



FERROVIE EMILIA ROMAGNA

**Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore: adeguamento della progettazione definitiva e coordinamento per sicurezza in fase di progettazione per la realizzazione del completamento dell'interramento della tratta urbana di Bologna della Linea SFM2 Bologna-Portomaggiore e Redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica relativo al raddoppio del binario tra la fermata di Bologna-Via Larga e la stazione di Budrio (CIG 754332765C).**

## PROGETTO DEFINITIVO



**OPERE CIVILI: TRACCIATO, GALLERIE E TRINCEE DI LINEA E MANUFATTI**

**TRACCIATO ED ARMAMENTO**

**RELAZIONE TECNICA**

CARTELLA N° 3.1

FER BP D T0 TRC GEN R 001\_0

DATA	CODICE RELAZIONE		REV.
31/10/2019	FER BP D T0	TRC GEN R 001	0

AGGIORNAMENTI						
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	Emissione Finale	31-10-19	R. Marzenta	Q.T. Thai Huynh	S. Eandi	V. Floria

<u>Responsabile del progetto e dell'integrazione fra le prestazioni specialistiche:</u>  <p align="center"><b>Ing. Vincenza Floria</b> Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino, n. 8042 (Firmato digitalmente)</p>	<u>Il Progettista:</u>  <p align="center"><b>Ing. Simone Eandi</b> Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo, n. 1418/A (Firmato digitalmente)</p>	<u>Il Responsabile Unico del Procedimento:</u>  <p align="center"><b>Ing. Fabrizio Maccari</b> (Firmato digitalmente)</p>
---	--	---

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>IL PROGETTO FERROVIARIO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE TRATTA T01 .....</b>	<b>3</b>
2.1.1	ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	3
2.1.2	ANDAMENTO ALTIMETRICO .....	6
<b>2.2</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOMETRICHE TRATTA T02 .....</b>	<b>9</b>
2.2.1	ANDAMENTO PLANIMETRICO.....	9
2.2.2	ANDAMENTO ALTIMETRICO .....	11
<b>3</b>	<b>SEZIONE TRASVERSALE .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1</b>	<b>Rotaie.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2</b>	<b>Traverse.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b>Organi D'attacco .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4</b>	<b>Ballast.....</b>	<b>14</b>
<b>3.5</b>	<b>Sagoma limite – Gabarit.....</b>	<b>15</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione è inquadrata nell'ambito dell'incarico di adeguamento della progettazione definitiva del completamento dell'interramento della Linea ferroviaria Bologna-Portomaggiore, volto all'eliminazione dei passaggi a livello nelle tratte urbane di Bologna tra Zanolini-Rimesse (Tratta 1) e S. Rita-Via Larga (Tratta 2).

L'obiettivo prioritario dell'intervento è quello di eliminare i 5 passaggi a livello urbani, presenti nelle due tratte da interrare, in corrispondenza delle vie: Paolo Fabbri, Libia, Rimesse, Cellini e Larga.

Le opere previste nel Progetto Definitivo sono circoscrivibili a due tratte funzionali, geograficamente distinte:



La Tratta T1 (Zanolini-Rimesse) è compresa tra le progressive 2+029,66 e 3+354,59 della linea, e prevede la realizzazione del completamento della galleria di Zanolini, già realizzata, la predisposizione per la nuova fermata Libia e l'adeguamento dell'esistente Fermata Rimesse

La Tratta T2 (S. Rita-Via Larga) è compresa tra le progressive 4+000,00 e 5+100,00. L'interramento comincia a pochi metri dalla fermata S. Rita, distanza utile per permettere il sotto-attraversamento di via Cellini e permetterne la riapertura al traffico veicolare. Sottopassato questo nodo ed il successivo sotto-attraversamento dell'autostrada A14, la trincea continua fino alla fermata via Larga, oltrepassando l'omonima via per poi riprendere il tratto in rampa per riconnettersi alla livelletta ferroviaria esistente in prossimità di via Barelli.

Il presente documento ha la finalità di illustrare le caratteristiche geometriche del tracciato ferroviario.

## 2 IL PROGETTO FERROVIARIO

Per il tracciamento plano-altimetrico si è fatto riferimento al “REGOLAMENTO (UE) N. 1299/2014 DELLA COMMISSIONE del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema <infrastruttura> del sistema ferroviario dell’Unione europea ed alla norma EN 13803 2017 “Applicazioni ferroviarie – Binario – Parametri di progettazione dei tracciati del binario – Scartamento del binario da 1435 mm e maggiore”.

### 2.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE TRATTA T01

Le principali modifiche introdotte dal presente progetto definitivo sono conseguenti alle prescrizioni del Comune di Bologna e della società HERA emerse durante la Conferenza dei Servizi; in particolare è stato richiesto di mantenere la condotta fognaria di Via Bentivogli nella posizione attuale mediante un intervento di relining (per dettagli su questo intervento si rimanda alla relazione sui sottoservizi FER\_BP\_D\_T0\_SOT\_GEN\_R\_001). Questo ha comportato, in corrispondenza della condotta, un abbassamento della livelletta ferroviaria di circa 1,3 metri rispetto al progetto originario.

Dal punto di vista planimetrico non è stato invece necessario apportare modifiche di rilievo.

Dalla pk 2+029,657 alla pk 3+354,592 la linea viene abbassata per l’interramento della fermata di via Libia e da questa inizia a risalire fino alla progressiva finale dove viene poi raccordata con l’esistente.

Dalla pk 2+084,00 alla pk 2+107,30 siamo in un tratto aperto, creato con lo scopo di dare discontinuità tra le due gallerie. Dalla pk 2+107,30 alla pk 2+432,49 il tratto è completamente in galleria artificiale. Dalla pk 2+432,49 alla pk 2+461,50 viene realizzata una galleria naturale a foro cieco per evitare lo spostamento della condotta di via Bentivogli, come richiesto dal gestore Hera in Conferenza dei Servizi. Dalla pk 2+461,50 alla pk 2+622,00 siamo in corrispondenza della fermata Libia. Dalla pk 2+799,00 inizia il tratto in trincea chiusa e finisce la galleria artificiale. Questo tratto termina alla pk 3+077,00, dove inizia la fermata Rimesse, la quale termina alla pk 3+237,00. L’ultimo tratto, dalla pk 3+237,00 alla pk 3+354,59, è caratterizzato da una trincea aperta con marciapiede (e via di esodo esteso) fino alla pk 3+323,46; tale soluzione ha lo scopo di contenere gli scavi ed evita di intervenire in modo significativo sulle scarpate esistenti.

#### 2.1.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

La planimetria del tracciato della tratta 01 viene illustrata nei seguenti punti:

- Il tracciato oggetto di intervento parte poco prima della fine della galleria esistente (poco dopo la Fermata Zanolini, in corrispondenza della progressiva 2+000,00 anche se l’intervento vero e proprio inizia dalla pk 2+029,657), là dove insiste una curva planimetrica verso sinistra (da Bologna a Portomaggiore), avente le seguenti caratteristiche:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
-----------	--------	-----------------------

Direzione	SX	-
Raggio Planimetrico	357,00 m	> 150 m
Sopraelevazione	80 mm	< 160 mm
Sviluppo	185,78 m	>30 m
Velocità di Progetto	75 km/h	-
Insufficienza di Sopraelevazione	105,92 mm	< 153 mm
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in entrata [dl/dt]	55,169 mm/s	<100 mm/s [valore limite eccezionale]
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in uscita [dl/dt]	9,732 mm/s	<55 mm/s
Pendenza del Raccordo di Uscita [dD/dl]	0	< 2,50 mm/m

- Segue una curva planimetrica avente le seguenti caratteristiche:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Direzione	SX	-
Raggio Planimetrico	355,215	> 150 m
Sopraelevazione	80 mm	< 160 mm
Sviluppo	159,73 m	> 30 m
Velocità di Progetto	75 km/h	-
Insufficienza di Sopraelevazione	106,86 mm	< 153 mm
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in entrata [dl/dt]	9,732 mm/s	<55 mm/s
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in uscita [dl/dt]	9,5278 mm/s	<55 mm/s
Pendenza del Raccordo di Uscita [dD/dl]	1,717 mm/m	< 2,50 mm/m

- A questo punto una curva di transizione di lunghezza pari a 17,47m abbassa la sopraelevazione fino al valore di 50mm, facendo così iniziare una terza curva circolare avente le seguenti caratteristiche:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Direzione	SX	
Raggio Planimetrico	402,643	> 150 m
Sopraelevazione	50 mm	< 160 mm

Sviluppo	48,865 m	> 30 m
Velocità di Progetto	75 km/h	-
Insufficienza di Sopraelevazione	114,85 mm	< 153 mm
Pendenza del Raccordo in Entrata [dD/dl]	1,717 mm/m	< 2,50 mm/m
Pendenza del Raccordo in Uscita [dD/dl]	1,895 mm/m	< 2,50 mm/m
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in entrata [dl/dt]	9,5278 mm/s	<55 mm/s
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in uscita [dl/dt]	90,687 mm/s	<100 mm/s [valore limite eccezionale]

- In corrispondenza di Via Bentivogli, passando attraverso una seconda curva di transizione di lunghezza pari a 26,384 m, si arriva ad un rettilineo di lunghezza pari a 24,195 m;
- In uscita dalla galleria naturale situata in corrispondenza di Via Bentivogli ed in imbocco alla predisposta Fermata Libia si diparte un'ulteriore curva planimetrica sempre verso sinistra caratterizzata da:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Direzione	SX	-
Raggio Planimetrico	1795,00 m	> 150 m
Sopraelevazione	20 mm	< 160 mm
Sviluppo	531,405 m	> 30 m
Velocità di Progetto	90 km/h	-
Insufficienza di Sopraelevazione	33,25 mm	< 153 mm
Pendenza del Raccordo in Entrata [dD/dl]	0,8 mm/m	< 2,50 mm/m
Pendenza del Raccordo in Uscita [dD/dl]	0,4 mm/m	< 2,50 mm/m
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in entrata [dl/dt]	33,2479 mm/s	<55 mm/s
Rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in uscita [dl/dt]	16,6240 mm/s	<55 mm/s

- Alla fine di quest'ultima curva un rettilineo finale di lunghezza pari a 285,760 m si diparte fino alla fine dell'area di intervento (20m dopo l'attacco altimetrico con l'esistente), attraversando tutta la Fermata Rimesse.
- L'intervento termina alla progressiva 3+354,592.

La velocità massima considerata per il progetto del tracciato è costante lungo tutta l'estensione ed è pari a 75 km/h, con possibilità di alzare la velocità a 90 km/h unicamente dopo la galleria naturale, mantenendo invariate le caratteristiche di tracciato.

Si fa presente che nonostante la velocità di progetto sia stata assunta pari a 75 km/h, l'effettiva velocità di percorrenza sarà decisamente inferiore data la presenza delle fermate molto ravvicinate (Zanolini, la futura fermata via Libia, Rimesse), per tale motivo sono stati utilizzati come riferimento i valori limiti eccezionali. Un ulteriore dato che conferma tale considerazione è l'attuale fiancata di linea che prevede una velocità massima di 30 km/h per tutta la tratta fino a Portomaggiore.

### 2.1.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

L'andamento altimetrico del tracciato è riassunto nei seguenti punti:

- Livelletta esistente 1 di lunghezza pari a 85,00 m e pendenza pari allo 0,00%;
- Livelletta 1 di lunghezza pari a 173,78 m e pendenza pari a -0,20%;
- Livelletta 2 di lunghezza pari a 127,97 m e pendenza pari a -2,50% ;
- Livelletta 3 di lunghezza pari a 64,16 m e pendenza pari a -0,70% (la curva altimetrica situata tra la terza e la quarta livelletta si trova in corrispondenza di Via Bentivogli, unica curva con raggio altimetrico inferiore al limite normale imposto dalla normativa RFI, ma comunque superiore al limite eccezionale);
- Livelletta 4 di lunghezza pari a 215,08 m e pendenza pari allo 0,50%;
- Livelletta 5 di lunghezza pari a 326,87 m e pendenza pari al 2,3%;
- Livelletta 6 di lunghezza pari a 87,20 m e pendenza pari allo 0,746%;
- Livelletta 7 di lunghezza pari a 217,46 m e pendenza pari allo 0,609% (in corrispondenza di questa livelletta si incrocia il cavalcavia ferroviario di Via Rimesse e la fognatura situata in corrispondenza della Fermata Rimesse);
- Livelletta esistente 2 di lunghezza pari a 57,07 m e pendenza pari a -1,12%.

Le curve altimetriche interne all'area di intervento sono caratterizzate dai seguenti raggi verticali:

- Curva Altimetrica 1:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	2+085,00	-
Raggio Verticale	10000 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 75^2 = 1406$ m
Freccia Verticale	-0,005 m	-
Sviluppo	20,00 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 2:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	2+258,78	-
Raggio Verticale	2500 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 75^2 = 1406$ m
Freccia Verticale	-0,165 m	-
Sviluppo	57,487 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 3:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	2+386,75	-
Raggio Verticale	2500 m	> 900 m (valore da STI per i raccordi convessi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 75^2 = 1406$ m
Freccia Verticale	0,101 m	
Sviluppo	44,99 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 4:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	2+450,91	-
Raggio Verticale	1450 m	> 900 m (valore da STI per i raccordi convessi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 75^2 = 1406$ m
Freccia Verticale	0,026 m	
Sviluppo	17,40 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 5:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	2+666,00	-
Raggio Verticale	4500 m	> 900 m (valore da STI per i raccordi convessi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 90^2 = 2025$ m
Freccia Verticale	0,182 m	-
Sviluppo	80,982 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 6:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	2+992,86	-
Raggio Verticale	3000 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 90^2 = 2025$ m
Freccia Verticale	-0,091 m	-
Sviluppo	50,724 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 7:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	3+080,06	-
Raggio Verticale	15000 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 90^2 = 2025$ m
Freccia Verticale	-0,003 m	-
Sviluppo	20,455 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 8:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	3+297,52	-
Raggio Verticale	3000 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi). > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 90^2 = 2025$ m
Freccia Verticale	-0,112 m	-
Sviluppo	51,876m	> 12 m

## 2.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE TRATTA T02

Le principali modifiche introdotte dal presente progetto definitivo sono conseguenti alle prescrizioni del Comune di Bologna e della società HERA emerse durante la Conferenza dei Servizi; in particolare è stato richiesto di mantenere la continuità viaria su Via Cellini. Questo ha comportato, un arretramento dell'inizio della rampa ovest (in direzione Bologna) per avere in corrispondenza di via Cellini un franco tra il piano del ferro e l'intradosso della soletta di 5,70 m.

Dal punto di vista planimetrico non è stato invece necessario apportare modifiche di rilievo.

Dalla pk 4+010,55 alla pk 4+328,00 la linea viene abbassata per il mantenimento della continuità viaria su Via Cellini, da qui si mantiene in trincea profonda fino ad oltrepassare via Larga dove inizia a salire fino alla pk 5+075,00 e da qui riprende la quota del binario esistente.

Nel tratto iniziale, fino alla pk 4+010,55 e nel tratto finale dalla pk 5+060,00 data la scarsa differenza tra il profilo di progetto e quello esistente, si prevede soltanto la sistemazione del ballast e delle rotaie. I tratti dalla pk 4+010,55 alla pk 4+080,00 e dalla pk 4+980,00 alla pk 5+060,00 sono caratterizzati da una trincea aperta con marciapiede (e via di esodo esteso); tale soluzione ha lo scopo di contenere gli scavi ed evita di intervenire in modo significativo sulle scarpate esistenti. La tratta dalla pk 4+080,00 alla pk 4+980,00 è caratterizzata da una trincea chiusa che nel tratto dalla pk 4+377,35 alla pk 4+438,23 ha una sezione ristretta, creata con lo scopo di ridurre più possibile l'interferenza con le fondazioni dei viadotti dell'autostrada A14 e della tangenziale di Bologna. Tra la pk 4+549,30 e la pk 4+709,30 si sviluppa la fermata di Via Larga.

### 2.2.1 ANDAMENTO PLANIMETRICO

La planimetria del tracciato della tratta 02 viene illustrata nei seguenti punti:

- Il tracciato oggetto di intervento parte poco prima della fine della banchina della fermata Santa Rita esistente alla progressiva 4+000,00 con un rettilineo di 251,96 m dove poi

insiste una curva planimetrica verso destra (da Bologna a Portomaggiore), avente le seguenti caratteristiche:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Direzione	DX	-
Raggio Planimetrico	30000,00 m	> 150 m
Sopraelevazione	00 mm	< 160 mm
Sviluppo	35,25 m	> 30 m
Velocità di Progetto	75 km/h	-

- Terminata la curva inizia un rettilineo di 128,84 m che porta alla seconda e ultima curva avente le seguenti caratteristiche:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Direzione	DX	-
Raggio Planimetrico	2700,00 m	> 150 m
Sopraelevazione	00 mm	< 160 mm
Sviluppo	133,21 m	> 30 m
Velocità di Progetto	90 km/h	-

Alla fine di quest'ultima curva un rettilineo finale di lunghezza pari a 550,743 m si diparte fino alla fine dell'area di intervento.

- L'intervento termina alla progressiva 5+100,00

La velocità massima considerata per il progetto del tracciato è pari a 75 km/h fino alla progressiva 4+338,31 e da qui fino alla fine del tracciato potrebbe essere potenzialmente alzata a 90 km/h.

Entrambe le curve sono di ampio raggio in rapporto alla velocità di progetto per cui si è ritenuto di non prevedere sopraelevazione e curve di transizione; infatti la curva di raggio 2700 m con una velocità di progetto di 90 km/h, richiederebbe una sopraelevazione di solamente 20 mm, valore trascurabile in particolare su linee di reti locali come questa. Per quanto riguarda il contraccolpo usando il valore eccezionale ammesso dalla EN ( $dl/dt \leq 100$  mm/s) risulta che la lunghezza dell'eventuale clotoide da applicare in questo caso sarebbe di circa 9m, a cui corrisponde uno scostamento della curva con e senza clotoide di solo 1.3 mm, valore assolutamente trascurabile dal punto di vista costruttivo (in ogni caso anche con 20m di clotoide lo scostamento sarebbe trascurabile, circa 6 mm).

Si fa notare inoltre che, per la presenza delle fermate (la fermata di Via Larga di progetto e quella S. Rita) la velocità effettiva di percorrenza della curva sarà di gran lunga inferiore a quella utilizzata per tali verifiche.

Infine, considerando la conformazione finale della linea ferroviaria, si evidenzia che nel tratto appena prima dell'inizio della T2 rimarrà una curva di raggio pari a 2000 m che non presenta ne sopraelevazione e ne clotoidi.

## 2.2.2 ANDAMENTO ALTIMETRICO

L'andamento altimetrico del tracciato è riassunto nei seguenti punti:

- Livelletta 1 di raccordo con il tracciato esistente, di lunghezza pari a 26,57 m e pendenza pari a 0,328%;
- Livelletta 2 di lunghezza pari a 287,46 m e pendenza pari a -2,50% ;
- Livelletta 3 di lunghezza pari a 117,39 m e pendenza pari a 0,85%;
- Livelletta 4 di lunghezza pari a 300,92 m e pendenza pari allo 0,20%;
- Livelletta 5 di lunghezza pari a 321,59 m e pendenza pari al 2,00%;
- Livelletta 6 di lunghezza pari a 46,08 m e pendenza pari allo -0,2% che funge da raccordo con il tracciato esistente;

Le curve altimetriche interne all'area di intervento sono caratterizzate dai seguenti raggi verticali:

- Curva Altimetrica 1:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	4+026,57	-
Raggio Verticale	1450 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 75^2 = 1406$ m
Freccia Verticale	-0,145 m	-
Sviluppo	40,993 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 2:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	4+314,02	-
Raggio Verticale	1450 m	> 900 m (valore da STI per i raccordi convessi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 75^2 = 1406$ m
Freccia Verticale	0,203 m	-
Sviluppo	48,567 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 3:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	4+431,41	-
Raggio Verticale	4000 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 90^2 = 2025$ m
Freccia Verticale	-0,021 m	-
Sviluppo	25,999 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 4:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	4+732,33	-
Raggio Verticale	2500 m	> 900 m (valore da STI per i raccordi convessi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 90^2 = 2025$ m
Freccia Verticale	0,101 m	-
Sviluppo	44,993 m	> 12 m

- Curva Altimetrica 5:

Parametro	Valore	Valore di Riferimento
Progressiva	5+053,92	-
Raggio Verticale	2500 m	> 500 m (valore da STI per i raccordi concavi) > $0.25 \cdot V^2 = 0.25 \cdot 90^2 = 2025$ m
Freccia Verticale	-0.151 m	-
Sviluppo	54,993 m	> 12 m

### 3 SEZIONE TRASVERSALE

Il progetto prevede una sovrastruttura ferroviaria di tipo tradizionale composto da traversine e ballast con le seguenti caratteristiche geometriche:

- in corrispondenza alla verticale delle rotaie lo spessore minimo del ballast sotto la traversa è di 20 cm. Questo valore è stato assunto in accordo al RUP ed al suo team di tecnici per minimizzare gli spessori e allo stesso tempo rispettare le specifiche tecniche delle rinalzatrici utilizzate da FER per la manutenzione. Tale valore è inoltre giustificato dalle basse velocità di progetto, dalle caratteristiche della linea (regionale) e dal solo transito di treni leggeri.
- il piano di posa del ballast è profilato con pendenza trasversale a unica falda del 3% per convogliare le acque meteoriche nella direzione della canaletta/tubazione posta sul lato sinistro, ad eccezione della fermata Rimesse dove la sagoma è a tetto essendo previsto il drenaggio su ambo i lati;
- tra il ballast e la soletta strutturale è presente uno strato in cls magro di spessore variabile (min. 30-60 cm) in funzione del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma.

Lungo tutto il tracciato (sia T01 che T02) sul lato destro del binario è presente un marciapiede di larghezza pari a 1,00m, rialzato di +0,55m rispetto al piano del ferro, avente anche funzione di via di esodo in caso di emergenza.

Sul lato sinistro è invece previsto uno stradello di servizio non transitabile sotto il quale è stata collocata la tubazione o la canaletta per il drenaggio delle acque. La larghezza dello stradello è pari a 1,00 m all'interno delle strutture mentre è stato ridotto a 0,70 m nei tratti in trincea aperta.

La larghezza utile interna alle strutture è pari a 5,70 m, ad eccezione di un breve tratto sotto l'autostrada A14, dove è stato ridotto a 5,20 m con l'obiettivo di minimizzare l'interferenza con le fondazioni dei viadotti autostradali.

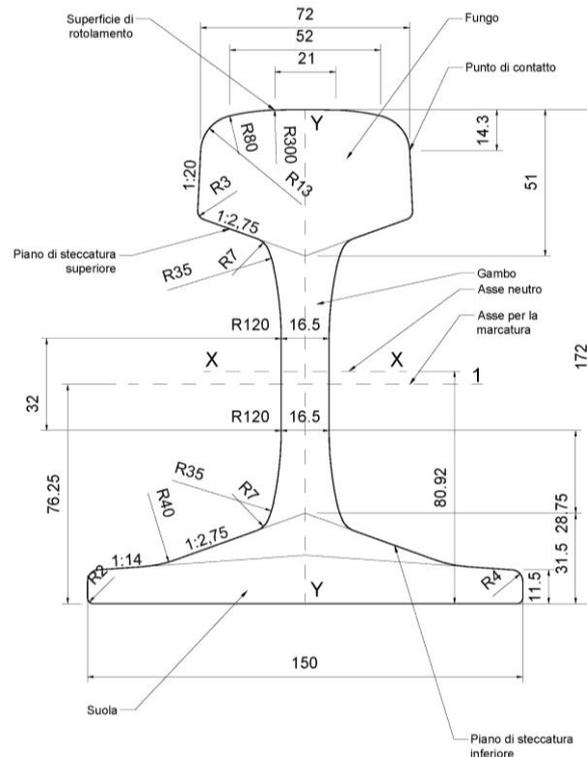
La linea di contatto è posta a 5,20 m rispetto al piano del ferro.

Il franco altimetrico garantito tra linea di contatto ed intradosso della soletta di copertura è in genere superiore a 0,75 m, eccezionalmente tale misura è stata ridotta a 0,50 m in corrispondenza di punti singolari maggiormente vincolanti.

Per i dettagli sulle sezioni tipologiche si rimanda agli elaborati grafici (vedi cartella 3.2).

#### 3.1 ROTAIE

Sono previste conformi alla tipologia 60E1, le due rotaie sono fissate sulle traverse con l'ausilio degli attacchi elastici di tipo Vossloh. Lo scartamento della linea è di 1435 mm. La rotaia è montata con l'asse verticale inclinato di 1/20 verso l'interno.



**Figura 1 Rotaia 60 E1**

Il binario con i relativi organi dovranno garantire la resistenza ai carichi previsti dalla EN 14363:2019.

### 3.2 TRAVERSE

Per tutti i tratti oggetto dell'intervento è prevista la posa di nuove traverse monoblocco in C.A.V.P di tipo RFI 230 di cui alla voce MaceP 722/7320.

In corrispondenza dei giunti incollati, dato che rappresentano per il binario un punto debole, verranno utilizzate le traverse speciali tipo FS V230 dotate di due distinte coppie di attacchi con riferimento alla seguente norma RFI: RFI\_TCAR\_ST\_AR\_01\_003A "Standard dei Materiali d'Armamento".

### 3.3 ORGANI D'ATTACCO

Per tutta la tratta oggetto dell'intervento è previsto l'utilizzo di attacchi elastici tipo Vossloh, già compresi nella fornitura e posa delle traverse (voce 722/7320 del MaCeP).

### 3.4 BALLAST

Il pietrisco impiegato è di prima categoria e risponde ai requisiti indicati nel capitolato d'appalto delle opere civili RFI codifica RFI DTC SI GE SP IFS 002 A. Ad esempio la dimensione del pietrisco deve essere designata da una coppia di setacci la cui dimensione nominale inferiore è di 31,5 mm e la dimensione nominale superiore è di 50 mm.

### 3.5 SAGOMA LIMITE – GABARIT

Con riferimento alla norma UNI EN 15273-3, come indicato da FER, le sagome limite (Gabarit) utilizzate per definire il profilo di riferimento, e quindi lo spazio di transito che deve essere lasciato libero da elementi infrastrutturali, sono le seguenti:

- G1 per la sagoma alta;
- GI2 per la sagoma bassa.

Di seguito, vengono riportate le misure d'ingombro del profilo di riferimento.

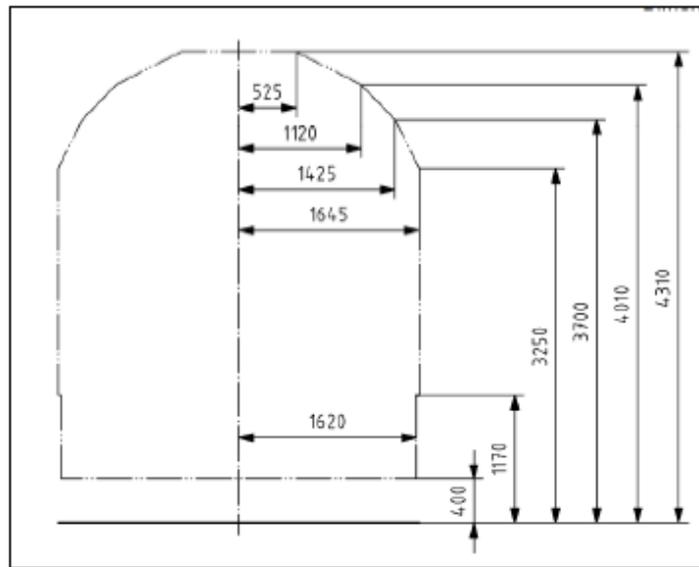


Figura 2 Profilo di Riferimento Cinematico G1

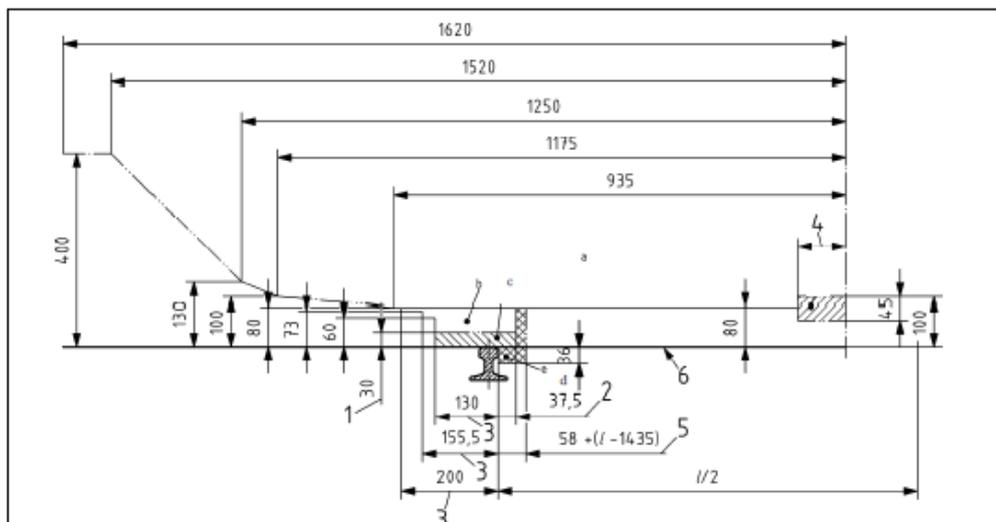


Figura 3 Profilo di Riferimento per la sagoma bassa cinematica