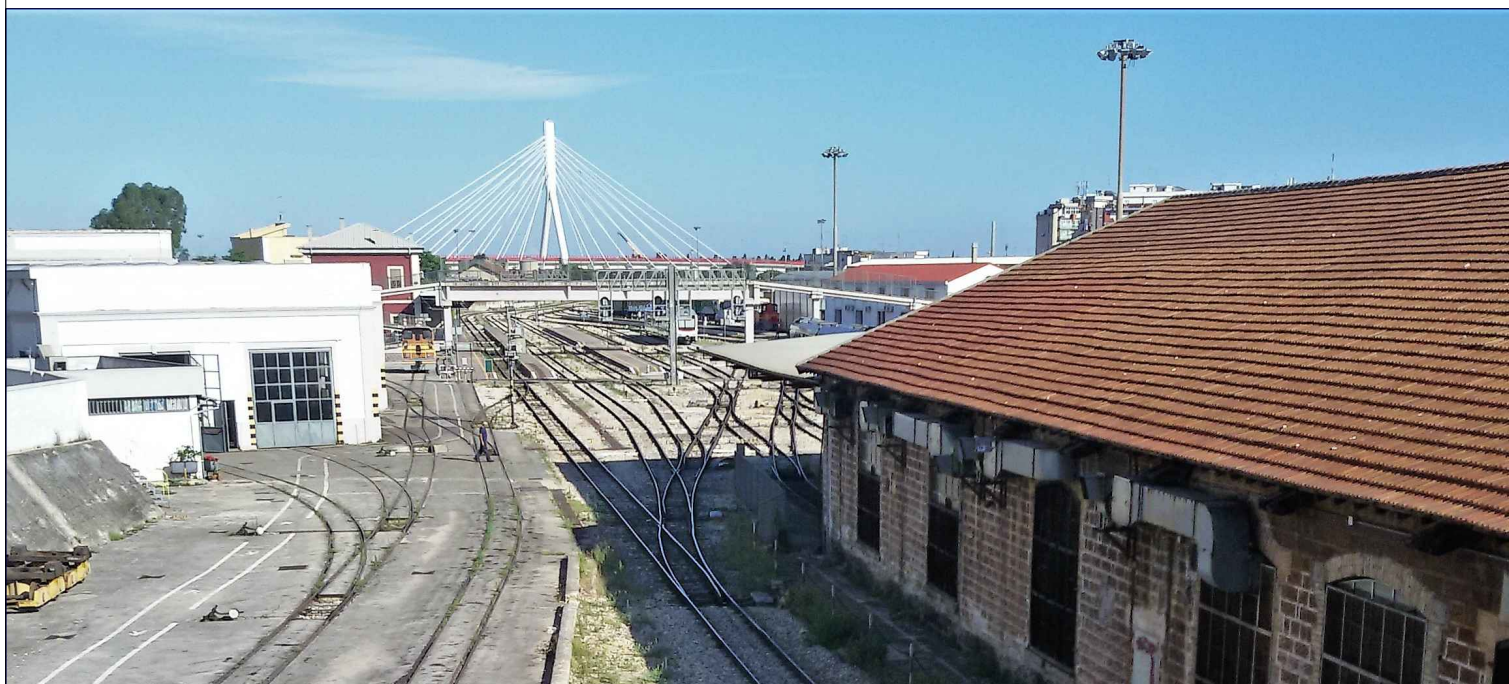




Ferrovie Appulo Lucane



## Lavori di modifica al piano del ferro di Bari Scalo, necessari a rendere funzionale la fermata di Bari Policlinico e il raddoppio Bari Policlinico-Bari S. Andrea

### D - PROGETTO DELL'INFRASTRUTTURA

#### Relazione Tecnica Armamento

		REV.	DATA	MOTIVO DELL'EMISSIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO
ELAB.	<b>D-ARM-01-A</b>	A	26/01/2018	Prima emissione	Ing. F. CARATOZZOLO	Ing. M. LELLI	Ing. S. CIURNELLI
SCALA:	-						
DATA:	26/01/2018						

Ing. Stefano CIURNELLI  
Via D. Maestrini 9/2 - 06074 - Corciano (PG)

RESPONSABILE DEL PROGETTO  
Ing. Stefano CIURNELLI

COORDINAMENTO  
Ing. Matteo LELLI

ELABORAZIONI  
Ing. Francesco CARATOZZOLO

# Indice

1. Premessa.....	3
2. Interventi previsti all'armamento.....	4
2.1 Infrastruttura attuale .....	4
2.2 Quadro sintetico degli interventi .....	8
3. Norme di riferimento .....	11
4. Tracciamento .....	13
4.1 Parametri di riferimento generali .....	13
4.1.1 Scartamento del binario.....	13
4.1.2 Sopraelevazione .....	13
4.1.3 Raccordo verticale (cilindrico) .....	13
4.1.4 Picchettazione.....	13
4.1.5 Pendenza di rampa (valori limite) .....	13
4.1.6 Sghembo .....	14
4.1.7 Accelerazione non compensata .....	14
4.1.8 Contraccollo .....	14
4.1.9 Velocità di sollevamento.....	14
4.2 Geometria del tracciato .....	15
4.2.1 Andamento planimetrico.....	15
4.2.2 Andamento altimetrico .....	24
5. Caratteristiche tecniche armamento .....	26
5.1 Binario ferroviario a scartamento 950 mm su ballast.....	26
5.2 Ballast .....	27
5.3 Appoggi .....	27
5.3.1 Traverse.....	27
5.3.2 Organi di attacco.....	27
5.4 Rotaie.....	27
5.5 Deviatori .....	28
5.6 Saldature .....	29
5.6.1 Saldatura alluminotermica.....	29
5.6.2 Saldatura elettrica a scintillio .....	29
5.7 Picchettazioni .....	29
5.7.1 Rilievo e picchettazione su base assoluta .....	29
5.7.2 Curve Planimetriche.....	30
5.7.3 Raccordi altimetrici .....	30

---

5.8	Costruzione del binario .....	31
5.9	Montaggio scambi .....	31

---

# 1. Premessa

---

Nell'ambito degli interventi di potenziamento infrastrutturale della propria rete, le Ferrovie Appulo Lucane (FAL) intendono realizzare una serie di interventi finalizzati a rendere possibile la circolazione a doppio binario nella tratta compresa tra Bari Scalo e Bari Policlinico e funzionale la fermata di Bari Policlinico.

A tale scopo FAL ha previsto la realizzazione di:

- modifiche all'impianto ACEI di Bari Scalo, preservandone tuttavia l'attuale schema di principio I-0/19;
- modifiche al piano del ferro di Bari Scalo e il completamento dell'intervento di raddoppio di binario tra Bari Scalo e Policlinico (opere d'armamento);
- adeguare l'impianto di smaltimento delle acque di piazzale.

La presente relazione descrive gli interventi previsti sull'armamento e le caratteristiche tecniche delle forniture e delle soluzioni previste per la realizzazione di detti interventi.





armamento da 36 kg/m e traverse in legno, posati su massicciata ferroviaria; sia l'armamento che la massicciata sono giunti alla fine del loro ciclo di vita utile e necessitano di urgenti interventi di manutenzione straordinaria.



**Figura 2. Piazzale di Bari Scalo, a destra il marciapiede del primo binario prima del suo innalzamento a +490 mm dal piano del ferro**

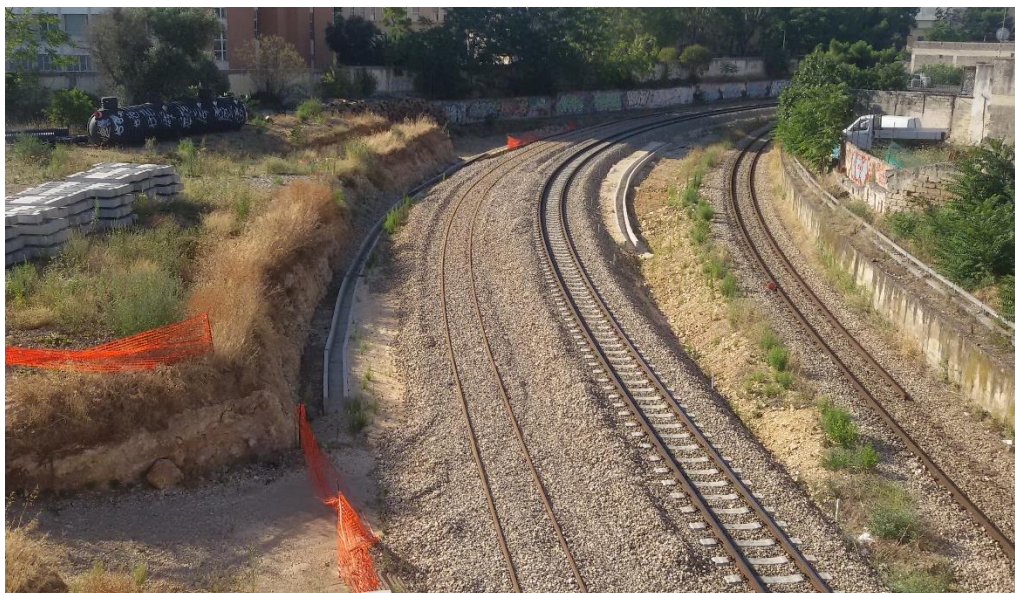
- I binari della porzione non centralizzata del piazzale posta a sud dell'attuale binario di più corretto tracciato (tratteggiato nella parte inferiore di Figura 1) sono realizzati con armamento da 36 kg/m o più leggero e traverse in legno, posati su massicciata ferroviaria; le rotaie dotate di controrotaie e l'intera porzione di piazzale è carrabile grazie alla presenza di una pavimentazione a raso in conglomerato bituminoso; sia l'armamento che la massicciata sono giunti alla fine del loro ciclo di vita utile e necessitano di urgenti interventi di manutenzione straordinaria.





**Figura 3. Porzione non centralizzata del piazzale a sud dell'attuale binario di più corretto tracciato**

- Binari di linea tra Bari Scalo e Bari Policlinico:
- Il binario di corsa attuale presenta rotaie da 36 kg/m e traverse monoblocco in c.a.p. (in un breve tratto, prima del sottopasso, biblocco) posate su massicciata ferroviaria; nel tratto realizzato in variante durante la prima fase dei lavori di raddoppio, la massicciata è stata realizzata ex-novo in quell'occasione, nelle restanti tratte necessità di risanamento; le rotaie da 36 kg/m presenti in tutta la tratta sono a fine ciclo di vita utile e necessitano di rinnovo che dovrà essere fatto con profilati da 50 kg/m imponendo anche il rinnovo delle traverse.



**Figura 4. Tratta Bari Scalo – Bari Policlinico, a destra il binario di corsa dismesso dopo la variante di tracciato realizzata nella prima fase dell'intervento di raddoppio, al centro il binario di corsa attuale e futuro binario Pari, a sinistra il futuro binario Dispari in posa provvisoria**





**Figura 5. Fermata Policlinico, a sinistra il binario di corsa attuale e futuro binario Pari, a destra il futuro binario Dispari in posa provvisoria**

- Il binario di raddoppio, realizzato in posa provvisoria nella prima fase dei lavori, presenta rotaie da 50 kg/m e traverse monoblocco in c.a.p. posate su massicciata ferroviaria realizzata ex-novo in fase di realizzazione.

I marciapiedi di Policlinico e quello a servizio del primo binario (lato FV) di Bari Scalo, sono stati oggetto di interventi per portarne il piano di calpestio a +490 mm dalla quota di progetto del piano del ferro (così da essere a raso con la quota di incarrozzamento del materiale rotabile Stadler).



**Figura 6. Marciapiede del I binario di Bari Scalo nella attuale configurazione (H 490)**

Lavori di modifica al piano del ferro di Bari Scalo, necessari a rendere funzionale la fermata di Bari Policlinico e il raddoppio Bari Policlinico-Bari S. Andrea.

RELAZIONE TECNICA ARMAMENTO

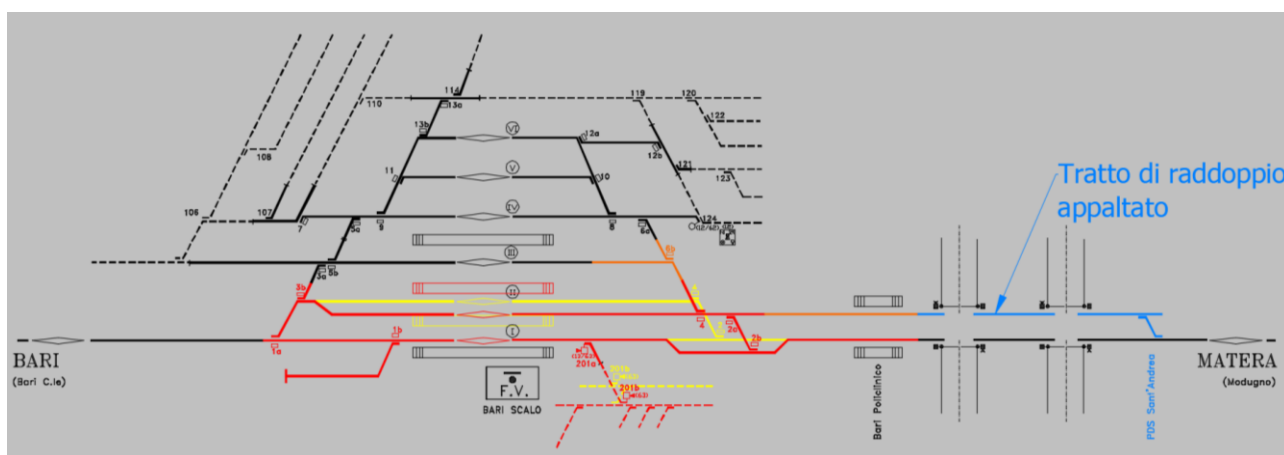


## 2.2 Quadro sintetico degli interventi

Il progetto è finalizzato a completare il raddoppio della tratta Bari Scalo-Bari Policlinico così da rendere possibile la circolazione a doppio binario nella tratta e funzionale la fermata di Bari Policlinico. In particolare gli obiettivi degli interventi sull'armamento sono:

- la riconfigurazione della radice sud (lato Policlinico) del piano del ferro di Bari Scalo per consentire l'allacciamento di entrambi i binari del tratto di raddoppio;
- migliorare la potenzialità della linea e consentire adeguate condizioni di sicurezza nella circolazione ferroviaria tra Bari Centrale e Bari Policlinico, rendendo indipendenti i movimenti di ingresso a Bari Scalo da Bari Centrale e da Policlinico;
- garantire la compatibilità del piano del ferro di progetto con la configurazione dell'impianto di Bari Scalo prevista per il medio/lungo (oggetto di Studio di Fattibilità redatto da FAL);
- garantire il più corretto interfacciamento possibile tra banchine di stazione e binario a Policlinico
- ripristinare adeguate condizioni di sicurezza nella circolazione prevedendo gli interventi di manutenzione straordinaria dell'armamento imposte dalle attuali condizioni di usura su tutte le tratte di binario interessate dai lavori.

In Figura 7 è riportato lo schema funzionale degli interventi previsti sull'armamento.



**Figura 7. Schema funzionale degli interventi previsti sull'armamento: in rosso i tratti di binario di nuova realizzazione o oggetti di rinnovo, in arancio quelli soggetti a spostamenti trasversali e/o alzamenti a sé stanti e in giallo quelli demoliti e non rinnovati per effetto di varianti rispetto al piano del ferro attuale. In blu l'ulteriore tratto di raddoppio già appaltato e non oggetto della presente progettazione.**

Nel dettaglio gli interventi previsti comprendono:

- Interventi sulla prima linea di Bari Scalo (di corretto tracciato per il futuro binario di corsa Pari)
  - Demolizione dei manufatti interferenti con il tracciato di progetto (canalina del dimesso impianto a fili, cordolo di delimitazione della parte pavimentata del piazzale in prossimità del ponte di Via Pietrocola);
  - rimozione armamento esistente, sostituzione totale massiciata e posa armamento nuovo, secondo la geometria di progetto, dal km 1+604 (punta scambi deviatoio 1b) al km 2+063, in variante di tracciato dal km 1+898 al km 2+063;

- ripristino della passatoia di stazione;
- realizzazione di un tronchino di salvamento lato Bari Centrale, con punta scambi del relativo scambio al km 1+701.
- Interventi sulla seconda linea di Bari Scalo (di più corretto tracciato per il futuro binario di corsa Dispari)
  - demolizione del marciapiede di stazione attualmente presente tra I e II binario;
  - rimozione armamento esistente, sostituzione totale massicciata e posa armamento nuovo, secondo la geometria di progetto, dal km 1+613 (vertice geometrico deviatoio 1b) al km 2+063, in variante di tracciato dal km 1+645 al km 2+063;
  - costruzione di un nuovo marciapiede di stazione tra il II e il III binario.
- Interventi sulla terza linea di Bari Scalo:
  - spostamento trasversale a sé stante, contenuto entro il valore massimo di 20 cm, della tratta terminale lato Policlinico, compreso il deviatoio terminale, per adeguamento dell'allineamento del deviatoio 6b esistente alla nuova geometria di progetto del deviatoio 4.
- Interventi ai binari di Bari Scalo posti a sud dell'attuale binario di corsa resi necessari per effetto della variante di tracciato prevista per la prima linea tra il km 1+898 e il km 2+063
  - demolizione pavimentazione a raso, rimozione armamento esistente, sostituzione totale massicciata, posa armamento nuovo con profili controrotaia, secondo la geometria di progetto, e ripristino pavimentazione a raso fino al raccordo con i binari esistenti dell'officina carrelli.
- Realizzazione di una comunicazione Pari/Dispari alla radice sud di Bari Scalo
- Interventi sul futuro binario Pari tra Bari Scalo e Bari Policlinico:
  - rinnovo a sé stante del binario, con sostituzione dell'attuale con armamento nuovo da 50 kg/m, e riposizionamento del binario secondo la geometria di progetto, dal km 2+063 al km 2+196;
  - rinnovo del binario con armamento da 50 kg/m, risanamento della massicciata mediante asportazione totale e riposizionamento del binario secondo la geometria di progetto, dal km 2+196 al km 2+526 (fine intervento per il binario Pari).
- Interventi sul futuro binario Dispari tra Bari Scalo e Bari Policlinico:
  - spostamento trasversale a sé stante, fino ad un massimo di 45 cm, del binario realizzato in posa provvisoria nella fase già realizzata dei lavori di raddoppio, dal km 2+063 al km 2+200;
  - alzamento a sé stante fino ad un massimo di 15 cm del binario realizzato in posa provvisoria nella fase già realizzata dei lavori di raddoppio, dal km 2+063 al km 2+506 (fine intervento per il binario Dispari).

Tenuto conto che la linea FAL Bari-Matera è utilizzata giornalmente per l'effettuazione di circa 10.000 spostamenti, il 65% dei quali hanno origine o destinazione la stazione di Bari Centrale, è evidente l'importanza di garantire anche durante la realizzazione degli interventi di progetto la continuità del servizio.

I lavori saranno quindi eseguiti, per quanto possibile, senza interruzione del servizio ferroviario ma concentrando le lavorazioni su singoli binari che sia possibile, alternativamente, porre in “fuori esercizio” e prevedendo le attività sui binari di circolazione nelle fasce di interruzione della circolazione notturna e del fine settimana (la domenica il servizio ferroviario è soppresso)



### 3. Norme di riferimento

---

- norma Vel. n.1 del 1.12.98;
- circolare n. 170/1952 - Armamenti FS.P. 463 ed RA 36 S – Sdoppiamento manovra a mano negli scambi intersezione;
- circolare n. 395/1952, Giunzioni promiscue sostituite con rotaie promiscue;
- circolare n. 86/1955, Armamento tipo 49 - Apparecchi del binario;
- circolare n. LC.5.1/137243 del 21.12.1961, Scambi con manovra elettrica: Posa e manutenzione;
- circolare n. 132/6/1/1967, Scambi degli armamenti tipo 49, 60 e 60 UNI: saldatura al tallone degli aghi elastici;
- circolare n. L.3/65493/8 C.I. 38 (3) del 2.5.35 "Nuove sopraelevazioni nelle curve";
- circolare n. L.3/57841/8-3 del 1.8.42 "Sopraelevazione delle curve";
- circolare n. 463/1953, Scarico rotaie nell'intervallia;
- circolare n. 464/1953, Impiego in linea di rotaie con le testate numerate;
- circolare n. 196/1954, Nuovi armamenti tipo 50 e tipo 60 e loro impiego;
- circolare n. 51/1956, Nuova distribuzione degli appoggi nei binari ed unificazione dei tipi di posa;
- circolare n. 15/1956, Traverse cementizie e loro impiego;
- istruzione n. 60-a/1963, Armamento dei binari: Dispositivi per giunzioni provvisorie;
- istruzione n. 60-d/1968, Armamento dei binari, Giunzioni isolanti incollate prefabbricate (Aggiornata con Appendice n. 1 del 16.10.72);
- istruzione n. 60-17/1969, Armamento dei binari: Rosette elastiche;
- circolare n. L.SA.21/139507 del 5.12.1971 - Impiego di traverse in calcestruzzo precompresso;
- norme tecniche per il carico dei carri e per la circolazione dei carri speciali (edizione 1960)
- circolare n. 128/1945, Armamento: Chiavarde di giunzione;
- circolare n. 182/1952, Nuova foratura rotaie;
- circolare n. 308/1952, Armamento: Chiavarde di giunzione;
- istruzione 16/12/2008 rev.B, Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio;
- allegato 1 alla lettera TC. C/S del 16/04/91, Standard dei materiali d'armamento per lavori di rinnovamento e/o costruzione di nuovi binari;
- istruzione n.2 del 19/11/90 sulla costituzione e il controllo della lunga rotaia saldata;
- appendice del 3/05/95 all'Istruzione n. 2 del 19/11/90;
- istruzione tecnica del 4/02/92 per le giunzioni incollate di rotaie e per gli incollaggi di cuori monoblocco in acciaio fuso al Mn di deviatori – Fabbricazione - Posa in opera e connessi provvedimenti per il binario;
- lettera del 26/07/94, 2° appendice all'Istruzione sugli scambi su traversoni in c.a.p.;
- tariffa dei prezzi "AM" Ed. 2014 di RFI;

- circolare FS n. LC.5.1/137243 del 21.12.1961, Scambi con manovra elettrica: Posa e manutenzione;
- circolare n. L.4.1/344/7.9/120859 del 28/09/1987 "Sicurezza nei confronti dello svio. Valori limite dello sgombero del binario";
- istruzioni per i servizi di vigilanza, ed. 1991 e successive modificazioni e integrazioni, e istruzioni per la protezione dei cantieri, ed.1986 e successive modifiche e aggiornamenti;
- UNI 3141, aprile 1991, Rotaie per linee ferroviarie: Tipi, dimensioni e tolleranze;
- UNI 7836, settembre 1978, Geometria del tracciato delle linee su rotaia: Andamento planimetrico e tolleranze in costruzione;
- UNI 3141, Rotaie per linee ferroviarie. Tipi, dimensioni e tolleranze;
- UNI 7360, Rotaie d'acciaio per linee ferroviarie: Qualità, prescrizioni e prove;
- UNI 7360 F1, Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile ed interbinario;
- UNI 8750, Materiale d'armamento ferroviario.

## 4. Tracciamento

### 4.1 Parametri di riferimento generali

#### 4.1.1 Scartamento del binario

Lo scartamento del binario in rettilineo è pari a 950 mm. Tale valore varia in corrispondenza delle curve in funzione del raggio secondo quanto descritto dalla seguente tabella:

Raggio della curva [m]	Scartamento [mm]
> 650	950
650 ÷ 551	955
550 ÷ 451	960
450 ÷ 351	965
350 ÷ 251	970
250 ÷ 151	975
< 150	980

#### 4.1.2 Sopraelevazione

La massima sopraelevazione ammissibile in curva è pari a 110 mm.

#### 4.1.3 Raccordo verticale (cilindrico)

Il raggio dei raccordi verticali (cilindrici) deve essere non inferiore a 2000 m. Non è ammessa la sovrapposizione tra raccordi di sopraelevazione e raccordi verticali.

#### 4.1.4 Picchettazione

In corrispondenza delle curve i picchetti di riferimento devono essere posti ad una distanza non inferiore a 1 m dal bordo interno della più vicina rotaia e devono essere distanziati tra loro di almeno 10 m.

#### 4.1.5 Pendenza di rampa (valori limite)

Nei raccordi di sopraelevazione, in situazioni ordinarie la massima pendenza di rampa ammessa è 1,5‰. In situazioni particolari, in presenza di vincoli geometrici, sono tuttavia ammesse pendenze di rampa fino al 3‰; in presenza di pendenze di rampa superiore al 1,5‰ dovranno essere osservate limitazioni alla velocità.



#### 4.1.6 Sghembo

Su base 3 metri il massimo sghembo ammesso è fissato inderogabilmente pari al 3‰.

#### 4.1.7 Accelerazione non compensata

Si definisce accelerazione non compensata la differenza fra l'accelerazione centrifuga e la componente centripeta, dovuta alla sopraelevazione, dell'accelerazione di gravità.

$$A_{nc} = [(V^2/(3,6^2 \cdot R))] - (g \cdot h/s)$$

con:

- V = velocità [km/h]
- R = raggio di curvatura [m]
- g = accelerazione di gravità [9,81 m/s<sup>2</sup>]
- h = sopraelevazione [mm]
- s = distanza d'appoggio fra le ruote [1020 mm]

da cui:

$$A_{nc} = [(V^2/(12,96 \cdot R))] - 0,00962 \cdot h$$

#### 4.1.8 Contraccolpo

Si definisce contraccolpo il rapporto tra la variazione dell'accelerazione non compensata ed il tempo in cui avviene tale variazione.

In un raccordo parabolico di lunghezza l percorso alla velocità costante V, l'accelerazione non compensata cresce linearmente dal valore zero al valore massimo  $A_{nc}$  nel tempo  $(3,6 \cdot l/V)$  che il veicolo impiega a percorrere il raccordo stesso.

$$\Psi = V \cdot A_{nc} / (3,6 \cdot l)$$

Nel caso di raccordo parabolico tra due curve di raggio diverso, indicata con  $\Delta A_{nc}$  la differenza tra le accelerazioni non compensate che caratterizzano le due curve, si avrà:

$$\Psi = V \cdot \Delta A_{nc} / (3,6 \cdot l)$$

#### 4.1.9 Velocità di sollevamento

La velocità di sollevamento rappresenta la componente verticale della velocità con la quale la ruota esterna percorre il raccordo di sopraelevazione.

$$V_s = p \cdot V / 3,6$$

## 4.2 Geometria del tracciato

La progettazione del tracciato è stata effettuata facendo riferimento, per quanto riguarda i valori limite dei parametri caratteristici del binario, alla normativa per le ferrovie italiane a scartamento di 950 mm contenuta nella norma VEL. N. 1 del 01.12.1998 che qui si intende richiamata in toto quale parte integrante della documentazione di progetto.

La geometria dei tracciati (futuro Pari, futuro Dispari e binari secondari interessati dagli interventi di progetto) è compiutamente descritta negli elaborati di progetto D-PLF-01-A, D-PLF-02-A e D-PLF-03-A contenenti i profili longitudinali di progetto, e D-PLT-01-A, D-PLT-02-A e D-PLT-03-A, riportanti le planimetrie di tracciamento.

### 4.2.1 Andamento planimetrico

L'andamento planimetrico di progetto delle sezioni di binario interessate dagli interventi di progetto è compiutamente descritta negli elaborati di progetto D-PLT-01-A (planimetria di tracciamento del futuro bin. Pari), D-PLT-02-A (planimetria di tracciamento del futuro bin. Dispari) e D-PLT-03-A (planimetria di tracciamento dei binari secondari interessati dall'intervento).

Di seguito si riportano i parametri caratteristici delle curve planimetriche previste per i tracciati di progetto dei due binari di corsa e le verifiche sui valori di Contraccollo e Velocità di sollevamento<sup>1</sup> che ne derivano.

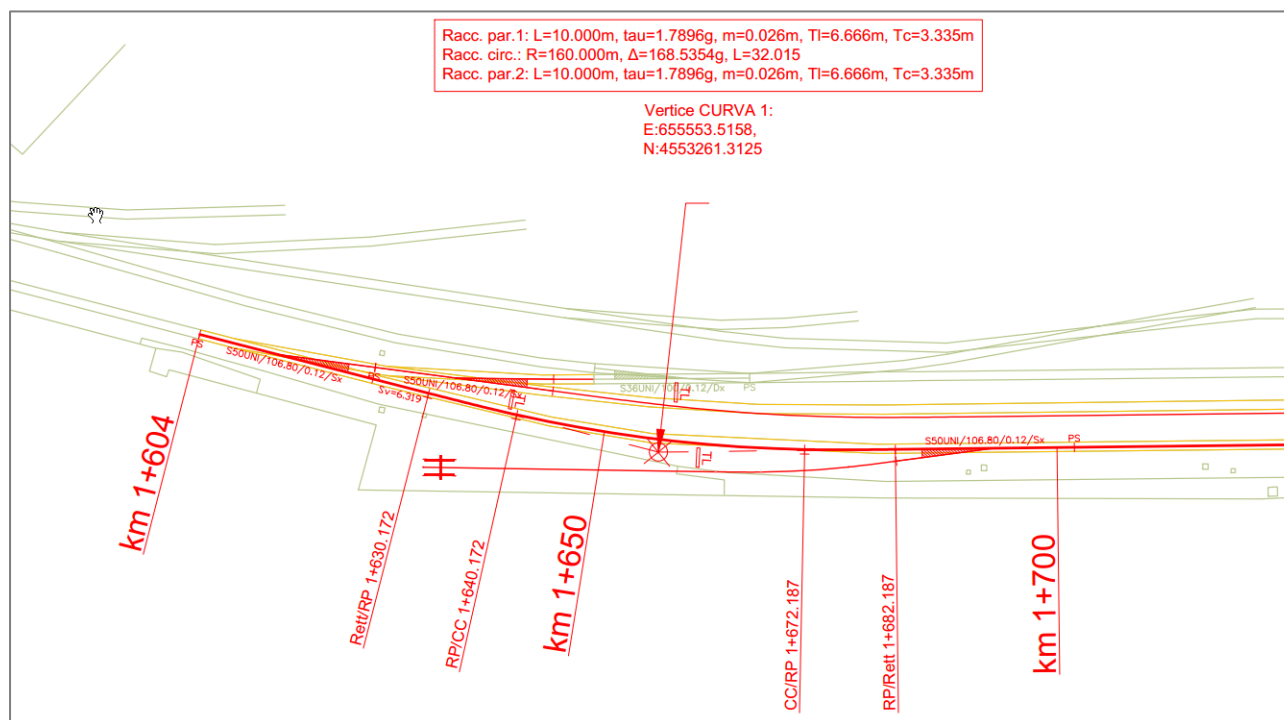
<sup>1</sup> La già citata Norma VEL N.1 stabilisce per il Contraccollo i seguenti valori dell'indice di confort:

indice di confort	contraccollo
molto buono	0.30
buono	0.45
accettabile	0.70

Mentre per la Velocità di sollevamento stabilisce:

indice di confort	velocità di sollevamento
buono	< 40
accettabile	80

## Futuro binario Pari



**Figura 8. Futuro bin. Pari: CURVA 1**

### CURVA 1 (FUTURO BINARIO PARI)

L (lunghezza racc. parabolico)	10	m
p (pendenza racc. parabolico)	2	‰
h (sopraelevazione)	20	mm
Anc (acc. non compensata)	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R (raggio del raccordo circolare)	160	m
V (velocità di progetto)	40	km/h

### verifiche:

contraccollo	0.643561	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	22.22222	mm/sec



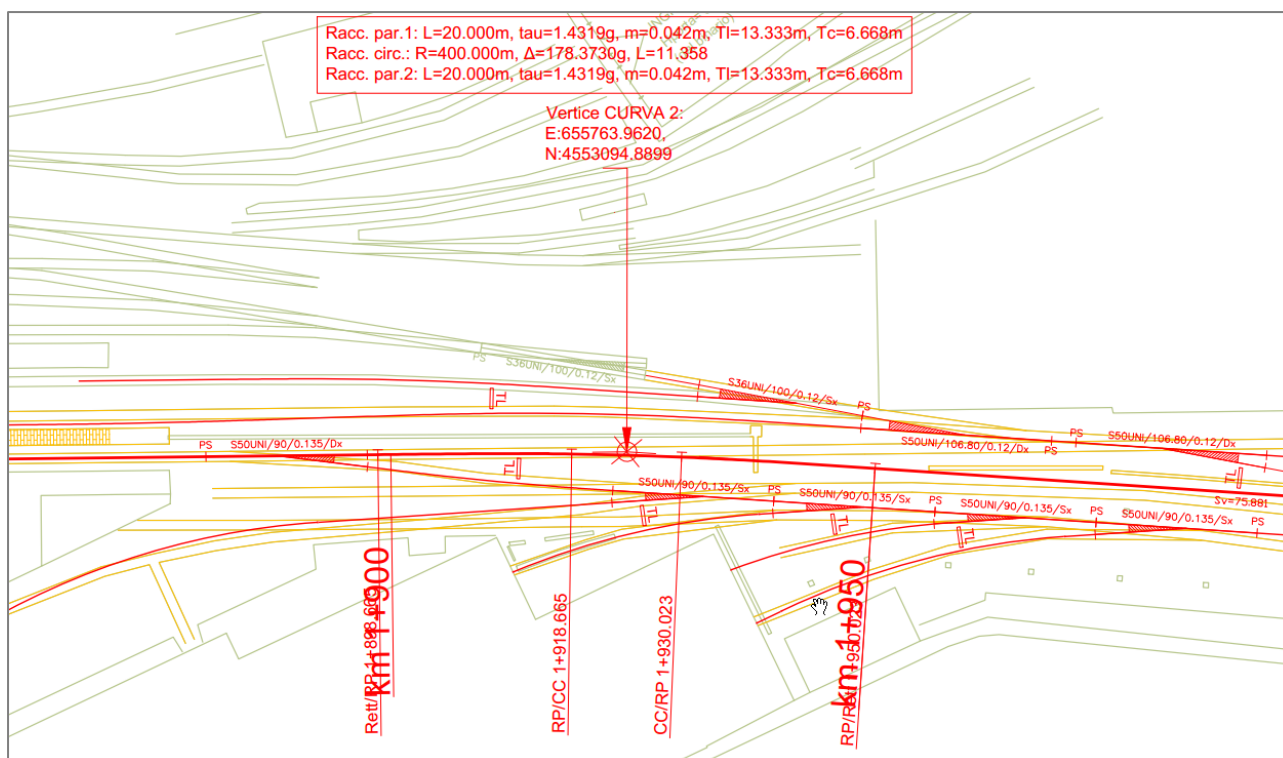


Figura 9. Futuro bin. Pari: CURVA 2

CURVA 2 (FUTURO BINARIO PARI)

L	20.0	m
p (i‰)	1.5	‰
h	30	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	400	m
V	60	km/h

verifiche:

contraccollo	0.338204	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	25	mm/sec

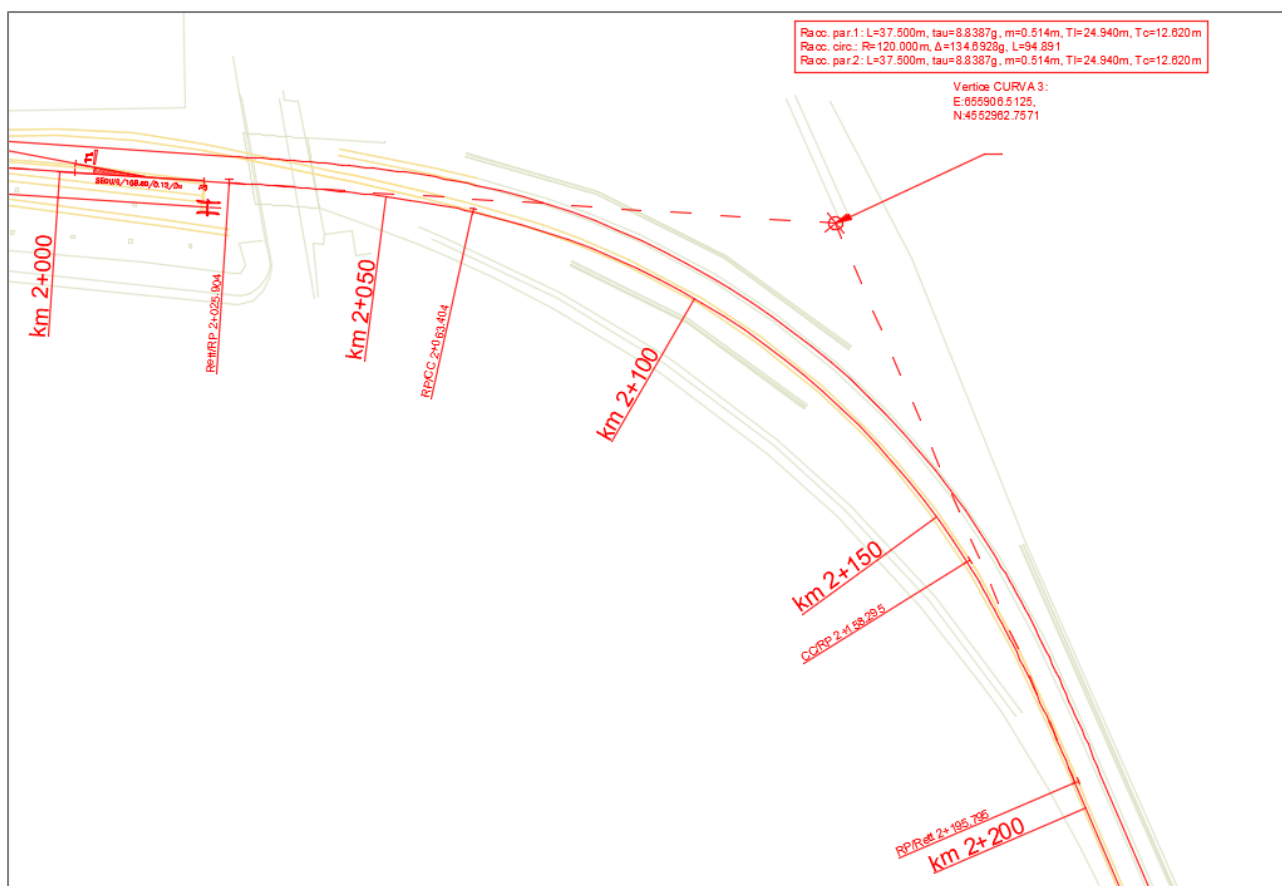


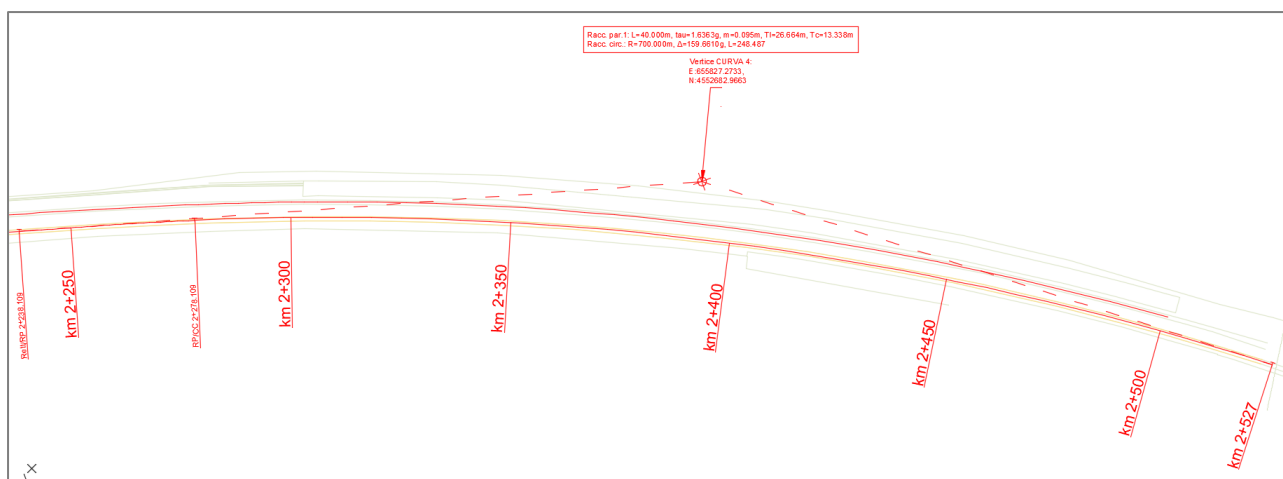
Figura 10. Futuro bin. Pari: CURVA 3

CURVA 3 (FUTURO BINARIO PARI)

L	37.5	m
p (i‰)	2.4	‰
h	90	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	120	m
V	50	km/h

verifiche:

contraccollo	0.274708	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	33.33333	mm/sec



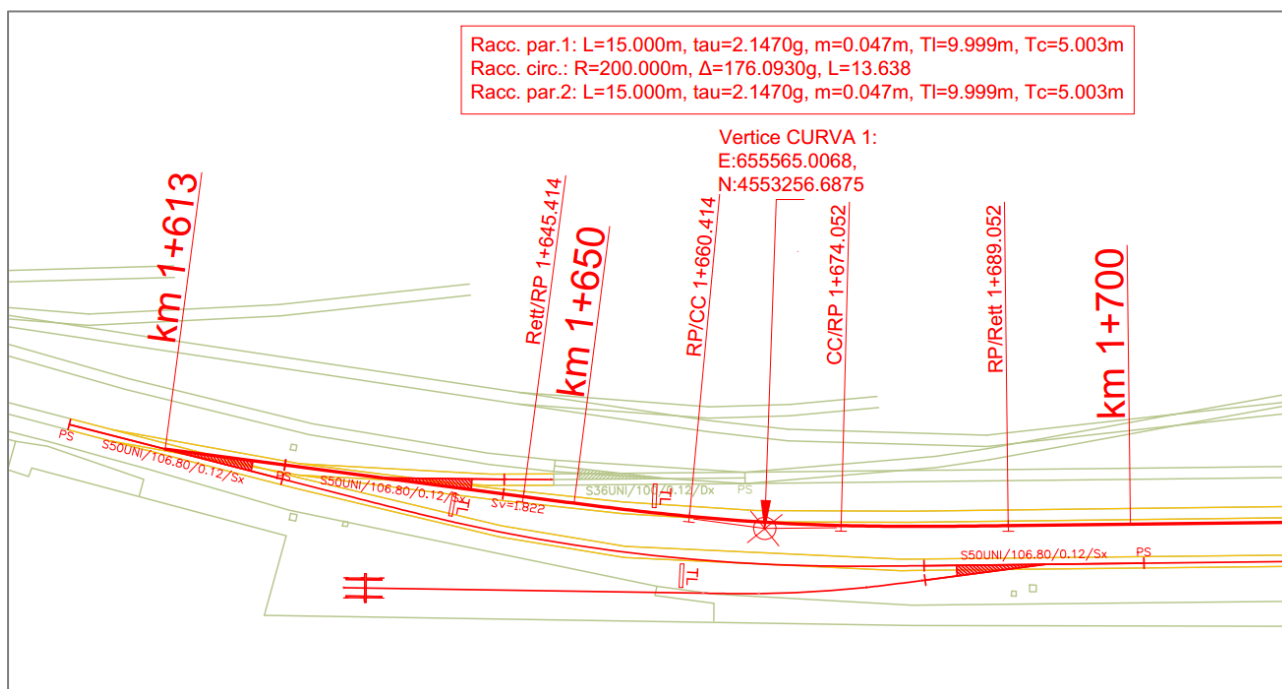
**Figura 11. Futuro bin. Pari: CURVA 4**

**CURVA 4 (FUTURO BINARIO PARI)**

L	40.0	m
p (i‰)	1	‰
h	40	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	700	m
V	100	km/h

**verifiche:**

contraccollo	0.498259	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	27.77778	mm/sec

**Futuro binario Dispari****Figura 12. Futuro bin. Dispari: CURVA 1****CURVA 1 (FUTURO BINARIO DISPARI)**

L	15	m
p (i‰)	2.67	‰
h	40	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	200	m
V	45	km/h

**verifiche:**

contraccollo	0.66075	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	16.66667	mm/sec



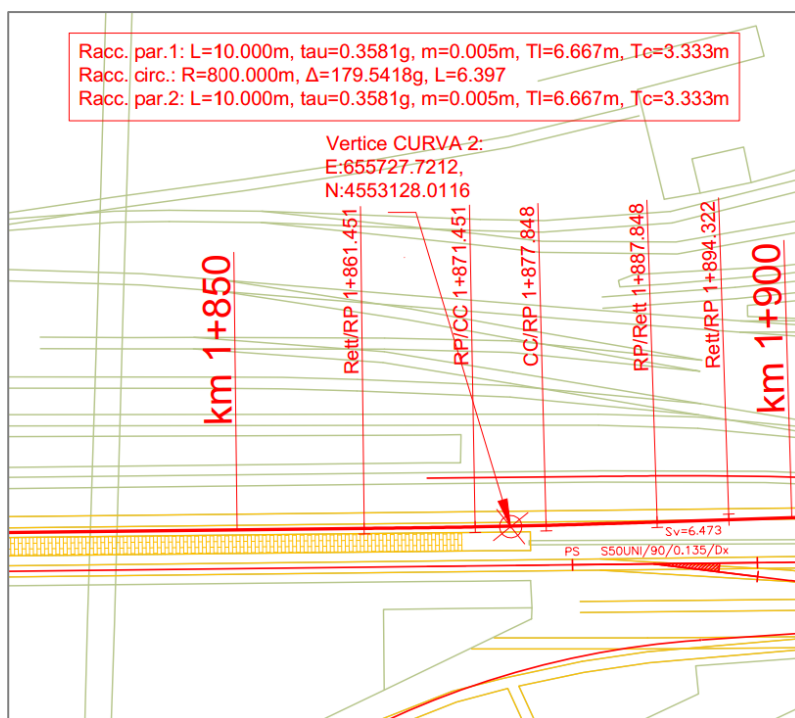


Figura 13. Futuro bin. Dispari: CURVA 2

CURVA 2 (FUTURO BINARIO DISPARI)

L	10	m
p (i‰)	1	‰
h	10	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	800	m
V	60	km/h

verifiche:

contraccollo	0.41837	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	16.66667	mm/sec

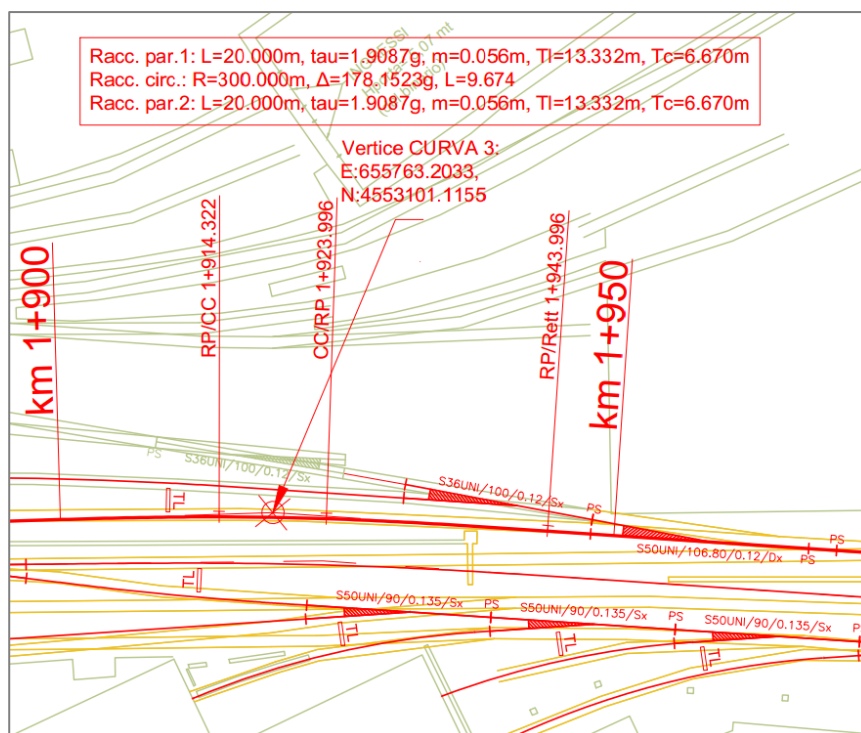


Figura 14. Futuro bin. Dispari: CURVA 3

CURVA 3 (FUTURO BINARIO DISPARI)

L	20	m
p (i‰)	2.5	‰
h	50	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	300	m
V	60	km/h

verifiche:

contraccolpo	0.370772	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	41.66667	mm/sec

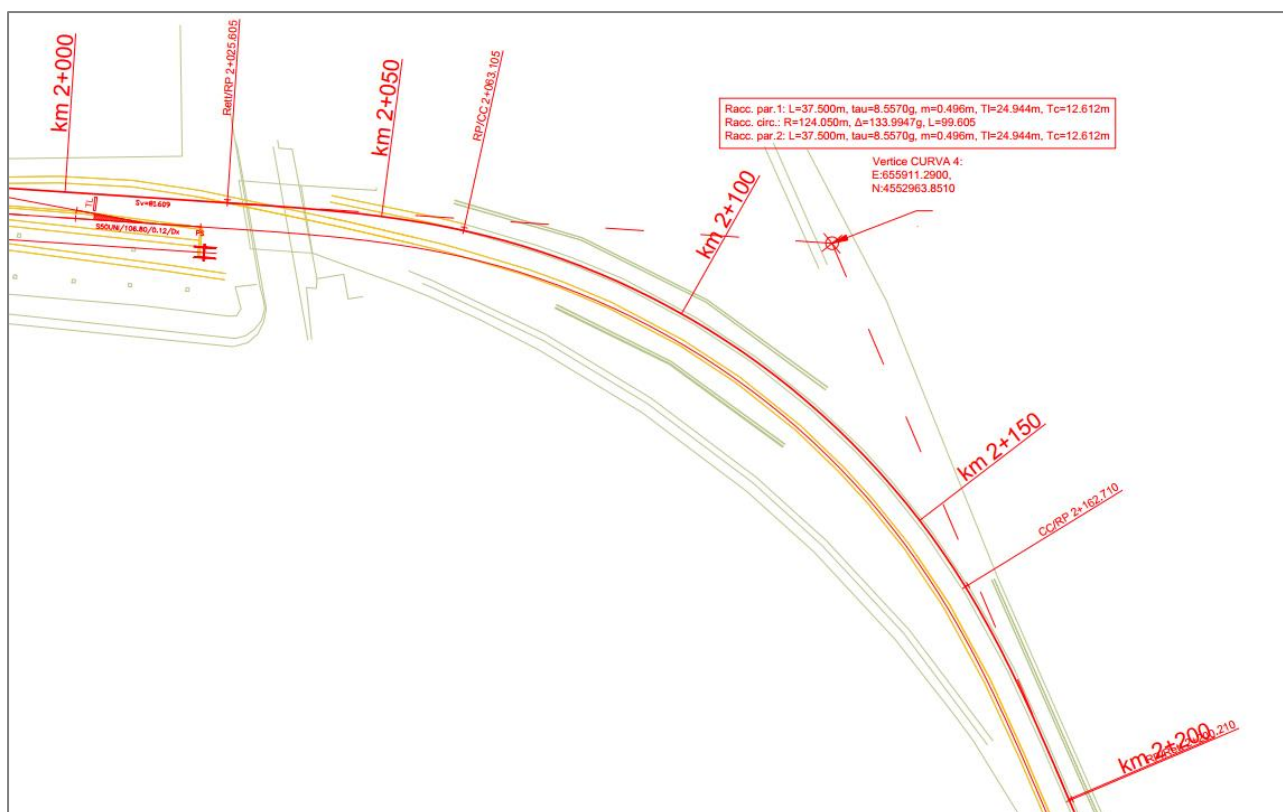


Figura 15. Futuro bin. Dispari: CURVA 4

CURVA 4 (FUTURO BINARIO DISPARI)

L	37.5	m
p (i‰)	2.4	‰
h	90	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	124.05	m
V	50	km/h

verifiche:

contraccolpo	0.25527	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	33.33333	mm/sec

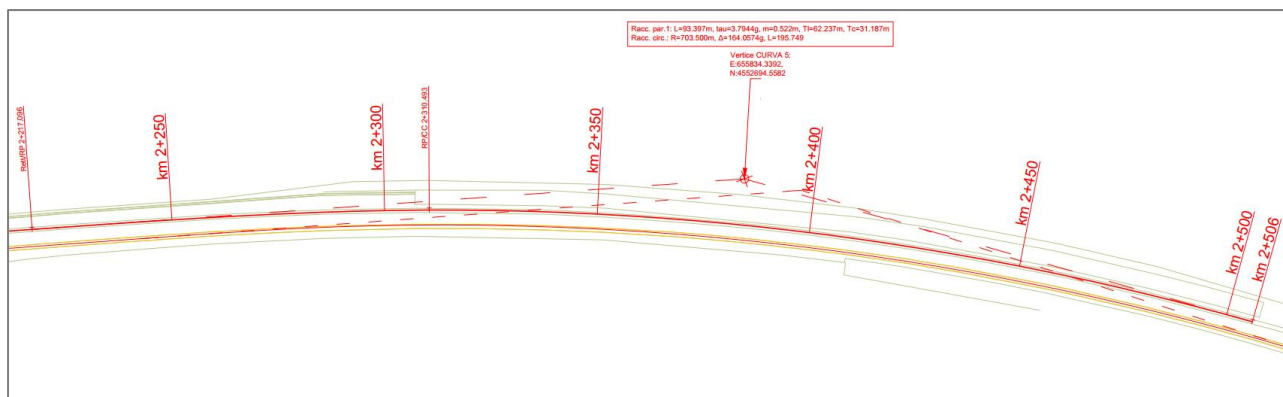


Figura 16. Futuro bin. Dispari: CURVA 5

**CURVA 5 (FUTURO BINARIO DISPARI)**

L	93	m
p (i‰)	<b>0.43</b>	‰
h	<b>40</b>	mm
Anc	0.8	m/sec <sup>2</sup>
R	<b>703.5</b>	m
V	<b>100</b>	km/h

verifiche:

contraccollo	0.212614	m/sec <sup>3</sup>
velocità di sollevamento	11.94444	mm/sec

**4.2.2 Andamento altimetrico**

L'andamento altimetrico di progetto delle sezioni di binario interessate dagli interventi di progetto è compiutamente descritta negli elaborati di progetto D-PLF-01-A (profilo longitudinale del futuro bin. Pari), D-PLF-02-A (profilo longitudinale del futuro bin. Dispari) e D-PLF-03-A (profilo longitudinale dei binari secondari interessati dall'intervento), a cui si rimanda.

In corrispondenza del piazzale di Bari Scalo, nonostante la sostituzione dell'attuale armamento da 36 kg/m con rotaie da 50 kg/m, la quota del piano del ferro non può subire modifiche significative per non compromettere il corretto interfacciamento tra binario e marciapiedi di stazione (marciapiede del primo binario adeguato a H 490). Per i binari di corsa viene quindi confermata la quota del ferro attuale di 13,00 m, che viene mantenuta costante (livelletta nulla) fino al km 1+993 dove inizia un breve raccordo cilindrico (6 m) che porta la livelletta al 2‰ in corrispondenza della comunicazione Pari/Dispari, del successivo passaggio sotto il ponte stradale di Via Pietrocola e di tutto il raccordo di sopraelevazione della successiva curva, fino al km 2+088. Tra il km 1+942 e il km 2+026, l'abbassamento del piano del ferro rispetto alla situazione attuale è tale da richiedere l'abbassamento del piano di posa della massicciata di progetto al disotto della presumibile quota della piattaforma, ragion per cui in questa tratta è previsto l'approfondimento dello scavo per la sostituzione della massicciata e la realizzazione di una idonea scudatura (mediante uno strato di misto cementato o la posa di un idoneo geotessuto da proteggere superiormente con uno strato di pietrisco).

Lavori di modifica al piano del ferro di Bari Scalo, necessari a rendere funzionale la fermata di bari policlinico e il raddoppio Bari Policlinico-Bari S. Andrea.

RELAZIONE TECNICA ARMAMENTO

A partire dal km 2+088, l'andamento del binario Pari e Dispari divergono per potersi correttamente interfacciare con le banchine di fermata di Bari Policlinico che si trovano a quote differenti.

Il binario Pari presenta a tale progressiva l'inizio del raccordo cilindrico con la livelletta (7,31‰) di ottimale interfacciamento con la banchina Pari, H 490, della fermata di Bari Policlinico. Tra il km 2+350 e il km 2+526 (fine intervento per il binario Pari), l'andamento altimetrico di progetto comporta un abbassamento del piano del ferro rispetto alla quota attuale tale da richiedere l'abbassamento del piano di posa della massicciata di progetto al disotto della presumibile quota della piattaforma, ragion per cui in questa tratta è previsto l'approfondimento dello scavo per la sostituzione della massicciata e la realizzazione di una idonea scudatura.

Il binario Dispari prosegue con livelletta costante pari al 2‰ fino al raccordarsi a partire dal km 2+132 (progressiva Dispari) con la livelletta di ottimale interfacciamento (8,95‰) con la banchina Dispari, H 490, della fermata di Bari Policlinico.

Per i binari di scalo posti a sud dell'attuale binario di corsa, il progetto prevede il mantenimento della livelletta dei binari attuali (per rispettare i vincoli imposti dalla necessità di ripristino della pavimentazione a raso e di raccordo con i binari all'interno dell'officina carrelli) e il collegamento con l'andamento altimetrico dei binari di corsa attraverso un raccordo cilindrico previsto in corrispondenza della curva posta a tra il deviatoio di uscita dal binario Pari e il successivo tratto in rettilineo dell'asta di manovra prevista dal progetto alla radice sud dell'impianto di Bari Scalo.



## 5. Caratteristiche tecniche armamento

### 5.1 Binario ferroviario a scartamento 950 mm su ballast

Per la sostituzione dell'armamento attuale da 36 kg/m con nuovo da 50 kg/m, si procederà alla sostituzione del ballast e al rinnovo della massicciata con impiego di pietrisco tenace di 2<sup>a</sup> categoria (secondo la classificazione in uso presso RFI) in parte recuperato, previa verifica dell'effettiva riutilizzabilità, dal materiale accumulato in fase di asportazione della massicciata esistente qualora oggetto di recente rinnovo, in parte proveniente da apposite cave di estrazione. Ove non sia previsto il risanamento della massicciata, questa sarà comunque soggetta alle lavorazioni necessarie alla realizzazione degli interventi previsti sull'armamento (spostamenti a sé stanti) e al ripristino della sezione prevista per la massicciata.

Sulla nuova massicciata verranno posate traverse in c.a.v.p., di lunghezza pari a 1,80 m, complete di organi di attacco per rotaie 50E5 con sistema Vossloh W 14. Il modulo di posa delle traverse è previsto pari a 0,67 m.

Gli attacchi saranno di tipo indiretto, elastici e tali da permettere la variazione dello scartamento in curva fino a valori di +30 mm (come previsto dalla normativa per le ferrovie italiane a scartamento 950 mm). L'elasticità degli attacchi con sistema Vossloh W 14 si deve alle molle, designate dalla sigla Skl 14, e da una piastra disposta sotto la rotaia atta a diffondere il carico della rotaia e attenuare la trasmissione di vibrazioni.

Il binario, con scartamento di 950 mm, sarà realizzato con rotaie tipo 50E5 in acciaio 900A (Norma UNI EN 13674-1) in barre da 36 m. In fase di posa, le barre costituenti le rotaie verranno saldate a formare la l.r.s. senza soluzione di continuità in corrispondenza di scambi o curve di piccolo raggio, ecc. così da beneficiare di:

- minori oneri di manutenzione (sia del binario che del materiale rotabile in servizio sulla linea);
- maggiore precisione e stabilità nel tempo della geometria del binario;
- migliore comfort di viaggio a bordo dei mezzi in servizio sulla linea.

La l.r.s. verrà realizzata mediante saldatura elettrica a scintillio che garantisce un adeguato livello di affidabilità.

La continuità della l.r.s. in corrispondenza dei deviatori è resa possibile dall'impiego di scambi su traverse in c.a. e cuore monoblocco in acciaio fuso al manganese interamente saldabile alle rotaie.

## **5.2 Ballast**

Il pietrisco da impiegare per il rinnovo delle massicciate in sostituzione di quello attualmente presente nel piazzale deve essere conforme alla Specifica Tecnica RFI DINIC SF AR 04 001 A del ottobre 2003, 2<sup>a</sup> categoria.

## **5.3 Appoggi**

### **5.3.1 Traverse**

Sono previste traverse in cemento armato precompresso, per armamento da 50 kg/m, lunghezza pari a 1,80 m, complete di organi di attacco per rotaie 50E5 con sistema Vossloh W14. Il modulo di posa delle traverse è previsto pari a 0,67 m.

Le traverse dovranno essere conformi alle Specifiche Tecniche RFI TCAR SF AR 03 002.

### **5.3.2 Organi di attacco**

Le traverse saranno fornite complete di attacchi elastici Tipo W 14 Per Binario Con Traverse Tipo RFI230V.

Questo tipo di attacco elastico trova impiego per il binario su ballast armato con rotaie da 50 kg/m e utilizza i seguenti componenti:

- piastre sottorotaia tipo Zwp 700/150;
- i ramponi tipo Skl 14;
- le caviglie Ss 25 e le rondelle Uls 7;
- i piastrini di scartamento.

I componenti degli attacchi elastici dovranno essere forniti con relativa dichiarazione di conformità e in regime di qualità.

## **5.4 Rotaie**

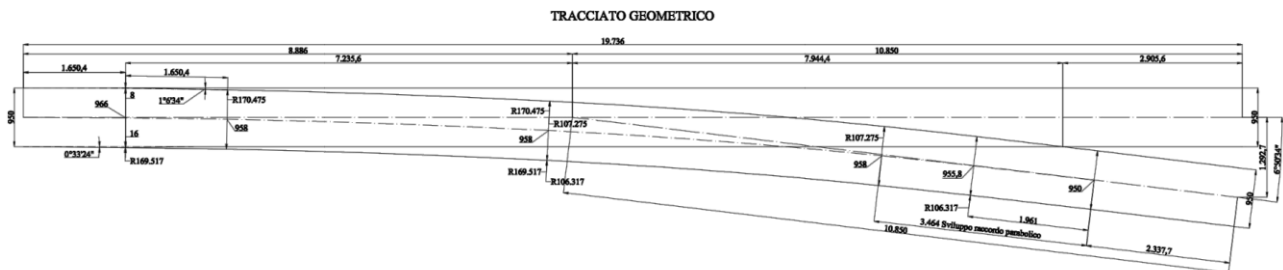
Per l'armamento è previsto l'impiego di rotaie da 50 kg/m, del tipo 50E5, in acciaio di qualità R260 (ex 900A) senza fori come da "Specifiche Tecniche di Prodotto" RFI TCAR SP AR 02 001 A Rev. Del 28/09/04 e RFI DMAIM STC IFS 006 A Rev. Del 31-01-05.

Le rotaie saranno prodotte in barre della lunghezza di 36 m, senza saldature intermedie, e successivamente saldate in campo, mediante saldatura elettrica a scintillio, così da costituire la lunga rotaia saldata.

## 5.5 Deviatori

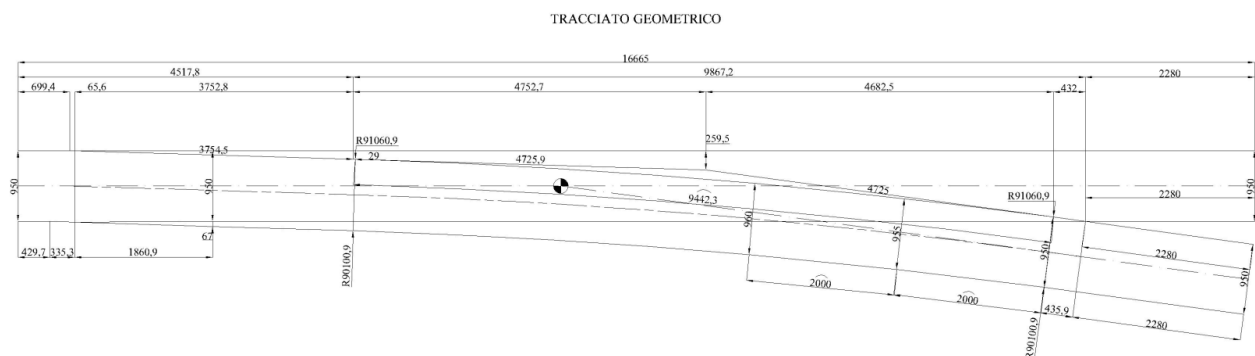
Nella progettazione dell'intervento è stato previsto l'impiego di due tipologie di deviatori:

- S50E5/106,8/0,12 su traverse in c.a.p.
  - scartamento nominale 950 mm;
  - armamento 50 E5;
  - rotaie di qualità R 260;
  - aghi a cerniera elastica (qualità R 260);
  - cuore fuso al manganese



**Figura 17. Tracciato geometrico del deviatore S50E5/106,8/0,12**

- S50E5/90/0,135 su traverse in c.a.p.
  - scartamento nominale 950 mm;
  - armamento 50 E5;
  - rotaie di qualità R 260;
  - aghi a cerniera elastica (qualità R 260);
  - cuore di rotai;



**Figura 18. Tracciato geometrico del deviatore S50E5/90/0,135**

Per entrambe le tipologie di deviatori previste, il piano di riferimento delle lavorazioni è il piano posto a 14 mm al di sotto del piano di rotolamento.

## **5.6 Saldature**

Per la giunzione delle barre di rotaia a formare la Lunga Rotaia Saldata saranno realizzate esclusivamente saldature con procedimento elettrico a scintillio. Solo per il montaggio dei deviatori, il loro inserimento lungo linea e la posa di giunti isolanti incollati saranno realizzate saldature con procedimento alluminotermico.

Tutte le tipologie di saldature saranno eseguite secondo quanto di seguito descritto.

### **5.6.1 Saldatura alluminotermica**

Le saldature con alluminotermico saranno eseguite con il procedimento PRL in conformità all'Istruzione tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 A.

Particolare attenzione verrà posta nelle operazioni di taglio delle rotaie che dovrà avvenire rispettando strettamente l'istruzione tecnica citata.

### **5.6.2 Saldatura elettrica a scintillio**

Le saldature con procedimento elettrico a scintillio saranno eseguite in conformità all'Istruzione tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 A.

Particolare attenzione verrà posta nelle operazioni di taglio delle rotaie che dovrà avvenire rispettando strettamente l'istruzione tecnica citata

## **5.7 Picchettazioni**

### **5.7.1 Rilievo e picchettazione su base assoluta**

Per ricostruire con la necessaria precisione la geometria dei binari esistenti si provvederà alla realizzazione e definizione di una rete topografica su base assoluta, eseguita con l'ausilio di strumenti GPS, Stazione Totale e Livello Digitale, tutti di altissima precisione, consistente in:

- misurazione di vertici IGM per la definizione dei punti necessari alla realizzazione della poligonale;
- realizzazione della rete di raffittimento per ogni vertice al fine della costruzione della poligonale principale;
- realizzazione della poligonale di irradiazione per il raffittimento della poligonale principale, esecuzione di livellazione di altissima precisione per la definizione altimetrica dei vertici della poligonale;
- fornitura e posa in opera di pioli e relative misurazioni per la definizione delle coordinate assolute dei pioli con preparazione dei fori di ancoraggio, fissaggio e rilievo dei perni portaprisma.

Le operazioni in campo saranno poi completate con il rilievo della posizione del binario esistente e di raddoppio e degli scambi rispetto all'asse di progetto, eseguito con stazione totale topografica e carrellino di misura.

Dovranno essere consegnati alla stazione appaltante adeguati report contenenti i dati relativi a:

- coordinate assolute di tutti i vertici delle poligonali eseguite con relative monografie,
- coordinate del binario,
- coordinate assolute dei pioli messi in opera,
- scostamenti dal piolo alla rotaia più vicina riferita al binario esistente,
- scostamenti dal piolo alla rotaia più vicina riferita al binario di raddoppio.

I dati forniti dovranno essere interfacciabili con i sistemi automatici di posizionamento del binario delle macchine rinalzatrici che saranno utilizzate per il posizionamento dei binari standard e coordinate di progetto.

Il tutto dovrà essere eseguito nel rispetto delle specifiche tecniche di riferimento, con particolare riguardo alla specifica RFI TCAR ST AR 01 002 A del 30.07.2002 ed eventuali aggiornamenti.

### **5.7.2 Curve Planimetriche**

Oltre al sistema assoluto, saranno realizzati anche alcuni picchetti tradizionali. La picchettazione di riferimento delle curve planimetriche sarà realizzata posizionando i picchetti all'esterno della sede ferroviaria, su entrambi i lati, ad una distanza di 1,5 m dalla rotaia più vicina. Sulla suola dello spezzone di rotaia utilizzato come picchetto dovrà essere ben visibile la quota a cui è posta la rotaia della corda bassa.

In corrispondenza di ogni curva di binario e su entrambi i lati della sede ferroviaria saranno realizzati 7 picchetti corrispondenti esattamente a:

- 2 picchetti posti sul rettilineo, esattamente 10m prima dell'inizio dei raccordi parabolici;
- 2 picchetti posti all'inizio dei raccordi parabolici;
- 2 picchetti ai punti di tangenza tra raccordo parabolico e curva circolare;
- 1 picchetto in mezzzeria del raccordo circolare.

### **5.7.3 Raccordi altimetrici**

La picchettazione di riferimento dei raccordi altimetrici sarà realizzata posizionando i picchetti all'esterno della sede ferroviaria, su entrambi i lati, ad una distanza di 1,5 m dalla rotaia più vicina. Sulla suola dello spezzone di rotaia utilizzato come picchetto dovrà essere ben visibile la quota a cui è posta la rotaia della corda bassa.

In corrispondenza di ogni raccordo altimetrico e su entrambi i lati della sede ferroviaria saranno realizzati 3 picchetti corrispondenti esattamente a:

- 2 picchetti ai punti di tangenza tra livelletta e raccordo altimetrico circolare;
- 1 picchetto in mezzzeria del raccordo altimetrico circolare.

## 5.8 Costruzione del binario

Nella costruzione del binario saranno osservate le seguenti prescrizioni:

- L'interasse fra le traverse deve essere rispettato con la tolleranza di  $\pm 5$  cm.
- Le piastre sottorotaia devono essere collocate in posizione ben centrata.
- Lo scartamento del binario deve rispettare le relative prescrizioni.
- Per la giunzione provvisoria fra le rotaie devono essere utilizzati ganasce e morsetti di serraggio, questi ultimi in numero di almeno due per giunzione.
- La rinalzatura deve essere realizzata con l'impiego di macchine rinalzatrici autolivellanti e autoallineanti di tipo pesante a vibrocompressione.
- La sistemazione planimetrica del binario, in retta ed in curva, avrà luogo secondo le picchettazioni di riferimento.
- Dopo l'ultimo alzamento (e conseguenti livellamento, allineamento, rinalzatura e compattazione dinamica), il binario deve trovarsi nella posizione teorica con tolleranze in quota di  $+0$  /  $-10$  mm e in assetto planimetrico  $\pm 10$  mm.
- Solo dopo l'effettuazione dell'ultimo alzamento (e conseguenti livellamento, allineamento, rinalzatura e compattazione dinamica), devono essere eseguite le saldature fra le rotaie, costituendo la cosiddetta Lunga Rotaia Saldata (l.r.s.).
- La regolazione delle tensioni interne della l.r.s. deve essere eseguita come da specifica di riferimento.
- Solo dopo la costituzione della l.r.s., alla massicciata deve essere impartita la sua geometria definitiva. A tal fine, ai lati delle testate delle traverse devono essere scaricate le necessarie quantità di pietrisco.
- La massicciata deve essere conformata secondo le sezioni tipo di riferimento.

## 5.9 Montaggio scambi

Tenuto conto della disponibilità di adeguate aree di lavoro a ridosso delle tratte di intervento e dell'esigenza di ridurre al minimo gli impatti sull'esercizio della linea, di cui si prevede il mantenimento in esercizio durante l'esecuzione dell'intervento, per la posa dei deviatori nuovi o la sostituzione dei deviatori esistenti si prevede la costruzione fuori sede degli scambi e il loro successivo varo in opera. Di seguito sono riportate a le operazioni previste:

- Operazioni propedeutiche
  - Tracciamento dei punti notevoli degli scambi: Punta scambio e Fine scambio ramo retto e Fine scambio ramo deviato
  - Tracciamento dei punti di taglio
  - Controllo dei materiali e delle attrezzature
- Posa in opera dello scambio



- Taglio rotaie
- Rimozione binario esistente (rotaie e traversine)
- Rimozione ballast esistente
- Livellamento e compattazione piattaforma
- Posa del primo strato di ballast
- Posa dello scambio
- Posa del secondo strato di ballast e rinalzata
- Livellamento, allineamento e controlli geometrici
- Esecuzione delle saldature (alluminotermiche)
- Allineamento finale
- Molatura delle saldature

Saranno presenti i giunti isolanti incollati sulla base del piano di isolamento.

A fine intervento occorrerà costruire n° 2 “Campate Polmone” con le relative campate di “serraglia” di lunghezza pari a 12 m a monte e a valle dell’insieme degli scambi. A monte e a valle dell’inserimento, sarà eseguita la regolazione della I.r.s. per un’estensione 150m per lato (sezioni da 300m).