

# **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**

Revisione	Data	Versione
1	APRILE 2019	Emissione definitiva



MARZONI MARIA  
GRAZIA  
AGENZIA NAZIONALE  
PER LA SICUREZZA  
DELLE FERROVIE  
(ANSF)  
19.04.2019 12:52:13  
UTC



D'ONOFRIO  
MARCO  
AGENZIA  
NAZIONALE PER  
LA SICUREZZA  
DELLE FERROVIE  
(ANSF)  
19.04.2019  
15:00:26 UTC

## Sommario

1.	<b>CAMPO DI APPLICAZIONE TECNICO</b> .....	4
2.	<b>RIFERIMENTI ALLE NORME</b> .....	4
3.	<b>RELAZIONE CON LE REGOLE AZIENDALI DELL'ESERCENTE</b> .....	4
4.	<b>PARAMETRI FONDAMENTALI</b> .....	4
5.	<b>REQUISITI PER I PARAMETRI FONDAMENTALI</b> .....	5
6.	<b>SAGOMA LIMITE</b> .....	6
7.	<b>INTERASSE DEI BINARI</b> .....	6
8.	<b>PENDENZE MASSIME</b> .....	6
9.	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE</b> .....	6
10.	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE</b> .....	7
11.	<b>SCARTAMENTO NOMINALE</b> .....	8
12.	<b>SOPRAELEVAZIONE</b> .....	10
13.	<b>SOPRAELEVAZIONE REGOLAMENTARE IN CURVA</b> .....	10
14.	<b>SOPRAELEVAZIONE RIDOTTA</b> .....	11
15.	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ</b> .....	12
16.	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b> .....	13
17.	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: <math>dl/dt</math> – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO: <math>\psi</math></b> .....	15
18.	<b>ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b> .....	16
19.	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: <math>dD/dt</math> – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: <math>\Omega</math></b> .....	16
20.	<b>PENDENZA DEL RACCORDO <math>dD/dL</math> (SGHEMBO)</b> .....	17
21.	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b> .....	18
22.	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA</b> .....	18
23.	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b> .....	19
24.	<b>TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE</b> .....	19
25.	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b> .....	19
26.	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b> .....	19
27.	<b>SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE</b> .....	20
28.	<b>TRAVERSE</b> .....	20
29.	<b>SALDATURE</b> .....	20
30.	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b> .....	20
31.	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO</b> .....	20

<b>32.</b>	<b>PROTEZIONE DALLA CORROSIONE .....</b>	<b>21</b>
<b>33.</b>	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI.....</b>	<b>21</b>
<b>34.</b>	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO .....</b>	<b>21</b>
<b>35.</b>	<b>MARCIAPIEDI.....</b>	<b>22</b>
<b>36.</b>	<b>AREA DI PERICOLO E LINEA DI AVVERTIMENTO .....</b>	<b>22</b>
<b>37.</b>	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE .....</b>	<b>23</b>
<b>38.</b>	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI.....</b>	<b>24</b>
<b>39.</b>	<b>BALLAST.....</b>	<b>24</b>
<b>40.</b>	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE .....</b>	<b>25</b>
<b>41.</b>	<b>NORME RELATIVE ALLA MANUTENZIONE.....</b>	<b>25</b>
<b>42.</b>	<b>ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA.....</b>	<b>25</b>
<b>43.</b>	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA .....</b>	<b>27</b>
<b>44.</b>	<b>VALUTAZIONE DEL SOTTOSISTEMA.....</b>	<b>27</b>
<b>45.</b>	<b>PROVE DEL SOTTOSISTEMA PRIMA DELLA MESSA IN SERVIZIO .....</b>	<b>27</b>
<b>46.</b>	<b>TERMINOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>47.</b>	<b>ALLEGATI .....</b>	<b>28</b>
<b>48.</b>	<b>APPENDICI INFORMATIVE .....</b>	<b>28</b>
	<b>ALLEGATO 1. SAGOME E PROFILI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>29</b>
	<i>FERROVIA DOMODOSSOLA – CONFINE SVIZZERO.....</i>	<i>30</i>
	<i>FERROVIE DELLA CALABRIA .....</i>	<i>31</i>
	<i>TRENTINO TRASPORTI .....</i>	<i>35</i>
	<i>FERROVIE APPULO LUCANE.....</i>	<i>38</i>
	<i>ENTE AUTONOMO VOLTURNO .....</i>	<i>39</i>
	<i>GRUPPO TORINESE TRASPORTI .....</i>	<i>42</i>
	<i>FERROVIENORD .....</i>	<i>48</i>
	<i>FERROVIA CIRCUMETNEA.....</i>	<i>51</i>
	<i>FERROVIA GENOVA CASELLA.....</i>	<i>53</i>
	<b>ALLEGATO 2 . VALORI DEI PARAMETRI IN USO NELLE RETI.....</b>	<b>54</b>
	<b>APPENDICE 1</b>	
	<b>APPENDICE 2</b>	
	<b>APPENDICE 3</b>	

## 1. CAMPO DI APPLICAZIONE TECNICO

Il campo di applicazione della presente norma è il sottosistema «Infrastruttura».

Il presente documento definisce parametri validi fino alle seguenti velocità, con riferimento agli scartamenti nominali di cui al par. 11:

- Scartamento ordinario: 200 km/h;
- Scartamento ridotto: 140 km/h.

## 2. RIFERIMENTI ALLE NORME

- (1) Tutti i riferimenti alle norme, ove non altrimenti specificato, si intendono rispetto alla versione corrente.
- (2) Il termine “STI 2014” o “STI” nell’ambito del presente documento equivale a “Regolamento (UE) 1299/2014”.
- (3) Nello stabilire le proprie regole interne citate nel presente documento, ove non altrimenti indicato, l’Esercente deve far riferimento a codici di buona pratica come definiti al punto 2.3.2 dell’allegato I al Regolamento (UE) 402/2013.

## 3. RELAZIONE CON LE REGOLE AZIENDALI DELL’ESERCENTE

I processi necessari ai fini della gestione della sicurezza conformemente ai requisiti di cui alla presente norma, comprese le interfacce con persone, organizzazioni o altri sistemi tecnici, sono progettati e attuati nelle regole aziendali dell’Esercente.

## 4. PARAMETRI FONDAMENTALI

La tabella riportata di seguito indica i parametri fondamentali del sottosistema Infrastruttura specificati nel presente documento.

*Tabella 1*

**Parametri fondamentali del sottosistema «infrastruttura»**

SAGOMA LIMITE
INTERASSE DEI BINARI
PENDENZE MASSIME
RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE
RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE
SCARTAMENTO NOMINALE
SOPRAELEVAZIONE
SOPRAELEVAZIONE REGOLAMENTARE IN CURVA
SOPRAELEVAZIONE RIDOTTA
INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ
VELOCITA' D'ORARIO
CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE
VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: $DI/DT$ – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO: $\Psi$
ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE

VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DD/DT – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: $\Omega$
PENDENZA DEL RACCORDO DD/DL (SGHEMBO)
CONICITA' EQUIVALENTE
PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA
INCLINAZIONE DELLA ROTAIA
TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE
DISPOSITIVI DI ARMAMENTO
RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI
SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE
TRAVERSE
SALDATURE
GIUNZIONI DI ROTAIA
RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO
PROTEZIONE DALLA CORROSIONE
GESTIONE DELLE OPERE CIVILI
LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO
MARCIAPIEDI
LINEA DI AVVERTIMENTO
VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE
EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI
BALLAST
INDICATORI DI UBICAZIONE
NORME RELATIVE ALLA MANUTENZIONE
ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA
TRATTE CON CREMAGLIERA

## 5. REQUISITI PER I PARAMETRI FONDAMENTALI

- (1) I requisiti sono descritti nei paragrafi seguenti, unitamente alle condizioni particolari eventualmente ammesse in ciascun caso.
- (2) In caso di binario a rotaie multiple, con contemporanea presenza di almeno due diversi scartamenti nominali, i requisiti della presente norma devono essere applicati separatamente a ogni coppia di rotaie progettata per essere utilizzata come binario separato.
- (3) Il sistema a tre rotaie è un caso particolare di binario a rotaie multiple in cui una rotaia è comune a due scartamenti. Non è necessario valutare entrambi i binari contemporaneamente e la verifica del sottosistema può essere eseguita separatamente per ciascun binario che realizza uno dei due suddetti scartamenti. Nel caso di un sistema a tre rotaie, ciò consente, per esempio, di valutare una coppia di rotaie come un binario unico, con l'opzione di valutare in un momento successivo il binario formato usando la terza rotaia.
- (4) È autorizzato l'uso di una breve sezione di binario con dispositivi per consentire il passaggio fra scartamenti nominali diversi. Tali dispositivi possono comprendere gli impianti per il cambio dello scartamento, le attrezzature per il cambio delle sale montate, le attrezzature per il cambio dei carrelli, qualsiasi altro sistema che consenta la transizione.
- (5) I requisiti sono concepiti per il sottosistema in condizioni normali di esercizio.

(6) Le prestazioni dei treni possono essere potenziate mediante l'adozione di sistemi specifici, come i dispositivi a cassa oscillante. Possono essere autorizzate condizioni particolari per la circolazione dei treni così equipaggiati.

## 6. SAGOMA LIMITE

(1) Il profilo di riferimento per il calcolo della sagoma limite è stabilito conformemente alla norma EN 15273-3 o all'Allegato 1.

(2) I calcoli della sagoma limite sono effettuati utilizzando il metodo cinematico conformemente ai requisiti di cui alla norma EN 15273-3:2013.

(3) Eventuali non conformità derivanti dall'applicazione del punto (2) dovranno essere adeguatamente motivate e associate alle eventuali mitigazioni derivanti dalla applicazione del procedimento di valutazione e gestione dei rischi.

## 7. INTERASSE DEI BINARI

(1) L'interasse dei binari è stabilito sulla base delle sagome selezionate conformemente al punto 6.

(2) L'interasse nominale orizzontale dei binari per le linee deve essere quantomeno conforme ai requisiti per l'interasse d'installazione limite, come definito nella sezione 9 della norma EN 15273-3.

(3) L'interasse dei binari nei piazzali di stazione e di manovra, deve garantire uno spazio libero di almeno 70 cm rispetto alla sagoma limite dei due binari, purché lo spostamento dei veicoli in manovra, avvenga su uno solo dei due binari e con velocità non superiore a 30 km/h. Tali limitazioni non sono necessarie se lo spazio libero fra le due sagome limite dei due binari risulta non inferiore a 1,40 m.

## 8. PENDENZE MASSIME

Fatte salve eventuali più restrittive valutazioni da parte dell'Esercente, che tengano conto delle modalità di gestione della circolazione e delle tipologie di veicoli circolanti, della loro composizione nonché delle prestazioni degli stessi:

(1) Le pendenze di binari lungo marciapiedi per passeggeri delle nuove linee non devono essere superiori a 2,5 mm/m nei casi in cui i veicoli sono regolarmente agganciati e sganciati;

(2) Le pendenze dei nuovi binari di stazionamento destinati alla sosta di materiale rotabile non devono essere superiori a 2,5 mm/m salvo ulteriori disposizioni specifiche per impedire la fuga del materiale rotabile;

(3) Per i binari di piena linea sono ammesse pendenze pari a 40 mm/m per le linee ad aderenza naturale e di 250 mm/m per linee a cremagliera;

(4) Negli interventi di rinnovo/ristrutturazione possono essere conservati i valori già in esercizio, con l'obbligo di prevedere disposizioni specifiche per impedire la fuga del materiale rotabile qualora non risultino rispettati i requisiti di cui ai punti (1) e (2).

## 9. RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE

(1) Il raggio minimo di curvatura orizzontale deve essere calcolato tenendo conto dei seguenti parametri:

- $V_{max}$  velocità massima locale di progetto della curva [km/h]
- $V_{min}$  velocità minima locale di progetto della curva [km/h]
- $I$  insufficienza di sopraelevazione [mm]
- $E$  eccesso di sopraelevazione [mm]

$$R_{\min} \geq k(V_{\max}^2 - V_{\min}^2)/(E+I)$$

Dove k è una costante funzione dello scartamento che assume i seguenti valori:

<b>scartamento [mm]</b>	<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
<b>k</b>	11,806	8,256	8,025

Il raggio minimo non deve comunque risultare inferiore a ai seguenti valori:

<b>scartamento [mm]</b>	<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
<b>Raggio minimo</b>	150 m	80 m	80 m

(2) Per lo scartamento normale si applica inoltre quanto riportato al punto 4.2.3.4 della STI con la seguente integrazione:

- In piena linea il raggio minimo non deve essere inferiore a 275 m. Valori minori dovranno comportare la valutazione dell'iscrizione in curva dei rotabili ai fini dell'eventuale allargamento di scartamento;
- Per quanto riguarda il raggio minimo in corrispondenza dei marciapiedi si applica quanto previsto dalla STI al punto 4.2.9.4. ( $R_{\min} \geq 300m$ ). Tuttavia per limitare la distanza fra marciapiedi e veicoli si raccomandano i seguenti valori:
  - $R_{\min} \geq 500m$  in presenza di marciapiedi con altezza  $h=250mm$ ;
  - $R_{\min} \geq 750m$  in presenza di marciapiedi con altezza  $h=550mm$ .

(3) Per gli scartamenti ridotti si applicano le seguenti prescrizioni:

- In corrispondenza dei marciapiedi il raggio minimo non può essere inferiore a 250 m;
- Per evitare deragliamenti dovuti all'accavallamento degli organi di repulsione o danneggiamenti alle passerelle di intercomunicazione è necessario prevedere un tratto intermedio rettilineo fra due curve contrapposte di piccolo raggio. La lunghezza minima del suddetto tratto è influenzata da:
  - o Sistema di trazione repulsione dei veicoli;
  - o Sistema di intercomunicazione;
  - o Forze longitudinali fra veicoli;
  - o Lunghezza delle curve circolari.

(4) Il calcolo della lunghezza del tratto intermedio rettilineo di cui al punto (3) è effettuato dall'Esercente in funzione delle caratteristiche dei veicoli circolanti.

## 10. RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE

(1) Nei casi normali il raggio minimo di curvatura verticale  $R_v$  deve essere maggiore o uguale ai seguenti valori limite calcolati in funzione della velocità di rango V (espressa in km/h) più elevata:

	<b>Scartamento [mm]</b>		
<b>raccordo</b>	<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
<b>convesso</b>	$0,35V^2$	$0,25V^2$	
<b>concavo</b>	$0,35V^2$	$0,17V^2$	

(2) In casi eccezionali possono essere accettati i seguenti valori limite minimi:

	Aderenza naturale o mista			Cremagliera	
	Scartamento [mm]			Scartamento [mm]	
<b>raccordo</b>	1435	1000	950	1000	950
<b>convesso</b>	$0,25V^2$	1500 m			400 m
<b>concavo</b>	$0,175V^2$	1000 m			300 m

(3) Per lo scartamento normale deve in ogni caso essere rispettata la seguente condizione:

$$R_v \geq 3000 \text{ m per i raccordi convessi}$$

$$R_v \geq 2000 \text{ m per i raccordi concavi}$$

(4) Gli apparecchi di via non possono essere collocati in corrispondenza dei raccordi verticali a meno che  $R_v$  non risulti maggiore o uguale ai seguenti valori:

	Scartamento [mm]		
<b>raccordo</b>	<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
<b>convesso</b>	5000 m	3000 m per $V \geq 60 \text{ km/h}$ 5000 m per $V \geq 60 \text{ km/h}$	
<b>concavo</b>	2000 m	2000 m	

(5) Nei piazzali di manovra i raggi di curvatura possono essere ridotti fino ai valori indicati in tabella validi sia per i raccordi convessi che per quelli concavi:

	Scartamento [mm]		
	<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
<b>Binario corrente</b>	1000 m	1000 m	
<b>Apparecchi di via</b>	2000 m	1500 m	

(6) Sulle selle di lancio i valori minimi da rispettare sono indicati nella seguente tabella:

	Scartamento [mm]		
<b>Raccordo</b>	<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
<b>convesso</b>	250 m		
<b>concavo</b>	300 m		

## 11. SCARTAMENTO NOMINALE

(1) Gli scartamenti nominali sono i seguenti:

- Scartamento normale:
  - o 1435 mm
- Scartamenti ridotti:
  - o 1000 mm
  - o 950 mm

(2) Lo scartamento è definito come indicato nell'Appendice S della STI Infrastruttura



(3) Per lo scartamento normale si applica quanto previsto al punto 4.2.4.1 (scartamento nominale) e 6.2.4.3 (valutazione dello scartamento nominale) della STI INFRASTRUTTURA congiuntamente ai seguenti requisiti aggiuntivi:

- La distanza fra le facce attive della rotaia e dell'eventuale controrotaia è riportata in tabella 1 in funzione del raggio di curva e del corrispondente scartamento. Tale valore si riferisce a controrotaie utilizzate in corrispondenza di PL;
- Al fine di evitare iscrizioni forzate dei veicoli, sulle curve di raggio inferiore a 275 m lo scartamento deve essere allargato secondo quanto previsto dalla seguente tabella:

R [m]	Allargamento [mm]	Scartamento [mm]	Distanza controrotaia [mm]			
			Armamento UIC 60		Altri armamenti	
			Normale	Estremità	Normale	Estremità
<b>R≥275</b>	0	1435	70	90	60	100
<b>275&gt;R≥250</b>	5	1440	70	90	60	100
<b>250&gt;R≥225</b>	10	1445	70	90	60	100
<b>225&gt;R≥200</b>	15	1450	70	90	65	105
<b>200&gt;R≥175</b>	20	1455	70	90	70	110
<b>175&gt;R≥150</b>	25	1460	70	100	75	115

- Fra due appoggi successivi non devono esserci variazioni di scartamento superiori a 1 mm al netto dell'eventuale incremento;
- La tolleranza di posa è:
  - o -1/+3 mm per R≥275 m
  - o -2/+2 mm per R<275 m
- In corrispondenza dei deviatori i valori dello scartamento, delle relative tolleranze e della distanza fra rotaia e controrotaia sono definiti al paragrafo 25.

(4) Per gli scartamenti ridotti si applicano i seguenti requisiti:

- La valutazione dello scartamento nominale viene effettuata, parimenti allo scartamento normale, secondo la metodologia di cui al p.to 6.2.4.3 della STI sopra richiamata;
- La distanza fra le facce attive della rotaia e dell'eventuale controrotaia è riportata in tabella 2 in funzione del raggio di curva e del corrispondente scartamento. Tale valore si riferisce a controrotaie utilizzate in corrispondenza di PL e punti singolari della via (viadotti, curve strette su tracciato pericoloso);
- Il GI può proporre motivatamente di variare la distanza fra rotaia e controrotaia;
- L'adozione della controrotaia in punti singolari, segnatamente su curve di R≤150 m, a mitigazione degli effetti di uno svio, è demandata al GI;
- Ad evitare iscrizioni forzate in curva si devono prevedere i seguenti allargamenti di scartamento:

R [m]	Allargamento [mm]	Scartamento [mm]		Distanza Controrotaia [mm]
		1000	950	
<b>R&gt;650</b>	0	1000	950	55
<b>650≥R&gt;550</b>	5	1005	955	60
<b>550≥R&gt;450</b>	10	1010	960	65
<b>450≥R&gt;350</b>	15	1015	965	70
<b>350≥R&gt;250</b>	20	1020	970	75
<b>250≥R&gt;150</b>	25	1025	975	80
<b>R≤150</b>	30	1030	980	85

- Fra due appoggi successivi non devono esserci variazioni di scartamento superiori a 2 mm al netto dell'eventuale incremento;
- La tolleranza di posa è: -2/+5 mm;
- Per i valori in corrispondenza dei deviatori si rimanda al paragrafo 25.

## 12. SOPRAELEVAZIONE

(1) Per lo scartamento normale

Il valore limite per la sopraelevazione è:

$$D_{lim} = 160 \text{ mm}$$

La sopraelevazione su binari adiacenti ai marciapiedi delle stazioni in cui è previsto che i treni si fermino nelle condizioni normali di servizio non deve essere superiore a 110 mm.

Sulle linee con traffico misto o merci con curve aventi un raggio inferiore a 290 m e una transizione di sopraelevazione superiore a 1 mm/m, la sopraelevazione deve essere limitata al valore fornito dalla formula seguente:

$$D \leq (R - 50)/1,5$$

dove D rappresenta la sopraelevazione in mm e R il raggio in m.

Restrizioni supplementari possono essere necessarie in funzione di specificità locali (ad esempio passaggi a livello, deviatori in curva, ponticelli e gallerie)

(2) Per gli scartamenti ridotti valgono i seguenti limiti:

Scartamento [mm]	
<b>1000</b>	<b>950</b>
$D_{lim} = 110 \text{ mm}$	$D_{lim} = 110 \text{ mm}$

La sopraelevazione su binari adiacenti ai marciapiedi delle stazioni in cui è previsto che i treni si fermino nelle condizioni normali di servizio non deve essere superiore a 70 mm.

In corrispondenza dei tratti a cremagliera il valore limite della sopraelevazione è:

$$D_{lim \text{ crem}} = 35 \text{ mm}$$

Sulle curve di raggio ristretto, all'incirca inferiori a 100m, e in presenza di sgombri elevati, il GI deve valutare se adottare limitazioni di sopraelevazioni in relazione alle caratteristiche dei veicoli circolanti, al fine di limitare il rischio di svio di quelli aventi più elevata rigidità torsionale

Restrizioni supplementari possono essere necessarie in funzione di specificità locali (ad esempio passaggi a livello, deviatori in curva, ponticelli e gallerie).

## 13. SOPRAELEVAZIONE REGOLAMENTARE IN CURVA

Il valore si calcola con la seguente formula:

$$D = k V_0^2 / R$$

dove k è una costante che dipende dallo scartamento e assume i seguenti valori:

Scartamento [mm]	1435	1000	950
k	7,50	5,21	5,12

assumendo per  $V_0$  [in km/h] la maggiore fra le seguenti velocità (per i Ranghi si faccia riferimento al par. 15):

Scartamento [mm]	1435	1000	950
<b>Rango A</b>	VA	VA	VA
<b>Rango B</b>	VB/1,06	VB/1,06	VB/1,06
<b>Rango C</b>	VC/1,11	VC/1,12	VC/1,11

La formula deriva dall'aver fissato, per ciascuna curva, il rapporto  $D/a_q$  pari al rapporto fra i rispettivi valori massimi:

$$D/a_q = D_{\max}/a_{q \max}$$

ossia:

Scartamento [mm]	1435	1000	950
D	160 mm	110 mm	110 mm
$a_q$	0,6 m/s <sup>2</sup>	0,6 m/s <sup>2</sup>	0,6 m/s <sup>2</sup>

## 14. SOPRAELEVAZIONE RIDOTTA

Per esigenze particolari (inserimento di deviatori in curva, ostacoli interferenti con la sagoma di transito, necessità di limitare i dossi sul piano stradale dei PL, necessità di limitare l'eccesso di sopraelevazione dei treni lenti, contenimento del valore di  $dD/dt$  (o velocità di rotazione etc.) è ammesso assegnare al binario sopraelevazioni ridotte rispetto a quelle regolamentari. La sopraelevazione ridotta ( $D_r$ ) non deve comportare il superamento dei limiti di accelerazione non compensata  $a_q$  ammessi per i tre ranghi (definiti nel par. 15). Pertanto devono essere soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$V_A^2/12,96-D_r/k \leq 0,6 \text{ m/s}^2$$

$$V_B^2/12,96-D_r/k \leq 0,8 \text{ m/s}^2$$

$$V_C^2/12,96-D_r/k \leq 1,0 \text{ m/s}^2$$

dove  $k$  è una costante che dipende dallo scartamento e assume i seguenti valori:

Scartamento [mm]	1435	1000	950
$k$	153	107	104

La sopraelevazione ridotta è possibile solo per curve aventi velocità limite  $V_L \geq \max[V_A; V_B/1,06; V_C/1,11]$ , per gli scartamenti 1435 e 1000, e  $V_L \geq \max[V_A; V_B/1,06; V_C/1,12]$ , per lo scartamento 950. Per tali curve i valori della sopraelevazione regolamentare  $D_{reg}$  e del corrispettivo valore dell'accelerazione non compensata  $a_q$  sono entrambi inferiori dei massimi consentiti ed è quindi possibile ridurre  $D$  con un corrispondente aumento di  $a_q$ , rinunciando al criterio di proporzionalità tra i valori effettivi e massimi di  $D$  e  $a_q$ .

L'adozione della sopraelevazione ridotta diminuisce il rapporto  $dD/dt$  (o velocità di rotazione) ma aumenta quello di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione (o contraccollo). Tale provvedimento richiede la ripetizione della verifica per  $dI/dt$ . Maggiori dettagli ed alcuni casi esemplificativi sono riportati nelle Appendici informative 1 e 2.

## 15. INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ

- (1) La velocità max. alla quale i treni possono percorrere una tratta di linea è riferita ai valori di insufficienza di sopraelevazione ( $l$ ) o di accelerazione non compensata ( $a_q$ ) di seguito specificati.
- (2) La relazione fra  $a_q$  ed  $l$  è definita dalla seguente formula:

$$a_q = l/k$$

dove  $k$  è una costante che dipende dallo scartamento e che assume i seguenti valori:

Scartamento [mm]		
<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
153	107	104

- (3) Si definisce rango di velocità di una linea l'insieme delle velocità di ciascuna tratta riferite a un medesimo valore di  $l$  o  $a_q$  il materiale rotabile che percorre la linea nel rispetto di una delle velocità di rango è soggetto ad una accelerazione non compensata non superiore al valore di riferimento del rango.
- (4) I valori limite di  $l$  di  $a_q$  che definiscono i ranghi di velocità sono indicati nella sottostante tabella che riporta altresì la velocità max. ammessa per ciascun rango:

Rango	$V_{max}$ (km/h)		$a_q$ (m/s <sup>2</sup> )	$l$ (mm)		
	Scart. 1435 mm	Scart. 1000 e 950 mm		Scart. 1435 mm	Scart. 1000 mm	Scart. 950 mm
<b>A</b>	140	80	0,6	92	64	62
<b>B</b>	160	100	0,8	122	86	83
<b>C</b>	200	140	1,0	153	107	104

- (5) Il materiale rotabile è ammesso a circolare a un determinato rango di velocità solo se è stato autorizzato per una  $l_{adm}$  o  $a_{q adm}^1$  almeno uguale o superiore a quella del rango prescelto, in relazione alle sue caratteristiche dinamiche, verificate in accordo a quanto previsto nella Norma Materiale Rotabile.
- (6) E' consentito che su una linea sia stabilito un solo rango di velocità, non necessariamente corrispondente a quello inferiore. La circolazione, sporadica, di materiale rotabile con limitazione di  $l_{adm}$  o  $a_{q adm}$  rispetto al valore del rango più basso presente su una linea (esempio mezzi d'opera) è soggetta a prescrizione di velocità specifica, in modo che in curva non sia soggetto a valori di accelerazione non compensata non compatibili con le sue caratteristiche costruttive.
- (7) Il sistema di protezione automatico della marcia treno (quando presente) deve trasmettere a bordo l'informazione di velocità sempre associata a quella del rango corrispondente. Per la circolazione del materiale rotabile soggetto a limitazione di  $l_{adm}$  o  $a_{q adm}$  può essere utile implementare nel sistema un rango di servizio anche inferiore al rango A.
- (8) Sul ramo di corretto tracciato degli scambi inseriti in curva e in corrispondenza di giunti di dilatazione o altri punti singolari che possono innescare effetti dinamici amplificati a seguito di discontinuità a livello di binario (zone di

<sup>1</sup>  $l_{adm}$  – insufficienza di sopraelevazione ammissibile

$a_{q adm}$  – accelerazione non compensata ammissibile

transizione ballast/piattaforma, passaggi a livello) le velocità di rango devono essere calcolate in base ai seguenti valori limite di  $I$  e  $a_q$

Rango	$V_{max}$ (km/h)	$a_q$ (m/s <sup>2</sup> )	$I$ (mm)		
			Scart. 1435 mm	Scart. 1000 mm	Scart. 950 mm
A	140	0,6	92	64	62
B	160	0,6	92	64	62
C	200	0,8	122	86	83

## 16. CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE

- (1) Per lo **scartamento normale** si applica quanto riportato al punto 4.2.4.4 della STI 2014 con le limitazioni ed integrazioni di seguito specificate.

Rispetto a quanto previsto dalla STI si applicano i seguenti requisiti aggiuntivi.

I valori STI si applicano nelle zone in cui sono presenti scambi e comunicazioni, nelle zone di manovra e nei raccordi.

In piena linea il cambio brusco di insufficienza di sopraelevazione (curve senza raccordo) è tollerato se limitato ai seguenti valori:

	$V \leq 80$ km/h	$V = 160$	$V \geq 160$ km/h
$I$ [mm]	50	25	0
$a_q$ [m/s <sup>2</sup> ]	0,33	0,16	0

Dove  $V$  rappresenta la massima velocità di rango ammessa in corrispondenza del punto di brusca variazione dell'insufficienza di sopraelevazione.

Per velocità intermedie fra 80 km/h e 160 km/h i valori si ottengono per interpolazione lineare fra i due valori estremi dell'intervallo.

Nel caso di curve contigue non raccordate qualora

$$|I_1 - I_2| \geq val_{lim}$$

è necessario introdurre un tratto intermedio per la stabilizzazione dinamica del veicolo.

Il tratto intermedio sarà rettilineo in caso di curve contrapposte e circolare in caso di curve aventi curvatura concorde.

Il tratto intermedio deve avere la seguente lunghezza espressa in termini di tempo di percorrenza:

$$V \leq 65 \text{ km/h } 0,7 \text{ s}$$

$$V > 65 \text{ km/h } 1,0 \text{ s}$$

Valori inferiori a 1s fino a un minimo di 0,7s si possono applicare in casi particolari con conseguente degrado del confort.

Per le curve di piccolo raggio la lunghezza del tratto intermedio non deve comunque essere inferiore a quella prevista dalle Tabelle 43 e 44 dell'appendice I della STI 2014 richiamate al punto 4.2.3.4, al fine di evitare l'accavallamento dei respingenti.

(2) Per lo **scartamento ridotto** valgono i seguenti valori.

In piena linea il cambio brusco di insufficienza di sopraelevazione (curve senza raccordo) è tollerato se limitato ai seguenti valori:

Scartamento [mm]	V≤90km/h		V=120 km/h		V≥120 km/h	
	1000	950	1000	950	1000	950
<b>l[mm]</b>	54	52	27	26	0	0
<b>a<sub>q</sub>[m/s<sup>2</sup>]</b>	0,5	0,5	0,25	0,25	0	0

Per velocità intermedie fra 90 km/h e 120 km/h i valori si ottengono per interpolazione lineare fra i due valori estremi dell'intervallo.

Nelle zone in cui sono presenti scambi e comunicazioni, nelle zone di manovra e nei raccordi, si applicano i seguenti valori:

Itinerari interessanti i binari di circolazione:

Scartamento [mm]	1000	950
<b>l[mm]</b>	72	70
<b>a<sub>q</sub>[m/s<sup>2</sup>]</b>	0,67	0,67

Itinerari interessanti zone di manovra e raccordi:

Scartamento [mm]	1000	950
<b>l[mm]</b>	82	80
<b>a<sub>q</sub>[m/s<sup>2</sup>]</b>	0,77	0,77

In casi particolari anche per gli itinerari interessanti i binari di circolazione si possono applicare valori superiori fino al limite previsto per le zone di manovra e raccordi.

Per quanto riguarda la lunghezza del tratto intermedio si applicano gli stessi requisiti relativi allo scartamento normale.

La lunghezza minima del raccordo deve risultare superiore a quella definita al paragrafo 9 (Raggio minimo di curvatura orizzontale)

## 17. VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: $dl/dt$ – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO: $\psi$

- (1) Il rapporto di variazione dell'insufficienza di sopraelevazione in funzione del tempo si calcola con la seguente formula:

$$dl/dt = \Delta l V/3,6L \leq (dl/dt)_{lim} \text{ [mm/s]}$$

Essendo

- $L = D/(dD/dl)_{\text{‰}}$  la lunghezza del raccordo
- $(dD/dl)_{\text{‰}}$  la pendenza del raccordo espressa in millesimi
- $V$  la velocità di Rango [km/h]

- (2) In termini di contraccolpo la medesima condizione si esprime con la seguente formula:

$$\psi = da_q/dt = \Delta a_q V/3,6L \leq (da_q/dt)_{lim} \text{ [m/s}^3\text{]}$$

- (3) Vale la seguente relazione:

$$dl/dt = k\psi$$

La costante  $k$  assume i seguenti valori in funzione dello scartamento:

Scartamento [mm]		
<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
153	107	104

- (4) Per lo scartamento ordinario i valori limite  $(dl/dt)_{lim}$  e  $\psi_{lim}$  sono i seguenti:

RANGO	$(dl/dt)_{lim}$ [mm/s]	$\psi_{lim}$ [m/s <sup>3</sup> ]
<b>A</b>	38	0,25
<b>B</b>	54	0,35
<b>C</b>	61 ÷ 92 (eccezionale)	0,4 ÷ 0,6 (eccezionale)

- (5) Nel caso in cui non siano presenti tutti i ranghi i valori limite riferiti al rango C possono essere assunti per il rango di velocità più elevato.
- (6) Per gli scartamenti ridotti i valori sono da correlarsi al grado di confort atteso:

INDICE DI CONFORT	$(dl/dt)_{lim}$ [mm/s]		$\psi_{lim}$ [m/s <sup>3</sup> ]
	Scartamento 1000 mm	Scartamento 950 mm	
<b>Molto buono</b>	32	31	0,30
<b>Buono</b>	48	47	0,45
<b>Accettabile</b>	75	73	0,70

I suddetti valori sono da riferirsi alla velocità del rango più elevato ammesso sulla linea.

## 18. ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

- (1) Nelle curve con ampio raggio ci possono essere differenze significative fra le velocità dei treni veloci  $V_{max}$  e dei treni lenti  $V_{min}$ . In tali circostanze i veicoli più lenti possono circolare in condizioni di accelerazione centripeta ( $a_q$ ) per eccesso di sopraelevazione.
- (2) L'Escesso di sopraelevazione si calcola con la seguente formula:

$$E = D \cdot k' \cdot V_{min}^2 / R$$

dove  $k'$  è una costante che dipende dallo scartamento e che assume i seguenti valori:

Scartamento [mm]		
<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
11,806	8,256	8,025

- (3) L'Escesso di sopraelevazione si considera sempre positivo.
- (4) Come per l'insufficienza di sopraelevazione la relazione fra  $|a_q|$  ed E è definita dalla seguente formula:

$$|a_q| = E/k$$

dove  $k$  è una costante che dipende dallo scartamento e che assume i seguenti valori:

Scartamento [mm]		
<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
153	107	104

- (5) Il valore di E incide sugli sforzi indotti dai treni lenti sulla rotaia interna. I valori limite sono i seguenti:

	Scartamento [mm]		
	<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
l (mm)	110	70	68
$ a_q $ (m/s <sup>2</sup> )	0,72	0,65	0,65

- (6)  $V_{min}$  e' stabilita dal GI in relazione alle caratteristiche dei veicoli circolanti sulla propria rete.

## 19. VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: dD/dt – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: $\Omega$

- (1) Il rapporto di variazione della sopraelevazione in funzione del tempo si calcola con la seguente formula:

$$dD/dt = \Delta D \cdot V / 3,6L \leq (dD/dt)_{lim} \text{ [mm/s]}$$

ovvero:

$$dD/dt = (dD/dl)_{\%} \cdot V / 3,6 \text{ [rad/s]}$$

Essendo

- $(dD/dl)_{\%}$  la pendenza del raccordo espressa in millesimi
- $L = D / (dD/dl)_{\%}$  la lunghezza del raccordo [m]



- V la velocità di Rango [km/h]

(2) La relazione fra  $dD/dt$  e la velocità di rotazione  $\omega$  è la seguente:

$$\omega = (dD/dt)/S = (dD/dl)V/k''$$

Essendo S la distanza fra gli assi verticali delle rotaie.

(3) La costante  $k''$  assume i seguenti valori in funzione dello scartamento:

Scartamento [mm]		
<b>1435</b>	<b>1000</b>	<b>950</b>
5400	3780	3672

(4) Per lo scartamento ordinario i valori limite  $(dD/dt)_{lim}$  e  $\omega_{lim}$  sono i seguenti:

RANGO	$(dD/dt)_{lim}$ [mm/s]	$\omega_{lim}$ [rad/s]
<b>A</b>	54	0,036
<b>B</b>	57	0,038
<b>C</b>	60	0,040

(5) Nel caso in cui non siano presenti tutti i ranghi i valori limite riferiti al rango C possono essere assunti per il rango di velocità più elevato.

(6) Per gli scartamenti ridotti i valori sono da correlarsi al grado di confort atteso:

INDICE DI CONFORT	$(dD/dt)_{lim}$ [mm/s]	$\omega_{lim}$ [rad/s]	
		Scartamento 1000 mm	Scartamento 950 mm
<b>Buono</b>	< 40	0,038	0,039
<b>Accettabile</b>	80	0,076	0,078

(7) I suddetti valori sono da riferirsi alla velocità del rango più elevato ammesso sulla linea.

## 20. PENDENZA DEL RACCORDO $dD/dL$ (SGHEMBO)

(1) Per lo scartamento ordinario sui binari di circolazione i valori limiti sono:

Velocità (km/h)				
<b><math>V \leq 75</math></b>	<b><math>75 &lt; V \leq 100</math></b>	<b><math>100 &lt; V \leq 125</math></b>	<b><math>125 &lt; V \leq 150</math></b>	<b><math>150 &lt; V \leq 200</math></b>
$\leq 2,5\text{‰}$ (*)	$\leq 1,94\text{‰}$	$\leq 1,5$	$\leq 1,25\text{‰}$	$\leq 0,97\text{‰}$

(\*) raccomandato  $\leq 2,25\text{‰}$

(2) Le suddette pendenze garantiscono il rispetto dei valori limiti della velocità di sollevamento (o rotazione) e, nel caso di sopraelevazione regolamentare, del contraccolpo, esposti rispettivamente paragrafi 19 e 17.

(3) Nelle zone di manovra e sui binari di raccordo il valore limite può essere elevato al 3‰.

(4) Per gli scartamenti ridotti i valori limite sono i seguenti:

- $dD/dl \leq 3\%$
- $dD/dl \leq 2,5\%$  per l'esercizio con carrelli trasbordatori

I valori raccomandati sui binari di circolazione sono rispettivamente 2,5‰ e 2‰

## 21. CONICITA' EQUIVALENTE

Fatte salve eventuali diverse determinazioni dell'Esercente determinate sulla base delle caratteristiche dei veicoli, si applicano *mutatis mutandis* i punti 4.2.4.5 e 4.2.11.2 della STI 2014, con le seguenti precisazioni:

- a) I valori di progetto dello scartamento da prendere in considerazione nella valutazione del requisito di "conicità equivalente" sono i valori di "scartamento di progetto" di cui alla Terminologia (par. 46 del presente documento);
- b) L'instabilità di marcia è influenzata da numerosi fattori; uno di essi è la conicità equivalente in servizio. In caso di problemi relativi all'instabilità di marcia si consiglia di prendere in considerazione tutti questi fattori durante l'indagine congiunta. L'instabilità di marcia può essere dovuta a difetti degli organi di rotolamento o ad altri problemi del veicolo. Inoltre, alcuni difetti di geometria a terra possono causare instabilità di marcia, anche se sono rispettati i valori della conicità equivalente. Questi difetti possono essere stati causati persino dall'instabilità di marcia di altri treni transitati in precedenza sulla stessa linea. Durante l'indagine si raccomanda di eseguire innanzi tutto un'ispezione del materiale rotabile e del binario conformemente alle abituali procedure di manutenzione dell'Esercente. Ciò può riguardare la revisione delle ruote, degli ammortizzatori anti-serpeggio e dei componenti della sospensione ecc., per quanto attiene al materiale rotabile e i difetti geometrici del binario ecc., per quanto riguarda l'infrastruttura. Per determinare il valore in servizio della conicità equivalente, durante l'indagine congiunta occorre individuare prima di tutto il luogo in cui si verifica instabilità di marcia. Successivamente viene calcolata la conicità equivalente media del binario su 100 m secondo la procedura prevista e vengono confrontati i valori così ottenuti con quelli riportati nel sopra citato punto 4.2.11.2 della STI 2014. Contemporaneamente viene calcolata la conicità equivalente della sala montata secondo la di cui alla norma Materiale Rotabile e i valori così ottenuti vengono confrontati con la conicità equivalente massima per la quale il veicolo è stato progettato e testato.

Da questi calcoli possono derivare diverse conseguenze:

1. I risultati dei calcoli effettuati sia per l'infrastruttura sia quelli effettuati per il materiale rotabile soddisfano i requisiti previsti dalle rispettive norme: non sarà necessario intervenire nelle modalità prescritte. In questo, sarà necessario proseguire l'indagine congiunta per scoprire le cause dell'instabilità;
2. I risultati dei calcoli effettuati per l'infrastruttura sono superiori ai valori limite. Sarà necessario intervenire sull'infrastruttura per riportare la conicità equivalente media a livelli accettabili;
3. I risultati dei calcoli effettuati per il materiale rotabile sono superiori ai valori limite. Sarà necessario intervenire per riportare le sale montate al profilo corretto;
4. I risultati dei calcoli effettuati sia per l'infrastruttura sia quelli effettuati per il materiale rotabile sono superiori ai requisiti previsti dalle rispettive norme. Sarà necessario intervenire sia sull'infrastruttura sia sulle sale montate per ripristinare i valori limite.

Dopo l'esecuzione degli interventi correttivi, l'indagine congiunta dovrebbe continuare per verificare effettivamente se il problema relativo all'instabilità è stato risolto.

## 22. PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA

Si applica il paragrafo 4.2.4.6 della STI 2014.

## 23. INCLINAZIONE DELLA ROTAIA

Si applica il paragrafo 4.2.4.7 della STI 2014.

## 24. TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE

Si applicano le pertinenti sezioni della norma UNI EN 13674.

## 25. DISPOSITIVI DI ARMAMENTO

- (1) Per lo scartamento normale si applica il paragrafo 4.2.5 della STI 2014.
- (2) Per gli scartamenti ridotti si applica, *mutatis mutandis*, il paragrafo 4.2.5 della STI 2014 e, nel determinare i valori delle grandezze ivi considerate, l'Esercente prende a riferimento i criteri e le metodologie rinvenibili nella norma EN 13232.

## 26. RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI

### **Resistenza del binario ai carichi verticali**

I binari, compresi i dispositivi di armamento, devono essere progettati tenendo conto almeno delle seguenti forze:

- a) il carico per asse;
- b) le forze statiche verticali massime esercitate dalle ruote;
- c) le forze quasi statiche verticali esercitate dalle ruote.

L'indicazione "almeno" sta a significare che i carichi massimi da considerare in fase di progettazione del binario possono dipendere dalla strategia operativa e generale pianificata da ciascun Esercente (circolazione di treni speciali, veicoli per la manutenzione ecc.).

### **Resistenza longitudinale del binario**

#### **A - Sollecitazioni di progetto**

I binari, compresi i dispositivi di armamento, devono essere progettati per sopportare forze longitudinali equivalenti a quelle derivanti dalla frenatura determinata in base ai parametri di prestazione (carico massimo per asse, velocità massima, lunghezza treno) della linea.

#### **B- Compatibilità con i sistemi di frenatura**

1. I binari, compresi i dispositivi di armamento, devono essere progettati per essere compatibili con l'uso di sistemi di frenatura magnetica per la frenatura di emergenza
2. I requisiti di progettazione dei binari, compresi i dispositivi di armamento, compatibili con l'uso di sistemi di frenatura a corrente parassita, se questa è ammessa, vengono determinati dall'Esercente

### **Resistenza laterale del binario**

I binari, compresi i dispositivi di armamento, devono essere progettati tenendo conto almeno delle seguenti forze:

- a) forze laterali: le forze laterali massime esercitate da una sala montata sul binario per determinate condizioni di prova definite nella Norma Materiale Rotabile;
- b) forze di guida quasi statiche: le forze di guida quasi statiche  $Y_{qst}$  per determinati raggi e condizioni di prova definite nella Norma Materiale Rotabile.

## **27. SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE**

- (1) Il sistema di attacco delle rotaie riguarda i requisiti del punto «Resistenza dei binari ai carichi verticali», del punto «Resistenza longitudinale del binario» e «Resistenza laterale del binario».
- (2) Si applica il punto 5.3.2 (2) della STI 2014.

## **28. TRAVERSE**

- (1) Le traverse devono essere progettate in modo che, quando sono utilizzate con rotaie e un sistema di attacco della rotaia specifici, abbiano proprietà conformi ai requisiti di cui ai punti «Scartamento nominale», «Inclinazione della rotaia» e «Resistenza del binario ai carichi applicati».
- (2) Per lo scartamento 1435 mm si applica il punto 5.3.3 (2) della STI 2014.
- (3) Per gli altri scartamenti L'Esercente determina lo scartamento di progetto.

## **29. SALDATURE**

Le saldature sono realizzate conformemente alle le istruzioni per l'esecuzione tecnica della saldatura delle rotaie e connesse operazioni ed ai criteri di controllo e accettazione delle stesse definite dall'Esercente all'interno delle proprie regole interne.

## **30. GIUNZIONI DI ROTAIA**

Le giunzioni di rotaia sono realizzate conformemente alle le istruzioni per l'esecuzione tecnica delle giunzioni delle rotaie e connesse operazioni ed ai criteri di controllo e accettazione delle stesse definite dall'Esercente all'interno delle proprie regole interne.

## **31. RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO**

### ***Strutture nuove***

Alle strutture ed alle opere nuove si applicano le Norme Tecniche sulle Costruzioni emanate con DECRETO MINISTERIALE 17 gennaio 2018. "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» – Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale,, n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale - (di seguito NTC 2018), di cui si evidenziano i seguenti paragrafi

[con la numerazione riportata nelle stese NTC 2018] recanti specifiche previsioni per le ferrovie leggere/a scartamento ridotto.

#### **5.2.2. AZIONI SULLE OPERE**

*Nell'ambito della presente norma sono indicate tutte le azioni che devono essere considerate nella progettazione dei ponti ferroviari, secondo le combinazioni indicate nei successivi paragrafi. Le azioni definite in questo documento si applicano alle linee ferroviarie a scartamento normale e ridotto.*

##### **5.2.2.3.3 Azioni di avviamento e frenatura**

*Per la determinazione delle azioni di frenatura e avviamento relative a ferrovie diverse da quelle ordinarie (ferrovie leggere, metropolitane, a scartamento ridotto, ecc.) dovranno essere eseguiti appositi studi in relazione alla singola tipologia di infrastruttura.*

##### **5.2.2.2.1 Modelli di carico**

*I carichi verticali associati al transito dei convogli ferroviari sono definiti per mezzo di diversi modelli di carico rappresentativi delle diverse tipologie di traffico ferroviario: normale e pesante. I valori dei suddetti carichi dovranno essere moltiplicati per un coefficiente di adattamento "α", variabile in ragione della tipologia dell'infrastruttura (ferrovie ordinarie, ferrovie leggere, metropolitane, ecc.). Per le ferrovie ordinarie il valore del coefficiente di adattamento "α" da adottarsi per i diversi modelli di carico è definito nei relativi paragrafi; per le ferrovie leggere, metropolitane, ecc., il valore del coefficiente "α" è definito in funzione della specificità dell'infrastruttura stessa.*

##### **5.2.3.1.6 Azioni da traffico ferroviario in situazioni transitorie**

*Nelle verifiche di progetto per situazioni transitorie dovute alla manutenzione dei binari o del ponte, i valori caratteristici delle azioni da traffico, caso per caso, sono da concordarsi con l'autorità ferroviaria.*

### **Strutture esistenti**

Le strutture e le opere in terra esistenti devono essere portati a un livello specifico di resistenza adatto ai carichi derivanti dal traffico di progetto.

## **32. PROTEZIONE DALLA CORROSIONE**

Gli elementi del sottosistema infrastruttura devono essere protetti contro i fenomeni di corrosione mediante idonea protezione passiva o attiva, ivi incluso il monitoraggio della evoluzione del fenomeno se questo sia ritenuto necessario sulla base delle risultanze delle analisi dell'Esercente.

## **33. GESTIONE DELLE OPERE CIVILI**

Si applicano le "linee di indirizzo - gestione in sicurezza delle opere civili della rete ferroviaria" rev. 0 - settembre 2018 emanate con nota ANSF prot. u.0016309.01-10-2018.

## **34. LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO**

(1) I limiti di azione sono connessi a frequenze di controllo adeguate, alle modalità di misura, alle caratteristiche geometriche della linea e alle caratteristiche dei veicoli. Ogni Esercente deve definire i propri limiti di azione immediata per difetti isolati di allineamento; per difetti isolati di livellamento longitudinale; per lo sghembo del binario; per lo scartamento in quanto difetto isolato.

(2) Per lo scartamento nominale di 1435 mm i limiti di azione immediata sono definiti dalla norma EN 13848-5:2008+A1:2010 per le modalità di misura (binario carico), frequenze e caratteristiche di riferimento.

(3) Per gli altri scartamenti nominali i limiti di cui al punto (2) possono essere utilizzati come riferimento per quanto riguarda i limiti di azione immediata per difetti isolati di allineamento e per difetti isolati di livellamento longitudinale, fatta salva l'eventuale incidenza delle caratteristiche dei veicoli. Per i limiti connessi allo sghembo del binario può essere utilizzato come criterio di calcolo la EN 13803. Per lo scartamento in quanto difetto isolato i limiti di cui al punto (2) devono essere riferiti alle caratteristiche geometriche della linea.

(4) È fatta salva comunque la necessità da parte dell'Esercente di valutare le condizioni di cui al punto (1) ed eventualmente definire valori differenti e maggiormente cautelativi all'interno delle proprie regole interne.

## 35. MARCIAPIEDI

I requisiti del presente punto si applicano soltanto ai marciapiedi adibiti al servizio viaggiatori lungo i quali è previsto che i treni si fermino nelle condizioni normali di servizio.

### Altezza dei marciapiedi

1. L'altezza nominale di un marciapiede deve essere stabilita in maniera tale da rispettare il requisito 3.14.10 della Norma Materiale Rotabile per raggi di 300 m o più.
2. In caso di raggi di lunghezza inferiore a quella stabilita al punto (1) l'altezza nominale del marciapiede può essere adeguata sulla base della distanza dello stesso per ridurre la distanza tra il treno e il marciapiede.
3. Laddove possibile e tale da non pregiudicare il rispetto di quanto stabilito nel punto (1), l'altezza nominale del marciapiedi da porre come obiettivo nella progettazione è pari a 550 mm o a 760 mm al di sopra della superficie di rotolamento per raggi di 300 m o più.

### Distanza dei marciapiedi

1. Alla distanza fra l'asse del binario e il bordo del marciapiede parallelo al piano di rotolamento possono essere applicati, in alternativa, i seguenti requisiti denominati 1 e 2.
  - *Requisito 1:* Si applica quanto ai punti (1) e (2) del paragrafo 4.2.9.3. "Distanza dei marciapiedi" della STI Infrastruttura 2014.
  - *Requisito 2:* Si applica quanto al paragrafo 7.7.10. "Particolarità della rete italiana Tracciato di posa dei binari lungo i marciapiedi" della STI infrastruttura 2014.
2. Di preferenza, per le nuove linee il binario adiacente ai marciapiedi deve essere diritto; in nessun caso comunque deve presentare un raggio inferiore a 300 m.
3. Non sono specificati valori per i binari esistenti lungo marciapiedi nuovi, rinnovati o ristrutturati.

## 36. AREA DI PERICOLO E LINEA DI AVVERTIMENTO

(1) Ogni marciapiede, al fine di delimitare l'area di pericolo definita nel Regolamento (UE) 1300/2014 (STI PMR 2014), deve essere dotato, per tutta la sua lunghezza e per ogni ciglio, di una striscia continua di sicurezza (linea di avvertimento) alla quale si applicano i requisiti previsti nella pertinente sezione della STI PMR 2014 di cui anche al par. 42 del presente documento. Tale striscia, di norma avente colore giallo (qualora tale colore sia adeguato a soddisfare il requisito di contrasto di cui al punto 4.2.1.12 (7) della STI PMR) recante delle calotte sferiche rilevate rispetto al piano dal quale si sollevano e disposte a reticolo diagonale, deve avere una larghezza non inferiore a di 400 mm.

(2) Il limite dell'area di pericolo sul marciapiede è funzione della velocità di percorrenza del binario attiguo. Tale limite, come identificato graficamente nella seguente Figura 1, viene stabilito dall'Esercente e non può essere inferiore a quello risultante dalla applicazione delle seguente formula:

$$D = d - 250 + k$$

- (3) Nella formula di cui al punto (2)
- Il termine **D** rappresenta distanza D fra il limite dell'area di pericolo sul marciapiedi e il bordo interno della più vicina rotaia [espressa in mm];
  - il termine **d** è pari alla distanza rinvenibile nella tabella dell'art. 6 del DPR 469/1979 sulla base della velocità di percorrenza richiamata al punto 2 [espressa in mm];
  - il termine **k** viene determinato dall'Esercente tenendo conto della necessità di incrementare la distanza d in ragione della circostanza che il calcolo è riferito alla sicurezza dei viaggiatori e non del personale operativo e quindi deve tener conto delle diverse attitudini e capacità di muoversi nell'ambiente ferroviario, delle caratteristiche dei passeggeri presenti sui marciapiedi (ivi comprese le tipologie "più leggere", come bambini e anziani). Inoltre l'Esercente deve tener conto anche delle tipologie e delle caratteristiche dei rotabili circolanti ai fini degli effetti aerodinamici. Il termine k non può comunque risultare inferiore, per le diverse velocità, ai valori di cui alla tabella seguente.

Velocità [km/h]	k
<= 150	100
>150, >= 180	150
>180, <= 200	250

- (4) Per le linee a scartamento ridotto, il valore della distanza D può essere ridotto di un valore pari al massimo a 200 mm purché tale riduzione sia adeguatamente giustificata dall'Esercente tenendo conto della sagoma dell'infrastruttura e della necessità di garantire la sicurezza dei passeggeri presenti sul marciapiede.
- (5) Non è possibile consentire la circolazione a velocità superiori a 200km/h nei binari adiacenti a marciapiedi a cui possono avere accesso i viaggiatori.

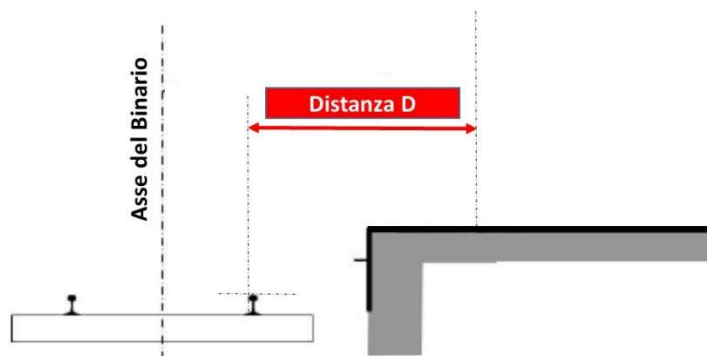


Figura 1. Determinazione dell'area di pericolo

### 37. VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE

Tutte le gallerie o strutture sotterranee destinate alla circolazione a velocità superiori o uguali a 200 km/h devono garantire che la variazione della pressione massima in galleria, causata dal passaggio di un treno che viaggia alla velocità massima consentita, non sia superiore a 10 kPa durante il tempo che il treno impiega a percorrere la galleria. È fatta salva la necessità da parte dell'Esercente di valutare le condizioni e il limite indicati (velocità, pressione) in relazione alla sagoma della infrastruttura ed alle caratteristiche dei veicoli ed eventualmente definire valori differenti e maggiormente cautelativi.

### 38. EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI

Relativamente all'effetto dei venti trasversali, la sicurezza su una linea deve essere garantita per ogni treno che circola su tale linea nelle condizioni di esercizio più critiche.

Se la sicurezza non può essere garantita senza misure mitigative, sia per la situazione geografica sia per altre caratteristiche specifiche della linea, l' esercente adotta tutte le misure necessarie per mantenere la sicurezza, ad esempio:

- riducendo la velocità del traffico in loco, possibilmente nei soli periodi a rischio di forti perturbazioni atmosferiche;
- installando dispositivi volti a proteggere la sezione di binario in questione dagli effetti del vento trasversale,
- applicando altre misure adeguate.

L'Esercente deve dimostrare che la sicurezza è garantita a seguito dell'adozione delle misure citate.

### 39. BALLAST

#### Sollevamento del ballast

L'interazione aerodinamica tra il materiale rotabile e l'infrastruttura può causare il sollevamento ed il successivo volare via di ballast dalla massicciata. Fermo restando che i requisiti del sottosistema infrastruttura finalizzati a limitare il rischio di «sollevamento del ballast» si applicano – in via di principio - esclusivamente alle linee dove la velocità massima è pari o superiore a 200 km/h, qualora l' esercente ritenga che il sollevamento, per le caratteristiche proprie del ballast, possa avvenire anche a velocità inferiori, deve adottare le opportune misure mitigative del rischio.

#### Spessore del ballast al di sotto del piano inferiore della traversa

Lo spessore del ballast al di sotto del piano inferiore delle traverse deve rispettare i valori riportati nella tabella seguente sulla base della combinazione fra il carico e la velocità di progetto.

Carico da traffico [tonnellate lorde giornaliere]	Velocità di progetto [km/h]	Spessore minimo del letto di ballast [m]
>30.000	$\geq 160$	0,35
>30.000	< 160	0,3
$\geq 5.000$ <=30.000	Qualsiasi	0,3
< 5.000	Qualsiasi	0,25

L' esercente, sulla base delle caratteristiche del progetto, stabilisce il valore massimo dello spessore al di sotto del piano inferiore della traversa in corrispondenza della rotaia più alta.

#### Caratteristiche del ballast

1. Il ballast deve essere conforme a quanto previsto nelle regole interne stabilite dall'Esercente.
2. Le regole di cui al punto precedente disciplinano:
  - A – i requisiti geometrici del pietrisco
  - B- i requisiti fisici del pietrisco



- C – la gestione delle sostanze pericolose
- D – i requisiti per la qualificazione del materiale
- E – i controlli da eseguire per verificare l’ottemperanza ai requisiti fissati

## 40. INDICATORI DI UBICAZIONE

Lungo il percorso, a intervalli nominali non superiori a 1.000 m, o inferiori se previsto dalle regole interne dell’Esercente, devono essere presenti indicatori di ubicazione.

## 41. NORME RELATIVE ALLA MANUTENZIONE

Nell’elaborare le proprie regole interne relative alla manutenzione del sottosistema, l’Esercente tiene conto anche di quanto di seguito riportato.

### **Fascicolo di manutenzione**

Il fascicolo di manutenzione è preparato prima della messa in servizio di una linea e forma parte integrante della documentazione tecnica che accompagna il sottosistema e deve contenere almeno:

- a) una serie di valori per i limiti di azione immediata;
- b) le misure adottate (ad esempio, riduzione di velocità, tempi di riparazione) qualora non siano rispettati i limiti previsti

relativi alla qualità geometrica del binario e ai limiti dei difetti isolati.

### **Piano di manutenzione**

Il piano di manutenzione è redatto per il sottosistema al fine di garantire che i requisiti di cui al presente standard siano mantenuti per tutta la durata di vita dello stesso. Il Piano prevede i punti di cui al paragrafo “Fascicolo di Manutenzione” così come almeno i seguenti punti riguardanti gli stessi elementi:

- a) una serie di valori per i limiti di intervento e di allerta;
- b) una dichiarazione relativa ai metodi, alle competenze professionali del personale e ai dispositivi di sicurezza per la protezione personale che devono essere utilizzati;
- c) le norme applicabili alla protezione delle persone che lavorano sui o in prossimità dei binari;
- d) gli strumenti utilizzati per controllare il rispetto dei valori in condizioni operative.

## 42. ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA

- (1) Esistono norme nazionali (Legge 09/01/1983 n. 13, Legge 05/02/1992 n. 104, DM 14/06/1989 n. 236, DPR 27/07/1996 n. 503) che disciplinano requisiti individuati anche nel Regolamento (UE) 1300/2014 (STI PMR 2014). Per questi requisiti, prevale la STI, ad eccezione di alcuni parametri per i quali prevale la norma nazionale, non essendo essi coperti da STI. Pertanto, allo stesso requisito, possono trovare applicazione sia la norma nazionale che la STI PMR 2014 in relazione a specifici aspetti del requisito disciplinati dall’una o dall’altra norma.
- (2) In tabella seguente si riportano i requisiti ai quali trovano applicazione le sole norme nazionali, sia la STI PMR 2014 che le norme nazionali, ovvero solo la STI PMR 2014, secondo il principio stabilito nel punto (1).

Requisito	Norma nazionale	STI PMR 2014	Norma nazionale + STI PMR 2014
Parcheggi per le persone con mobilità ridotta	X		
Servizi igienici e nursery			X
Biglietterie, uffici informazioni e punti di assistenza per i passeggeri			X
Corrimano (per i punti non coperti da STI)			X
Percorsi privi di ostacoli		X	
Identificazione del percorso		X	
Porte e accessi		X	
Rivestimenti dei pavimenti		X	
Ostacoli trasparenti		X	
Arredo ed elementi isolati		X	
Illuminazione		X	
Informazioni visive: targhette, pittogrammi, informazioni dinamiche, display		X	
Informazioni sonore		X	
Geometria di passerelle e sottopassaggi		X	
Scale		X	
Rampe, scale mobili, ascensori, tappeti mobili		X	
Larghezza e bordo dei marciapiedi		X	
Estremità dei marciapiedi		X	
Dispositivi di ausilio per la salita a bordo depositati sui marciapiedi		X	
Rampe da marciapiede		X	
Stazioni impresenziate - emissione di biglietti		X	
Controllo dei biglietti – tornelli		X	
Assistenza agli utenti su sedia a rotelle		X	

Attraversamenti a raso sotto la sorveglianza del personale		X	
--	--	---	--

### 43. TRATTE CON CREMAGLIERA

Alle tratte in cui è presente il sistema a cremagliera si applicano i requisiti definiti nei pertinenti paragrafi della “Ordinanza sulla costruzione e l’esercizio delle ferrovie” (OFERR) [stato 15 maggio 2018] e le relative “Disposizioni d’esecuzione dell’ordinanza sulle ferrovie” (DE-Oferr) (versione: 01.07.2016) pubblicamente disponibili sul sito internet dell’Ufficio Federale dei Trasporti della Confederazione Svizzera ([www.bav.admin.ch](http://www.bav.admin.ch)).

### 44. VALUTAZIONE DEL SOTTOSISTEMA

Alla valutazione di conformità del sottosistema rispetto alla presente Norma prima della messa in servizio si applicano, *mutatis mutandis*:

- I principi e la metodologia di cui ai paragrafi relativi ai moduli SG ed SH1, a seconda del modulo utilizzato, di cui alla Decisione 2010/713,
- Le procedure di valutazione di cui alla Tabella 37 della STI INFRA 2014 e della Tabella E1 in appendice E della STI PMR 2014.

Tutti i parametri fondamentali disciplinati nella presente norma devono essere verificati nella fase di “esame del progetto” e di “assemblaggio prima della messa in servizio”, come definite nella Appendice B della STI 2014 e nella Appendice E della STI PMR 2014. Per i requisiti non presenti nelle richiamate Appendici, la verifica va effettuata in entrambe le fasi.

### 45. PROVE DEL SOTTOSISTEMA PRIMA DELLA MESSA IN SERVIZIO

(1) Nell’elaborazione delle regole interne relative alle prove del sottosistema prima della messa in servizio, l’Esercente tiene conto dei seguenti principi:

- A – stabilisce le relazioni fra la velocità di percorrenza e il grado di consolidamento della massicciata mediante adeguati indicatori (es. tonnellaggio lordo transitato);
- B- stabilisce i controlli da eseguire rispetto ai parametri di geometria dell’armamento;
- C- stabilisce i controlli da eseguire rispetto ai parametri caratteristici dei dispositivi di armamento.

(2) Il sottosistema prima della messa in servizio è sottoposto alle prove di cui al punto 1.

### 46. TERMINOLOGIA

Per la terminologia viene adottata vale l’appendice S della STI 2014.

## 47. ALLEGATI

**Allegato 1:** SAGOME E PROFILI DI RIFERIMENTO *[dati e rappresentazioni grafiche fornite dagli Esercenti].*

**Allegato 2 (informativo):** VALORI DEI PARAMETRI IN USO NELLE RETI *[Si tratta di un allegato informativo richiesto dagli Esercenti nel corso delle attività di redazione della norma al solo fine di rendere evidenti ai soggetti interessati le caratteristiche tecniche delle reti esistenti. Pertanto il contenuto di tale allegato non deve ritenersi in alcun modo modificativo o integrativo del contenuto della norma. Il contenuto è stato predisposto dagli Esercenti].*

## 48. APPENDICI INFORMATIVE

**Appendice 1 (informativa):** SOPRAELEVAZIONE RIDOTTA: LIMITI DI ACCELERAZIONE NON COMPENSATA ED ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE

**Appendice 2 (informativa):** SOPRAELEVAZIONE RIDOTTA: LIMITI DI SGHEMBO PER IL RISPETTO DEI VALORI DI  $\psi$  e  $\omega$

**Appendice 3 (informativa):** VELOCITA' D' ORARIO

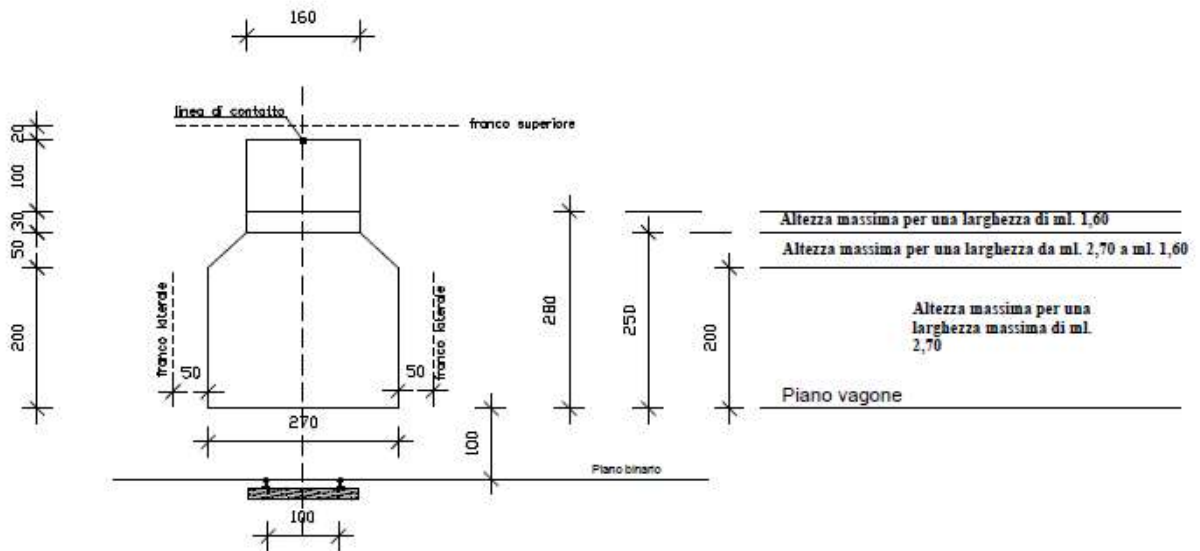
## **ALLEGATO 1. SAGOME E PROFILI DI RIFERIMENTO**

**FERROVIA DOMODOSSOLA – CONFINE SVIZZERO**

**Sagoma**

SOCIETA' SUBALPINA DI IMPRESE FERROVIARIE

**SAGOMA LIMITE**



## FERROVIE DELLA CALABRIA

**Sagoma Limite** (riferimento: Sagoma cinematica automotrice DE-M4c gruppo 500 Stadler)

1) *in rettilineo:*

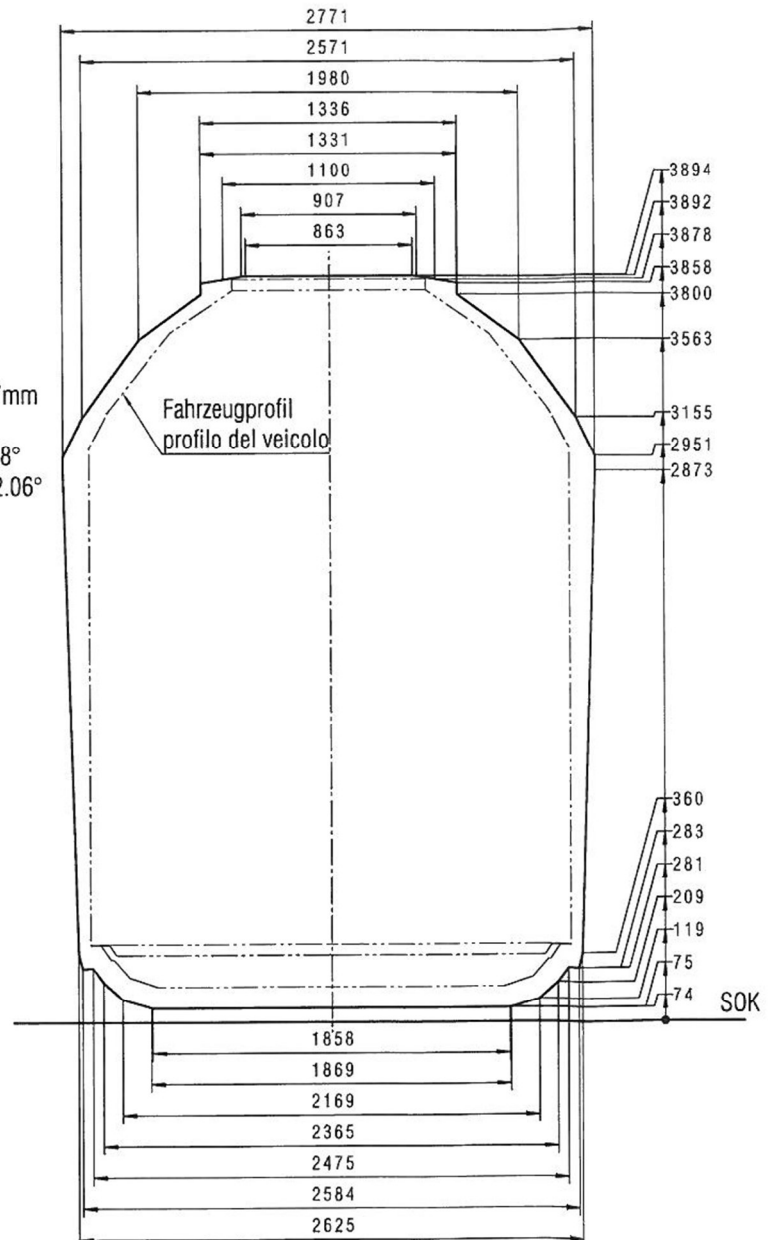
Lichtraumprofil Fahrzeug - Geradausfahrt  
sagoma del veicolo - incorsa diritta

In das Auslenkungsprofil wurden  
folgende Daten mit einbezogen:

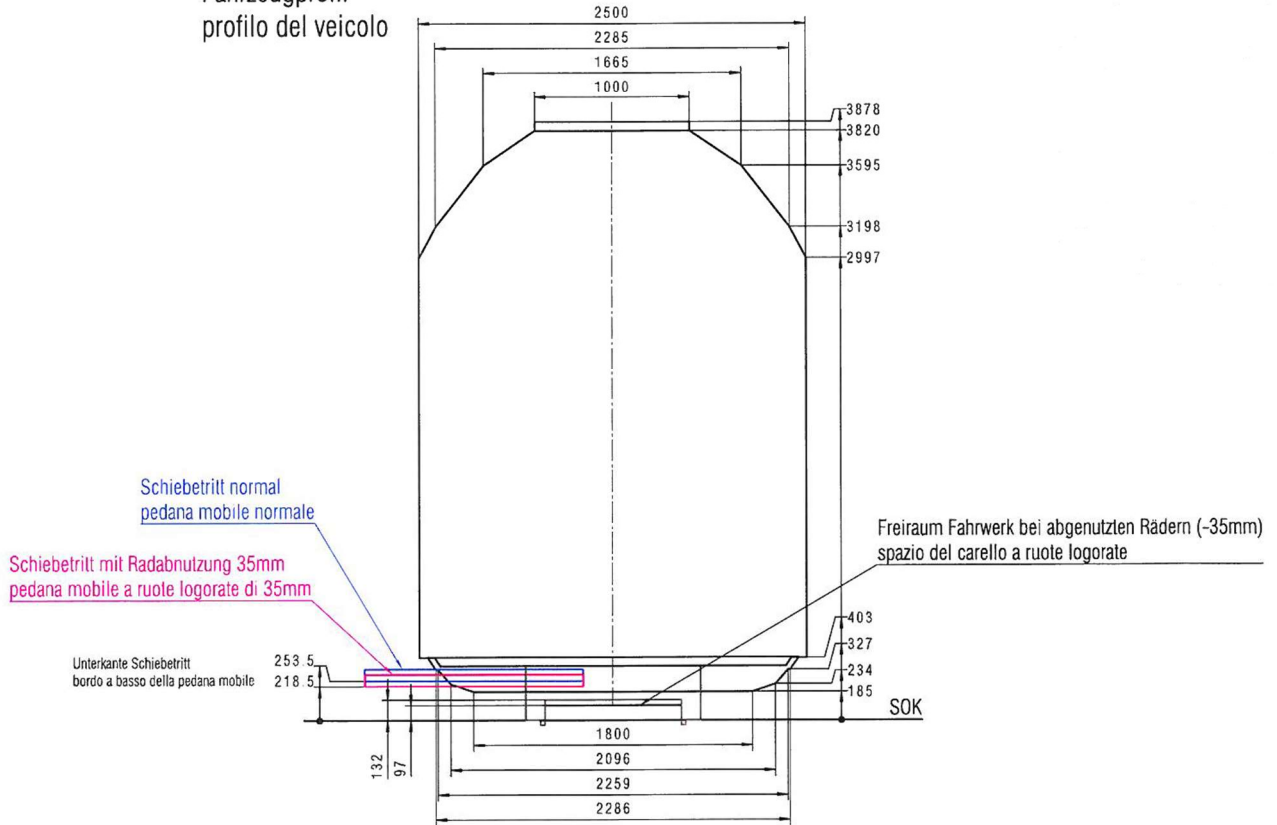
- max. Querbewegung Gerade: 49.7mm
- max. Vertikalweg: 82.6mm
- max. Wanken ADG: 1.8°
- max. Wanken LDG: 2.06°

nel profilo di deviazione sono  
compresi i dati prossimi:

- movimento rettilineo trasversale massimale: 49.7mm
- percorso verticale massimale: 82.6mm
- barcollamento massimale del carello motore: 1.8°
- barcollamento massimale del carello portante: 2.06°



Fahrzeugprofil  
profilo del veicolo





2) in curva (R=100 m, R=80 m):

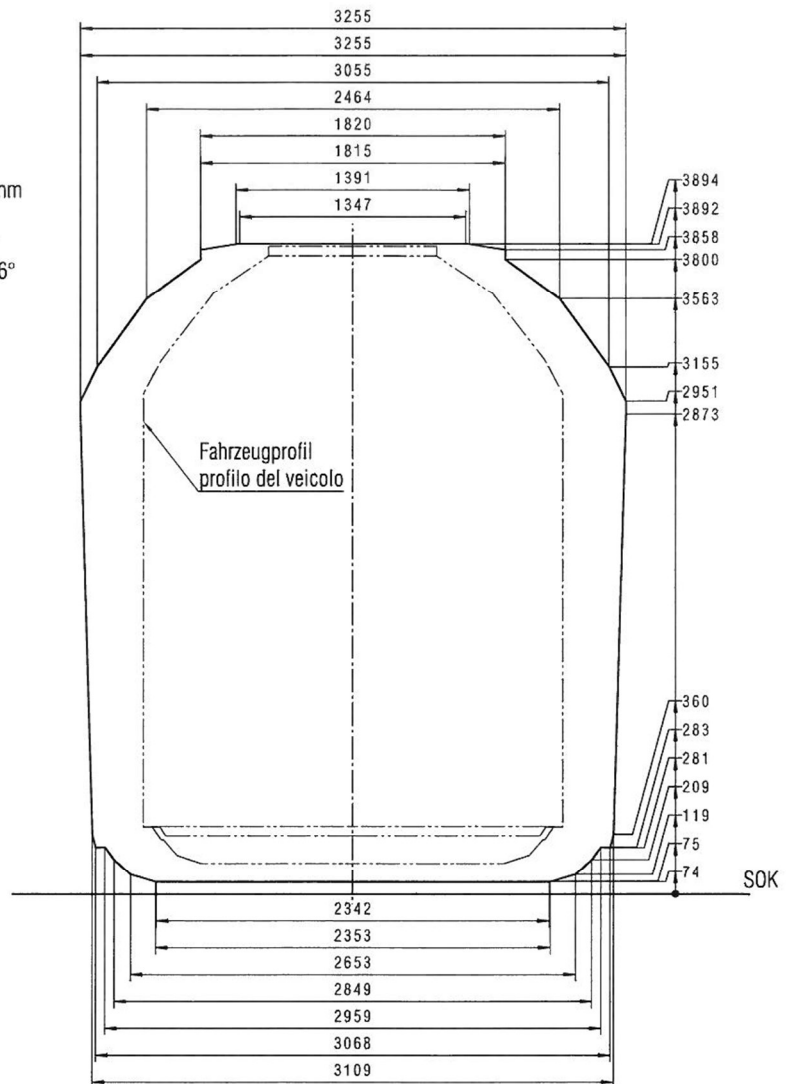
Lichtraumprofil Fahrzeug - Kurve R 100m  
sagoma del veicolo - curva R 100m

In das Auslenkungsprofil wurden  
folgende Daten mit einbezogen:

- max. Querbewegung Kurve 100m: 291.7mm
- max. Vertikalweg: 82.6mm
- max. Wanken ADG: 1.8°
- max. Wanken LDG: 2.06°

nel profilo di deviazione sono  
compresi i dati prossimi:

- movimento rettilineo trasversale massimale: 291.7mm
- percorso veritcale massimale: 82.6mm
- barcollamento massimale del carello motore: 1.8°
- barcollamento massimale del carello portante: 2.06°



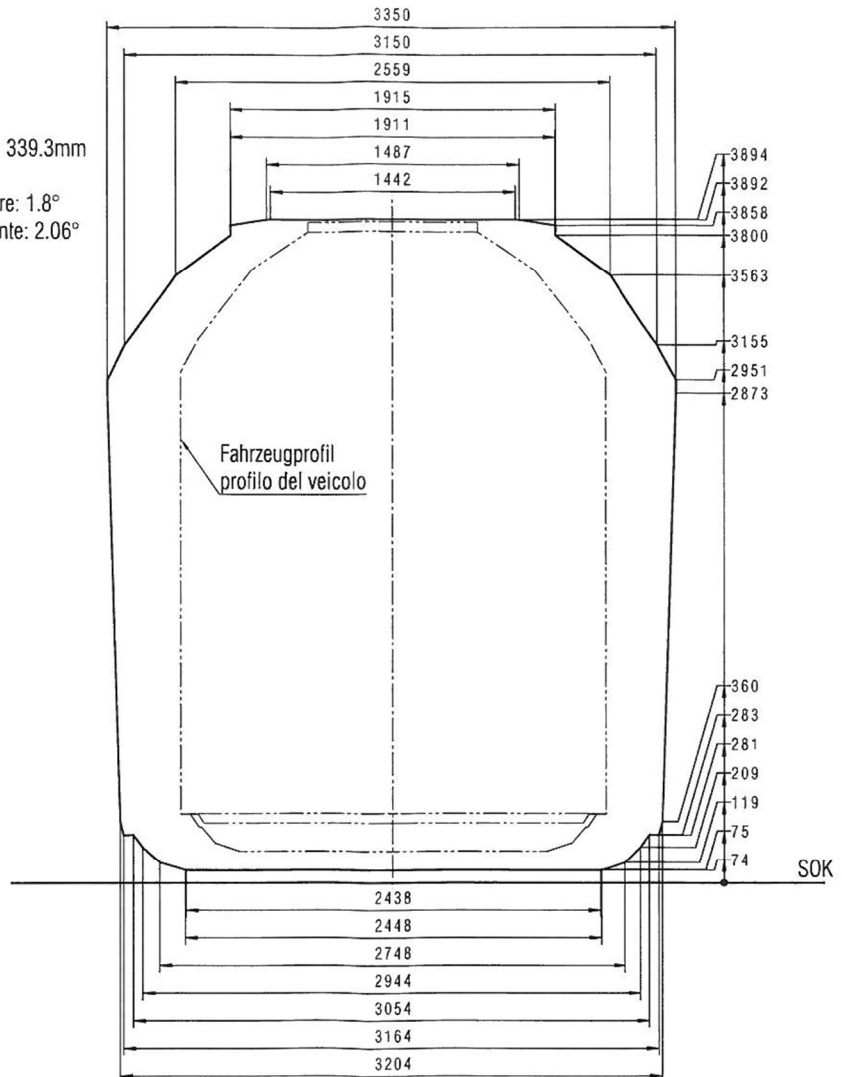
## Lichtraumprofil Fahrzeug - Kurve R 80m sagoma del veicolo - curva R 80m

In das Auslenkungsprofil wurden  
folgende Daten mit einbezogen:

- max. Querbewegung Kurve 80m: 339.3mm
- max. Vertikalweg: 82.6mm
- max. Wanken ADG: 1.8°
- max. Wanken LDG: 2.06°

nel profilo di deviazione sono  
compresi i dati prossimi:

- movimento rettilineo trasversale massimale: 339.3mm
- percorso verticale massimale: 82.6mm
- barcollamento massimale del carello motore: 1.8°
- barcollamento massimale del carello portante: 2.06°



**TRENTINO TRASPORTI**

	<p align="center"><b>MANUALE TECNICO DEL BINARIO FERROVIA TRENTO-MALE'</b></p> <p align="center">IT-ARM-01 rev. 0</p>	<p align="right">Pagina 26 di 129</p>
---	---	---------------------------------------

**SAGOMA LIMITE FERROVIA TRENTO-MALE'**

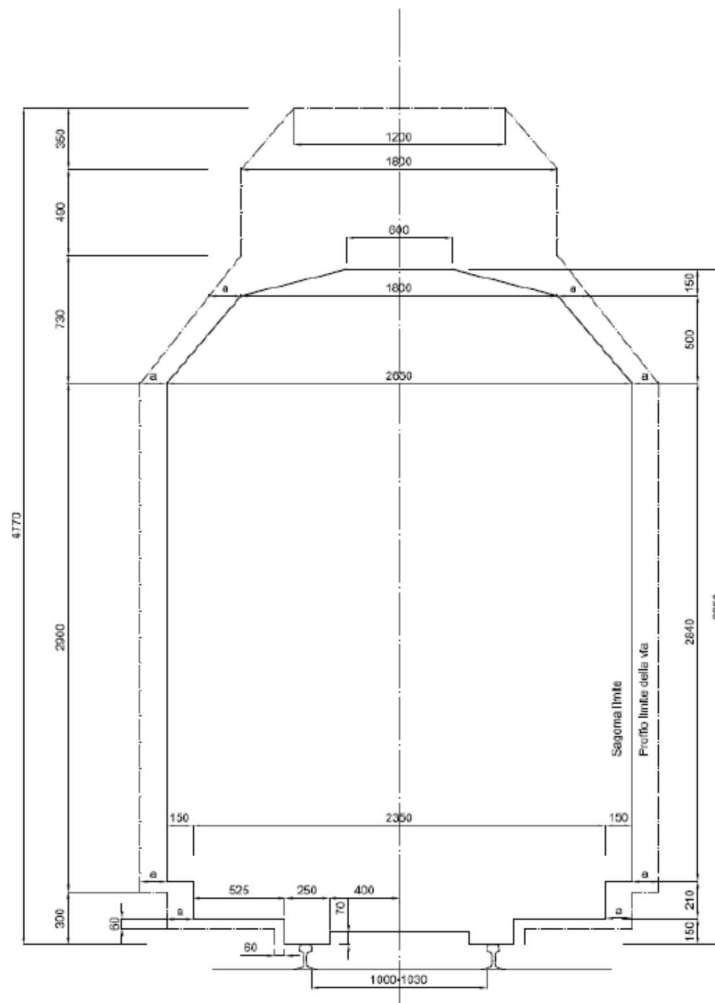


Fig. 22 - Sagoma desunta da documento [12]

La presente sagoma è valevole per veicoli con distanza fra i perni dei carrelli non maggiore di m 14,00 ed una lunghezza della cassa non superiore di m 20,00. I franchi minimi sotto riportati sono da rispettarsi non solo lungo lo sviluppo della curva, ma anche per almeno 12 m di lunghezza prima e dopo la curva. Dopo tale distanza essi verranno raccordati con quello minimo ("a" = mm 150) secondo una linea retta su una lunghezza di altri 12 m. (La somma dei giochi trasversali fra assi e telaio non dovrà essere superiore di mm 30 per parte).

	<b>MANUALE TECNICO DEL BINARIO FERROVIA TRENTO-MALE'</b>	Pagina 27 di 129
IT-ARM-01 rev. 0		

#### **2.01.10 Franchi minimi**

Per poter permettere il libero transito della sagoma limite, tenendo conto dei movimenti trasversali e longitudinali dei veicoli e del loro maggiore ingombro nelle curve si è stabilito un profilo minimo che circoscrive la sagoma limite e tiene conto di dette maggiori sezioni. Le distanze fra la sagoma limite ed il profilo minimo, si chiamano franchi minimi e sono stabiliti in base al valore del raggio delle curve ed alla lunghezza della cassa dei rotabili e dei perni dei carrelli.

#### **Linea allo scoperto**

Sono ammessi a circolare rotabili con sagoma limite valevole per lo scartamento ridotto, aventi una distanza fra i perni dei carrelli non maggiore di m 14,00 ed una lunghezza della cassa non superiore a m 20,00.

In base a questi dati ed al valore del raggio delle curve è stata calcolata la seguente tabella dei franchi minimi "a" che sono stati a suo tempo approvati con decreto ministeriale n. 3719 del 11.11.1955.

Il franco "a" è valevole sia all'interno che all'esterno della curva considerata. Per raggi intermedi a quelli della tabella si deve assumere il valore di "a" corrispondente al raggio inferiore.

I franchi indicati dalla tabella sono da rispettarsi non solo lungo lo sviluppo della curva, ma anche per almeno 12 m di lunghezza prima e dopo la curva.

Dopo tale distanza, verranno raccordati con quello minimo "a" = 150 mm secondo una linea retta su una lunghezza di altri 12 m.

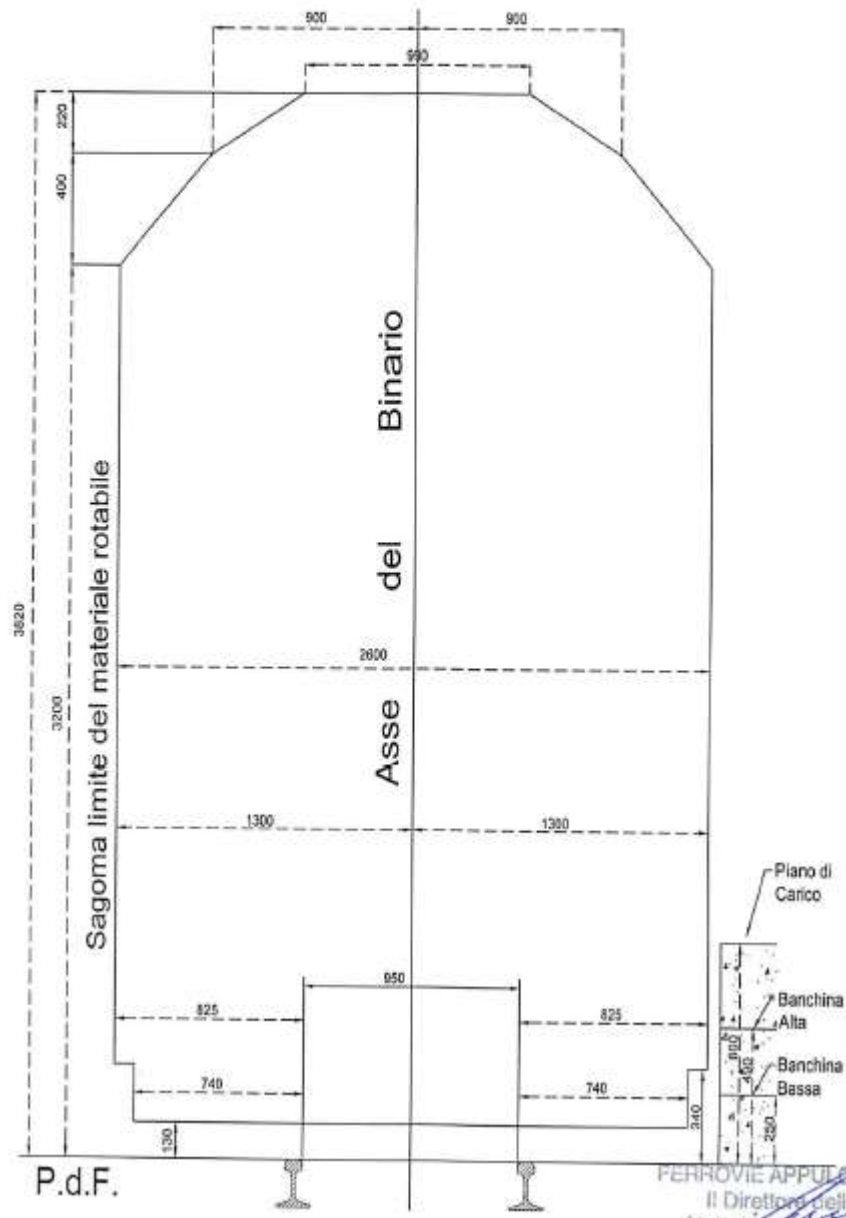
**Tabella franchi minimi "a":**

<b>a mm</b>	<b>Raggio m.</b>
150	∞
175	1000
182	800
201	500
213	400
235	300
252	250
277	200
319	150
346	130
363	120
405	100
434	90
468	80
515	70

**FERROVIE APPULO LUCANE**

**Sagoma limite statica del materiale rotabile utilizzato**

**SAGOMA LIMITE STATICA**  
 (MODIFICATA A SEGUITO PROVE DEL 04-05.05.2011)  
 SCALA 1:20

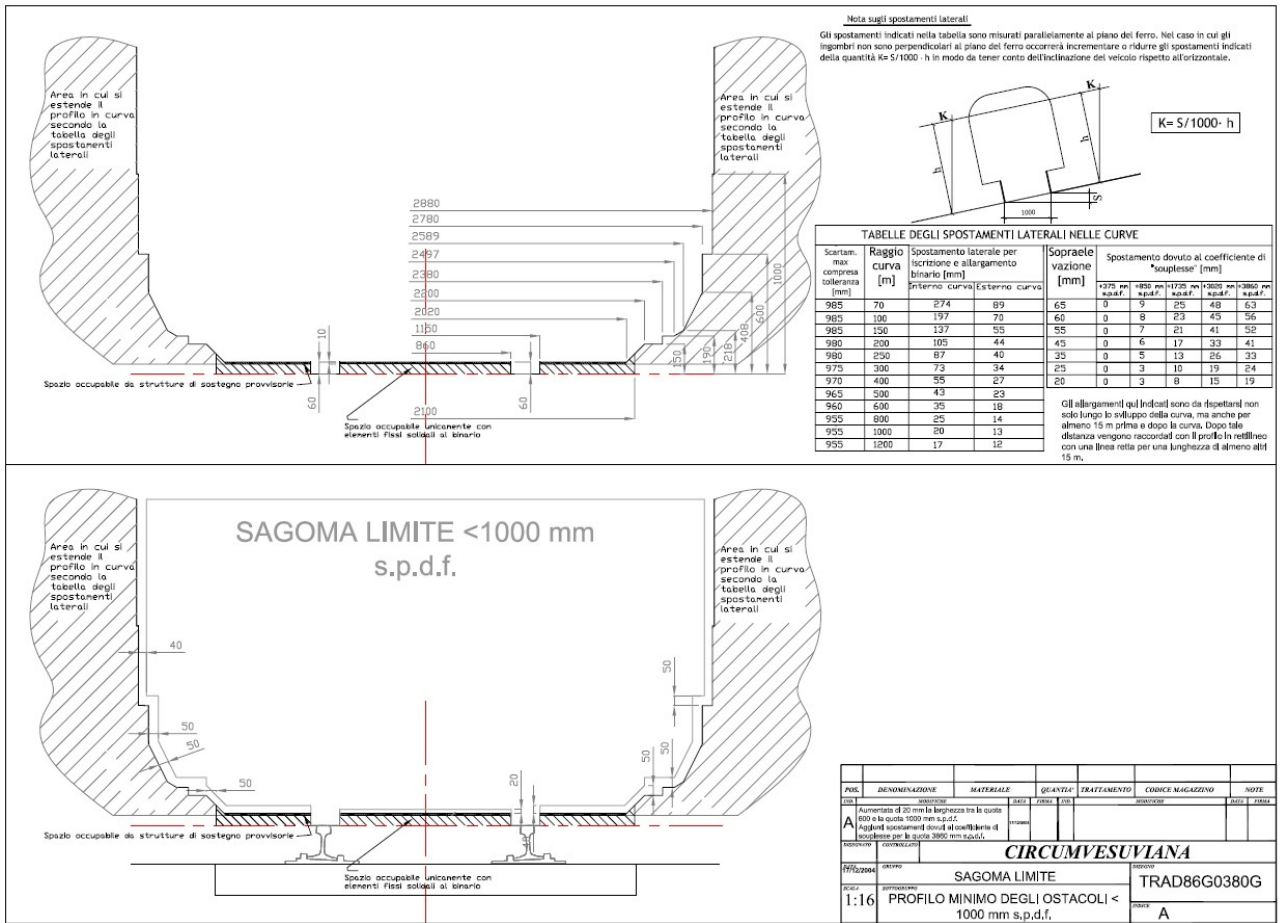


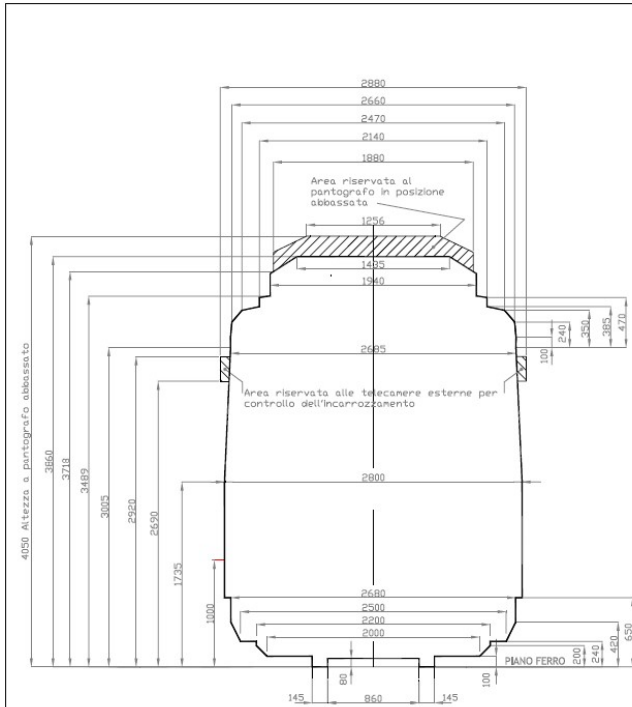
## ENTE AUTONOMO VOLTURNO

### Sagoma

SCARTAMENTO RIDOTTO (LINEE VESUVIANE)	SCARTAMENTO ORDINARIO (LINEE FLEGREE)
Propria del GI EAV	Sagoma Italiana Statica

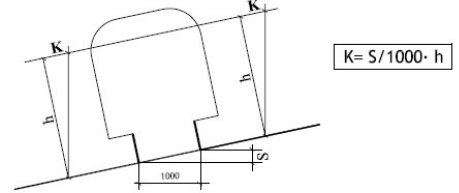
### Linee Vesuviane





Nota sugli spostamenti laterali

Gli spostamenti indicati nella tabella sono misurati parallelamente al piano del ferro. Nel caso in cui gli ingombri non sono perpendicolari al piano del ferro occorrerà incrementare o ridurre gli spostamenti indicati della quantità  $K = S/1000 \cdot h$  in modo da tener conto dell'inclinazione del veicolo rispetto all'orizzontale.



Scartam. max. compresa tolleranza [mm]	Raggio curva [m]	Spostamento laterale per iscrizione e allargamento binario [mm]		Sopraelevazione [mm]	Spostamento dovuto al coefficiente di "souplesse" [mm]				
		Interno curva	Esterno curva		"souplesse"				
					+375 mm s.p.d.f.	+480 mm s.p.d.f.	+1725 mm s.p.d.f.	+3000 mm s.p.d.f.	+3860 mm s.p.d.f.
985	70	274	89	65	0	9	25	48	63
985	100	197	70	60	0	8	23	45	56
985	150	137	55	55	0	7	21	41	52
980	200	105	44	45	0	6	17	33	41
980	250	87	40	35	0	5	13	26	33
975	300	73	34	25	0	3	10	19	24
970	400	55	27	20	0	3	8	15	19
965	500	43	23						
960	600	35	18						
955	800	25	14						
955	1000	20	13						
955	1200	17	12						

La sagoma degli ingombri massimi rappresentata si riferisce alla carrozza posta in un tratto di linea rettilineo ed orizzontale.

Tale sagoma deve essere rispettata tenendo conto di:

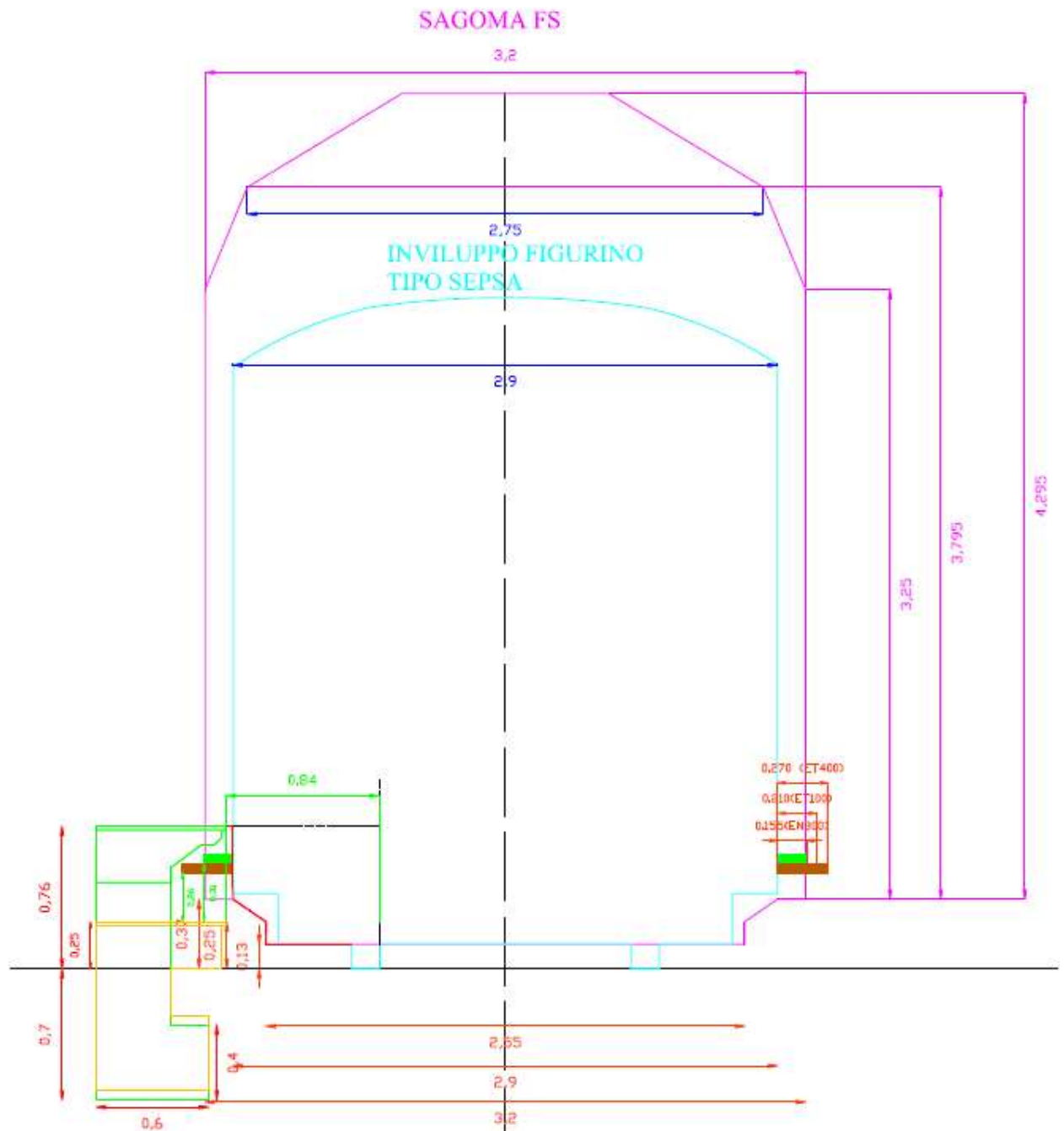
- massima usura ammessa delle ruote (diametro e bordino) con conseguenti spostamenti verticali e laterali consentiti;
- assenza d'aria nelle sospensioni secondarie (se pneumatiche);
- massimi cedimenti verticali e laterali delle sospensioni primarie e secondarie;
- massimi cedimenti dei tamponamenti elastici tra cassa e carrelli.

POS.	BENOMINAZIONE	MATERIALE	QUANTITA'	TRATTAMENTO	CODICE MAGAZZINO	NOTE
PRODOTTORE	CIRCUMVESUVIANA					
DATA 17/09/2004	SAGOMA LIMITE					
SCALE 1:30	SAGOMA LIMITE DEI ROTABILI ESERCIBILI					TRAD86G0382G



**Sagoma limite linee flegree (scartamento ordinario)**

In Magenta la sagoma FS in azzurro l'involuppo delle sagome treni EAV

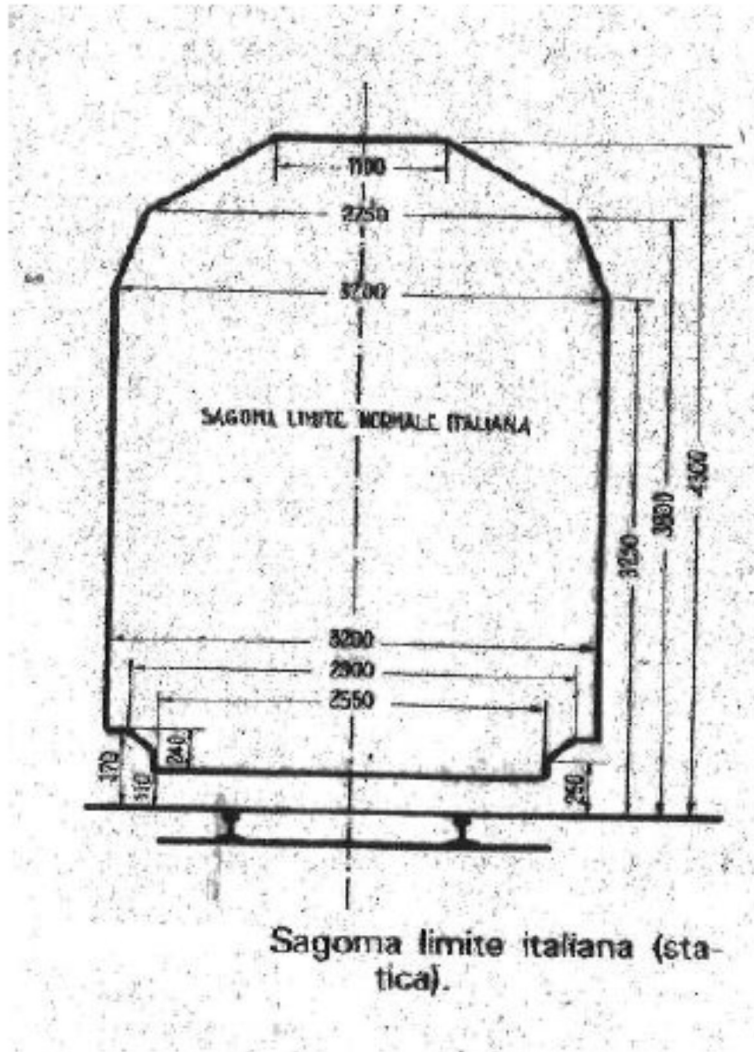


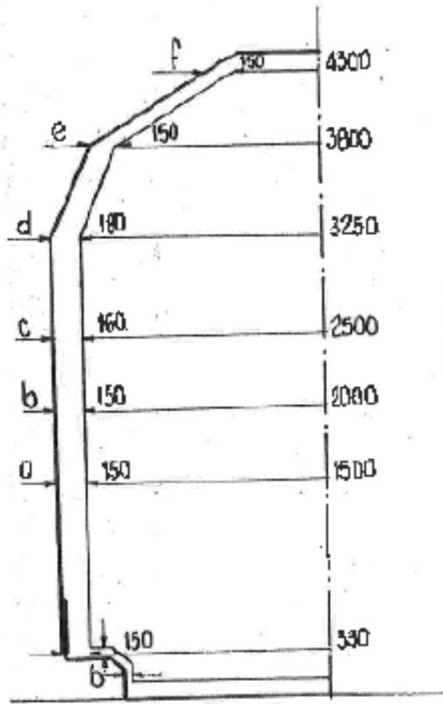
- 
- 
-

## **GRUPPO TORINESE TRASPORTI**

### **Sagoma Limite**

Sagoma limite conforme a lettera circolare F.S. L.S.A. 1/139505 del 22/12/1971





I valori dei franchi minimi sono quelli  
 della tabella 3a o riferimento lettera cir-  
 colare.  
 L.S.A. 1/130595 del 22-12-1971.

**Tabella 3.a**

**DISTANZE ORIZZONTALI DELLA SAGOMA LIMITE ITALIANA PER LA PARTE ALTA AL DI SOPRA DELLA QUOTA 0,33 m - VALEVOLE DOPO IL 31-12-73. — (Lettera circolare n. L.S.A. 1/139505 del 22-12-71)**

**A - In rettilineo.**

DISTANZE ORIZZONTALI IN mm PER ALTEZZE H IN m.					
H < 1,50	H = 2,00	H = 2,50	H = 3,25	H = 3,80	H = 4,30
a = 150	b = 150	c = 160	d = 180	e = 150	f = 150

**B - In curva di R ≥ 500 m (\*) - Lato Interno**

Sopraelevazione	DISTANZE ORIZZONTALI IN mm PER ALTEZZE H IN m.					
	H=1,50	H=2,00	H=2,50	H=3,25	H=3,80	H=4,30
h. in mm.	a	b	c	d	e	f
Al 50	150	150	160	180	150	150
60	150	150	160	190	150	150
70	150	150	160	190	150	160
80	150	150	170	200	150	170
90	150	150	175	205	150	180
100	150	155	180	215	150	190
110	150	160	185	220	155	200
120	150	165	190	230	160	215
130	150	170	195	235	170	225
140	150	170	200	240	180	235
150	150	175	205	250	190	245
160	150	180	210	255	195	255

(\*) Per valori del raggio R < 500 m i dati esposti nella presente tabella vanno aumentati con gli incrementi riportati nella tabella D - 3.C.

**Tabella 3.b**
**C - In curva di  $r \geq 500$  m (\*) - Lato esterno**

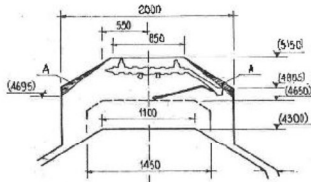
Accelerazione non compensata	Distanze orizzontali in mm. per altezze H in m.					
	H=1,50	H=2,00	H=2,50	H=3,25	H=3,80	H=4,30
$\leq 0,33$	150	150	170	200	150	175
0,40	150	150	175	210	150	185
0,45	150	155	180	215	150	195
0,50	150	160	185	220	150	200
0,55	150	160	185	225	160	210
0,60	150	165	190	230	165	220
0,65	150	170	195	235	170	225
0,70	150	170	200	245	180	230
0,75	150	175	205	250	185	240
0,80	150	180	210	255	195	250
0,85	150	180	215	260	200	260
0,90	150	185	220	270	210	270
0,95	150	190	225	280	220	275
1,00	150	190	230	290	230	280

(\*) Per  $R < 500$  m i dati esposti nella presente tabella vanno aumentati con gli «incrementi» riportati nella tabella D - 3.c.

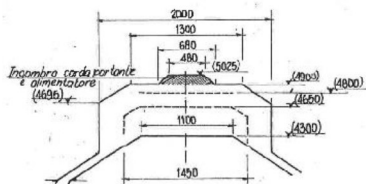
**Tabella 3.c**

**D - Incrementi delle distanze orizzontali dalla sagoma limite italiana per tratti in curva di  $R < 500$  m.**

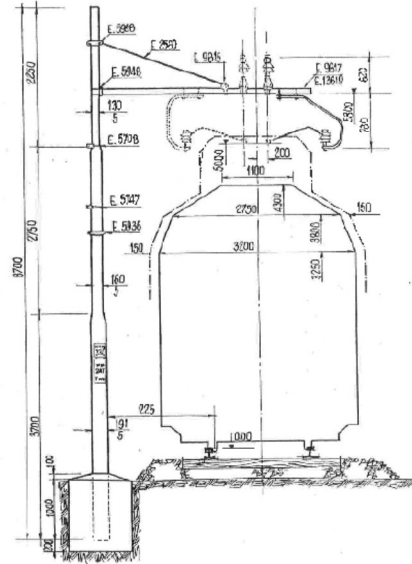
curve di raggio < 500 m fino a	incremento in mm.	
	interno curva	esterno curva
450 m	5	5
400	8	8
350	10	10
325	15	15
300	20	20
250	25	25
240	30	36
220	50	55
200	75	85
180	100	115
170	120	135
160	135	158
150	155	185
140	190	215
130	255	280
120	330	355
110	420	450
100	525	556
90	655	688
80	818	850
75	915	950
70	1028	1060



Tratti sotto sospensione (da 30 cm. prima a 30 cm. dopo la sospensione). Filo di contatto a 4,65 m. sul p.f. - Campata da 20 m (il triangolo A entra a far parte del profilo solo dal lato in cui si trova il braccio di poligonazione)



Tratti fuori sospensione. Filo di contatto a 4,65 m. sul p.f. - Campata da 20 m.  
 - Profilo minimo per l'elettrificazione.



Tipo normale della palificazione e della apparecchiatura in rettilineo e nelle curve (impianti costruiti dopo l'1938) di raggio > di 1400 m.  
 L'altezza normale di 5 m. del filo di contatto sul p.f. può essere:  
 - abbassata ad un minimo di 4,65 m.  
 - alzata di un massimo di 5,80 m. nelle grandi stazioni a trazione mista elettrica e vapore.

## FERROVIENORD

### Sagoma

#### 45. Sagoma limite per il materiale rotabile, per il carico dei veicoli e riduzioni di sagoma per il carico sui carri scoperti

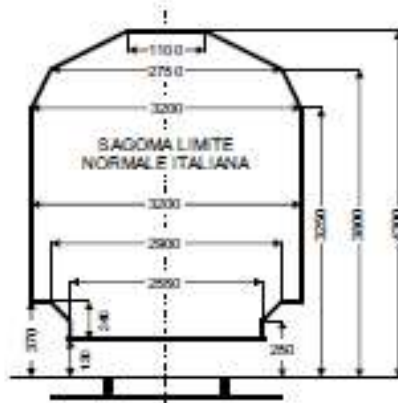
##### A) Sagoma limite.

Le dimensioni del profilo trasversale del materiale rotabile e dei carichi fatti su veicoli scoperti non devono oltrepassare in nessun punto le dimensioni delle sagome (denominate "sagome limite") sotto riportate e valide per determinate linee o gruppi di linee.

Tali dimensioni si intendono per la posizione mediana dei veicoli su binari in rettilineo; per il passaggio nelle curve le dimensioni stesse devono essere ridotte come specificato al successivo punto B).

Quando sorga il dubbio che un carro che abbia subito deformazioni o che il suo carico sorpassi le dimensioni massime ammesse, esso deve essere verificato sotto la sagoma limite della località tenendo beninteso calcolo delle eventuali riduzioni stabilite dal seguente punto B); se nella località non vi fosse la sagoma limite, la verifica deve essere fatta mediante misurazione diretta.

1. Sagoma limite "Normale Italiana" in vigore sulle FERROVIENORD, su tutte le linee delle Ferrovie dello Stato e sulle Ferrovie e Tramvie private per le quali è ammesso il servizio cumulativo, fatta eccezione per la linea Roma - Lido per la quale vige la sagoma limite speciale (n° 3) e per le linee sotto elencate per le quali vige la sagoma limite Italiana (n° 1) con le seguenti eccezioni:
  - *Sondrio - Tirano*: solo per i veicoli ed i carichi destinati al raccordo Falk di Trivio Piateda la sagoma deve essere ridotta in larghezza a m 3,06 fra le altezze di m 0,370 e m 3,420 sul piano del ferro.
  - *Marmifera di Carrara*: per tutta la linea la sagoma limite normale deve essere ridotta in larghezza a m 3,05 tra le altezze di m 0,370 e m 1,25 sul piano del ferro.
  - *Napoli - Pizzoli - Torregaveta*: per tutta la linea la sagoma limite normale deve essere limitata in altezza a m 4,10 sul piano del ferro, fermo restando fino a tale altezza le dimensioni in larghezza della sagoma normale.
  - *Bari - Taranto* delle Ferrovie del Sud-Est: per il raccordo Folonari in stazione di Locorotondo il passo dei carri non deve essere superiore a m 4,5 ed i carichi eseguiti su carri scoperti non devono oltrepassare la testa dei carri stessi.



2. Sagoma limite "Internazionale" in vigore per tutti i carri diretti all'estero.

I carri che portano il contrassegno RIV sono senz'altro tali da rispettare la sagoma limite internazionale.

I veicoli diretti all'estero che non soddisfano questa sagoma potrebbero tuttavia soddisfare quelle dei singoli paesi che i veicoli stessi devono percorrere (tali sagome limite sono riportate nell'allegato II "Prescrizioni di Carico" del Regolamento per il reciproco uso dei carri in servizio internazionale - RIV - distribuito alle stazioni di transito).





3. Sagoma limite "Speciale" in vigore sulla linea Roma - Lido.



**B) Riduzioni di sagoma e altre limitazioni per il carico su carri scoperti.**

1. Le dimensioni dei carichi sui carri scoperti, per tener conto del maggior ingombro che si verifica nel passaggio sulle curve, devono essere ridotte rispetto a quelle della sagoma limite, delle quantità indicate nella tabella A in seguito riportata, tenendo presente quanto segue:
  - a) per i carichi sui carri a carrelli o su carri a bilico, se il passo di ogni carrello o del carro a bilico è maggiore di m 4 e non superiore a m 6, le riduzioni indicate nella tabella A devono essere aumentate di cm 1 per le parti di carico situate tra i perni e diminuite pure di cm 1 per le parti in oggetto; tale aumento o diminuzione deve essere di cm 2 se il passo del carrello o del bilico è maggiore di m 6;
  - b) le riduzioni della tabella A devono essere aumentate di cm 5 per le parti del carico situate a meno di cm 43 dal piano del ferro.
2. Per i carichi su coppie di carri a bilico o nel caso che si faccia uso di carri scudo o di carro intermedio, il carico deve trovarsi all'altezza di almeno 10 cm sopra al piano del pavimento o ad una distanza dalle pareti laterali dei carri, almeno uguale a quella indicata nella tabella B in seguito riportata.
3. Per i carichi fatti sui carri con bilico la distanza tra i perni dei bilici non deve essere superiore a m 30.

**Tabella A**

Riduzione in centimetri, da ciascun lato, della larghezza del carico, ossia distanze minime che devono sussistere orizzontalmente da ciascun lato, fra i carichi, che si trovino in posizione mediana su binario in rettilineo, e la sagoma di carico applicabile.

Per le parti situate tra le saie estreme o tra i perni dei carrelli o dei bilici																			Distanze in metri tra le saie estreme o tra i perni dei carrelli o dei bilici (passo)				
Per una distanza in metri dalla sezione considerata del carico dalla saia estrema più vicina (carri a due o più saie) o dal perno più vicino (carri a carrelli o coppie di carri con bilico)																							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2		1,5	1	0,5	
																				0	0	0	2,5
																				0	0	0	3
																			0	0	0	0	3,5
																			0	0	0	0	4
																			0	0	0	0	4,5
																			0	0	0	0	5
																	0	0	0	0	0	0	5,5
																0	0	0	0	0	0	0	6
																0	0	0	0	0	0	0	6,5
																0	0	0	0	0	0	0	7
																0	0	0	0	0	0	0	7,5
														2	2	1	1	1	0	0	0	0	8
													2	2	2	2	2	1	1	0	0	0	9
												3	3	3	3	2	2	1	1	0	0	0	10
											5	5	5	4	4	3	3	2	1	1	0	0	11
										6	6	6	6	5	5	4	3	3	2	1	0	0	12
									8	7	7	7	7	6	6	5	4	3	2	1	0	0	13
								9	9	9	8	8	8	7	6	6	5	4	3	1	0	0	14
							10	10	10	10	9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0	15
						13	12	12	11	11	10	10	9	8	7	6	5	4	2	1	0	0	16
						15	14	13	13	12	11	11	10	9	8	7	5	4	2	1	0	0	17
						18	17	17	15	14	13	12	11	10	8	7	6	4	3	1	0	0	18
						20	20	19	17	17	16	14	13	12	11	9	8	6	5	3	1	0	19
						27	27	26	24	22	21	19	17	16	14	12	11	9	7	6	4	2	20
						35	35	34	32	30	27	25	23	21	19	16	14	12	10	8	4	2	21
						43	43	42	40	38	35	32	30	27	24	22	19	16	13	11	9	7	22
						51	50	47	44	41	36	34	31	28	26	22	19	16	13	10	8	5	23
						59	56	53	50	46	40	38	35	32	29	25	22	18	14	11	9	6	24
62						62																	25
	52																						26
		61																					27
			59																				28
				56																			29
					53																		30

Per le parti situate al di là delle saie estreme o dei perni dei carrelli o dei bilici (in oggetto)											Distanze in metri tra le saie estreme o tra i perni dei carrelli o dei bilici (passo)						
Per una distanza in metri dalla sezione considerata del veicolo o del carico dalla saia estrema più vicina (carri a due o più saie) o dal perno più vicino (carri a carrelli o coppie di carri con bilico)																	
0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5		6	6,5	7	8	9	10
0	1	3	5														2,5
0	1	3	5														3
0	1	2	4	6	8												3,5
0	0	2	4	6	8												4
0	0	2	3	5	7												4,5
0	0	2	3	5	7												5
0	0	1	3	5	7												5,5
0	0	1	3	5	7	9	11	13	15	18	20	23	25	31	39	40	6
0	0	1	3	5	7	9	11	13	15	18	20	23	25	31	39	40	6,5
0	0	1	3	5	7	9	11	13	16	18	20	23	26	31	40	50	7
0	0	1	3	5	7	9	11	13	16	18	20	23	26	32	41	51	7,5
0	0	1	3	5	7	9	11	13	16	18	20	23	26	32	42	52	8
0	0	1	3	5	7	9	11	14	16	18	21	24	26	34	44	54	9
0	0	2	3	5	7	9	12	14	17	19	22	24	27	36	46	56	10
0	0	2	4	5	8	10	12	14	17	19	22	25	29	38	48	59	11
0	0	2	4	6	8	10	13	15	17	20	23	26	30	40	51	62	12
0	0	2	4	6	8	11	13	16	18	21	24	27	33	42	53	64	13
0	0	2	4	7	9	11	14	16	19	22	25	29	34	45	56	67	14
0	1	3	5	7	9	12	14	17	20	23	26	31	36	47	58	70	15
0	1	3	5	7	10	12	15	18	21	24	28	33	38	49	61	73	16
0	1	3	5	8	10	13	16	18	21	25	30	35	41	52	63	76	17
0	1	3	6	8	11	13	16	19	22	26	32	37	43	54	66	79	18
0	1	4	6	9	11	14	17	20	23	28	33	39	45	57	69	82	19
0	1	4	6	9	12	15	18	21	24	30	35	41	47	59	72	85	20
0	2	4	7	10	13	16	19	22	26	33	39	45	51	64	77	92	22
0	2	5	8	11	14	17	21	25	31	37	43	49	56	69	83	98	24
0	2	5	9	12	15	19	22	28	34	40	47	53	60	74	88	104	26
0	3	6	9	13	16	20	25	31	37	44	50	57	64	80	94	111	28
0	3	7	10	14	17	21	27	34	40	47	54	61	69	85	100	117	30

**NOTA:**

Per dimensioni diverse da quelle indicate nella tabella attonersi sempre alle dimensioni immediatamente superiori. I carichi corrispondenti ai valori segnati in grassetto devono essere considerati carichi eccezionali.

**Tabella B**

Distanze orizzontali, in centimetri, da lasciarsi da ciascun lato fra i carichi e le pareti laterali dei carri nei casi in cui si faccia uso di carri con bilico, di carri scudo o di un carro intermedio quando le pareti stesse non siano ad almeno 10 cm. a di sotto del carico.

Distanza in metri fra le sale estreme o fra i perni dei carrelli del carro portante o fra i perni dei bilici della coppia di carri portanti	Distanza in centimetri, fra il carico e le pareti laterali													del carro intermedio
	dei carri con bilico, per una distanza in metri fra la sezione considerata ed il perno del più vicino bilico				dei carri-scudo, per una distanza in metri fra la sezione considerata e la più vicina sala estrema od il perno del più vicino carrello o bilico del carro portante									
	2	3	4	5	3	4	5	6	6,5	7	8	9	10	
4	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	13	18	-	-	26	31	38	45	49	53	61	70	80	-
8	14	19	22	-	26	32	39	47	50	55	63	72	83	-
10	15	21	25	28	28	34	41	49	54	58	67	77	88	24
12	16	23	27	31	29	36	44	52	57	61	71	81	93	28
14	18	24	29	34	31	38	47	56	60	65	76	86	98	33
16	19	26	32	37	33	41	50	59	64	69	80	92	104	38
18	20	28	34	41	34	43	53	63	68	73	85	97	110	44
20	21	30	37	44	36	46	56	67	72	78	90	102	116	51
25	25	35	43	52	41	52	64	76	83	89	103	117	132 <sup>(1)</sup>	71
30	28	40	50	60	48	58	72	86	93	100	116	131 <sup>(1)</sup>	148 <sup>(1)</sup>	95

(1) Tenuto conto delle larghezze ordinarie del piano di carico dei carri scudo tali valori non dovrebbero verificarsi.

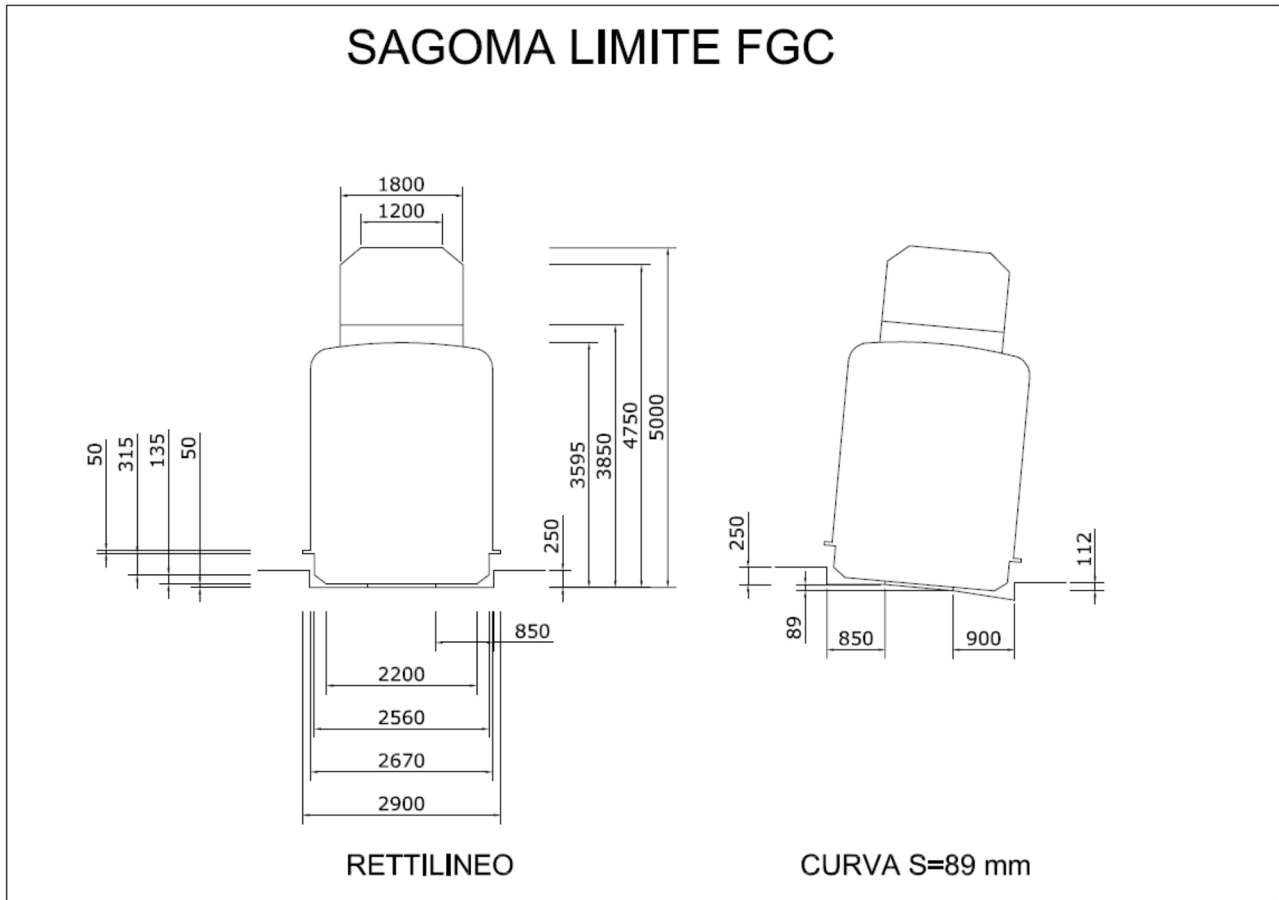
NOTA: Per dimensioni diverse da quelle indicate nella tabella attonarsi sempre alle dimensioni immediatamente superiori. I carichi corrispondenti ai valori segnati in grassetto devono essere considerati carichi eccezionali.

**ESEMPI:**

- A) Si supponga di dover caricare un carro a carrelli che ha una lunghezza del piano di carico di m 13,30 ed una distanza fra i perni dei carrelli di m 9,00:
- 1) per la parte situata fra i perni dei carrelli evidentemente la massima riduzione si ha in corrispondenza della sezione trasversale mediana del carro, che dista m 4,50 dai perni dei carrelli; tale riduzione si trova nella tabella A all'incrocio fra la riga del "passo" che è di m 9 (colonna a destra) e la colonna della distanza della sezione mediana dal perno del carrello che è di m 4,50; la riduzione risulta di cm 2 per parte cioè di complessivi cm 4 rispetto alla sagoma;
  - 2) per le parti in aggetto evidentemente la massima riduzione si ha all'estremità del piano di carico che dista m  $13,30-9,00:2 = m 2,15$  dai perni dei carrelli; tale riduzione si trova all'incrocio fra la riga del "passo" che è di m 9 e la colonna della distanza della sezione estrema del perno del carrello che è di m 2,50 (la misura immediatamente superiore a quella di 2,15 che non è indicata nella tabella); tale riduzione risulta di cm 5 per parte cioè di complessivi cm 10 rispetto alla sagoma.
- B) Si supponga di dover caricare un carro a carrelli che ha una lunghezza del piano di carico di m 9,80, una distanza fra i perni dei carrelli di m 6,00 e quindi un oggetto di m  $9,80-6,00:2 = 1,90$ ; le riduzioni da applicare si trovano dalla tabella A come segue:
- 1) per la sezione mediana all'incrocio tra la riga relativa al passo di m 6,00 e la colonna relativa alla distanza di m 3,00: nessuna riduzione;
  - 2) all'estremità del piano di carico all'incrocio fra la riga relativa alla distanza di m 6,00 e la colonna relativa alla distanza di m 2,00 (non essendo indicata la distanza di m 1,90): riduzione di cm 3 per parte.
- C) Si supponga di dover trasportare pali lunghi m 18,00 su una coppia di carri a bilico della lunghezza fra i respingenti di m 8,00, con un carro intermedio della lunghezza fra i respingenti di m 6,00 (quindi distanza fra i bilici: m  $4,00+6,00+4,00 = m 14,00$ ); le distanze fra il carico e le pareti laterali si ricavano dalla tabella B come segue:
- 1) per la sezione mediana (cioè la metà del carro intermedio) si legge, in corrispondenza della riga relativa alle distanze fra i bilici di m 14,00 ed all'ultima colonna (carro intermedio), una distanza di cm 33;
  - 2) per l'estremità di un bilico verso il carro intermedio (cioè a m 4,00 dal perno del bilico) si legge all'incrocio fra la riga relativa alla distanza fra i bilici di m 14,00 e la colonna relativa alla distanza dal bilico più vicino di m 4,00, una distanza di cm 29 e poiché il carico sporge dai bilici di m 2,00 da ciascun lato per l'estremità del carico si legge, all'incrocio fra la riga relativa alla distanza fra i bilici di m 14,00 e la colonna relativa alla distanza del bilico più vicino di m 2,00, una distanza di cm 18.



**FERROVIA GENOVA CASELLA**



## **ALLEGATO 2 . VALORI DEI PARAMETRI IN USO NELLE RETI**

## ALLEGATO 2 . VALORI DEI PARAMETRI IN USO NELLE RETI

<b>AZIENDA</b>	<b>Società Subalpina di Imprese Ferroviarie s.p.a.</b>
<b>LINEA</b>	<b>Ferrovia Domodossola – Confine Svizzero (Locarno)</b>
<b>Nota</b>	<i>Ai sensi della L 172/17 con riferimento al Trattato Internazionale vigente che regola i rapporti tra Italia e Svizzera relativamente alla linea internazionale l'adozione di valori diversi da quelli indicati nel presente allegato o l'adozione dei valori 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" sono soggetti a verifica di compatibilità con gli standard e i valori presenti sull'intera linea.</i>

<b>PUNTO NORMA</b>	<b>TITOLO</b>	<b>VALORE</b>	<b>NOTE</b>
6	<b>INTERASSE DEI BINARI m</b>	NN	
7	<b>PENDENZE MASSIME ‰</b>	62 ‰	
8	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE m</b>	47	
9	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE m</b>		
	<i>concavo</i>	600	
	<i>convesso</i>	900	
10	<b>SCARTAMENTO NOMINALE mm</b>		
	<i>scartamento</i>	1000	
	<i>allargamento</i>	Da ...a 0-Valore DeOfer	
	<i>controrotaia</i>	Valori DeOfer	La distanza tra il fungo della rotaia di binario e la distanza del fungo della controrotaia può essere tra 0,18 m a 0,20 m. Il livello superiore della controrotaia può essere al massimo più bassa di 30 mm della rotaia di binario.
11	<b>SOPRAELEVAZIONE mm</b>		
	<i>curva</i>	110	
	<i>in corrispondenza dei marciapiedi</i>	110	

12	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ</b>	Anc max = 1m/sec <sup>2</sup>	No rango
13	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b>	NN	
14	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DI/DT – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO:</b>	NN	
15	<b>ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b>	NN	
16	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DD/DT – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: <math>\Omega</math></b>	NN	
17	<b>PENDENZA DEL RACCORDO DD/DL (SGHEMBO)</b>	5,5‰	
18	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b>	NR	
19	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA</b>	VST 36/UNI50	
20	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b>	1/20	
21	<b>TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE</b>		
22	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b>		
23	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b>		
	<i>Resistenza del binario ai carichi verticali</i>	NN	
	<i>Resistenza longitudinale del binario</i>	NN	
24	<b>RESISTENZA LATERALE DEL BINARIO</b>	NN	
25	<b>SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE</b>	Attacco diretto Von Roll Attacco indiretto UNI	
26	<b>TRAVERSE</b>	Acciaio / Legno	



27	<b>SALDATURE</b>	Alluminotermiche	
28	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b>	Stecche	
29	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO</b>	NTC	
30	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI</b>	Verbale di visita semestrale – Disposizioni MIT	
31	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO</b>		
	<i>Limite di azione immediata per livellamento longitudinale</i>		
	<i>Limite di azione immediata per lo sghembo del binario</i>	>6‰	
	<i>Limite di azione immediata dello scartamento in quanto difetto isolato</i>		
32	<b>MARCIAPIEDI</b>		
	<i>Altezza dei marciapiedi</i>	+10 cm dal fungo	
	<i>Distanza dei marciapiedi</i>	65 cm dalla rotaia	
33	<b>STRISCIA GIALLA DI SICUREZZA</b>		
34	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE</b>		
35	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI</b>	NR	
36	<b>BALLAST</b>		
	<i>Sollevamento del ballast</i>	NR	
	<i>Spessore del ballast al di sotto del piano inferiore della traversa</i>	NR	
	<i>Caratteristiche del ballast</i>		
37	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE</b>	Numerazioni pali TE	

40	<b>ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA</b>	Presente nelle stazioni principali	
41	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA</b>	NN	

<b>AZIENDA</b>	Ferrovie della Calabria
<b>LINEA</b>	Cosenza - Catanzaro Lido

<b>PUNTO NORMA</b>	<b>TITOLO</b>	<b>VALORE</b>		<b>NOTE</b>
6	<b>INTERASSE DEI BINARI m</b>	3 m		
7	<b>PENDENZE MASSIME ‰</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ In stazione: 0‰</li> <li>✓ in linea: max 40‰ (aderenza naturale) (tratta Cosenza-Catanzaro Città, tratta Catanzaro-Catanzaro Lido);</li> <li>✓ max 60‰ (aderenza naturale) (tratta Pedace-Camigliatello linea Pedace-San Giovanni in Fiore)</li> <li>✓ In cremagliera: 100‰ (tratta Catanzaro Pratica-Catanzaro Sala linea Cosenza-Catanzaro Lido)</li> </ul>		
8	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE m</b>	100 m		<i>un solo tratto di 20 metri in una curva in prossimità Galleria di Madonna di Pozzo di 76,51 m</i>
9	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE m</b>	Aderenza naturale o mista:	Cremagliera:	
	<i>concavo</i>	1000 m	1000 m	
	<i>convesso</i>	1500 m	1500 m	

10	<b>SCARTAMENTO NOMINALE</b> mm	Raggio della curva																											
		da metri	a metri																										
		∞	450																										
		449	300																										
	scartamento	950 mm	rettilineo e curve con raggio fino a 450 (m)																										
	allargamento	970 mm	nelle curve di raggio stretto																										
	controrotaia	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARATTERISTICHE DI TRACCIATO</th> <th>Dis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rettilinei e curve con R &gt; m 450</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Curve con R da m 450 a m 391</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Curve con R da m 390 a m 331</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Curve con R da m 330 a m 271</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Curve con R da m 270 a m 211</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Curve con R da m 210 a m 151</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Curve con R da m 150 a m 100</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		CARATTERISTICHE DI TRACCIATO		Dis	Rettilinei e curve con R > m 450			Curve con R da m 450 a m 391			Curve con R da m 390 a m 331			Curve con R da m 330 a m 271			Curve con R da m 270 a m 211			Curve con R da m 210 a m 151			Curve con R da m 150 a m 100				
CARATTERISTICHE DI TRACCIATO		Dis																											
Rettilinei e curve con R > m 450																													
Curve con R da m 450 a m 391																													
Curve con R da m 390 a m 331																													
Curve con R da m 330 a m 271																													
Curve con R da m 270 a m 211																													
Curve con R da m 210 a m 151																													
Curve con R da m 150 a m 100																													
11	<b>SOPRAELEVAZIONE</b> mm	Aderenza naturale o mista:	Cremagliera:																										
	curva	100 mm (per curve Raggio 100 m)	0 mm																										
	in corrispondenza dei marciapiedi	50 mm (per curve Raggio 100 m)	0 mm																										
12	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE RANGHI DI VELOCITÀ</b>	DATO NON DISPONIBILE		Le linee ferroviarie di FdC non sono classificate in ranghi di velocità in quanto non è applicabile la norma VEL-1/1998																									
13	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b>																												
14	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DI/DT – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO</b>	DATO NON DISPONIBILE																											
15	<b>ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b>																												
16	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DD/DT</b>																												

	<b>- VELOCITÀ DI ROTAZIONE: <math>\Omega</math></b>		
<b>17</b>	<b>PENDENZA DEL RACCORDO DD/DL (SGHEMBO)</b>		
<b>18</b>	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b>		
<b>19</b>	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ In linea e piazzali: rotaia profilo 36UNI, 50UNI;</li> <li>✓ In linea: rotaia profilo 25.2CL (tratta Pedace-S. Giovanni in Fiore)</li> <li>✓ Nei piazzali, tronchini di sottopiccola e dietropiccola: rotaia profilo 25.2CL</li> </ul>	
<b>20</b>	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b>	1/20	
<b>21</b>	<b>TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE</b>	Caratteristiche acciaio: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ rotaie tipo 50E5 R260 (secondo requisiti previsti dalla specifica tecnica RFI TCAR SF AR 02 001 B. del 05/11/2012);</li> <li>✓ rotaie 36UNI (acciaio di qualità FE 680 in barre da 36 ml)</li> </ul>	
<b>22</b>	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b>	Limiti dimensionali e tolleranze	Limiti di intervento
		minimo 0 - massimo 4 (mm)	a partire da valori superiori a 4 (mm)
<b>23</b>	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b>		
	<i>Resistenza del binario ai carichi verticali</i>	Carico assiale	
	<i>Resistenza longitudinale del binario</i>	Forze eq. a frenatura 2,5 m/s <sup>2</sup> alle prestazioni di linea	
<b>24</b>	<b>RESISTENZA LATERALE DEL BINARIO</b>	ERRI D 202/DT 363 "Improved knowledge of forces in CWR track (including switches)"	
<b>25</b>	<b>SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diretti</li> <li>✓ Indiretti</li> <li>✓ Elastici: Vossloh, Nabla</li> </ul>	
<b>26</b>	<b>TRAVERSE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Legno</li> <li>✓ CAP (monoblocco)</li> <li>✓ CAP (bi-blocco)</li> </ul>	
<b>27</b>	<b>SALDATURE</b>	NORME TECNICHE FdC	

		"Armamento ferroviario - Norme tecniche per l'esecuzione e gestione dei lavori"	
<b>28</b>	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rotaia 36UNI: effettuata con ganasce e chiavarde (ganasce tipo 36);</li> <li>✓ Rotaia 50UNI: effettuata con ganasce e chiavarde (ganasce tipo 50)</li> </ul>	
<b>29</b>	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO</b>	DATO NON DISPONIBILE E NON APPLICABILE	<i>in considerazione delle basse velocità ammesse sulle linee ferroviarie FdC</i>
<b>30</b>	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI</b>	DATO NON DISPONIBILE	<i>il documento ANSF emanato da ANSF con nota prot. 0016309/2018 "Linee di indirizzo - gestione in sicurezza delle opere civili della rete ferroviaria" rev. 0 - settembre 2018, non è applicato alla gestione delle opere civili FdC</i>
<b>31</b>	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO</b>		
	<i>Limite di azione immediata per livellamento longitudinale</i>	-5/+5 mm di tolleranza	
	<i>Limite di azione immediata per lo sghembo del binario</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Valore massimo 3‰</li> <li>✓ Valore limite 3‰</li> </ul>	
	<i>Limite di azione immediata dello scartamento in quanto difetto isolato</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tolleranza di costruzione: - 2/+2 mm</li> <li>✓ Tolleranza di manutenzione: - 2/+5 mm</li> </ul>	
<b>32</b>	<b>MARCIAPIEDI</b>		
	<i>Altezza dei marciapiedi</i>	250 mm	
	<i>Distanza dei marciapiedi</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 80 cm in rettilineo</li> <li>✓ 85 cm in curva</li> </ul>	

33	<b>STRISCIA GIALLA DI SICUREZZA</b>	80 cm dal bordo marciapiedi	dove possibile applicare tale striscia gialla in relazione alle caratteristiche dei marciapiedi presenti nelle stazioni/fermate
34	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE</b>	DATO NON DISPONIBILE E NON APPLICABILE	Non è previsto un requisito specifico legato alla resistenza delle porte/carenatura o legato alla sagoma che è molto ridotta nelle gallerie FdC
35	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI</b>	DATO NON DISPONIBILE	Non sono installati sistemi di rilevazione vento trasversale sui ponti alti situati lungo il tracciato ferroviario FdC
36	<b>BALLAST</b>		
	<i>Sollevamento del ballast</i>	DATO NON DISPONIBILE E NON APPLICABILE	In considerazione delle basse velocità ammesse sulle linee ferroviarie FdC
	<i>Spessore del ballast al di sotto del piano inferiore della traversa</i>	20 cm	
<i>Caratteristiche del ballast</i>	dimensione 30/60 mm	Ballast classificato SECONDA CATEGORIA (da normativa RFI)	
37	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE</b>	ogni 1000 m	Ogni 1000 metri lungo la linea ferroviaria sono presenti ceppi chilometrici (indicanti la progressiva km)

<b>40</b>	<b>ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA</b>	DATO NON DISPONIBILE	Non è applicato tale requisito nelle stazioni e fermate FdC presenti lungo le linee in esercizio
<b>41</b>	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA</b>		FdC non applica le norme svizzere per la cremagliera (OFERR); tali norme sono scritte in lingua francese, pertanto necessita traduzione in termini tecnici ferroviari con relative tempistiche, e successiva analisi di confronto ed eventuale impatto sulla rete e sui veicoli circolanti.

<b>AZIENDA</b>	<b>ARST S.p.A.</b>
<b>LINEA</b>	<b>Monerrato/Isili, Macomer/Nuoro, Sassari/Alghero, Sassari/Sorso</b>

<b>PUNTO NORMA</b>	<b>TITOLO</b>	<b>VALORE</b>	<b>NOTE</b>
6	<b>INTERASSE DEI BINARI m</b>	4.12	solo in stazione
7	<b>PENDENZE MASSIME ‰</b>	30‰	
8	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE m</b>	80	
9	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE m</b>		
	<i>concavo</i>	2'000	
	<i>convesso</i>	2'000	
10	<b>SCARTAMENTO NOMINALE mm</b>		
	<i>scartamento</i>	950	
	<i>allargamento</i>	max 30mm	
	<i>controrotaia</i>	max 85mm	

11	<b>SOPRAELEVAZIONE mm</b>		
	<i>curva</i>	110	
	<i>in corrispondenza dei marciapiedi</i>	non normato	
12	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ</b>	83mm	
13	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b>	non normato	
14	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: <math>di/dT</math> – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO:</b>	0.4	
15	<b>ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b>	non normato	
16	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: <math>dD/dT</math> – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: <math>\Omega</math></b>	non normato	
17	<b>PENDENZA DEL RACCORDO <math>dD/dL</math> (SGHEMBO)</b>	3‰	
18	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b>	non normato	
19	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA</b>	36E1 UNI EN 13674-4	
20	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b>	1:20	
21	<b>TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE</b>	R260 UNI EN 10027-1 Fe680UNI 6328	
22	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b>	S.36UNI-100-0.125-OMSE S.36UNI-100-0.125-VOSSLOH S.36UNI-100-0.160-VOSSLOH S.36UNI-105-0.125-SOCOFR	si allegano i piani di posa
23	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b>		
	<i>Resistenza del binario ai carichi verticali</i>	non normato	
	<i>Resistenza longitudinale del binario</i>	valore < 395.5 kN	(resistenza alla libera dilatazione delle rotaie --> valore da istruzioni LRS)
24	<b>RESISTENZA LATERALE DEL BINARIO</b>	valore < 9.57 kN	(valore dato dalla sollecitazione laterale che nasce in virtù dell'insufficienza di sopraelevazione --> valore da calcolo raggio minimo LRS)



25	<b>SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE</b>	Sistema Vagneux Attacchi tipo NABLA	approvato dal MIT
26	<b>TRAVERSE</b>	VAX U 10 I 36 VAX U 10 I 36 CR1 VAX U 10 I 36 CR2 VAX U 102 I 36	
27	<b>SALDATURE</b>	tipo alluminotermico tipo scintillio	
28	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b>	Sistema Vagneux	approvato dal MIT
29	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO</b>	ponti esistenti: circ. U.R.M. n. 525/0.20 del 4.03.1947	
30	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI</b>	non normato	
31	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO</b>		
	<i>Limite di azione immediata per livellamento longitudinale</i>	non normato	
	<i>Limite di azione immediata per lo sghembo del binario</i>	non normato	
	<i>Limite di azione immediata dello scartamento in quanto difetto isolato</i>	non normato	
32	<b>MARCIAPIEDI</b>		
	<i>Altezza dei marciapiedi</i>	270mm	
	<i>Distanza dei marciapiedi</i>	1.35m	
33	<b>STRISCIA GIALLA DI SICUREZZA</b>	1.50m	
34	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE</b>	non normato	
35	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI</b>	non normato	
36	<b>BALLAST</b>		
	<i>Sollevamento del ballast</i>	non normato	
	<i>Spessore del ballast al di sotto del piano inferiore della traversa</i>	20cm	
	<i>Caratteristiche del ballast</i>	da specifica tecnica RFI "Pietrisco per massicciata ferroviaria" codifica RFI DINIC SF AR 04 001 A	
37	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE</b>	non normato	
40	<b>ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA</b>	non normato	
41	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA</b>	non presenti	

<b>AZIENDA</b>	<b>FERROVIE APPULO LUCANE</b>
<b>LINEA</b>	<b>BARI CENTRALE - MATERA SUD ALTAMURA - AVIGLIANO LUCANIA AVIGLIANO CITTA' - POTENZA INFERIORE SCALO</b>

<b>PUNTO NORMA</b>	<b>TITOLO</b>	<b>VALORE</b>	<b>NOTE</b>
6	<b>INTERASSE DEI BINARI m</b>	3,07	per R≥485
7	<b>PENDENZE MASSIME ‰</b>	50	
8	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE m</b>	100 linea/ 80 piazzali	linea piazzali
9	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE m</b>		
	<i>concavo</i>	2.000	NORMA VEL
	<i>convesso</i>	2.000	NORMA VEL
10	<b>SCARTAMENTO NOMINALE mm</b>		
	<i>scartamento</i>	950	
	<i>allargamento</i>	+30 max	Modifica Norma VEL per R<450 m
	<i>controrotaia</i>	+75 max	Modifica Norma VEL per R<450 m
11	<b>SOPRAELEVAZIONE mm</b>		
	<i>curva</i>	110 max	$h = 5,05 V^2/R$
	<i>in corrispondenza dei marciapiedi</i>	70	
12	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ</b>		A-B-C Anc<0,6-0,8-1,0
13	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b>	$\Delta_{anc}<0,6$ $\Delta_{anc}>0$	
14	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DI/DT – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIO NE NON</b>	$\Psi \leq 0,30 \text{ m/s}^3 \rightarrow$ Molto buono $\Psi \leq 0,45 \text{ m/s}^3$ Buono $\Psi \leq 0,70 \text{ m/s}^3$ Accettabile	NORMA VEL

	<b>COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO:</b>		
15	<b>ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b>	Anc>0	
16	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DD/DT – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: <math>\Omega</math></b>	$\Omega \leq 40$ mm/sec Buono $\Omega \leq 80$ mm/sec Accettabile	NORMA VEL
17	<b>PENDENZA DEL RACCORDO DD/DL (SGHEMBO)</b>	3‰	NORMA VEL
18	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b>	1/20	
19	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA</b>	50 E5	
20	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b>	1/20	
21	<b>TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE</b>	R260	
22	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b>	36 UNI - 50 E5	
23	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b>		
	<i>Resistenza del binario ai carichi verticali</i>		
	<i>Resistenza longitudinale del binario</i>		
24	<b>RESISTENZA LATERALE DEL BINARIO</b>		
25	<b>SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE</b>	diretto/indiretto	
26	<b>TRAVERSE</b>	Cap-Legno	
27	<b>SALDATURE</b>	scintillio-alluminotermiche	
28	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b>	stecche-chiavarde	
29	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI</b>		

	<b>CARICHI DA TRAFFICO</b>		
30	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI</b>	Visita periodica semestrale	
31	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO</b>		
	<i>Limite di azione immediata per livellamento longitudinale</i>		
	<i>Limite di azione immediata per lo sghembo del binario</i>	5,5‰	
	<i>Limite di azione immediata dello scartamento in quanto difetto isolato</i>	> 1 mm per appoggio	
32	<b>MARCIAPIEDI</b>		
	<i>Altezza dei marciapiedi</i>	0,25m e 0,49m da piano rotolamento	
	<i>Distanza dei marciapiedi</i>	0,80m e 0,875m in retto	
33	<b>STRISCIA GIALLA DI SICUREZZA</b>	>1,5 m	
34	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE</b>		
35	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI</b>		
36	<b>BALLAST</b>		
	<i>Sollevamento del ballast</i>	28,5	
	<i>Spessore del ballast al di sotto del piano inferiore della traversa</i>	≥20 cm	
	<i>Caratteristiche del ballast</i>	3-6 CAT. II e CAT I	
37	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE</b>		

40	<b>ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA</b>		Stazioni ristrutturate accessibilità garantita
41	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA</b>		

<b>AZIENDA</b>	Ente Autonomo Volturno Srl
<b>LINEA</b>	SCARTAMENTO ORDINARIO - LINEE FLEGREE

PUNTO NORMA	TITOLO	VALORE	NOTE
6	<b>INTERASSE DEI BINARI m</b>	3,555 m	
7	<b>PENDENZE MASSIME ‰</b>	2‰	
8	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE m</b>	150 m	
9	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE m</b>		
	concavo	1500	
	convesso	1800	
10	<b>SCARTAMENTO NOMINALE mm</b>		
	scartamento	1435 mm	
	allargamento	(+7;-2)	
	controrotaia		
11	<b>SOPRAELEVAZIONE mm</b>	160 mm	
	curva	n.d.	
	in corrispondenza dei	n.d.	
12	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ</b>	Max 153 mm; Rango B	
13	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b>	n.d.	

14	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DI/DT – VARIAZIONE</b>	n.d.	
15	<b>ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b>	n.d.	
16	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DD/DT – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: <math>\Omega</math></b>	n.d.	
17	<b>PENDENZA DEL RACCORDO DD/DL (SGHEMBO)</b>	n.d.	
18	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b>	n.d.	
19	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA</b>	60 E1/50 E5	
20	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b>	1/20	
21	<b>TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE</b>	R 260	
22	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b>	n.d.	
23	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b>		
	<i>Resistenza del binario ai carichi verticali</i>	n.d.	
	<i>Resistenza longitudinale del binario</i>	n.d.	
24	<b>RESISTENZA LATERALE DEL BINARIO</b>	n.d.	
25	<b>SISTEMI DI ATTACCO DELLE</b>	n.d.	
26	<b>TRAVERSE</b>	Biblocco – monoblocco in c.a.v.p. - legno	
27	<b>SALDATURE</b>	Alluminotermica / SI	
28	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b>	Ganasce e chivarde	
29	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO</b>	n.d.	
30	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI</b>	n.d.	
31	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO</b>		

	Limite di azione immediata per livellamento longitudinale	n.d.	
	Limite di azione immediata per lo	3‰ su base 3 m	
	Limite di azione immediata dello scartamento in quanto difetto isolato	n.d.	
32	<b>MARCIAPIEDI</b>	120 m	
	Altezza dei marciapiedi	0,55 – 0,70 m	
	Distanza dei marciapiedi	secondo la sagoma limite	
33	<b>STRISCIA GIALLA DI SICUREZZA</b>	n.d.	
34	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE</b>	n.d.	
35	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI</b>	n.d.	
36	<b>BALLAST</b>	n.d.	
	Sollevamento del ballast	n.d.	
	Spessore del ballast al di sotto del piano	20 cm	
	Caratteristiche del ballast	I e II categoria 30 – 60 mm	
37	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE</b>	n.d.	
40	<b>ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA</b>	n.d.	
41	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA</b>	n.d.	

<b>AZIENDA</b>	Ente Autonomo Volturno Srl
<b>LINEA</b>	SCARTAMENTO RIDOTTO - LINEE VESUVIANE

PUNTO NORMA	TITOLO	VALORE	NOTE
6	<b>INTERASSE DEI BINARI m</b>	3,07 – 3,30 m	
7	<b>PENDENZE MASSIME ‰</b>	2‰	
8	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE m</b>	80 m	

9	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE m</b>		
	<i>concavo</i>	1500	
	<i>convesso</i>	1800	
10	<b>SCARTAMENTO NOMINALE mm</b>		
	<i>scartamento</i>	950 mm	
	<i>allargamento</i>	(+5;-2)	
	<i>controrotaia</i>		
11	<b>SOPRAELEVAZIONE mm</b>	65 mm	
	<i>curva</i>		
	<i>in corrispondenza dei marciapiedi</i>		
12	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITÀ</b>	Max 104 mm; Rango C	
13	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b>	n.d.	
14	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DI/DT – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL</b>	n.d.	
15	<b>ECCESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b>	n.d.	
16	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DD/DT – VELOCITÀ DI ROTAZIONE: <math>\Omega</math></b>	n.d.	
17	<b>PENDENZA DEL RACCORDO DD/DL (SGHEMBO)</b>	n.d.	
18	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b>	n.d.	
19	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA</b>	50 E5/36 RA	
20	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b>	1/20	
21	<b>TIPOLOGIE E QUALITÀ ACCIAIO PER LE ROTAIE</b>	R 260	
22	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b>	n.d.	
23	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b>	n.d.	
	<i>Resistenza del binario ai carichi</i>	n.d.	

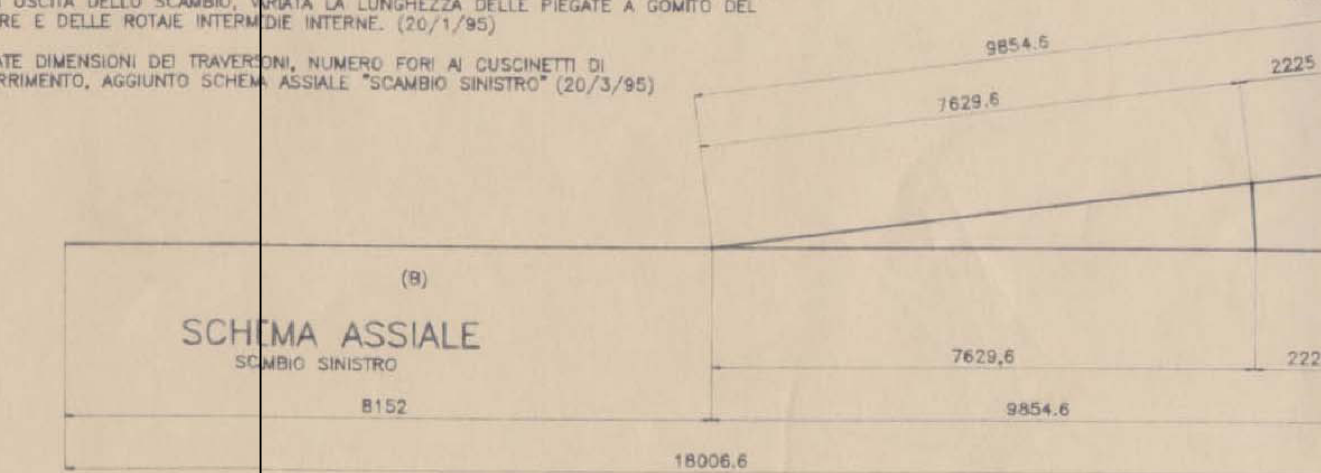
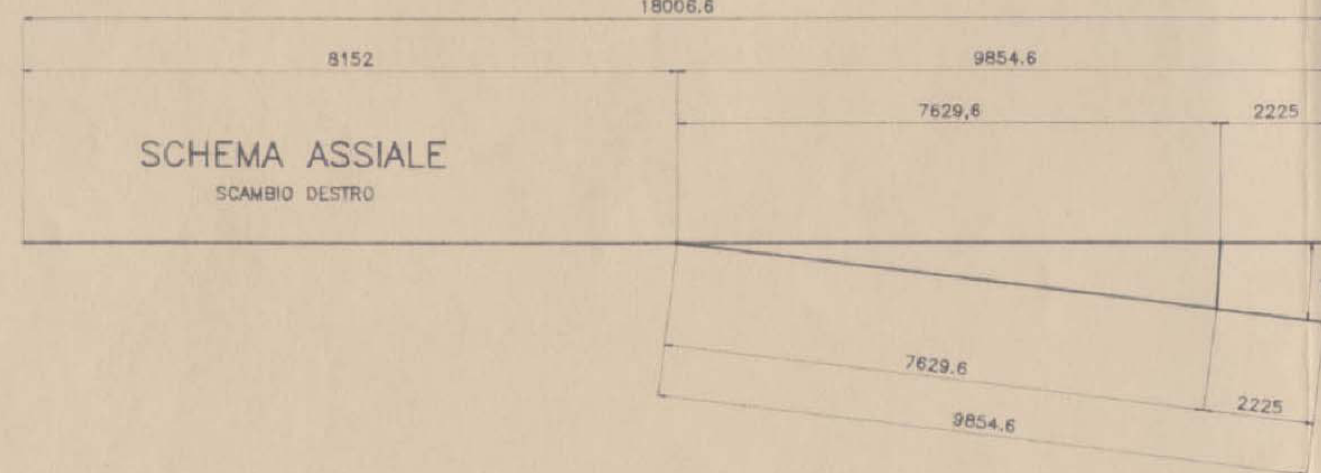
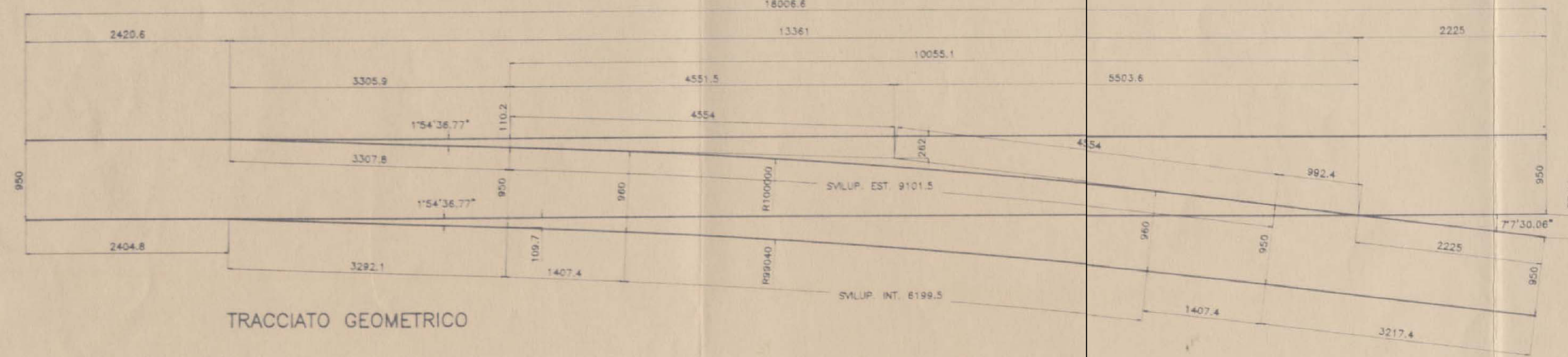
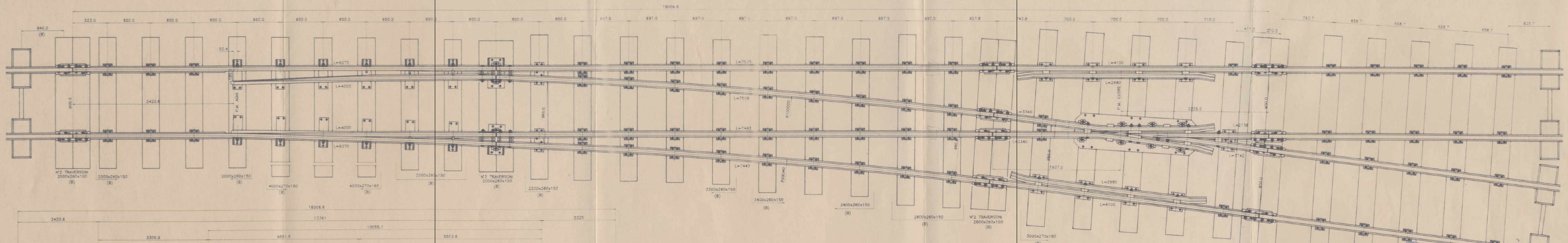


	Resistenza longitudinale del	n.d.	
24	<b>RESISTENZA LATERALE DEL BINARIO</b>	n.d.	
25	<b>SISTEMI DI ATTACCO DELLE ROTAIE</b>	n.d.	
26	<b>TRAVERSE</b>	Biblocco – monoblocco in c.a.v.p. - legno	
27	<b>SALDATURE</b>	Alluminotermica / SI	
28	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b>	Ganasce e chiavarde	
29	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI</b>	n.d.	
30	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI</b>	n.d.	
31	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO</b>	n.d.	
	<i>Limite di azione immediata per livellamento longitudinale</i>	n.d.	
	<i>Limite di azione immediata per lo sghembo del binario</i>	3‰ su base 3 m	
	<i>Limite di azione immediata dello scartamento in quanto difetto isolato</i>	n.d.	
32	<b>MARCIAPIEDI</b>	125 m	
	<i>Altezza dei marciapiedi</i>	0,93 – 0,95 m	
	<i>Distanza dei marciapiedi</i>	0,965 – 0,975	
33	<b>STRISCIA GIALLA DI SICUREZZA</b>	n.d.	
34	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE</b>	n.d.	
35	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI</b>	n.d.	
36	<b>BALLAST</b>	n.d.	
	<i>Sollevamento del ballast</i>	n.d.	
	<i>Spessore del ballast al di sotto del piano</i>	15 cm	
	<i>Caratteristiche del ballast</i>	I e II categoria 30 – 60 mm	
37	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE</b>	n.d.	
40	<b>ACCESSIBILITÀ DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE CON DISABILITÀ E LE PERSONE A MOBILITÀ RIDOTTA</b>	n.d.	
41	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA</b>	n.d.	

<b>AZIENDA</b>	G.T.T. S.P.A. - GRUPPO TORINESE TRASPORTI
<b>LINEA</b>	TORINO – CERES (SFMA)

<b>PUNTO NORMA</b>	<b>TITOLO</b>	<b>VALORE</b>
7	<b>INTERASSE DEI BINARI m</b>	
8	<b>PENDENZE MASSIME marciapiedi stazione ‰ piena linea</b>	
9	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA ORIZZONTALE m (per scartamento 1435 mm)</b>	
10	<b>RAGGIO MINIMO DI CURVATURA VERTICALE m</b>	
	<i>concavo</i>	0,25v <sup>2</sup>
	<i>convesso</i>	0,175v <sup>2</sup>
11	<b>SCARTAMENTO NOMINALE mm</b>	
	<i>scartamento</i>	
	<i>allargamento</i>	
	<i>controrotaia</i>	
12	<b>SOPRAELEVAZIONE mm</b>	
	<i>curva</i>	
	<i>In corrispondenza dei marciapiedi</i>	
13	<b>INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE E RANGHI DI VELOCITA'</b>	
14	<b>CAMBIO BRUSCO DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE</b>	
15	<b>VARIAZIONE DELL'INSUFFICIENZA DI SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DI/DT – VARIAZIONE DELL'ACCELERAZIONE NON COMPENSATA IN FUNZIONE DEL TEMPO:</b>	
16	<b>ECESSO DI SOPRAELEVAZIONE</b>	
17	<b>VARIAZIONE DELLA SOPRAELEVAZIONE IN FUNZIONE DEL TEMPO: DD/DT – VELOCITA' DI ROTAZIONE: Ω</b>	
18	<b>PENDENZA DEL RACCORDO DD/DL (SGHEMBO)</b>	casi eccezionali sul binario di circolazione nella tratta Germagnano – Ceres 3 ‰
19	<b>CONICITA' EQUIVALENTE</b>	come da UIC 519
20	<b>PROFILO DEL FUNGO DELLA ROTAIA</b>	
21	<b>INCLINAZIONE DELLA ROTAIA</b>	
22	<b>TIPOLOGIE E QUALITA' ACCIAIO PER LE ROTAIE</b>	
23	<b>DISPOSITIVI DI ARMAMENTO</b>	
24	<b>RESISTENZA DEL BINARIO AI CARICHI APPLICATI</b>	
	<i>Resistenza del binario ai carichi verticali</i>	
	<i>Resistenza longitudinale del binario</i>	
	<i>Resistenza laterale del binario</i>	

25	<b>SISTEMA DI ATTACCO DELLE ROTAIE</b>	attacco diretto limitatamente ad alcuni piazzi di stazione (binari non di circolazione)
26	<b>TRAVERSE</b>	
27	<b>SALDATURE</b>	
28	<b>GIUNZIONI DI ROTAIA</b>	
29	<b>RESISTENZA DELLE STRUTTURE E DELLE OPERE IN TERRA AI CARICHI DA TRAFFICO</b>	
31	<b>GESTIONE DELLE OPERE CIVILI</b>	
32	<b>LIMITE DI AZIONE IMMEDIATA SU DIFETTI DELLA GEOMETRIA DEL BINARIO</b>	
	<i>Limite di azione immediata per livellamento longitudinale</i>	
	<i>Limite di azione immediata per lo sghebo del binario</i>	
	<i>Limite di azione immediata dello scartamento in quanto difetto isolato</i>	
33	<b>MARCIAPIEDI</b>	
	<i>Altezza dei marciapiedi</i>	250 mm limitatamente ad alcune stazioni
	<i>Distanza dei marciapiedi</i>	800 mm dallo scartamento al bordo del marciapiede con gli allargamenti previsti per le banchine in curva
34	<b>STRISCIA GIALLA DI SICUREZZA</b>	
35	<b>VARIAZIONE MASSIMA DELLA PRESSIONE NELLE GALLERIE</b>	
36	<b>EFFETTO DEI VENTI TRASVERSALI</b>	
37	<b>BALLAST</b>	
	<i>Sollevamento del ballast</i>	
	<i>Spessore del ballast al di sotto del piano inferiore della traversa</i>	
	<i>Caratteristiche del ballast</i>	
38	<b>INDICATORI DI UBICAZIONE</b>	
40	<b>ACCESSIBILITA' DEL SISTEMA FERROVIARIO PER LE PERSONE A MOBILITA' RIDOTTA</b>	Stazioni non tutte rispondenti alle normative di riferimento
41	<b>TRATTE CON CREMAGLIERA</b>	



- A) AGGIORNATO DISEGNO CON L'AGGIUNTA DEI TRAVERSONI E DELLE GIUNZIONI IN ENTRATA E IN USCITA DELLO SCAMBIO, VARIATA LA LUNGHEZZA DELLE PIEGATE A GOMITO DEL CUORE E DELLE ROTAE INTERMEDIE INTERNE. (20/1/95)
- B) VARIATE DIMENSIONI DEI TRAVERSONI, NUMERO FORI AI CUSCINETTI DI SCORRIMENTO, AGGIUNTO SCHEMA ASSIALE "SCAMBIO SINISTRO" (20/3/95)

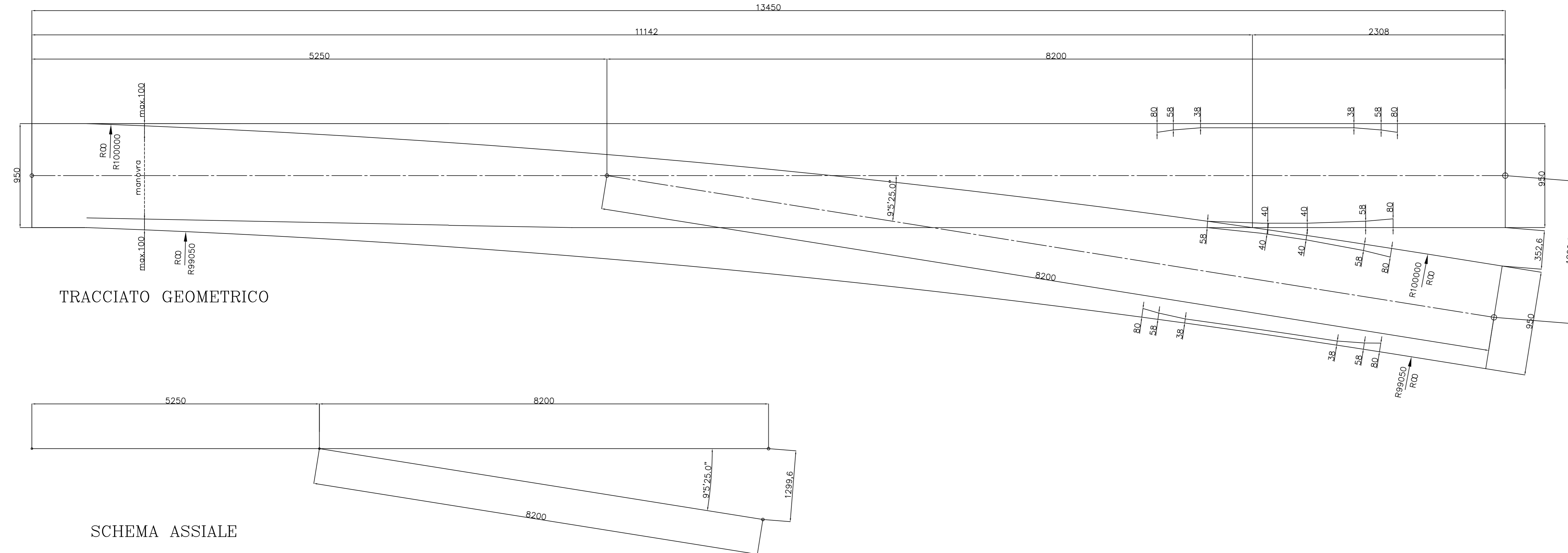
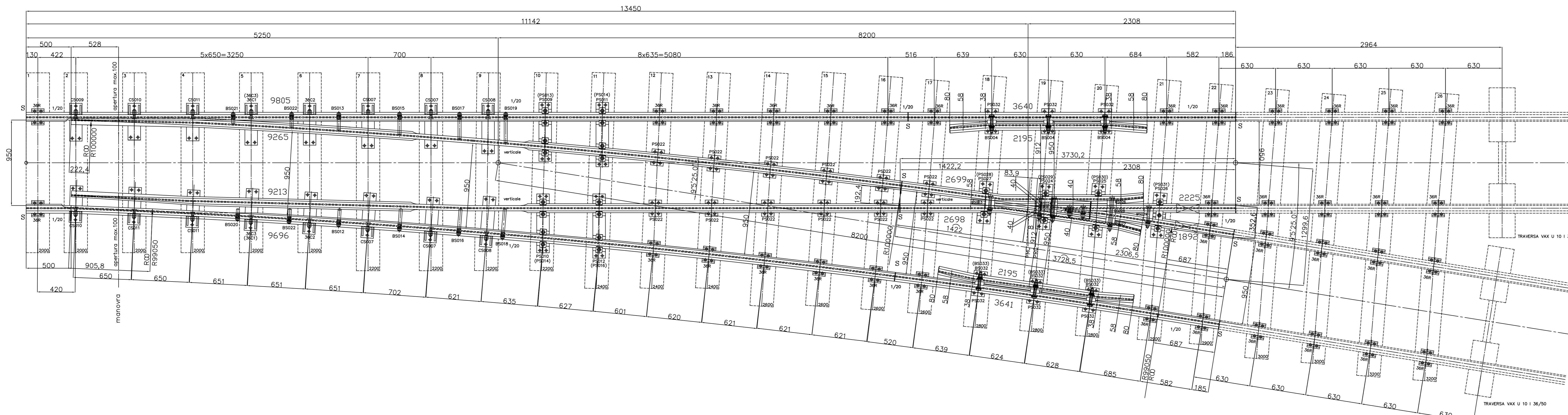
VISTO:  
IL DIRETTORE  
Dott. Ing. LUIGI DI PRETE

**O.M.S.E. s.p.a.**  
Officine Meccaniche Sant'Emilio  
Zona Industriale - 64020 S. ATTO (TE)

MINISTERO DEI TRASPORTI  
FABBRICAZIONE SOTTO LICENZA  
DIREZIONE GENERALE M.C.T.E.  
S. MARIA S. ANTONIA  
S. GIOVANNI S. ANTONIO

POS.	DEGNOMINAZIONE	QUANT.	N. DISEGNO
CLIENTE	ORDINE	CONMESSA	MATERIALE
<b>OMSE</b> Officine Meccaniche Sant'Emilio S.p.A. Zona Industriale - 64020 S. Atto (Teramo)			
DESCRIZIONE: PIANO DI POSA SCAMBIO SEMPLICE DESTRO 5,36 UNI-100-0,125			
(LO SCAMBIO SEMPLICE SINISTRO E' SIMMETRICO)			
DATA	FIRMA		
DISEG. TARRICONE			
CONTR. COLACON			
APPROV. (signature)			
N. DISEGNO	510	PESO	SCALA
		1:25	REV. B
RIFERIM. ORIGINALE			





- NOTE:
- TELAIO DEGLI AGHI: DIS. VCI 017 / AR TL 001
  - UNITA E CONTROROTAIA: DIS. VCI 017 / AR CR 001
  - CUORE DI ROTAIA TG 0.160: DIS. VCI 017 / AR CU 001

- IN FIGURA E' RAPPRESENTATO LO SCAMBIO POSA DESTRA LA POSA SINISTRA E' SPECULARE
- LE MARCHE (.....) SI RIFERISCONO ALLA POSA SINISTRA

- S = saldatura alluminotermica
- ..... = non di fornitura VCI
- [ ] = torsione 1/20



P.le della Stazione S.Palomba, 12 - 00040 Pomezia (Roma) - ITALY

COMMITTENTE: (CUSTOMER):	SALCEF S.p.A.
N. ORDINE: (N. ORDER):	Contratto n. 1223000465 (del 26/06/2012)
COMMESSA: (JOB):	12 S 010 (del 12/07/2012)
MATERIALE: (MATERIAL):	TRATTAMENTO TERMICO: (HEAT TREATMENT): STATO: (STATE):

TITOLO:  
(TITLE):

## PIANO DI POSA SCAMBIO SEMPLICE S36E1/100/0,160 CUORE DI ROTAIA AGHI ELASTICI apertura max =100 - s = 950

ENTE ORIGINATORE (ORIGIN INSTITUTION)	N. PROGETTO (N. PLAN)	SETTORE (FIELD)	OGGETTO (OBJECT)	PROGRESSIVO (PROGRESSIVE)	REVISIONE (REVISION)	SCALA (SCALE)
VCI	017 / AR	PP	PP	001	0	1:25

NOTE:  
(NOTES):

0	Emissione	R. Troisi	01-08-12	C. Silvani	01-08-12	C. Silvani	01-08-12
REV.	MODIFICHE (MODIFICATIONS)	NOME (NAME)	DATA (DATE)	NOME (NAME)	DATA (DATE)	NOME (NAME)	DATA (DATE)
	REDATTO (DRAWN)	VERIFICATO (CHECKED)	APPROVATO (APPROVED)				

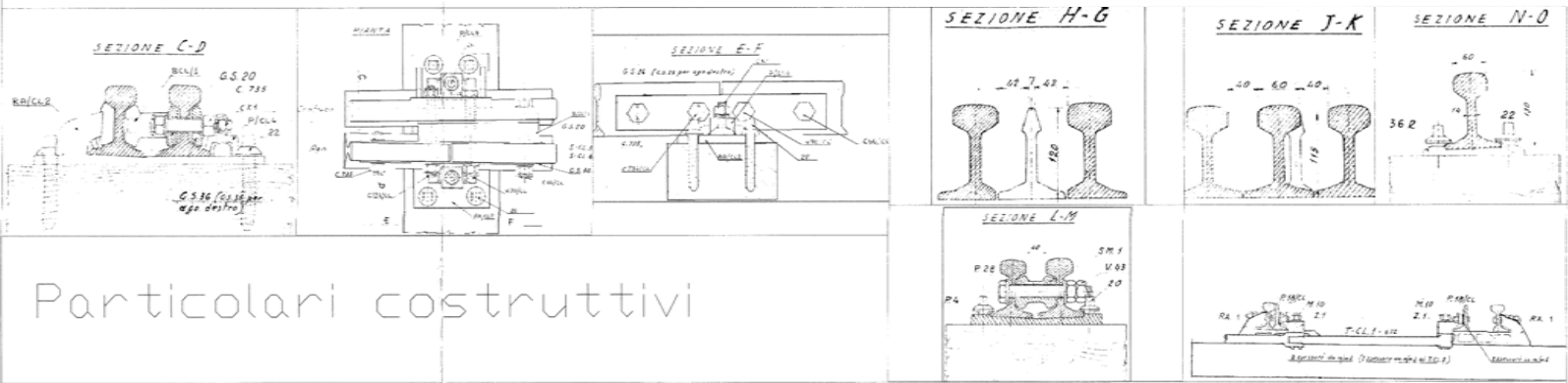
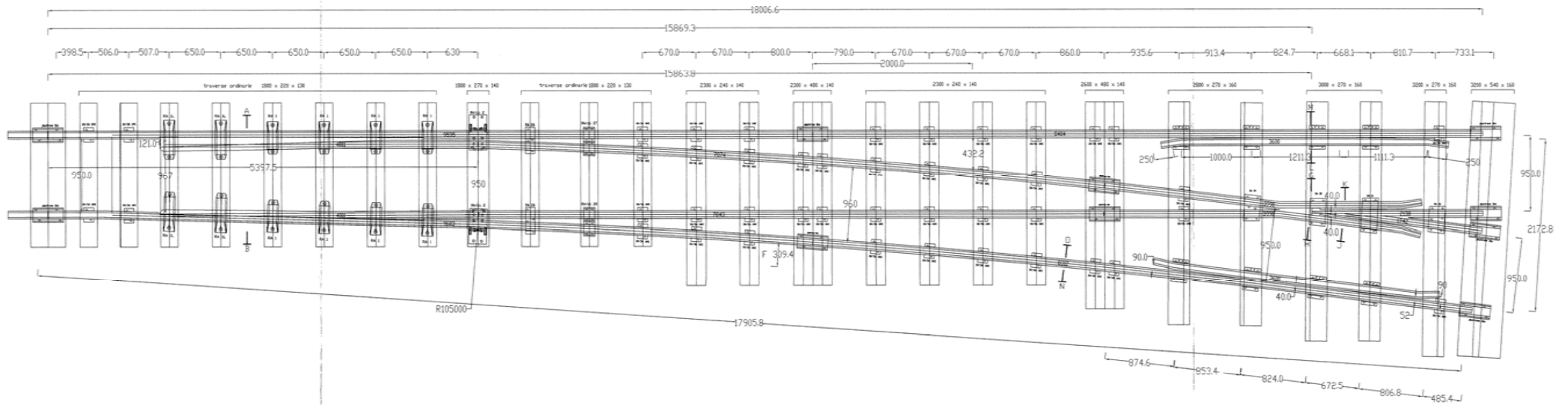
RIFERIMENTO ORIGINALE:  
(ORIGINAL REF.): Dis. VCI 008 / AR PP 005\_Rev.2

CAT.: FILE: PIANO DI POSA\_S\_36E1-100-0,16\_s950-a100\_cuore rotala\_VCI 017/AR PP 001 Rev.0

CODICE TIPOLOGICO:  
(TYPICAL CODE):

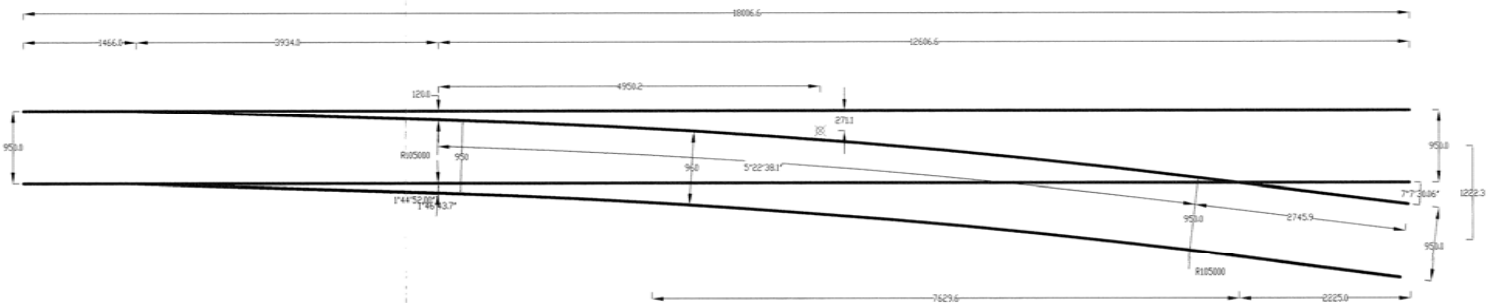
Questo disegno è di proprietà della Vossloh Cogifer Italia S.r.l. Tutti i diritti sono vincolati a Norma di Legge  
(This drawing is confidential and copyright of Vossloh Cogifer Italia S.r.l. All copyrights are bound by law)

# Piano di posa



## Particolari costruttivi

## Tracciato geometrico



**SOCIETA' COSTRUZIONI FERROVIARIE**

# SO.CO.FER.

LOC. MONTILAPI 01035 - GALLESE (VT)  
 TELEFONO 0761495046 - FAX 0761495438  
 E-MAIL info@socofer.it - sociofer@libero.it

PROGETTO COSTRUTTIVO		INTERVENTO FUNZIONALE N°	
<b>PROGETTAZIONE</b>			
DATA: APRILE 2008	PROGETTORE: [Signature]	DATA: [Signature]	REVISIONE: [Signature]
REVISIONE: [Signature]	VERIFICA: [Signature]	EMESIONE: [Signature]	DESCRIZIONE: [Signature]
APPROVAZIONE: [Signature]			

**DESCRIZIONE**  
 Scambio Semipile Ig 0.125 S36/116  
 posa destra  
 Insieme e Particolari

**CLIENTE**  
 Gestione Governativa Ferrovie della Sardegna

**TAVOLA**  
 025/06

FOGLIO  
 1/1

NUMERO FILE:  
 025.06.dwg

Il presente disegno è tutelato dai diritti di Copyright e pertanto non riproducibile e non utilizzabile da terzi (ART.2879 C.C.)

So.Co.Fer. S.r.l. - UFFICIO TECNICO

# Appendice 1

## (informativa)

### Sopraelevazione ridotta: limiti di accelerazione non compensata ed eccesso di sopraelevazione

*Nota preliminare:* per semplicità espositiva i valori delle velocità e sopraelevazioni derivanti da calcolo sono stati esposti privi degli arrotondamenti consentiti, che si applicano ai valori finali secondo le regole definite nel testo della norma tecnica e standard di sicurezza.

Qualora sussista un vincolo di sopraelevazione su una curva di raggio  $> R_{\min}$  è possibile adottare una sopraelevazione ridotta senza riduzione di velocità solo nel caso in cui il vincolo H (v.d. fig. 1) cada all'interno del segmento K-L compreso fra le curve A-B e A-C, rappresentanti, rispettivamente, nel piano ( $h$ ;  $R$ ) l'andamento della sopraelevazione regolamentare  $D_{\text{reg}}$  in funzione di  $R$  e l'andamento della sopraelevazione minima  $D_{a_q=0,6}$  che è necessario attribuire alle curve al fine di non superare una accelerazione non compensata  $a_q=0,6 \text{ m/s}^2$ .

Nel caso rappresentato in fig.1, riferito a un linea a scartamento ordinario di 1435mm, il raggio minimo di curva  $R_{\min}$  della tratta presa in considerazione è di 700m. La corrispondente velocità di tracciato  $V_t$  è di 122,19 km/h. Il vincolo di sopraelevazione è posto su una curva di 1000m ed è pari a 90 mm. In corrispondenza di tale curva la sopraelevazione regolamentare sarebbe di 112,00 mm, mentre la sopraelevazione minima uguale a 84,46 mm. Poiché la sopraelevazione  $D_{\text{vin}}$  richiesta dal vincolo è di 90 mm e quindi  $D_{a_q=0,6} \leq D_{\text{vinc}} \leq D_{\text{reg}}$  è possibile mantenere invariata la velocità di tracciato.

Nel caso invece in cui non si intendesse rinunciare alla regola di proporzionalità fra sopraelevazione  $h$  e accelerazione non compensata  $a_q$ , neanche in corrispondenza del vincolo, sarebbe necessario procedere a una riduzione della velocità  $V_t$  di tracciato, ricalcolandola in base alla formula  $D_{\text{vin}} = 7,5 V_t'^2/R$ . La velocità di tracciato passerebbe in tale ipotesi da  $V_t = 122,18 \text{ km/h}$  a  $V_t' = 109,53$ , con conseguente degrado delle prestazioni della linea. L'andamento delle sopraelevazioni in funzione del raggio sarebbe rappresentato in questo caso dalla curva D-E. Sulla curva di raggio più ristretto (700 m) la sopraelevazione non sarebbe più uguale a 160 mm ma bensì a 128,57 mm. In pratica è come se sulla tratta in esame fosse stata introdotta una curva virtuale di raggio pari a 562,50 m, più ristretta di quella minima effettiva avente raggio di 700 m.

Se il vincolo H cade al di fuori del segmento K-H (v.d. fig. 2), con  $D_{\text{vin}}$  inferiore a quella corrispondente al punto L, la riduzione di velocità risulta inevitabile, in quanto altrimenti l'accelerazione non compensata risulterebbe, in corrispondenza della curva ove è presente il vincolo, maggiore di  $0,6 \text{ m/s}^2$ . In tale eventualità la nuova velocità di tracciato viene determinata imponendo la condizione  $a_q = 0,6 \text{ m/s}^2$  in corrispondenza della curva a sopraelevazione ridotta. Nel caso preso ad esempio la nuova velocità di tracciato risulta essere pari a 113,39 km/h in luogo del consueto valore di 122,19 km/h, calcolato in assenza di vincoli. In conseguenza del nuovo valore di velocità l'andamento delle sopraelevazioni in funzione del raggio è rappresentato dalla curva A'-B', ovviamente limitatamente al tratto A''-B'. Anche in questo caso se si fosse voluto seguito un criterio puramente proporzionale fra  $h$  ed  $R$ , anche in corrispondenza della curva vincolata, la penalizzazione di velocità sarebbe risultata più elevata.

Nel caso di circolazione di treni lenti, la necessità di limitare l'eccesso di sopraelevazione  $E$  a 110 mm (corrispondente a un'accelerazione centripeta di  $0,72 \text{ m/s}^2$ ) pone un vincolo di sopraelevazione se si verifica la condizione:

$$R_{\min} > R_E$$



Essendo  $R_{\min}$  la curva di raggio più stretto presente sulla tratta interessata ed  $R_E$  il raggio della curva che dà luogo a un eccesso di sopraelevazione uguale a quella limite ammessa in corrispondenza della sopraelevazione max. ammessa (160mm per lo scartamento ordinario e 110mm per lo scartamento metrico e quello di 950 mm).  $R_E$  risulta uguale a:

$$R_E = kV_{\min}^2 / (D_{\max} - E_{\lim})$$

Dove  $V_{\min}$  è la velocità alla quale circolano i treni lenti e  $k$  è una costante che dipende dallo scartamento e vale:

Scartamento	1435 mm	1000 mm	950 mm
k	153/12,96 = 11,806	107/12,96 = 8,256	104/12,96 = 8,025

La fig 3 riporta un esempio, riferito allo scartamento ordinario, in cui:

$$R_{\min} = 1500\text{m}$$

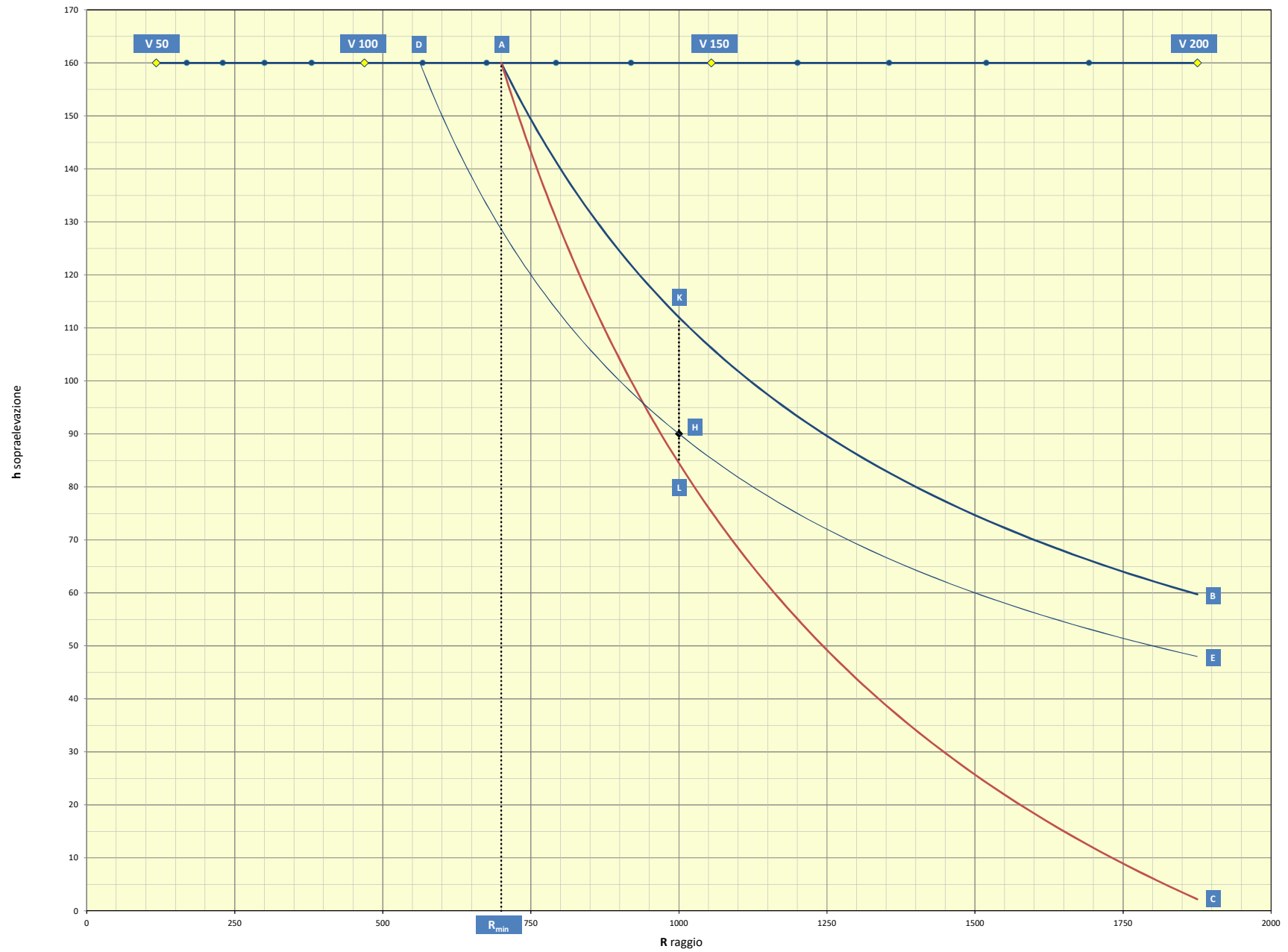
$$E_{\lim} = 110\text{mm (corrispondente ad } a_q = -0,72 \text{ ms}^2)$$

$$V_{\min} = 60 \text{ km/h}$$

In tali ipotesi  $R_E$  risulta uguale a 850 m. Verificandosi così la condizione  $R_{\min} > R_E$ , la necessità di limitare l'accesso di sopraelevazione per i treni lenti pone un vincolo di sopraelevazioni su alcune curve a partire da quella di raggio minimo presente sulla tratta (punto H). In assenza di vincoli la velocità di tracciato sarebbe stata di 178,87 km/h e la sopraelevazione regolamentare rappresentata dalla curva A-B. Quest'ultima fornisce valori di sopraelevazione superiori a quelli tollerati dai treni lenti, rappresentati invece dalla curva a  $E = \text{costante} = E_{\lim}$  F-G, per tutte le curve di raggio  $1500 \leq R \leq 1795,44$  (punto J). Per ottemperare al vincolo occorre pertanto ridurre la velocità di tracciato  $V_t$  che diventa di 171,00 km/h, imponendo la condizione che per  $R=R_{\min}$  e sopraelevazione  $h$  uguale a quella corrispondente al punto H l'accelerazione non compensata  $a_q$  valga  $0,6 \text{ m/s}^2$ . La nuova sopraelevazione regolamentare è definita dalla curva A'-B' che risulta tuttavia inizialmente ancora superiore a quella consentita dal vincolo presente, fino al punto I. Pertanto la sopraelevazione reale sarà quella definita dalla curva spezzata H-I-B'. nel tratto H-I la suddetta sopraelevazione ha le caratteristiche di una sopraelevazione ridotta. Anche in questa caso un criterio puramente proporzionale avrebbe portato a calcolare la sopraelevazione mediante la curva D-E con ulteriore riduzione della velocità che in questa ipotesi sarebbe diventata di 166,32 km/h.

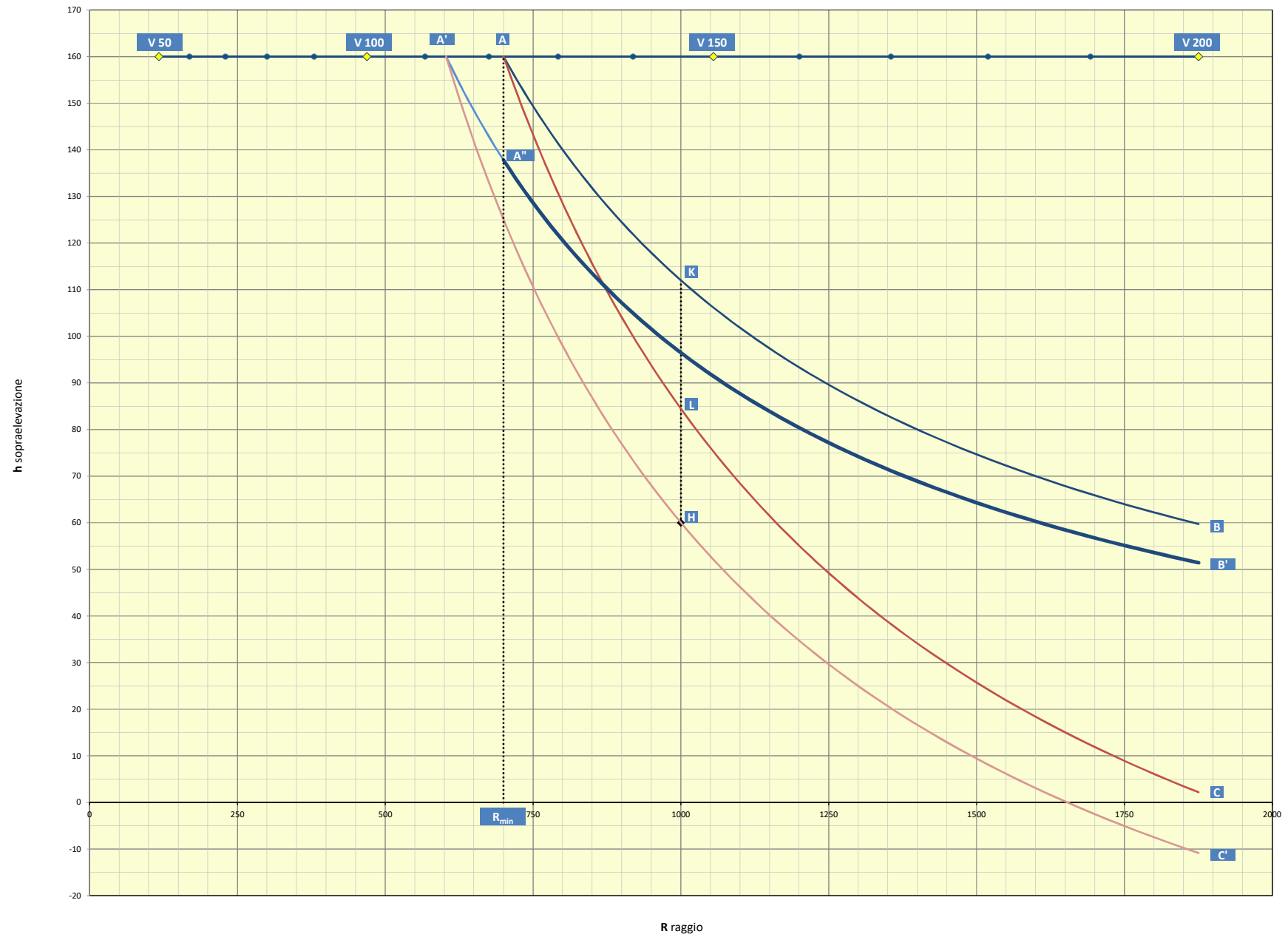
Sopraelevazione in funzione del raggio

FIG 1



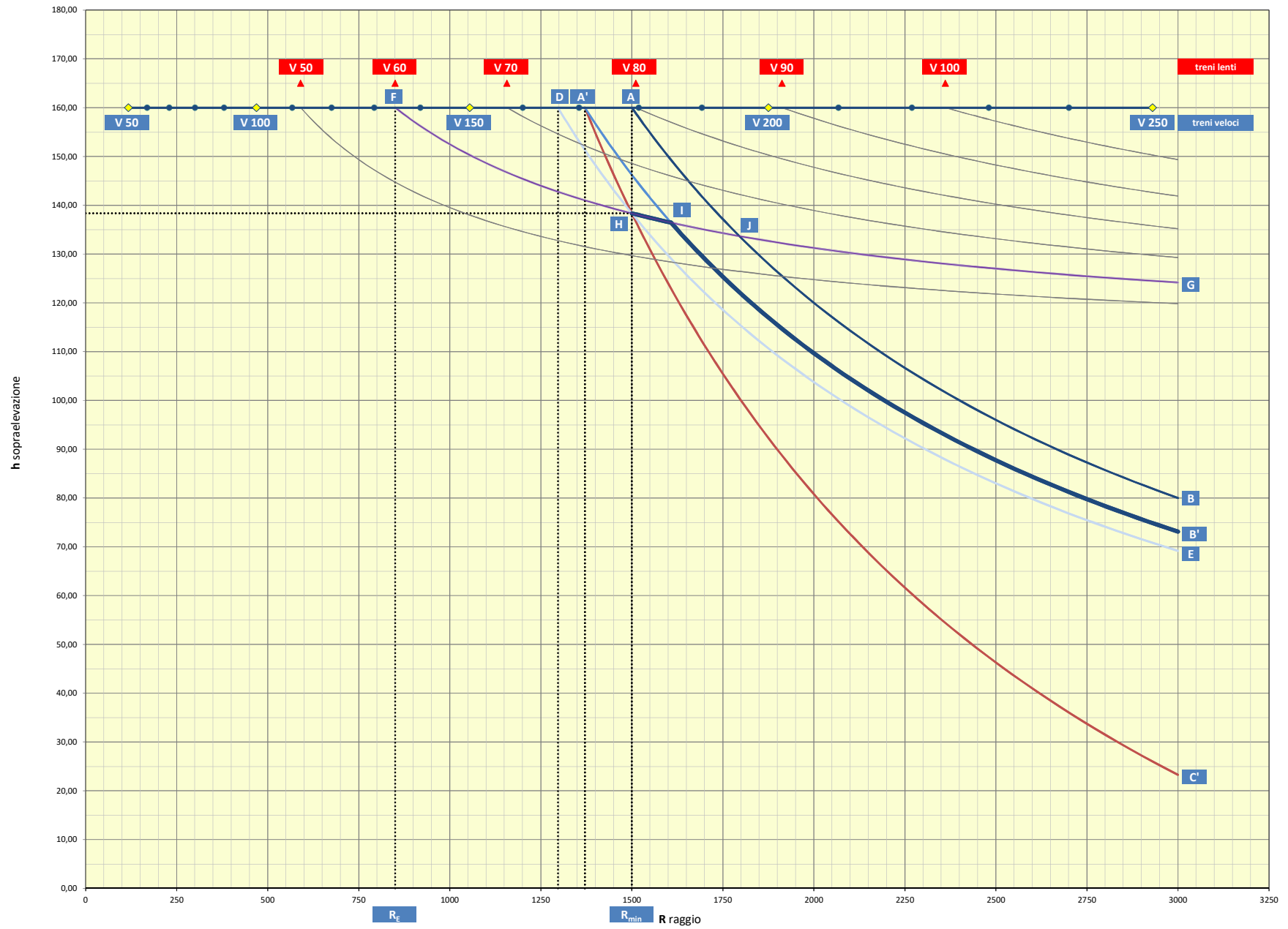
Sopraelevazione in funzione del raggio

FIG 2



Sopraelevazione in funzione del raggio

FIG 3



## Appendice 2

(informativa)

### Sopraelevazione ridotta: limiti di sghebo per il rispetto dei valori di $\psi$ e $\omega$

*Nota preliminare:* per semplicità espositiva i valori delle velocità e sopraelevazioni derivanti da calcolo sono stati esposti privi degli arrotondamenti consentiti, che si applicano ai valori finali secondo le regole definite nel testo della norma tecnica e standard di sicurezza.

Simboli e corrispondenti unità di misura:

$a_q$  accelerazione non compensata ( $m/s^2$ )

$\psi$  contraccolpo ( $m/s^3$ )

$V_t$  velocità di tracciato (km/h)

$p$  pendenza della rampa di raccordo (‰)

$p_{max}$  valore massimo consentito di  $p$  nel caso di sopraelevazione regolamentare (‰)

$p'_{max}$  valore massimo consentito di  $p$  nel caso di sopraelevazione ridotta (‰)

$\Delta t$  tempo necessario al treno a percorrere il raccordo planimetrico (coincidente con quello altimetrico) (s)

$L$  lunghezza del raccordo (m)

$D_{rid}$  sopraelevazione ridotta (mm)

$D_{reg}$  sopraelevazione regolamentare (mm)

$\alpha$   $D_{rid}/D_{reg}$  rapporto fra la sopraelevazione ridotta e quella regolamentare ( $0 \leq \alpha \leq 1$ ) (adimensionale)

Ponendosi nel caso generale in cui sopraelevazione  $D$  sia uguale al valore regolamentare  $D_{reg}$  e riferendosi a un valore di accelerazione non compensata limite di  $a_q = 0,6 m/s^2$ , il contraccolpo risulta funzione delle sole variabili  $p$  e  $V_t$  ed è espresso dalle seguenti relazioni:

a) per lo scartamento ordinario (1435 mm)

$$\psi = p V_t / 960$$

b) per gli scartamenti ridotti (1000 e 950 mm)

$$\psi = p V_t / 660$$

Le predette relazioni analitiche sono conseguenza del fatto che la  $D_{reg}$  è stata calcolata per ciascuna curva in modo tale che sussista un rapporto di proporzionalità fra  $D_{reg}$  e  $a_q$ . la costante di proporzionalità è uguale al rapporto fra i rispettivi valori massimi, 160mm e  $0,6 m/s^2$  per lo scartamento ordinario e 110mm e  $0,6 m/s^2$  per quegli ridotti.

Partendo dalla definizione di  $\psi$ :

$$\psi = \Delta a_q / \Delta t$$

e ponendosi per semplicità nel caso in cui  $a_q$  iniziale sia uguale a zero (transizione da rettilineo a curva) abbiamo infatti:

$$\psi = a_q/L/(V_t/3,6)$$

ed essendo:

$$L = D_{reg}/\rho$$

si ricava:

$$\psi = \rho V_t/(3,6 D_{reg}/a_q)$$

dove la costante  $(3,6 D_{reg}/a_q)$  assume i valori sopra indicati.

Ponendo  $\psi = \psi_{lim} = 0,25 \text{ m/s}^3$  si ricavano le seguenti due espressioni:

a) per lo scartamento ordinario (1435)

$$\rho_{max} = 240/V_t$$

b) per gli scartamenti ridotti (1000 e 950 mm)

$$\rho_{max} = 165/V_t$$

che esprimono, in funzione di  $V_t$ , il valore massimo della pendenza che occorre non superare per rispettare il valore limite di  $\psi$  nel caso di sopraelevazione regolamentare, nel caso cioè in cui, come detto, il rapporto  $D_{reg}/a_q$  sia pari al rapporto fra i rispettivi valori massimi.

Nell'eventualità in cui occorra ridurre la sopraelevazione rispetto a quella regolamentare per vincoli presenti su una determinata curva, a parità di velocità  $V_t$  e di contraccollo  $\psi$ , il valore  $\rho$  diminuisce. Si può facilmente dimostrare che il nuovo valore è espresso dalle seguenti relazioni:

a) per lo scartamento ordinario (1435 mm):

$$1/\rho' = 1/\alpha \times 1/\rho + (1-\alpha)/\alpha \times V_t/(3,6 \times 153 \times \psi)$$

il valore  $\rho'_{max}$  si ottiene sostituendo a  $\psi$  il valore  $\psi_{lim} = 0,25 \text{ m/s}^3$

$$1/\rho'_{max} = 1/\alpha \times 1/\rho + (1-\alpha)/\alpha \times V_t/137,7$$

b) per lo scartamento ridotto di 1000 mm

$$1/\rho' = 1/\alpha \times 1/\rho + (1-\alpha)/\alpha \times V_t/(3,6 \times 107 \times \psi)$$

$$1/\rho'_{max} = 1/\alpha \times 1/\rho + (1-\alpha)/\alpha \times V_t/96,3$$

c) per lo scartamento ridotto di 950 mm

$$1/\rho' = 1/\alpha \times 1/\rho + (1-\alpha)/\alpha \times V_t/(3,6 \times 104 \times \psi)$$

$$1/\rho'_{max} = 1/\alpha \times 1/\rho + (1-\alpha)/\alpha \times V_t/93,6$$

La riduzione della sopraelevazione determina sulla curva interessata, a parità di velocità di tracciato  $V_t$  un aumento dell'accelerazione non compensata. Supponendo che il nuovo valore di  $a_q$  resti contenuto entro il valore limite ammesso  $a_{q\ lim} = 0,6 \text{ m/s}^2$  e quindi non comporti una riduzione della velocità di tracciato, per mantenere inalterato il valore di  $\psi$  occorre, di conseguenza, aumentare la lunghezza del raccordo in modo da incrementare il tempo  $\Delta t$  che il treno impiega a percorrerlo e mantenere quindi inalterato il rapporto  $a_q/\Delta t$ . Nel caso in cui non sia possibile allungare il raccordo il valore di  $\psi$  aumenta rispetto a quello di origine.

Con altrettanti facili passaggi si può dimostrare che l'aumento del raccordo, al fine di mantenere inalterato il valore iniziale di  $\psi$ , qualunque esso sia, deve essere di entità tale da soddisfare le seguenti relazioni:

a) per lo scartamento ordinario (1435 mm):

$$L'/L = 1 + (1 - \alpha) \times pV_t / (\psi \times 153 \times 3,6)$$

Ricordando che  $pV_t/\psi = \text{cost}$  risulta che il rapporto  $L'/L$  dipende solo dal fattore  $\alpha$ . Semplificando si ottiene:

$$L'/L = 1 + (1 - \alpha) \times 160 / (0,6 \times 153)$$

b) per lo scartamento ridotto di 1000 mm

$$L'/L = 1 + (1 - \alpha) \times 110 / (0,6 \times 107)$$

c) per lo scartamento ridotto di 950 mm

$$L'/L = 1 + (1 - \alpha) \times 110 / (0,6 \times 104)$$

La figura 1 riporta per i tre scartamenti presi in considerazione l'andamento del rapporto  $L'/L$  in funzione di  $\alpha$ .

Si può notare, per inciso, che la diminuzione del valore limite della pendenza che da  $p_{\max}$  passa a  $p'_{\max}$  è una conseguenza da un lato della riduzione della sopraelevazione e dall'altro dell'incremento della lunghezza del raccordo.

Dall'esame delle relazioni di cui sopra si evince che:

- la riduzione della sopraelevazione rispetto al valore regolamentare comporta, a parità di  $\psi$ , sempre un aumento della lunghezza del raccordo
- qualora non vi sia possibilità di intervenire sul raccordo, allungandolo, è possibile ridurre la sopraelevazione solo nel caso in cui la pendenza originaria del raccordo consenta un margine rispetto al valore limite, in quanto l'operazione di riduzione della sopraelevazione, a parità di  $V_t$ , comporta inevitabilmente un incremento di  $\psi$ .
- Nel caso non vi sia possibilità di intervenire sul raccordo e non sussista nemmeno margine rispetto al valore limite di  $p$ , di procedere alla riduzione della sopraelevazione, occorre ridurre la velocità.

La figura 2 riporta in un unico grafico riassuntivo i diversi valori limite che occorre rispettare sia nel caso regolamentare che nel caso in cui si intenda intraprendere un processo di riduzione della sopraelevazione. Il grafico riporta nelle varie situazioni di seguito indicate i valori max. della pendenza del raccordo  $p$  in funzione della velocità di tracciato  $V_t$ . Il grafico è relativo allo scartamento di 1435 mm.

Il significato delle curve indicate nel grafico è il seguente:

- A-B : valore max. della pendenza del raccordo imposto dalla necessità di non superare il valore limite del contraccolpo  $\psi$  (0,25m/s<sup>3</sup>);
- C-D : valore max. della pendenza del raccordo imposto dalla necessità di non superare il valore limite della velocità  $\omega$  di rotazione (0,036 rad/s);
- E-F : valori max. della pendenza del raccordo in funzione della velocità come definiti al cap. 18;
- Curve di livello a valore costante di  $\alpha$  (da 1 a 0 con passo 0,1)
- Curve di livello a valore costante di  $R$  (da 200m a 2100m con passo di 100m) e  $\text{anc}=0,6\text{m/s}^2$

Caso di studio:

- Esistenza di un vincolo di sopraelevazione uguale a 90 mm su una curva di di 800m di raggio facente parte di una tratta di linea con  $V_t = 125\text{km/h}$ .

Il valore regolamentare della sopraelevazione in assenza di vincolo sarebbe di 146,5 mm.  $\alpha$  assume pertanto il seguente valore:  $\alpha = 90/146,5 = 0,62$

La pendenza del raccordo si presuppone essere dell'1,5 ‰, uguale a quella prescritta, ma con margine rispetto ai valori max. imposti dalla necessità di non superare i valori limite di  $\omega$  e  $\psi$ .

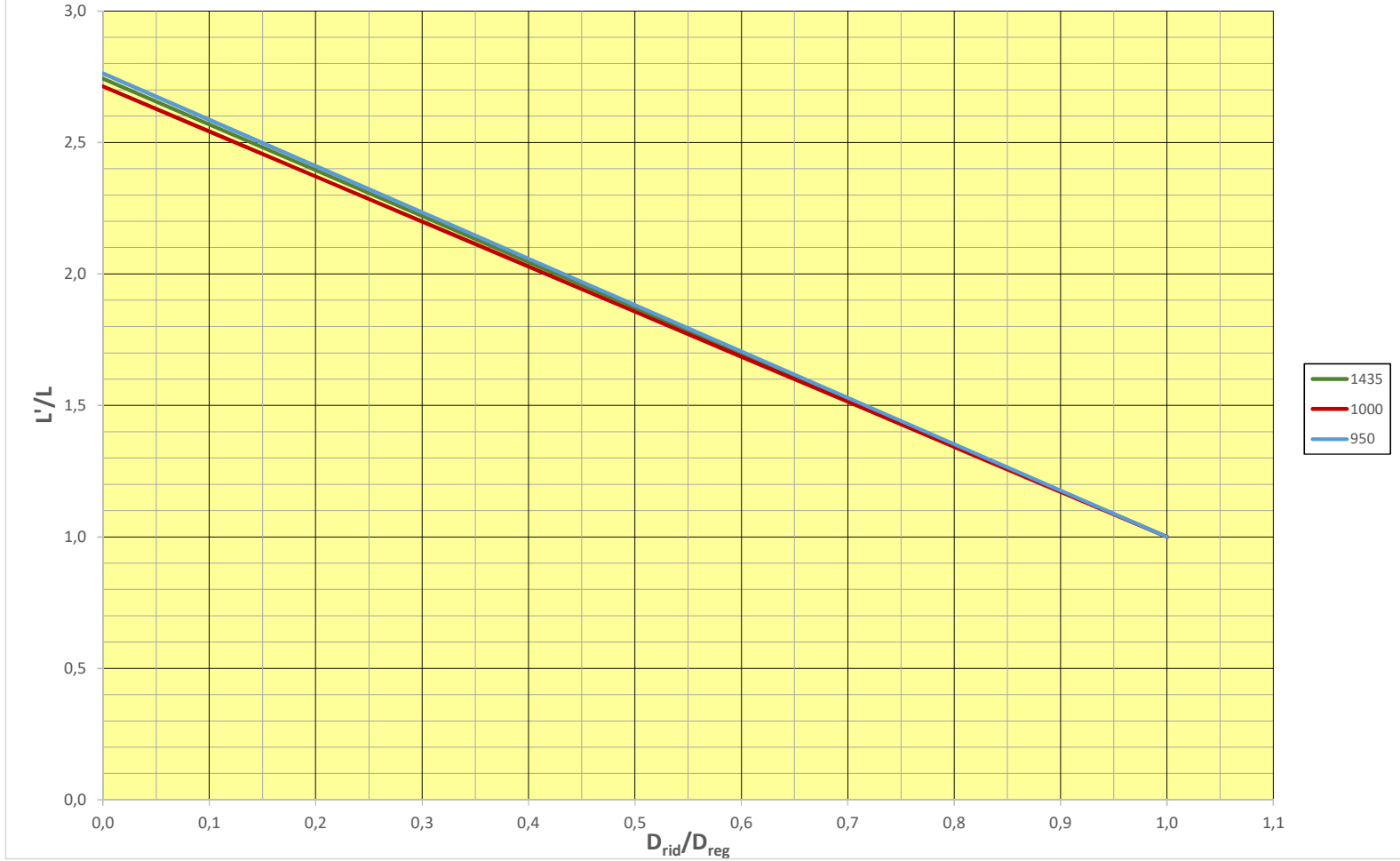
La riduzione della sopraelevazione riduce il valore di  $p$  dall'1,5 ‰, allo 0,92 ‰. Quest'ultimo valore è da confrontare con quelli forniti dalla curva M-N, che definisce i nuovi valori limite di  $p$  ( $p'$ ) per  $\alpha = 0,62$ .

Nel piano  $p$ - $V_t$  il punto G rappresenta il punto a sopraelevazione regolamentare. Per ridurre la sopraelevazione è necessario procedere verso il basso a  $V_t$  costante fino a raggiungere la curva di livello corrispondente al desiderato rapporto di riduzione  $\alpha$ . Nel caso considerato la riduzione della sopraelevazione può procedere a velocità  $V_t$  solo fino al punto H. Oltre tale punto, al fine di non superare il limite di accelerazione non compensata, deve proseguire secondo il segmento curvilineo H-K, facente parte della curva I-J tracciata per  $a_q = \text{cost} = 0,6 \text{ m/s}^2$  e  $R = \text{cost} = 800 \text{ m}$ , con conseguente riduzione della  $V_t$ . Nel punto K si raggiunge il rapporto di riduzione  $\alpha$  voluto (curva M-N). Tuttavia il limite espresso da tale curva per  $p$ , necessario al rispetto di  $\psi$ , è inferiore a quello presente realmente sul campo. Pertanto è necessario ridurre ulteriormente la velocità spostandosi lungo la curva M-N fino al punto L, dove finalmente il valore limite coincide con quello disponibile. Come conseguenza di tutta l'operazione di riduzione della sopraelevazione, il valore della velocità di tracciato passa da  $V_t = 125,0 \text{ km/h}$  a  $V'_t = 95,7$  con una perdita di circa 29 km/h, dovuta in gran parte, nel caso specifico, dal limite imposto dall'accelerazione non compensata e, in parte minore, da quello imposto dal contraccollo. La perdita dovuta a quest'ultima causa potrebbe essere recuperata procedendo, se le condizioni di tracciato lo consentono, a un allungamento del raccordo.



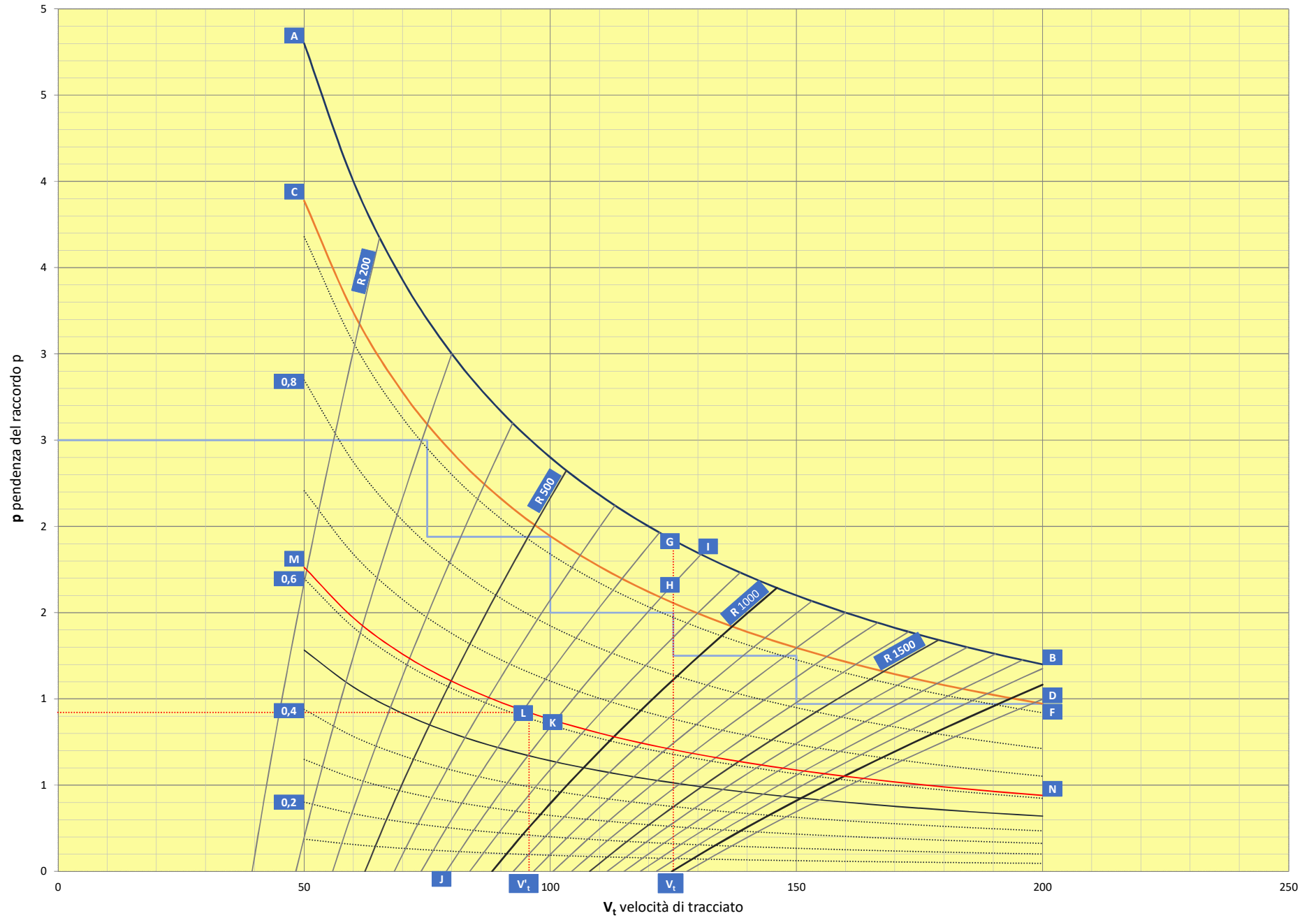
Lunghezza del raccordo

FIG 1



Pendenza del raccordo in funzione della velocità

FIG 2



## Appendice 3

### (informativa)

#### Velocità d'orario

Ai fini della determinazione della velocità d'orario la linea è suddivisa in tratte. Per tutta l'estesa della tratta la velocità limite relativa ai diversi ranghi ammessi sulla linea, mantiene un valore costante.

Nella suddivisione della linea in tratte devono essere rispettate le seguenti regole:

- La lunghezza minima della tratta non può essere inferiore a 2000 m.
- In corrispondenza dell'inizio di ciascuna tratta devono essere apposte apposite tabelle che indichino i limiti di velocità ammessi sulla tratta stessa.
- Quando non vengano esposte le tabelle di velocità è necessario che i punti di variazione della velocità capitino in corrispondenza di impianti facilmente individuabili dal personale di condotta (fabbricato viaggiatori, casa cantoniera, ponte, cippo chilometrico, scambio estremo, segnale etc.)
- Nel passaggio fra una tratta e l'altra non sono ammesse per ciascun rango variazioni di velocità, in diminuzione, superiori di 60 km/h. Ove ciò si verifici deve essere introdotta una tratta tampone della lunghezza minima di 2000m al fine di frazionare il salto di velocità facendolo rientrare nel limite ammesso.

Si definiscono:

- Velocità limite in curva ( $V_L$ ).

La velocità che determina una accelerazione non compensata  $a_q$  di  $0,6 \text{ m/s}^2$ , con una sopraelevazione (reale o presunta) pari a quella massima ammessa in relazione allo scartamento. Nell'ipotesi assunta la  $V_L$  si calcola con la seguente formula:

$$V_L = k \sqrt{R}$$

Dove  $k$  è una costante che dipende dallo scartamento. Nella tabella che segue sono riportati i valori di  $k$  in funzione dello scartamento unitamente ai valori di sopraelevazione  $D$  ed insufficienza di sopraelevazione  $I$  corrispondenti ad  $a_q = 0,6 \text{ m/s}^2$ :

Scartamento [mm]	1435	1000	950
$a_q$ [m/s <sup>2</sup> ]	0,6	0,6	0,6
$D$ [mm]	160	110	110
$I$ [mm]	92	64	62
$K$	4,62	4,59	4,64

- Velocità di tracciato ( $V_t$ )

Su una determinata tratta la velocità limite della curva di raggio minore. In assenza di curve la velocità di tracciato è teoricamente infinita.

Per le stesse tratte sulle quali sono state calcolate le velocità di tracciato si definiscono velocità di rango  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  le massime velocità che soddisfano contemporaneamente le seguenti condizioni:

- 1^a condizione:

$V_A \leq V_t$	$V_B \leq 1,06V_t$	$V_C \leq 1,11V_t$
----------------	--------------------	--------------------

Ciò equivale a limitare rispettivamente a 0,6, 0,8 e 1,0 m/s<sup>2</sup> l'accelerazione non compensata sulla curva di raggio più stretta avente sopraelevazione (reale o ipotizzata) di 160mm.

- 2<sup>a</sup> condizione:

Scartamento normale:

$V_A \leq 140 \text{ km/h}$	$V_B \leq 160 \text{ km/h}$	$V_C \leq 200 \text{ km/h}$
-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

Scartamento ridotto:

$V_A \leq 80 \text{ km/h}$	$V_B \leq 100 \text{ km/h}$	$V_C \leq 140 \text{ km/h}$
----------------------------	-----------------------------	-----------------------------

- 3<sup>a</sup> condizione

Sui raccordi parabolici la variazione di insufficienza di sopraelevazione nel tempo o il contraccolpo  $\psi$ , se detta variazione è espressa in termini di accelerazione non compensata  $a_q$ , non deve superare i valori indicati al paragrafo 17.

- 4<sup>a</sup> condizione

Sui raccordi parabolici la variazione di della sopraelevazione nel tempo o la velocità di rotazione  $\omega$ , se detta variazione è espressa in termini di rotazione del veicolo, non deve superare i valori indicati al paragrafo 19.

La verifica della 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> condizione, da effettuare per ciascuna curva, presuppone la conoscenza della sopraelevazione, il cui calcolo deve essere effettuato secondo quanto previsto al paragrafo 13. Se una di dette condizione non è soddisfatta e non sia possibile allungare il raccordo, è necessario intervenire sulla sopraelevazione iterando il procedimento, fino al soddisfacimento di tutte le condizioni previste.

Le velocità  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$  vanno arrotondate, in eccesso o in difetto, al più vicino multiplo di 5 km/h.

E' consentito pertanto il supero che l'arrotondamento in eccesso determina nei limiti cinematici assunti a base del calcolo.

Poiché su curve di piccolo raggio tale supero può essere di entità non trascurabile, nel caso di rideterminazione della velocità d'orario su linee esistenti, il gestore dell'infrastruttura ne deve valutare gli effetti nei punti più sensibili, in relazione al tipo e alle condizioni dell'armamento, alla presenza di vecchie travate metalliche, scambi etc.

Le velocità  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $V_C$ , calcolate come precedentemente indicato, devono essere ridotte, anche per un solo rango, per effetto:

- Del tipo e condizioni d'armamento:
  - o Per lo scartamento normale  $V_C$  deve essere limitata 160km/h con armamento 50E1 e non è ammessa con armamenti inferiori;
  - o Per lo scartamento ridotto  $V_C$  non è ammessa con armamenti inferiori a 50E1;
  - o In presenza di scambi o intersezioni  $V_C$  è limitata a 160km/h per lo scartamento ordinario e 100 km/h per quello ridotto,
- Dello stato del corpo stradale: rilevati cedevoli, massicciate inquinate, etc. Non costituisce, invece motivo di limitazione di velocità il fatto che il ballast sia costituito da pietrisco calcareo;
- Dell'idoneità delle opere d'arte sotto binario a sopportare elevate azione dinamiche;
- Della mancanza di punti di riferimento fissi nelle curve con conseguente maggiore difficoltà a mantenere la corretta geometria del binario;
- Delle caratteristiche degli impianti TE (corda non regolata, sospensioni non idonee);
- Del rispetto delle norme regolamentari (distanza fra segnali di avviso e di prima categoria, presenza di PL, limiti insiti nei sistemi di protezione della marcia del treno, ecc.);
- Della presenza, eccezionalmente, di ostacoli fissi ineliminabili che eccedenti il profilo minimo degli ostacoli (la sagoma cinematica per effetto del molleggio dei veicoli è funzione di I ed E).