



Ferrovie Appulo Lucane

Ferrovie Appulo Lucane

Corso Italia n.8 - 70123 BARI

Risorse del Fondo Complementare al Piano nazionale di ripresa e
resilienza (P.N.R.R.) di cui al D.M. del 23 settembre 2021, n. 363

Linea Bari - Matera: Rinnovo armamento tratta Bari Centrale - Bari
Scalo dalla progr. Km 0+000 alla prog. km 1+809
2 ^ STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Geom. Eustachio Santochirico

PROGETTAZIONE: Ing. Silvio Verni
Via Principe Amedeo, 218 - 70122 - Bari

CODIFICA:

C01

ELABORATO:

Relazione Tecnica Armamento

SCALA:

/

Rev.	Descrizione	Data
A	Prima emissione	09/2023

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3	INFRASTRUTTURA ATTUALE	4
4	INTERVENTI IN PROGETTO	5
4.1	Interventi sulla geometria del binario	5
4.2	Lavori all'Armamento	7
4.2.1	Peculiarità dell'armamento	7
4.2.2	Fasi delle lavorazioni	8
4.2.3	Pietrisco	9
4.2.4	Saldature	9
4.2.5	L.R.S.	9
4.2.6	Regolazione Delle Tensioni	9
4.2.7	Costruzione Di Binario	9
4.3	Interventi alle opere civili	10
4.3.1	Riqualificazione ed impermeabilizzazione Viadotto ad archi in muratura;	10
4.3.2	Intervento di impermeabilizzazione e sostituzione dell'armamento del Sovrapasso in c.a. su Via Quintino Sella;	14
4.3.3	Impermeabilizzazione del Viadotto storico a 108 campate in c.a.	16
5	REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI ARMAMENTO FERROVIARIO	18
5.1.1	Criteri di progetto	18
5.1.2	Accelerazione centrifuga non compensata	19
5.1.3	Contraccollo	20
5.1.4	Velocità di sollevamento	20
5.1.5	Velocità limite di percorrenza della curva (Velocità di rango):	20
5.1.6	Verifica Curve	20
5.1.7	Peculiarità dell'armamento	22
5.1.8	Fasi delle lavorazioni	23
5.1.9	Pietrisco	24
5.1.10	Devatoi	24
5.1.11	Saldature	24
5.1.12	L.R.S.	25
5.1.13	Regolazione Delle Tensioni	25
5.1.14	Costruzione Di Binario	25

1 PREMESSA

La presente relazione è a corredo del progetto esecutivo per il “Rinnovo armamento tratta Bari Centrale - Bari Scalo dalla progr. Km 0+000 alla prog. km 1+809”.

Il progetto prevede il rinnovo dell’armamento ferroviario dalla progressiva km 0+000,00 alla progressiva km 0+360,00.

L’intervento ricade tra quelli previsti dalle Ferrovie Appulo Lucane che mirano al potenziamento dell’infrastruttura ferroviaria e del parco rotabile con l’obiettivo di elevare gli standard di sicurezza e comfort del servizio di trasporto offerto, nonché di incrementare la capacità delle tratte più congestionate della loro rete per poter potenziare il servizio, anche in considerazione della crescente domanda di trasporto.

La tratta in questione fa parte della linea che si estende tra le stazioni di Bari Centrale e Matera Sud per circa 74,5 km toccando i comuni di Bari, Modugno, Bitetto, Palo del Colle, Binetto, Grumo Appula, Toritto, Altamura e Matera.

In generale la linea presenta curve con raggio di curvatura fino a 100 m e pendenze in ascesa che arrivano fino al 30‰. L’armamento è costituito in prevalenza da rotaie UNI 36 kg/m posate su traverse biblocco in c.a., fanno eccezione la tratta Venusio-Matera Villa Longo in cui le rotaie di tipo UNI 36 kg/m sono posate su traverse in legno e le tratte Modugno-Toritto e Marinella-Venusio in cui, a seguito di recenti interventi di ammodernamento, l’armamento è costituito da binari UNI 50 kg/m e traverse in c.a.

Attualmente sono in corso i lavori:

- per il raddoppio della tratta Bari Policlinico- Bari S. Andrea;
- per il raddoppio della tratta Modugno- Palo del Colle;
- per l’interramento dei binario nella stazione di Modugno;
- per il raddoppio selettivo nella stazione di Venusio;
- per il raddoppio selettivo nella stazione di Mellitto;

Sono inoltre in fase di progettazione i seguenti interventi:

- Raddoppio della tratta Palo del colle – Grumo Appula;
- Raddoppio della tratta Grumo Appula- Toritto;
- Interramento di Modugno, secondo stralcio.

L’intervento di rinnovo della tratta in questione risulta, quindi, indispensabile per il raggiungimento degli obiettivi prefissati dalla società.

Le velocità di fiancata della linea nel tratto interessato dal progetto variano tra 80 e 20km/h (in corrispondenza della travata metallica di scavalco al fascio RFI).

La presente relazione illustra il progetto esecutivo dei lavori necessari all’ ammodernamento dell’armamento ferroviario tra le progressive al km 0+000 e al km 0+360.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.P.R. 06.06.2001, n. 380 “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”.
- D. Lgs. 27.12.2002, n. 302 “Modifiche ed integrazioni al d.P.R. 8 giugno 2001, n. 327, recante testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità”.
- D. Lgs. 03.04.2006, n. 152 “Testo unico delle norme in materia ambientale”.
- D. Lgs. 18.04.2016 n. 50/2016 e s.m.i. “Codice dei contratti pubblici”.

- D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE». (G.U. n. 288 del 10 dicembre 2010)
- D. M. 17.01.2018, “Norme tecniche per le costruzioni” ;
- Circolare esplicativa 21/01/2019 n. 7/C.S.LL.PP.
- D.P.R. 21.04.1993, n. 246 “Attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione”.
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81 - Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- Decreto ANSF n.1/2019 “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.”
- Norma Vel n.1.
- Specifiche Tecniche RFI applicabili.

3 INFRASTRUTTURA ATTUALE

La linea Bari-Matera è una infrastruttura ferroviaria a semplice binario, trazione diesel e scartamento ridotto pari a 950 mm che risale da Bari fino ad Altamura e da qui, lascia la linea che prosegue verso Gravina e Avigliano Lucania, arriva fino a Matera.

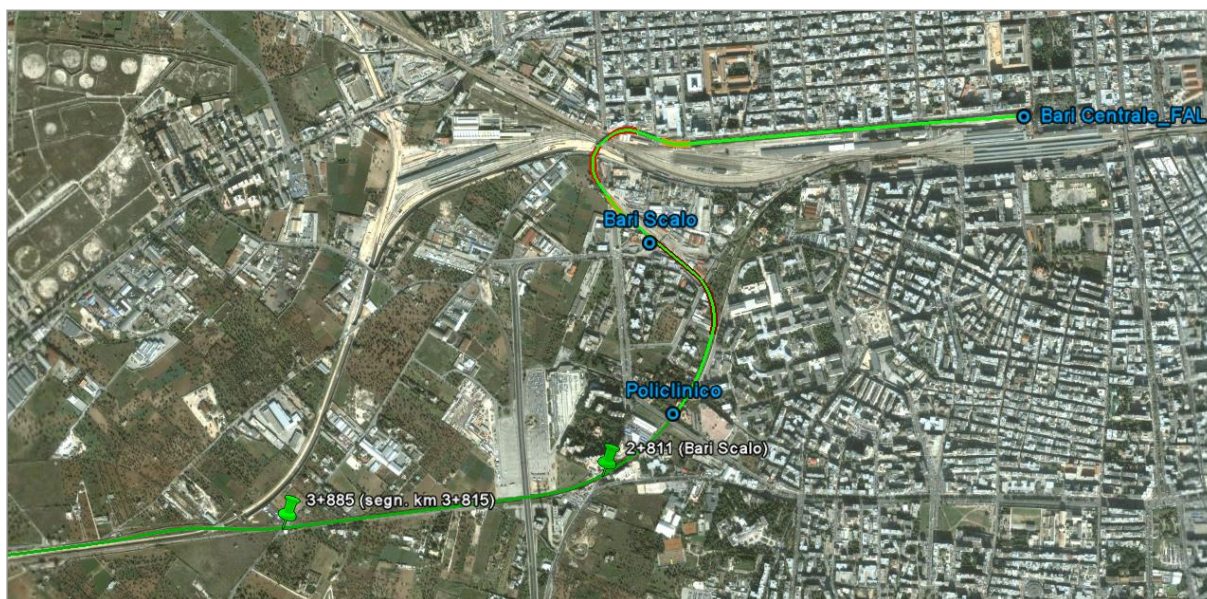


Figura 1. Rete FAL — Area urbana di Bari.

Nella tratta oggetto della presente progettazione, la linea è caratterizzata da armamento costituito da rotaie tipo 36 UNI posate su traverse in c.a. biblocco con attacchi nablà allettate nella massiciata, saltuariamente, in corrispondenza di punti singolari e sulla travata metallica sono presenti traverse in legno Azobè; il ballast è di 2 ^ categoria.

Le principali problematiche riscontrabili e riconducibili alla tipologia di armamento sono la rottura delle caviglie, nel caso di traverse in legno, e problemi di sghebo e di rottura dei punti di attacco delle barre in acciaio nel caso delle traverse biblocco, anche dovuti ai raggi stretti delle curve.

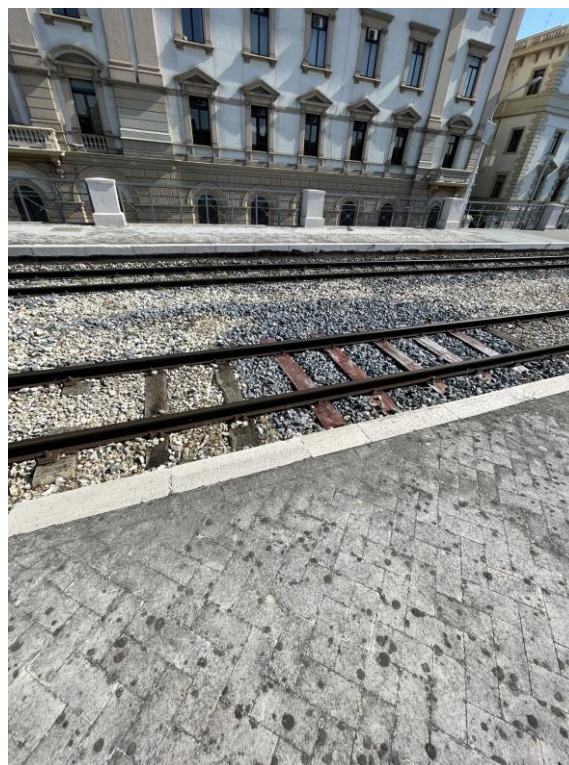
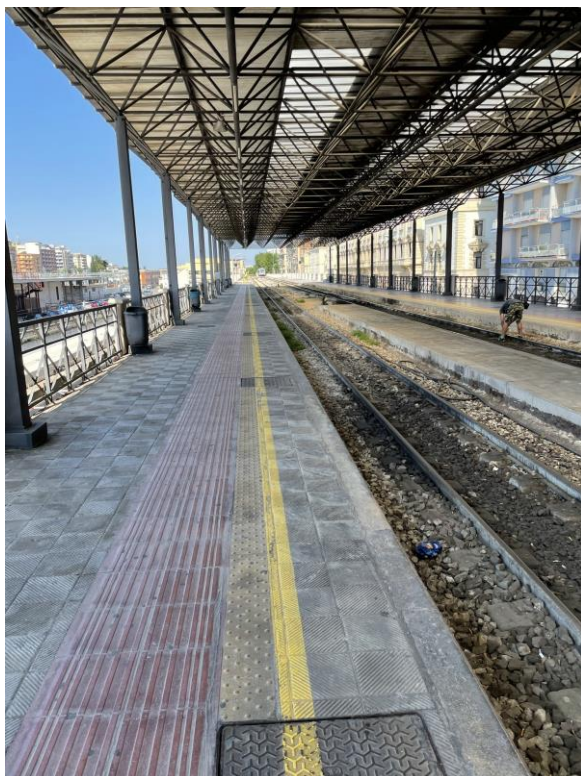


Figura 2. Armamento esistente

Dalla progressiva Km 0+000 alla progressiva km 0+360 il tracciato vede la presenza di due binari di stazione, e la presenza di due comunicazioni costituite da deviatori S36UNI-100-0.12.

La livelletta risulta in piano con lievi pendenze in corrispondenza del sovrappasso su Via Quintino Sella.

La piattaforma ferroviaria corre dal km 0+000 al Km 0+280 su un viadotto ad arco in muratura, dal km 0+280 al km 0+320 su un sovrappasso in c.a. con traverse longitudinali in azobè (in corrispondenza di Via Quintino Sella), dal km 0+320 al km 0+360 su viadotto in c.a.. Tutte le opere d'arte su menzionate sono risalenti all'epoca di costruzione della linea (primi decenni dal 1900).

4 INTERVENTI IN PROGETTO

Il progetto prevede i seguenti interventi:

- 1) Rinnovo del binario mediante demolizione del binario esistente e successiva costruzione di binario, tra le progressive al km 0+000 e km 0+360, e costituzione della Lunga Rotaia Saldata sul tratto oggetto di rinnovo.
- 2) Rifacimento dell'impermeabilizzazione sulle opere d'arte esistenti.
- 3) Intervento puntuale sul sovrappasso tra le progressive km 0+280 e 0+320.

4.1 Interventi sulla geometria del binario

Il binario, affinché possa avere le caratteristiche di sicurezza, necessita di una serie di interventi dei quali si è data breve descrizione al precedente capitolo.

Nella nuova progettazione, sono stati rispettati i parametri dettati dalla norma VEL n.1 e dal Decreto ANSF n.1/2019.

Le scelte delle caratteristiche cinematiche - geometriche del nuovo binario rinnovato, sono state condizionate dai seguenti vincoli:

- Sede a disposizione;
- Opere d'arte esistenti;
- Logiche e scenari di funzionamento degli impianti IS;
- Esigenze di esercizio delle Ferrovie Appulo Lucane

L'analisi dei dati geometrici rilevati, incrociati con le informazioni ottenute dallo studio dei profili storici e dei libretti delle curve della linea ferroviaria, ha permesso di ottimizzare la geometria del binario tradotta negli elaborati grafici progettuali.

Lo studio effettuato ha permesso di rispettare i parametri normativi.

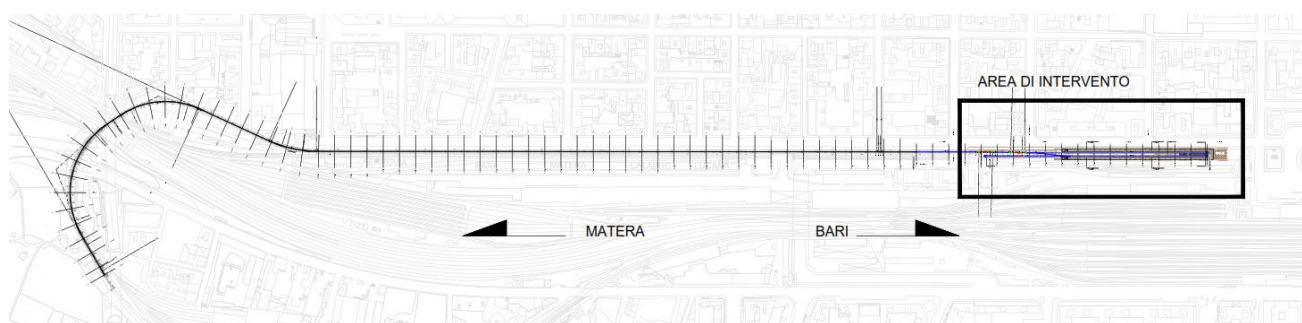


Figura 3. Stralcio Planimetrico di Progetto

Dal punto di vista altimetrico, vista la conformazione del binario attuale e la presenza lungo la quasi totalità del tratto interessato di opere d'arte, saranno mantenute con qualche leggera modifica le pendenze esistenti, caratterizzate da un tratto orizzontale in corrispondenza della zona di stazione e successivamente da livellette con un valore massimo pari al 3,43%.

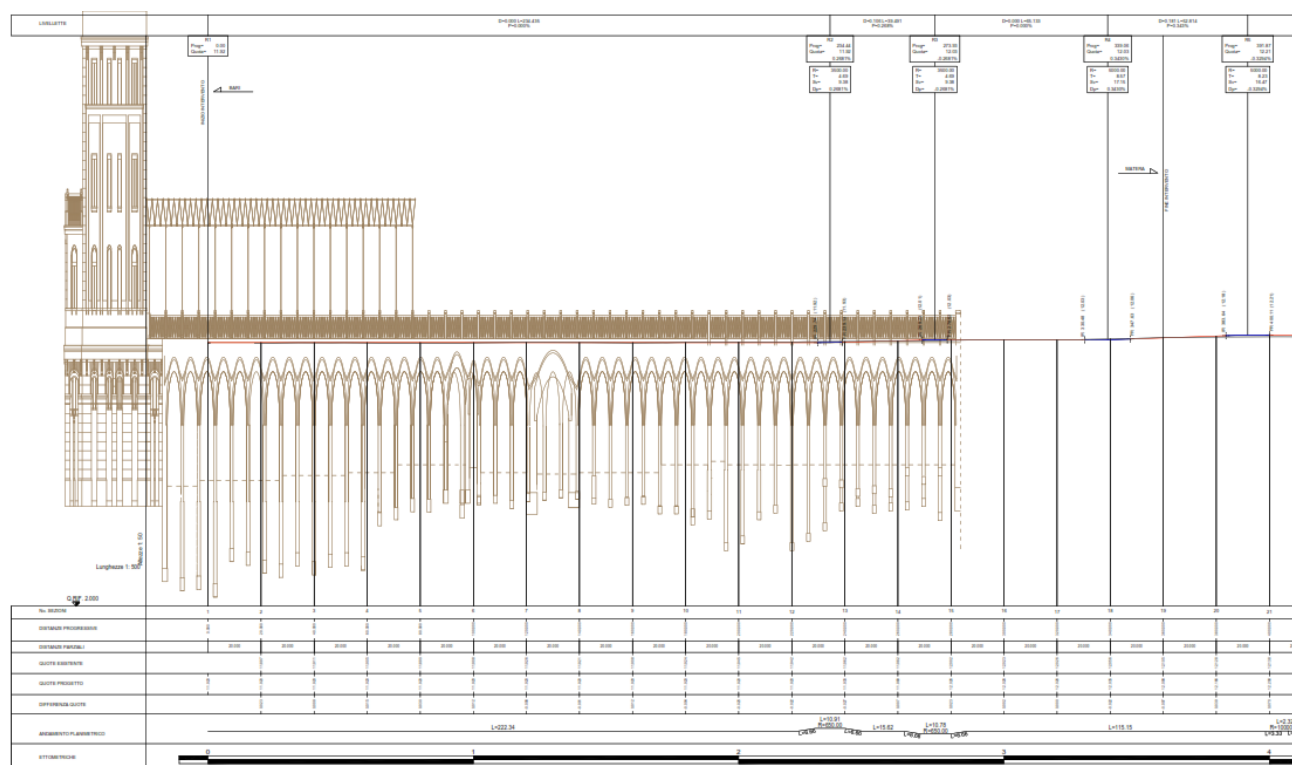


Figura 4. Profilo di Progetto

In corrispondenza della zona di Stazione sono presenti 2 binari, a servizio di due marciapiedi esistenti (h su p.f. +0.25m). Tali marciapiedi saranno oggetto di un intervento di rifacimenti e innalzamento a +0.49m sul piano del ferro previsto in altro appalto.

Per quanto riguarda il dispositivo di armamento nella zona di stazione, il presente progetto prevede:

- Rinnovo di entrambi i binari;
- Demolizione di n. 4 deviatori esistenti S36UNI-100-0.12 (2 comunicazioni);
- Costruzioni di n. 2 deviatori S50UNI -106.80-0.12 (1 comunicazione) tra le progr. 0+180 e 0+220 circa;
- Rinnovo del tronchino di sicurezza in prolungamento del 2 ^ binario;
- Montaggio di n. 3 paraurti ad azione frenante.

4.2 Lavori all'Armamento

Come detto in precedenza il progetto prevede il rinnovo del binario dal km 0+000 al km 0+360.

L'armamento previsto per il rinnovo è del tipo tradizionale su ballast a scartamento 950 mm, con rotaie 50E5 UNI conformi alla norma UNI EN 13674-1 e traverse monoblocco in cemento.

L'armamento di nuova realizzazione sarà costituito da rotaie 50E5 (ex 50 UNI) e attacchi elastici su traverse monoblocco 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.

4.2.1 Peculiarità dell'armamento

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 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 c/ombinazione 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.

Dosaggio cemento Portland 425	420 kg/mc
tipo aggregati	Lapidei di frantoio
Diametro massimo aggregato	20 mm
Pezzature	0/3-3/8-8/12-15/20
Acqua di impasto aggiunta	80l/mc
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 1: COMPONENTI 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	$10 \div 40 \text{ mm}$
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

TABELLA 2: CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

4.2.2 Fasi delle lavorazioni

Il corretto montaggio del rampone Skl 14, corrispondente ad una coppia di serraggio del chiavardino 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 almetrica prevederà lo spessoramento della piastra di sottorotaia sino a + 5 mm con incrementi di 1 mm, mentre per incrementi complessivi di 5 e 10 mm si interverrà con spessori della sottopiastra e dei piastrini 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 $5 + 20 = 25 \text{ mm}$, 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 piastrini 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.

4.2.3 Pietrisco

Il pietrisco da impiegare per la formazione della massicciata deve essere conforme alla Specifica Tecnica RFI DTC INC SP IFS 010 B del giugno 2012, 1 ^ categoria.

4.2.4 Saldature

Saranno realizzate esclusivamente saldature con procedimento elettrico a scintillio. Solo nel caso di montaggio di deviatori e loro inserimento lungo linea e posa di giunti isolanti incollati saranno realizzate saldature con procedimento alluminotermico. Tutte le tipologie di saldature saranno eseguite rispettando le Istruzioni di seguito elencate.

4.2.4.1 SALDATURE ALLUMINOTERMICHE

Le saldature delle rotaie eseguite con procedimento alluminotermico devono essere eseguite con il procedimento PRL in conformità con l'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 sopra citata.

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

4.2.5 L.R.S.

Sarà realizzata la L.R.S senza soluzione di continuità.

La realizzazione della l.r.s. comporterà i seguenti vantaggi:

- Minori oneri di manutenzione al binario e mezzi rotabili;
- Migliore geometria del binario;
- Miglior confort di marcia;
- Maggiore prestazione di linea in termini di velocità di fiancata;
- La costruzione della L.R.S. sarà rispondente alla RFI TC AR IT AR 01 008 C del 12.03.2016

4.2.6 Regolazione Delle Tensioni

La regolazione delle tensioni interne delle lunghe rotaie saldate deve essere eseguita secondo le indicazioni della Istruzione Tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C del 12.03.2016.

4.2.7 Costruzione Di Binario

- a) Devono essere soddisfatte le seguenti prescrizioni.
- b) L'interasse fra le traverse deve essere rispettato con la tolleranza di ± 5 cm;
- c) Lo scartamento del binario deve rispettare le relative prescrizioni;

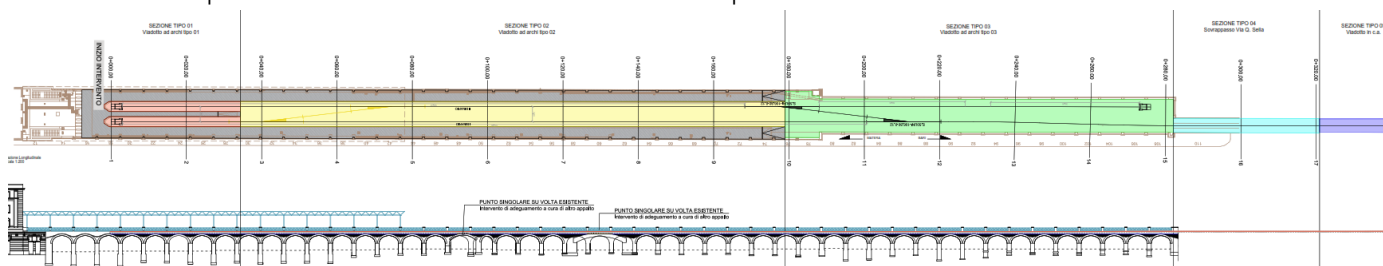
- d) Per la giunzione provvisoria fra le rotaie devono essere utilizzati ganasce e morsetti di serraggio; questi ultimi in numero di almeno due per giunzione;
- e) Le piastre sottorotaia devono essere collocate in posizione ben centrata;
- f) La massicciata deve essere conformata secondo le sezioni rappresentate nel disegno di riferimento;
- g) La rincalzatura deve essere realizzata con l'impiego di macchine rincalzatrici autolivellanti e autoallineanti di tipo pesante a vibrocompressione;
- h) Dopo l'ultimo alzamento (e conseguenti livellamento, allineamento, rincalzatura e compattazione dinamica), il binario deve trovarsi nella posizione teorica con tolleranze in quota di $+0 / -10$ mm e in assetto planimetrico ± 10 mm;
- i) A seguito dell'ultimo alzamento (e conseguenti livellamento, allineamento, rincalzatura e compattazione dinamica), devono essere eseguite le saldature fra le rotaie, costituendo il cosiddetto "nastro continuo";
- j) La regolazione delle tensioni interne deve essere eseguita come da specifica di riferimento;
- k) Dopo la costituzione della l.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.

4.3 Interventi alle opere civili

Contestualmente alla opere di rinnovo dell'armamento ferroviario sono previste lavorazioni alle opere civili sottobinario, tese a riqualificare ed impermeabilizzare la sede ferroviaria sottostante.

Gli interventi in particolare riguardano le seguenti opere d'arte sottobinario esistenti:

- Riqualificazione ed impermeabilizzazione Viadotto ad archi in muratura;
- Intervento di impermeabilizzazione e sostituzione dell'armamento del Sovrapasso in c.a. su Via Quintino Sella;
- Impermeabilizzazione del Viadotto storico a 108 campate in c.a..



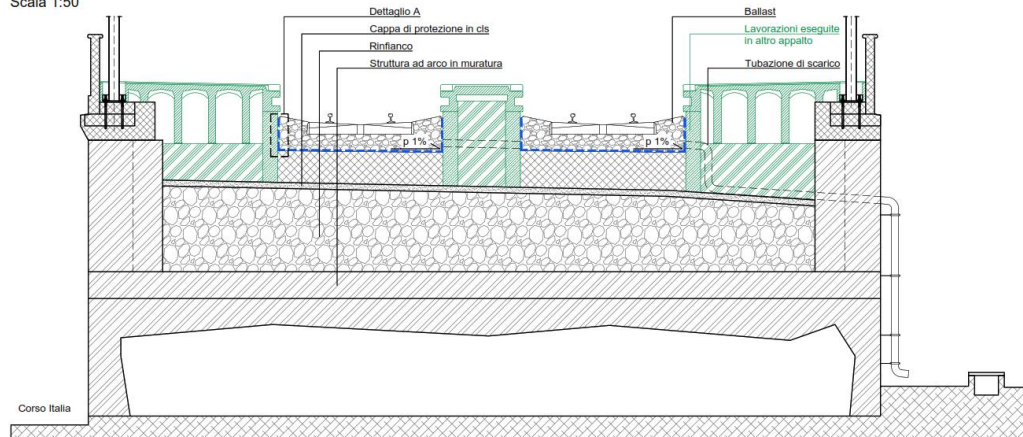
4.3.1 Riqualificazione ed impermeabilizzazione Viadotto ad archi in muratura;

In corrispondenza del Viadotto storico ad archi in muratura, l'intervento consiste nella riqualificazione ed impermeabilizzazione della sede sottostante. Sono state individuate 3 sezioni tipo di intervento:

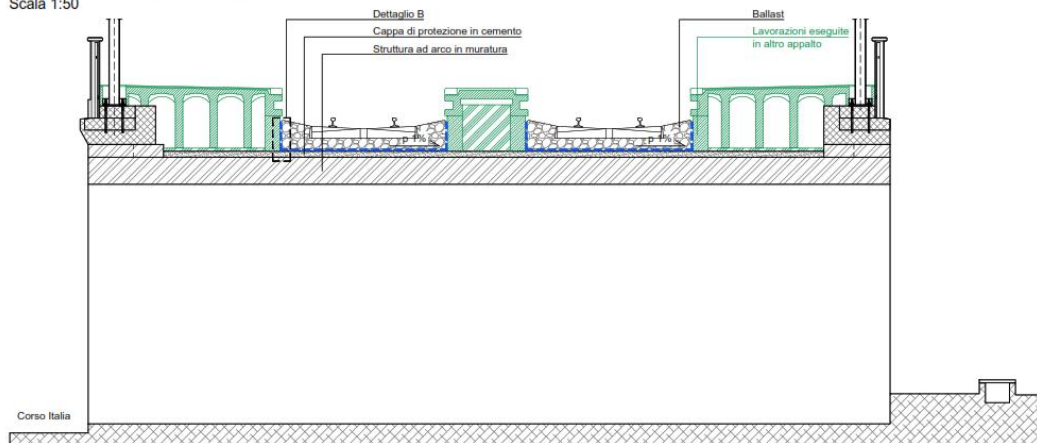
SEZIONE TIPO 01

In corrispondenza dei marciapiedi di stazione e del marciapiede centrale di servizio

SEZIONE TIPO 01
Viadotto ad archi in muratura - piedritti
Scala 1:50



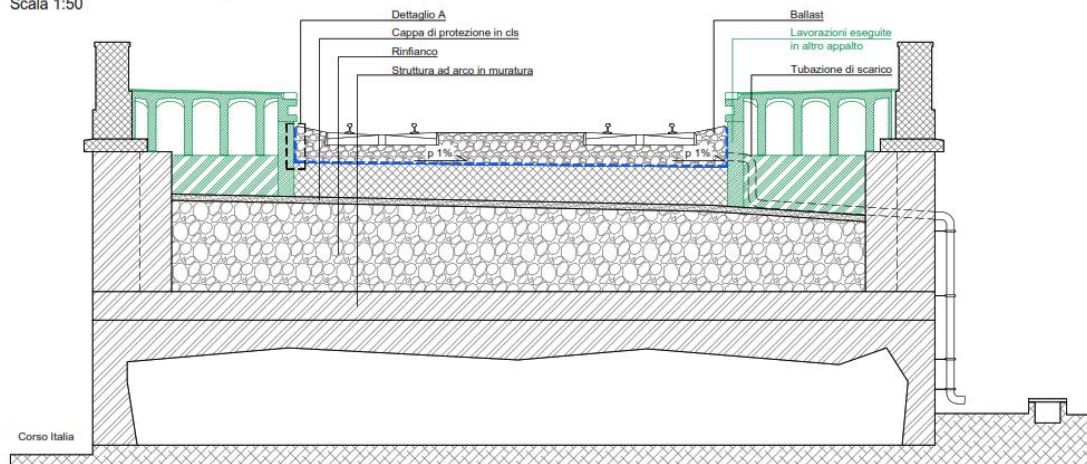
SEZIONE TIPO 01
Viadotto ad archi in muratura - chiave
Scala 1:50



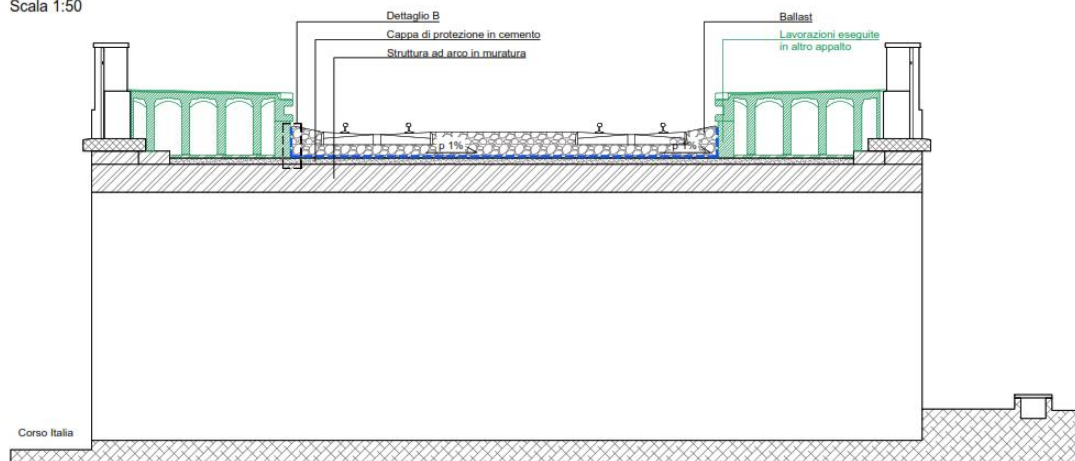
SEZIONE TIPO 02

In corrispondenza dei marciapiedi di stazione al di fuori della zona con marciapiede centrale di servizio

SEZIONE TIPO 02
Viadotto ad archi in muratura - piedritto
Scala 1:50



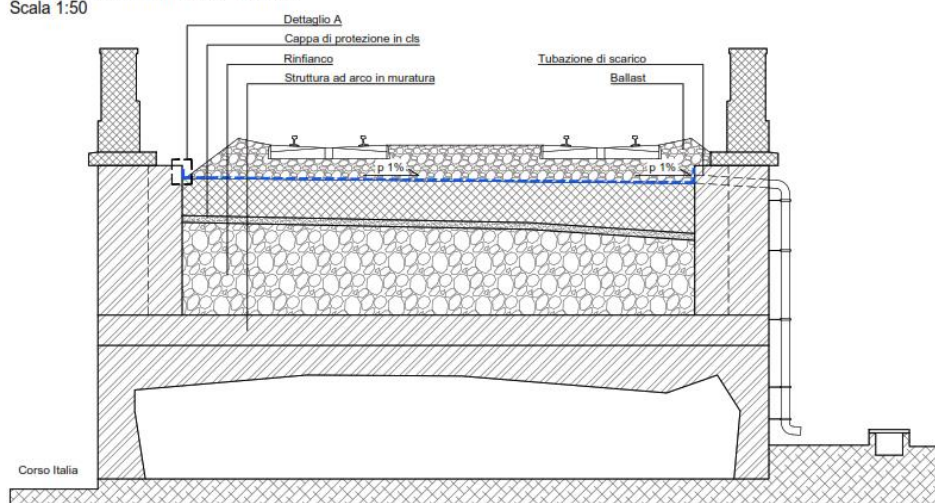
SEZIONE TIPO 02
Viadotto ad archi in muratura - chiave
Scala 1:50



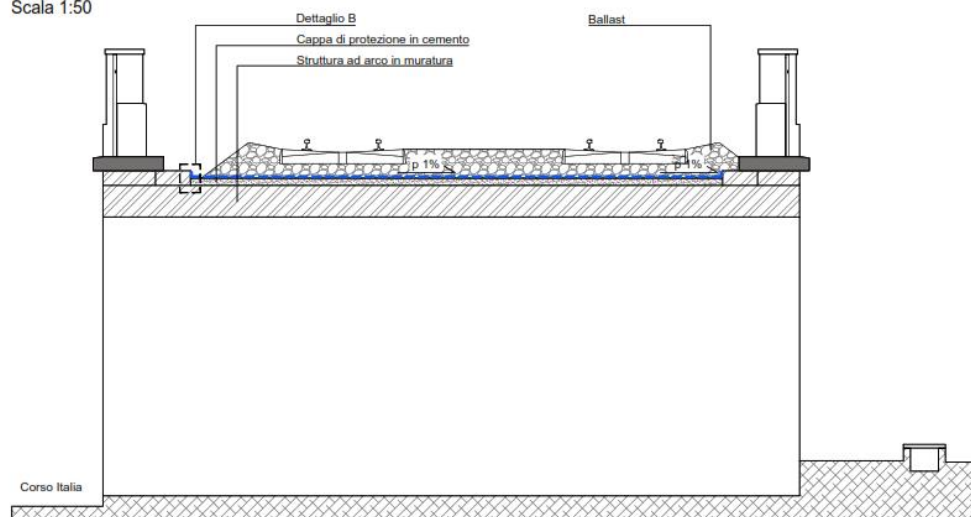
SEZIONE TIPO 03

Al di fuori della zona con marciapiedi

SEZIONE TIPO 03
Viadotto ad archi in muratura - piedritto
Scala 1:50

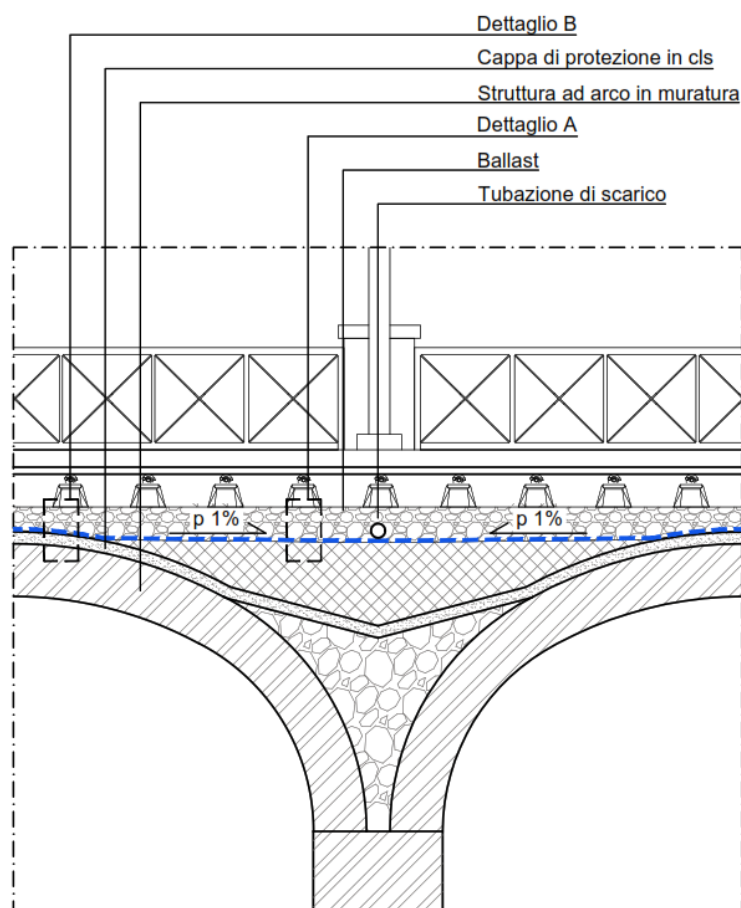


SEZIONE TIPO 03
Viadotto ad archi in muratura - chiave
Scala 1:50

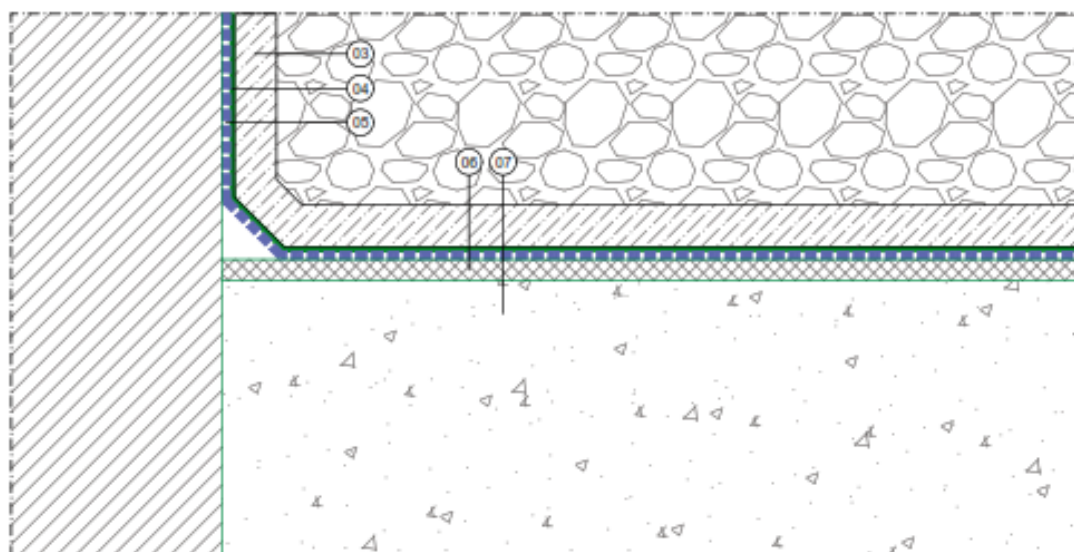
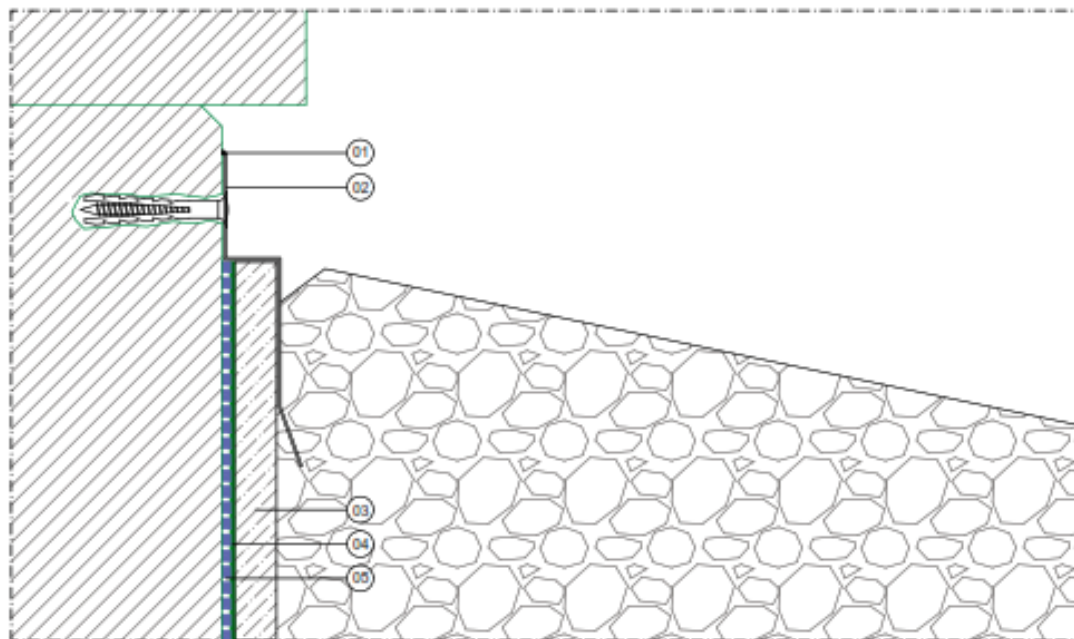


L'intervento di riqualificazione ed impermeabilizzazione consiste in:

- Rimozione della sede esistente fino alla cappa di protezione delle volte esistenti
- Riempimento in cls magro C12/15 gettato con pendenza longitudinale 1%, pendenza trasversale 1% fino alla quota di piattaforma di progetto;
- Realizzazione di strato di regolarizzare e pendenza con malta cementizia monocomponente semifluida ad elevatissime prestazioni meccaniche a ritiro compensato, fibrorinforzata e ad elevata duttilità per il ripristino ed il rinforzo di elementi in calcestruzzo; sp. 1cm;
- Applicazione di Membrana poliureica bicomponente, priva di solventi, da applicare a spruzzo con pompa bi-mixer ad alta pressione per la realizzazione in situ di un manto impermeabile per impalcati di ponti e viadotti, stradali e ferroviari, di nuova costruzione o esistenti; sp. 3mm
- Inserimento di Geotessile non tessuto 500g/mq;
- Inserimento di Materassino antivibrante in pannelli di spessore pari a 20 mm composto da fibre e granuli di gomma .SBR (Stirene Butadiene Rubber) selezionati e pressati a caldo con collante poliuretanico; densità di 600 kg/m³.



Dettaglio A
Scala 1:2

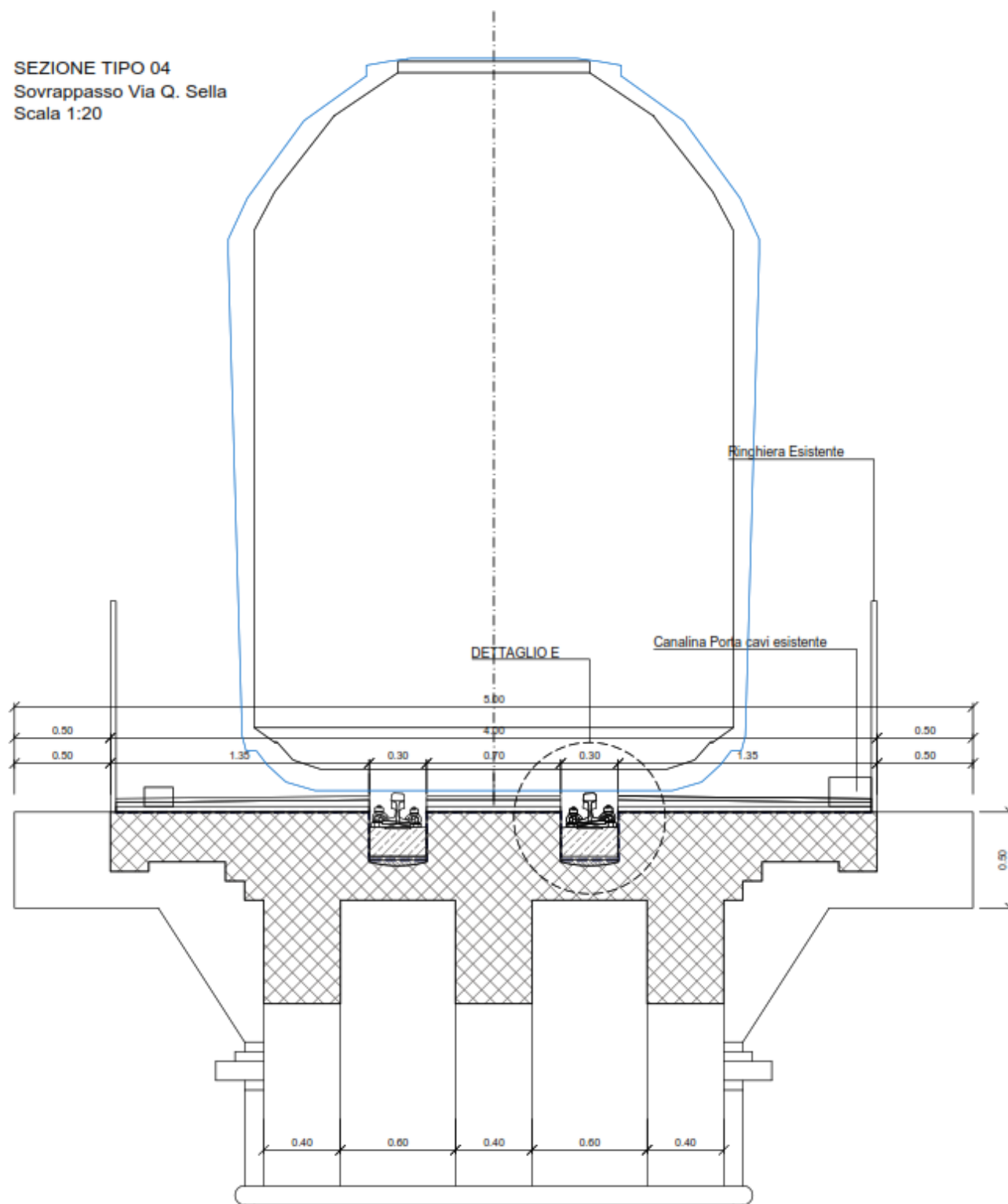


- 01 Sigillatura scossalina
- 02 Scossalina metallica 10/10
- 03 Materassino antivibrante in pannelli di spessore pari a 20 mm composto da fibre e granuli di gomma SBR (Stirene Butadiene Rubber) selezionati e pressati a caldo con collante poliuretanico; densità di 600 kg/m³
- 04 Geotessile non tessuto 500g/m²
- 05 Membrana poliureica bicomponente, priva di solventi, da applicare a spruzzo con pompa bi-mixer ad alta pressione per la realizzazione in situ di un manto impermeabile per impalcati di ponti e viadotti, stradali e ferroviari, di nuova costruzione o esistenti; sp. 3mm

4.3.2 Intervento di impermeabilizzazione e sostituzione dell'armamento del Sovrappasso in c.a. su Via Quintino Sella;

In corrispondenza del sovrappasso in c.a. su via Quintino Sella l'intervento prevede la sostituzione dell'armamento, riqualificazione e impermeabilizzazione del viadotto.

SEZIONE TIPO 04
Sovrappasso Via Q. Sella
Scala 1:20

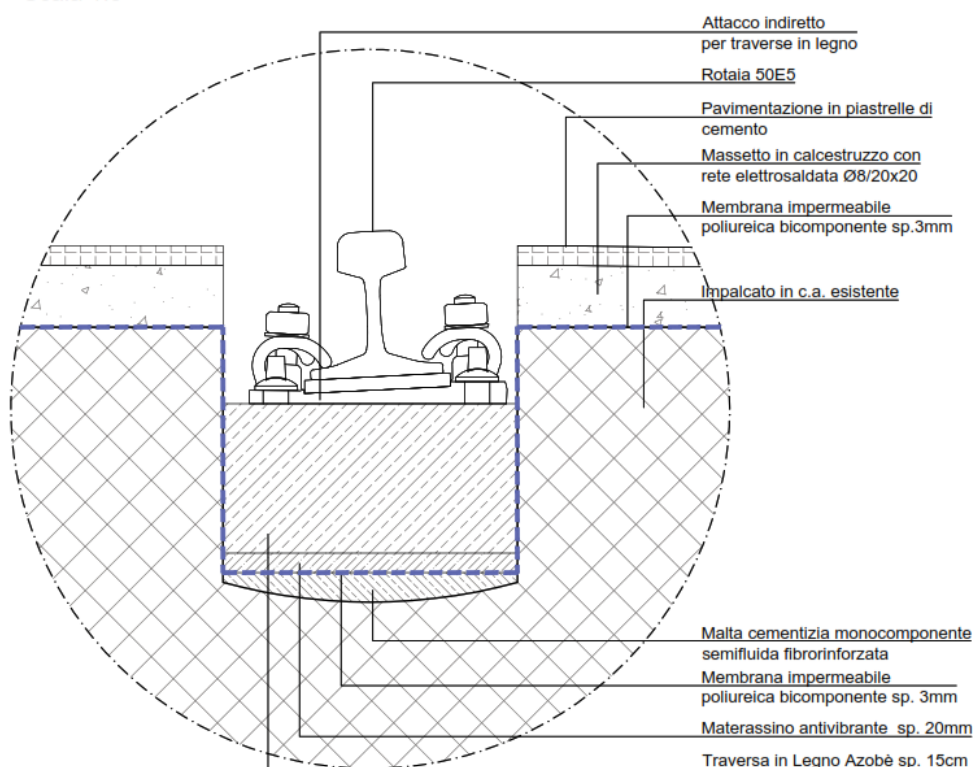


Nel dettaglio l'intervento prevede:

- Rimozione armamento;
- Demolizione impermeabilizzazione e pavimentazione esistente;
- Regularizzazione dei solchi di alloggiamento delle traverse longitudinali esistenti con malta cementizia monocomponente semifluida fibrorinforzata

- Applicazione di Membrana impermeabile poliureica bicomponente sp. 3mm su tutto l'impalcato;
- Inserimento di Materassino antivibrante sp. 20mm nei solchi esistenti;
- Inserimento di traverse longitudinali in azobè spessore 15cm;
- Costruzione di binario con attacchi indiretti per traverse in legno;
- Realizzazione di massetto in calcestruzzo con rete elettrosaldata Ø8/20x20
- Posa di pavimentazione in piastrelle di cemento.

Dettaglio E
Scala 1:5

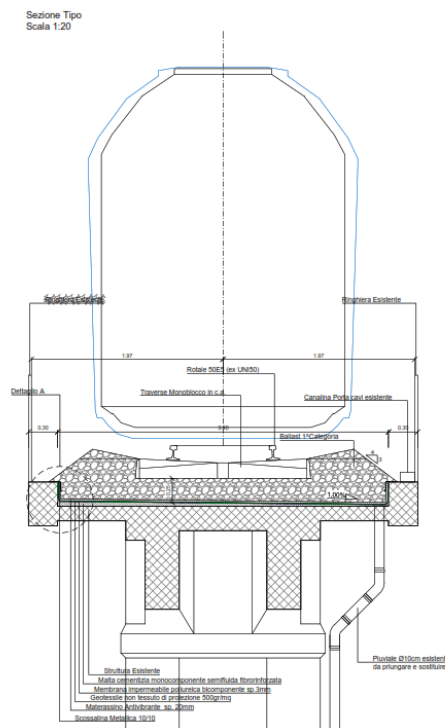


4.3.3 Impermeabilizzazione del Viadotto storico a 108 campate in c.a.

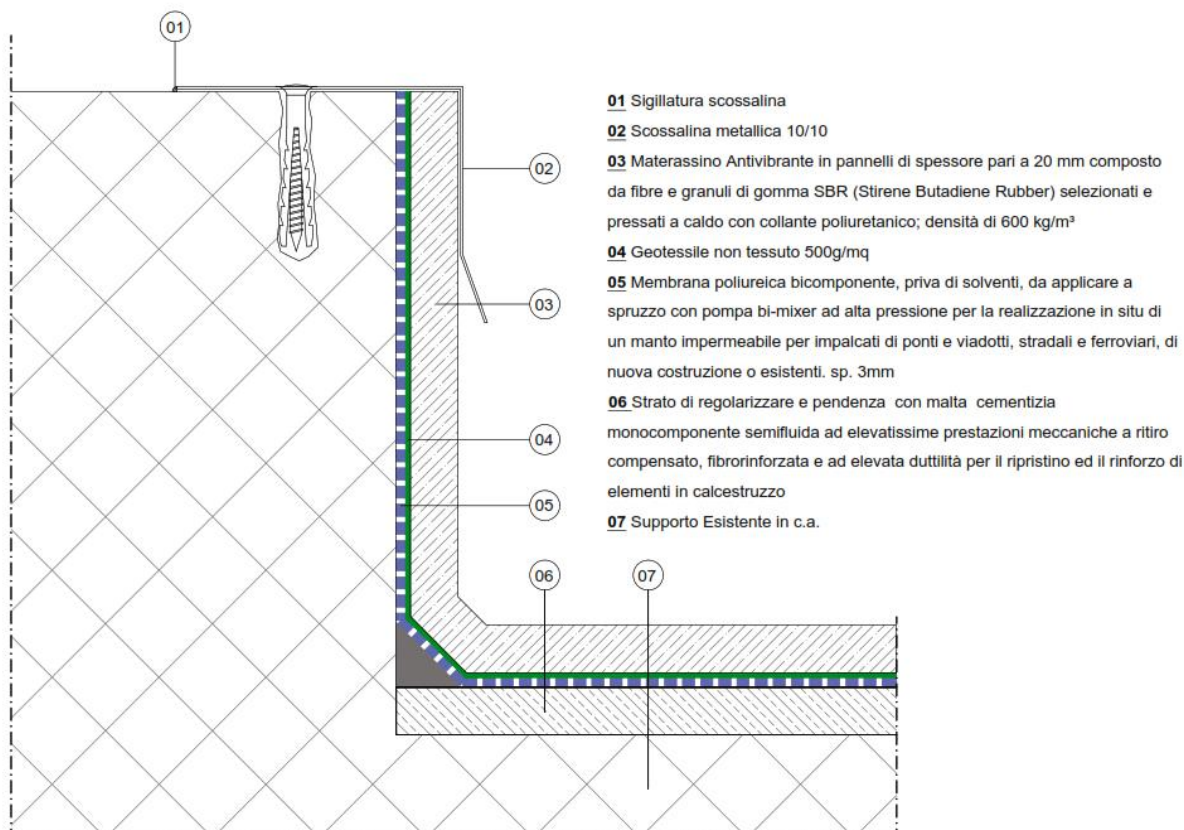
Il progetto prevede il rifacimento dell'impermeabilizzazione del viadotto storico tra le progressive km 0+320,00 e 0+360,00.

L'intervento di impermeabilizzazione prevede:

- Demolizione dell'impermeabilizzazione esistente,
- Idropulizia del supporto con l'obiettivo di eliminare eventuali residui e impurità;
- Realizzazione di uno strato di malta cementizia monocomponente fibrorinforzata con l'obiettivo di riqualificare e regolarizzare il supporto (pendenza 1%), previa applicazione di apposito primer 32/96;
- Applicazione di membrana poliureica bicomponente, priva di solventi, da applicare a spruzzo con pompa bi-mixer ad alta pressione per la realizzazione in situ di un manto impermeabile di spessore pari a 3mm, previa applicazione di un primer epossidico al quarzo;
- Posa di geotessile non tessuto di protezione 500gr/m²;
- Posa di Materassino Antivibrante in pannelli di spessore pari a 20 mm composto da fibre e granuli di gomma SBR (Stirene Butadiene Rubber) selezionati e pressati a caldo con collante poliuretano; densità di 600 kg/m³;
- Posa di scossaline, giunti e pluviali.



Dettaglio A - Impermeabilizzazione
Scala 1:2



Dettaglio B - Giunti
Scala 1:2

01 Supporto Esistente in c.a.

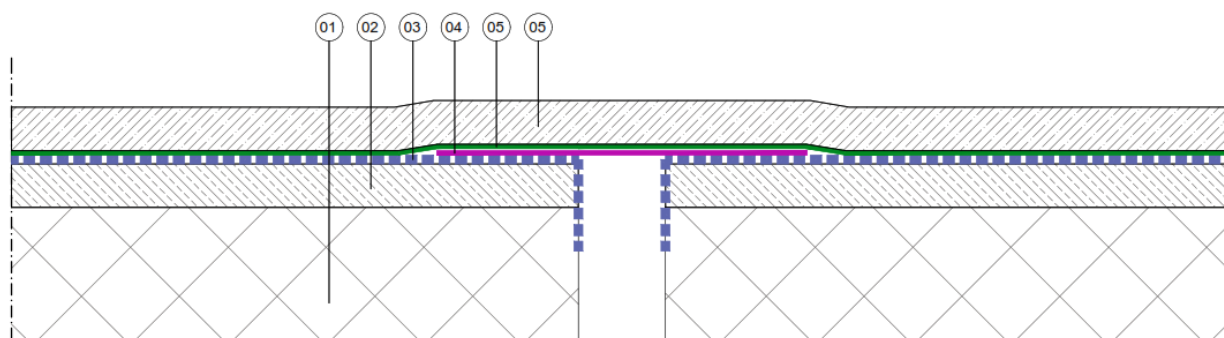
02 Strato di regolarizzare e pendenza con malta cementizia monocomponente semifluida ad elevatissime prestazioni meccaniche a ritiro compensato, fibrorinforzata e ad elevata duttilità per il ripristino ed il rinforzo di elementi in calcestruzzo sp.medio 1-4 cm

03 Membrana poliureica bicomponente, priva di solventi, da applicare a spruzzo con pompa bi-mixer ad alta pressione per la realizzazione in situ di un manto impermeabile per impalcati di ponti e viadotti, stradali e ferroviari, di nuova costruzione o esistenti. sp. 3mm

04 Nastro in TPE per la sigillatura e l'impermeabilizzazione elastica di giunti di dilatazione e fessure soggette a movimenti.

05 Geotessile non tessuto 500g/mq

06 Materassino Antivibrante in pannelli di spessore pari a 20 mm composto da fibre e granuli di gomma SBR (Stirene Butadiene Rubber) selezionati e pressati a caldo con collante poliuretanico; densità di 600 kg/m³



5 REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI ARMAMENTO FERROVIARIO

Come detto in precedenza il progetto prevede il rinnovo del binario dal km 0+000 al km 0+360.

L'armamento previsto per il rinnovo è del tipo tradizionale su ballast a scartamento 950 mm, con rotaie 50E5 UNI conformi alla norma UNI EN 13674-1 e traverse monoblocco in cemento.

L'armamento di nuova realizzazione sarà costituito da rotaie 50E5 (ex 50 UNI) e attacchi elastici su traverse monoblocco 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.

Nei paragrafi seguenti saranno esposti i principi informativi adottati per la determinazione delle caratteristiche geometriche e cinematiche del tracciato, nel rispetto di quanto previsto dalla normativa VEL n.1 e UNIFER per le ferrovie leggere, la Circolare L.41/343/7.1 del 28 aprile '87, e il Decreto ANSF n.1/2019 **"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"** nonché tenendo in considerazione le esigenze connesse all'esercizio ed alla manutenzione.

5.1.1 Criteri di progetto

I criteri utilizzati al fine di una corretta geometrizzazione del tracciato, nel rispetto di quanto previsto dalla normativa VEL n.1 e Decreto ANSF n. 1/2019, nonché tenendo in considerazione le esigenze connesse all'esercizio ed alla manutenzione sono qui elencati:

Impiego di raccordi planimetrici parabolici;

Nel caso di due curve susseguenti e di senso opposto possono essere attestati o posti a distanza.

Accelerazione trasversale non compensata $\leq 0,60 \text{ m/s}^2$ (rango A);

Sopraelevazione $\leq 110 \text{ mm}$;

Pendenza longitudinale dei raccordi planimetrici $\leq 2 \text{ ‰}$;

Contraccollo $\leq 0,45 \text{ m/s}^3$;

Raccordi verticali $\geq 2000\text{m}$;

Scartamento = 950 mm. Questo valore si riferisce a curve con raggio $> 650 \text{ m}$.

Per curve di raggio inferiore, lo scartamento.

o viene aumentato secondo i valori riportati nella tabella seguente, al fine di favorire l'inserimento in curva dei veicoli:

Raggio	Scartamento
$> 650 \text{ m}$	950 mm
da 650 m a 551 m	955 mm
da 550 m a 451 m	960 mm
da 450 m a 351 m	965 mm
da 350 m a 251 m	970 mm
da 250 m a 151 m	975 mm
$< 150 \text{ m}$	980 mm

Le velocità utilizzate nella progettazione, considerando le curve esistenti e l'ambito di stazione, sono:

Velocità di progetto riferita al Rango A:

40km/h

Le planimetrie di progetto dell'armamento riportano, per ogni curva, i dati geometrici e di velocità della linea.

Si riportano in seguito, per ogni curva, i dati geometrici e cinematici delle stesse e le verifiche di rispetto dei limiti imposti dal decreto ANSF n. 1/2019.

5.1.2 Accelerazione centrifuga non compensata

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

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

da cui:

$$A_{nc} = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot R} - h \cdot \frac{g}{s} = \frac{V^2}{3.6^2 \cdot R} - 0.00962h$$

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 = $9,81 \text{ m/s}^2$;

A_{nc} = accelerazione non compensata (m/s^2)

Nota: 3.6 è il fattore di conversione da m/s a km/h

5.1.3 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:

$$\psi = \frac{V \cdot A_{nc}}{3.6 \cdot L}$$

L'unità di misura è $[m/s^3]$.

5.1.4 Velocità di sollevamento

La velocità di sollevamento è definita come la velocità verticale con la quale si muove la ruota esterna del veicolo percorrendo il raccordo di sopraelevazione e vale:

$$V_s = \frac{V \cdot P(\%)}{3.6}$$

5.1.5 Velocità limite di percorrenza della curva (Velocità di rango):

La velocità di rango è la velocità alla quale può essere percorsa una tratta con valori prefissati dei parametri meccanici e dinamici dei rotabili, senza sollecitazioni nocive sull'infrastruttura. Si definisce velocità limite in curva, quella velocità che determina un'accelerazione non compensata A_{nc} (m/sec^2) con una sopraelevazione (reale o ipotizzata) di h (mm).

Si ricava:

$$V_{lim} = 3.6 \cdot \sqrt{R \cdot (A_{nc} + 0.00962 \cdot h)}$$

Si riporta di seguito una tabella che, applicando la suddetta formula, definisce le massime velocità di rango in relazione a:

Accelerazione non compensata;

Sopraelevazione;

Raggio della curva.

Sopraelevazione (mm)	Rango A (Treni merci con $A_{nc}=0.6$ m/s^2)	Rango B (Treni viaggiatori con $A_{nc}=0.8$ m/s^2)	Rango C (Treni viaggiatori con $A_{nc}=1.0$ m/s^2)
$h=110$	$V_{lim} = 4,64 \cdot \sqrt{R}$	$V_{lim} = 4,90 \cdot \sqrt{R}$	$V_{lim} = 5,16 \cdot \sqrt{R}$
$h=100$	$V_{lim} = 4,50 \cdot \sqrt{R}$	$V_{lim} = 4,77 \cdot \sqrt{R}$	$V_{lim} = 5,04 \cdot \sqrt{R}$
$h=65$	$V_{lim} = 3,98 \cdot \sqrt{R}$	$V_{lim} = 4,30 \cdot \sqrt{R}$	$V_{lim} = 4,59 \cdot \sqrt{R}$

Le velocità così calcolate, devono poi essere arrotondate, per eccesso o per difetto al più prossimo multiplo di 5 km/h, scegliendo quello successivo se il risultato matematico supera di 2,5 km/h il multiplo precedente.

Per le Ferrovie Appulo Lucane si farà riferimento al solo rango A.

5.1.6 Verifica Curve

Si riportano le verifiche delle curve, la numerazione adottata è quella desumibile dal libretto delle curve in uso presso FAL:

Curva 1					
		VEL	max - VEL n.1	max - ANSF	
R	m	650,0			
h	mm	10			
p	%	1,50	3,00	3,00	SI
L	m	6,66			
Va	km/h	40,00		80	SI
Vb	km/h	45,00		100	SI
Vc	km/h	45,00		140	SI
Contracc. A		0,156	0,45	0,45	SI
Contracc. B		0,271	0,45	0,45	SI
Contracc. C		0,271	0,45	0,45	SI
Rotazione A		0,016	0,078	0,078	SI
Rotazione B		0,018	0,078	0,078	SI
Rotazione C		0,018	0,078	0,078	SI
Acc.non comp A	m/sec2	0,094	0,60	0,60	SI
Acc.non comp B	m/sec2	0,144	0,80	0,80	SI
Acc.non comp C	m/sec2	0,144	1,00	1,00	SI
Eccesso di Sopraelevazione	mm	9,754		68,00	SI
Insufficienza di Sopraelevazione	mm	14,995		104,00	SI
Sopraelevazione Regolamentare	mm	14,196			
Raggio Minimo	m	137,808			SI

Curva 2					
		VEL	max - VEL n.1	max - ANSF	
R	m	650,0			
h	mm	10			
p	%	1,50	3,00	3,00	SI
L	m	6,66			
Va	km/h	40,00		80	SI
Vb	km/h	45,00		100	SI
Vc	km/h	45,00		140	SI
Contracc. A		0,156	0,45	0,45	SI
Contracc. B		0,271	0,45	0,45	SI
Contracc. C		0,271	0,45	0,45	SI

Rotazione A		0,016	0,078	0,078	SI
Rotazione B		0,018	0,078	0,078	SI
Rotazione C		0,018	0,078	0,078	SI
Acc.non comp A	<i>m/sec2</i>	0,094	0,60	0,60	SI
Acc.non comp B	<i>m/sec2</i>	0,144	0,80	0,80	SI
Acc.non comp C	<i>m/sec2</i>	0,144	1,00	1,00	SI
Eccesso di Sopraelevazione	<i>mm</i>	9,754		68,00	SI
Insufficienza di Sopraelevazione	<i>mm</i>	14,995		104,00	SI
Sopraelevazione Regolamentare	<i>mm</i>	14,196			
Raggio Minimo	<i>m</i>	137,808			SI

5.1.7 Peculiarità dell'armamento

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 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.

Dosaggio cemento Portland 425

420 kg/mc

tipo aggregati	Lapidei di frantoio
Diametro massimo aggregato	20 mm
Pezzature	0/3-3/8-8/12-15/20
Acqua di impasto aggiunta	80l/mc
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 1: COMPONENTI 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	$10 \div 40 \text{ mm}$
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

TABELLA 2: CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

5.1.8 Fasi delle lavorazioni

Il corretto montaggio del rampone Skl 14, corrispondente ad una coppia di serraggio del chiavardino 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 complessivi di 5 e 10 mm si interverrà con spessori della sottopiastra e dei piastrini 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 $5 + 20 = 25 \text{ mm}$, 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 piastrini 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.

5.1.9 Pietrisco

Il pietrisco da impiegare per la formazione della massicciata deve essere conforme alla Specifica Tecnica RFI DTC INC SP IFS 010 B del giugno 2012, 1 ^ categoria.

5.1.10 Deviatoi

E' prevista la fornitura e montaggio di n. 2 deviatoi del tipo S50U/106,8/0,12 avente le caratteristiche seguenti:

- Lunghezza totale 19086 mm.
- Lunghezza deviata 10200 mm.
- Lunghezza di ingresso 8886 mm.
- Lunghezza deviata 1218 mm.
- Tangente 0,12.
- Raggio di curvatura del ramo deviato pari a 106,80 m.
- Traverse in cemento di larghezza 28 o 30 cm e lunghezza 1800-
- Scartamento max 965 mm.
- Scartamento min 950 mm.
- Cuore retto, in acciaio pressofuso al manganese, o a barre di rotaie assemblate con chiavarde speciali ad alta resistenza.
- Angolo di uscita del cuore retto di $6^{\circ}23'50''$, ch consente di essere agevolmente inserito in comunicazione.
- Ago elastico.

La distanza tra le traverse è costante e pari a 0,6 m in tutto il deviatoio tranne che in corrispondenza della cassa di manovra, predisposta per il MOD L90, dove si ha una variazione di spartito per agevolare l'inserimento della cassa stessa. Tutte le rotaie sono poste verticalmente ed ancorate mediante attacchi indiretti con piastre simili a quelli del binario corrente. Gli innesti con le rotaie del binario corrente, inclinate di un ventesimo verso l'interno, vengono effettuati mediante torsione elastica di un tratto di circa 1,20 m, due traverse, realizzata con piastre intermedie inclinate di un quarantesimo. Velocità massima di percorrenza sul retto tracciato: nessuna limitazione, viene rispettata la velocità di linea. Velocità massima di percorrenza in deviata: 30 km/h.

5.1.11 Saldature

Saranno realizzate esclusivamente saldature con procedimento elettrico a scintillio. Solo nel caso di montaggio di deviatoi e loro inserimento lungo linea e posa di giunti isolanti incollati saranno realizzate saldature con procedimento alluminotermico. Tutte le tipologie di saldature saranno eseguite rispettando le Istruzioni di seguito elencate.

5.1.11.1 SALDATURE ALLUMINOTERMICHE

Le saldature delle rotaie eseguite con procedimento alluminotermico devono essere eseguite con il procedimento PRL in conformità con l'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 sopra citata.

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

5.1.12 L.R.S.

Sarà realizzata la L.R.S senza soluzione di continuità.

La realizzazione della l.r.s. anche in curve strette, previo inserimento di apposite traverse monoblocco opportunamente dimensionate e prodotte specificatamente per questo intervento, comporterà i seguenti vantaggi:

- Minori oneri di manutenzione al binario e mezzi rotabili;
- Migliore geometria del binario;
- Miglior confort di marcia;
- Maggiore prestazione di linea in termini di velocità di fiancata;
- La costruzione della L.R.S. sarà rispondente alla RFI TC AR IT AR 01 008 C del 12.03.2016

5.1.13 Regolazione Delle Tensioni

La regolazione delle tensioni interne delle lunghe rotaie saldate deve essere eseguita secondo le indicazioni della Istruzione Tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C del 12.03.2016.

5.1.14 Costruzione Di Binario

- l) Devono essere soddisfatte le seguenti prescrizioni.
- m) L'interasse fra le traverse deve essere rispettato con la tolleranza di ± 5 cm;
- n) Lo scartamento del binario deve rispettare le relative prescrizioni;
- o) Per la giunzione provvisoria fra le rotaie devono essere utilizzati ganasce e morsetti di serraggio; questi ultimi in numero di almeno due per giunzione;
- p) Le piastre sottorotaia devono essere collocate in posizione ben centrata;
- q) La massicciata deve essere conformata secondo le sezioni rappresentate nel disegno di riferimento;
- r) La rincalzatura deve essere realizzata con l'impiego di macchine rincalzatrici autolivellanti e autoallineanti di tipo pesante a vibrocompressione;
- s) Dopo l'ultimo alzamento (e conseguenti livellamento, allineamento, rincalzatura e compattazione dinamica), il binario deve trovarsi nella posizione teorica con tolleranze in quota di $+0 / -10$ mm e in assetto planimetrico ± 10 mm;
- t) A seguito dell'ultimo alzamento (e conseguenti livellamento, allineamento, rincalzatura e compattazione dinamica), devono essere eseguite le saldature fra le rotaie, costituendo il cosiddetto "nastro continuo";
- u) La regolazione delle tensioni interne deve essere eseguita come da specifica di riferimento;
- v) Dopo la costituzione della l.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.