



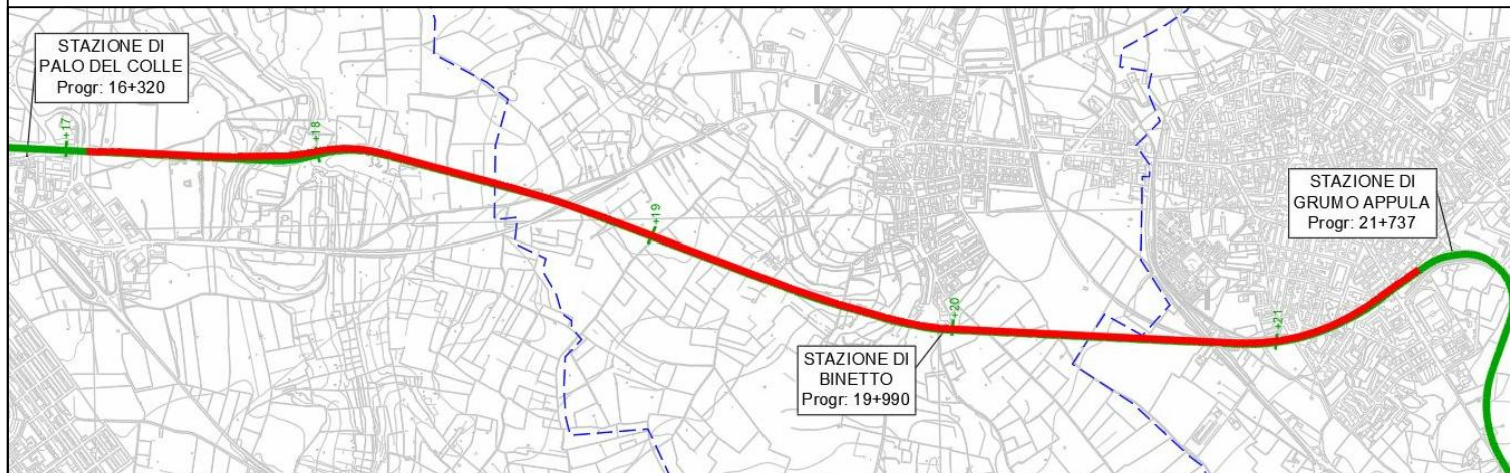
FERROVIE APPULO LUCANE S.R.L.

Ferrovie Appulo Lucane

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE, VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE, DEL RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA

C.U.P.: G21E16000380001

C.I.G.: 72395498D2



RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Dott. Ing. MASSIMILIANO NATILE

FIRME: INGEGNERI DELLA PROVINCIA



Integrazione delle prestazioni specialistiche:

Ing. MARCO RASIMELLI

Resp. Studio SIA

Ing. DINO BONADIES

Geologia:

Dott. Geol. STEFANO PIAZZOLI

Ing. SIMONE PELLEGRINI

Ing. VALERIO MASTROIANNI

Geom. CARLO ROSI

Ing. PRIMO STASI

Geologia:

Dott. Geol. MARIO STANI

Studio SIA:

Arch. LUCIA LEPORE



Ing. ANTONIO DI LEO

Coordinamento Sicurezza in fase di Progetto

Ing. NICOLA LABARILE



PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato AR0001		Pratica 18021_DAR		ARMAMENTO E SEDE		
Scala -		Codifica elaborato DAR_3RV001a		Relazione Tecnica Armamento		
A		GIUGNO 2020	PRIMA EMISSIONE	M. DI GENNARO	A. DI LEO	M. RASIMELLI
Rev.	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato

 <p>Ferrovie Appulo Lucane</p>	<p>RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione Tecnica di Armamento</p>	<p>DAR_3RV001A</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 2 di 21</p>
---	--	---

Sommario

1.	PREMESSA	3
2.	STAZIONE DI BINETTO	4
3.	NORME DI RIFERIMENTO	6
4.	GEOMETRIA DEL TRACCIATO	10
5.	CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO	12
6.	CARATTERISTICHE TECNICHE ARMAMENTO	15

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 3 di 21
---	--	--

1. PREMESSA

Il presente documento accompagna il progetto definitivo del raddoppio della linea ferroviaria delle Ferrovie Appulo Lucane nel tratto compreso tra la stazione di Palo del Colle e quella di Grumo Appula; tale intervento si colloca all'interno di un più vasto programma di potenziamento dell'infrastruttura ferroviaria e del parco rotabile della rete delle FAL con l'obiettivo di elevare gli standard di sicurezza e del comfort, nonché di potenziare il servizio, anche in considerazione della crescente domanda di trasporto su ferro.

IL progetto di raddoppio interessa pertanto un nuovo sedime della linea tra la stazione di Palo del Colle alla stazione di Grumo Appula dal Km 17+081 ca al Km 21+616 ca.

In particolare il Km 17+081 rappresenta il GS del deviatoio di piazzale estremo che non varierà la sua posizione plano-altimetrica ed a cui si innesterà il futuro binario di raddoppio che in questo caso sarà interessato da una “inversione di tracciato”.

L'attuale binario esistente, nella zona di inversione di tracciato, si collegherà al rettilineo, distinto dall'allineamento V0-V1 (rif. Planimetria di Tracciamento), che costituisce l'attuale binario immediatamente successivo rispetto a quello di corsa, lato FV.

Pertanto il binario esistente subirà una variazione del suo assetto planimetrico nei seguenti tratti:

- dal Km 17+045 al Km 17+189 nella zona di inversione di tracciato;
- dal Km 18+447 al Km 18+860 per consentire l'inserimento del nuovo tracciato ferroviario tra le spalle del sovrappasso esistente e riferito alla Sp n.44
- dal Km 19+869 al Km 20+145 per rimodulare il tracciato ferroviario in ambito della Fermata di Binetto e renderlo conforme ai relativi elaborati progettuali;
- dal Km 21+065 al Km 21+555 per consentire l'allargamento della viabilità stradale adiacente la sede ferroviaria esistente.



Ferrovie Appulo Lucane

RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE -
GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA
C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2

PROGETTO DEFINITIVO
Relazione Tecnica di Armamento

DAR_3RV001A

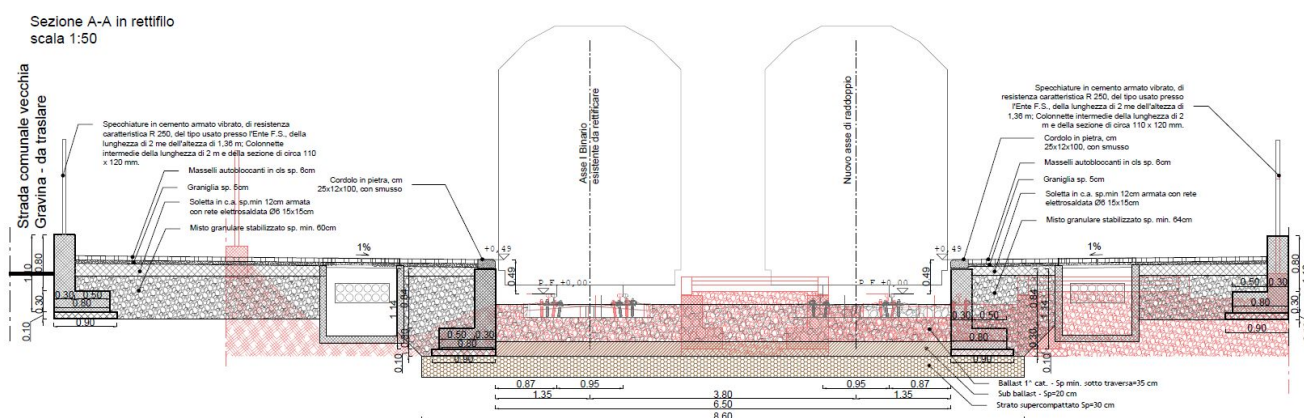
Data: Giugno 2020

Pag. 4 di 21

Nei tratti sopra descritti si procederà alla demolizione del binario esistente ed allo scavo necessario per la creazione di pacchetti ferroviari costituiti da uno strato di supercompattato dello spessore di 30 cm, strato di sub – ballast di 20 cm e massicciata ferroviaria avente spessore di pietrisco sotto traversa pari a 35 cm. L'interasse minimo del binario di raddoppio rispetto all'attuale binario esistente sarà pari a 3,70 m.

2. STAZIONE DI BINETTO

La Stazione di Binetto subirà un radicale cambiamento per quanto concerne il fascio dei binari e l'organizzazione delle banchine. Allo stato attuale la Stazione



Sezione di progetto in rettilineo

ha un doppio binario con una banchina centrale di dimensioni ridotte, la nuova configurazione prevede la soppressione della banchina centrale, l'ampliamento della banchina sul primo binario e la realizzazione di una banchina a servizio del secondo binario, sul fronte opposto a quello di stazione.



Ferrovie Appulo Lucane

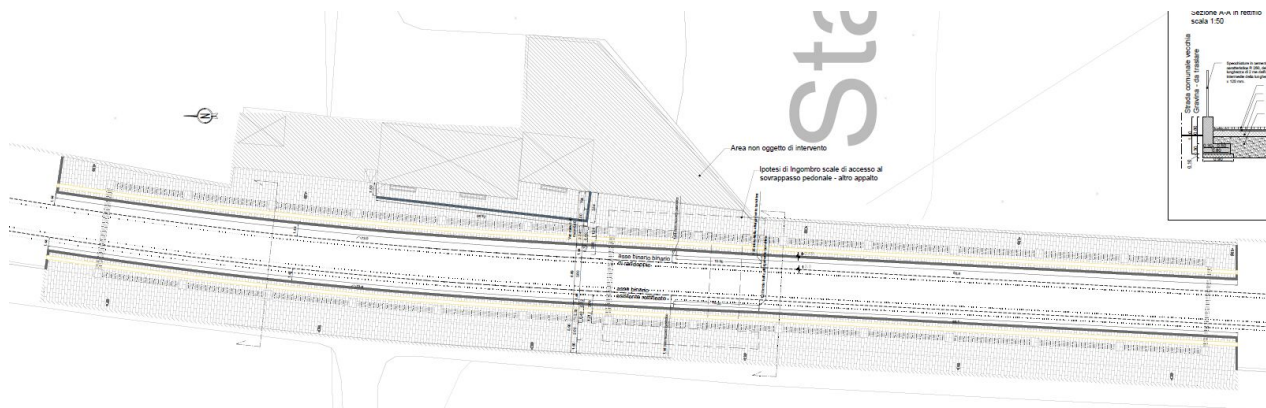
RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE -
GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA
C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2

PROGETTO DEFINITIVO
Relazione Tecnica di Armamento

DAR_3RV001A

Data: Giugno 2020

Pag. 5 di 21



Planimetria di progetto


La nuova banchina ha larghezza di 5,90 m e lunghezza di 140 m, la banchina esistente lato Fabbricato Viaggiatori è stata adeguata, cosicché entrambe le banchine potranno ospitare il sovrappasso pedonale previsto con altro appalto.

Le banchine hanno una fascia gialla, in masselli autobolccanti, disposta a 72 cm dal ciglio della banchina, e larga 40cm; la pavimentazione è in masselli autobloccanti in cls da 6cm, con cordolo in pietra a chiusura. Entrambe le banchine sono dotate di pozzetti prefabbricati e tubazioni rigide sottobanchina per il passaggio cavi, inoltre sono previsti tre attraversamenti sottobinario, uno in mezzzeria e due alle estremità. Sarà realizzato un nuovo impianto di illuminazione delle banchine, attraverso l'installazione di 11 nuovi pali di illuminazione e 3 plafoniere sul Fabbricato Viaggaitori.

Le banchine si sviluppano per circa 73 m in curva, poi segue un tratto di 10m parabolico e infine circa 53 m in rettilifo, pertanto l'andamento planoaltimetrico varia a seconda del tratto in cui ci si trova:

- in curva la banchina dista dall'asse del primo binario disponibile 1,44m;
- in rettilifo la banchina dista dall'asse del primo binario disponibile 1,35m;
- nel tratto intermedio, parabolico, la distanza varirà da 1,44m a 1,35m.

Anche l'andamento altimetrico delle banchine varia in funzione della posizione, pertanto se nel tratto in rettilifo l'altezza della banchina è a + 0,49 m dal piano del ferro, nel tratto in curva è a + 0,55 m dal piano del ferro.

 <p>Ferrovie Appulo Lucane</p>	<p>RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione Tecnica di Armamento</p>	<p>DAR_3RV001A</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 6 di 21</p>
---	---	---

3. NORME DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per il progetto di che trattasi è quella riportata al punto

1. dell'elenco sotto riportato

Tutta la restante raccolta normativa di riferimento detta le linee guida degli interventi sull'armamento ferroviario, in vigore su rete ferroviaria italiana, pertanto, dove queste sono in contrasto con regolamenti societari o norma applicate da FAL, ovviamente hanno la precedenza queste ultime.

1. ANSF - Norme tecniche e standard di sicurezza applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti - Aprile 2019 Allegato 1 – Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;
2. Norma VEL solo laddove espressamente richiamata dalle Norme Tecniche ANSF e standard di sicurezza applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti – aprile 2019 – Allegato 1 – Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;
3. REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 novembre 2014 – specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea.
4. circolare n. 170/1952 - Armamenti FS.P. 463 ed RA 36 S – Sdoppiamento manovra a mano negli scambi intersezione;
5. circolare n. 395/1952 - Giunzioni promiscue sostituite con rotaie promiscue;
6. circolare n. 86/1955 - Armamento tipo 49 - Apparecchi del binario;
7. lettera - Circolare n. LC.5.1/137243 del 21.12.1961 - Scambi con manovra elettrica - Posa e manutenzione;
8. circolare n. 132/6/1/1967 - Scambi degli armamenti tipo 49, 60 e 60 UNI - saldatura al tallone degli aghi elastici;
9. circolare n. 138/6/1/1967 - Armamento tipo 46 UNI - Apparecchi del binario - Adozione della cerniera elastica negli scambi semplici S. 46 UNI/245/0,10 e S. 46UNI/150/0.12;
10. circolare n. 463/1953 - Scarico rotaie nell'intervia;
11. circolare n. 464/1953 - Impiego in linea di rotaie con le testate numerate;
12. circolare n. 196/1954 - Nuovi armamenti tipo 50 e tipo 60 e loro impiego;
13. circolare n. 51/1956 - Nuova distribuzione degli appoggi nei binari ed unificazione dei tipi di posa;
14. circolare n. 15/1956 – Traverse cementizie e loro impiego;
15. circolare n. 48/1960 - Unificazione nazionale materiali d'armamento;
16. istruzione n. 60-a/1963 - Armamento dei binari - Dispositivi per giunzioni provvisorie;

 <p>Ferrovie Appulo Lucane</p>	<p>RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione Tecnica di Armamento</p>	<p>DAR_3RV001A</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 7 di 21</p>
---	---	---

17. istruzione Tecnica (edizione 1967) emanata con Circolare n. 123/6.7 del 22.5.67 - Trasporto e scarico in linea delle rotaie lunghe 144 m;
18. Istruzione n. 60-d/1968 - Armamento dei binari - Giunzioni isolanti incollate prefabbricate (Aggiornata con Appendice n. 1 del 16.10.72);
19. Istruzione n. 60-171969 - Armamento dei binari - Rosette elastiche;
20. Lettera - Circolare n. L.SA.21/139507 del 5.12.1971 - Impiego di traverse in calcestruzzo precompresso;
21. norme tecniche per il carico dei carri e per la circolazione dei carri speciali - edizione 1960 (stralcio);
22. circolare n. 128/1945 - Armamento - Chiavarde di giunzione;
23. circolare n. 182/1952 - Nuova foratura rotaie;
24. circolare n. 308/1952 - Armamento - Chiavarde di giunzione;
25. Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 B del 02.09.2015 - Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio;
26. allegato 1 alla lettera TC. C/S del 16/04/91 - Standards dei materiali d'armamento per lavori di rinnovamento e/o costruzione di nuovi binari;
27. Istruzione Tecnica del 12/03/2016 sulla costituzione e il controllo della lunga rotaia saldata;
28. appendice del 3/05/95 all'Istruzione n. 2 del 19/11/90;
29. 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;
30. Specifica Tecnica RFI DTC INC SP IFS 010 B del 14.06.2012 sulla Fornitura di pietrisco per massicciata ferroviaria;
31. Specifica tecnica di fornitura di rotaie e barre per aghi di acciaio per linee ferroviarie RFI TCAR SF AR 02 001 C del 11/03/2014
32. Lettera del 26/07/94 - 2° appendice all'Istruzione sugli scambi su traversoni in c.a.p.;
33. tariffa dei prezzi "AM" Ed. 1992 dell'Ente FS;
34. circolare FS n. 88/1940 - Rafforzamento deviatori modello FS.P. 463;
35. lettera - Circolare FS n. LC.5.1/137243 del 21.12.1961 - Scambi con manovra elettrica - Posa e manutenzione;
36. circolare n. L.4.1/344/7.9/120859 del 28/09/1987 "Sicurezza nei confronti dello svio. Valori limite dello sgombero del binario";
37. 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.
38. UNI 3141, aprile 1991 - Rotaie per linee ferroviarie - Tipi, dimensioni e tolleranze (Gr. 5).
39. UNI 7360, dicembre 1974 Metropolitane - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario (3 tabelle).
40. UNI 7360 FI, giugno 1977 - Metropolitane - Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile e interbinario.
41. UNI 7361, dicembre 1974 - id - Scostamenti laterali massimi dei rotabili in moto (3 tabelle).
42. UNI 7508, novembre 1996 - id. - Banchine di stazione (Gr. 5).

 <p>Ferrovie Appulo Lucane</p>	<p>RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione Tecnica di Armamento</p>	<p>DAR_3RV001A</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 8 di 21</p>
---	---	---

43. UNI 7744, settembre 1998 - Metropolitane - Corridoi - Scale fisse, scale mobili e ascensori nelle stazioni - Direttive di progettazione (8 tabelle).
44. UNI 7836, settembre 1978 - id. id. - Geometria del tracciato delle linee su rotaia - Andamento planimetrico e tolleranze in costruzione (Gr. 1).
45. UNI 8097, settembre 2004 - Metropolitane Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie.
46. UNI 8207, agosto 2003 - Metropolitane - Segnaletica per viaggiatori - Prescrizioni generali (Gr. 3).
47. UNI 8350, maggio 1982 (1^a parte) - Metropolitane - Calcolo di verifica del dimensionamento delle sale delle carrozze - Generalità (Gr. 1).
48. UNI 8350, maggio 1982 (2^a parte) Metropolitane - Calcolo di verifica del dimensionamento delle sale delle carrozze - Generalità (Gr. 2).
49. UNI 8350, maggio 1982 (3^a parte) - Metropolitane - Calcolo di verifica del dimensionamento delle sale delle carrozze - Verifica della resistenza (Gr. 1).
50. UNI 8686, gennaio 1985 (1^a parte) - Metropolitane - Locali di servizio nelle stazioni - Generalità (Gr. 2).
51. UNI 8686, gennaio 1985 (2^a parte) - id. - Locali per sicurezza d'esercizio e telecomunicazioni (Gr. 2).
52. UNI 8686, gennaio 1985 (3^a parte) - id. id. - Locali per fornitura e controllo energia elettrica (Gr. 2).
53. UNI 8686/4, gennaio 1987 - Metropolitane - Locali di servizio nelle stazioni -Locali di ventilazione e per impianti idrici e termici (Gr. 2).
54. UNI 8686/5, gennaio 1987 - id. id. - Locali per impianti sollevamento persone (Gr 1)
55. UNI 8686/6, gennaio 1987 - id. id. - Locali per il personale e per servizi diversi (Gr. 19)
56. UNI 8686/7, gennaio 1989 - id. id - Locali di servizio per il pubblico (Gr 1).
57. UNI 8686/8, gennaio 1987 - id. id. - Vani accessori (Gr. 1).
58. UNI 8882, febbraio 1998 - Veicoli per metropolitane e metropolitane leggere -Modalità per l'apertura e la chiusura delle porte - Requisiti di sicurezza (Gr. 1).
59. FI 268 (UNI 8882, gennaio 1986 - c.s.)
60. UNI 8944, gennaio 1986 - Materiale rotabile per sistemi di trasporto leggeri su rotaia in aree urbane - Dimensioni, caratteristiche e prestazioni (Gr. 2).
61. UNI 9153 FI, maggio 1990 - Materiale rotabile per metropolitane. Requisiti generali del sistema frenante delle metropolitane (Gr. 1)
62. UNI 9406, gennaio 1989 - Metropolitane - Atrii di stazione - Direttive di progettazione (Gr. 2).
63. CEI 652, febbraio '1984 - Impianti di messa a terra per ferrovie metropolitane.
64. UNI 3141 "Rotaie per linee ferroviarie. Tipi, dimensioni e tolleranze" (04.91)
65. UNI 7360 " Rotaie d'acciaio per linee ferroviarie – Qualità, prescrizioni e prove" (01.92)

 <p>Ferrovie Appulo Lucane</p>	<p>RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>Relazione Tecnica di Armamento</p>	<p>DAR_3RV001A</p> <p>Data: Giugno 2020</p> <p>Pag. 9 di 21</p>
---	--	---

- 66. UNI 7360 F1 "Distanze minime degli ostacoli fissi dal materiale rotabile ed interbinario" (06/77)
- 67. UNI 7361 "Scostamenti laterali massimi dei rotabili in moto" (12/74)
- 68. UNI 7508 "Banchine di stazione" (11/96)
- 69. UNI 7836 "Metropolitane - Geometria del tracciato delle linee su rotaia – Andamento planimetrico e altimetrico e tolleranze di costruzione" (09.78)
- 70. D.M. Ministero Trasporti 11/01/1988 "Norme prevenzione incendi nelle Metropolitane"
- 71. UIC Code 703 (1989) Caratteristiche planimetriche delle linee utilizzate dai treni passeggeri veloci.
- 72. UNI 8750 "Materiale d'armamento ferroviario".

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 10 di 21
---	--	---

4. GEOMETRIA DEL TRACCIATO

4.1 Criteri di Progetto

I criteri adottati per la progettazione e la verifica del tracciato riferito al binario di raddoppio sono quelli indicati dalle Norme tecniche e standard di sicurezza ANSF applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti - Aprile 2019 Allegato 1 - Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;

Chiaramente il binario di raddoppio è stato progettato tenendo in considerazione il tracciato esistente per cui le scelte progettuali sono state influenzate inevitabilmente dallo stato di fatto.

In particolare, tra gli altri parametri utilizzati, la geometrizzazione del tracciato si è basata rispettando i seguenti vincoli:

- Impiego di raccordi planimetrici parabolici;
- Nel caso di due curve susseguentisi e di senso opposto possono essere attestati o posti a distanza;
- Sopraelevazione ≤ 110 mm;
- Scartamento 950 mm;

Per curve di raggio inferiore si sono utilizzati i valori riportati nella tabella di cui al punto 11.(4) della Norme tecniche e standard di sicurezza applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti - Aprile 2019 Allegato 1 - Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;

4.2 Accelerazione non compensata

Se si accetta che sul veicolo continui ad agire una componente orizzontale dell'accelerazione centrifuga risulta:

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 11 di 21
---	--	---

$$\frac{P}{g} \cdot \frac{V^2}{R} - \frac{P}{g} \cdot a_{nc} = P \cdot \frac{h}{s}$$

da cui

$$a_{nc} = \frac{V^2}{R} - g \cdot \frac{h}{s}$$

in cui:

h = sopraelevazione (mm.);

V = velocità di progetto (Km/h);

R = raggio della curva (m.);

s = interasse rotaie = 1020 mm.;

g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s²;

a_{nc} = accelerazione non compensata (m/s²).

4.3 Contraccolpo

Nell'ipotesi di velocità di percorrenza della curva costante, l'accelerazione centrifuga non compensata varia, nel tratto di raccordo planimetrico parabolico, dal valore zero al valore massimo che risulta dalla formula di cui sopra nel tempo L/V, essendo L la lunghezza del tratto di raccordo.

La variazione nell'unità di tempo dell'accelerazione centrifuga non compensata viene definita contraccolpo e vale:

$$c = \frac{V \cdot a_{nc} \cdot p}{3,6 \cdot h}$$

Nell'elaborazione dei parametri cinematici relativi alle curve del tracciato di linea si è avuto come obiettivo quello di ottimizzare la scelta delle lunghezze dei raccordi planimetrici al fine di ottenere valori rientranti nella Norme tecniche e standard di sicurezza applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti - Aprile 2019 Allegato 1 - Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 12 di 21
---	--	---

4.4 Velocità di sollevamento

Nell'ipotesi di velocità di percorrenza della curva costante, l'accelerazione centrifuga non compensata varia, nel tratto di raccordo planimetrico parabolico, dal valore zero al valore massimo che risulta dalla formula di cui sopra nel tempo L/V , essendo L la lunghezza del tratto di raccordo.

La velocità di sollevamento è definita come la velocità verticale della ruota esterna del veicolo che percorre il raccordo di sopraelevazione e vale:

$$V_s = \frac{p \cdot v}{3,6}$$

Nell'elaborazione dei parametri cinematici relativi alle curve del tracciato di linea si è avuto come obiettivo quello di ottimizzare la scelta delle lunghezze dei raccordi planimetrici al fine di ottenere valori della velocità di sollevamento sempre al di sotto dei limiti stabiliti dalle Norme tecniche e standard di sicurezza applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti - Aprile 2019 Allegato 1 – Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;

4.5 Dati Cinematici

Per tutte le curve del tracciato di raddoppio, riferite alla propria velocità di Progetto, si sono verificati i dati cinematici calcolati con i valori limite previsti dalle Norme tecniche e standard di sicurezza applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti - Aprile 2019 Allegato 1 – Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;

5. CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO

5.1 Andamento planimetrico

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 13 di 21
---	---	---

Il tracciato del binario di raddoppio è composto da tratti rettilinei e curve di raggio compreso tra 400 m e 3650 m, raccordate ai tratti rettilinei per mezzo di elementi di parabola cubica.

La scelta dei raccordi parabolici è strettamente legata, oltre che da una motivazione dettata dalla normativa vigente, all'aumento del livello qualitativo che essa introduce su tutta la linea, sia dal punto di vista del comfort per i passeggeri che da quello della manutenzione dell'armamento e del materiale rotabile.

Sulle curve planimetriche con raggio < 650 m è stato previsto un allargamento di scartamento desumibile dalla tabella di cui al punto 11.(4) delle Norme tecniche e standard di sicurezza ANSF applicabili alle reti funzionalmente isolate dal resto del sistema ferroviario, nonché ai gestori del servizio che operano su tali reti - Aprile 2019 Allegato 1 – Norme tecniche e standard di sicurezza del sottosistema infrastruttura;

Nella tabella seguente sono riassunti i principali elementi geometrici delle curve.

VERT.	DELTA (gradi)	R (m)	T (m)	B (m)	CL (m)	SL (m)	X (m)	Y (m)	ALFA (gradi)	GAMMA (gradi)	M (m)	R1 (m)	TC (m)	TCO (m)	A (m/s ²)	A0 (m/s ³)	K	V (Km/h)
1	3.9743	400.00	17.49	0.21	34.97	10.00	10.00	0.04	0.7957	2.3828	0.00	400.01	7.49	12.49	0.60	0.00	2.79	40.
2	3.9299	400.00	17.35	0.20	34.69	10.00	10.00	0.04	0.7957	2.3385	0.00	400.01	7.35	12.35	0.60	0.00	2.79	40.
3	4.4243	1500.00	72.15	0.95	144.25	40.00	40.00	0.18	0.8488	2.7268	0.00	1500.04	32.13	52.15	0.60	0.00	2.79	120.
4	10.6358	450.00	57.71	1.72	115.21	40.00	39.99	0.59	2.8270	4.9818	0.00	450.15	17.62	37.69	0.60	0.00	2.79	85.
5	28.3622	450.00	128.40	11.67	253.31	52.75	52.73	1.03	3.7258	20.9107	0.00	450.26	74.58	101.99	0.60	0.00	2.79	85.
6	6.4284	3650.00	209.44	4.69	418.57	50.00	50.00	0.11	0.4360	5.5563	0.00	3650.03	159.38	184.44	0.60	0.00	2.79	120.
7	5.3094	2079.53	99.27	1.82	198.43	25.00	25.00	0.05	0.3827	4.5441	0.00	2079.54	74.25	86.77	0.60	0.00	2.79	120.
8	4.2992	996.20	41.15	0.58	82.28	15.00	15.00	0.04	0.4793	3.3407	0.00	996.21	26.14	33.65	0.60	0.15	2.79	85.
9	10.1461	586.20	61.82	1.93	123.43	30.00	30.00	0.26	1.6286	6.8890	0.00	586.26	31.75	46.82	0.60	0.00	2.79	30.
10	42.9204	704.20	277.07	42.23	535.14	60.33	60.32	0.86	2.7249	37.4707	0.00	704.42	213.44	246.88	0.60	0.00	2.79	90.
11	1.7289	1253.70	27.02	0.13	54.05	20.00	20.00	0.05	0.5078	0.7133	0.00	1253.71	7.02	17.02	0.60	0.00	2.79	90.

LEGENDA

DELTA = ANGOLO DI DEVIAZIONE TOTALE
R = RAGGIO DELLA CURVA CIRCOLARE
T = TANGENTE TOTALE
B = DISTANZA ESTERNA TRA VERTICE E CURVA
CL = LUNGHEZZA TOTALE DELLA CURVA
SL = LUNGHEZZA DEL RACCORDO PARABOLICO
X = ASCISSA DELLA PARABOLA
Y = ORDINATA DELLA PARABOLA
ALFA = ANGOLO DELLA PARABOLA
GAMMA = ANGOLO AL CENTRO DELLA PARTE CIRCOLARE
M = SPOSTAMENTO DELLA PARABOLA
R1 = RAGGIO ORIGINARIO
TC = TANGENTE DELLA CURVA CIRCOLARE
TCO = TANGENTE DELLA CURVA CIRCOLARE ORIGINARIA
A = ACCELERAZIONE CENTRIFUGA NON COMPENSATA

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 14 di 21
---	---	---

A0 = COEFFICIENTE D'URTO
K = COEFFICIENTE DI ESERCIZIO
V = VELOCITA' DI PROGETTO

5.2 Andamento altimetrico

Il progetto definitivo prevede livellette con pendenza inferiore al 20 ‰, in particolare comprese tra lo 0,3‰ all'inizio intervento (km 17+081) e 0,00‰ a fine intervento (km 21+616). Tutti i raccordi verticali hanno un raggio maggiore o uguale a 3000 m.

Nella tabella 3 sono riassunti i principali elementi geometrici del tracciato altimetrico.

VERTICI VERTICALI - PROF.N. 1				
PROGRESSIVA	QUOTA	RAGGIO	NOME VERTICE	TIPO RACCORDO
17081.379	148.410	0.00		CIRCOLARE
17141.380	148.428	10000.00		CIRCOLARE
17246.443	148.720	10000.00		CIRCOLARE
17851.013	148.720	3000.00		CIRCOLARE
17924.068	149.704	3000.00		CIRCOLARE
18417.877	159.594	5000.00		CIRCOLARE
18522.623	160.590	5000.00		CIRCOLARE
18985.184	160.590	5000.00		CIRCOLARE
19934.903	174.351	3000.00		CIRCOLARE
20100.160	175.180	5000.00		CIRCOLARE
20619.779	180.490	10000.00		CIRCOLARE
20904.551	182.555	10000.00		CIRCOLARE
21143.967	185.230	20000.00		CIRCOLARE
21543.529	188.510	3000.00		CIRCOLARE
21616.080	188.510	0.00		CIRCOLARE

5.3 Gestione lavorazioni interferenti con l'esercizio ferroviario

I lavori da eseguire in prossimità della linea ferroviaria in esercizio e che possono comportare pregiudizio alla regolarità ed alla sicurezza dei lavoratori e dell'esercizio stesso, saranno eseguiti in regime di interruzione della circolazione ferroviaria, secondo le prescrizioni e modalità impartite dal Committente.

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 15 di 21
---	--	---

Settimanalmente, con quindici giorni in anticipo, l'Appaltatore dovrà fare richiesta della programmazione delle interruzioni.

L'Appaltatore dovrà porre in atto, nei tratti interessati dai lavori, tutti gli accorgimenti esecutivi per mantenere la regolarità e per garantirne la sicurezza dei lavoratori e della circolazione ferroviaria.

Nella Fermata di Binetto i lavori saranno eseguiti dapprima sul binario esistente, prevedendo, in ciascuna interruzione di esercizio, il rinnovamento, risanamento e realizzazione nuova sede ferroviaria di una porzione di binario di lunghezza compatibile con la durata dell'interruzione stessa, e poi sarà realizzato il nuovo binario di raddoppio (orientativamente sull'attuale sedime del binario 1 di Fermata).

Dovranno essere rimossi i deviatori che costituiscono le attuali comunicazioni semplici in ambito fermata di Binetto.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE ARMAMENTO

L'armamento di nuova fornitura sarà costituito da rotaie 50E5 e attacchi elastici su traverse in c.a.p. con sistema Vossloh W 14.

L'elasticità del sistema è dovuta 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.

6.1 Peculiarità dell'armamento su ballast w14

Il sistema si compone essenzialmente dei seguenti elementi:

molle (o ramponi elastici) Skl 14, a 2 spire con forma ad ω , con 3 punti di contatto, costituiti dal piede della rotaia, dalla testa della caviglia e dal contrasto con la piastra di guida in poliammide condizionato;

- piastra di sottorotaia Zw 700/150, costituente livello elastico (in genere gomma naturale od elastomero sintetico) per l'appoggio elastico della rotaia sulla traversa. Attraverso l'utilizzo di spessori, compresi tra 4,5 e 9,5 mm, nelle varie gamme di materiali impiegabili, si possono conseguire

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 16 di 21
---	--	---

ampie gamme di elasticità, da definire in funzione delle specifiche esigenze;

- piastre (Wfp 14 k-12), angolari di guida in poliammide condizionato, rinforzato in fibra di vetro, per il blocco laterale della rotaia nel mantenimento dell'isolamento elettrico. Attraverso la combinazione di spessori variabili del risvolto laterale si conseguono correzioni del tracciato planimetrico e dello scartamento sino a 30 mm;
- caviglie Ss 25, elementi metallici con stelo a vite per il serraggio ai tasselli, e testa quadrata per il contrasto con la molla per mezzo rondelle. Attraverso una variazione della loro larghezza si realizza la regolazione planimetrica del binario e la variazione di scartamento sino a 20 mm. Più ampie regolazioni sono possibili con l'impiego di speciali piastrini;
- tasselli Sdu 9, elementi in polietilene ad alta densità e rigidità, per l'ancoraggio delle caviglie alla traversa;
- rondelle piane Uls 7, elementi metallici interposti tra la testa della caviglia ed il rampone;
- elementi plastici rinforzati con fibra di vetro, da interporre tra la sottopiastra elastica e la superficie di appoggio per la regolazione in altezza con singoli spessori di 10 mm, per un massimo di 20 mm.

Il sistema consente il premontaggio dei componenti, mediante l'applicazione di una coppia di serraggio di circa 60 Nm, in linea a posa avvenuta della rotaia. Mediante un allentamento e la semplice traslazione della molla Skl 14, si dispone l'ancoraggio nella posizione finale, per il serraggio definitivo al valore di progetto. Le caratteristiche dei materiali, da impiegare per la realizzazione delle traverse in c.a.p. prefabbricate, sono riportate nelle tabelle 1 e 2.

TABELLA 1 : COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

Dosaggio cemento Portland 425	0,42 t/mc
tipo aggregati	Lapidei di frantoio
Diametro massimo aggregato	20 mm
Pezzzature	0/3-3/8-8/12-15/20
Acqua di impasto aggiunta	80l/mc

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 17 di 21
---	--	---

Additivo fluidificante	Fluiment 33/M 1,5% spc
Additivo aerante	Non utilizzato
Rapporto acqua/cemento	0,36
Peso specifico del calcestruzzo fresco	2,39 t/mc


TABELLA 2 : CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Resistenza caratteristica cubica a 24 h	$R_{cK} \geq 45 \text{ MPa}$
Resistenza caratteristica cubica a 28 giorni	$R_{ck} \geq 60 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione per flessione a 7 giorni	$R \geq 7 \text{ MPa}$
Slump UNI 9417	10 ÷ 40 mm
Resistenza ai cicli di gelo e disgelo UNI 7087-72	≥ 95
Permeabilità DIN 1048 mod. 7 Bar dopo 600 ore	penetrazione 15mm
Penetrazione ione Cl UNI 7928 a due mesi	penetrazione 20 mm
Penetrazione ione SO4 UNI 8019 a due mesi	penetrazione 3 mm
Contenuto d'aria SON 6395/72	$\geq 5\%$
Ritiro UNI 8148	80/85 micron/ml

6.2 Fasi delle Lavorazioni

Il corretto montaggio del rampone Skl 14, corrispondente ad una coppia di serraggio del chia-vardino di 180 Nm, con una forza di pressione sul piede della rotaia pari a 10 KN ed una deformazione della molla di 17 mm, è controllabile dall'accostamento della spira interna della molla al piede della rotaia.

L'intervento di regolazione altimetrica prevederà lo spessoramento della piastra di sottorotaia sino a + 5 mm con incrementi di 1 mm, mentre per incrementi

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 18 di 21
---	--	---

complessivi di 5 e 10 mm si interverrà con spessori della sottopiastra e dei piastri angolari di guida. In entrambi i casi, si utilizzano piastre rigide di polietilene ad alta densità, in modo da non modificare l'indice di elasticità verticale e torsionale dell'attacco, realizzando correzioni di livello fino a $5 + 20 = 25$ mm, mentre è anche possibile una riduzione di $- 1$ mm della piastra di sottorotaia e di 4 mm della sottopiastra, raggiungendo così un campo di regolazione complessivo di 30 mm.

Allo stesso modo si interverrà sui piastri angolari di guida, intervenendo sulla regolazione planimetrica di ± 5 mm per attacco, per una variazione di scartamento pari a ± 10 mm corrispondente ad una regolazione complessiva di 20 mm.

Per realizzare le giunzioni, sono previste saldature alluminotermiche. La sistemazione planimetrica del binario, in retto ed in curva, avrà luogo secondo le picchettazioni di riferimento.

6.3 Pietrisco

Il pietrisco da impiegare per la formazione della massicciata deve essere conforme alla Specifica Tecnica RFI DTC INC SP IFS 010 B del 14.06.2012, 1^a categoria.

6.4 Rotaie

Le rotaie utilizzate dovranno corrispondere a quanto richiesto nella specifica tecnica di fornitura di rotaie e barre per aghi di acciaio per linee ferroviarie RFI TCAR SF AR 02 001 C del 11/03/2014.

6.5 Saldature

Saranno realizzate esclusivamente saldature con procedimento elettrico a scintillio per la costituzione della rotaia in lunga barra. Solo nel caso di montaggio di deviatori, loro inserimento lungo linea e costituzione di LRS saranno realizzate

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 19 di 21
---	--	---

saldature con procedimento alluminotermico. Tutte le tipologie di saldature saranno eseguite rispettando le Istruzioni di seguito elencate.

Tutte le saldature eseguite saranno sottoposte a controlli ultrasuoni per l'individuazione di eventuali difettosità interne mediante rivelatori digitali. Per qualsiasi difettosità interna nel corpo della saldatura rilevata nel gambo, nella suola e nel fungo, si provvederà al rifacimento immediato della saldatura. Detto sistema di controllo è ritenuto il più efficace ed affidabile per il tipo di risultato del controllo e per essere catalogato come un metodo "non distruttivo".

6.6 Saldature alluminotermiche

Le saldature delle rotaie eseguite con procedimento alluminotermico devono essere eseguite con il procedimento PRA in conformità con l'Istruzione tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 B del 02.09.2015. Particolare attenzione verrà posta nelle operazioni di taglio delle rotaie che dovrà avvenire rispettando strettamente l'istruzione tecnica sopra citata.

6.7 Saldature eseguite con procedimento elettrico a scintillio

Le saldature delle rotaie eseguite con procedimento elettrico a scintillio devono essere eseguite in conformità con l'Istruzione tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 B del 02.09.2015. Particolare attenzione verrà posta nelle operazioni di taglio delle rotaie che dovrà avvenire rispettando strettamente l'istruzione tecnica sopra citata.

6.8 Controllo delle temperature sulle rotaie

Sarà installato un sistema automatizzato di controllo delle variazioni di temperatura delle rotaie (sbalzi termici), sistema in grado di segnalare gli eccessivi aumenti rispetto ad un valore base, direttamente su linee telefoniche dedicate al fine di prevenire eventuali problemi all'esercizio legati ai difetti di

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 20 di 21
---	--	---

geometria che aumenti imprevisti delle temperature potrebbero provocare, comporta notevoli vantaggi in termini di esercizio.

La realizzazione del sistema di monitoraggio della temperatura della rotaia permetterà di avere:

- Minori oneri d'intervento in linea con personale per il controllo di eventuali perdite di geometria del binario;
- Minori danni in termini di mantenimento della puntualità del servizio offerto ai passeggeri.

6.9 Controllo della geometria del binario

Si assicurerà una migliore qualità ed informatizzazione del sistema di riferimento con cui controllare sia in fase di realizzazione che post opera la geometria del binario mediante l'inquadramento della tratta in progetto secondo un sistema di coordinate assolute. Tale sistema permetterà di effettuare il controllo informatizzato del binario con la macchina rinalzatrice, assicurando la perfetta regolarità dell'intervento.

La realizzazione del sistema di controllo informatizzato del binario, comporta i seguenti vantaggi:

- Assicura che il binario nella sua interezza sia stato posato alla geometria esatta, questo comporta nel tempo riduzione di manutenzione per difetti di lavoro delle rotaie.

6.10 Costruzione del binario

Devono essere soddisfatte le seguenti prescrizioni.

A) L'interasse fra le traverse deve essere rispettato con la tolleranza di ± 5 cm.

B) Lo scartamento del binario deve rispettare le relative prescrizioni.

 Ferrovie Appulo Lucane	RADDOPPIO DELLA TRATTA PALO DEL COLLE - GRUMO APPULA DELLA LINEA BARI-MATERA C.U.P.: G21E16000380001 C.I.G.: 72395498D2 PROGETTO DEFINITIVO Relazione Tecnica di Armamento	DAR_3RV001A Data: Giugno 2020 Pag. 21 di 21
---	--	---

C) Per la giunzione provvisoria fra le rotaie devono essere utilizzati ganasce e morsetti di serraggio; questi ultimi in numero di almeno due per giunzione.

D) Le piastre sottorotaia devono essere collocate in posizione ben centrata.

E) La massicciata deve essere conformata secondo le sezioni rappresentate nel disegno di riferimento.

F) La rinalzatura deve essere realizzata con l'impiego di macchine rinalzatrici autolivellanti e autoallineanti di tipo pesante a vibrocompressione.

G) 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 ± 10 mm.

H) A seguito dell'ultimo alzamento (e conseguenti livellamento, allineamento, rinalzatura e compattazione dinamica), devono essere eseguite le saldature fra le rotaie, costituendo il cosiddetto "nastro continuo".

I) La regolazione delle tensioni interne deve essere eseguita come da specifica di riferimento.

L) Dopo la costituzione della I.r.s., al binario deve essere impartita la sua geometria definitiva. A tal fine, ai lati delle testate delle traverse devono essere scaricate le necessarie quantità di pietrisco.