



ANAS S.p.A.

Direzione Centrale Programmazione Progettazione

CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENICO-NORD EUROPA ITINERARIO AGRIGENTO -CALTANISSETTA-A19

S.S. N° 640 "DI PORTO EMPEDOCLE"

AMMODERNAMENTO E ADEGUAMENTO ALLA CAT. B DEL D.M. 5.11.2001

Dal km 44+000 allo svincolo con l'A19

PROGETTO DEFINITIVO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

ATI:

TECHNITAL s.p.a. (mandataria)

S.I.S. Studio di Ingegneria Stradale s.r.l.

DELTA Ingegneria s.r.l.

INFRATEC s.r.l Consulting Engineering

PROGIN s.p.a.

I RESPONSABILI DI PROGETTO

Dott. Ing. M. Raccosta

Ordine Ing. Verona n° A1665

Prof. Ing. A. Bevilacqua

Ordine Ing. Palermo n° 4058

Dott. Ing. M. Carlino

Ordine Ing. Agrigento n° A628

Dott. Ing. N. Troccoli

Ordine Ing. Potenza n° 836

Dott. Ing. S. Esposito

Ordine Ing. Roma n° 20837

IL COORDINATORE DELLE ATTIVITA'

Dott. Ing. Nicola D'Alessandro

Ordine degli Ingegneri di Agrigento n° A995

VISTO:IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Massimiliano Fidenzi

VISTO:IL RESPONSABILE DEL
SERVIZIO PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Antonio Valente

DATA

PROTOCOLLO

INTERFERENZA RELAZIONE

CODICE PROGETTO

L O 4 0 7 B D 0 5 0 1

NOME FILE

IN03 INT RE01.dwg

REVISIONE

FOGLIO

SCALA:

CODICE
ELAB.

T 0 1 I N 0 3 I N T R E 0 1

A

0 1 di 0 1

D

C

B

A

EMISSIONE a seguito istruttoria ANAS 19/03/07

Aprile 2007

V. Bofisè

F. Arciuli

C. Marro

REV.

DESCRIZIONE

DATA

VERIFICATO
RESP. TECNICO

CONTROLLATO
RESP. D'ITINERARIO

APPROVATO
RESP. DI SETTORE

INDICE

1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	2
2. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	3
3. SCELTA E DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE.....	6
4. RISOLUZIONE DELL'INTERFERENZA CON LA LINEA FERROVIARIA.....	7

1. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

NORMATIVA EMESSA DALLO STATO ITALIANO

Ministero dei LL.PP. - D.M. 04.05.1990 : “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e il collaudo dei ponti stradali”

Ministero dei LL.PP. - D.M. 14.02.1992 : "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. ed in c.a.p. e per le strutture metalliche", per quanto riguarda il metodo delle tensioni ammissibili.

Ministero dei LL.PP. - D.M. 09.01.1996 : "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento normale e precompresso e per le strutture metalliche"

Ministero dei LL.PP. - D.M. 16.01.1996 : "Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";

Nuova Zonizzazione Sismica introdotta con l'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274/2003

Legge del 17/08/2005 n°168 che definisce il periodo transitorio di 18 mesi dalla data di entrata in vigore delle norme in materia sismica.

D.M. 11.03.1988

NORMATIVA FERROVIARIA

Istruzione FS 44a : “ Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria”.

2. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

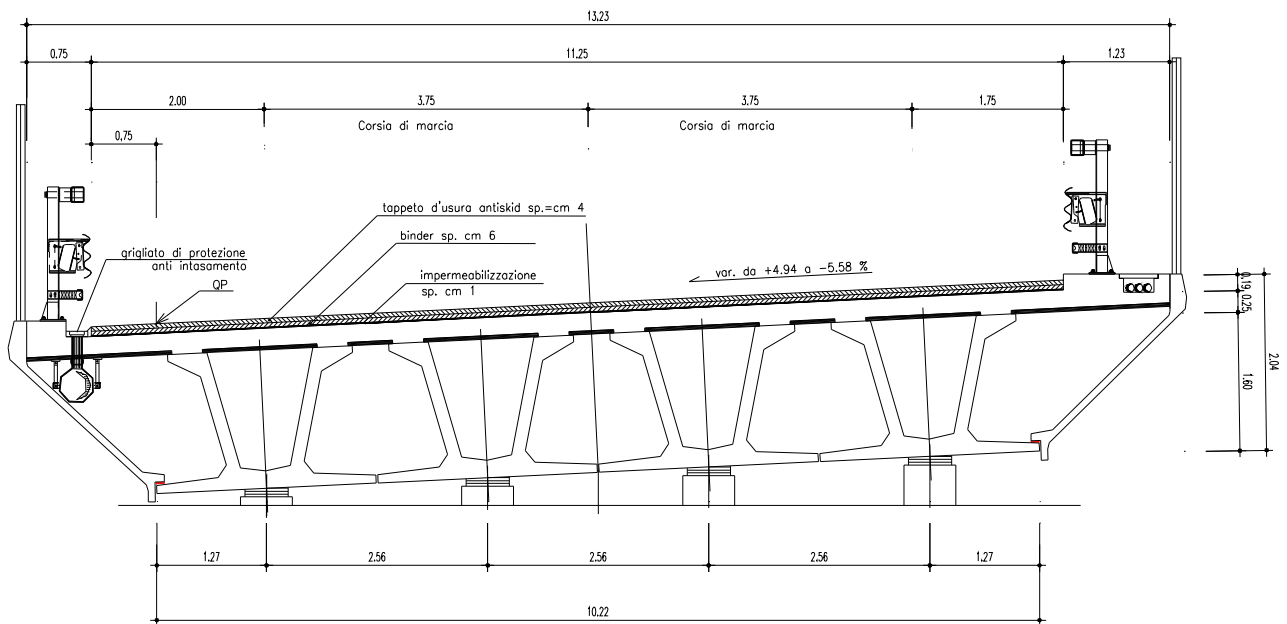
Oggetto del presente documento è la risoluzione dell' interferenza tra il viadotto VI14 - Arenella III della strada statale 640 II lotto e la linea ferroviaria Palermo-Catania sottostante.

Il progetto della SS 640 “ di Porto Empedocle” II lotto riguarda l'ammodernamento e l'adeguamento della stessa alla cat. B del D.M. 5.11.2001 e coinvolge il tratto compreso tra il km 44+000 e lo svincolo con l'A19.

La SS 640, in questa visione progettuale, risulta suddivisa in due carreggiate separate quasi parallele, tutte le opere previste si ripresentano dunque con caratteristiche del tutto simili su entrambe gli assi principali. Da questa premessa ne consegue che l'opera strutturale oggetto della presente relazione si componga in realtà di due viadotti paralleli aventi la stessa denominazione e numerazione progressiva all'interno del tracciato. Nel seguito si affronteranno le problematiche riguardanti l'interferenza ferroviaria distintamente per la carreggiata destra e sinistra, mettendo in luce le differenze e i punti comuni.

Carreggiata destra:

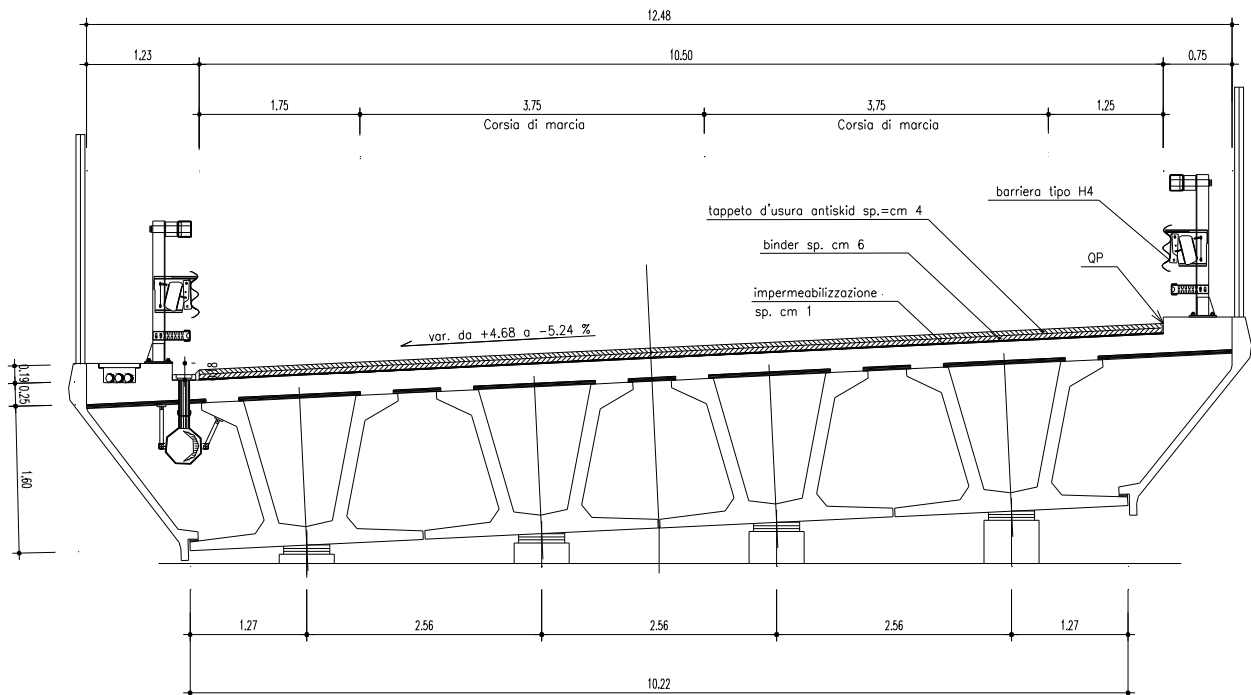
Il viadotto sulla carreggiata destra si estende dal km 25+156.86, asse spalla S1, al km 25+773.74, asse spalla S2. L' impalcato è realizzato con travi a omega ad ala larga, precomprese a fili aderenti, di altezza 1.60m, semplicemente appoggiate alle estremità, con sovrastante soletta di collegamento in cemento armato ordinario gettato in opera e traversi di testata, in asse appoggi, di 40cm di spessore. L'opera si compone di 20 campate di cui quella iniziale e finale di lunghezza 30 m, misurati da asse spalla ad asse pila, e quelle centrali con interasse tra le pile di 31 m. La sezione trasversale, visibile in fig.1, è caratterizzata da due corsie di marcia di 3.75m, inoltre, sul lato destro sono presenti una banchina da 1.75m e un cordolo-marciapiede da 1.23 m rialzato di 18 cm, su cui è collocato al limite sinistro un guard rail tipo H4 bordo ponte, a protezione del traffico veicolare. Sul lato sinistro sono presenti una banchina da 2.00m, un cordolo da 0.46m per la collocazione del guard rail della stessa tipologia precedente e uno spazio di 0.30m circa per lo scolo delle acque di piattaforma. Come finitura e completamento sono state previste due velette prefabbricate ai margini dell'impalcato. In totale l'ingombro dell'intero impalcato destro, velette escluse è pari a 13.23m. L'interferenza con la linea ferroviaria sopra citata si verifica all'interno dell'undicesima campata, tra le pile 11 e 12. A tal proposito si vedano anche gli elaborati grafici di progetto.



- fig. 1 -

Carreggiata sinistra:

Il viadotto sulla carreggiata sinistra si estende dal km 25+162.46, asse spalla S1, al km 25+750.78, asse spalla S2. Analogamente al viadotto in destra, l'impalcato è realizzato con travi a omega ad ala larga, precomprese a fili aderenti, di altezza 1.60m, semplicemente appoggiate alle estremità, con sovrastante soletta di collegamento in cemento armato ordinario gettato in opera e traversi di testata, in asse appoggi, di 40cm di spessore. L'opera si compone di 19 campate di cui quella iniziale e finale di lunghezza 30 m, misurati da asse spalla ad asse pila, e quelle centrali con interasse tra le pile di 31 m. La sezione trasversale, visibile in fig.2, è caratterizzata da due corsie di marcia di 3.75m, inoltre, sul lato destro rispetto alla direzione del traffico, sono presenti una banchina da 1.75m, uno spazio di 0.30m circa per lo scolo delle acque di piattaforma e un cordolo-marciapiede da 0.90 m rialzato di 18 cm, su cui è collocato al limite sinistro un guard rail tipo H4 bordo ponte, a protezione del traffico veicolare. Sul lato opposto sono presenti una banchina da 1.25m e un cordolo da 0.75m per la collocazione del guard rail della stessa tipologia precedente. Come finitura e completamento sono state previste due velette prefabbricate ai margini dell'impalcato. In totale l'ingombro dell'intero impalcato destro, velette escluse è pari a 12.48m. L'interferenza con la linea ferroviaria si verifica tra le pile 11 e 12 in sinistra e tra le pile 10 e 11 in destra.



- fig. 2 -

La causa delle differenze di carpenteria tra i due impalcati è dovuta all'allargamento in curva della carreggiata dx. Poiché la curva risulta sinistrorsa, si è reso necessario allargare la banchina sinistra sulla carreggiata destra per migliorare la visibilità della strada stessa. L'ampliamento è stato effettuato a partire dal valore minimo di 1.25m stabilito per l'intero tracciato fino a 2.00m, come indicato e calcolato sulla relazione tecnica descrittiva allegata al progetto, in corrispondenza delle curve sinistrorse di raggio inferiore a 1300m. L'allargamento dell'impalcato è stato mantenuto costante durante tutta l'estensione in viadotto.

Parapetti e protezioni:

In osservanza delle prescrizioni effettuate nell'Istruzione FS 44a, gli impalcati sono stati muniti di parapetti con reti di protezione.

Per le campate sovrastanti le linee elettrificate, dalla pila P10 alla pila P13 in dx e dalla pila P9 alla pila P12 in sx, sono stati predisposti parapetti di tipo cieco per l'altezza di 1.00m, sormontati dalle necessarie reti di protezione, dell'altezza dal piano di calpestio di 2.00m.

Manutenzione:

Allo scopo di rendere possibile il controllo sistematico delle condizioni statiche dell'opera, per i riflessi che le stesse hanno sulla sicurezza e la regolarità dell'esercizio, si è resa possibile nel presente progetto l'ispezionalità dell'impalcato. L'accesso del personale addetto all'ispezione e alla manutenzione è stato permesso realizzando nello spazio intertrave, alle due estremità dell'impalcato, un'interruzione di 0.30m per parte sulle ali delle travi a omega, per un'estensione di 0.80m. In tal modo è garantito l'accesso attraverso un'area di 0.60m x 0.80m.

Considerazioni aggiuntive:

La scelta progettuale riguardante l'adozione di una struttura con implacato in c.a.p. in luogo di una struttura con impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo, è stata adottata sulla base di considerazioni diverse, tra le quali:

- La necessità di uniformarsi alle scelte progettuali effettuate nel progetto del lotto I della stessa SS 640, dal km 10+200.00 al km 44+000.00.
- L'adozione delle stesse tipologie costruttive riguardanti i viadotti già individuate nel progetto del lotto I della SS640, al fine di ottenere un tracciato complessivamente omogeneo.
- Un'ulteriore uniformità dei due lotti a fini estetici e paesaggistici.

3. SCELTA E DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA STRUTTURALE

Gli attraversamenti in viadotto rappresentano, nell'ambito di un progetto stradale, gli elementi di maggiore impatto visivo. La tendenza maggiormente adottata è quella di proporre soluzioni con impalcati sottili, continui, sostenuti da pile snelle a sezione variabile con forme e raccordi curvi, in modo da pervenire a strutture che si inseriscono nel territorio con leggerezza.

Le lunghezze delle campate sono state definite già nel I lotto in relazione all'altezza delle pile dal piano campagna, pervenendo ad una soluzione di minimo ingombro e quindi di miglior inserimento ambientale. In particolare:

- Per le opere con pile alte, superiore a 10m sono state previste campate con luce variabile da 40 a 70m, in funzione dell'altezza e lunghezza del viadotto e degli eventuali vincoli presenti, adottando per esse un impalcato a sezione composta acciaio-calcestruzzo.

- Per le opere di altezza inferiore a 10m è stata prevista un'unica lunghezza, pari a 30-31m, per tutte le campate, con l'adozione di un tradizionale impalcato a travi prefabbricate in c.a.p.

Il viadotto Arenella III presenta, come è possibile vedere dalle sezioni longitudinali, un'altezza fusto pile da p.c. al pulvino inferiore a 10 m e solo per qualche pila di circa 10m. Sulla scorta delle scelte progettuali indicate sopra è stata adottata la tipologia con impalcato in c.a.p. Le pile hanno sezione circolare piena con diametro pari a Ø3.00m e pulvino a sbalzo trapezoidale, mentre le fondazioni sono realizzate su pali trivellati di diametro Ø1200.

4. RISOLUZIONE DELL'INTERFERENZA CON LA LINEA FERROVIARIA

La zona in cui si colloca il viadotto è attraversata dalla linea ferroviaria Palermo Catania a unico binario. L'interferenza si manifesta tra le pile 11 e 12 sulla carreggiata destra e tra le pile 10 e 11 sulla carreggiata sinistra. L'asse ferroviario risulta inclinato rispetto ad entrambi gli assi di tracciamento della Strada Statale di un angolo variabile da 35° a 38° circa. Le campate sovrastanti la linea sono di 31m di lunghezza e le distanze, misurate sull'asse impalcato, fra l'asse ferroviario e gli assi delle pile più prossime al binario, risultano pari a 14.99m minimo e 16.01m massimo, si veda a tal proposito l'elaborato relativo alla pianta fondazioni.

Verifica di franchi orizzontali

La posizione delle pile vicine alla ferrovia e l'orientazione delle relative fondazioni è stata decisa sulla base dell'Istruzione FS 44 a " Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di cavalcavia e passerelle pedonali sovrastanti la sede ferroviaria". Le fondazioni delle suddette pile sono state ruotate e rese parallele al binario in modo da aumentarne il più possibile la distanza con lo stesso.

Sulla base dell'Istruzione menzionata, sono state individuate le zone di differente pericolo denominate come segue:

- Zone "F" : zone libere a costruzione vietata
- Zone "G": zone di pericolo, per le quali valgono le seguenti ulteriori distinzioni:

Zona **G1**: fascia di suolo parallela all'asse del binario e di larghezza pari ad $a1= 4.00m$ per lato a partire dall'asse stesso.

Zona **G2**: fascia di suolo parallela all'asse del binario e di larghezza pari ad $a_2 = 5.00\text{m}$ per lato a partire dall'asse stesso.

Zona **G3**: fascia di suolo parallela all'asse del binario e di larghezza pari ad $a_3 \geq 5.00\text{m}$ per lato a partire dall'asse stesso.

Prescrizioni:

Zona **G1**: sono di regola da prevedersi pareti continue con spessore minimo $s = 100\text{cm}$ e larghezza almeno uguale allo 0.6 della larghezza dell'impalcato sovrappassante con un minimo di $L = 4.0\text{m}$.

Zona **G2**: oltre alla tipologia ammessa per la fascia G1, ma con spessore minimo pari a 80 cm, sono ammessi pilastri massicci con dimensione minima dei pilastri pari a:

direzione parallela ai binari $l = 150\text{cm}$

direzione ortogonale ai binari $s = 100\text{ cm}$

Zona **G3**: sono ammessi pilastri isolati

Dall'applicazione delle presenti istruzioni, si ricava che:

In fase costruttiva:

- Pila 11 carreggiata destra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno dello strato di magrone alla base della fondazione è pari a 5.75m
- Pila 12 carreggiata destra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno dello strato di magrone alla base della fondazione è pari a 5.93m
- Pila 10 carreggiata sinistra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno dello strato di magrone alla base della fondazione è pari a 5.61m
- Pila 11 carreggiata sinistra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno dello strato di magrone alla base della fondazione è pari a 5.51m

In esercizio:

- Pila 11 carreggiata destra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno della sezione della pila è pari a 7.90m
- Pila 12 carreggiata destra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno della sezione della pila è pari a 8.08m

- Pila 10 carreggiata sinistra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno della sezione della pila è pari a 7.81m
- Pila 11 carreggiata sinistra: la distanza minima, misurata in direzione perpendicolare, tra l'asse binario e il filo esterno della sezione della pila è pari a 7.66m

Prescrizioni aggiuntive di progetto:

Le fondazioni adottate per le pile sono realizzate su pali trivellati di Ø1200mm di diametro. Per tutte le pile sono state adottate fondazioni equipollenti, con la stessa geometria e con affondamenti simili nel terreno, allo scopo di evitare il verificarsi di cedimenti differenziali tra le parti.

In relazione alle fasi costruttive, ai fini della messa in sicurezza del binario ferroviario delle fondazioni delle pile in affiancamento alla linea, sarà prevista l'esecuzione di opere provvisorie idonee a delimitare e sostenere gli scavi e tali da garantire spostamenti minimi alla sommità dell'opera provvisoria stessa, procurata dalla spinta delle terre a monte e dalla presenza di un sovraccarico causato dalla circolazione di mezzi di cantiere. Da un attento esame delle fondazioni delle pile, in relazione a problemi di scavo, si evince che sia possibile in termine di mantenimento dei franchi orizzontali la realizzazione di opere provvisorie, restando libera una fascia di 5.00m dall'asse binario (zona G2) per altro edificabile con le prescrizioni sopra citate.

Come è possibile inoltre vedere dal profilo altimetrico della Strada Statale, dalle sezioni longitudinali del viadotto e dalla posizione esatta delle fondazioni in pianta, le altezze di scavo risultano pari a:

	Qe	Hf [m]	Qi	P.F. max	Q p.c.	H scavo [m]
Pila 11 dx	308.03	2.70	305.33	309.14	308.91	3.58
Pila 12 dx	307.39	2.70	304.69	309.14	308.19	3.50
Pila 10 sx	307.30	2.70	304.60	310.44	308.14	3.54
Pila 11 sx	307.12	2.70	304.42	310.44	308.82	4.40

dove:

Qe = quota estradosso fondazione pila

Hf = altezza della fondazione della pila annoverando lo strato di magrone di base

Qi = quota intradosso fondazione pila

P.F. max = quota massima del piano del ferro lungo il tronco di binario sottostante la carreggiata del viadotto

Q p.c.= quota di piano campagna massima a ridosso della fondazione, a tergo rispetto alla posizione della futura opera provvisoria.

H scavo = altezza di scavo

Le altezze di scavo risultano quindi contenute, con un massimo di 4.40m. Nell'eventuale occorrenza di cedimenti apprezzabili, gli scavi potranno essere adeguatamente puntellati.

Verifica di franchi verticali o altezza libera

Sulla base della medesima istruzione FS 44a già citata, sono state condotte le verifiche riguardanti i franchi in elevazione. Per altezza libera si intende la misura minima sulla verticale tra il piano di rotolamento della rotaia e l'intradosso del cavalcavia, tenendo conto della pendenza sia longitudinale che trasversale del cavalcavia stesso, nonché dell'andamento dei binari sottostanti. L'altezza libera tra l'intradosso del cavalcavia ed il piano del ferro dovrà rispettare i valori minimi tabulati al paragrafo 3.4 dell'Istruzione FS 44a. La condizione più cautelativa risulta quella relativa ad una campata da 40m e altezza sul P.F. del cavalcavia pari a 10m, si deduce di dover rispettare un'altezza almeno pari a 6.60m.

Note le quote del P.F. massime lungo i due tronchi di binario sottostanti le carreggiate del viadotto, riportate nella tabella precedente, e note le quote minime di intradosso impalcato le verifiche risultano:

	Qp	i _t %	Q i	P.F. max	i _l %	Qmin	franco
Pila 11dx	319.62	5.58	317.66	309.14	0.42	317.62	8.48
Pila 12dx	319.48	5.58	317.52	309.14	0.42	317.62	8.48
Pila 10 sx	320.45	5.24	317.94	310.44	0.355	317.91	7.47
Pila 11 sx	320.27	5.24	317.76	310.44	0.355	317.91	7.47

Dove:

Qp = quota progetto misurata sull'asse pila

i_t % = pendenza trasversale impalcato

Q i = quota di intradosso impalcato sull'asse pila

i_l % = pendenza longitudinale livelletta

Qmin = quota minima di intradosso impalcato sulla verticale del P.F. all'interno della campata

Franco = Qmin – P.F. max

Le verifiche relative ai franchi sono dunque soddisfatte.