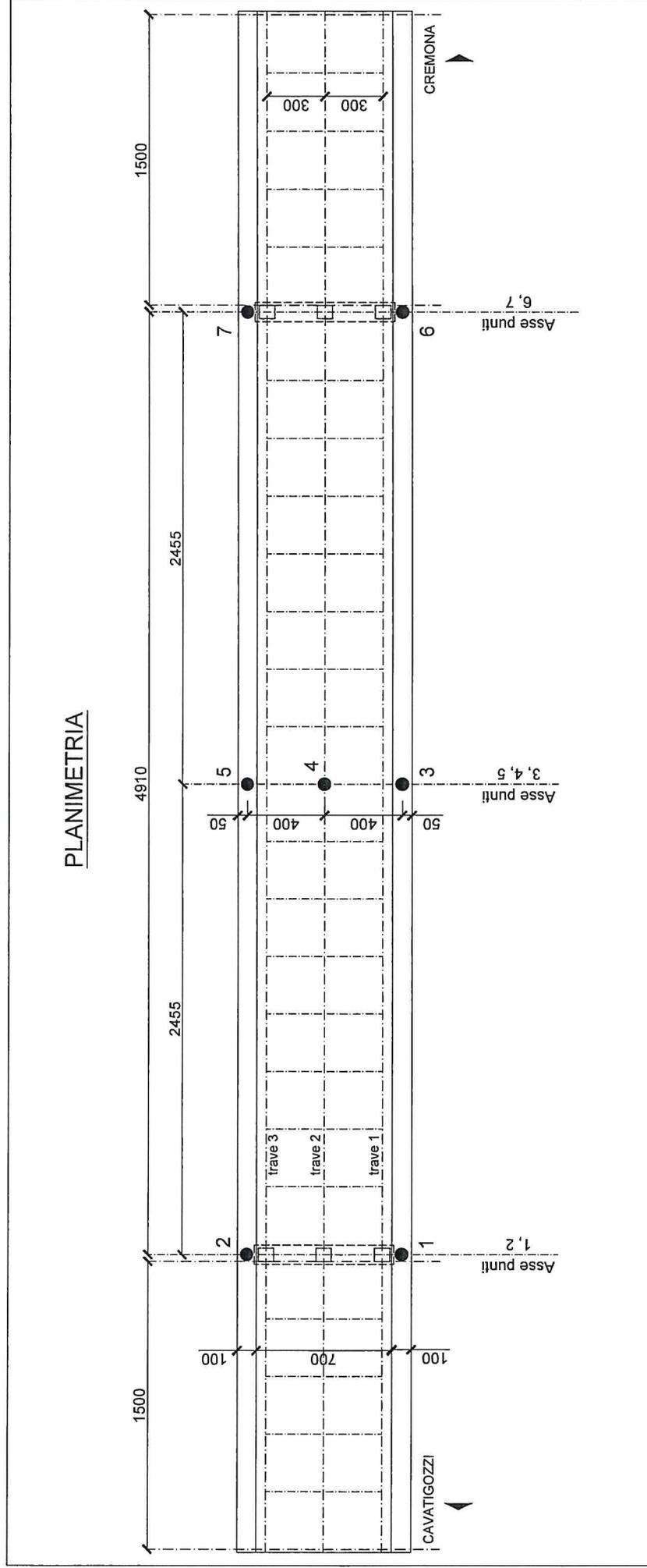
Cremona, li 27 FEB. 2019

IL COLLAUDATORE STATICO

Dott. Ing. Roberto Salvadori



Ponti metallici sul canale  
Milano - Cremona - Po  
POSIZIONAMENTO PUNTI  
DI LETTURA





# Allegato 3

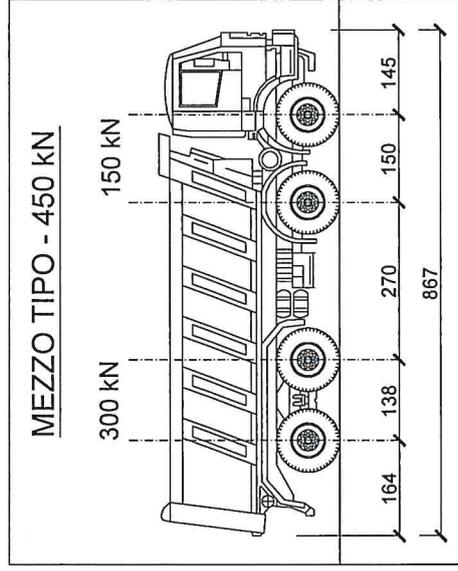
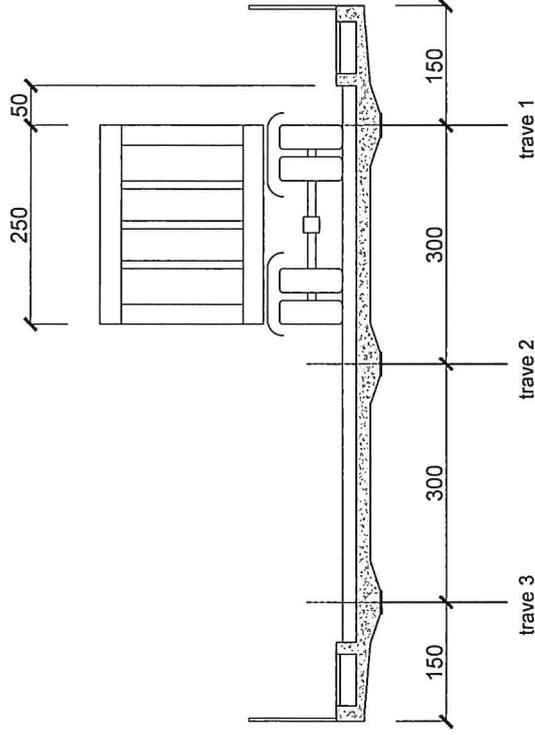
## Ponti metallici sul canale Milano - Cremona - Po DEFORMAZIONI IN FASE 1

ABBASSAMENTI		
PUNTI DI LETTURA	CALCOLO(mm)	EFFETTIVI(mm)
1	0,0	0,03
2	0,0	0,72
3	-5,5	7,23
4	30,5	24,17
5	61,7	40,58
6	0,0	-0,05
7	0,0	1,08

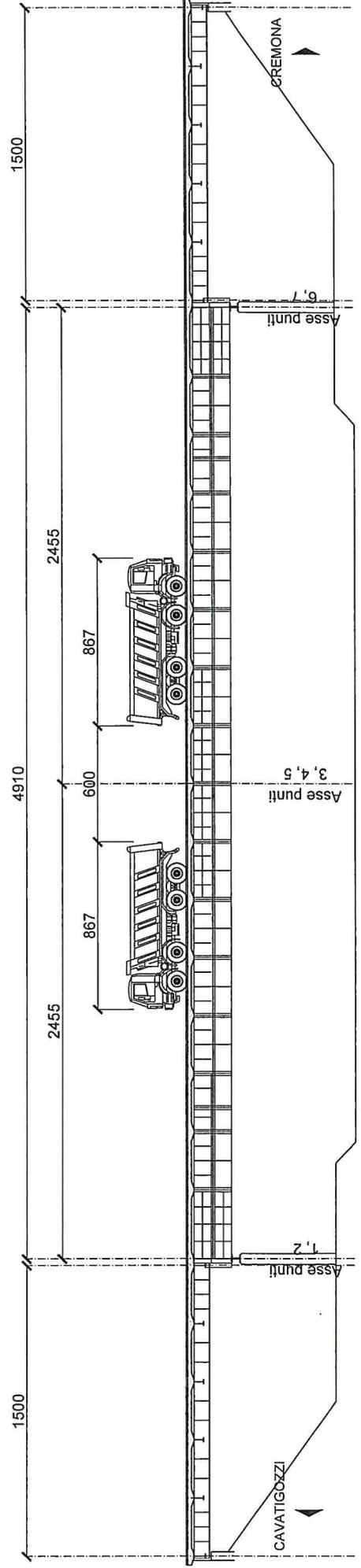
valori negativi = spostamenti verso l'alto

MOMENTI FLETTENTI PER ACCIDENTALI MEZZI		
	PROGETTO (tonm)	COLLAUDO (tonm)
Max Campata centrale	1.070	515

### DISPOSIZIONE TRASVERSALE



### DISPOSIZIONE LONGITUDINALE

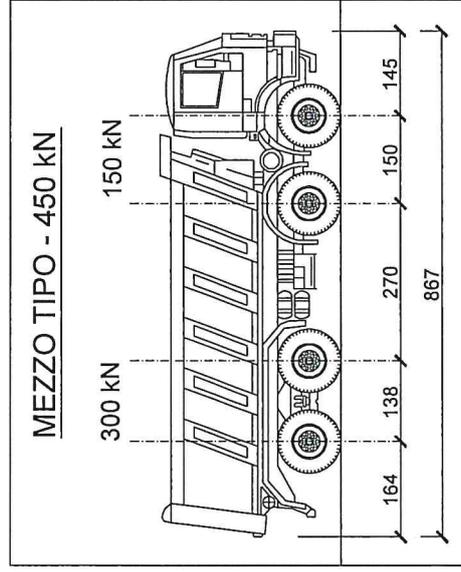
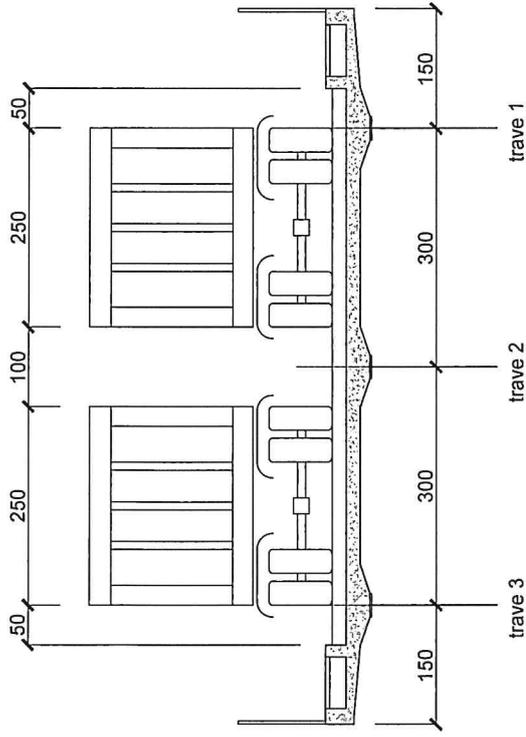




# Allegato 5

## Ponti metallici sul canale Milano - Cremona - Po DEFORMAZIONI IN FASE 2

### DISPOSIZIONE TRASVERSALE

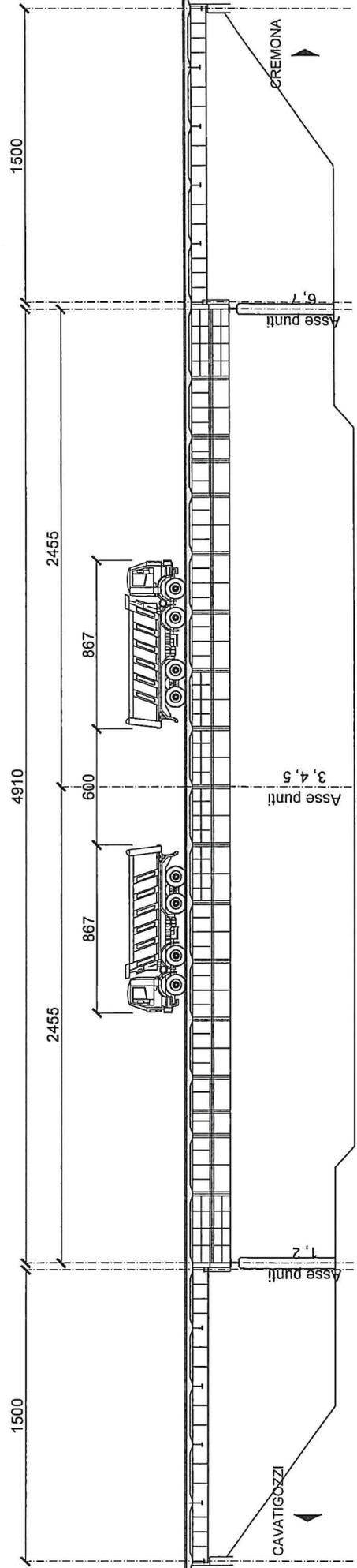


ABBASSAMENTI		
PUNTI DI LETTURA	CALCOLO(mm)	EFFETTIVI(mm)
1	0,0	0,50
2	0,0	0,54
3	60,7	47,76
4	60,9	47,94
5	60,7	47,79
6	0,0	0,67
7	0,0	0,81

valori negativi = spostamenti verso l'alto

MOMENTI FLETTENTI PER ACCIDENTALI MEZZI		
	PROGETTO (tonm)	COLLAUDO (tonm)
Max Campata centrale	1.070	555

### DISPOSIZIONE LONGITUDINALE





21/12/2018 14.05.32  
Progressivo 15559  
Codice Mpp 15557  
Richiamo dati.....25

1.Peso 27460 kg

POSTERIORE  
DH952CS

21/12/2018 14.03.46  
Progressivo 15557  
Codice Mpp 15555  
Richiamo dati.....24

1.Peso 15690 kg

ANTERIORE

21/12/2018 13.57.18  
Progressivo 15555  
Codice Mpp 15553  
Richiamo dati.....22

1.Peso 15940 kg

21/12/2018 14.10.58  
Progressivo 15563  
Codice Mpp 15561  
Richiamo dati.....22

2.Peso 45240 kg  
Netto pesata 29300 kg

21/12/2018  
Progressivo  
Codice Mpp  
Richiamo dati..... 21

CE 527  
PS

8.30.24  
15552  
15550

1.Peso 27940 kg

POSTERIORI

21/12/2018  
Progressivo  
Codice Mpp  
Richiamo dati..... 20

15  
527 PS

8.29.19  
15551  
15549

1.Peso 14320 kg

ANTERIORI

21/12/2018  
Progressivo  
Codice Mpp  
Richiamo dati..... 1

CE 527  
PS

8.28.17  
15550  
15548

1.Peso (\*) 15890 kg

\* Peso Predeterminato

2.Peso 45100 kg

Netto pesata 29210 kg

21/12/2018  
Progressivo  
Codice Mpp  
Richiamo dati.....19

8.25.06  
15548  
15546

1.Peso

26900 kg

POSTERIORI

21/12/2018  
Progressivo  
Codice Mpp  
Richiamo dati.....18

8.24.04  
15547  
15545

1.Peso

16140 kg

ANTERIORI

21/12/2018  
Progressivo  
Codice Mpp  
Richiamo dati.....17

8.13.25  
15545  
15543

1.Peso

16550 kg

21/12/2018  
Progressivo  
Codice Mpp  
Richiamo dati.....17

8.22.42  
15546  
15544

2.Peso  
Netto pesata

45300 kg  
28750 kg

EX 92044  
LAF3 CROWA

CD 164 BW

21/12/2018 14.09.38  
Progressivo 15562  
Codice Mpp 15560  
Richiamo dati.....27

1.Peso 27500 kg

POSTERIORE

21/12/2018 14.07.21  
Progressivo 15560  
Codice Mpp 15558  
Richiamo dati.....26

1.Peso 15790 kg

ANTERIORE

21/12/2018 13.58.41  
Progressivo 15556  
Codice Mpp 15554  
Richiamo dati.....23

1.Peso 15480 kg

21/12/2018 14.08.34  
Progressivo 15561  
Codice Mpp 15559  
Richiamo dati.....23

2.Peso 45360 kg  
Netto pesata 29880 kg