



**Costituzione e controllo della  
Lunga Rotaia Saldata**

GESTORE INFRASTRUTTURA  
FERROVIE DEL GARGANO  
FDG.GI.MAN.LRS.01-25.09.2020

**COSTITUZIONE E CONTROLLO DELLA LUNGA ROTAIA SALDATA  
(L.R.S.)**

Rev.	Data	Motivi revisione	Emissione
00	10.01.18	Emissione	Unità Tecnica
01	25.09.2020	Revisione	Unità Tecnica

**COSTITUZIONE E CONTROLLO  
DELLA LUNGA ROTAIA SALDATA (L.R.S.)**

<b>Parte</b>	<b>Titolo</b>
<b>PARTE I</b>	<b>GENERALITÀ</b>
<b>PARTE II</b>	<b>COSTITUZIONE DELLA L.R.S.</b>
<b>PARTE III</b>	<b>INSERIMENTO IN L.R.S. DEI PUNTI SINGOLARI</b>
<b>PARTE IV</b>	<b>CONTROLLI DEL COMPORTAMENTO DELLA L.R.S. IN ESERCIZIO E PRECAUZIONI</b>
<b>PARTE V</b>	<b>DISPOSIZIONI FINALI</b>
<b>PARTE VI</b>	<b>ALLEGATI</b>

## **INDICE**

<b>PARTE I - GENERALITÀ</b> .....	<b>4</b>
<b>I.1 PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>I.2 SCOPO e CAMPO DI APPLICAZIONE</b> .....	<b>4</b>
<b>I.3 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>I.4 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA ABROGATA</b> .....	<b>5</b>
<b>I.5 SIMBOLI ED ABBREVIAZIONI</b> .....	<b>6</b>
<b>I.6 DENOMINAZIONI DI ROTAIE E RELATIVI ACCIAI</b> .....	<b>8</b>
<b>PARTE II – COSTITUZIONE DELLA L.R.S.</b> .....	<b>9</b>
<b>II.1 DEFINIZIONE DI LUNGA ROTAIA SALDATA E DELLE RELATIVE GRANDEZZE CARATTERISTICHE</b> .....	<b>9</b>
<b>II.2 REQUISITI E IMPEDIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA L.R.S.</b> .....	<b>10</b>
II.2.1 Requisiti.....	10
II.2.2 Impedimenti.....	12
II.2.3 Utilizzo degli ancoraggi SN.....	12
II.2.4 Casi particolari.....	12
<b>II.3 FASI OPERATIVE PER LA COSTITUZIONE DELLA L.R.S.</b> .....	<b>14</b>
II.3.1 Costituzione della l.r.s. in occasione di costruzione a nuovo o di rinnovamento del binario/STT, associato o meno a risanamento della massicciata, e ricambio rotaie.....	14
II.3.1.1 Pretensionamento del binario continuo.....	17
II.3.2 Risanamento a sé stante della massicciata e ricostituzione della l.r.s. ....	21
II.3.3 Costituzione della l.r.s. interessante binari già armati con giunzioni.....	23
II.3.4 Limiti e prescrizioni per la regolazione delle tensioni interne delle rotaie .....	23
II.3.5 Temperatura di regolazione .....	24
II.3.6 Sistemi di regolazione delle tensioni interne nelle rotaie.....	25
II.3.6.1 Impiego del morsetto tendirotaie .....	25
II.3.6.2 Sistema con riscaldamento naturale delle rotaie .....	33
II.3.6.3 Regolazione della l.r.s. utilizzando un'interruzione della circolazione di durata limitata .....	35
II.3.6.4 Norme particolari per la regolazione della l.r.s. mediante l'impiego del procedimento di saldatura elettrica a scintillio.....	36
II.3.6.4.1 Utilizzo del morsetto tendirotaie.....	36
II.3.6.4.2 Riscaldamento naturale delle rotaie .....	40
II.3.6.5 Sistemi alternativi per la regolazione delle tensioni interne delle rotaie .....	43
II.3.6.6 Sistemi di ausilio al controllo degli allungamenti.....	43
II.3.7 Regolazione delle tensioni interne delle rotaie nei binari in galleria .....	43
II.3.8 Regolazione della l.r.s. in corrispondenza dell'estremità.....	44
II.3.9 Regolazione di un tratto di binario attestato ambo i lati ad un binario già regolato.....	46
<b>PARTE III – INSERIMENTO IN L.R.S. DEI PUNTI SINGOLARI</b> .....	<b>49</b>
<b>III.1 INSERIMENTO IN L.R.S. DEGLI SCAMBI, SCAMBI-INTERSEZIONE ED INTERSEZIONI</b> .....	<b>49</b>
III.1.1 Inserimento in l.r.s. degli apparecchi del binario di raggio minore o uguale a 400 metri.....	49
III.1.2 Regolazione dei tratti di binario (serraglie) tra due apparecchi di binario, di raggio minore o uguale 400 metri, ravvicinati inseriti in l.r.s. ....	53
III.1.3 Inserimento in l.r.s. di un apparecchio di binario di raggio, minore o uguale a 400 metri, inseribile in l.r.s, in comunicazione con uno non inseribile in l.r.s.....	55
III.1.4 Regolazione di un breve tratto di binario di estremità adiacente ad uno scambio inserito in l.r.s .....	56
III.1.5 Regolazione di un breve tratto di binario compreso tra due scambi non inseriti in l.r.s.....	57
III.1.6 Inserimento in l.r.s. di un apparecchio di binario non inseribile in l.r.s, posto su un binario secondario di stazione e di scalo .....	58

<b>III.2</b>	<b>LUNGA ROTAIA SALDATA IN CORRISPONDENZA DI PONTI METALLICI SENZA MASSICCIATA .....</b>	<b>59</b>
III.2.1	Costituzione della l.r.s. su travate metalliche .....	59
III.2.1.1	Modalità d'impiego degli attacchi di tipo elastico .....	61
III.2.1.2	Modalità d'impiego degli attacchi sulle travate metalliche ad uno o più impalcati di luce $L_{e(i)} \leq 20$ m.....	62
<b>III.3</b>	<b>REGOLAZIONE DI UNA SOLA FUGA DI ROTAIA.....</b>	<b>63</b>
III.3.1	Sostituzione di una sola fuga di rotaia di lunghezza L .....	63
III.3.2	Sostituzione di una sola coppia ago-contrago .....	64
III.3.3	Sostituzione del cuore .....	64
III.3.4	Sostituzione di un giunto isolante incollato e ripristino di una saldatura .....	64
<b>PARTE IV – CONTROLLI DEL COMPORTAMENTO DELLA L.R.S. IN ESERCIZIO E PRECAUZIONI.....</b>		<b>65</b>
<b>IV. 1</b>	<b>TRAGUARDI E RILIEVI PER IL CONTROLLO DELLE L.R.S.....</b>	<b>65</b>
<b>IV.2</b>	<b>VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI LONGITUDINALI E TRASVERSALI DELLA L.R.S.....</b>	<b>68</b>
IV.2.1	Spostamenti longitudinali.....	68
IV.2.1.1	Spostamenti longitudinali nel corpo della l.r.s .....	68
IV.2.1.2	Spostamenti longitudinali all'estremità della l.r.s .....	70
IV.2.2	Spostamenti trasversali della l.r.s .....	71
<b>IV.3</b>	<b>Controlli non distruttivi della temperatura neutra <math>T_n</math>.....</b>	<b>72</b>
IV.3.1	Uso del “Verse” per la conoscenza dello stato tensionale dei binari in esercizio.....	72
IV.3.2	Uso del “Verse” per la conoscenza dello stato tensionale dei binari di nuova regolazione.....	73
<b>IV.4</b>	<b>PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN L.R.S. NON SOGGETTI A LAVORAZIONE .....</b>	<b>74</b>
IV.4.1	Periodi di forte calore.....	74
IV.4.2	Periodi di forte freddo .....	75
<b>IV.5</b>	<b>PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN L.R.S. SOTTOPOSTI A LAVORAZIONE.....</b>	<b>76</b>
IV.5.1	Programmazione ed esecuzione delle lavorazioni.....	76
<b>IV.6</b>	<b>PROVVEDIMENTI DI EMERGENZA IN CASO DI ROTTURE DI ROTAIE O DI ALTRI INCONVENIENTI DI ESERCIZIO.....</b>	<b>84</b>
<b>PARTE V – DISPOSIZIONI FINALI.....</b>		<b>85</b>
<b>PARTE VI – ALLEGATI.....</b>		<b>86</b>

## **PARTE I - GENERALITÀ**

### **I.1 PREMESSA**

L'impiego di nuovi materiali e tecnologie per la formazione del binario a telaio di traverse su massicciata, l'esperienza ad oggi acquisita nel campo della termica del binario, l'impiego diffuso di scambi innovativi, l'adozione di nuovi strumenti per i controlli non distruttivi della temperatura neutra della rotaia e le risultanze della ricerca sulla stabilità del binario, consentono di procedere alla revisione ed all'aggiornamento della normativa inerente la costituzione ed il controllo della lunga rotaia saldata.

### **I.2 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE**

La presente Istruzione Tecnica definisce la lunga rotaia saldata e le relative grandezze caratteristiche, ed inoltre stabilisce i requisiti e gli impedimenti per la realizzazione della lunga rotaia saldata.

L'Istruzione Tecnica definisce altresì le fasi operative per la costituzione, i controlli e le precauzioni per la lunga rotaia saldata ed i relativi provvedimenti.

La presente Istruzione Tecnica si applica all'intera Rete di RFI, per i binari a telaio di traverse su massicciata ed ai binari senza massicciata. Per i binari senza massicciata valgono, inoltre, le specifiche disposizioni.

### **I.3 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Tutti i riferimenti, qui di seguito citati, si intendono nell'edizione più aggiornata in vigore.

- [A] Istruzione N°60° L.SA.47115 Armamento dei binari. Dispositivi per giunzioni provvisorie del 15.05.1963. DPR P SE 8210 "Procedura per la regolamentazione delle attività di gestione delle giunzioni provvisorie delle rotaie"
- [B] Specifica Tecnica DI TCAR SF AR 12 001 "Sistemi di diagnostica temperatura rotaie"
- [B1] Specifica Tecnica DI TCSSTB SF IS 16 737 "Sistema di diagnostica centralizzato per il monitoraggio della temperatura rotaie"
- [C] FDG.GI.MAN.LDR.01.25.09.2020 Luci di dilatazione delle rotaie
- [D] FDG.GI.MAN.VL.00.10.01.18 Vigilanza linea Armamento e Sede
- [E] DPR P SE 4510 Disposizioni operative di dettaglio per la visita linea ordinaria nei settori "armamento e sede" e "T.E."
- [F] FDG.GI.MAN.SQG.01.25.09.2020 Standard di qualità geometrica del binario
- [G] FDG.GI.MAN.RT.01.25.09.2020 Gestione dei difetti nelle rotaie e negli scambi
- [H] Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 "Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio"

[H1] p.m.

[H2] FDG.GI.MAN.IPC.00.10.01.18 Istruzione per la Protezione dei Cantieri

[I] Disegno FS 8253 “Apparecchio di dilatazione HL per binario”

[J] Disegno FS 9908 “ Particolari per la posa su legno di attacchi di tipo elastico Vossloh (travate metalliche con lunga rotaia)” per armamento 60E1 e 50E5

[K] Documento Vossloh ST02

[L] Specifica Tecnica di Prodotto RFI TCAR SP AR 02 001 “Rotaie e barre per aghi”

[M] Documento Vossloh ST03

[N] D.G.T.A. per l’esecuzione e gestione dei lavori di manutenzione dell’armamento: aggiornamento 1963

[O] Procedura Operativa Subdirezionale RFI DPR PS IFS 90 “Rilievi della geometria del binario e relative disposizioni manutentive”

[P] UIC Code 720 “Laying and Maintenance of CWR Track”

[Q] UIC Code 774-3 “Track/bridge Interaction. Recommendations for calculation”

[R] Circolare L4 - L8 / 102112 “Rallentamenti” del 28.01.1985 e 1<sup>a</sup> appendice DI DMA IM AR A 001 del 22.06.2000

[S] Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 01 003 “Standard dei materiali d’armamento per i lavori di rinnovamento e costruzione a nuovo” e documento RFI-DTC-ST5\A0011\P\2015\371 “Aggiornamento standard armamento – rotaie extradure” del 21.09.2015

[T] Convenzione n. 15/2011: “Stabilità del binario per diverse configurazioni”. Report LS-P0093: “Caratterizzazione fisico meccanica del binario in un selezionato numero di scenari rappresentativi di prescelte condizioni operative della Rete Ferroviaria”

[U] Convenzione n. 15/2011: “Stabilità del binario per diverse configurazioni”. Report R2: “Simulazione numerica del buckling termico del binario nella lunga rotaia saldata”

[V] Convenzione n. 15/2011: “Stabilità del binario per diverse configurazioni”. Report R3: “Simulazione numerica del comportamento del binario sotto carichi termici in scenari predefiniti”

[W] Istruzione Tecnica RFI TCAR IT AR 01 011 “Attivazione all’esercizio dell’armamento e della linea di contatto di linee e tratti di linea”

[X] Convenzione n. 1/2015: “Stabilità del binario con traverse equipaggiate con USP – Fase di misure in campo – Esecuzione delle misure”. Report LS-P0102

[JJ] Vossloh Sistemi s.r.l , RTdc-2019-002-00, Febbraio 2018

#### **I.4 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA ABROGATA**

[Y] Istruzione Tecnica RFI TCAR IT AR 07 003 A “Istruzione sulla costituzione ed il controllo delle lunghe rotaie saldate. Edizione 2006” del 19.06.2006

[Z] Circolare L/ST.OC./009/D1018 “Inserimento dei deviatori in l.r.s” del 29.08.1994

[AA] Lettera DI/TC.AR/009/829 “Inserimento di scambi intersezione in l.r.s” del 19.09.2001

[BB] Documento RFI-DTC\A0011\P\2005\1988 “Autorizzazione all’uso del sistema diagnostico VERSE” del 14.12.2005.

[CC] Documento RFI-DTC-DNS\A0011\P\2008\232 “Omologazione ancoraggi Vossloh SN per traverse” del 20.02.2008

[DD] Lettera RFI-DTC.STS\A0011\P\2014\0001068 “Lunga rotaia saldata in corrispondenza di ponti metallici senza massicciata” del 24.06.2014

[EE] Lettera RFI-DTC\A0011\P\2015\0000946 “Lunga rotaia saldata in corrispondenza di ponti metallici senza massicciata” del 19.05.2015

[FF] Lettera RFI-DTC\A0011\P\2015\0001147 “Lunga rotaia saldata in corrispondenza di ponti metallici senza massicciata” del 10.06.2015

La presente Istruzione altresì abroga parzialmente

[GG] Circolare n° 63 in data 27.06.1959: “Esecuzione dei lavori di manutenzione in corrispondenza dei binari con rotaie di lunghezze normali e con lunghe rotaie saldate l.r.s. - Prescrizioni di sicurezza in rapporto alle temperature ambiente e della rotaia”, che resta in vigore per quanto concernente i binari non in lunga rotaia saldata

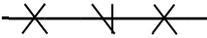
[HH] Circolare n° 287.6.5 in data 09.05.1978: Precauzioni durante la stagione estiva. Prescrizioni di esecuzione dei lavori d'armamento in rapporto alle temperature e relativa Appendice n° 1 in data 25.07.1979, che restano in vigore per quanto concernente i binari non in lunga rotaia saldata

[II] Istruzione Tecnica TC.C/A/011131/008/63 del 04.02.1992: “Istruzione tecnica per le giunzioni incollate di rotaie e per gli incollaggi di cuori monoblocco in acciaio fuso al Mn di deviatori – Fabbricazione – Posa in opera e connessi provvedimenti per il binario.” relativamente ai paragrafi 2.5 e 2.6.

Con la presente Istruzione inoltre è annullata ogni precedente disposizione che risulti in contrasto con le norme in essa contenute.

## **I.5 SIMBOLI ED ABBREVIAZIONI**

- IT Istruzione Tecnica
- FdG Ferrovie del Gargano
- DT Direzione Tecnica
- G.I.I. Giunto isolante incollato
- TE Trazione Elettrica
- IS Impianti di Segnalamento
- PL Passaggi a livello

- R	Raggio della curva
- l.r.s.	Lunga rotaia saldata
- T	Temperatura della rotaia
- $T_m$	Temperatura media
- $T_{m\ x}$	Media nel triennio delle temperature massime
- $T_{min}$	Media nel triennio delle temperature minime
- $T_r$	Temperatura di regolazione
- $T_p$	Temperatura di posa
- $T_{pmin}$ e $T_{pmax}$	Temperatura di posa minima e massima
- $T_n$	Temperatura neutra
- $T_l$	Temperatura limite
- $l_{ris}$	Lunghezza del binario da risanare
- $l_t$	Luce fra le testate da saldare
- $l_s$	Luce richiesta per il tipo di saldatura da eseguire
- $L_{e(i)}$	Lunghezze di espansione della travata metallica senza massicciata
- $V_{(i)}$	Lunghezza in metri del tratto vincolato sulla travata metallica
- S	Spostamento della bulinatura della rotaia
- $S_t$	Spostamento trasversale generalizzato lungo la curva
- PMC	Punta matematica del cuore
- c.a.p.	Cemento armato precompresso
- STT	Sostituzione totale delle traverse
- USP	Under Sleeper Pad (tappetino sotto traversa)
	Attacchi di rotaia serrati
	Attacchi di rotaia non serrati
	Attacchi di rotaia serrati 1 si e 3 no.

**I.6 DENOMINAZIONE DI ROTAIE E RELATIVI ACCIAI**

Le norme europee UNI EN 13674 hanno fornito nuove denominazioni per i profili e le qualità di acciaio rispetto alle precedenti norme UNI e UIC. Tali denominazioni sono state recepite da RFI e di seguito si riportano le equivalenze:

	<b>Vecchia denominazione</b>	<b>Nuova denominazione (UNI EN 13674)</b>
<b>Rotaie</b>	46 UNI	46E4
	50 UNI	50E5
	60 UNI – 60 UIC	60E1
<b>Barre d' ago</b>	A 60U	60E1A2
	A 50U	50E1T1

	<b>Vecchia denominazione</b>	<b>Nuova denominazione (UNI EN 13674)</b>	<b>Marcatura</b>
<b>Qualità acciaio</b>	900 A	R260	
	900 A trattata termicamente	R350HT	
	1100	R320Cr	
	700	R200	Assenza di marcatura

Si precisa che i rotaie e barre per ago con nuova denominazione sono del tutto uguali a quelle con vecchia denominazione.

## PARTE II – COSTITUZIONE DELLA L.R.S.

### II.1 DEFINIZIONE DI LUNGA ROTAIA SALDATA E DELLE RELATIVE GRANDEZZE CARATTERISTICHE

Si definisce **binario in lunga rotaia saldata (l.r.s.)** quel binario senza soluzione di continuità nel quale le dilatazioni, o le contrazioni, delle rotaie, dovute alle escursioni termiche, possono manifestarsi solo alle sue estremità. La lunghezza di ciascuna di tali estremità dipende dalla escursione termica e può essere al massimo di 60-100 metri in funzione del tipo di armamento e dello stato di consolidamento della massicciata.

Tutta la restante estesa (corpo della l.r.s.) rimane, quindi, immobile al variare della temperatura delle rotaie. Le variazioni di temperatura generano, pertanto, nel corpo della l.r.s. soltanto variazioni di sforzi longitudinali nelle rotaie (sollecitazioni interne di trazione o compressione). Detti sforzi sono direttamente proporzionali alle variazioni di temperatura rispetto alla temperatura neutra, come di seguito definita.

La **regolazione delle tensioni interne** delle rotaie permette di minimizzare le sollecitazioni interne di trazione o compressione delle rotaie, ad eccezione delle due estremità, dovute alle escursioni termiche e consiste in una serie di operazioni finalizzate a conseguire una determinata temperatura neutra.

Inoltre si definiscono:

- **temperatura neutra ( $T_n$ ):** quella per la quale il corpo della l.r.s. è privo di sollecitazioni interne (stato di tensioni nulle)
- **temperatura di regolazione ( $T_r$ ):** la temperatura neutra che si vuole realizzare all'atto della costituzione della l.r.s. All'atto della regolazione delle rotaie la temperatura neutra e quella di regolazione coincidono. La temperatura di regolazione si determina come al successivo par. II.3.5
- **temperatura della rotaia ( $T$ ):** la temperatura del ferro misurata
- **temperatura media ( $T_m$ ):** la media aritmetica tra la temperatura massima e quella minima di rotaia, secondo le condizioni climatiche locali,  $T_m = (T_{max} + T_{min}) / 2$   
dove  $T_{max}$  e  $T_{min}$  sono la media, in un periodo di almeno 3 anni, rispettivamente della temperatura massima raggiunta in ciascun anno e della temperatura minima raggiunta in ciascun anno, rilevate, manualmente o preferibilmente secondo quanto previsto dalla [B], anche in località diverse dello stesso Impianto
- **temperatura di posa ( $T_p$ ):** la temperatura della rotaia misurata al momento del serraggio degli organi di attacco
- **binario continuo in assetto provvisorio:** quello parzialmente o totalmente riguarrito, livellato ed allineato, posto in assetto plano-altimetrico non definitivo e costituito da rotaie saldate progressivamente, senza soluzione di continuità
- **binario continuo in assetto definitivo:** quello caratterizzato dalla prescritta sagoma della massicciata, dall'assetto plano-altimetrico definitivo, costituito da rotaie saldate progressivamente, senza soluzione di continuità, in cui è stato eseguito il primo livellamento, in attesa di regolazione
- **rotaie elementari:** quelle fornite in unica lunghezza per laminazione, senza saldature intermedie.

**II.2 REQUISITI E IMPEDIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA L.R.S.**
**II.2.1 Requisiti.**

I **requisiti** richiesti per la costituzione della l.r.s sono:

a) lunghezza minima del tratto di binario di cui alla Tab.1:

LUNGHEZZA MINIMA	PROFILO ROTAIE	TIPO TRAVERSE
144 m	60E1	CAP
115 m	50E5	CAP
200 m	60E1	LEGNO
150 m	50E5	LEGNO

Tabella 1

Tratti di binario con lunghezze inferiori devono essere realizzati con giunzioni secondo la normativa vigente. L'unica eccezione ammessa è specificata al p.to III.1.5 b).

Per tratti di binario di estesa superiore ai limiti di Tab. 1, ma con lunghezze prossime a tali limiti, posti tra binari costituiti a giunzioni, dovrà essere valutata l'opportunità o meno di costituire la l.r.s., ciò in considerazione della esigenza di realizzare comunque le giunzioni di estremità della l.r.s. (p.to II.3.8) e di istituire i relativi picchetti di controllo (p.to IV.1).

b) tracciati con curve di raggio R, compresi i raccordi, e caratteristiche minime di cui alla Tab.2:

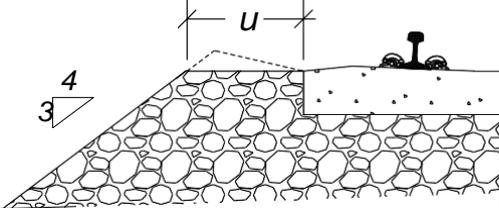
TIPO TRAVERSA	SPARTITO TRAVERSE [cm]	DISTANZA MINIMA "u" [cm]	RAGGIO R [m]	NOTE
LEGNO	60 o 66,6	60	$R \geq 600$	 <p>Spessore minimo della massicciata sotto traversa: 25 cm, da misurarsi in corrispondenza della rotaia bassa</p> <p>Le traverse RFI230, RFI240 e RFI260 con USP sono equivalenti alle corrispondenti senza USP</p>
M62 FS	60 o 66,6	60	$R \geq 485$	
RFI230 MP62 FSV35-45 FSV35 FSV35P	60	60	$R \geq 400$ $399 \geq R \geq 200$ (1) $334 \geq R \geq 168$ (3)	
RFI 240 RFI 260 (2)	60	60	$R \geq 250$ $249 \geq R \geq 150$ (1)	

Tabella 2

**b.1) nelle stazioni:**

nei tratti dei binari compresi tra i marciapiedi vale quanto prescritto dalla Tab. 2.

Tra i marciapiedi a servizio dei binari è ammessa la l.r.s. per qualsiasi valore del raggio delle curve e con qualunque tipo di traversa anche senza l'installazione degli ancoraggi SN, purché la massicciata sia a livello costante al piano superiore delle traverse e risulti incassata tra i marciapiedi, con la condizione che i marciapiedi contengano al massimo due binari, il cui interasse non sia superiore a 4,0 metri.

Per i tratti dei binari non compresi tra i marciapiedi si procederà come segue:

- sui binari di corsa: vale quanto prescritto dalla Tab.2
- sui binari di precedenza: vale quanto prescritto dalla Tab.2
- sui binari secondari di stazione e di scalo (rif. p.to III.1.6): è ammessa la l.r.s. per qualsiasi valore del raggio delle curve, e con qualunque tipo di traversa, senza l'installazione degli ancoraggi SN, purché la massicciata sia a livello costante al piano superiore delle traverse e risulti incassata fra altri binari o nel corpo stradale

**b.2) nelle gallerie (rif. p.to II.3.7) è ammessa la l.r.s. per qualunque valore del raggio e con qualunque tipo di traversa senza l'installazione degli ancoraggi SN.**

Nei tratti di imbocco (di lunghezza di 75 metri), vale quanto prescritto dalla Tab.2. In tali tratti è ammessa la l.r.s. per qualunque valore del raggio e con qualunque tipo di traversa senza l'installazione degli ancoraggi SN, purché la massicciata sia a livello costante al piano superiore delle traverse e risulti incassata tra le banchine e/o i piedritti, che dovranno contenere al massimo due binari ad essi adiacenti, il cui interasse non sia superiore a 4,0 metri.

- c) binario dotato di rotaie nuove od usate servibili in buono stato, dei profili 50E5 e 60E1, con attacchi elastici od indiretti dei tipi 50 e 60 nonché con giunti isolanti incollati
- d) traverse, in buone condizioni, poste agli interassi prescritti e massicciata, costituita da pietrisco di pezzatura regolare, avente la sagoma minima indicata in Tab.2
- e) apparecchi del binario delle seguenti tipologie:
- scambi con
    - cuore a punta mobile
    - cuore monoblocco in acciaio fuso al Mn
    - cuore a punta monoblocco e piegate a gomito assicurate con bulloni ad alta resistenza, tipo Krupp e Voest-Alpine
    - cuore di rotaie assiemate con chiodi ad alta resistenza a bloccaggio irreversibile;
  - scambi-intersezione e intersezioni con:
    - cuori monoblocco in acciaio fuso al Mn
    - cuori di rotaie assiemati con chiodi ad alta resistenza a bloccaggio irreversibile.

In tutti i casi sopracitati le estremità di ingresso e di uscita degli apparecchi del binario devono essere incollate o saldate alle rotaie attestanti.

### II.2.2 Impedimenti

Costituiscono **impedimento** all'adozione della l.r.s.:

- a) la mancanza di uno solo dei requisiti di cui sopra
- b) l'esistenza di tratte di linea caratterizzate da corpo stradale cedevole o da piattaforme instabili, intendendosi con ciò quelle tratte per le quali i fenomeni di cui sopra impongono rallentamenti fissi in orario o limitazioni delle velocità d'orario per almeno un rango di circolazione.

### II.2.3 Utilizzo degli ancoraggi SN

L'utilizzo del "Sistema di ancoraggio traverse tipo SN" della Ditta Vossloh consente la costituzione di lunga rotaia saldata su binari con traverse in c.a.p. e in curve con raggio indicato in Tab. 2, alle seguenti condizioni:

- installazione degli ancoraggi Vossloh SN con un passo di uno ogni due traverse in corrispondenza della mezzeria della traversa, su tutto lo sviluppo delle curve interessate e dei relativi raccordi parabolici
- rispetto della tempistica di installazione indicata al p.to II.3.1 b).

Potrà essere ammesso altro sistema di ancoraggio delle traverse purché omologato da RFI.

### II.2.4 Casi particolari

I punti singolari quali gli scambi ed i passaggi a livello, non devono ricadere nella tratta di estremità di l.r.s. che subisce spostamenti. Pertanto, prudentemente, si stabilisce che i giunti di estremità della l.r.s. distino almeno 100 m (150 m per i binari armati con traverse di legno) da tali punti singolari (Fig.1), con la sola eccezione indicata al p.to III.1.4 caso c).

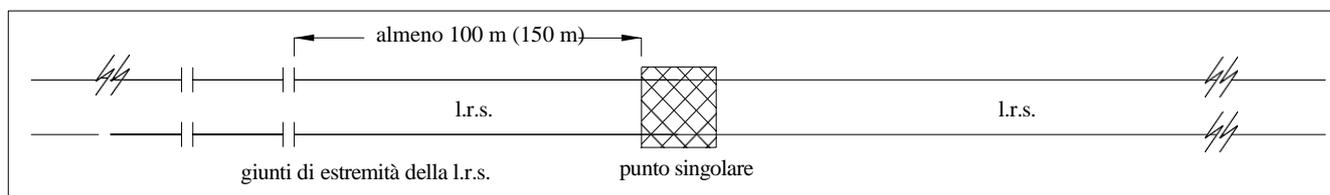
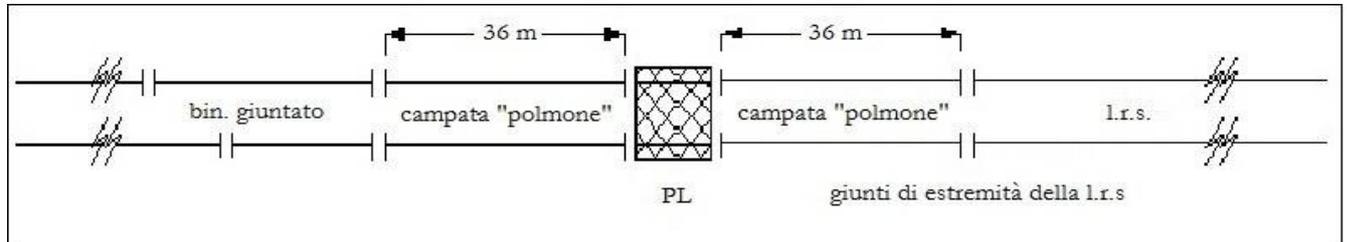


Figura 1

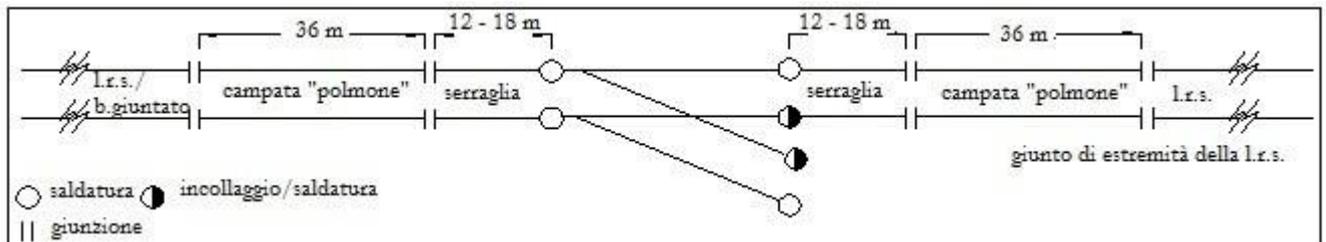
Nei casi in cui tale distanziamento fra punto singolare ed estremità della l.r.s. non sia possibile, la l.r.s. dovrà arrestarsi prima dei succitati punti singolari che dovranno essere isolati come di seguito.

I PL dovranno essere isolati da una campata "polmone" di binario da 36 m (Fig.2).

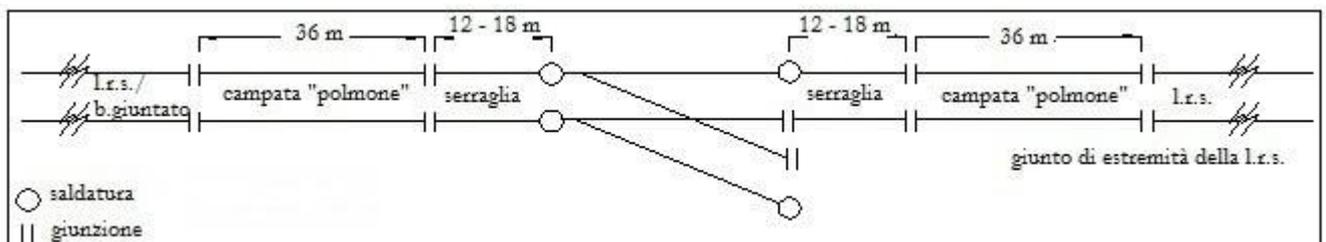

**Figura 2**

Gli scambi ricadenti in prossimità dell'estremità di un tratto di l.r.s., ed ovviamente al suo esterno, devono essere isolati, lato punta e lato tallone, dai tratti in l.r.s., da serraglie (da 12 ÷ 18 m) seguite da una campata "polmone" di binario da 36 m (Figure 3a e 3b).

Nel caso di scambi con cuori di rotaia assieme con le normali chiavarde o con cuori monoblocco con estremità saldabili o incollate saranno da saldare, in punta dello scambio, le giunzioni fra le rotaie costituenti le serraglie ed i contraghi. Al tallone la giunzione fra rotaia della serraglia e rotaia "unita alla controrotaia" sarà da saldare e la giunzione fra rotaia della serraglia e gambino del cuore sarà da saldare o incollare (Fig.3a).


**Figura 3a**

Nel caso di scambi con cuori monoblocco inganasciati alle rotaie attestanti saranno da saldare, in punta dello scambio, le giunzioni fra le rotaie costituenti le serraglie ed i contraghi. Al tallone la giunzione fra rotaia della serraglia e rotaia "unita alla controrotaia" sarà da saldare (Fig.3b).


**Figura 3b**

### **II.3 FASI OPERATIVE PER LA COSTITUZIONE DELLA L.R.S.**

La costituzione delle lunghe rotaie saldate può essere compresa fra i seguenti lavori al binario ed agli scambi: costruzione a nuovo/realizzazione di nuove linee, rinnovamento/sostituzione totale delle traverse (STT), risanamento della massicciata e ricambio rotaie, oppure come intervento a sé stante. In tutti i casi, compresi i binari in stazione tra marciapiedi, il binario continuo in assetto definitivo dovrà essere regolato.

In presenza di gallerie e di travate metalliche si rimanda alle disposizioni specifiche dei p.ti II.3.7 e III.2.

Per la costituzione della l.r.s., le rotaie elementari devono dapprima essere saldate fra loro progressivamente in opera, mediante il procedimento di saldatura elettrico a scintillio o alluminotermica; per la corretta esecuzione di dette saldature valgono in ogni caso i seguenti limiti di temperatura previsti dalla [H]:

- per rotaie in acciaio normale tipo R200: minimo  $-5^{\circ}\text{C}$
- per rotaie in acciaio duro tipo R260 e extradure tipo R350HT e R320Cr: minimo  $0^{\circ}\text{C}$

#### **II.3.1 Costituzione della l.r.s. in occasione di costruzione a nuovo o di rinnovamento del binario/STT, associato o meno a risanamento della massicciata, e ricambio rotaie**

Le due fughe di rotaie devono essere poste in opera in modo tale che le testate delle rotaie elementari da 36 m, destinate ad essere successivamente saldate con procedimento alluminotermico, risultino sfalsate fra loro di 12 m e comprese entro lo spartito delle traverse (le stesse testate non devono, comunque, distare meno di 10 cm dalla più vicina traversa).

E' invece ammessa la posa di rotaie con testate affacciate o sfalsate di valori diversi da 12 m, qualora trattasi di rotaie elementari di lunghezza maggiore di 36 m, da saldare sia con il procedimento alluminotermico che elettrico a scintillio e nei casi di rotaie da 36 m (ivi comprese le campate premontate fuori opera) da saldare in opera con il procedimento elettrico a scintillio.

E', inoltre, ammessa la posa di rotaie con testate affacciate, qualora trattasi di rotaie elementari di lunghezza compresa tra 12 e 36 m, da saldare con il procedimento alluminotermico nei casi di varo di brevi tratti di binario in corrispondenza, ad esempio, di scambi, PL, ecc. E' infine ammessa la posa di rotaie con testate affacciate da saldare con il procedimento alluminotermico nei giunti isolanti incollati, negli scambi, ecc.

Le testate destinate a diventare giunzioni estreme definitive delle l.r.s. devono essere affacciate a squadra sulle due fughe di rotaie ed appoggiate su traverse doppie di legno con due traverse (sempre di legno, disposte una per parte) di controgiunto.

Dopo la posa in opera delle rotaie si eseguiranno le saldature progressive a costituire il binario continuo; la formazione di binario "in sezioni provvisorie" non è consentita.

Nel caso che alle saldature progressive si provveda con macchina saldatrice a scintillio si dovrà liberare dagli organi di attacco la rotaia non gravata del peso della macchina saldatrice, allo scopo di favorirne lo scorrimento (ca. 40 mm) per il ricalco della saldatura.

Contestualmente si procede:

- a) subito dopo il serraggio degli organi di attacco, al rilievo della temperatura di posa  $T_p$  delle rotaie, da verbalizzare e trascrivere, in modo indelebile, sul gambo delle stesse
- b) alla riguarnitura delle testate delle traverse, utilizzando anche il pietrisco dell'unghiatura, per garantire una distanza minima "u" di almeno 40 cm.

In particolare, i binari in curva che in assetto definitivo richiederanno l'installazione dei dispositivi di ancoraggio SN (di cui al p.to II.2.3 in conformità alla precedente Tab. 2), dovranno essere, appena realizzati nel loro assetto provvisorio, riguarniti totalmente di pietrisco, anche di nuova fornitura, compresi i vani tra le traverse fino all'estradosso delle stesse per tutto lo sviluppo delle curva e dei relativi raccordi parabolici e garantire una distanza minima "u" di almeno 40 cm.

Gli ancoraggi SN dovranno essere installati tempestivamente ossia contestualmente alla realizzazione del binario in assetto definitivo.

- c) ad un primo sommario livellamento ed allineamento del binario. Per il binario continuo in assetto geometrico provvisorio si ammettono difetti di allineamento minori o uguali a 10 mm misurati media-picco per corde di 10 m.

Se, eccezionalmente, durante la stessa operazione di realizzazione del binario fosse necessario rinviare la saldatura di parte delle rotaie, esse andranno collegate fra loro a mezzo di ordinarie ganasce e morsetti per giunzioni, come previsto dalla [A]. Successivamente occorrerà eseguire al più presto le operazioni di formazione del binario continuo e la trascrizione della nuova temperatura di posa.

Dopo la realizzazione del binario continuo in assetto provvisorio si realizzerà il binario in assetto definitivo, con la prescritta sagoma della massicciata e l'assetto plano-altimetrico definitivo (primo livellamento).

Durante tutte queste fasi le temperature che le rotaie possono raggiungere, senza l'adozione di alcun provvedimento, sono quelle in Tab.3.

Nel caso di impiego della stabilizzatrice dinamica della massicciata si dovrà far riferimento, per le modalità di utilizzo, alla [W]. La stabilizzatrice dinamica della massicciata non deve essere impiegata sui binari con traverse in legno.

Si ricorda che un eventuale secondo passaggio della stabilizzatrice dinamica non comporta ulteriori contributi al consolidamento della massicciata.

Tipo di traversa	Tracciato del binario	Limiti di temperatura (binario continuo in assetto geometrico provvisorio)	Limiti di temperatura (binario continuo in assetto geometrico definitivo)	
			Assestamento massicciata con transito treni	Stabilizzazione dinamica del binario (solo per traverse in c.a.p.)
LEGNO, M62, FS	Rettifili Curve con $R \geq 600$ m	$T_p + 15$ °C	$(T_p + 15) + 1$ °C ogni 5000 tonnellate-treno transitate con il limite $T_p + 30$ °C	$T_p + 30$ °C
	Curve con $R < 600$ m	$T_p + 10$ °C	$(T_p + 10) + 1$ °C ogni 5000 tonnellate-treno transitate con il limite $T_p + 30$ °C	$T_p + 25$ °C <sup>(*)</sup>
RFI230 MP62 FSV35-45 FSV35 FSV35P RFI240 RFI260	Rettifili Curve con $R \geq 600$ m	$T_p + 20$ °C	$(T_p + 20) + 1$ °C ogni 5000 tonnellate-treno transitate con il limite $T_p + 30$ °C	$T_p + 30$ °C
	Curve con $R < 600$ m	$T_p + 15$ °C	$(T_p + 15) + 1$ °C ogni 5000 tonnellate-treno transitate con il limite $T_p + 30$ °C	$T_p + 30$ °C

 Tabella 3<sup>[1]</sup>

(\*) al limite di temperatura di  $T_p + 25$  °C si aggiunge 1 °C ogni 5000 tonnellate-treno transitate con il limite di  $T_p + 30$  °C.

Pertanto le suddette attività andranno programmate in periodi stagionali nei quali, ragionevolmente, si prevede che detti limiti non vengano superati.

Nei tratti in cui si dovessero superare le temperature limite di Tab.3, le condizioni di sicurezza del binario devono essere assicurate tramite i tagli delle rotaie in tratti non superiori a 144 metri, procedendo nel seguente modo:

- esecuzione dei tagli non appena superate le suddette temperature limite, rispettando quanto previsto dalla [H]
- scarico delle tensioni interne delle due semisezioni interessate dal taglio, tramite allentamento di tutti gli organi di attacco a partire dai tagli verso il centro delle campate e successivo stringimento degli stessi
- costituzione delle giunzioni provvisorie, secondo quanto previsto dalla [A], con testate a luce zero.

Tali giunzioni andranno gestite secondo la [A] e andrà monitorata la temperatura delle rotaie affinché non si abbiano luci superiori a 30 mm in caso di successivi abbassamenti della temperatura, o eccessive

<sup>1</sup> Per i lavori di solo ricambio rotaie, trattandosi di binario completamente consolidato, vale solo il limite di temperatura di  $T_p + 30$ °C.

compressioni in caso di ulteriori incrementi di temperatura rispetto a quella di costituzione delle giunzioni (incrementi superiori a 15 °C per il binario in retta o con curve di raggio  $R \geq 600$  m oppure superiori a 10 °C per il binario con curve di raggio  $R < 600$  m).

Ripristinate le condizioni di equilibrio tensionale più favorevoli con le operazioni suddette, occorrerà ripetere al più presto le operazioni di formazione del binario continuo e la trascrizione della nuova temperatura di posa.

Durante i periodi di inattività del cantiere ed in particolare nei giorni festivi, i tratti di binario continuo in assetto provvisorio dovranno essere presenziati e tenuti sotto controllo. Inoltre, per tutto il tempo intercorrente tra la formazione del binario continuo e la costituzione della lunga rotaia saldata, si dovrà assicurare la reperibilità di una squadra di almeno 4 operai per il tempestivo intervento di taglio delle rotaie.

I limiti e i provvedimenti sopra indicati valgono anche per gli eventuali tratti risanati associati al rinnovo.

Quando il risanamento precede la fase di rinnovo, il lavoro di risanamento medesimo va eseguito secondo le modalità del punto II.3.2.

### **II.3.1.1 Pretensionamento del binario continuo**

Le attività seguenti di pretensionamento dovranno essere eseguite se si presuppone che la temperatura del ferro possa superare i limiti di cautela di Tab.3 nella giornata immediatamente seguente al lavoro di posa del binario o nei giorni successivi ed in ogni caso nei tratti rettilinei o in curva con raggio maggiore o uguale a 300 m.

Per i tratti in curva con raggio minore di 300 m il pretensionamento non è ammesso.

#### **Caso a) Lavori di rinnovo seguiti da risanamento**

##### **a.1 Pretensionamento del tratto di binario rinnovato.**

Dopo aver eseguito le lavorazioni di posa di cui al punto II.3.1 fino alla saldatura delle rotaie, alla riguarnitura delle testate delle traverse (vedi p.to II.3.1 b)) e ad un primo sommario livellamento e allineamento del binario, prima del collegamento al “vecchio” binario da rinnovare, le rotaie vanno pretensionate mediante il morsetto tendirotaie posizionato sul giunto di collegamento, ottenendo lo sforzo di trazione corrispondente al salto termico di:

$$\Delta T [^{\circ}\text{C}] = R/30 \text{ con } R \geq 300 \text{ (raggio della curva in metri) con il limite massimo per } \Delta T \text{ di } 20 \text{ } ^{\circ}\text{C}.$$

(Per esempio: se  $R = 300$  m si ha  $\Delta T = 10$  °C; se  $R \geq 600$  m si ha  $\Delta T = 20$  °C).

Dopo il serraggio degli organi di attacco vanno rilevate le temperature del ferro e trascritte in modo indelebile sulle rotaie aumentate del valore di  $\Delta T$ .

Relativamente alle cautele del punto II.3.1 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, dovrà pertanto essere considerata la suddetta temperatura di posa

fittizia<sup>[2]</sup> pari a quella effettiva aumentata del suddetto  $\Delta T$  per tener conto del pretensionamento.

Si descrivono, nel seguito, le operazioni e le cautele da adottare (Fig.4):

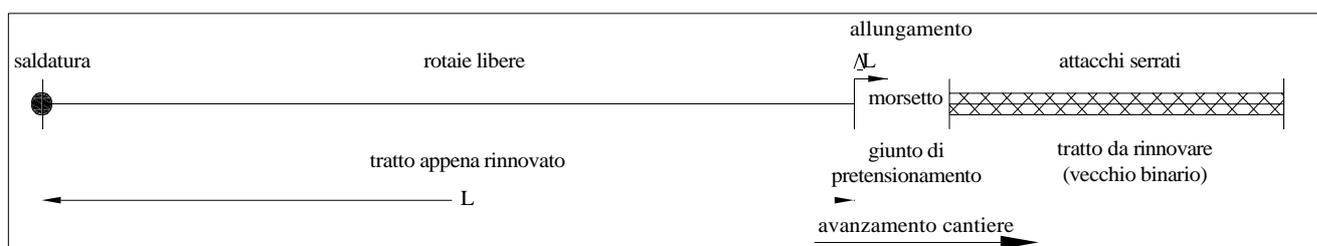


Figura 4: pretensionamento tratto di binario rinnovato

- il giunto di pretensionamento è posto a cavallo tra il tratto di binario appena rinnovato e quello da rinnovare (vecchio binario)
- pretensionamento del tratto rinnovato con il morsetto tendirotaie. La lunghezza massima del tratto di binario "L" da pretensionare è riportata nella Tab.4:

TRACCIATO	L, l [metri]
Rettifili e Curve con $R \geq 1000$ m	1080
Curve con $900 \text{ m} \leq R < 1000$ m	972
Curve con $800 \text{ m} \leq R < 900$ m	864
Curve con $700 \text{ m} \leq R < 800$ m	756
Curve con $600 \text{ m} \leq R < 700$ m	648
Curve con $500 \text{ m} \leq R < 600$ m	540
Curve con $400 \text{ m} \leq R < 500$ m	432
Curve con $300 \text{ m} \leq R < 400$ m	324

Tabella 4

- le rotaie del tratto di binario appena rinnovato "L" durante le operazioni di pretensionamento devono essere libere di scorrere. A tal fine rimuovere le piastre sottorotaia (una ogni quindici traverse) ed introdurre, fra suola ed appoggi, un rullo di scorrimento in posizione perpendicolare all'asse longitudinale della rotaia
- le rotaie del tratto di binario "vecchio", adiacente a quello rinnovato in corrispondenza del giunto, durante le operazioni di pretensionamento devono essere bloccate con il serraggio degli organi di attacco
- prima delle operazioni di pretensionamento, fra le testate delle rotaie dei due tratti di binario dovrà rimanere la luce data da: allungamento da realizzare + distanza prevista per il tipo di saldatura da eseguire – 2÷3 mm (per tener conto del ritiro della saldatura durante il raffreddamento). Il taglio

<sup>2</sup>

Si segnala che se la temperatura di posa fittizia fosse superiore alla temperatura di regolazione sarà necessario inserire spezzoni di rotaia in sede di regolazione.

dello spessore di rotaia da asportare deve essere eseguito, come previsto dalla [H], prima dell'inizio delle operazioni di tiro delle rotaie.

L'allungamento  $\Delta L$  da realizzare per il tratto di binario "L" appena rinnovato è dato da:

$$\Delta L = \alpha L \Delta T \quad \text{con } \alpha = 0,000012/^{\circ}\text{C} \text{ coefficiente di dilatazione lineare dell'acciaio.}$$

Considerate le diverse modalità esecutive, il pretensionamento non sostituisce le operazioni di regolazione delle tensioni interne.

#### a.2 Tratto di binario risanato.

Il tratto di binario soggetto a risanamento risulta essere già pretensionato; il pretensionamento è stato eseguito nella precedente fase di rinnovo. L'intervento di risanamento non altera lo stato tensionale del precedente pretensionamento se, e soltanto se, sono stati rispettati i limiti degli sforzi di trazione del pretensionamento ( $\Delta T = R/30$  con il limite massimo per  $\Delta T$  di 20 °C). Il risanamento della massicciata pertanto potrà essere eseguito senza tagliare le rotaie e la tratta risanata non dovrà essere nuovamente pretensionata.

Relativamente alle cautele del punto II.3.1 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, dovrà essere considerata la temperatura di posa fittizia ottenuta nella precedente fase di rinnovo.

Considerate le diverse modalità esecutive, il pretensionamento non sostituisce le operazioni di regolazione delle tensioni interne.

### **Caso b) Lavori di rinnovo preceduti da risanamento**

Il risanamento va eseguito secondo le modalità di cui al punto II.3.2.

Tra i casi trattati in detto punto il pretensionamento va eseguito nel solo caso II.3.2 c).

Le operazioni e le cautele da adottare per il pretensionamento sono di seguito indicate.

#### b.1 Pretensionamento del tratto di binario risanato.

Dopo aver eseguito le lavorazioni di risanamento fino alla saldatura delle rotaie, prima del collegamento al binario da risanare le rotaie vanno pretensionate mediante il morsetto tendirotaie posizionato sul giunto di collegamento, ottenendo lo sforzo di trazione corrispondente al salto termico di:

$$\Delta T [^{\circ}\text{C}] = R/30 \text{ con } R \geq 300 \text{ (raggio della curva in metri) con il limite massimo per } \Delta T \text{ di } 20 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

(Per esempio: se  $R = 300$  m si ha  $\Delta T = 10$  °C; se  $R \geq 600$  m si ha  $\Delta T = 20$  °C).

Dopo il serraggio degli organi di attacco vanno rilevate le temperature del ferro e trascritte in modo indelebile sulle rotaie aumentate del valore di  $\Delta T$ .

Relativamente alle cautele del punto II.3.1 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, dovrà pertanto essere considerata la suddetta temperatura di posa

fittizia<sup>3</sup> pari a quella effettiva aumentata del suddetto  $\Delta T$  per tener conto del pretensionamento.

Si descrivono, nel seguito, le operazioni e le cautele da adottare (Fig.5):

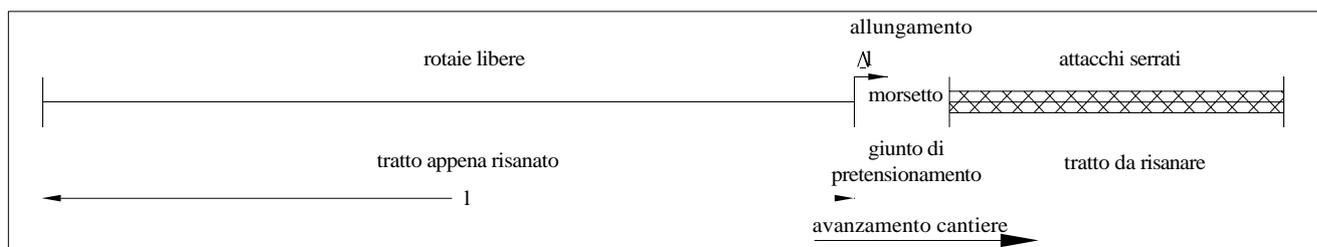


Figura 5: pretensionamento tratto di binario risanato

- il giunto di pretensionamento è posto a cavallo tra il tratto di binario appena risanato e quello da risanare
- pretensionamento con morsetto tendirotaie del tratto risanato dopo aver riguarnito le testate delle traverse (vedi p.to II.3.1 b)) ed eseguito un primo sommario livellamento e allineamento del binario. La lunghezza massima del tratto di binario "l" da pretensionare è riportata nella precedente Tab.4
- le rotaie del tratto di binario appena risanato, durante le operazioni di pretensionamento, devono essere libere di scorrere. A tal fine rimuovere le piastre sottorotaia (una ogni quindici traverse) ed introdurre, fra suola ed appoggi un rullo di scorrimento in posizione perpendicolare all'asse longitudinale della rotaia
- le rotaie del tratto di binario da risanare, adiacente a quello risanato in corrispondenza del giunto, durante le operazioni di pretensionamento devono essere bloccate con il serraggio degli organi d'attacco
- prima delle operazioni di pretensionamento<sup>4</sup>, fra le testate delle rotaie dei due tratti di binario dovrà rimanere la luce data da: allungamento da realizzare + distanza prevista per il tipo di saldatura da eseguire - 2÷3 mm (per tener conto del ritiro della saldatura durante il raffreddamento). Il taglio dello spessore di rotaia da asportare deve essere eseguito, come previsto dalla [H], prima dell'inizio delle operazioni di tiro delle rotaie.

L'allungamento  $\Delta l$  da realizzare per il tratto di binario appena risanato "l" è dato da:

$$\Delta l = \alpha l \Delta T \quad \text{con } \alpha = 0,000012/^{\circ}\text{C} \text{ coefficiente di dilatazione lineare dell'acciaio.}$$

Considerate le diverse modalità esecutive, il pretensionamento non sostituisce le operazioni di regolazione delle tensioni interne.

### b.2 Pretensionamento del tratto di binario rinnovato.

Il tratto di binario rinnovato ha perduto durante la lavorazione di rinnovo il pretensionamento eseguito nella precedente fase di risanamento.

Pertanto, dopo aver eseguito le lavorazioni di posa di cui al punto II.3.1 fino alla saldatura delle rotaie,

<sup>3</sup> Si segnala che se la temperatura di posa fittizia fosse superiore alla temperatura di regolazione sarà necessario inserire spezzoni di rotaia in sede di regolazione.

<sup>4</sup> Se la luce ottenuta è eccessiva per la saldatura, sarà necessario inserire uno spezzone di rotaia della lunghezza prevista dalla [H].

alla riguaritura delle testate delle traverse (vedi p.to II.3.1 b)) e ad un primo sommario livellamento e allineamento del binario, prima del collegamento al “vecchio” binario da rinnovare, le rotaie vanno pretensionate mediante il morsetto tendirotaie posizionato sul giunto di collegamento in modo del tutto analogo al precedente caso a) p.to a1 del presente paragrafo, a cui si rimanda integralmente.

Considerate le diverse modalità esecutive, il pretensionamento non sostituisce le operazioni di regolazione delle tensioni interne.

*Esempio:*

*In un lavoro di rinnovamento eseguito su un binario, con rotaie 60E1 e traverse in c.a.p. RFI240, in retta, per un'estesa di 756 m, la temperatura delle rotaie all'atto del serraggio degli organi di attacco risulta di +7 °C, mentre per la giornata successiva è attesa una temperatura massima di +35 °C.*

*Prima del serraggio degli organi di attacco si applica un tiro con il morsetto tendirotaie per ogni fila di rotaie, ottenendo un allungamento di circa 182 mm corrispondente ad un salto termico di 20 °C.*

*Quindi, si serrano gli organi di attacco e si eseguono le saldature. Sulle rotaie si trascrive la temperatura delle stesse aumentata di +20 °C, cioè 27 °C (temperatura di posa fittizia).*

*In tal modo nella giornata successiva, al raggiungimento della temperatura di rotaia di +35 °C, essa rimane al di sotto del limite di cautela; detto limite, che deve essere computato in base alla temperatura di posa fittizia, risulta infatti pari a 47 °C (27° + 20°).*

*Nelle giornate successive, dopo aver riguarito, ricalzato e riprofilato il binario pretensionato, il limite di cautela di +20 °C, per il binario in assetto geometrico definitivo, viene aumentato, come previsto dalla Tab.3, di 1 °C ogni 5000 tonnellate-treno transitate fino al massimo di +30 °C rispetto alla temperatura di posa fittizia.*

*A completo consolidamento della massicciata occorre programmare la regolazione delle tensioni interne per costituire la l.r.s. prima che la temperatura delle rotaie superi i valori di cui alla Tabella 5 punto II.3.4: 57 °C (27° + 30°).*

### **II.3.2 Risanamento a sé stante della massicciata e ricostituzione della l.r.s.**

Nel risanamento a sé stante della massicciata possono presentarsi i seguenti casi.

In ciascuno dei seguenti casi il binario appena risanato, posto in assetto geometrico provvisorio, dovrà essere riguarito con pietrisco, anche di nuova fornitura, garantendo una distanza minima “u” di almeno 40 cm. Detto binario dovrà essere sommariamente livellato ed allineato; si ammettono difetti di allineamento minori o uguali a 10 mm misurati media-picco per corde di 10 m.

**Caso a)** Quando si esegue il risanamento della massicciata a temperatura della rotaia T superiore a quella di regolazione  $T_r$ ,  $T > T_r$ , (se la temperatura  $T \leq T_r$  vedi successivi casi b), b.1) e c)) ovvero quando non si conosce la temperatura  $T_r$  a cui è stato regolato il binario, su binari in retta o in curva per qualsiasi valore del raggio, prima del deconsolidamento del binario, lo stesso dovrà essere scaricato delle sue tensioni interne mediante il taglio delle rotaie.

Si opererà nel seguente modo:

- a) taglio della rotaia ad un'estremità del tratto di binario  $l_{ris}$  soggetto al risanamento
- b) scarico delle tensioni interne di tale tratto di binario  $l_{ris}$  tramite allentamento di tutti gli organi di attacco delle rotaie alle traverse procedendo dal taglio verso il centro della campata

- c) sollevamento, mediante paletti, delle rotaie dagli appoggi a partire dalla sezione ove si è operato il taglio e interessando, successivamente, una traversa ogni quindici circa; rimozione delle piastre sottorotaia (una ogni quindici traverse) ed introduzione fra suola ed appoggi di un rullo di scorrimento in posizione perpendicolare all'asse longitudinale della rotaia
- d) accertamento che le rotaie siano effettivamente libere e che non vi siano ostacoli fra suola ed appoggi, o traverse fuori squadra, facilitando lo scorrimento delle rotaie con paletti di ferro o con specifiche attrezzature omologate da RFI (è vietato usare mazze per scuotere le rotaie)
- e) rimozione dei rulli, risistemazione delle piastre sottorotaia e serraggio degli organi di attacco
- f) rilievo della temperatura del ferro  $T_p$ , che andrà trascritta in modo indelebile sulle rotaie
- g) risanamento del tratto di binario  $l_{ris}$
- h) riguarnitura delle traverse e sommario livellamento e allineamento del binario
- i) esecuzione della saldatura.

Relativamente alle cautele del punto II.3.1 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne<sup>5</sup>, dovrà pertanto essere considerata la suddetta temperatura di posa  $T_p$ .

**Caso b)** Quando si esegue il risanamento della massiciata su binari in retta o in curva con raggi  $R \geq 700$  m, a temperatura della rotaia  $T$  inferiore o uguale a quella neutra<sup>6</sup>  $T_n$  ( $T \leq T_n$ ) e contenuta nei seguenti limiti:

- binario in retta o in curva di raggio  $R$  maggiore o uguale a 900 m:  $T_n - 30 \leq T \leq T_n$
- binario in curva di raggio  $R$  compreso tra  $700 \leq R < 900$  m:  $T_n - 23 \leq T \leq T_n$

è ammesso non operare tagli.

Relativamente alle cautele del punto II.3.1 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, dovrà essere considerata convenzionalmente come temperatura di posa  $T_p$  la suddetta temperatura neutra  $T_n$ .

**Caso b.1)** Per i tratti di binario in curva con raggio  $300 \leq R < 700$  m, per i quali è stata determinata la temperatura di regolazione  $T_r$  poiché lo stesso binario è stato regolato appositamente prima dell'intervento di risanamento, e con temperatura  $T$  delle rotaie  $\leq T_r$  tale da soddisfare la relazione  $T_r - T \leq R/30$ , è ammesso eseguire il risanamento senza operare tagli.

Relativamente alle cautele del punto II.3.1 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, dovrà essere considerata convenzionalmente come temperatura di posa  $T_p$  la suddetta temperatura di regolazione  $T_r$ .

**Caso c)** Quando si esegue il risanamento della massiciata con  $T \leq T_r$  ma fuori dai limiti indicati nei precedenti casi b) e b.1) prima del deconsolidamento del binario, lo stesso dovrà essere scaricato delle

<sup>5</sup> Durante la regolazione delle tensioni interne, se la luce ottenuta è eccessiva per la saldatura, sarà necessario inserire uno spezzone di rotaia della lunghezza prevista dalla [H].

<sup>6</sup>  $T_n$  temperatura neutra da misurare con metodi non distruttivi mediante l'uso del Verse di cui al p.to IV.3.

sue tensioni interne mediante il taglio delle rotaie, operando come indicato nel precedente caso a).

Prima della saldatura, potrà essere eseguito, eventualmente, il pretensionamento del tratto risanato ove si è operato il taglio (come indicato al p.to II.3.1.1 caso b.1)). Inoltre se la luce ottenuta a seguito del taglio è eccessiva per la saldatura, sarà necessario inserire uno spezzone di rotaia della lunghezza prevista dalla [H].

Relativamente alle cautele del punto II.3.1 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, dovrà pertanto essere considerata la temperatura di posa  $T_p$  (o la temperatura di posa fittizia in caso di pretensionamento).

In ciascun caso esaminato a), b), b.1) e c), nel periodo intercorrente fra la costituzione del binario continuo e la regolazione definitiva delle tensioni interne, la temperatura delle rotaie andrà controllata rispetto ai limiti indicati al p.to II.3.1.

Si dovranno eseguire, in ogni caso suddetto, i lavori di regolazione delle tensioni interne della l.r.s., una volta che il binario sarà stato completamente consolidato.

**Caso d)** Quando si esegue il risanamento della massicciata su binari in l.r.s., posti nelle gallerie di cui al p.to II.3.7, in retta o in curva di qualsiasi raggio, che non sono stati regolati per assenza di escursioni termiche significative, è ammesso non operare tagli alle rotaie.

Dopo il risanamento, il binario non va regolato.

### **II.3.3 Costituzione della l.r.s. interessante binari già armati con giunzioni**

La costituzione della l.r.s. va eseguita con le norme di cui al p.to II.3.1 precedute da quanto segue:

- a) bonifica delle rotaie (asportazione delle testate di giunzione) e conseguente scorrimento delle rotaie
- b) ricambio delle rotaie presentanti consumi o difetti tali da non consentire o rendere conveniente la bonifica delle stesse
- c) sostituzione delle traverse doppie con quelle semplici, con regolarizzazione dello spartito
- d) costituzione del binario continuo in assetto geometrico definitivo, rilievo delle temperature di posa e controllo delle stesse come riportato al p.to II.3.1.

### **II.3.4 Limiti e prescrizioni per la regolazione delle tensioni interne delle rotaie**

Per tutti i tratti non regolati, dopo la realizzazione del binario continuo in assetto geometrico definitivo, la regolazione delle tensioni interne per la costituzione della l.r.s. andrà eseguita prima che la temperatura della rotaia  $T$  superi le temperature limite ( $T_1$  e  $T_1'$ ) indicate in Tab.5.

Si prenderanno in considerazione tutte le temperature di posa, trascritte sulle rotaie, nel tratto di binario interessato. La più bassa temperatura di posa verrà chiamata  $T_{pmin}$  e la più alta  $T_{pmax}$ .

	<b>Temperature Limite <math>T_l</math> e <math>T_l'</math></b>
Binario continuo in assetto geometrico definitivo (prescritta sagoma della massicciata, ricalzato e profilato) ma non regolato	$T_l = T_{pmax} - 40 \text{ °C}$ (agli effetti delle trazioni)  $T_l' = T_{pmin} + 30 \text{ °C}$ (agli effetti delle compressioni)

Tabella 5

La regolazione delle tensioni interne delle rotaie, per la costituzione della l.r.s., si attua, con il binario nel suo assetto definitivo e con la massicciata consolidata, secondo la seguente Tab.6.

<b>Esecuzione regolazione delle tensioni interne delle rotaie</b>	
Assestamento massicciata con transito di 130.000 tonnellate-treno	Utilizzo della stabilizzatrice dinamica della massicciata seguito dal transito di 50.000 tonnellate-treno

Tabella 6

Nei casi in cui si dovessero superare le suddette temperature limite in anticipo rispetto alle succitate regolazioni, le condizioni di sicurezza del binario devono essere assicurate tramite i tagli delle rotaie descritti al punto II.3.1 ed istituzione di eventuali rallentamenti [A], [R].

Il combinato disposto delle norme di cui sopra impone una rigorosa ed appropriata programmazione dei lavori al binario nei periodi stagionali più favorevoli.

### II.3.5 Temperatura di regolazione

La temperatura  $T_r$  di regolazione delle tensioni interne delle rotaie è data da:

$$T_r = T_m + 5 \text{ °C} \quad \text{ove: } T_m = (T_{max} + T_{min}) / 2$$

Per i tratti di linea di nuova costruzione, in mancanza di rilevamenti di temperatura delle rotaie oppure quando questa non possa essere determinata per ragguglio a quelle note in zone climaticamente simili si potrà, convenzionalmente, adottare per la  $T_m$  il valore di 25 °C, salvo poi verificare, a binario in esercizio, gli scostamenti fra il valore reale di  $T_m$  e quello convenzionale o quello assunto per ragguglio. Qualora detti scostamenti dovessero superare i  $\pm 3 \text{ °C}$  si dovrà eseguire una nuova regolazione utilizzando il valore reale di  $T_m$ .

Per i tratti di linea di nuova costruzione con velocità massima d'orario maggiore di 200 km/h la temperatura di regolazione sarà data da  $T_r = T_m + 10 \text{ °C}$ . Per i tratti di linea già in esercizio con velocità massima d'orario maggiore di 200 km/h, per i quali la temperatura di regolazione è stata precedentemente determinata come  $T_r = T_m + 5 \text{ °C}$ , dovrà procedersi, all'atto del primo lavoro di rinnovamento, alla nuova regolazione con la formula  $T_r = T_m + 10 \text{ °C}$ .

### **II.3.6 Sistemi di regolazione delle tensioni interne nelle rotaie**

Si descrivono di seguito i sistemi da impiegare per l'effettuazione delle operazioni di regolazione: morsetto tendirotaie e riscaldamento naturale delle rotaie. Il riscaldamento naturale potrà utilizzarsi solo quando, durante il periodo stabilito per l'esecuzione dei lavori di costituzione della l.r.s., sia possibile raggiungere la temperatura di regolazione con una tolleranza di  $\pm 2$  °C.

Per ogni sistema di regolazione utilizzato tutti i dati relativi alla costituzione della l.r.s. vanno indicati sull'Allegato 1. L'Allegato 1 va conservato agli atti dell'Impianto fino alla successiva regolazione.

#### **II.3.6.1 Impiego del morsetto tendirotaie**

La regolazione delle tensioni interne con il morsetto tendirotaie può essere effettuata solo quando la temperatura della rotaia (libera dagli organi di attacco e poggiata sui rulli di scorrimento) non supera quella di regolazione prescritta.

Mediante i morsetti tendirotaia vengono indotti nelle rotaie, libere di dilatarsi ma fissate ad un estremo, gli allungamenti  $\Delta l$  corrispondenti alla differenza  $\Delta T$  fra la temperatura di regolazione  $T_r$  e quella della rotaia  $T$  all'atto della operazione di regolazione. Si provoca quindi nelle rotaie uno stato di tensioni tale che, quando la temperatura della rotaia raggiungerà quella di regolazione, lo stato di tensioni interne sarà nullo.

L'allungamento  $\Delta l$  corrispondente ad un  $\Delta T$  è dato da:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta T \text{ [mm]}$$

Indicando con:

$\alpha = 0,000012/^\circ\text{C}$  coefficiente di dilatazione lineare dell'acciaio

$l$  = lunghezza del tratto di rotaia libera di dilatarsi [mm],

si ricava che per  $\Delta T = 1$  °C si induce (su rotaie libere di qualunque sezione trasversale  $A$ ) il  $\Delta l = 1,2$  mm per ogni tratto  $l$  di 100 m.

Il tiro  $F$  da applicare per ottenere un  $\Delta T$  è dato da:

$$F = \alpha \cdot E \cdot A \cdot \Delta T \text{ [kN]}$$

Indicando con:

$E = 210$  kN/mm<sup>2</sup> modulo di elasticità dell'acciaio

$A$  = sezione trasversale delle rotaie nuove (60 E 1:  $A = 7686$  mm<sup>2</sup>; 50 E 5:  $A = 6350$  mm<sup>2</sup>),

si ricava che il tiro  $F$  da applicare per ottenere il  $\Delta T = 1$  °C è pari a 19,4 kN se applicato ad una rotaia 60E1 e a 16,0 kN se applicato ad una rotaia 50E5.

Detto sistema verrà impiegato nei limiti dei carichi e delle corse del morsetto e comunque secondo quanto riportato nella seguente Tab.7. La tabella mette in relazione le caratteristiche di tracciato (rettifili e raggi  $R$ ), la lunghezza massima ammessa  $L$  delle semisezioni da regolare ed il salto termico  $\Delta T$  massimo ammesso.

Si stabilisce altresì che le lunghezze  $L$  minima e massima ammesse sono, rispettivamente, pari a 108 m e 540 m. Il raggio di curva  $R$  minimo ammesso è pari a 150 m ed il  $\Delta T$  massimo ammesso è pari a

30°C.

Il sistema di regolazione mediante tiro con morsetti è vietato nel caso di regolazione di tratti di binario continuo comprendenti travate metalliche senza massicciata (rif. p.to III.2).

$\Delta T_{\max} [^{\circ}\text{C}]$ ammesso = $T_r - T$					
Raggio [m]	L = 108 m	L ≤ 216 m	L ≤ 324 m	L ≤ 432 m	L ≤ 540 m
150-169	21	-	-	-	-
170-199	24	10	-	-	-
200-274	28	12	7	-	-
275-299	30	16	9	-	-
300-599	30	18	10	-	-
600-799	30	30	19	11	-
800-999	30	30	26	15	9
1000-1199	30	30	30	19	11
1200-1399	30	30	30	23	13
1400-1599	30	30	30	26	15
1600-1999	30	30	30	30	19
2000-2799	30	30	30	30	29
≥ 2800	30	30	30	30	30

Tabella 7<sup>[7]</sup>

Le regolazioni vanno eseguite utilizzando, per ciascuna classe di raggio, le semisezioni di lunghezza massima ammesse dalla tabella, in relazione al salto termico  $\Delta T$  da realizzare, salvo la presenza di casi particolari che ne limitino l'utilizzo. Ciò al fine di minimizzare il numero di giunti di regolazione. Si dovranno utilizzare preferibilmente semisezioni uguali, salvo la presenza di punti singolari che rendano opportuno l'utilizzo di due semisezioni di lunghezze differenti, fermo restando i limiti imposti dalla tabella per ciascuna semisezione.

L'utilizzo del morsetto, nei casi di salti termici  $\Delta T$  e/o di lunghezze delle semisezioni L modesti può comportare valori  $\Delta l$  degli allungamenti difficili da apprezzare (nell'ordine di pochi millimetri), soprattutto in corrispondenza dei quarti: in tali casi è opportuno regolare con riscaldamento naturale.

Si riportano nel seguito alcuni esempi a chiarimento della tabella.

<sup>7</sup> l.r.s. di lunghezza inferiore a 216 m ma superiori ai limiti di Tabella 1 andranno regolate con riscaldamento naturale delle rotaie.

*Esempio n°1.*

Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea in curva di raggio  $R = 350$  m. La temperatura della rotaia all'atto della regolazione sia  $T = 23^{\circ}\text{C}$  e la temperatura di regolazione  $T_r = 32^{\circ}\text{C}$ ; il  $\Delta T$  è pari quindi a  $9^{\circ}\text{C}$ . Applicando la tabella, in corrispondenza del campo di raggio (300 – 599) metri, si potrà eseguire la regolazione sia con semisezioni di lunghezza  $L = 108$  m, cui corrisponde un  $\Delta T$  massimo ammesso di  $30^{\circ}\text{C} > 9^{\circ}\text{C}$ , che con semisezioni di lunghezza  $L$  maggiore di 108 m e fino a 324 metri, cui corrisponde un  $\Delta T$  massimo ammesso di  $10^{\circ}\text{C} > 9^{\circ}\text{C}$ . Si dovrà utilizzare, salvo impedimenti, la semisezione di lunghezza maggiore ( $L = 324$  m). Non è ammesso, per tale campo di raggio, regolare con semisezioni di lunghezza  $L > 324$  metri.

*Esempio n°2.*

Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea AB di lunghezza 220 metri in curva di raggio  $R = 300$  m. Il  $\Delta T$  sia di  $5^{\circ}\text{C}$ . Applicando la tabella, si dovrebbe eseguire la regolazione con semisezioni di lunghezza  $L = 110$  m, cui corrisponderebbe il  $\Delta l$  di 6,6 mm. Il valore (1,65 mm) dell'allungamento, in corrispondenza del primo quarto, sarebbe di difficile apprezzamento. In tal caso è quindi opportuna la regolazione con riscaldamento naturale.

*Esempio n°3.*

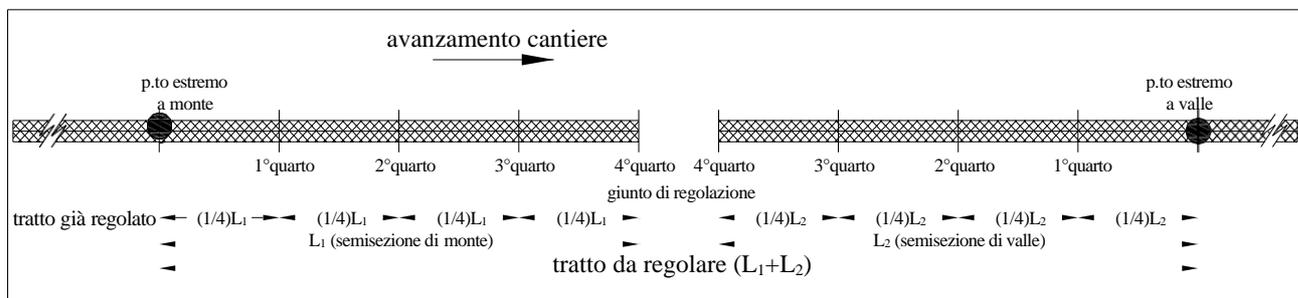
Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea AB di lunghezza 600 metri in curva di raggio  $R = 500$  metri. Il  $\Delta T$  sia pari a  $8^{\circ}\text{C}$ . Applicando la tabella, si potrà eseguire la regolazione preferibilmente con semisezioni di lunghezza  $L = 300$  m (colonna  $L \leq 324$  m), cui corrisponde un  $\Delta T$  massimo ammesso di  $10^{\circ}\text{C}$ , oppure con semisezioni di lunghezza differente  $L_1 = 324$  m e  $L_2 = 276$  m, cui corrisponde lo stesso  $\Delta T$  massimo ammesso di  $10^{\circ}\text{C}$ .

*Esempio n°4.*

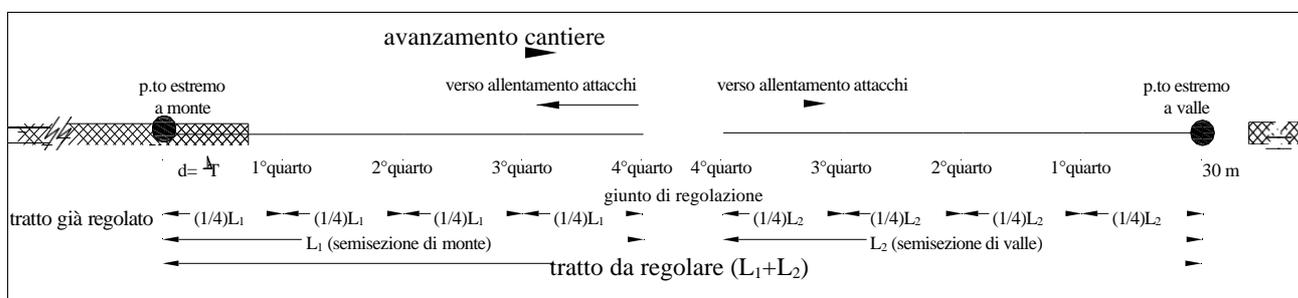
Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea AB di lunghezza 700 metri in curva di raggio  $R = 1000$  metri. Il  $\Delta T$  sia pari a  $23^{\circ}\text{C}$ . Applicando la tabella, si potrà eseguire la regolazione con semisezioni di lunghezza massima  $L = 324$  m: poiché, utilizzando due sole semisezioni, si possono coprire solo 648 dei 700 metri, i restanti 52 metri vanno inclusi nella sezione da regolare nei giorni successivi.

Si descrivono, nel seguito, le operazioni, i controlli e le cautele da adottare durante la regolazione con morsetto tendirotaie di un tratto di binario, rappresentato nelle Figure 6:

- a) andranno regolate entrambe le fughe di rotaia contemporaneamente
- b) in corrispondenza dei punti estremi delle due semisezioni da regolare, contrassegnare la suola ed il gambo delle rotaie con segni a vernice. Per ciascuna semisezione individuare la traversa in corrispondenza dei quarti, contrassegnandola a vernice
- c) effettuare i tagli (giunti di regolazione) delle rotaie. La regolazione delle tensioni interne deve interessare tratti di binario a cavallo dei tagli effettuati. Tali tagli devono realizzare semisezioni  $L$  di binario continuo di lunghezza non inferiore a 108 m e non superiore ai limiti indicati nella Tab.7
- d) posizionare i termometri sul gambo delle rotaie. Qualora il tratto interessato dalla regolazione presenti zone a differenti temperature (ad es. zone d'ombra), occorrerà individuare più punti di misura per fare la media delle temperature rilevate a distanze regolari sul tratto stesso


**Figura 6.a (rif. punti a – d))**

- e) allo scopo di scaricare le tensioni interne delle rotaie, per ciascuna semisezione allentare progressivamente e contemporaneamente gli organi di attacco delle due fughe di rotaia, procedendo dalle testate, in corrispondenza dei tagli, verso i punti estremi, utilizzando, per le campate lunghe, almeno quattro attrezzature (due per direzione di cui una per ogni fila di rotaia). Anche nel caso di utilizzo di più attrezzature su una stessa fuga di rotaia, è obbligatorio partire dal giunto di regolazione. L'allentamento deve proseguire per la semisezione di valle oltre il punto estremo per la lunghezza di 30 m corrispondenti a  $30/0,6 = 50$  appoggi (con spartito di 0,6 metri). Invece l'allentamento nella semisezione di monte deve arrestarsi prima dei punti estremi ad una distanza "d" (in metri) da questi pari al  $\Delta T$  in °C da realizzare, corrispondente ad un numero di appoggi pari a tale distanza diviso lo spartito (ad esempio con un  $\Delta T = 21$  °C, l'allentamento deve arrestarsi 21 metri prima del punto estremo, corrispondenti a  $21/0,6 = 35$  appoggi con spartito di 0,6 metri)<sup>8</sup>


**Figura 6.b (rif. punto e))**

- f) liberate le due semisezioni dagli organi di attacco, serrare nuovamente gli organi di attacco appena allentati nella sola semisezione di valle, procedendo a ritroso verso il giunto di regolazione, sorpassando il punto estremo per una lunghezza "d" (in m), oltre tale punto, pari al  $\Delta T$  in °C da realizzare<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Qualora il binario a valle (tratto da regolare successivamente) sia parzialmente libero dagli organi di attacco, basterà, per la semisezione di valle, allentare completamente gli organi d'attacco per 30 m, oltre il relativo punto estremo.

<sup>9</sup> Qualora il binario a valle (tratto da regolare successivamente) sia parzialmente libero dagli organi di attacco, occorrerà, analogamente, serrare tutti gli organi d'attacco procedendo a ritroso verso il giunto di regolazione a partire da 60 m dal punto estremo e proseguire oltre tale punto fino ad una distanza (in metri) pari al  $\Delta T$  in °C da realizzare.

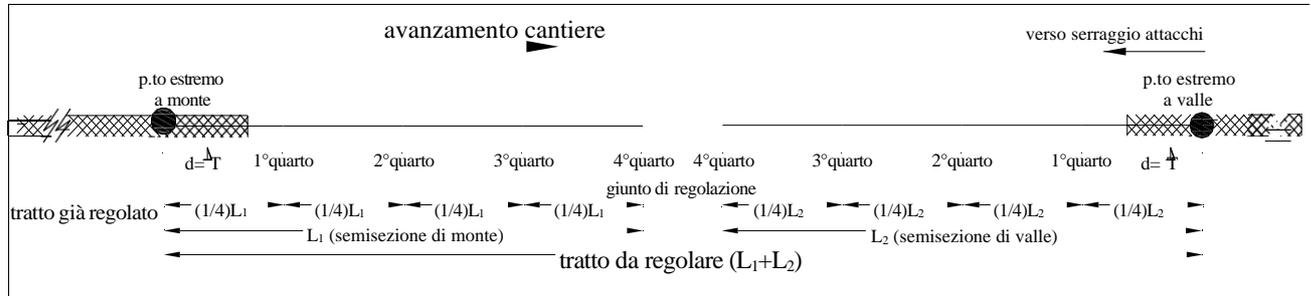


Figura 6.c (rif. punto f))

- g) sollevare, mediante paletti, le rotaie dagli appoggi a partire dai giunti di regolazione, agendo su una traversa ogni quindici circa; rimuovere le piastre sottorotaia (una ogni quindici traverse) ed introdurre fra suola ed appoggi un rullo di scorrimento in posizione perpendicolare all'asse longitudinale della rotaia. Per facilitare lo scorrimento, sulle curve di raggio  $R < 600$  metri si raccomanda l'utilizzo anche di rulli di scorrimento in posizione verticale, omologati da RFI, da posizionare in base alle indicazioni del fornitore<sup>10</sup>. In tal caso si potrà utilizzare la seguente Tab.7.bis invece della Tab.7:

regolazioni con il morsetto tendirotaie utilizzando i rulli in posizione verticale				
$\Delta T_{\max} [^{\circ}\text{C}]$ ammesso = $T_r - T$				
Raggio [m]	$L = 108$ m	$L \leq 216$ m	$L \leq 324$ m	$L \leq 432$ m
150-169	30	28	16	10
170-199	30	30	18	12
200-274	30	30	21	14
275-299	30	30	29	19
300-599	30	30	30	20
$\geq 600$	30	30	30	30

Tabella 7.bis<sup>[11]</sup>

- h) accertare che le rotaie siano effettivamente libere e che non vi siano ostacoli fra suola ed appoggi, o traverse fuori squadra, facilitando lo scorrimento delle rotaie sui rulli con paletti di ferro o con specifiche attrezzature omologate da RFI (è vietato usare mazze per scuotere le rotaie)
- i) ultimata la liberazione delle rotaie, rilevare la temperatura  $T$  delle rotaie, e calcolare l'allungamento relativo alla lunghezza della semisezione e ripartirlo, su ciascun quarto, proporzionalmente alla distanza di questo dal punto estremo. Si precisa che per il calcolo degli allungamenti si dovrà tener conto delle lunghezze delle due semisezioni, cioè delle distanze fra i due punti estremi e il giunto di regolazione, comprendendo perciò anche i tratti dove gli attacchi sono serrati. Contrassegnare sulla rotaia gli allungamenti calcolati, in corrispondenza dei quarti, rispetto ad un riferimento sulla traversa

<sup>10</sup> Il posizionamento dei rulli di scorrimento in posizione verticale deve garantire un coefficiente di attrito  $\leq 0,08$

<sup>11</sup> I.r.s. di lunghezza inferiore a 216 m ma superiori ai limiti di Tabella 1 andranno regolate con riscaldamento naturale delle rotaie.

- j) fra le testate da saldare dovrà rimanere una luce “ $l_t$ ” pari alla somma degli allungamenti da realizzare + quella richiesta per il tipo di saldatura da eseguire “ $l_s$ ” – (2÷3) mm (per tener conto del ritiro della saldatura durante il raffreddamento). La luce suddetta si dovrà realizzare, come previsto dalla [H], mediante taglio delle rotaie<sup>12</sup>
- k) si precisa che le operazioni relative al rilievo della temperatura T, al calcolo e contrassegno degli allungamenti ed alla realizzazione della luce, devono essere eseguite contestualmente

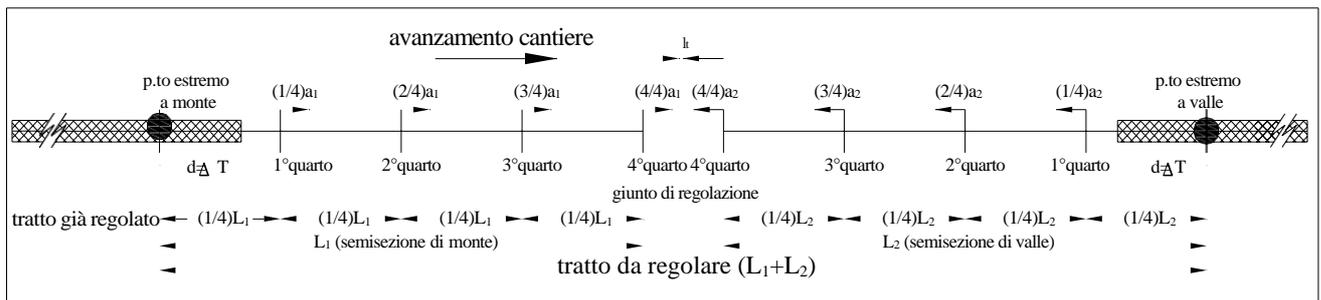


Figura 6.d (rif. punti g) – k))

- l) sistemare i morsetti tendirotaie, uno per ogni fila di rotaia, a cavallo dei giunti di regolazione; allo scopo di facilitare l'effettiva liberazione delle rotaie dagli appoggi, i morsetti devono essere messi in tiro e di nuovo allentati
- m) iniziare e proseguire il tiro finché i riferimenti del 4° quarto della semisezione a valle raggiungono i corrispondenti segni di controllo. Assicurarsi che anche i riferimenti dei restanti quarti della semisezione a valle abbiano raggiunto la posizione voluta, rimuovendo gli eventuali impedimenti al libero scorrimento. Quindi, rimuovere i rulli, ricollocare le piastre sottorotaia e serrare 60 metri della semisezione a valle a partire dal giunto di regolazione<sup>13</sup>
- n) riprendere il tiro finché anche i riferimenti del 4° quarto della semisezione a monte raggiungono i corrispondenti segni di controllo

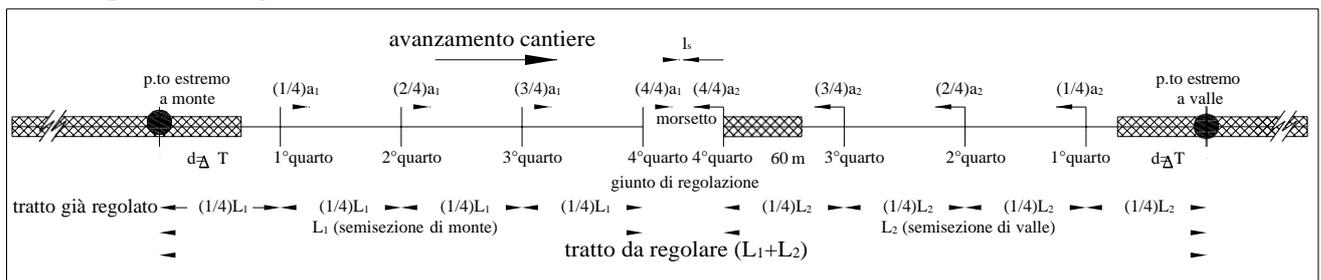


Figura 6.e (rif. punti l) – n))

<sup>12</sup> Qualora la temperatura di posa  $T_p$  sia superiore alla temperatura di regolazione  $T_r$ , la luce tra le testate delle rotaie, dopo le operazioni sopra descritte, risulterà maggiore della luce da realizzare, pertanto sarà necessario l'inserimento di uno spezzone di rotaia della lunghezza prevista dalla [H].

<sup>13</sup> Qualora i riferimenti del 4° quarto della semisezione a monte raggiungano i corrispondenti segni di controllo prima di quelli di valle, su detta semisezione di monte andranno rimossi i rulli e serrati gli attacchi su un tratto di 18 m (30 appoggi) a partire dal giunto di regolazione. Proseguire il tiro finché anche i riferimenti di tutti i quarti della semisezione di valle raggiungono i corrispondenti segni di controllo. Rimuovere i rulli, ricollocare le piastre sottorotaia e serrare 60 metri della semisezione a valle a partire dal giunto di regolazione. Con il morsetto in tiro, disserrare i 18 metri della semisezione di monte e proseguire dal punto o).

*Esempio di calcolo:*

$$L_{1min}, L_{2min} = 108 \text{ m} \quad L_{1max}, L_{2max} = \text{rif. Tab.7 o 7.bis}$$

$$\text{Calcolo allungamenti: } a_1 [m] = (T_r - T) \cdot L_1 \cdot \alpha; \quad a_2 [m] = (T_r - T) \cdot L_2 \cdot \alpha$$

*Per un morsetto avente corsa massima Z[mm] il limite di  $(T_r - T)$  è:  $(T_r - T)_{lim} = Z / [(L_1 + L_2) \cdot \alpha]$*

*Per un morsetto avente sforzo max omologato  $F_{max}$  [kN] il limite  $(T_r - T)$  è:*

$$\text{per rotaie 60E1: } (T_r - T)_{lim} = F_{max}/19,4 \quad \text{per rotaie 50E5: } (T_r - T)_{lim} = F_{max}/16,0$$

*Ad esempio si supponga:  $T_r = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $L_1 = 400 \text{ m}$ ;  $L_2 = 300 \text{ m}$ . Tratto in rettifilo*

*Gli allungamenti valgono:*

$$a_1 = (32 - 20) \cdot 400 \cdot 0,000012 = 0,0576 \text{ m} = 57,6 \text{ mm} \text{ (1}^\circ \text{ quarto: 14,4 mm; 2}^\circ \text{ quarto: 28,8 mm; 3}^\circ \text{ quarto: 43,2 mm; 4}^\circ \text{ quarto: 57,6 mm);}$$

$$a_2 = (32 - 20) \cdot 300 \cdot 0,000012 = 0,0432 \text{ m} = 43,2 \text{ mm} \text{ (1}^\circ \text{ quarto: 10,8 mm; 2}^\circ \text{ quarto: 21,6 mm; 3}^\circ \text{ quarto: 32,4 mm; 4}^\circ \text{ quarto: 43,2 mm);}$$

*fra le testate da saldare dovrà rimanere una luce "l<sub>s</sub>" pari a  $(57,6 + 43,2) \text{ mm}$  + quella richiesta per il tipo di saldatura da eseguire "l<sub>s</sub>" -  $(2 \div 3) \text{ mm}$ .*

- o) sempre con il morsetto in tiro, liberare gli organi di attacco della semisezione di monte lasciati serrati retrocedendo oltre il punto estremo (nel tratto precedentemente regolato) per una lunghezza pari a 30 m. Tale operazione comporterà un avanzamento del riferimento del 4° quarto sulla rotaia e pertanto il morsetto andrà allentato in modo da re-allineare tale segno con il corrispondente segno di controllo sulla traversa. Assicurarsi che anche i riferimenti dei restanti quarti abbiano raggiunto la posizione voluta, rimuovendo gli eventuali impedimenti al libero scorrimento

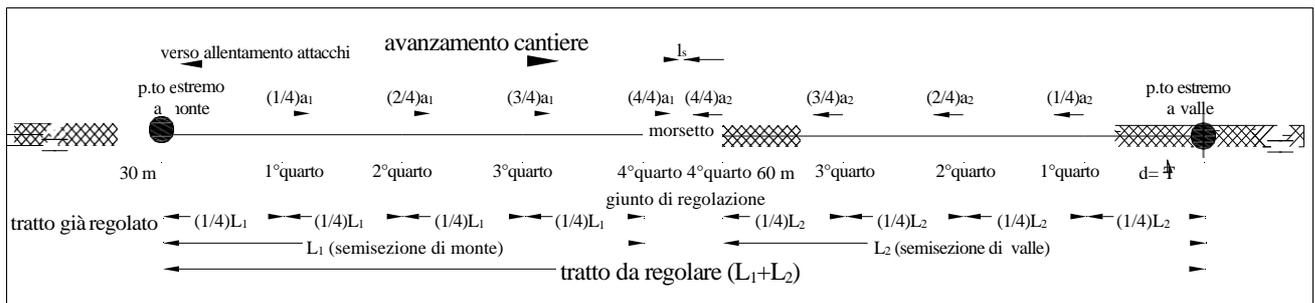


Figura 6.f (rif. punto o))

- p) controllare il corretto allineamento dei quarti di entrambe le semisezioni, per la posizione dei quali è ammessa una tolleranza di  $\pm 1 \text{ mm}$ . Qualora non rientrino nelle tolleranze previste andranno rimossi gli impedimenti allo scorrimento. Controllare che la luce di saldatura rientri nelle tolleranze previste dalla [H]: non è ammesso effettuare ulteriori tagli di rotaia per realizzare la luce di saldatura
- q) togliere celermente i rulli di scorrimento dalle giunzioni verso i punti estremi, ricollocare in opera le piastre sottorotaia rimosse e serrare tutti gli organi di attacco. Tale serraggio va iniziato da due punti a cavallo delle giunzioni medesime e posti a 12 metri (20 appoggi) da queste, lasciando libere le rotaie in corrispondenza dei 24 metri (40 appoggi) a cavallo delle giunzioni stesse. Si ricorda che nella semisezione a valle dovranno essere liberati i primi 12 metri (20 appoggi) dei 60 metri a partire dal giunto di regolazione

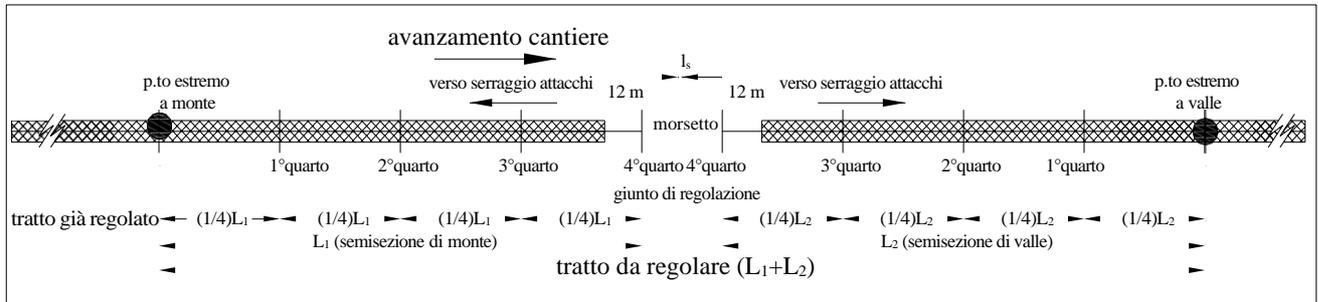


Figura 6.g (rif. punti p) - q))

- r) non appena iniziate le operazioni di cui al precedente punto, eseguire, con i morsetti in presa, le due saldature alluminotermiche
- s) accompagnare il ritiro di ciascuna saldatura, durante il raffreddamento delle stesse, con serraggio del morsetto nel senso atto a comprimere la saldatura stessa. Il suddetto serraggio, da effettuare in più riprese (3 al minuto) subito dopo la tranciatura del ringrosso delle saldature, dovrà durare circa 15', dopo di che il morsetto potrà essere rimosso
- t) dopo la saldatura serrare gli organi di attacco dei 40 appoggi a cavallo delle giunzioni.

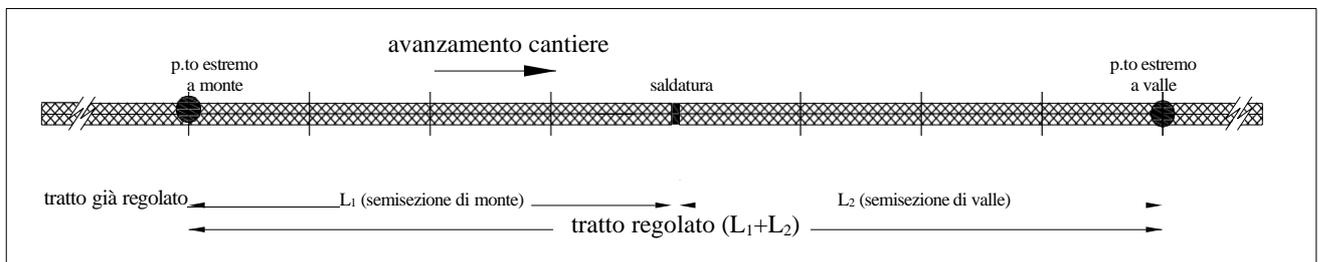


Figura 6.h (rif. punti r) - t))

Ripetere le operazioni sopra descritte per i successivi tratti da regolare. La regolazione dei tratti di estremità andrà effettuata secondo quanto riportato al successivo p.to II.3.8.

### II.3.6.2 Sistema con riscaldamento naturale delle rotaie

Trattasi del sistema di regolazione mediante riscaldamento solare delle rotaie, con il quale le rotaie stesse si dilatano naturalmente, dopo essere state liberate dagli organi di attacco e poste sugli appositi rulli di scorrimento e, quindi, in condizioni di tensioni interne nulle. Tale sistema potrà essere utilizzato solo quando la temperatura della rotaia  $T$ , attesa all'atto della saldatura, è compresa nell'intervallo tra  $T_r - 2$  °C e  $T_r + 2$  °C.

Si stabilisce che le semisezioni da regolare abbiano la lunghezza  $L$  massima indicata nella seguente Tab. 8.

regolazioni con riscaldamento naturale	
curva di qualsiasi raggio con sopraelevazione > 20 mm	$L \leq 275$ m
retta e curva di qualsiasi raggio con sopraelevazione $\leq 20$ mm	$L \leq 400$ m

Tabella 8

Pertanto, nel sistema con riscaldamento naturale, la lunghezza massima ammessa della semisezione  $L$  è pari a 400 metri.

Le regolazioni vanno eseguite utilizzando le semisezioni di lunghezza massima, salvo la presenza di casi particolari che ne limitino la lunghezza (rif. Parte III). Ciò al fine di minimizzare il numero di saldature di regolazione. Si dovranno utilizzare preferibilmente semisezioni uguali, salvo la presenza di punti singolari che rendano opportuno l'utilizzo di due semisezioni di lunghezze differenti.

Si descrivono, nel seguito, le operazioni, i controlli e le cautele da adottare durante la regolazione di un tratto di binario, rappresentato nelle Figure 7:

- andranno regolate entrambe le fughe di rotaia contemporaneamente
- in corrispondenza dei punti estremi delle due semisezioni da regolare, contrassegnare la suola ed il gambo delle rotaie con segni a vernice
- effettuare i tagli (giunti di regolazione) delle rotaie. La regolazione delle tensioni interne deve interessare tratti di binario a cavallo dei tagli effettuati
- posizionare i termometri sul gambo delle rotaie. Qualora il tratto interessato dalla regolazione presenti zone a differenti temperature (ad es. zone d'ombra), occorrerà individuare più punti di misura per fare la media delle temperature rilevate a distanze regolari sul tratto stesso

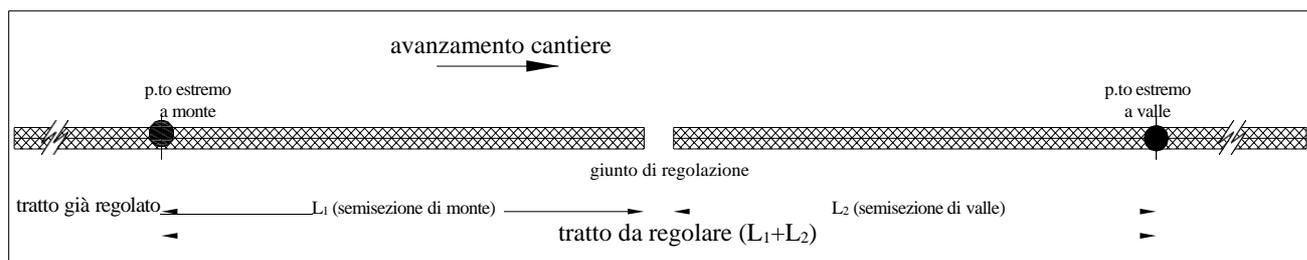


Figura 7.a (rif. punti a) – d))

- e) quando la temperatura della rotaia  $T$  è compresa nell'intervallo tra  $T_r - 15\text{ °C}$  e  $T_r + 5\text{ °C}$ , allo scopo di scaricare le tensioni interne delle rotaie, per ciascuna semisezione allentare progressivamente e contemporaneamente gli organi di attacco delle due fughe di rotaia, procedendo dalle testate, in corrispondenza dei tagli, verso i punti estremi, utilizzando, per le campate lunghe, almeno quattro attrezzature (due per direzione di cui una per ogni fila di rotaia). Anche nel caso di utilizzo di più attrezzature su una stessa fuga di rotaia, è obbligatorio partire dal giunto di regolazione. L'allentamento deve proseguire per la semisezione di valle oltre il punto estremo per la lunghezza di 30 m corrispondenti a  $30/0,6 = 50$  appoggi (con spartito di 0,6 metri). Invece l'allentamento nella semisezione di monte deve arrestarsi 30 metri prima dei punti estremi

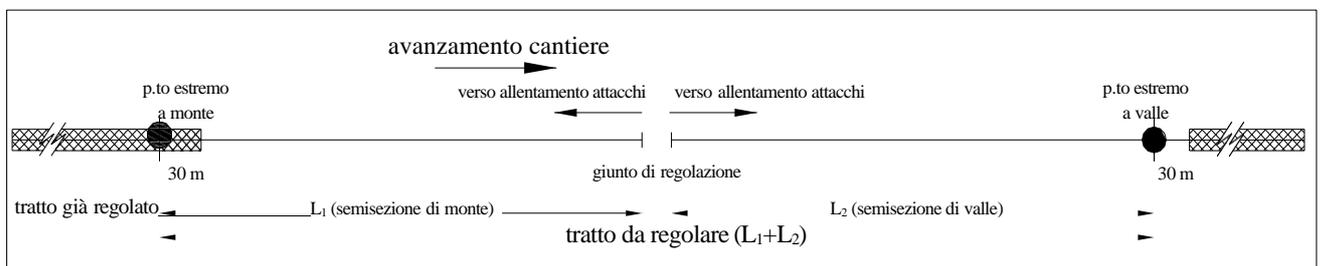


Figura 7.b (rif. punto e))

- f) sollevare, mediante paletti, le rotaie dagli appoggi a partire dai giunti di regolazione, agendo su una traversa ogni quindici circa; rimuovere le piastre sottorotaia (una ogni quindici traverse) ed introdurre fra suola ed appoggi un rullo di scorrimento in posizione perpendicolare all'asse longitudinale della rotaia
- g) accertare che le rotaie siano effettivamente libere e che non vi siano ostacoli fra suola ed appoggi, o traverse fuori squadra, facilitando lo scorrimento delle rotaie sui rulli con paletti di ferro o con specifiche attrezzature omologate da RFI (è vietato usare mazze per scuotere le rotaie)
- h) ultimata la liberazione delle rotaie, controllare che la temperatura  $T$  delle rotaie raggiunga il valore compreso nell'intervallo tra  $T_r - 2\text{ °C}$  e  $T_r + 2\text{ °C}$ . Raggiunto tale valore, liberare i 30 metri della sezione di monte rimasti serrati. Qualora, durante le operazioni di progressiva liberazione delle rotaie dagli appoggi, la dilatazione delle stesse venga ostacolata dalla chiusura delle luci dei giunti di regolazione, va asportato uno o più spessori di rotaia, come previsto dalla [H], in corrispondenza di una o di entrambe le testate da saldare

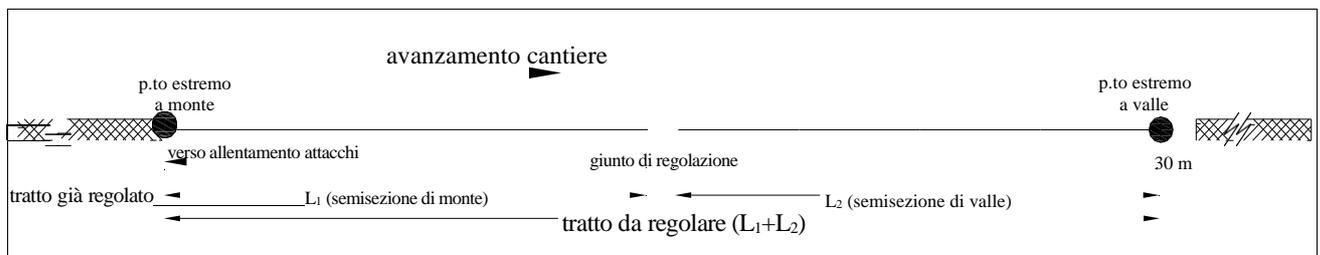


Figura 7.c (rif. punti f) – h))

- i) togliere celermente i rulli di scorrimento dalle giunzioni verso i punti estremi, ricollocare in opera le piastre sottorotaia rimosse e serrare tutti gli organi di attacco. Tale serraggio va iniziato da due punti a cavallo delle giunzioni medesime e posti a 12 metri (20 appoggi) da queste, lasciando libere le rotaie in corrispondenza dei 24 metri (40 appoggi) a cavallo delle giunzioni stesse. Detto

serraggio deve interessare, per ciascuna semisezione, in un primo tempo 24 metri (40 traverse), subito dopo i suddetti tratti iniziali non serrati e, successivamente, una traversa su tre fino ai punti estremi. Alla fine delle operazioni precedenti, fra le testate stesse dovrà comunque rimanere la luce richiesta per il tipo di saldatura da eseguire<sup>14</sup>

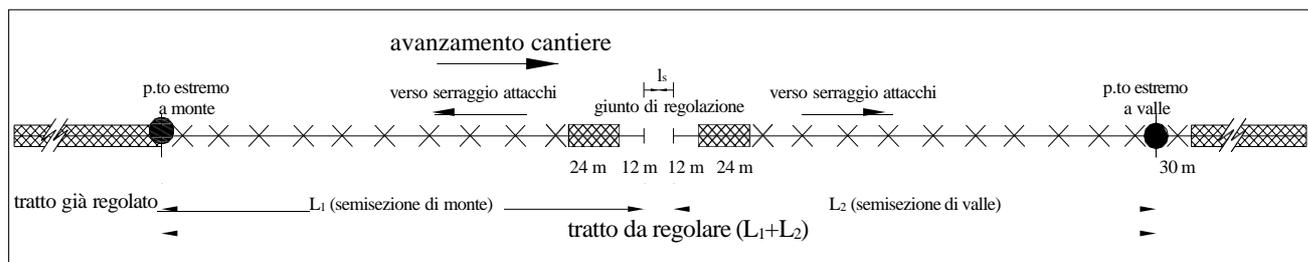


Figura 7.d (rif. punto i))

- j) eseguire le due saldature in corrispondenza dei giunti di regolazione e continuare, nel frattempo, il serraggio degli organi di attacco lasciati lenti in precedenza
- k) gli attacchi degli appoggi lasciati liberi a cavallo dei giunti andranno serrati solo dopo che sia trascorsa almeno mezz'ora dalla tranciatura del ringrosso delle saldature, e ciò per agevolare il ritiro delle saldature stesse in fase di raffreddamento.

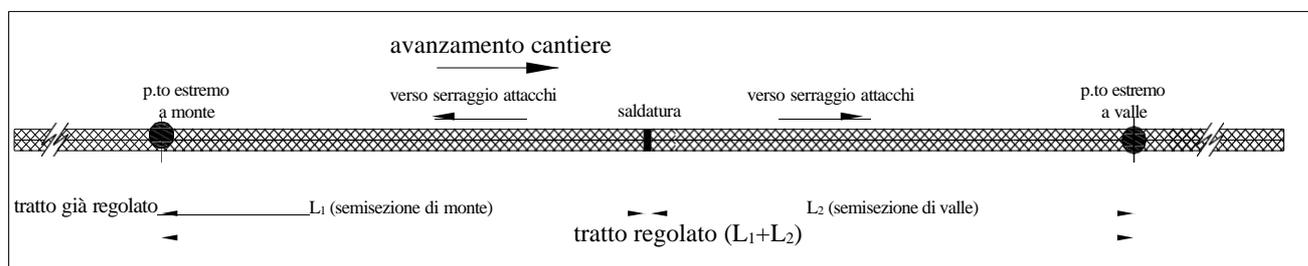


Figura 7.e (rif. punti j) – k))

Ripetere le operazioni sopra descritte per i successivi tratti da regolare. La regolazione dei tratti di estremità andrà effettuata secondo quanto riportato al successivo p.to II.3.8.

### II.3.6.3 Regolazione della l.r.s. utilizzando un'interruzione della circolazione di durata limitata

Nel caso in cui non sia possibile ottenere una interruzione della circolazione di durata tale da consentire l'esecuzione di tutte le operazioni di regolazione delle tensioni interne di cui ai punti II.3.6.1 e II.3.6.2, alcune operazioni potranno essere anticipate.

Nelle interruzioni precedenti quella occorrente per la regolazione della l.r.s., potranno essere eseguite solo le seguenti operazioni:

- individuazione delle posizioni dei giunti di regolazione, dei punti estremi e dei quarti (nel caso di regolazione con morsetto tendirotaie). Non è ammesso eseguire i tagli dei giunti di regolazione

<sup>14</sup> Qualora la temperatura di posa  $T_p$  sia superiore alla temperatura di regolazione  $T_r$ , la luce tra le testate delle rotaie, dopo le operazioni sopra descritte, risulterà maggiore della luce da realizzare, pertanto sarà necessario l'inserimento di uno spezzone di rotaia di lunghezza prevista dalla [H].

- allentamento degli organi di attacco una traversa sì e una traversa no nel tratto da regolare nelle semisezioni di valle e monte per estese congruenti a quanto riportato al punto e) dei paragrafi II.3.6.1 o II.3.6.2. Sulla tratta ove sono stati allentati gli organi di attacco andrà preventivamente disposta una riduzione di velocità come previsto dalla [R], fino al completamento delle attività di regolazione. L'allentamento degli organi di attacco dovrà essere programmato con il minimo anticipo rispetto alla restanti attività.

### **II.3.6.4 Norme particolari per la regolazione della l.r.s. mediante l'impiego del procedimento di saldatura elettrica a scintillio**

L'impiego della macchina saldatrice semovente, per la saldatura in opera delle rotaie con il procedimento elettrico a scintillio, potrà essere richiesto solo nel caso di binari fuori esercizio o di costruzione di nuove linee. La regolazione potrà essere eseguita con il morsetto tendirotaie o con riscaldamento naturale delle rotaie, come di seguito riportato.

Si precisa che non è ammesso utilizzare le seguenti procedure su un tratto già costituito in precedenza in binario continuo, onde evitare l'esecuzione di ulteriori tagli.

#### **II.3.6.4.1 Utilizzo del morsetto tendirotaie**

Il tratto di binario AB da regolare è rappresentato nelle Figure 8.

Nel punto B andrà posto il giunto di regolazione. Il punto C è l'estremità della rotaia di 108 m a valle del tratto AB. Si rammentano i limiti per l'uso del morsetto tendirotaie di cui al p.to II.3.6.1.

Per il tratto FB come di seguito definito e di lunghezza  $L_f$  valgono le medesime limitazioni di cui alle precedenti Tab. 7 o 7.bis (il tratto FB è assimilato ad una semisezione di lunghezza  $L$ ). Tale tratto dovrà, prima della regolazione, essere nell'ordine: saldato con la macchina saldatrice provvedendo all'eventuale bonifica delle testate delle rotaie, rinalzato, allineato, livellato e dovrà disporre della sagoma di massicciata prescritta (cioè essere binario continuo in assetto geometrico definitivo), nonché consolidato mediante l'impiego della stabilizzatrice dinamica della massicciata.

Si ammette, quindi, che, in assenza di circolazione commerciale, sia possibile regolare la l.r.s. anche in precedenza al consolidamento completo della massicciata dovuto al transito dei treni. Detto consolidamento sarà comunque da ottenere, prima dell'attivazione al traffico commerciale, con il transito di ulteriori 50.000 tonnellate-treno.

Si descrivono, nel seguito, le operazioni, i controlli e le cautele da adottare durante la regolazione.

- a) andranno regolate entrambe le fughe di rotaia contemporaneamente
- b) individuare il punto estremo fittizio F a monte del punto A, ad una distanza "d" (in metri) da questi pari a 1,5 volte il  $\Delta T$  in °C da realizzare. Al fine dell'individuazione dei quarti e del calcolo degli allungamenti, pertanto, andrà considerato il tratto FB di lunghezza  $L_f$ . Su tale tratto, in corrispondenza dei punti A, B ed F, contrassegnare la suola ed il gambo delle rotaie con segni a vernice ed individuare le traverse in corrispondenza dei quarti, contrassegnandole a vernice
- c) posizionare i termometri sul gambo delle rotaie del tratto FB. Qualora il tratto interessato dalla regolazione presenti zone a differenti temperature (ad es. zone d'ombra), occorrerà individuare più punti di misura per fare la media delle temperature rilevate a distanze regolari sul tratto stesso

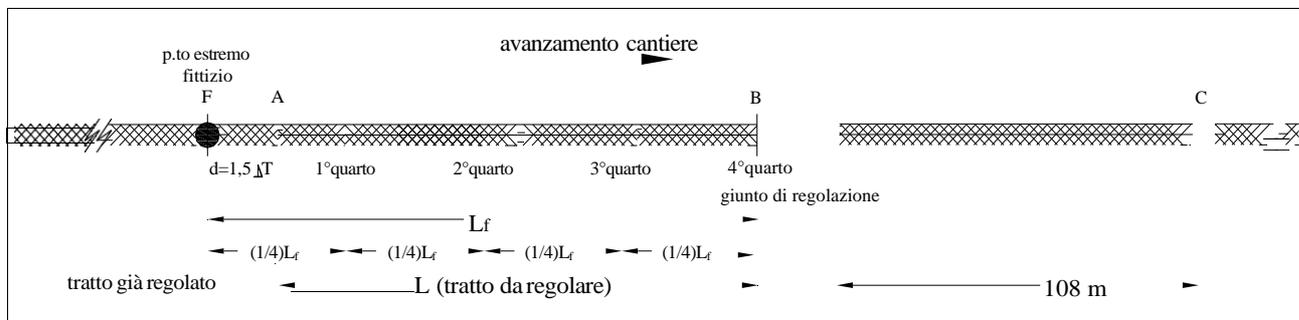


Figura 8.a (rif. punti a) – c))

- d) allo scopo di scaricare le tensioni interne delle rotaie, sul tratto FB allentare progressivamente e contemporaneamente gli organi di attacco delle due fughe di rotaia, procedendo da B verso F, utilizzando almeno due attrezzature (una per ogni fila di rotaia). Anche nel caso di utilizzo di più attrezzature su una stessa fuga di rotaia, è obbligatorio procedere da B verso F. L'allentamento nel tratto FB deve arrestarsi nel punto A. Assicurarsi che nel tratto BC siano serrati gli organi di attacco per almeno 90 metri a partire dal punto B

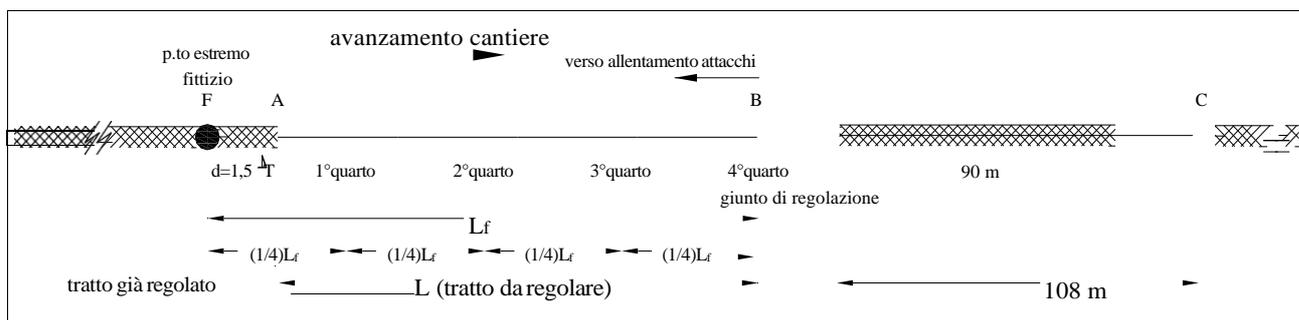


Figura 8.b (rif. punto d))

- e) sul tratto da regolare sollevare, mediante paletti, le rotaie dagli appoggi a partire dai giunti di regolazione, agendo su una traversa ogni quindici circa; rimuovere le piastre sottorotaia (una ogni quindici traverse) ed introdurre fra suola ed appoggi un rullo di scorrimento in posizione perpendicolare all'asse longitudinale della rotaia. Per facilitare lo scorrimento, sulle curve di raggio  $R < 600$  metri si raccomanda l'utilizzo anche di rulli di scorrimento in posizione verticale, omologati da RFI, da posizionare in base alle indicazioni del fornitore<sup>15</sup>. In tal caso si potrà utilizzare la Tab.7.bis invece della Tab.7
- f) accertare che le rotaie siano effettivamente libere e che non vi siano ostacoli fra suola ed appoggi, o traverse fuori squadra, facilitando lo scorrimento delle rotaie sui rulli con paletti di ferro o con specifiche attrezzature omologate da RFI (è vietato usare mazze per scuotere le rotaie)
- g) ultimata la liberazione delle rotaie, rilevare la temperatura  $T$  delle rotaie, calcolare l'allungamento relativo alla lunghezza  $L_f$  del tratto FB e ripartirlo, su ciascun quarto, proporzionalmente alla distanza di questo dal punto estremo fittizio F. Contrassegnare sulla rotaia gli allungamenti calcolati, in corrispondenza dei quarti, rispetto ad un riferimento sulla traversa

<sup>15</sup> Il posizionamento dei rulli di scorrimento in posizione verticale deve garantire un coefficiente di attrito  $\leq 0,08$

h) si precisa che le operazioni relative al rilievo della temperatura  $T$ , al calcolo e contrassegno degli allungamenti, devono essere eseguite contestualmente

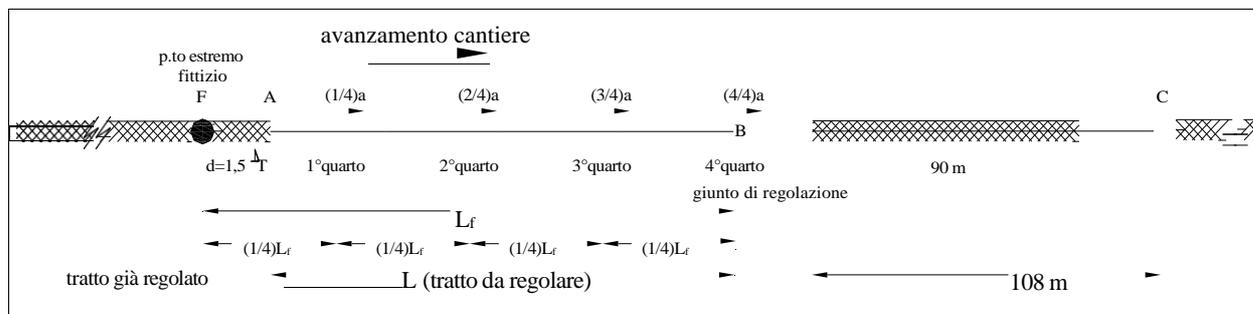


Figura 8.c (rif. punti e) – h))

i) sistemare i morsetti tendirotaie, uno per ogni fila di rotaia, a cavallo dei giunti di regolazione; allo scopo di facilitare l'effettiva liberazione delle rotaie dagli appoggi, è bene che i morsetti siano messi in tiro e di nuovo allentati

j) azionamento dei morsetti tendirotaie e tiro finché i riferimenti del 4° quarto del tratto FB raggiungono i corrispondenti segni di controllo

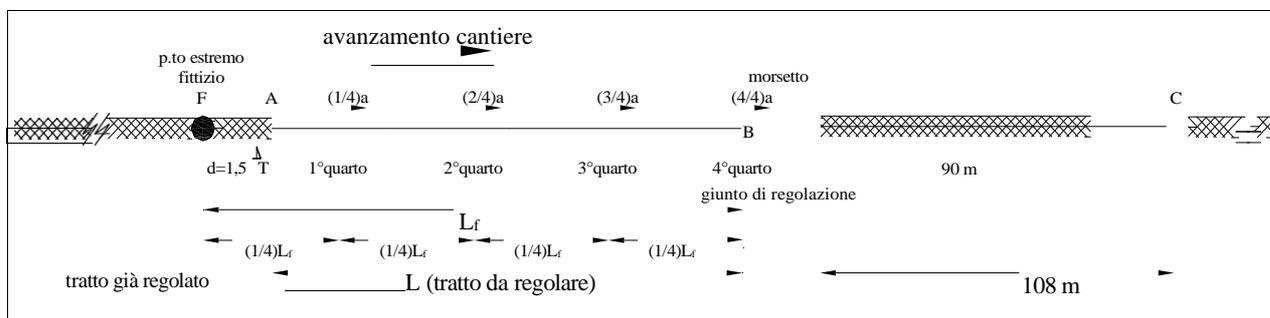


Figura 8.d (rif. punti i) - j))

*Esempio di calcolo:*

$$L_{min} = 108 \text{ m} \quad L_{max} = \text{rif. Tab.7 o 7.bis}$$

$$\text{Calcolo allungamento: } a [m] = (T_r - T) \cdot L_f \cdot \alpha;$$

$$\text{Per un morsetto avente corsa massima } Z[\text{mm}] \text{ il limite di } (T_r - T) \text{ è: } (T_r - T)_{lim} = Z / [(L_f) \cdot \alpha]$$

$$\text{Per un morsetto avente sforzo max omologato } F_{max} [\text{kN}] \text{ il limite } (T_r - T) \text{ è:}$$

$$\text{per rotaie 60E1: } (T_r - T)_{lim} = F_{max}/19,4 \quad \text{per rotaie 50E5: } (T_r - T)_{lim} = F_{max}/16,0$$

$$\text{Ad esempio si supponga: } T_r = 32 \text{ }^\circ\text{C; } T = 20 \text{ }^\circ\text{C; } L = 400 \text{ m; } L_f = 400 + 1,5 \cdot (32 - 20) = 418 \text{ m.}$$

*Tratto in rettifilo.*

*L'allungamento vale:*

$$a = (32 - 20) \cdot 418 \cdot 0,000012 = 0,0602 \text{ m} = 60,2 \text{ mm} \text{ (1}^\circ \text{ quarto: 15 mm; 2}^\circ \text{ quarto: 30,1 mm; 3}^\circ \text{ quarto: 45,1 mm; 4}^\circ \text{ quarto: 60,2 mm)}$$

k) sempre con il morsetto in tiro, liberare gli organi di attacco oltre il punto estremo fittizio F per una lunghezza pari a 45 m. Tale operazione comporterà un avanzamento del riferimento del 4° quarto sulla rotaia e pertanto il morsetto andrà allentato in modo da re-allineare tale segno con il corrispondente segno di controllo sulla traversa. Assicurarsi che anche i riferimenti dei restanti quarti e del punto estremo fittizio F abbiano raggiunto la posizione voluta, rimuovendo gli eventuali impedimenti al libero scorrimento

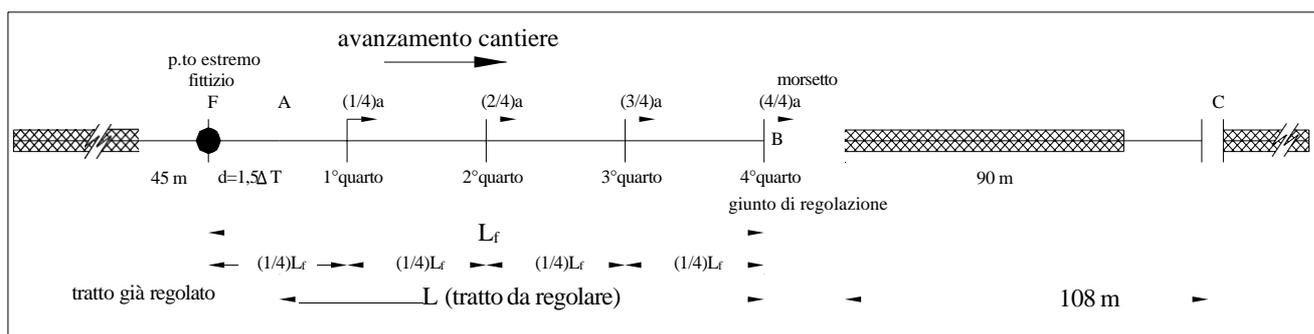


Figura 8.e (rif. punto k))

l) controllare il corretto allineamento dei quarti, per la posizione dei quali è ammessa una tolleranza di  $\pm 1$  mm. Qualora gli allineamenti dei quarti non rientrino nelle tolleranze previste andranno rimossi gli impedimenti allo scorrimento

m) togliere celermente i rulli di scorrimento dalle giunzioni verso il punto estremo fittizio F, ricollocare in opera le piastre sottorotaia rimosse e serrare gli organi di attacco per un'estesa di almeno 90 metri a partire dal giunto di regolazione (il serraggio dei suddetti organi di attacco consente l'asportazione del morsetto, contrastando il ritiro della sezione regolata)

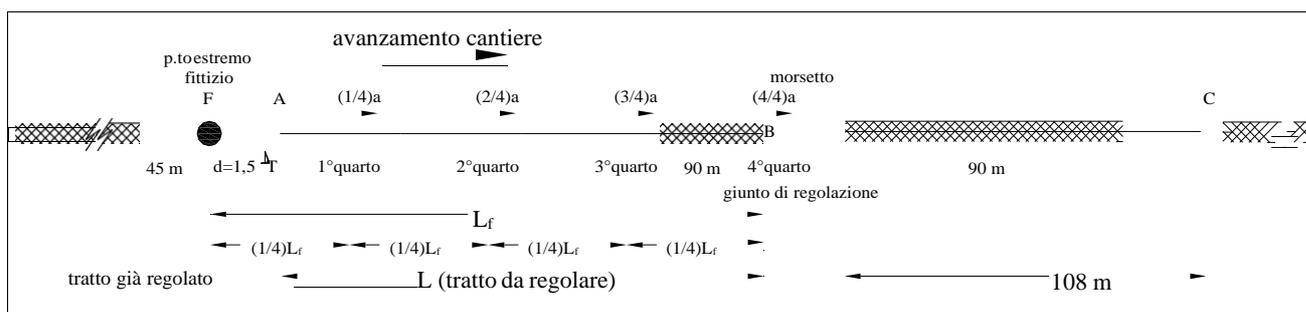


Figura 8.f (rif. punti l) – m))

n) smontare ed asportare il morsetto, serrare tutti gli organi d'attacco rimasti slacciati, spostare la macchina saldatrice in prossimità del giunto di regolazione sul tratto FB, allentare tutti gli organi di attacco (rif. p.to d) sul tratto BC ed eseguire le operazioni di saldatura del giunto che richiede lo scorrimento della rotaia in misura pari al consumo ( $40 \div 50$  mm) per scintillio e ricalco

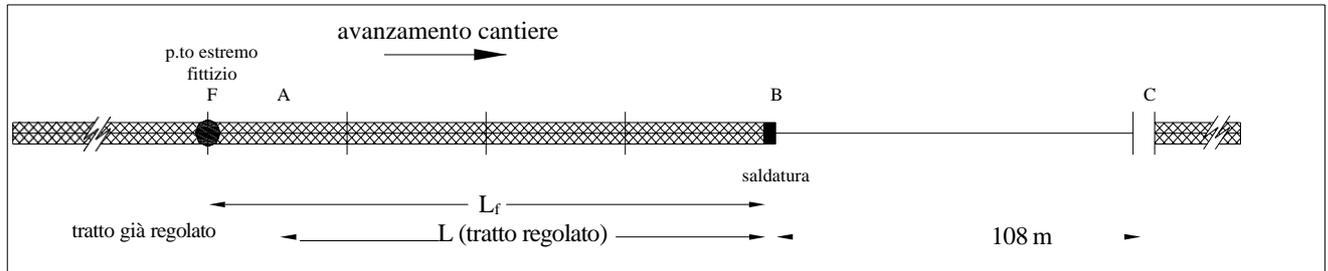


Figura 8.g (rif. punto n))

o) verificare, sul grafico rilasciato dalla macchina saldatrice semovente, che sia stato realizzato il ricalco delle rotaie previsto dalla procedura di omologazione della macchina; successivamente serrare gli organi d'attacco sul tratto BC

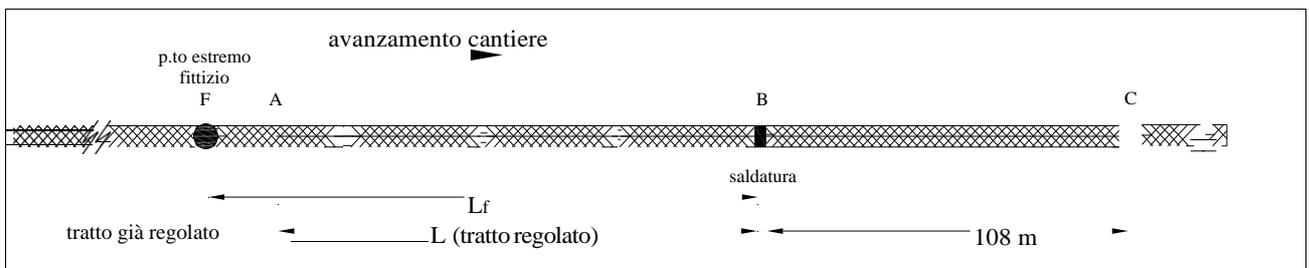


Figura 8.h (rif. punto o))

Ripetere le operazioni sopra descritte per i successivi tratti da regolare. La regolazione dei tratti di estremità andrà effettuata secondo quanto riportato al successivo p.to II.3.8 che prevede la saldatura di regolazione con il procedimento alluminotermico.

#### II.3.6.4.2 Riscaldamento naturale delle rotaie

Tale sistema potrà essere utilizzato solo quando la temperatura della rotaia  $T$ , attesa all'atto della saldatura, è compresa nell'intervallo tra  $T_r - 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_r + 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Il tratto di binario AB da regolare è rappresentato nelle Figure 9.

Nel punto B andrà posto il giunto di regolazione. Il punto C è l'estremità della rotaia di 108 m a valle del tratto AB.

Si stabilisce che il tratto AB da regolare abbia lunghezza  $L$  massima indicata nella Tab. 8. Pertanto la lunghezza massima ammessa è pari a 400 metri.

Le regolazioni vanno eseguite utilizzando le semisezioni di lunghezza massima, salvo la presenza di casi particolari che ne limitino la lunghezza. Ciò al fine di minimizzare il numero di giunti di regolazione.

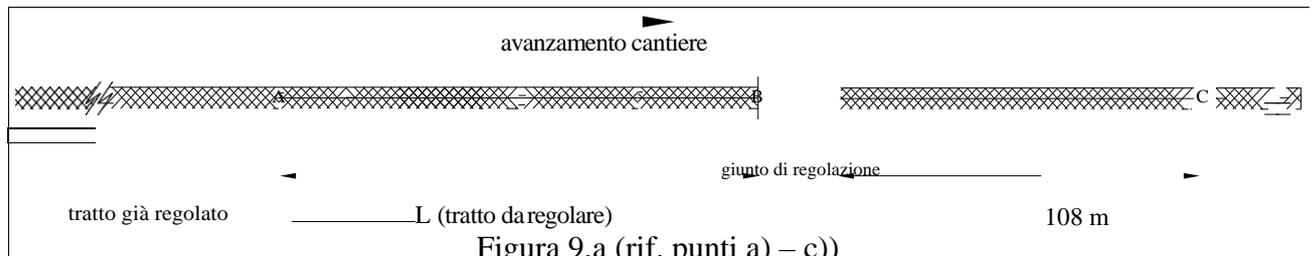
Il tratto AB dovrà, prima della regolazione, essere nell'ordine: saldato con la macchina saldatrice provvedendo all'eventuale bonifica delle testate delle rotaie, ricalzato, allineato, livellato e dovrà disporre della sagoma di massicciata prescritta (cioè essere binario continuo in assetto geometrico definitivo), nonché consolidato mediante l'impiego della stabilizzatrice dinamica della massicciata.

Si ammette, quindi, che, in assenza di circolazione commerciale, sia possibile regolare la l.r.s. anche in

precedenza al consolidamento completo della massicciata dovuto al transito dei treni. Detto consolidamento sarà comunque da ottenere, prima dell'attivazione al traffico commerciale, con il transito di ulteriori 50.000 tonnellate-treno.

Si descrivono, nel seguito, le operazioni, i controlli e le cautele da adottare durante la regolazione.

- a) andranno regolate entrambe le fughe di rotaia contemporaneamente
- b) in corrispondenza dei punti A e B contrassegnare la suola ed il gambo delle rotaie con segni a vernice
- c) posizionare i termometri sul gambo delle rotaie del tratto AB. Qualora il tratto interessato dalla regolazione presenti zone a differenti temperature (ad es. zone d'ombra), occorrerà individuare più punti di misura per fare la media delle temperature rilevate a distanze regolari sul tratto stesso



- d) quando la temperatura della rotaia  $T$  è compresa nell'intervallo tra  $T_r - 15^\circ\text{C}$  e  $T_r + 5^\circ\text{C}$ , allo scopo di scaricare le tensioni interne delle rotaie, sul tratto AB allentare progressivamente e contemporaneamente gli organi di attacco delle due fughe di rotaia, procedendo da B verso A, utilizzando almeno due attrezzature (una per ogni fila di rotaia). Anche nel caso di utilizzo di più attrezzature su una stessa fuga di rotaia, è obbligatorio procedere da B verso A. L'allentamento nel tratto AB deve arrestarsi 45 metri prima del punto A. Allentare anche gli organi di attacco del tratto BC



- e) sollevare, mediante paletti, le rotaie dagli appoggi a partire dai giunti di regolazione, agendo su una traversa ogni quindici circa; rimuovere le piastre sottorotaia (una ogni quindici traverse) ed introdurre fra suola ed appoggi un rullo di scorrimento in posizione perpendicolare all'asse longitudinale della rotaia. Per facilitare lo scorrimento, sulle curve di raggio  $R < 600$  metri si raccomanda l'utilizzo anche di rulli di scorrimento in posizione verticale, omologati da RFI, da posizionare in base alle indicazioni del fornitore<sup>16</sup>. In tal caso si potrà utilizzare la Tab.7.bis invece della Tab.7

<sup>16</sup> Il posizionamento dei rulli di scorrimento in posizione verticale deve garantire un coefficiente di attrito  $\leq 0,08$

- f) accertare che le rotaie siano effettivamente libere e che non vi siano ostacoli fra suola ed appoggi, o traverse fuori squadra, facilitando lo scorrimento delle rotaie sui rulli con paletti di ferro o con specifiche attrezzature omologate da RFI (è vietato usare mazze per scuotere le rotaie)
- g) ultimata la liberazione delle rotaie, controllare che la temperatura  $T$  delle rotaie raggiunga il valore compreso nell'intervallo tra  $T_r - 2 \text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_r + 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Raggiunto tale valore, liberare i 45 metri in prossimità del punto A rimasti serrati

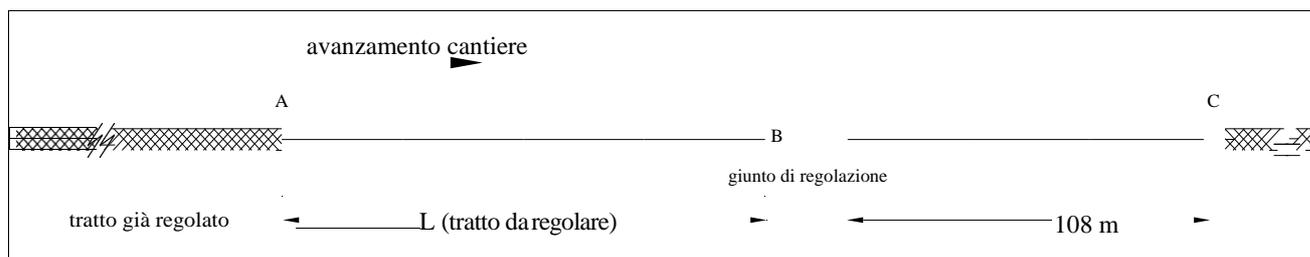


Figura 9.c (rif. punti e) - g))

- h) togliere celermente i rulli di scorrimento dalle giunzioni verso il punto A, ricollocare in opera le piastre sottorotaia rimosse e iniziare il serraggio degli organi di attacco a partire dal giunto di regolazione. Detto serraggio deve interessare, in un primo tempo 36 metri (60 traverse) e, successivamente, una traversa su tre fino al punto A

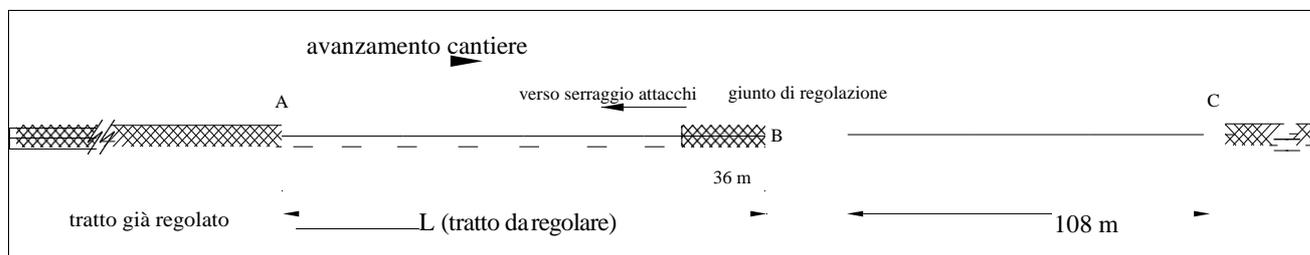


Figura 9.d (rif. punto h))

- i) spostare la macchina saldatrice in prossimità del giunto di regolazione sul tratto AB, serrare tutti gli organi d'attacco fino al punto A ed eseguire le operazioni di saldatura del giunto che richiede lo scorrimento della rotaia in misura pari al consumo ( $40 \div 50 \text{ mm}$ ) per scintillio e ricalco

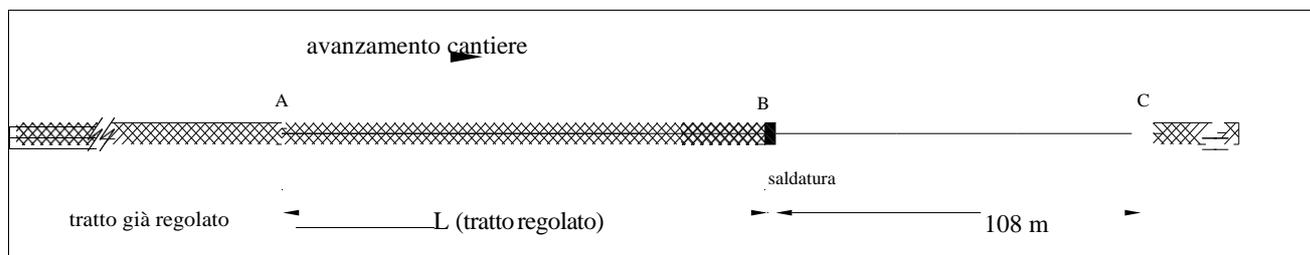


Figura 9.e (rif. punto i))

- j) verificare, sul grafico rilasciato dalla macchina saldatrice semovente, che sia stato realizzato il ricalco delle rotaie previsto dalla procedura di omologazione della macchina; successivamente serrare gli organi d'attacco sul tratto BC

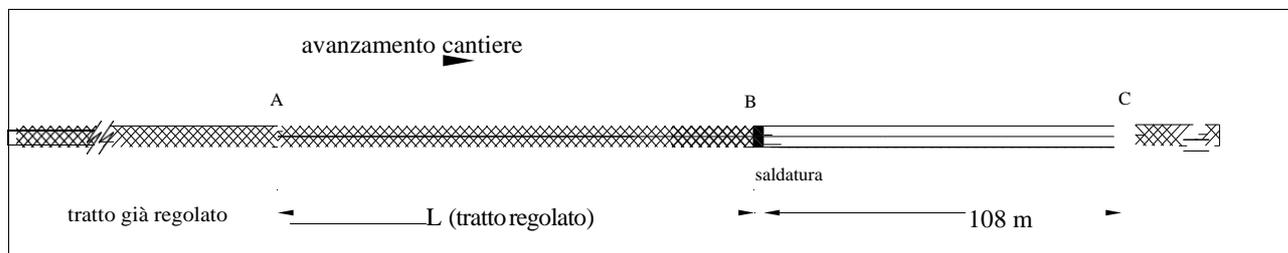


Figura 9.f (rif. punto j))

k) nei giorni seguenti, al fine di garantire la regolazione del tratto AB, non dovranno essere liberati gli attacchi a valle del punto B per una distanza pari a 90 metri, fino alla successiva regolazione.

Ripetere le operazioni sopra descritte per i successivi tratti da regolare. La regolazione dei tratti di estremità andrà effettuata secondo quanto riportato al successivo p.to II.3.8 che prevede la saldatura di regolazione con il procedimento alluminotermico.

### II.3.6.5 Sistemi alternativi per la regolazione delle tensioni interne delle rotaie

Sistemi alternativi al riscaldamento naturale e all'uso del morsetto tendirotaie per la regolazione delle tensioni interne dovranno essere preventivamente autorizzati dalle Strutture Centrali competenti.

### II.3.6.6 Sistemi di ausilio al controllo degli allungamenti

Sistemi di ausilio al controllo degli allungamenti, nel caso di regolazione mediante il morsetto tendirotaie, dovranno essere preventivamente autorizzati dalle Strutture Centrali competenti.

### II.3.7 Regolazione delle tensioni interne delle rotaie nei binari in galleria

Nelle gallerie di lunghezza maggiore o uguale a 150 m è ammessa la l.r.s. per l'intera estesa nel rispetto dei requisiti di cui al par. II.2.1 p.to b.2). Il binario non deve essere regolato, data l'assenza di significative escursioni termiche, ad eccezione delle particolarità di seguito descritte.

Quando il tratto esterno alla galleria è costituito in l.r.s. la regolazione va estesa nei binari in galleria per la lunghezza di 75 metri a partire dagli imbocchi. Il restante tratto all'interno della galleria non va regolato. Quando il binario esterno alla galleria è costituito con giunzioni il binario con giunzioni terminerà all'imbocco della galleria. La l.r.s. per tutta la lunghezza della galleria non va regolata.

Il caso di gallerie di lunghezza inferiore a 150 metri va assimilato a quello dei tratti allo scoperto, pertanto il binario va regolato per l'intera estesa. In tal caso per il calcolo della temperatura di regolazione, di cui al punto II.3.5, andrà considerata la sola temperatura dei tratti allo scoperto. Il rilievo della temperatura di rotaia all'atto della regolazione non andrà eseguito all'interno della galleria, tuttavia per il calcolo degli allungamenti andrà tenuta in conto anche la lunghezza delle galleriestesse.

Nei casi di gallerie consecutive intervallate da brevi tratti di binario allo scoperto la regolazione del binario va eseguita come appresso indicato.

Si riportano alcuni casi più ricorrenti:

- nel caso di tratti all'aperto di estesa inferiore a 50 metri ed intercalati tra due gallerie di lunghezza

maggiore o uguale a 150 metri non è necessaria la regolazione delle tensioni interne delle rotaie sia nel tratto all'aperto che in galleria

- nel caso di tratti all'aperto di estesa inferiore a 50 metri ed intercalati tra due gallerie di lunghezza inferiore a 150 metri la regolazione delle tensioni interne delle rotaie andrà effettuata sia nel tratto all'aperto che in galleria
- nel caso di tratti all'aperto di estesa maggiore o uguale a 50 metri ed intercalati tra due gallerie di lunghezza maggiore o uguale a 150 metri la regolazione delle tensioni interne delle rotaie andrà effettuata nel tratto all'aperto ed estesa nei binari in galleria per la lunghezza di 75 metri a partire dagli imbocchi
- nel caso di tratti all'aperto di estesa maggiore o uguale a 50 metri ed intercalati tra due gallerie di lunghezza inferiore a 150 metri la regolazione delle tensioni interne delle rotaie andrà effettuata sia nel tratto all'aperto che in galleria.

Situazioni differenti andranno trattate in analogia ai casi sopra esposti.

### **II.3.8 Regolazione della l.r.s in corrispondenza dell'estremità**

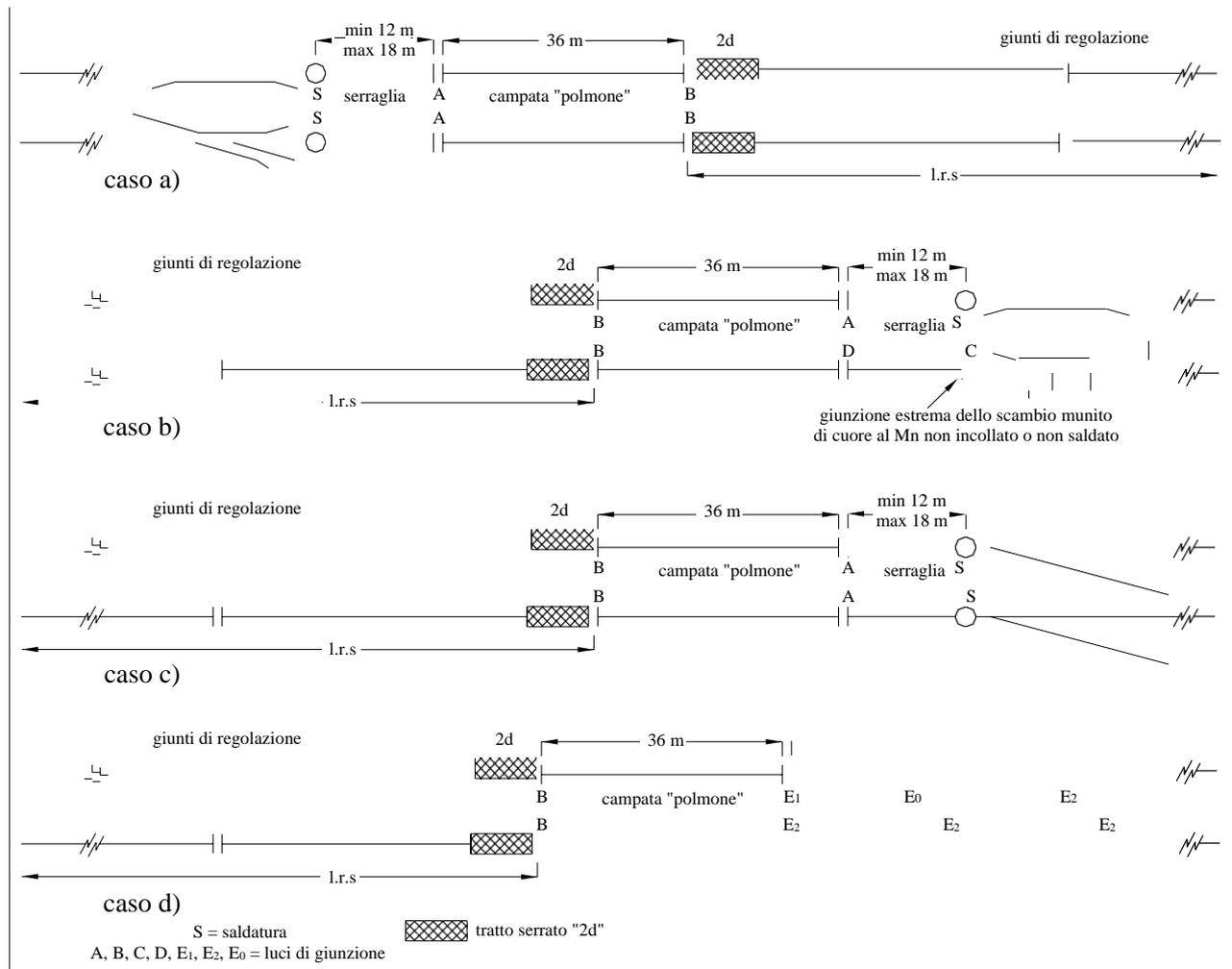
Oltre le estremità della l.r.s. il binario dovrà essere realizzato o con giunzioni, conformemente alla [C], o con le campate "polmone" previste al p.to II.2.4. Per la formazione delle luci di dilatazione delle giunzioni, così come per il loro controllo, si applicano le norme della [C] integrate da quanto segue.

Prima di procedere alla regolazione delle tensioni interne nella semisezione di estremità della l.r.s. occorre provvedere alla sistemazione delle luci del binario alla estremità della l.r.s. e delle restanti luci indicate in Fig.10.

Se il punto singolare non inserito in l.r.s. è uno scambio e l'estremità della l.r.s. interessa il tallone, si farà riferimento al caso a); si farà riferimento al caso b) solo per scambi muniti di cuori non saldati o non incollati.

Quando l'estremità della l.r.s. interessa la punta dello scambio si farà riferimento al caso c).

Quando l'estremità della l.r.s. interessa un binario con giunzioni si farà riferimento al caso d): andranno sistemate le luci delle prime tre campate dell'adiacente binario con giunzioni.


**Figura 10**

Per la sistemazione delle luci, le lunghezze di rotaia da considerare per il calcolo (secondo la [C]) di ciascuna luce di cui in Fig.10 sono riportate in Tab.9. Tali lunghezze non devono essere superiori a 50 metri.

Luce	Lunghezza
A	$L = \frac{1}{2}$ lunghezza campata polmone + $\frac{1}{2}$ lunghezza scambio + lunghezza serraglia
B	$L = \frac{1}{2}$ lunghezza campata polmone
C	$L = \frac{1}{2}$ lunghezza serraglia + $\frac{1}{2}$ lunghezza scambio
D	$L = \frac{1}{2}$ lunghezza campata polmone + $\frac{1}{2}$ lunghezza serraglia
E1, E2, E0	Vedasi Norma [C]

**Tabella 9**

Le luci di dilatazione come innanzi stabilite, in particolare la luce B, non tengono volutamente conto dei movimenti della l.r.s. dovuti alle escursioni termiche preferendosi tollerare sforzi di compressione residui piuttosto che eccessive aperture delle luci alle temperature minime.

Per la regolazione delle tensioni interne della semisezione di estremità della l.r.s. valgono le procedure già descritte per la regolazione della l.r.s.

**Impiego del morsetto)** Per l'impiego del morsetto di cui al punto II.3.6.1 valgono le seguenti accortezze:

- realizzato il giunto di regolazione, sulla semisezione di estremità della l.r.s., prima del tiro con il morsetto andranno liberati gli organi di attacco a partire dalla giunzione di regolazione fino al tratto fisso di lunghezza “2d” in metri pari a 2 volte il  $\Delta T$  da realizzare. Gli organi d'attacco di tale tratto fisso “2d” (vedi Fig.10) non dovranno mai essere allentati. La semisezione di estremità della l.r.s., pertanto, non va considerata né di monte né di valle
- la semisezione di l.r.s. da prendere in considerazione per il calcolo degli allungamenti da realizzare con il morsetto è quella compresa fra il giunto di regolazione e l'estremità della l.r.s.

**Riscaldamento naturale)** Per il sistema con riscaldamento naturale di cui al punto II.3.6.2 valgono le seguenti accortezze:

- realizzato il giunto di regolazione sulla semisezione di estremità della l.r.s. andranno liberati gli organi di attacco a partire dalla giunzione di regolazione fino al tratto fisso di lunghezza “2d” pari a 30 m (vedi Fig.10). Gli organi d'attacco di tale tratto fisso non dovranno mai essere allentati. La semisezione di estremità della l.r.s., pertanto, non va considerata né di monte né di valle.

### **II.3.9 Regolazione di un tratto di binario attestato ambo i lati ad un binario già regolato**

#### **Regolazione con il morsetto tendirotaie**

Si applicano tutti i punti della metodologia di cui al p.to II.3.6.1 ad eccezione dei seguenti punti che sono così modificati<sup>17</sup>:

- e) allo scopo di scaricare le tensioni interne delle rotaie, per ciascuna semisezione allentare progressivamente e contemporaneamente gli organi di attacco delle due fughe di rotaia, procedendo dalle testate, in corrispondenza dei tagli, verso i punti estremi, utilizzando, per le campate lunghe, almeno quattro attrezzature (due per direzione di cui una per ogni fila di rotaia). Anche nel caso di utilizzo di più attrezzature su una stessa fuga di rotaia, è obbligatorio partire dal giunto di regolazione. L'allentamento nelle due semisezioni deve arrestarsi prima dei punti estremi ad una distanza “d” (in metri) da questi pari al  $\Delta T$  in °C da realizzare, corrispondente ad un numero di appoggi pari a tale distanza diviso lo spartito (ad esempio con un  $\Delta T = 21$  °C, l'allentamento deve arrestarsi 21 metri prima del punto estremo, corrispondenti a  $21/0,6 = 35$  appoggi con spartito di 0,6 metri)
- f) non applicabile

<sup>17</sup> In questo caso la distinzione fra punto estremo di monte e di valle è puramente convenzionale.

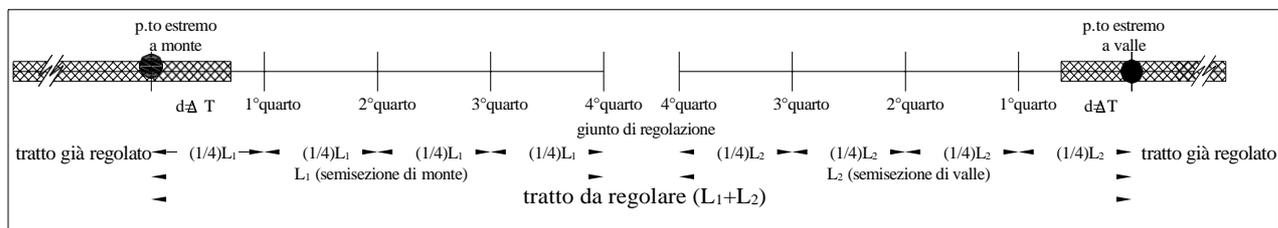


Figura 11 (rif. punto e))

- m) iniziare e proseguire il tiro finché i riferimenti del 4° quarto di una delle due semisezioni raggiungono i corrispondenti segni di controllo<sup>18</sup>. Su detta semisezione andranno rimossi i rulli e serrati gli attacchi su un tratto di 18 metri (30 appoggi) a partire dal giunto di regolazione
- n) riprendere il tiro finché anche i riferimenti del 4° quarto dell'altra semisezione raggiungono i corrispondenti segni di controllo. Con il morsetto in tiro, disserrare i 18 metri precedentemente serrati a partire dal giunto di regolazione
- o) sempre con il morsetto in tiro, liberare gli organi di attacco delle due semisezioni lasciati serrati retrocedendo oltre il punto estremo per una lunghezza pari a 30 m. Tale operazione, da effettuarsi in entrambe le semisezioni, comporterà un avanzamento dei riferimenti dei 4° quarti sulle rotaie e pertanto il morsetto andrà allentato in modo da re-allineare tali segni con i corrispondenti segni di controllo sulla traversa. Assicurarsi che anche i riferimenti dei restanti quarti delle due semisezioni abbiano raggiunto la posizione voluta, rimuovendo gli eventuali impedimenti al libero scorrimento
- q) togliere celermente i rulli di scorrimento dalle giunzioni verso i punti estremi, ricollocare in opera le piastre sottorotaia rimosse e serrare tutti gli organi di attacco. Tale serraggio va iniziato da due punti a cavallo delle giunzioni medesime e posti a 12 metri (20 appoggi) da queste, lasciando libere le rotaie in corrispondenza dei 24 metri (40 appoggi) a cavallo delle giunzioni stesse.

### Regolazione con riscaldamento naturale delle rotaie

Si applicano tutti i punti della metodologia di cui al p.to II.3.6.2 ad eccezione dei seguenti punti che sono così modificati<sup>19</sup>:

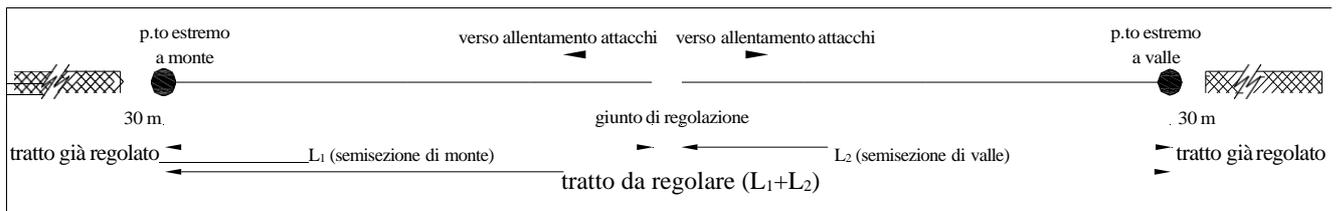
- e) quando la temperatura della rotaia T è compresa nell'intervallo tra  $T_r - 15 \text{ °C}$  e  $T_r + 5 \text{ °C}$ , allo scopo di scaricare le tensioni interne delle rotaie, per ciascuna semisezione allentare progressivamente e contemporaneamente gli organi di attacco delle due fughe di rotaia, procedendo dalle testate, in corrispondenza dei tagli, verso i punti estremi, utilizzando, per le campate lunghe, almeno quattro attrezzature (due per direzione di cui una per ogni fila di rotaia). Anche nel caso di utilizzo di più attrezzature su una stessa fuga di rotaia, è obbligatorio partire dal giunto di regolazione. L'allentamento nelle due semisezioni deve arrestarsi 30 metri prima dei punti estremi

<sup>18</sup> Qualora i riferimenti del 4° quarto di entrambe le semisezioni raggiungano contemporaneamente i corrispondenti segni di controllo, proseguire dal punto o).

<sup>19</sup> In questo caso la distinzione fra punto estremo di monte e di valle è puramente convenzionale.


**Figura 12.a (rif. punto e))**

h) ultimata la liberazione delle rotaie, controllare che la temperatura  $T$  delle rotaie raggiunga il valore compreso nell'intervallo tra  $T_r - 2\text{ }^\circ\text{C}$  e  $T_r + 2\text{ }^\circ\text{C}$ . Raggiunto tale valore, liberare gli organi di attacco delle due semisezioni lasciati serrati retrocedendo oltre il punto estremo per una lunghezza pari a 30 m. Qualora, durante le operazioni di progressiva liberazione delle rotaie dagli appoggi, la dilatazione delle stesse venga ostacolata dalla chiusura delle luci dei giunti di regolazione, va asportato uno o più spessori di rotaia, come previsto dalla [H], in corrispondenza di una o di entrambe le testate da saldare.


**Figura 12.b (rif. punti f) – h))**

### PARTE III – INSERIMENTO IN L.R.S. DEI PUNTI SINGOLARI

Di seguito si illustrano le modalità di inserimento in l.r.s. di punti singolari quali: apparecchi del binario (scambi, scambi-intersezione ed intersezioni), tratti di binario tra due apparecchi del binario ravvicinati, ponti metallici senza massicciata.

#### III.1 INSERIMENTO IN L.R.S. DEGLI SCAMBI, SCAMBI-INTERSEZIONE ED INTERSEZIONI

Gli apparecchi del binario devono rispettare i requisiti di cui al p.to II.2.1 e) con l'eccezione dei casi di cui al punto III.1.6.

Tutti i rami degli apparecchi del binario devono essere inseriti in l.r.s. con l'eccezione del caso di cui al p.to III.1.4 c) (vedi par. II.2.4).

Si rammentano i limiti e le precauzioni sulle temperature ed il consolidamento della massicciata di cui ai paragrafi II.3.1 e II.3.4.

##### III.1.1 Inserimento in l.r.s. degli apparecchi del binario di raggio minore o uguale a 400 metri

###### caso a) Rinnovo di un apparecchio del binario già inserito in l.r.s. o regolazione dell'ultima sezione di binario che si attesta ad un apparecchio del binario

Dopo aver varato l'apparecchio di binario, sistemare i livelli longitudinale e trasversale e ripristinare la sezione di massicciata regolamentare.

##### a.1) Regolazione con il morsetto tendirotaia (Fig.13)

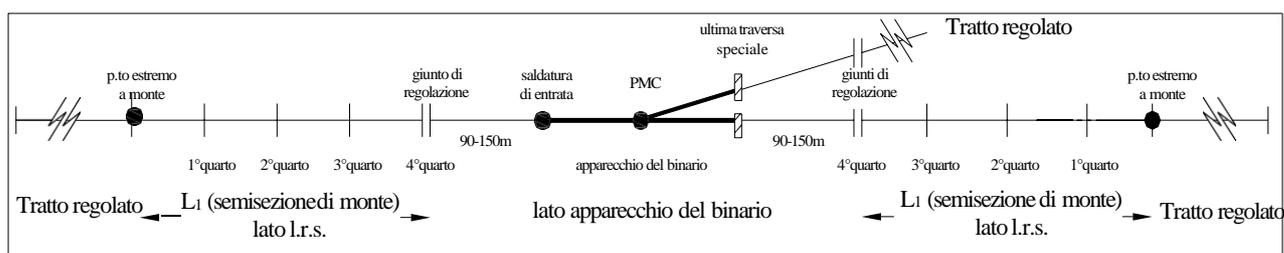


Figura 13

Il giunto di regolazione sia lato punta che lato tallone (di entrambi i rami) dovrà distare tra 90 e 150 metri rispettivamente dalla saldatura di estremità dell'apparecchio del binario e dall'ultima traversa speciale.

Su tutto l'apparecchio dovranno rimanere sempre serrati tutti gli organi di attacco dalla saldatura di estremità della punta fino alle ultime traverse speciali lato tallone di entrambi i rami.

Dal giunto di regolazione, lato l.r.s., andrà individuata una semisezione di lunghezza coerente con la Tab.7 o 7.bis. Nel caso di rinnovo del deviatoio la lunghezza di detta semisezione potrà essere di 108 m; se la regolazione riguarda l'ultima sezione di binario, la semisezione lato l.r.s. deve essere più lunga possibile allo scopo di ridurre i giunti di regolazione. La regolazione di tale semisezione andrà eseguita secondo quanto riportato al p.to II.3.6.1 con riferimento alla "semisezione di monte".

La regolazione della semisezione lato apparecchio andrà eseguita con riferimento alla “semisezione di valle” secondo quanto riportato al p.to II.3.6.1 ma con le seguenti particolarità.

Lato apparecchio del binario il punto estremo coincide con la PMC. Individuare la traversa, in prossimità del giunto di regolazione, in corrispondenza del 4° quarto, contrassegnandola a vernice. Non andranno individuati i riferimenti dei restanti quarti.

Quando si esegue la regolazione lato punta/lato tallone, dovranno essere allentati tutti gli attacchi a partire dal giunto di regolazione fino alla saldatura di estremità/ultima traversa speciale dell'apparecchio del binario.

Effettuare il taglio delle rotaie in corrispondenza del giunto e quindi calcolare gli allungamenti della semisezione lato apparecchio, considerando come lunghezza  $L$  la distanza che va dal giunto di regolazione alla punta matematica del cuore (PMC), cioè senza tener conto del fatto che gli attacchi sono rimasti serrati all'interno dell'apparecchio. Contrassegnare sulle rotaie l'allungamento calcolato, in corrispondenza del 4° quarto, rispetto ad un riferimento sulla traversa.

Tra le testate delle rotaie, in corrispondenza del giunto, dovrà rimanere una luce pari agli allungamenti da realizzare lato apparecchio + lato l.r.s. + la luce di saldatura -  $(2 \div 3)$  mm (per tener conto del ritiro della saldatura durante il raffreddamento).

Iniziare e proseguire il tiro finché il riferimento lato apparecchio raggiunga la posizione voluta. Quindi serrare gli organi di attacco per 60 metri della semisezione lato apparecchio a partire dal giunto di regolazione<sup>20</sup>.

Riprendere il tiro finché anche i riferimenti del 4° quarto della semisezione lato l.r.s. raggiungano i corrispondenti segni di controllo.

### a.2) Riscaldamento naturale delle rotaie (Fig.14)

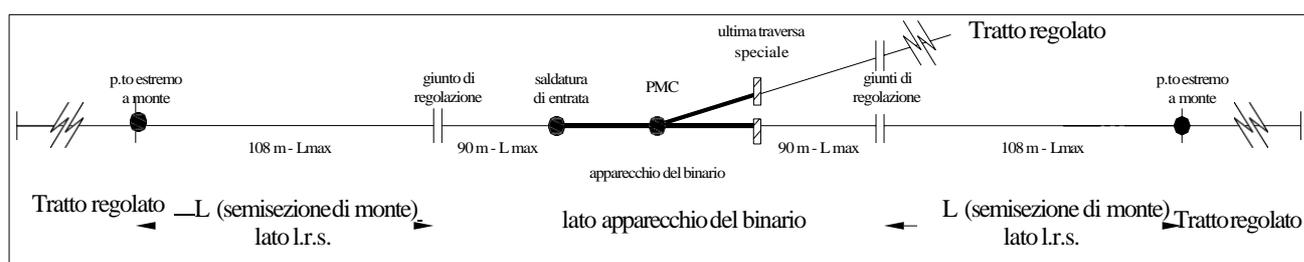


Figura 14

Il giunto di regolazione sia lato punta che lato tallone (di entrambi i rami) dovrà distare tra 90 metri e la lunghezza  $L$  massima di Tab.8<sup>21</sup> rispettivamente dalla saldatura di estremità dell'apparecchio del binario e dall'ultima traversa speciale.

<sup>20</sup> Qualora i riferimenti del 4° quarto della semisezione lato l.r.s. (lato monte) raggiungano i corrispondenti segni di controllo prima di quelli lato apparecchio, su detta semisezione di monte andranno rimossi i rulli e serrati gli attacchi su un tratto di 18 m (30 appoggi) a partire dal giunto di regolazione. Proseguire il tiro finché anche il riferimento lato apparecchio raggiunga la posizione voluta. Rimuovere i rulli, ricollocare le piastre sottorotaie e serrare 60 metri della semisezione lato apparecchio a partire dal giunto di regolazione. Con il morsetto in tiro, disserrare i 18 m della semisezione lato l.r.s. e proseguire secondo quanto riportato nel p.to II.3.6.1 a partire dal punto o).

<sup>21</sup> Nel caso di rinnovo del deviatoio la regolazione deve interessare un tratto del binario adiacente allo scambio di lunghezza pari a circa 200 m; se la regolazione riguarda l'ultima sezione di binario le due semisezioni devono avere lunghezza  $L$  coerente con Tab.8 più lunghe possibili allo scopo di ridurre i giunti di regolazione.

Su tutto l'apparecchio dovranno rimanere sempre serrati tutti gli organi di attacco dalla saldatura di estremità della punta fino alle ultime traverse speciali lato tallone di entrambi i rami.

Dal giunto di regolazione, lato l.r.s., andrà individuata una semisezione di lunghezza  $L$  compresa tra 108 m e la lunghezza  $L$  massima di Tab. 8. La regolazione di tale semisezione andrà eseguita secondo quanto riportato al p.to II.3.6.2 con riferimento alla "semisezione di monte". La regolazione della semisezione lato apparecchio andrà eseguita con riferimento alla "semisezione di valle" secondo quanto riportato al p.to II.3.6.2 ma con le seguenti particolarità.

Lato apparecchio del binario il punto estremo coincide con la PMC.

Per lo scarico delle tensioni interne, quando si esegue la regolazione lato punta/lato tallone, dovranno essere allentati tutti gli attacchi a partire dal giunto di regolazione fino alla saldatura di estremità/ultima traversa speciale dell'apparecchio del binario.

### caso b) Regolazione di un binario continuo a partire da un apparecchio del binario

#### b.1) Regolazione con il morsetto tendirotaia (Fig.15)

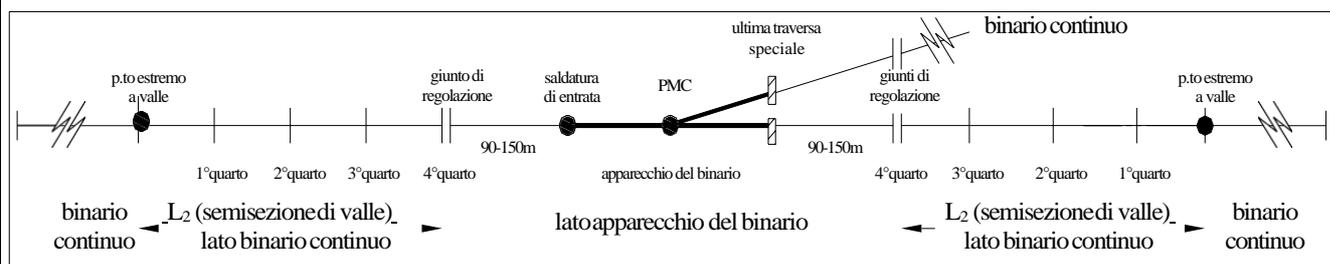


Figura 15

Il giunto di regolazione sia lato punta che lato tallone (di entrambi i rami) dovrà distare tra 90 e 150 metri rispettivamente dalla saldatura di estremità dell'apparecchio del binario e dall'ultima traversa speciale.

Su tutto l'apparecchio dovranno rimanere sempre serrati tutti gli organi di attacco dalla saldatura di estremità della punta fino alle ultime traverse speciali lato tallone di entrambi i rami.

Dal giunto di regolazione, lato binario continuo, andrà individuata una semisezione più lunga possibile coerente con la Tab.7 o 7.bis. La regolazione di tale semisezione andrà eseguita secondo quanto riportato al p.to II.3.6.1 con riferimento alla "semisezione di valle". Anche la regolazione della semisezione lato apparecchio andrà eseguita con riferimento alla "semisezione di valle" secondo quanto riportato al p.to II.3.6.1 ma con le seguenti particolarità.

Lato apparecchio del binario il punto estremo coincide con la PMC. Individuare la traversa, in prossimità del giunto di regolazione, in corrispondenza del 4° quarto, contrassegnandola a vernice. Non andranno individuati i riferimenti dei restanti quarti.

Quando si esegue la regolazione lato punta/lato tallone, dovranno essere allentati tutti gli attacchi a partire dal giunto di regolazione fino alla saldatura di estremità/ultima traversa speciale dell'apparecchio del binario.

Effettuare il taglio delle rotaie in corrispondenza del giunto e quindi calcolare gli allungamenti della semisezione lato apparecchio, considerando come lunghezza  $L$  la distanza che va dal giunto di

regolazione alla punta matematica del cuore (PMC), cioè senza tener conto del fatto che gli attacchi sono rimasti serrati all'interno dell'apparecchio. Contrassegnare sulle rotaie l'allungamento calcolato, in corrispondenza del 4° quarto, rispetto ad un riferimento sulla traversa.

Tra le testate delle rotaie, in corrispondenza del giunto, dovrà rimanere una luce pari agli allungamenti da realizzare lato apparecchio + lato binario continuo + la luce di saldatura - (2÷3) mm (per tener conto del ritiro della saldatura durante il raffreddamento).

Iniziare e proseguire il tiro finché il riferimento lato apparecchio raggiunga la posizione voluta. Quindi serrare gli organi di attacco per 60 metri della semisezione lato apparecchio a partire dal giunto di regolazione<sup>22</sup>.

Riprendere il tiro finché anche i riferimenti del 4° quarto della semisezione lato binario continuo raggiungano i corrispondenti segni di controllo.

### b.2) Riscaldamento naturale delle rotaie (Fig.16)

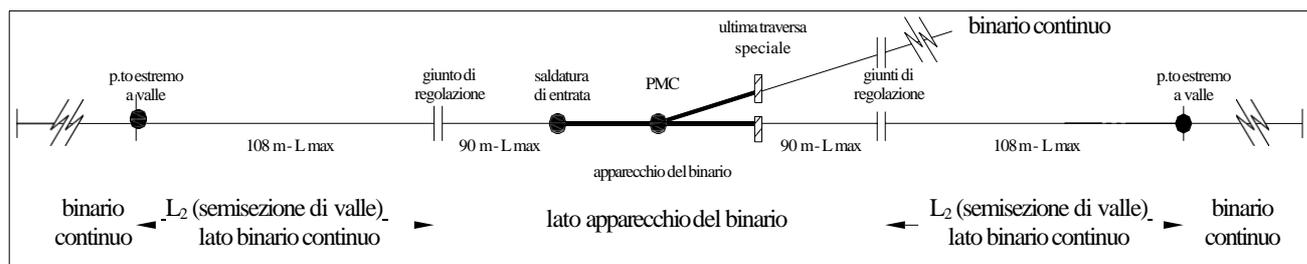


Figura 16

Il giunto di regolazione sia lato punta che lato tallone (di entrambi i rami) dovrà distare tra 90 metri e la lunghezza L massima di Tab.8<sup>23</sup> rispettivamente dalla saldatura di estremità dell'apparecchio del binario e dall'ultima traversa speciale.

Su tutto l'apparecchio dovranno rimanere sempre serrati tutti gli organi di attacco dalla saldatura di estremità della punta fino alle ultime traverse speciali lato tallone di entrambi i rami.

Dal giunto di regolazione, lato binario continuo, andrà individuata una semisezione di lunghezza L compresa tra 108 metri e la lunghezza L massima di Tab.8. La regolazione di tale semisezione andrà eseguita secondo quanto riportato al p.to II.3.6.2 con riferimento alla "semisezione di valle". Anche la regolazione della semisezione lato apparecchio andrà eseguita con riferimento alla "semisezione di valle" secondo quanto riportato al p.to II.3.6.2 ma con le seguenti particolarità.

Lato apparecchio del binario il punto estremo coincide con la PMC.

Per lo scarico delle tensioni interne, quando si esegue la regolazione lato punta/lato tallone, dovranno

<sup>22</sup> Qualora i riferimenti del 4° quarto della semisezione lato binario continuo raggiungano i corrispondenti segni di controllo prima di quelli lato apparecchio, assicurarsi che anche i riferimenti dei restanti quarti della semisezione lato binario continuo abbiano raggiunto la posizione voluta, rimuovendo gli eventuali impedimenti al libero scorrimento. Quindi, rimuovere i rulli, ricollocare le piastre sottorotaie e serrare gli attacchi su un tratto di 60 m (100 appoggi) della semisezione lato binario continuo a partire dal giunto di regolazione. Proseguire il tiro finché anche il riferimento lato apparecchio raggiunga la posizione voluta. Proseguire secondo quanto riportato nel p.to II.3.6.1 a partire dal punto q).

<sup>23</sup> Le semisezioni da regolare devono essere le più lunghe possibili allo scopo di ridurre i giunti di regolazione.

essere allentati tutti gli attacchi a partire dal giunto di regolazione fino alla saldatura di estremità/ultima traversa speciale dell'apparecchio del binario.

### caso c) Sostituzione di un apparecchio del binario non inserito in l.r.s. con uno inseribile in l.r.s.

Dopo aver varato l'apparecchio di binario, regolarizzare lo spartito delle traverse, sostituire le traverse doppie delle giunzioni e quelle di contogiunto, bonificare le testate delle rotaie o sostituire le rotaie stesse, sistemare i livelli longitudinale e trasversale del tratto di binario da regolare (serraglie e campate polmone) nonché dell'apparecchio, ripristinare la sezione di massicciata regolamentare.

Proseguire secondo quanto riportato nei casi a.1) e a.2) del presente paragrafo a seconda di regolazione con morsetto tendirotaia o con riscaldamento naturale.

### III.1.2 Regolazione dei tratti di binario (serraglie) tra due apparecchi di binario, di raggio minore o uguale 400 metri, ravvicinati inseriti in l.r.s.

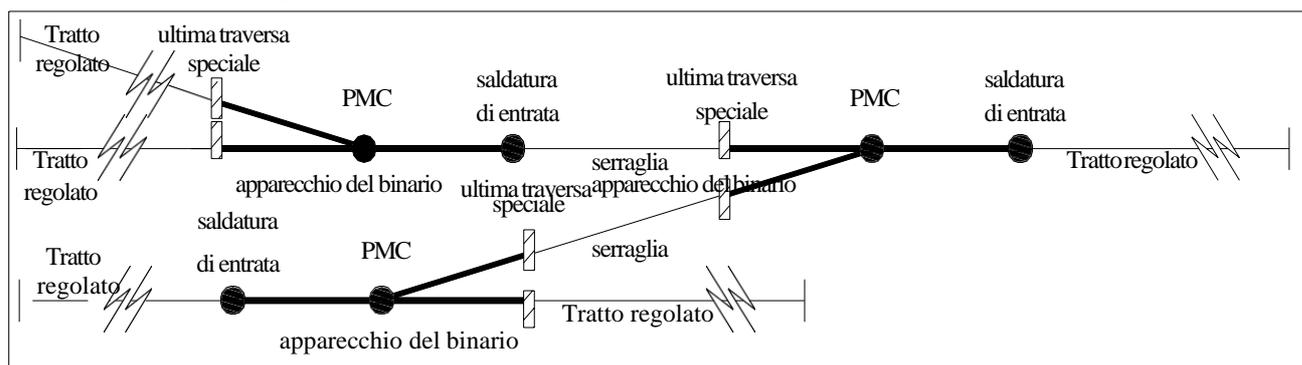


Figura 17

#### caso a) Serraglie di lunghezza $L \leq 6$ metri

Le serraglie di lunghezza  $L \leq 6$  m non vanno regolate. Dette serraglie devono essere costituite in l.r.s. assicurandosi che la loro  $T_p$  sia compresa tra  $T_r - 15$  °C e  $T_r + 15$  °C (con  $T_r$  temperatura di regolazione degli apparecchi di binario).

#### caso b) Serraglie di lunghezza $6 < L < 180$ metri

Le serraglie di lunghezza  $6 < L < 180$  metri vanno regolate a temperatura naturale come descritto al p.to II.3.6.2. I punti estremi di monte e valle coincidono con le PMC degli apparecchi.

In tali casi la regolazione di entrambe le semisezioni andrà eseguita con riferimento alla “semisezione di valle” secondo quanto riportato al p.to II.3.6.2 con le seguenti particolarità.

Per lo scarico delle tensioni interne, quando si esegue la regolazione di entrambe le semisezioni, dovranno essere allentati tutti gli attacchi a partire dal giunto di regolazione fino alla saldatura di estremità/ultima traversa speciale degli apparecchi di binario.

#### caso c) Tratti di binario (serraglie) di lunghezza $180 \leq L \leq 300$ metri

Le serraglie di lunghezza  $180 \leq L \leq 300$  metri vanno regolate secondo quanto riportato al p.to III.1.1 caso a).

Si eseguirà il giunto di regolazione preferibilmente al centro della serraglia, individuando due semisezioni di uguale lunghezza. La serraglia andrà regolata secondo quanto riportato al p.to III.1.1 caso a) (con morsetto o temperatura naturale) con la particolarità che entrambe le semisezioni andranno regolate con riferimento alla “semisezione di valle”.

#### **caso d) Tratti di binario (serraglie) di lunghezza $L > 300$ metri**

Le serraglie di lunghezza  $L > 300$  metri vanno regolate secondo quanto riportato al p.to III.1.1 casi a) e b) con le seguenti particolarità.

##### **d.1) Regolazione con il morsetto tendirotaia**

In questi casi, data la lunghezza della serraglia, non è possibile eseguire la regolazione con un solo giunto di regolazione e controllare le dilatazioni utilizzando il solo 4° quarto.

La regolazione si eseguirà individuando almeno due giunti di regolazione a 90/150 m da ciascuno dei due scambi. A seconda della lunghezza del tratto centrale tra i due giunti si dovranno individuare una o più semisezioni di lunghezza coerente con la Tab.7 o 7.bis.

Se si individua una sola semisezione nel tratto centrale (vedi Fig.18), la regolazione in corrispondenza del primo giunto andrà eseguita utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto b.1) e proseguirà sul secondo giunto di regolazione utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto a.1). Si noti che il taglio del secondo giunto di regolazione dovrà essere realizzato dopo la regolazione del primo giunto e che la semisezione centrale verrà regolata due volte.

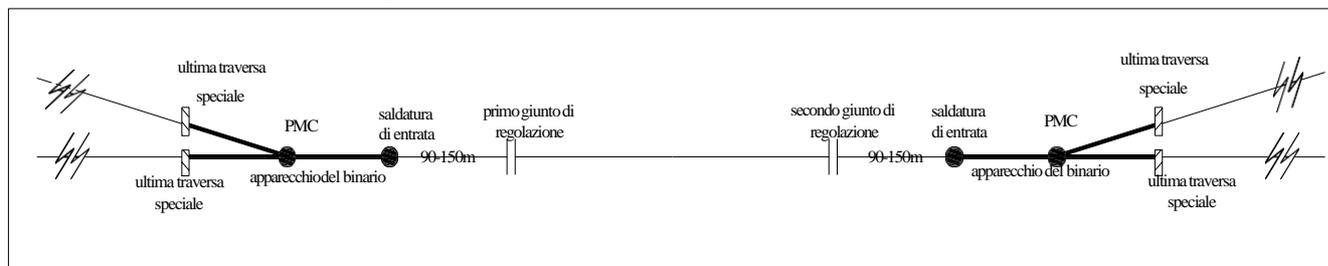


Figura 18

Se si individuano due semisezioni nel tratto centrale, la regolazione in corrispondenza del primo giunto andrà eseguita utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto b.1) e proseguirà sul secondo giunto di regolazione utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto a.1). Si noti che così facendo le due semisezioni centrali verranno regolate una volta.

Se si individuano tre o più semisezioni nel tratto centrale, la regolazione in corrispondenza del primo giunto andrà eseguita utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto b.1), proseguirà con le semisezioni centrali secondo la procedura del punto II.3.6.1, ossia come per i binari in piena linea, e terminerà sull'ultimo giunto di regolazione utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto a.1). Si noti che così facendo, se il numero delle semisezioni centrali fosse dispari, l'ultima semisezione verrà regolata due volte.

Se il tratto centrale è molto corto, di lunghezza inferiore a 108 m, la regolazione in corrispondenza del primo giunto andrà eseguita utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto b.1) individuando comunque una semisezione di lunghezza pari a 108 m e proseguirà sul secondo giunto di regolazione utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto a.1), individuando nuovamente una semisezione di lunghezza pari a 108 m. Si noti che così facendo la semisezione centrale verrà regolata due volte.

interessando anche parte delle semisezioni adiacenti agli scambi.

#### d.2) Regolazione a temperatura naturale

A seconda della lunghezza del tratto di binario tra i due scambi si individueranno uno o più giunti di regolazione realizzando rispettivamente due o più semisezioni di lunghezza compresa tra 108 m e la lunghezza L massima di Tab.8.

Se si individuano due sole semisezioni la regolazione andrà eseguita utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto b.2) con la particolarità che entrambi i punti estremi coincidono con le PMC degli scambi.

Se si individuano tre o più semisezioni la regolazione in corrispondenza del primo giunto andrà eseguita utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto b.2), proseguirà con le semisezioni centrali secondo la procedura del p.to II.3.6.2, ossia come per i binari in piena linea e terminerà sull'ultimo giunto di regolazione utilizzando la procedura di cui al p.to III.1.1 punto a.2). Si noti che anche in questo caso, se il numero delle semisezioni è dispari una semisezione sarà regolata due volte.

#### III.1.3 Inserimento in l.r.s. di un apparecchio di binario di raggio minore o uguale a 400 metri, inseribile in l.r.s, in comunicazione con uno non inseribile in l.r.s.

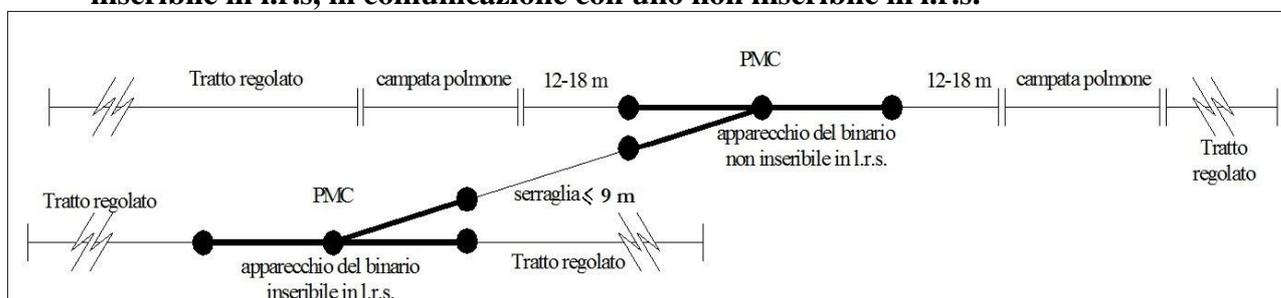


Figura 19

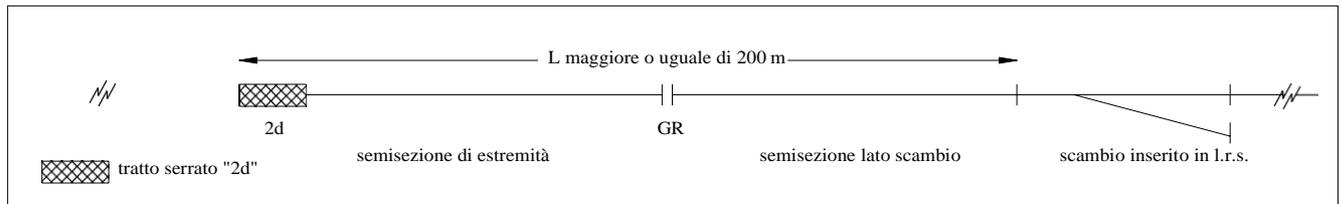
Gli scambi che insistono sui binari di circolazione (corsa e precedenza) possono essere inseriti in l.r.s. se sono del tipo inseribile (rif. par. II.2.1 e)).

È possibile inserire in l.r.s. un apparecchio di binario inseribile in l.r.s, in comunicazione con uno non inseribile in l.r.s. purchè quest'ultimo sia posto su un binario non di corsa e se la serraglia tra i due apparecchi ha lunghezza  $\leq 9$  metri.

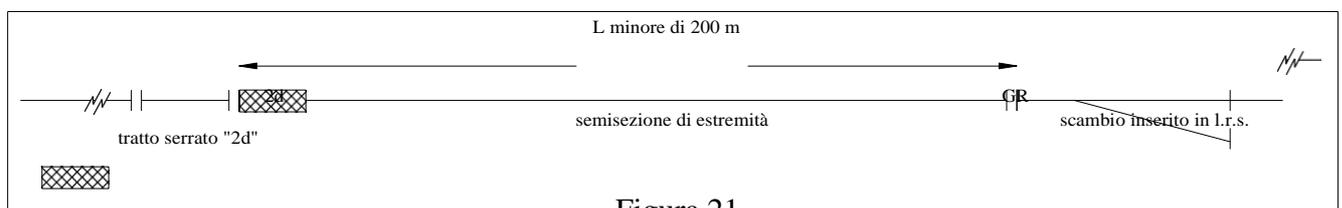
Detta serraglia dovrà essere saldata ad entrambi gli apparecchi di binario. Essa inoltre dovrà essere realizzata assicurandosi che la sua  $T_p$  sia compresa tra  $T_r - 2^\circ\text{C}$  e  $T_r + 2^\circ\text{C}$  (con  $T_r$  temperatura di regolazione dell'apparecchio di binario inseribile in l.r.s.).

Resta inteso che gli altri due rami dell'apparecchio non inseribile in l.r.s. dovranno essere isolati con le consuete giunzioni.

Nel caso di serraglie superiori a 9 m andranno programmati gli interventi di adeguamento alle prescrizioni suddette consistenti nella sostituzione del cuore con uno del tipo inseribile.

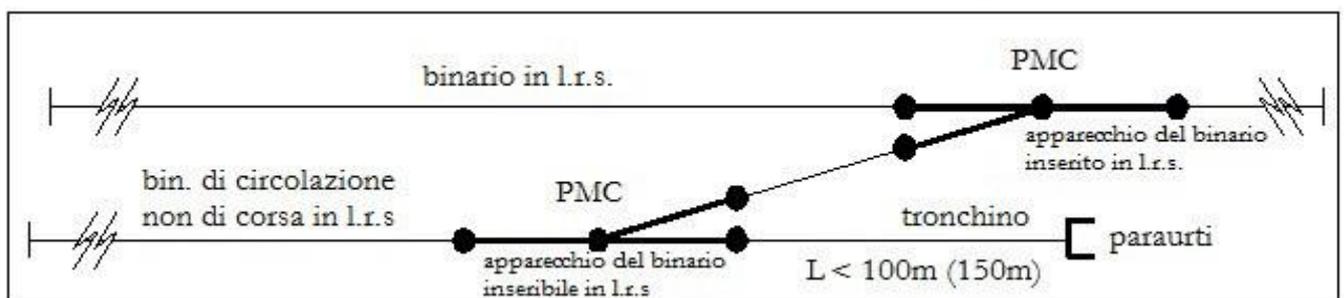
**III.1.4 Regolazione di un breve tratto di binario di estremità adiacente ad uno scambio inserito in l.r.s.**
**caso a) Tratto di binario di lunghezza  $L \geq 200$  m (Fig.20)**

**Figura 20**

Per la regolazione della l.r.s. del tratto di estremità di lunghezza  $L \geq 200$  m valgono le procedure di regolazione con morsetto tendirotaia o riscaldamento naturale, con le seguenti accortezze. Andrà realizzato il giunto di regolazione in prossimità della mezzeria del tratto L; per la semisezione di estremità si procederà come riportato al p.to II.3.8; per la semisezione lato scambio, come riportato al p.to III.1.1.

**caso b) Tratto di binario di lunghezza  $L < 200$  m (Fig.21)**

**Figura 21**

Il tratto di binario di lunghezza  $L < 200$  m, con lo scambio posto nel corpo della l.r.s. (ovvero  $L \geq 100$  o  $150$  m), andrà regolato con riscaldamento naturale, facendo riferimento, per le fasi operative, al procedura indicata al p.to II.3.8, con le seguenti accortezze.

Andrà realizzato il giunto di regolazione in prossimità della punta dello scambio (o, se necessario, a circa 12 m dalla punta stessa). Pertanto, il giunto di regolazione determinerà una semisezione di estremità di lunghezza pari a circa L e l'altra semisezione, lato scambio, di lunghezza circa nulla (o di 12 m), del tutto convenzionale. Non dovranno mai essere slacciati gli organi di attacco dello scambio.

**caso c) Tratto di binario (tronchino) di circolazione non di corsa di lunghezza  $L < 100$  m (150 m)**

**Figura 21 bis**

Lo scambio di estremità inseribile in l.r.s., posto su un tronchino di lunghezza inferiore a 100 m (150 m)

per i binari con traverse in legno) di un binario di circolazione non di corsa costituito in l.r.s. in comunicazione con altro scambio inserito in l.r.s., potrà essere inserito anch'esso in l.r.s..

Il tronchino andrà regolato con riscaldamento naturale, facendo riferimento per le fasi operative alla procedura indicata al punto II.3.6.2, con le seguenti accortezze.

Andrà realizzato il giunto di regolazione in prossimità dell'estremità dello scambio o del paraurti (o, se necessario, a 12 m da questi). Pertanto, il giunto di regolazione determinerà una semisezione di estremità di lunghezza pari a circa quella del tronchino e l'altra semisezione di lunghezza circa nulla (o di 12 m), del tutto convenzionale. La semisezione di lunghezza pari a circa quella del tronchino non va considerata né di monte né di valle.

Andranno liberati tutti gli organi di attacco a partire dallo scambio fino al paraurti. Non dovranno mai essere slacciati gli organi di attacco dello scambio.

### III.1.5 Regolazione di un breve tratto di binario compreso tra due scambi non inseriti in l.r.s.

Per i binari che soddisfano i requisiti di cui al p.to II.2.1, posti tra scambi non inseriti in l.r.s., è ammessa la costituzione della l.r.s. purché gli scambi ad esso adiacenti siano protetti dalle campate "polmone" di cui al p.to II.3.8.

#### caso a) Tratto di binario di lunghezza $L \geq 216$ m (Fig.22)

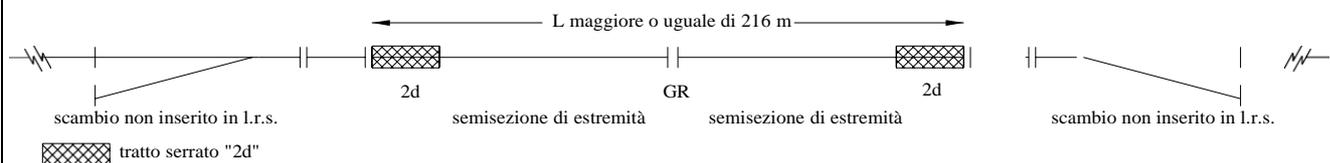


Figura 22

Per la regolazione della l.r.s. del tratto di lunghezza  $L \geq 216$  m valgono le procedure di regolazione con morsetto tendirotaia o riscaldamento naturale, facendo riferimento, per le fasi operative, alla procedura indicata al p.to II.3.8, con l'accortezza di realizzare il giunto di regolazione in prossimità della mezzeria del tratto L e di considerare entrambe le semisezioni di estremità. Alle estremità di queste ultime devono essere costituiti i picchetti di controllo.

#### caso b) Tratto di binario di lunghezza $50 < L < 216$ m (Fig.23)

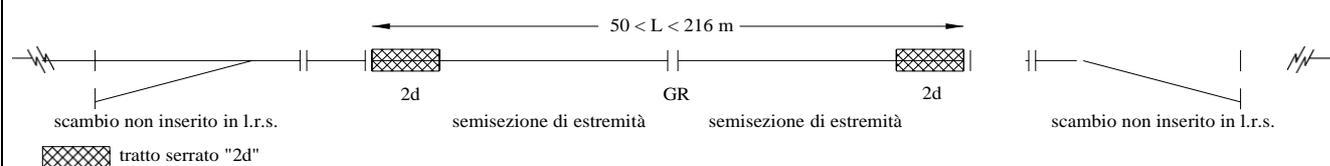


Figura 23

Il tratto di lunghezza  $50 < L < 216$  m dovrà rispettare tutti i requisiti di cui al p.to II.2.1 ad eccezione della Tab.1. Per esso è ammessa la costituzione di un unico tratto di binario senza giunzioni, da regolare come di seguito descritto.

Tale tratto andrà regolato con riscaldamento naturale facendo riferimento alla procedura indicata al p.to

II.3.8, con le seguenti accortezze. Andrà realizzato il giunto di regolazione in prossimità della mezzeria e le due semisezioni andranno considerate entrambe di estremità. Alle estremità di queste ultime devono essere costituiti i picchetti di controllo.

Se il tratto ha lunghezza inferiore a 50 m va considerato come un'unica campata di un binario a giunzioni da realizzare secondo quanto riportato nella [C].

### **III.1.6 Inserimento in l.r.s. di un apparecchio di binario non inseribile in l.r.s, posto su un binario secondario di stazione e di scalo**

Gli scambi che insistono sui binari secondari (di scalo o di stazione, con esclusione quindi dei binari di circolazione) con velocità massima non superiore a 30 km/h possono essere inseriti in l.r.s., purché l'armamento degli scambi sia maggiore o uguale a quello del 46E4 e siano rispettati i requisiti riportati al paragrafo II.2.1 ad esclusione del punto e). Pertanto è consentita la realizzazione della l.r.s. passante fra più scambi successivi.

L'inserimento di tali apparecchi



### III.2 LUNGA ROTAIA SALDATA IN CORRISPONDENZA DI PONTI METALLICI SENZA MASSICCIATA

In corrispondenza dei ponti metallici senza massicciata l'eliminazione delle giunzioni di rotaia sul ponte medesimo, ed eventualmente alle sue estremità, costituisce un provvedimento assai vantaggioso per la migliore marcia dei treni e per la durabilità delle strutture dell'opera d'arte e del binario.

Le deformazioni termiche della travata e le azioni di frenatura/accelerazione conferiscono alle rotaie, che alle stesse travate risultano vincolate, stati tensionali aggiuntivi a quelli propri dovuti alla termica del binario; ciò in considerazione degli spostamenti del ponte che avvengono in particolare in corrispondenza dell'appoggio mobile. Peraltro, le situazioni riscontrabili in linea sono assai variegata, sia per la tipologia dei ponti sia per le caratteristiche del binario e della sede adiacente al ponte.

Nel seguito si forniscono le indicazioni per la costituzione della l.r.s. sulle travate metalliche. A dette indicazioni si dovrà far riferimento quando le circostanze soddisfano le condizioni di seguito riportate. Diversamente, sarà da esaminare il problema caso per caso, e dovrà essere avanzato, alla Direzione Centrale, circostanziato progetto corredato di tutti gli elementi tecnici di giudizio, ivi compresa la valutazione dell'interazione secondo la [Q]; la stessa Direzione Centrale verificherà la fattibilità o meno dell'intervento di costituzione della l.r.s. nel caso in esame, fornendo le relative istruzioni specifiche.

Il binario sulla travata metallica deve essere realizzato con traverse in legno o legnami da ponte fissati alla travata o con altro sistema di appoggio omologato da RFI. La costituzione della l.r.s. passante sulla travata può essere realizzata in retta o in curva con raggio minimo conforme ai valori riportati in Tab.2 per i binari contenenti la travata stessa.

Si rammentano i limiti e le precauzioni sulle temperature di cui ai paragrafi II.3.1 e II.3.4 solo per i tratti attigui alla travata metallica.

#### III.2.1 Costituzione della l.r.s. su travate metalliche

La travata metallica può essere ad uno o più impalcati (Fig.30). Essa è considerata ad impalcato unico quando non sono presenti discontinuità nella travata (trave appoggiata o continua, come negli es. a), b), c)). È invece considerata a più impalcati quando sono presenti discontinuità nella travata (es. d), e)).

La lunghezza di espansione della travata  $L_{e(i)}$  è la lunghezza delle campate adiacenti all'appoggio fisso che subiscono spostamenti dovuti all'azione termica. Tali lunghezze di espansione  $L_{e(i)}$  sono indicate negli esempi in Fig.30. Il binario sulla travata metallica senza massicciata, ad uno o più impalcati, dovrà essere realizzato come indicato nelle successive Tab. 10.a e 10.b, considerando la massima  $L_{e(i)}$ .

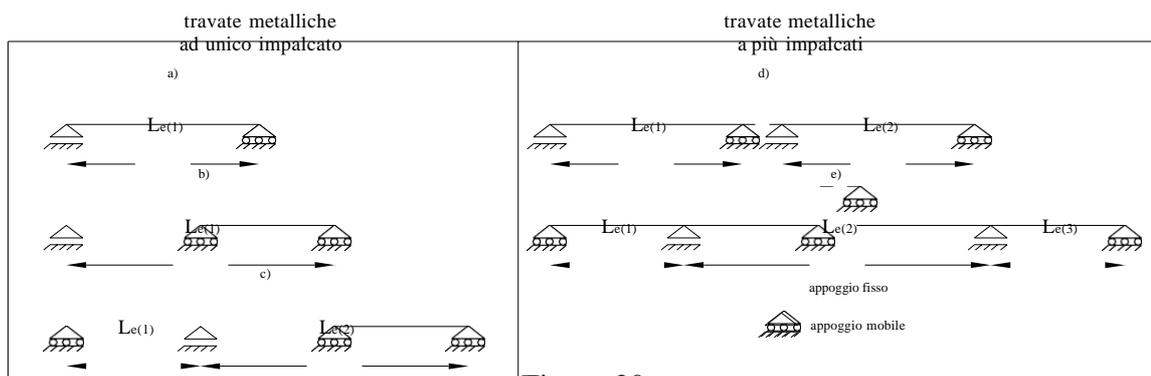


Figura 30

<b>Travata ad unico impalcato (es. a, b, c)</b>	<b>Travata ricadente nella parte centrale della l.r.s. (tratto che non subisce spostamenti)</b>	<b>Travata non ricadente nella parte centrale della l.r.s. (ricadente interamente nel tratto di estremità che subisce spostamenti)</b>
$L_{e(i)max} \leq 75 \text{ m}$	costituzione della l.r.s. passante, senza soluzione di continuità, fra tratti di binario fuori e sulla travata	costituzione della l.r.s. passante, senza soluzione di continuità, fino all'estremità della l.r.s. prossima alla travata. In corrispondenza di tale estremità dovrà essere installato un apparecchio di dilatazione <sup>25</sup>
$L_{e(i)max} > 75 \text{ m}$	costituzione del binario continuo sulla travata ed isolamento di questo dai binari attigui alla travata mediante installazione di apparecchi di dilatazione <sup>25</sup> in corrispondenza dei due appoggi estremi della travata	

Tabella 10.a

<b>Travata a più impalcati (es. d, e)</b>	<b>Travata ricadente nella parte centrale della l.r.s. (tratto che non subisce spostamenti)</b>	<b>Travata non ricadente nella parte centrale della l.r.s. (ricadente interamente nel tratto di estremità che subisce spostamenti)</b>
$L_{e(i)max} \leq 75 \text{ m}$	costituzione della l.r.s. passante, senza soluzione di continuità, fra tratti di binario fuori e sulla travata	costituzione della l.r.s. passante, senza soluzione di continuità, fino all'estremità della l.r.s. prossima alla travata. In corrispondenza di tale estremità dovrà essere installato un apparecchio di dilatazione <sup>25</sup>
$75 \text{ m} < L_{e(i)max} \leq 150 \text{ m}$	costituzione del binario continuo sulla travata ed isolamento di questo dai binari attigui alla travata mediante installazione di apparecchi di dilatazione <sup>25</sup> in corrispondenza dei due appoggi estremi della travata	

Tabella 10.b

La l.r.s. passante sugli impalcati con  $L_{e(i)max} \leq 75 \text{ m}$  va regolata mediante il sistema con riscaldamento naturale.

Non è ammesso far ricadere l'estremità della l.r.s. all'interno della travata. Pertanto nei suddetti casi di isolamento del binario continuo sulla travata ( $L_{e(i)max} > 75 \text{ m}$ ), le estremità della l.r.s. dei binari attigui alla travata stessa coincideranno con gli apparecchi di dilatazione.

Il binario continuo isolato sulla travata con  $L_{e(i)max} > 75 \text{ m}$  può essere realizzato a qualunque temperatura di posa. Esso non va regolato.

Per realizzare la l.r.s. passante, o il binario continuo isolato, sui binari delle travate metalliche occorre impiegare gli attacchi di tipo elastico, come da successivo punto III.2.1.1, che consentono di ridurre le

<sup>25</sup> L'apparecchio di dilatazione deve essere un dispositivo autorizzato da RFI ed installato e posizionato secondo i disegni RFI. La regolazione delle luci all'atto dell'installazione dell'apparecchio di dilatazione dovrà essere oggetto di specifica richiesta da inoltrare alla Direzione Centrale. Detti apparecchi di dilatazione non necessitano dei traguardi estremità di cui al p.to IV.1

sollecitazioni che la travata metallica trasmette al binario.

Allo scopo di ridurre le interazioni tra travata e binario si ribadisce che le saldature alluminotermiche e a scintillio, per l'eliminazione delle giunzioni ricadenti sulla travata e la costituzione del binario continuo o della l.r.s., debbano ricadere al centro dei vani tra due traverse.

### III.2.1.1 Modalità d'impiego degli attacchi di tipo elastico

Le disposizioni di seguito descritte devono essere applicate alle travate metalliche con lunga rotaia passante (con l'eccezione di cui al punto III.2.1.2) e sulle travate metalliche di luce  $L_{e(i)max} > 75$  m con binario continuo isolato con gli apparecchi di dilatazione.

Sulle travate metalliche va utilizzato l'attacco di tipo elastico come indicato nel disegno FS n. 9908 [J], per gli armamenti 60 E1 e 50 E5. L'attacco è ottenuto da quello indiretto di tipo K, sostituendo al piastrino, alla rosetta elastica doppia e alla piastra sottorotaia, rispettivamente: il fermaglio elastico Vossloh (di seguito specificato), la rosetta piana e la piastra in EVA/EVA inox, oppure altri sistemi di pari funzionalità autorizzati da RFI. Restano presenti il chiavardino CK1, la caviglia 24M e la piastra in acciaio 60UNI o 50UNI per traverse in legno, nonché la piastra in acciaio 60P479U per le longherine in legno e per l'armamento 60 E1.

Sulla lunghezza dell'impalcato andranno realizzati tratti di binario rigidamente vincolati alla travata e tratti parzialmente vincolati alla travata.

Sui tratti di binario rigidamente vincolati alla travata andranno impiegati i fermagli elastici Vossloh Skl 3 interponendo la piastra in EVA con spessore di 6,5 mm fra la suola della rotaia e la piastra di acciaio.

La lunghezza di tali tratti, con inizio da ciascun appoggio fisso verso quello mobile di ogni impalcato della travata, è stabilita tenendo conto della resistenza media di attrito sviluppata da ciascun attacco (12 kN) ed è data da:  $V_{(i)} = 0,15 L_{e(i)}$ , dove:

$V_{(i)}$  = lunghezza in metri del tratto vincolato

$L_{e(i)}$  = lunghezza di espansione della travata in metri.

La lunghezza del tratto rigidamente vincolato si calcola tenendo conto delle lunghezze  $L_{e(i)}$  come indicato in Fig.31:

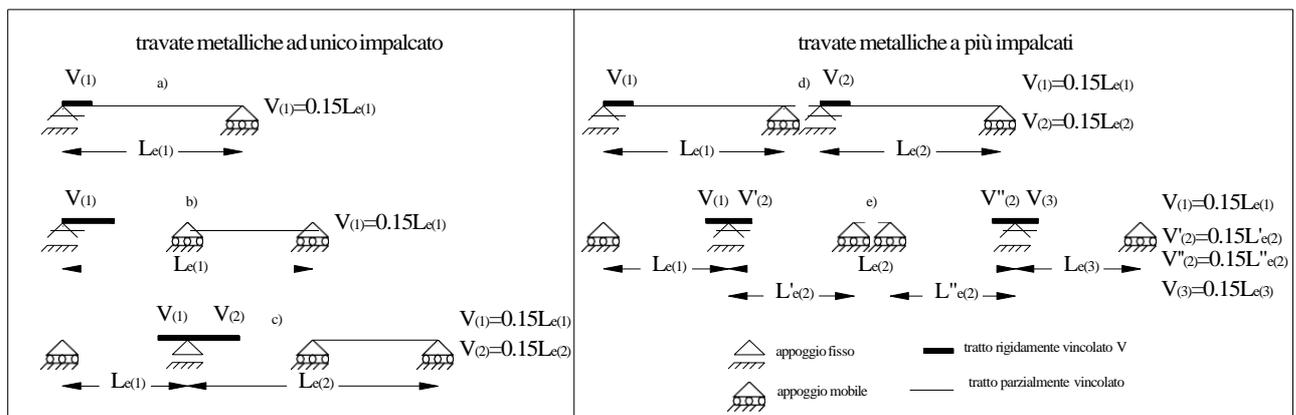


Figura 31

Sui tratti di binario parzialmente vincolati alla travata, per la restante lunghezza dell'impalcato di  $0,85 L_{e(i)}$  (come indicato in Figura 31), andranno impiegati i fermagli elastici Vossloh Skl 16B, a ridotta resistenza media di attrito (4 kN per ciascun attacco) interponendo, fra la suola della rotaia e la piastra in EVA dello spessore di 4 mm, una piastra di acciaio inox dello spessore di 2,5 mm, per la riduzione delle forze d'attrito fra rotaia e travata metallica.

Il montaggio ed il controllo dei fermagli elastici Skl 3 e Skl 16B va realizzato secondo il suddetto disegno FS n. 9908 [J] ed il Documento Vossloh ST02 [K].

Si precisa che la nuova molla Skl 16B è realizzata in modo da ottenere la ridotta resistenza media di attrito con il serraggio completo del dado secondo il suddetto [K].

Si evidenzia altresì che le eventuali molle Skl 16 già utilizzate per gli attacchi, in conformità alla revisione B della presente Norma, andranno sostituite quanto prima con le molle Skl 16B.

### **III.2.1.2 Modalità d'impiego degli attacchi sulle travate metalliche ad uno o più impalcati di luce $L_{e(i)} \leq 20$ m**

Sulle travate metalliche ad uno o più impalcati di luce  $L_{e(i)} \leq 20$  m il binario sarà rigidamente vincolato alla travata per tutta la sua lunghezza mediante gli attacchi Skl 3 descritti al p.to III.2.1.1.

### III.3 REGOLAZIONE DI UNA SOLA FUGA DI ROTAIA

Nei binari costituiti in l.r.s. e già regolati è ammessa la regolazione di una sola fuga di rotaia qualora fosse necessario sostituire le rotaie usurate di una corda, una coppia ago-contrago di uno scambio, un cuore di uno scambio, un giunto isolante incollato e per il ripristino di una saldatura.

Si riportano di seguito le modalità operative da seguire per i casi in cui è ammessa la regolazione di una sola fuga di rotaia.

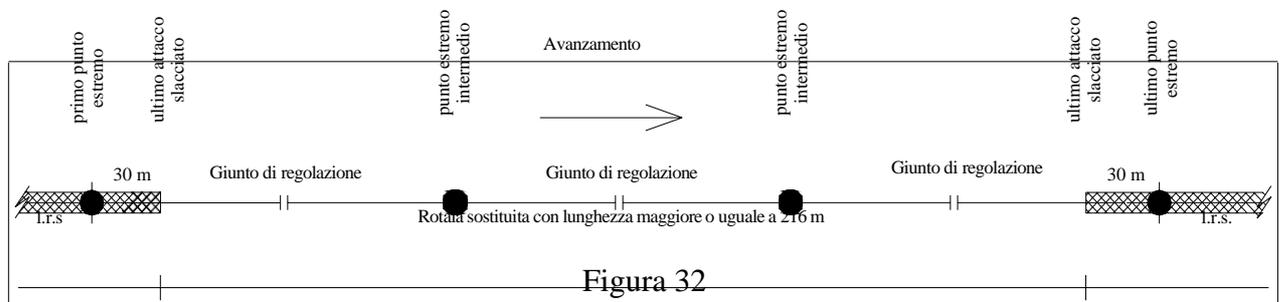
Si rammentano i limiti e le precauzioni sulle temperature di cui al par. II.3.4.

#### III.3.1 Sostituzione di una sola fuga di rotaia di lunghezza L

##### caso a) $L \geq 216$ m

La regolazione sarà effettuata in base al numero delle sezioni di regolazione possibili nel rispetto della tabella applicabile 7, 7.bis e 8 a seconda del sistema di regolazione prescelto. Si procederà come riportato al punto II.3.9 nel caso di una sola sezione. Nel caso di due o più sezioni si procederà per la prima sezione e le eventuali successive come riportato al punto II.3.6, per l'ultima sezione si procederà come riportato al punto II.3.9.

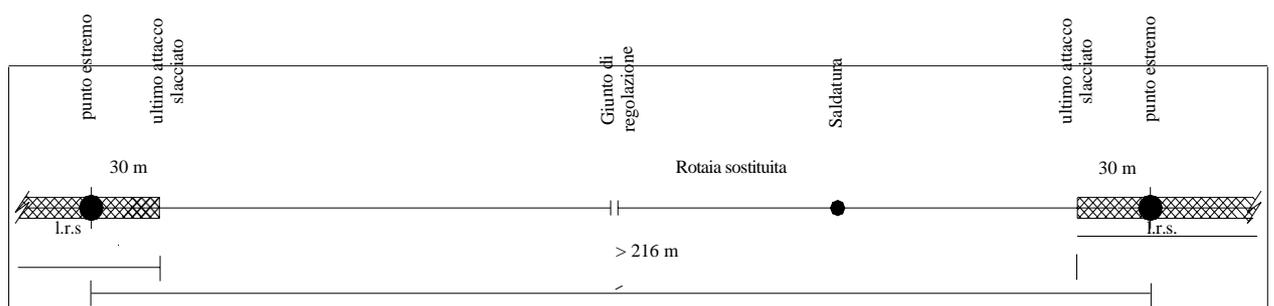
Per entrambi i casi varrà l'accortezza di posizionare il primo e l'ultimo punto estremo a 30 m oltre l'ultimo attacco slacciato in fase di sostituzione della rotaia. La seguente Fig.32 riporta, a titolo di esempio, lo schema di regolazione di una fuga di rotaia che prevede tre sezioni di regolazione.



**Figura 32**

##### caso b) $L < 216$ m

Si dovrà comunque individuare una sezione di regolazione di lunghezza almeno pari a 216 m, a cavallo della rotaia sostituita, procedendo per la regolazione come riportato al punto II.3.9. Quando la rotaia da sostituire ha lunghezza L molto inferiore 216 m si dovrà utilizzare, se possibile, quale giunto di regolazione una delle due luci della rotaia sostituita, come indicato nella seguente Fig.33.



**Figura 33**

**III.3.2 Sostituzione di una sola coppia ago-contrago**

Per gli scambi di raggio minore di 400 m si dovrà operare come riportato al punto III.1.1 caso a) con riferimento alla sola regolazione lato punta.

Per gli scambi tg 0,022/0,026 la regolazione deve essere eseguita lato punta ed essere estesa anche alle rotaie intermedie e si dovrà procedere come indicato al punto III.1.7.1.<sup>26</sup>

Per gli scambi tg 0,040 la regolazione deve essere eseguita lato punta ed essere estesa, se dotati di componenti innovativi, anche alle rotaie intermedie esterne e si dovrà procedere come indicato al punto III.1.7.2.

**III.3.3 Sostituzione del cuore**

Per gli scambi di raggio minore di 400 m si dovrà operare come riportato al punto III.1.1 caso a) con riferimento alla sola regolazione lato tallone sia per il corretto tracciato sia per il ramo deviato.

Per gli scambi con tg 0,040 si dovrà operare come riportato al punto III.1.7.2 con riferimento alla sola regolazione lato tallone sia per il corretto tracciato sia per il ramo deviato.

Per gli scambi con tg 0,022/0,026 la regolazione deve essere eseguita lato tallone sia per il corretto tracciato sia per il ramo deviato, ed essere estesa anche alle rotaie intermedie interne. Si dovrà procedere come indicato al punto III.1.7.1.<sup>27</sup>

**III.3.4 Sostituzione di un giunto isolante incollato e ripristino di una saldatura**

Per la sostituzione di un giunto isolante incollato e per il ripristino di una saldatura si rimanda alla [H].

---

<sup>26</sup> E' consentito eseguire piccoli scorrimenti longitudinali delle piastre/cuscinetti della coppia ago-contrago per assicurare la corrispondenza dei fori dei traversoni con quelli delle piastre/cuscinetti stessi.

<sup>27</sup> E' consentito eseguire piccoli scorrimenti longitudinali delle piastre del cuore per assicurare la corrispondenza dei fori dei traversoni con quelli delle piastre stesse.

**PARTE IV – CONTROLLI DEL COMPORTAMENTO DELLA L.R.S. IN  
ESERCIZIO E PRECAUZIONI**

In presenza di l.r.s. occorrerà curare:

- che non si verifichino indebolimenti delle resistenze della massicciata a causa di rimaneggiamenti o deconsolidamenti del pietrisco, riduzioni del suo profilo, svanamenti ed inquinamenti
- che nel binario, in ogni tratto di 6 metri non esistano, per più di due appoggi, allentamenti o rotture degli organi di attacco nonché fenomeni di scarsa tenuta fra traverse e attacchi medesimi. In ogni caso i suddetti appoggi inefficienti non devono essere consecutivi
- che i difetti di geometria del binario siano sempre gestiti in conformità alla [F].

In particolare, per l'allineamento si dovrà considerare che quando il diagramma delle frecce registrate, per corde di 10 m, presenti escursioni  $\Delta f$ , fra picco inferiore minimo e picco superiore massimo fra loro contigui, superiori ai valori in Tab.11, il binario potrebbe trovarsi in assetto precario ai fini della stabilità allo slineamento quando le rotaie saranno soggette al massimo stato tensionale di compressione nel periodo dei forti calori.

Raggio [m]	$150 \leq R < 450$	$450 \leq R < 600$	$R \geq 600$
$\Delta f$ (mm)	15	25	30

Tabella 11

Pertanto, ai fini della stabilità, la geometria del binario andrà controllata in periodi tali che sussistano, rispetto ai periodi dei forti calori, congrui margini di tempo per eventuali interventi correttivi, nel rispetto dei limiti di lavorabilità di cui al p.to IV.5.

Inoltre, occorrerà verificare l'eventuale staratura della temperatura di regolazione affinché la differenza fra tensioni interne teoriche e reali sia contenuta entro il limite ammesso. Il rispetto di tale limite sarà ottenuto mediante il controllo degli eventuali spostamenti longitudinali e trasversali del binario in l.r.s. come dettagliato al p.to IV.2.

**IV. 1 TRAGUARDI E RILIEVI PER IL CONTROLLO DELLE L.R.S.**

Per controllare i possibili spostamenti longitudinali e trasversali nella l.r.s. su tutte le linee, comprese quelle su base assoluta, è necessario istituire una o due coppie di picchetti di riferimento come riportato nella successiva Tab.12.

Le coppie di picchetti andranno istituite preventivamente alla regolazione utilizzando eventualmente come riferimenti, qualora già esistenti, pali TE, picchetti delle curve, ecc.

<b>TRAGUARDI</b>	
<b>CORPO L.R.S.</b>	<b>ESTREMITÀ L.R.S.</b>
N° 2 coppie di picchetti distanti fra loro 120 m circa, ogni 500 ÷ 600 m circa (Fig.34, caso 2). N° 2 coppie di picchetti, distanti fra loro 120 m circa, disposti in corrispondenza delle travate metalliche senza massiccata di lunghezza $\geq 35$ m (Fig.34, caso 3) e delle zone di frequente frenatura (Fig.35).	Una coppia di picchetti posti ad un metro dalla testata affacciata all'estremità della l.r.s. (Fig.34, caso 1).  n.b.: i traguardi di estremità non vanno installati se l'estremità termina su un apparecchio di dilatazione (Fig.34, caso 4).

Tabella 12

Nelle zone di frequenti frenature le coppie di picchetti andranno istituite in particolare in corrispondenza di segnali, PL, travate metalliche di qualsiasi lunghezza, scambi inseriti in l.r.s. e curve di raggio inferiore a 400 m (Fig.35).

Si riportano in Fig. 34 e 35 alcuni schemi riguardanti la disposizione dei traguardi nelle situazioni innanzi descritte.

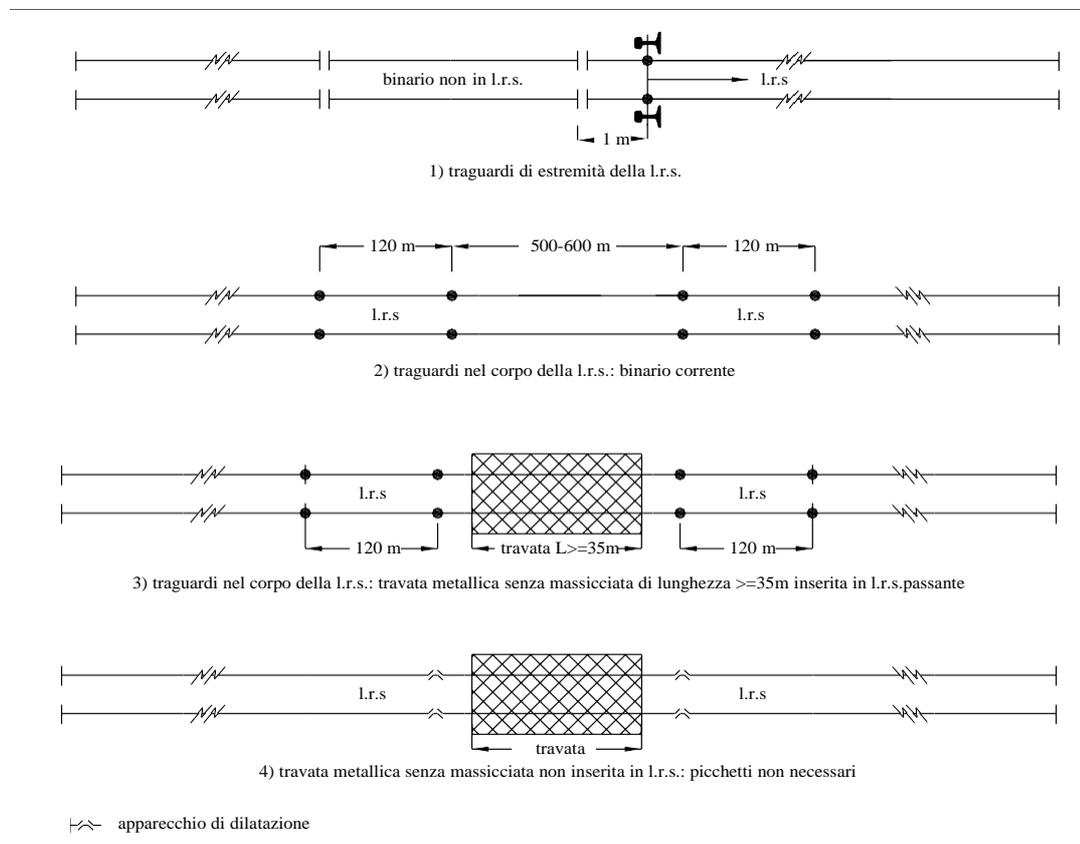


Figura 34

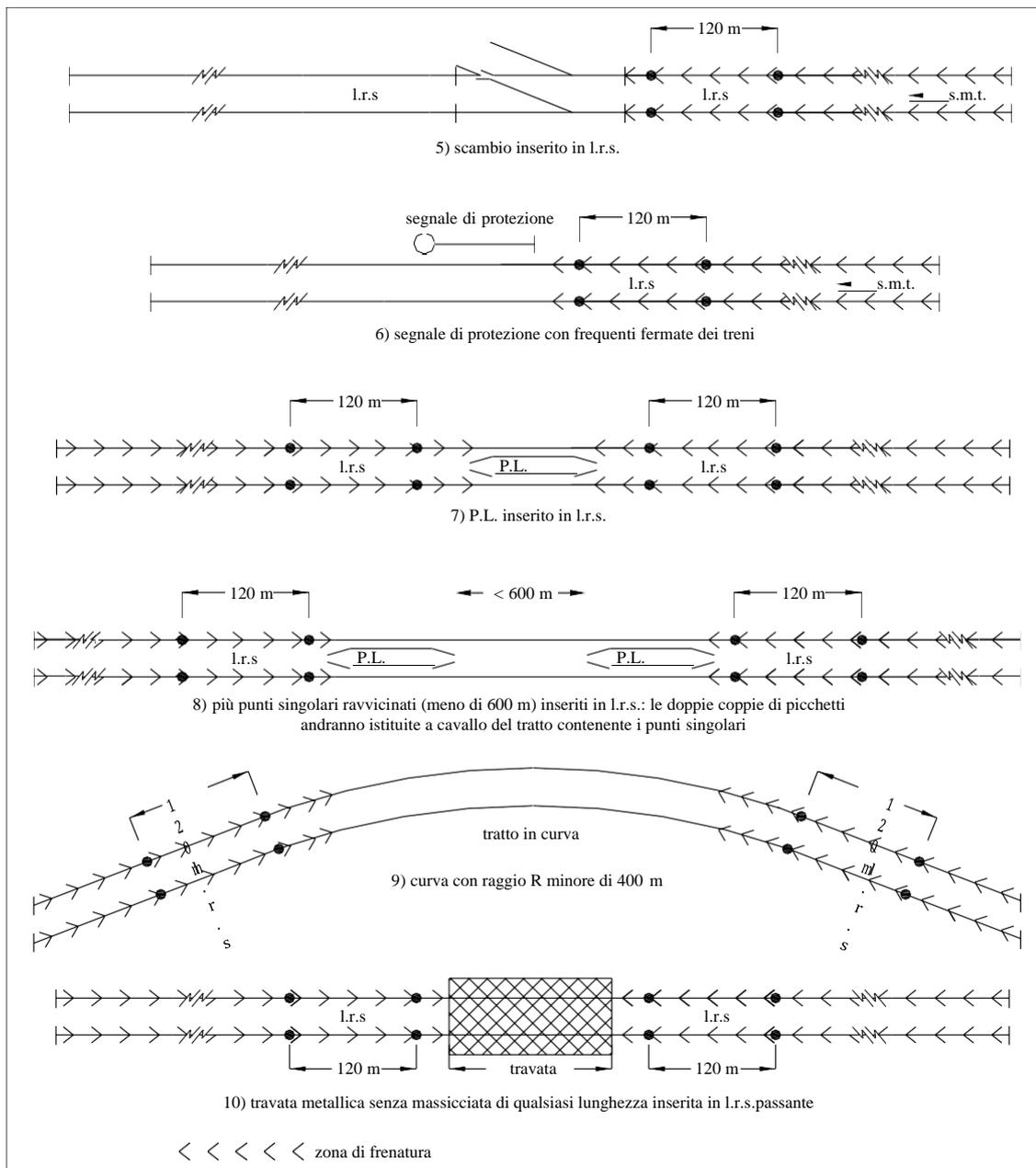


Figura 35: traguardi nel corpo della l.r.s. in corrispondenza di zone di frequente frenatura

Subito dopo le operazioni di regolazione delle tensioni interne, occorrerà eseguire, sia sulla faccia laterale del fungo delle rotaie, esternamente al binario, che sui riferimenti fissi, delle impronte a mezzo di bulino, che costituiranno i traguardi per i successivi rilievi che saranno effettuati mediante l'uso di filo di acciaio armonico o di nylon. Per il controllo degli spostamenti potranno essere impiegati altri sistemi di misura omologati da RFI.

Le bulinature della coppia di traguardi all'estremità della l.r.s. dovranno essere fatte in posizione tale da individuare sulla l.r.s. un punto distante 1000 mm dalla testata affacciata all'estremità della l.r.s.

I rilievi andranno eseguiti:

- nel primo anno di esercizio della l.r.s. durante il periodo primaverile e nei periodi di alte e basse temperature delle rotaie su tutti i riferimenti istituiti
- negli anni successivi al primo:
  - per i punti singolari (Fig.34, caso 3) e nelle zone di frequente frenatura (Fig.35): due volte ogni anno, una durante il periodo primaverile e l'altra durante il periodo autunnale
  - per tutte le curve con raggio minore di 400 m: una volta ogni anno nel periodo di basse temperature (spostamenti trasversali)
  - per i traguardi di estremità (Fig.34, caso 1): due volte ogni anno, una all'inizio dei primi freddi e una all'inizio dei primi caldi
  - per gli altri traguardi nel corpo della l.r.s. (Fig.34, caso 2): una volta ogni 3 anni, durante il periodo primaverile oppure autunnale
  - all'occorrenza, quando ritenuto necessario.

I rilievi suddetti andranno, volta per volta, registrati su di un prospetto corrispondente agli schemi di cui agli Allegati 2 (controlli corpo l.r.s.) e 3 (controlli estremità l.r.s.).

Gli Allegati 2 e 3 vanno conservati agli atti dell'Impianto fino alla successiva regolazione.

Nelle tratte di l.r.s. che ricadono a cavallo dei confini di Impianto i suddetti rilievi andranno eseguiti d'intesa fra gli Impianti interessati e gli eventuali provvedimenti saranno conseguentemente stabiliti di comune accordo.

## **IV.2 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI LONGITUDINALI E TRASVERSALI DELLA L.R.S.**

### **IV.2.1 Spostamenti longitudinali**

#### **IV.2.1.1 Spostamenti longitudinali nel corpo della l.r.s.**

Per la valutazione degli eventuali spostamenti longitudinali, risulta con buona approssimazione che ogni millimetro di variazione della distanza (L) fra le bulinature delle due coppie di picchetti, corrisponde ad una variazione dello stato tensionale teorico, equivalente ad una variazione ( $\Delta T$ ) della temperatura di rotaia di circa  $83/L$  gradi, con L in metri.

Per la determinazione di detta variazione dovrà essere rilevato lo spostamento della bulinatura rispetto alla prima coppia di picchetti ( $S_1$ ), al quale andrà sottratto algebricamente lo spostamento della bulinatura rispetto alla seconda coppia di picchetti ( $S_2$ ), posta alla distanza di circa 120 m. Le indicazioni relative ai segni algebrici di detti spostamenti sono riportate nell'All.2.

Al momento della verifica, quando si abbiano avvicinamenti od allontanamenti (S) delle bulinature eccedenti i 14 mm, indicativi di eccessivi ammassamenti di ferro all'interno od all'esterno del tratto in esame, andranno tempestivamente sistemati gli stati di tensione interna della l.r.s.

A tale scopo occorrerà eseguire una verifica generale dello stato tensionale della l.r.s. tenendo presente il numero di coppie di picchetti interessati e l'entità degli spostamenti in ciascuna di esse. La sistemazione degli stati tensionali potrà avvenire con la normalizzazione o, eventualmente, con una

nuova regolazione.

L'operazione di normalizzazione avverrà liberando le rotaie dagli organi d'attacco solo quando la temperatura delle rotaie è decrescente e più bassa di quella di regolazione almeno dell'entità dello scostamento massimo  $\Delta T$  calcolato, sia che si tratti di ammassamenti sia che si tratti di diradamenti, ciò allo scopo di evitare pericolosi slineamenti di tratti di rotaia liberi dagli organi di attacco.

La liberazione delle rotaie interesserà un tratto di binario di almeno 400 metri a cavallo della doppia coppia di picchetti tra i quali si sono rilevati gli spostamenti eccessivi. Al termine andrà nuovamente rilevato lo spostamento della bulinatura rispetto ai picchetti, verificando che questo sia rientrato in tolleranza. In caso contrario, andrà progressivamente aumentata l'estesa del binario interessato dalla liberazione; durante la liberazione dovrà essere controllato il rientro in tolleranza delle bulinature. Detta liberazione potrà essere estesa fino ad interessare al massimo le coppie di picchetti adiacenti o, in assenza di questi, circa 1000 metri a cavallo della doppia coppia di picchetti interessata dagli spostamenti eccessivi. Qualora la verifica, alla fine della liberazione di tale estesa massima, risulti negativa, si dovrà procedere ad una nuova regolazione del tratto di binario interessato dagli spostamenti eccessivi, eventualmente da stazione a stazione.

Parimenti, si dovrà procedere ad una nuova regolazione quando gli spostamenti eccessivi interessino più doppie coppie di picchetti o quando controlli successivi, su coppie già normalizzate, continuino a manifestare spostamenti eccessivi.

Limitatamente ai tratti di binario ove si sono riscontrati gli spostamenti eccessivi, fino a quando non sarà effettuata la normalizzazione o la regolazione, si dovrà controllare che la temperatura della rotaia non superi i seguenti limiti:

$T_1 = T_r - (\pm\Delta T) + C$  dove:

- $T_r$  = temperatura di regolazione
- $(\pm\Delta T) = (S) [mm] \times 83 / L[m]$   
segno “+” (ammassamenti del ferro); segno “-” (diradamenti del ferro)
- $C = 25 \text{ °C}$  per traverse in c.a.p.;  $22 \text{ °C}$  per traverse in legno.

In caso di supero del suddetto limite  $T_1$ , si rimanda ai provvedimenti di cui al p.to IV.4, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  delle Tabelle 14 va sostituita la  $T_r - (\pm\Delta T)$ , che è la temperatura neutra del tratto di binario interessato.

Inoltre, in pendenza della normalizzazione o della regolazione, gli eventuali lavori di manutenzione sui suddetti tratti andranno eseguiti rispettando i limiti delle Tabelle 15 di cui al p.to IV.5, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  va sostituita la  $T_r - (\pm\Delta T)$ .

**IV.2.1.2 Spostamenti longitudinali all'estremità della l.r.s.**

Per quanto riguarda le estremità della l.r.s., si dovrà porre attenzione:

- a) all'inizio del periodo freddo, all'arretramento della bulinatura di riscontro. I controlli dovranno essere effettuati come riportato nella Tab.13 seguente:

Intervallo di T entro cui fare i controlli [°C]	Arretramento S della bulinatura [mm]	Provvedimenti da adottare
da 0 a 5	$S \leq 10$	Nessuno.
	$10 < S \leq 15$	Controllare l'integrità strutturale delle giunzioni della campata "polmone" affacciata alla l.r.s. e di quelle affacciate allo scambio o alla eventuale campata successiva, nonché degli attacchi delle rotaie alle traverse.
	$S > 15$	Controllare o l'integrità strutturale dello scambio non inserito in l.r.s. eventualmente contiguo all'estremità stessa, comprese le giunzioni della campata "polmone", o lo stato delle giunzioni del binario a campate normali adiacenti la l.r.s. accertando l'integrità di tutti gli organi delle giunzioni e degli attacchi delle rotaie alle traverse e, appena possibile, eseguire la sistemazione del binario (eliminazione di eventuali deformazioni delle chiavarde, ovalizzazione dei fori di giunzione, ecc.) nonché la nuova regolazione delle tensioni interne per un'estesa di almeno 216 m dall'estremità della l.r.s., e la sistemazione delle luci, come riportato al p.to II.3.8.

Tabella 13

- b) all'inizio del periodo caldo, si dovrà controllare la luce esistente tra l'estremità della l.r.s. e la adiacente campata polmone. In fase di temperatura crescente si dovrà rilevare la temperatura di chiusura delle luci.

Se detta temperatura risultasse maggiore o uguale a  $T_r - 10$  °C, non andrà adottato alcun provvedimento.

Qualora la temperatura risultasse inferiore a  $T_r - 10$  °C, occorrerà rilevare la temperatura di apertura delle luci in fase di temperatura decrescente e calcolare la media tra le due temperature. Se anche detta temperatura media risultasse inferiore a  $T_r - 10$  °C, occorrerà eseguire la nuova regolazione delle tensioni interne per un'estesa di almeno 216 m dall'estremità della l.r.s., e la sistemazione delle luci, come riportato al p.to II.3.8. Limitatamente a tali tratti di estremità, fino a quando non sarà effettuata la regolazione, si rimanda ai provvedimenti di cui al p.to IV.4, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  delle Tabelle 14 va sostituita la temperatura media innanzi detta. Inoltre, in pendenza della regolazione, gli eventuali lavori di manutenzione andranno eseguiti rispettando i limiti delle Tabelle 15 di cui al p.to IV.5, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  va sostituita la temperatura media citata.

**IV.2.2 Spostamenti trasversali della l.r.s.**

Per la valutazione degli spostamenti trasversali eventualmente riscontrati nel corpo della l.r.s. su curve a stretto raggio R si utilizzerà la picchettazione di riferimento delle curve ovvero la strumentazione per il rilievo della posizione del binario in base assoluta. Si consideri che ogni centimetro di deformazione permanente generalizzata lungo la curva circolare, verso l'interno, comporta un abbassamento della temperatura neutra rispetto a quella di regolazione pari a circa  $833/R$  °C, con R raggio della curva in metri (ad es. ogni centimetro di deformazione permanente generalizzata su una curva di raggio  $R = 275$  metri comporta un abbassamento della temperatura neutra rispetto a quella di regolazione pari a circa 3 °C).

Nei periodi di basse temperature possono verificarsi sforzi di trazione la cui entità può essere tale da determinare alterazioni geometriche del tracciato del binario nei tratti in curva di raggio limitato. In tali periodi, in tratti di linea con curve di raggio inferiore a 400 m e relativi raccordi parabolici, occorrerà disporre per i necessari rilievi circa la verifica del corretto stato geometrico del binario, relativamente agli spostamenti trasversali e ai difetti di allineamento.

Riguardo agli spostamenti trasversali generalizzati ( $S_t$ ) della curva e dei raccordi parabolici, se questi saranno superiori ai seguenti valori limite:

- 3 cm per curve di raggio  $275 \leq R < 400$  m
- 2 cm per curve di raggio  $R < 275$  m,

occorrerà determinare la nuova temperatura neutra ( $T_n = T_r - (S_t \cdot 833/R)$ ); tale temperatura neutra andrà considerata al posto della  $T_r$  sia per i controlli di cui al p.to IV.4 che per i limiti di lavorabilità di cui al p.to IV.5.

Nel caso in cui dai rilievi suddetti si verificasse la presenza di difetti di allineamento fuori dalle tolleranze ammesse (vedi Tab.11), accompagnati o meno da spostamenti trasversali generalizzati, si dovrà provvedere all'eliminazione dei difetti di allineamento, nel rispetto dei limiti di lavorabilità di cui sopra.

Se fossero presenti anche spostamenti trasversali generalizzati superiori ai valori limite suddetti, occorrerà procedere, dopo aver eliminato i difetti di allineamento, alla periodica verifica del recupero progressivo degli spostamenti trasversali quando la temperatura delle rotaie avrà superato la nuova temperatura neutra.

Si disporrà per la regolazione delle tensioni interne ed il ripristino della posizione planimetrica qualora, dopo che la temperatura delle rotaie avrà superato quella di regolazione prescritta, non si abbia il recupero degli spostamenti, e quindi persistano spostamenti trasversali generalizzati verso l'interno superiori ai valori limite. Fino a quando non sarà effettuata la regolazione, si dovrà controllare che la temperatura della rotaia non superi i seguenti limiti:

$T_1 = T_r - (S_t \cdot 833/R) + C$  dove:  $C = 25$  °C per traverse in c.a.p.;  $C = 22$  °C per traverse in legno.

In caso di supero del suddetto limite  $T_1$ , si rimanda ai provvedimenti di cui al p.to IV.4, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  della Tab.14a va sostituita la  $T_r - (S_t \cdot 833/R)$ , che è la temperatura neutra del tratto di binario interessato.

Inoltre, in pendenza della regolazione, gli eventuali lavori di manutenzione sui suddetti tratti andranno eseguiti rispettando i limiti della Tab.15a di cui al p.to IV.5, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  va sostituita la  $T_r - (S_t \cdot 833/R)$ .

### **IV.3 CONTROLLI NON DISTRUTTIVI DELLA TEMPERATURA NEUTRA $T_n$**

Per la misura a campione della temperatura neutra  $T_n$  delle rotaie in l.r.s. si può utilizzare il Sistema “Verse” o altro sistema approvato da RFI.

L'apparecchiatura “Verse” può essere utilizzata alle seguenti condizioni:

- l'apparecchiatura deve essere tarata e utilizzata secondo quanto previsto nelle istruzioni per l'uso emesse dalla Vortok International con documento “MC/RFI/124 Issue 2” del 25.05.2007, esclusivamente con personale in possesso del certificato di formazione emesso dalla stessa Vortok International
- la misura non deve essere eseguita su curve di raggio inferiore a 700 metri
- la misura deve essere effettuata quando la temperatura della rotaia è inferiore a quella di regolazione  $T_r$  di almeno 10 °C e comunque non deve essere effettuata quando si sospetti che la rotaia sia in compressione
- la misura deve essere effettuata quando la temperatura della rotaia è maggiore o uguale a -5 °C. Inoltre, maggiore cautela va posta per le misure in curva a causa della difficoltà di posizionare nuovamente la rotaia nella sua sede dopo la misura.

#### **IV.3.1 Uso del “Verse” per la conoscenza dello stato tensionale dei binari in esercizio**

Il Sistema “Verse” può essere utilizzato a campione per la conoscenza dello stato tensionale di un binario in esercizio. Esso è un supporto nei casi in cui:

- si sospettino starature anomale localizzate
- non si abbia certezza sulle modalità di costituzione in l.r.s. di un tratto di binario. In tali casi, considerata la  $T_r$  relativa al tratto interessato come definita al par. II.3.5, si misurerà con il “Verse” la  $T_n$  quando la temperatura della rotaia è sufficientemente bassa (indicativamente compresa tra -5 °C e +5 °C) e, comunque, quando si ha la ragionevole certezza che la rotaia non sia in compressione.

Se la  $T_n$  misurata risulterà compresa tra  $T_r - 10$  °C e  $T_r + 10$  °C, si potrà considerare il tratto di binario regolato alla temperatura  $T_r$ .

Se la  $T_n$  misurata risulterà inferiore a  $T_r - 10$  °C o superiore a  $T_r + 10$  °C, il tratto di binario andrà normalizzato o regolato.

L'operazione di normalizzazione avverrà liberando le rotaie dagli organi d'attacco solo quando la temperatura delle rotaie è decrescente e più bassa di quella di regolazione almeno dell'entità dello scostamento massimo  $\Delta T$  misurato ( $T_r - T_n$ ), sia che si tratti di ammassamenti sia che si tratti di diradamenti; ciò allo scopo di evitare pericolosi slineamenti di tratti di rotaie liberi dagli organi di attacco.

La liberazione delle rotaie interesserà un tratto di binario di almeno 400 metri a cavallo del punto di misura ove si è riscontrata la staratura eccessiva. Al termine andrà nuovamente effettuata la misura sullo stesso punto, verificando che questa sia rientrata in tolleranza. In caso contrario, andrà progressivamente aumentata l'estesa del binario interessata dalla liberazione.

Detta liberazione potrà essere estesa fino ad interessare al massimo circa 1000 metri a cavallo del punto

di misura ove si è riscontrata la staratura eccessiva. Qualora la verifica, alla fine della liberazione di tale estesa massima, risultasse negativa, si dovrà procedere ad una nuova regolazione del tratto di binario interessato, eventualmente da stazione a stazione.

Parimenti, si dovrà procedere ad una nuova regolazione quando le starature eccessive interessino più punti di misura distanti almeno 500 - 600 metri.

Limitatamente a tali tratti, fino a quando non sarà effettuata la normalizzazione o la regolazione, si dovrà controllare che la temperatura della rotaia non superi i seguenti limiti:

$T_1 = T_n + C$  dove  $C = 25\text{ °C}$  per traverse in c.a.p.;  $C = 22\text{ °C}$  per traverse in legno.

In caso di supero del suddetto limite  $T_1$ , si rimanda ai provvedimenti di cui al p.to IV.4, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  delle Tabelle 14 va sostituita la  $T_n$ , che è la temperatura neutra misurata del tratto di binario interessato.

Inoltre, in pendenza della normalizzazione o della regolazione, gli eventuali lavori di manutenzione sui suddetti tratti andranno eseguiti rispettando i limiti delle Tabelle 15 di cui al p.to IV.5, con l'avvertenza che alla temperatura  $T_r$  va sostituita la  $T_n$  misurata.

#### **IV.3.2 Uso del “Verse” per la conoscenza dello stato tensionale dei binari di nuova regolazione**

Lo strumento “Verse” potrà essere utilizzato a campione per la verifica della costituzione in l.r.s. su un tratto di binario di nuova realizzazione.

La verifica risulterà soddisfatta se risulterà  $T_n$  compresa tra  $T_r - 3\text{ °C}$  e  $T_r + 3\text{ °C}$ . In caso di verifica non soddisfatta, andranno tempestivamente sistemati gli stati di tensione interna della l.r.s. mediante normalizzazione o nuova regolazione.

#### **IV.4 PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN L.R.S. NON SOGGETTI A LAVORAZIONE**

Nei periodi stagionali meno favorevoli dell'anno le escursioni termiche, rispetto alla temperatura di regolazione, inducono nelle rotaie i massimi sforzi di compressione o di trazione. Pertanto in tali periodi saranno da adottare le precauzioni seguenti.

##### **IV.4.1 Periodi di forte calore**

Quando, sulla base delle rilevazioni dei giorni precedenti, oppure in relazione ad evoluzioni climatiche improvvise della giornata, si presume venga raggiunta una elevata temperatura  $T$  delle rotaie, andranno adottati i provvedimenti di cui alla Tabella 14.a, valida per tratti di binario aventi temperatura regolazione  $T_r = T_m + 5\text{ °C}$  e alla Tabella 14.b, valida per tratti di binario aventi temperatura regolazione  $T_r = T_m + 10\text{ °C}$ .

<b>Precauzioni e provvedimenti per binari con <math>T_r = T_m + 5\text{ °C}</math></b>			
<b>Temperatura rotaie (T)</b>	<b>Tipo di Traverse</b>	<b>Provvedimenti da adottare</b>	<b>Durata provvedimenti</b>
$T \geq T_r + 22\text{ °C}$	legno	Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati di cui in [D].	Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati.
$T \geq T_r + 25\text{ °C}$	c.a.p.		
$T \geq T_r + 26\text{ °C}$	legno	Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati di cui in [D]. Rallentamento a tutti i treni a 100 km/h se la velocità di rango A è $\geq 120\text{ km/h}$ .	Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati. Il rallentamento andrà mantenuto finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti.
$T \geq T_r + 28\text{ °C}$	c.a.p.	Se la velocità di rango A è $< 120\text{ km/h}$ : rallentamento a tutti i treni a velocità pari a quella di rango A ridotta di 20 km/h. Tale velocità di rallentamento non dovrà comunque essere inferiore a 70 km/h.	
$T \geq T_r + 30\text{ °C}$	legno c.a.p.	Rallentamento a tutti i treni a 50 km/h con presenziamento dei tratti interessati di cui in [D].	Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati, finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti. Prima del graduale ripristino delle velocità di fiancata, rilievo della geometria del binario con rotabili di misura o con le macchine operatrici, ai fini di ogni eventuale provvedimento (rif. [F]).

Tabella 14.a

**Precauzioni e provvedimenti per binari con  $T_r = T_m + 10\text{ }^\circ\text{C}$** 

<b>Temperatura rotaie (T)</b>	<b>Tipo di Traverse</b>	<b>Provvedimenti da adottare</b>	<b>Durata provvedimenti</b>
$T \geq T_r + 25\text{ }^\circ\text{C}$	c.a.p.	Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati di cui in [D].	Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati.
$T \geq T_r + 28\text{ }^\circ\text{C}$	c.a.p.	Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati di cui in [D]. Rallentamento a 220 km/h per tutti i treni delle linee con $260 < V \leq 300$ . Rallentamento a 180 km/h per tutti i treni delle linee con $200 < V \leq 260$ .	Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati. Il rallentamento andrà mantenuto finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti.
$T \geq T_r + 30\text{ }^\circ\text{C}$	c.a.p.	Rallentamento a tutti i treni a 100 km/h con presenziamento dei tratti interessati di cui in [D].	Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati, finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti. Prima del graduale ripristino delle velocità di fiancata, rilievo della geometria del binario (difetti D1, D2, D3) con rotabili di misura (rif. [F]) ai fini di ogni eventuale provvedimento. Nel caso di rilievo con le macchine operatrici (difetti D1), la velocità di ripristino sarà limitata a: – 220 km/h per le linee con $260 < V \leq 300$ – 180 km/h per le linee con $200 < V \leq 260$ .

Tabella 14.b

**IV.4.2 Periodi di forte freddo**

Nei periodi di basse temperature possono verificarsi sforzi di trazione la cui entità può essere tale da determinare un dissesto geometrico del tracciato del binario nei tratti in curva di raggio limitato.

Qualora dovesse misurarsi una temperatura di rotaia pari a  $T \leq T_r - 40\text{ }^\circ\text{C}$ , in tratti di linea con curve di raggio inferiore a 400 m, occorrerà disporre per i necessari rilievi circa la verifica del corretto stato geometrico del binario così come riportato al p.to IV.2.2.

#### **IV.5 PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN L.R.S. SOTTOPOSTI A LAVORAZIONE**

I periodi stagionali da preferire per l'esecuzione dei lavori al binario sono quelli non soggetti a forte calore ed a freddo intenso.

In particolare, durante l'estate ed in presenza di alte temperature, gli interventi al binario, quali rinalzatura, livellamento, revisione generale, sostituzione saltuaria di traverse tra loro non consecutive con o senza risanamento e rettifica di curve, devono essere per quanto possibile evitati, specie quando trattasi di operare sotto esercizio incidendo sui componenti strutturali dell'armamento. Gli interventi vanno, di norma, rinviati ad epoca più favorevole, salvo casi di particolare urgenza, per i quali andranno comunque osservate le condizioni di cui appresso. Il rispetto di tali condizioni non altera lo stato tensionale del binario.

In ogni caso l'apertura ed il mantenimento dei cantieri di lavoro potrà avvenire fermo restando quanto di seguito:

- conoscenza della temperatura di regolazione
- previsione dell'andamento delle temperature delle rotaie durante le ore di attività dei cantieri stessi e nelle ore e giornate successive, fino al sufficiente consolidamento della massicciata raggiunto dopo il transito di 130.000 tonnellate ovvero di 50.000 tonnellate nel caso di impiego della stabilizzatrice dinamica
- costante controllo delle temperature delle rotaie durante le ore di attività dei cantieri stessi e nelle ore e giornate successive, fino al sufficiente consolidamento della massicciata raggiunto dopo il transito di 130.000 tonnellate ovvero di 50.000 tonnellate nel caso di impiego della stabilizzatrice dinamica

##### **IV.5.1 Programmazione ed esecuzione delle lavorazioni**

L'esecuzione di lavori al binario può essere programmata nei periodi in cui ragionevolmente si prevede che la temperatura delle rotaie non salga, nei periodi caldi, o non scenda, nei periodi freddi, oltre i limiti di cautela di cui alle Tabelle 15.a, valide per tratti di binario aventi temperatura di regolazione  $T_r = T_m + 5 \text{ °C}$  e alle Tabelle 15.b, valide per tratti di binario aventi temperatura di regolazione  $T_r = T_m + 10 \text{ °C}$ .

Tali limiti dovranno essere rispettati durante i lavori stessi e nelle ore e giornate che seguono la chiusura del cantiere, fino al sufficiente consolidamento della massicciata. Tale consolidamento è ottenuto con il passaggio di 130.000 tonnellate di traffico oppure tramite l'applicazione della stabilizzatrice dinamica della massicciata immediatamente dopo l'ultimazione del lavoro e dopo l'ulteriore passaggio di 50.000 tonnellate di traffico.

Nel caso di impiego della stabilizzatrice dinamica della massicciata si dovrà far riferimento, per le modalità di utilizzo, alla [W]. La stabilizzatrice dinamica della massicciata non deve essere impiegata sui binari con traverse in legno.

Si ricorda che un eventuale secondo passaggio della stabilizzatrice non comporta ulteriori contributi al consolidamento della massicciata.

Quindi, dopo consolidamento di 130.000 tonnellate il binario può essere considerato pienamente

consolidato e dunque valgono i limiti ed i provvedimenti delle precedenti Tabelle 14.

Qualora durante l'esecuzione di lavori al binario l'andamento della temperatura delle rotaie evidenzi che la stessa abbia tendenza a raggiungere, nelle ore e giornate successive, i limiti di cautela di cui alle Tab. 15.a e 15.b si dovrà procedere alla chiusura del cantiere provvedendo, ove necessario, al ripristino dell'allineamento, del livello ed alla riguarnitura delle traverse secondo gli Standard e le Istruzioni vigenti.

L'accennata valutazione circa l'andamento tendenziale delle temperature sarà effettuata estrapolando le misure di temperatura fatte ad opportuni e frequenti intervalli a partire da due ore prima dell'inizio delle lavorazioni. Detta estrapolazione sarà fatta con riferimento all'andamento stagionale medio delle temperature di rotaia nella zona interessata dai lavori.

I limiti di cautela, per i binari soggetti alle suddette lavorazioni, nei periodi di alte e basse temperature si ottengono sommando algebricamente alla  $T_r$  rispettivamente i valori positivi o negativi riportati nelle Tab. 15.a e 15.b.

Se, dopo la chiusura del cantiere, perché ultimate le lavorazioni o perché le stesse sono state sospese per quanto suddetto, la temperatura di rotaia dovesse oltrepassare i limiti di cautela indicati nelle Tab. 15.a e 15.b, andrà istituita la riduzione di velocità a 60 km/h nel tratto interessato finché la temperatura non rientri in detti limiti.

I limiti riportati nelle Tab. 15.a e 15.b, relativi alle ore e giornate successive ai lavori, sono validi per il binario in assetto geometrico definitivo.

I binari attrezzati con ancoraggi SN alla riattivazione dovranno avere tutti gli ancoraggi serrati. Dopo i lavori, prima della restituzione del binario all'esercizio, dovrà essere eseguito il rilievo della geometria del binario con rotabili di misura o con le macchine operatrici, ai fini di ogni eventuale provvedimento.

Le indicazioni sopra riportate sono valide anche per gli scambi seconde le note indicate sotto le Tabelle 15.a.1, 15.a.3 e 15.b.3.

**Tabelle 15.a valide per i tratti di binario aventi  $T_r = T_m + 5\text{ °C}$** 

TIPO TRAVERSA	Legno M62 FS	Limiti di lavorabilità rispetto a $T_r$ per binari con $T_r = T_m + 5\text{ °C}$		
TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI	Raggio  (m)	Durante i lavori	Nelle ore e giornate successive ai lavori	
			fino al transito di 80.000 t	con stabilizzazione** dinamica della massicciata o dopo il transito di 80.000 t e fino al transito di ulteriori 50.000 t
Rincalzatura di brevi tratti di binario con estesa non superiore a 6 m, distanti fra loro almeno 50 m. (* )	$485 \leq R < 1000$	+15°C ; -25°C	+15°C ; -25°C	+20°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+20°C ; -30°C	+20°C ; -30°C	+20°C ; -30°C
Livellamento binario con alzamenti inferiori o uguali a 3 cm. (* )	$485 \leq R < 1000$	+10°C ; -25°C	+10°C ; -25°C	+15°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+15°C ; -30°C	+15°C ; -30°C	+20°C ; -30°C
Livellamento binario con alzamenti superiori a 3 cm. Revisione generale. Ricambio di traverse, fra loro non consecutive, con o senza risanamento. Rettifica delle curve. (* )	$485 \leq R < 1000$	+3°C ; -25°C	+3°C ; -25°C	+8°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+8°C ; -30°C	+8°C ; -30°C	+13°C ; -30°C

(\* ) I limiti di lavorabilità dello scambio su legno sono pari a quelli indicati in tabella per il binario su legno che ha lo stesso raggio del ramo principale; tale raggio deve essere maggiore o uguale a 600 m. Detti limiti sono validi per tutti i rami dello scambio.

\*\*solo per traverse in c.a.p.

Tabella 15.a.1

TIPO TRAVERSA	RFI230 MP62 FSV35-45 FSV35 FSV35P	Limiti di lavorabilità rispetto a $T_r$ per binari con $T_r = T_m + 5\text{ °C}$		
		Raggio  (m)	Durante i lavori	Nelle ore e giornate successive ai lavori
TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI			fino al transito di 80.000 t	con stabilizzazione dinamica della massicciata o dopo il transito di 80.000 t e fino al transito di ulteriori 50.000 t
Rincalzatura di brevi tratti di binario con estesa non superiore a 6 m, distanti fra loro almeno 50 m.	$200 \leq R < 300$	+3°C ; -10°C	+16°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$300 \leq R < 1000$	+15°C ; -25°C	+16°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+20°C ; -30°C	+20°C ; -30°C	+22°C ; -30°C
Livellamento binario con alzamenti inferiori o uguali a 3 cm.	$200 \leq R < 300$	+3°C ; -10°C	+16°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$300 \leq R < 1000$	+10°C ; -25°C	+16°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+15°C ; -30°C	+20°C ; -30°C	+22°C ; -30°C
Livellamento binario con alzamenti superiori a 3 cm. Revisione generale. Ricambio di traverse, fra loro non consecutive, con o senza risanamento. Rettifica delle curve.	$200 \leq R < 300$	+3°C ; -10°C	+16°C ; -20°C	+22°C ; -20°C
	$300 \leq R < 400$	+3°C ; -20°C	+16°C ; -20°C	+22°C ; -20°C
	$400 \leq R < 1000$	+3°C ; -25°C	+16°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+8°C ; -30°C	+20°C ; -30°C	+22°C ; -30°C

Tabella 15.a.2

TIPO TRAVERSA	RFI 240	<b>Limiti di lavorabilità rispetto a <math>T_r</math> per binari con <math>T_r = T_m + 5^\circ\text{C}</math></b>		
	RFI 260		Nelle ore e giornate successive ai lavori	
TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI	Raggio  (m)	Durante i lavori		
			fino al transito di 80.000 t	con stabilizzazione dinamica della massicciata o dopo il transito di 80.000 t e fino al transito di ulteriori 50.000 t
Rincalzatura di brevi tratti di binario con estesa non superiore a 6 m, distanti fra loro almeno 50 m. (* )	$150 \leq R < 300$	+3°C ; -10°C	+20°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$300 \leq R < 1000$	+15°C ; -25°C	+22°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+20°C ; -30°C	+22°C ; -30°C	+22°C ; -30°C
Livellamento binario con alzamenti inferiori o uguali a 3 cm. (* )	$150 \leq R < 300$	+3°C ; -10°C	+20°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$300 \leq R < 1000$	+10°C ; -25°C	+22°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+15°C ; -30°C	+22°C ; -30°C	+22°C ; -30°C
Livellamento binario con alzamenti superiori a 3 cm. Revisione generale. Ricambio di traverse, fra loro non consecutive, con o senza risanamento. Rettifica delle curve. (* )	$150 \leq R < 300$	+3°C ; -10°C	+20°C ; -20°C	+22°C ; -20°C
	$300 \leq R < 400$	+3°C ; -20°C	+22°C ; -20°C	+22°C ; -20°C
	$400 \leq R < 1000$	+3°C ; -25°C	+22°C ; -25°C	+22°C ; -25°C
	$R \geq 1000$	+8°C ; -30°C	+22°C ; -30°C	+22°C ; -30°C

(\* ) I limiti di lavorabilità dello scambio su c.a.p. sono pari a quelli indicati in tabella per il binario che ha lo stesso raggio del ramo principale. Detti limiti sono validi per tutti i rami dello scambio.

Tabella 15.a.3

**Tabelle 15.b valide per i tratti di binario aventi  $T_r = T_m + 10\text{ }^\circ\text{C}$** 

TIPO TRAVERSA	M62 FS	Limiti di lavorabilità rispetto a $T_r$ per binari con $T_r = T_m + 10\text{ }^\circ\text{C}$		
TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI	Raggio (m)	Durante i lavori	Nelle ore e giornate successive ai lavori	
			fino al transito di 80.000 t	con stabilizzazione dinamica della massiccata o dopo il transito di 80.000 t e fino al transito di ulteriori 50.000 t
Rincalzatura di brevi tratti di binario con estesa non superiore a 6 m, distanti fra loro almeno 50 m.	$R \geq 2500$	+20°C ; -35°C	+20°C ; -35°C	+20°C ; -35°C
Livellamento binario con alzamenti inferiori o uguali a 3 cm.		+15°C ; -35°C	+15°C ; -35°C	+20°C ; -35°C
Livellamento binario con alzamenti superiori a 3 cm. Revisione generale. Ricambio di traverse, fra loro non consecutive, con o senza risanamento. Rettifica delle curve.		+8°C ; -35°C	+8°C ; -35°C	+13°C ; -35°C

Tabella 15.b.1

**ISTRUZIONE TECNICA**

 FOGLIO  
82

TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI	Raggio  (m)	Durante i lavori	Nelle ore e giornate successive ai lavori	
			fino al transito di 80.000 t	con stabilizzazione dinamica della massicciata o dopo il transito di 80.000 t e fino al transito di ulteriori 50.000 t
TIPO TRAVERSA RFI230 MP62 FSV35-45 FSV35 FSV35P			<b>Limiti di lavorabilità rispetto a <math>T_r</math> per binari con <math>T_r = T_m + 10\text{ °C}</math></b>	
Rincalzatura di brevi tratti di binario con estesa non superiore a 6 m, distanti fra loro almeno 50 m.	$R \geq 2500$	+20°C ; -35°C	+21°C ; -35°C	+22°C ; -35°C
Livellamento binario con alzamenti inferiori o uguali a 3 cm.		+15°C ; -35°C	+21°C ; -35°C	+22°C ; -35°C
Livellamento binario con alzamenti superiori a 3 cm. Revisione generale. Ricambio di traverse, fra loro non consecutive, con o senza risanamento. Rettifica delle curve.		+8°C ; -35°C	+21°C ; -35°C	+22°C ; -35°C

Tabella 15.b.2

TIPO TRAVERSA		RFI 240 RFI 260	<b>Limiti di lavorabilità rispetto a <math>T_r</math> per binari con <math>T_r = T_m + 10\text{ °C}</math></b>		
TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI	Raggio  (m)	Durante i lavori	Nelle ore e giornate successive ai lavori		
			fino al transito di 80.000 t	con stabilizzazione dinamica della massiccata o dopo il transito di 80.000 t e fino al transito di ulteriori 50.000 t	
Rincalzatura di brevi tratti di binario con estesa non superiore a 6 m, distanti fra loro almeno 50 m. (*)	$R \geq 2500$	+20°C ; -35°C	+22°C ; -35°C	+22°C ; -35°C	
Livellamento binario con alzamenti inferiori o uguali a 3 cm. (*)		+15°C ; -35°C	+22°C ; -35°C	+22°C ; -35°C	
Livellamento binario con alzamenti superiori a 3 cm. Revisione generale. Ricambio di traverse, fra loro non consecutive, con o senza risanamento. Rettifica delle curve. (*)		+8°C ; -35°C	+22°C ; -35°C	+22°C ; -35°C	

(\* I limiti di lavorabilità dello scambio su c.a.p. sono pari a quelli indicati in tabella per il binario che ha lo stesso raggio del ramo principale. Detti limiti sono validi per tutti i rami dello scambio.

Tabella 15.b.3

**IV.6 PROVVEDIMENTI DI EMERGENZA IN CASO DI ROTTURE DI ROTAIE O DI  
ALTRI INCONVENIENTI DI ESERCIZIO**

Gli inconvenienti che si determinano nei binari in l.r.s. possono così classificarsi:

- a) dissesti e slineamenti per cause occasionali ben individuate, ovvero dovute a diminuita resistenza laterale del binario a causa di lavori in corso, o di eccesso di sollecitazioni orizzontali trasmesse dal materiale rotabile, o di altre cause eccezionali e ben determinabili
- b) slineamenti dovuti ad accumuli di tensioni interne
- c) rottura di rotaie in campata o in saldatura.

I relativi provvedimenti da adottare, per riportare il binario al suo regolare tracciato e nella sua precedente continuità sono:

- 1) dissesti e slineamenti di cui al punto a).

Qualora per il ripristino dell'assetto del binario siano sufficienti semplici operazioni di allineamento (poiché lo slineamento non ha comportato altri danni alla struttura del binario), saranno eseguiti tagli nelle rotaie per riportare il binario al suo corretto allineamento, ammorsettando le estremità libere, mediante morsetti di giunzioni provvisorie, onde ripristinare la circolazione con rallentamento [R]. Subito dopo, eliminate le cause del dissesto o slineamento, si inserirà, se necessario, uno spezzone di lunghezza prevista dalla [H], per eliminare dette giunzioni provvisorie a mezzo di saldature alluminotermiche.

Qualora i dissesti siano più gravi e siano necessarie sostituzioni di traverse lesionate o di rotaie gravemente deformate ecc., si provvederà alla ricostruzione del binario con le modalità previste per tale lavorazione, onde ripristinare la circolazione con rallentamento [R].

In ogni caso dovrà essere ripristinata la regolazione delle tensioni interne della l.r.s. con i procedimenti e le cautele già illustrate.

- 2) Slineamenti di cui al punto b).

Su ciascuna delle due file di rotaie, in corrispondenza della zona deformata, devono essere realizzati tagli nelle rotaie e, una volta che il binario sia stato sistemato nel suo corretto allineamento, deve essere introdotto, se necessario, uno spezzone di lunghezza prevista dalla [H] da collegare alle rotaie esistenti mediante morsetti per giunzioni provvisorie, onde ripristinare la circolazione con rallentamento [R]. Successivamente si dovrà eseguire una nuova regolazione del binario, estendendola ad una tratta convenientemente estesa rispetto a quella interessata dai movimenti di cui sopra, con i procedimenti e le cautele già illustrate.

- 3) Rotture di rotaie di cui al punto c).

Si applica la [H].

## **PARTE V – DISPOSIZIONI FINALI**

Con la presente Istruzione è annullata ogni disposizione che risulti in contrasto con le norme qui contenute.

Le norme riportate nella presente Istruzione sono da applicare ai binari la cui l.r.s. sarà costituita in data successiva all'entrata in vigore della presente normativa. Pertanto non è necessario adeguare le l.r.s. costituite in conformità alle norme vigenti prima della presente Istruzione Tecnica. Si precisa che qualora fosse necessario regolare nuovamente le l.r.s. costituite antecedentemente alla presente Istruzione, si dovranno adottare le prescrizioni e le metodologie operative riportate nella presente Istruzione.

Circa le autorizzazioni già accordate per l'esecuzione, a carattere sperimentale o meno, di l.r.s. in deroga alle Circolari precedenti, che non rientrino nelle norme della presente Istruzione, gli Uffici competenti relazioneranno su ogni singolo caso specificando il comportamento del binario. Sarà cura delle Sedi Centrali fornire le indicazioni di dettaglio circa gli eventuali provvedimenti da adottare.

I binari che risultino costituiti in l.r.s. in difformità con la presente Istruzione o in difformità con le norme precedentemente in vigore, o che risultino costituiti in binari a giunzioni in difformità con la [C], devono essere tempestivamente regolarizzati secondo la presente Istruzione, se da costituire in l.r.s., o secondo la [C], se da costituire a giunzioni.

Le l.r.s. costituite antecedentemente alla data della presente Istruzione Tecnica andranno controllate usando i traguardi già costituiti con le modalità, i criteri e le frequenze della presente Istruzione. Pertanto, poiché non è possibile istituire nuovi traguardi senza aver ri-costituito la l.r.s., non andranno istituiti nuovi traguardi, laddove previsti dalla presente Istruzione Tecnica.

Nei casi in cui sussistano dubbi sul comportamento di l.r.s. a suo tempo costituite, occorrerà provvedere alle verifiche ed agli eventuali provvedimenti di cui al p.to. IV.3.1 e, nel caso, al rifacimento delle l.r.s. stesse in base a quanto stabilito dalla presente Istruzione Tecnica.

## **PARTE VI – ALLEGATI**

### **ELENCO ALLEGATI**

ALLEGATO 1: “Prospetto regolazioni tensioni interne l.r.s. per la contemporanea regolazione delle due fughe”

ALLEGATO 2: “Prospetto dei controlli interessanti il corpo delle l.r.s. relativo ad ogni doppia coppia di picchetti”

ALLEGATO 3: “Prospetto dei controlli interessanti le estremità della l.r.s.”

\* \* \*



Mod. L55 L.R.S.

LINEA \_\_\_\_\_  
TRATTA \_\_\_\_\_  
BINARIO \_\_\_\_\_

**PROSPETTO REGOLAZIONI TENSIONI INTERNE L.R.S. PER LA CONTEMPORANEA REGOLAZIONE DELLE FUGHE**

DATA	PROGRESSIVE		SEMISEZIONI (Monte/Valle)	LUNGHEZZA SEMISEZIONE [m]	TEMPERATURA DELLA ROTAIA ALL'ATTO DELLA REGOLAZIONE par. II.3.6.1 p.ti i),k <sup>(1)</sup> [°C]	TEMPERATURA DI REGOLAZIONE PRESCRITTA [°C]	$\Delta T = T_1 - T_2$ [°C]	REGOLAZIONE				NOTE	FIRMA addetto alla compilazione
	dal km (punto estremo monte)	al km (punto estremo valle)						NATURALE		MORSETTO			
								Si/No	ALLUNGAMENTO CALCOLATO AL [mm]	ALLUNGAMENTO REALIZZATO			
	Riscontro nella simisezione									4/4	3/4		
			M										
			V										
			M										
			V										
			M										
			V										
			M										
			V										
			M										
			V										
			M										
			V										
			M										
			V										
			M										
			V										

(1) Nota Bene: le operazioni relative al rilievo della temperatura T, al calcolo e contrassegno degli allungamenti ed alla realizzazione della luce, devono essere eseguite **contestualmente**

IL RESPONSABILE DELL'UNITA' MANUTENTIVA

DATA

DTP \_\_\_\_\_  
 UT \_\_\_\_\_  
 UNITA' MANUTENTIVA \_\_\_\_\_

 LINEA \_\_\_\_\_  
 TRATTA \_\_\_\_\_  
 BINARIO \_\_\_\_\_

 Punto singolare(par.IV.1)      S      N  
 se **SI** indicare quale: \_\_\_\_\_

**PROSPETTO DEI CONTROLLI INTERESSANTI IL CORPO DELLE L.R.S. RELATIVO AD OGNI DOPPIA COPPIA DI PICCHETTI**

DATA RILIEVI	ORA	SCHEMA GRAFICO	FILE	SCOSTAMENTI RILEVATI		SCOSTAMENTO S = S1 - S2 [mm] (2)	TEMPERATURA DI REGOLAZIONE PRESCRITTA Tr [°C]	SCOSTAMENTO TEMPERATURA DI REGOLAZIONE $\Delta T = S \times 83/L$ [°C] (3)	ANNOTAZIONI ED EVENTUALI PROVVEDIMENTI	FIRMA addetto ai rilievi	DATA E FIRMA RESPONSABILE DELL'UNITA' MANUTENTIVA
				1° TRAGUARDO prog. Km S1 [mm] (1)	2° TRAGUARDO prog. Km a m .....dal 1° S2 [mm] (1)						
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	s								
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	d								
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	s								
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	d								
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	s								
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	d								
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	s								
		<input type="checkbox"/> 1° Trag. <input type="checkbox"/> 2° Trag.  →	d								

(1) Per le linee a doppio binario : indicare gli scostamenti con il segno " + " se si verificano nel senso marcia dei treni ; con il segno " - " quelli in senso opposto.

Per le linee a semplice binario : indicare gli scostamenti con il segno " + " nel senso della progressiva km crescente

(2) Lo scostamento S è dato sottraendo algebricamente i due scostamenti rilevati sui traguardi, per ciascuna fila.

Scostamenti S positivi sono indicativi di ammassamento all'interno dei due traguardi, negativi di diradamento

(3) L = distanza fra i traguardi in metri

S = scostamento in mm

PROGRESSIVA CHILOMETRICA \_\_\_\_\_

 DTP \_\_\_\_\_  
 UT \_\_\_\_\_  
 UNITA' MANUTENTIVA \_\_\_\_\_

 LINEA \_\_\_\_\_  
 TRATTA \_\_\_\_\_  
 BINARIO \_\_\_\_\_

**PROSPETTO DEI CONTROLLI INTERESSANTI LE ESTREMITA' DELLA L.R.S.**

PERIODI CALDI		TEMPERATURA DI REGOLAZIONE PRESCRITTA (Tr)  [°C]	CONTROLLO LUCI				TEMPERATURA MEDIA  (A+B)/2  [°C]	ANNOTAZIONI ED EVENTUALI PROVVEDIMENTI	FIRMA addetto ai rilievi
DATA RILIEVI	FILA (1.)		TEMPERATURA CRESCENTE		TEMPERATURA DECRESCENTE				
			ora rilievo	TEMPERATURA DI CHIUSURA (A) [°C]	ora rilievo	TEMPERATURA DECRESCENTE (B) [°C]			
	s								
	d								
	s								
	d								
	s								
	d								
	s								
	d								

PERIODI FREDDI		TEMPERATURA DI REGOLAZIONE PRESCRITTA (Tr)  [°C]	S (Arretramento bulinatura)  [mm]	ANNOTAZIONI ED EVENTUALI PROVVEDIMENTI	FIRMA addetto ai rilievi
DATA RILIEVI	FILA				
	s				
	d				
	s				
	d				
	s				
	d				
	s				
	d				

(1) Per le linee a doppio binario: la fila sinistra si determina nel senso marcia dei treni.  
 Per le linee a semplice binario: la fila sinistra si determina nel senso della progressiva km crescente

IL RESPONSABILE DELL'UNITA' MANUTENTIVA

DATA