



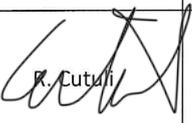
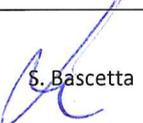
MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI

DIREZIONE GENERALE PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE

GESTIONE GOVERNATIVA
FERROVIA CIRCUMETNEA

ISTRUZIONE OPERATIVA

COSTITUZIONE DELLA LUNGA ROTAIA SALDATA E BINARIO A ROTAIE GIUNTATE

| REV. | DATA | DESCRIZIONE DELLA REVISIONE | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |
|------|------------|---|---|--|--|
| 1 | 08/07/2024 | PRIMA EMISSIONE | R. Cutuli | S. Bascetta | D. Zito |
| 2 | 20/12/2024 | Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0071926 del 09/10/2024 |  R. Cutuli |  S. Bascetta |  D. Zito |

Sommario

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | GENERALITÀ | 4 |
| 1.1 | PREMESSA..... | 4 |
| 1.2 | SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE..... | 6 |
| 1.3 | TERMINI E DEFINIZIONI..... | 6 |
| 1.4 | DOCUMENTI DI RIFERIMENTO | 7 |
| 1.5 | DENOMINAZIONE DI ROTAIE IN USO IN FCE E RELATIVI ACCIAI..... | 8 |
| 2 | COSTITUZIONE DELLA LUNGA ROTAIA SALDATA..... | 9 |
| 2.1 | DEFINIZIONE DI LUNGA ROTAIA SALDATA E RELATIVE GRANDEZZE CARATTERISTICHE | 9 |
| 2.2 | REQUISITI E IMPEDIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA LUNGA ROTAIA SALDATA 10 | |
| 2.2.1 | Requisiti | 10 |
| 2.2.2 | Impedimenti..... | 12 |
| 2.2.3 | Casi particolari..... | 12 |
| 2.3 | FASI OPERATIVE PER LA COSTITUZIONE DELLA LRS..... | 13 |
| 2.3.1 | Sistemi di regolazione delle tensioni interne nelle rotaie..... | 13 |
| 2.3.2 | Costituzione della LRS in occasione di costruzione a nuovo | 18 |
| 2.3.3 | Rinnovamento del binario/STT, associato o meno a risanamento della massicciata, e ricambio rotaie, eliminazioni giunzioni. | 19 |
| 2.3.4 | Risanamento a sé stante della massicciata e ricostituzione della LRS | 20 |
| 2.3.5 | Costituzione della LRS interessante binari già armati con giunzioni | 21 |
| 2.4 | REGOLAZIONE DELLE TENSIONI INTERNE NELLA LRS..... | 21 |
| 2.4.1 | Limiti e prescrizioni per la regolazione delle tensioni interne delle rotaie..... | 22 |
| 2.4.2 | Temperatura di regolazione | 22 |
| 2.4.3 | Operazioni di regolazione con morsetto tendirotaia in vari casi | 22 |
| 2.4.4 | Regolazione della LRS utilizzando un'interruzione della circolazione di durata limitata | 29 |
| 2.4.5 | Regolazione della LRS in corrispondenza dell'estremità..... | 30 |
| 3 | INSERIMENTO IN LRS DEI PUNTI SINGOLARI..... | 32 |
| 3.1 | INSERIMENTO IN LRS DEGLI SCAMBI..... | 32 |
| 3.1.1 | Inserimento in LRS degli apparecchi del binario di raggio minore o uguale a 400 metri | 32 |
| 3.1.2 | Regolazione dei tratti di binario (serraglie) tra due apparecchi di binario, di raggio minore o uguale 400 metri, ravvicinati inseriti in LRS | 34 |
| 3.1.3 | Regolazione di un breve tratto di binario di estremità adiacente ad uno scambio inserito in LRS | 35 |
| 3.1.4 | Regolazione di un breve tratto di binario compreso tra due scambi non inseriti in LRS..... | 36 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.2 | REGOLAZIONE DI UNA SOLA FUGA DI ROTAIA | 37 |
| 3.2.1 | Sostituzione di una sola fuga di rotaia di lunghezza L | 37 |
| 3.2.2 | Sostituzione di una sola coppia ago-contrago..... | 37 |
| 3.2.3 | Sostituzione del cuore..... | 37 |
| 3.2.4 | Sostituzione di un giunto isolante incollato e ripristino di una saldatura..... | 38 |
| 4 | CONTROLLI DEL COMPORTAMENTO DELLA LRS IN ESERCIZIO E PRECAUZIONI..... | 39 |
| 4.1 | TRAGUARDI E RILIEVI PER IL CONTROLLO DELLE LRS | 39 |
| 4.2 | VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI LONGITUDINALI E TRASVERSALI DELLA LRS.. | 42 |
| 4.2.1 | Spostamenti longitudinali..... | 42 |
| 4.2.2 | Spostamenti trasversali della LRS (Come relazionarsi con il sistema di riferimento assoluto)..... | 45 |
| 4.3 | PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN LRS NON SOGGETTI A LAVORAZIONE..... | 47 |
| 4.3.1 | Periodi di forte calore | 47 |
| 4.3.2 | Periodi di forte freddo..... | 49 |
| 4.3.3 | Periodicità dei controlli della temperatura | 49 |
| 4.4 | PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN LRS SOTTOPOSTI A LAVORAZIONE..... | 50 |
| 4.4.1 | Programmazione ed esecuzione delle lavorazioni..... | 50 |
| 4.5 | PROVVEDIMENTI DI EMERGENZA IN CASO DI ROTTURE DI ROTAIE O DI ALTRI INCONVENIENTI DI ESERCIZIO | 52 |
| 5 | BINARIO A ROTAIE GIUNTATE | 53 |
| 5.1 | GENERALITÀ..... | 53 |
| 5.2 | LUCI DI POSA CON ROTAIE LIBERE..... | 53 |
| 5.3 | LUCI DI ESERCIZIO CON ROTAIE VINCOLATE E OPERAZIONI DI RILIEVO | 54 |
| 5.4 | TOLLERANZE | 55 |
| 5.5 | CONTROLLI IN FASE DI ESERCIZIO..... | 55 |
| 5.6 | PERIODICITA' DEI CONTROLLI | 56 |
| 6 | DISPOSIZIONI FINALI E GESTIONE DELLA FASE TRANSITORIA | 57 |
| 7 | ALLEGATI | 58 |

1 GENERALITÀ

1.1 PREMESSA

La linea gestita dal GI FCE è armata sia con binario in lunga rotaia saldata che a rotaie giuntate. Su circa 89 km complessivi di linea, l'estesa complessiva dei binari a rotaie giuntate rappresenta circa il 60% dell'intera linea.

Il binario a rotaie giuntate, ove possibile, sarà progressivamente sostituito da binario in LRS in modo da migliorare la qualità di circolazione dei treni.

La normativa di riferimento per la costituzione e controllo del binario a rotaie giuntate è quella FS: “Circolare n° 61 L.C.5.1.2/59526/103 - Istruzioni sulle luci di dilatazione delle rotaie” del 24.06.1959” per quanto applicabile, recependone i principi informativi, adattandola alla realtà operativa e gestionale di FCE.

La presente Istruzione operativa, per quanto riguarda la LRS, fa riferimento alla normativa emanata da RFI (ex F.S.), recependone i principi informativi e calandoli nella propria realtà operativa sotto i seguenti aspetti:

- **specificità del servizio;**
- **organizzazione del personale di manutenzione dell'armamento;**
- **esperienza maturata sul campo nell'esercizio della manutenzione del binario in LRS di circa 20 anni.**

Per quanto riguarda la **specificità del servizio**, la ferrovia dell'attuale GI FCE è costituita da un'unica linea a scartamento ridotto (950/980 mm) che si estende da Paternò a Riposto con 18 stazioni e 11 fermate per una lunghezza totale di 88.680 Km.

Le rotaie presenti sulla linea gestita da FCE sono in acciaio R260 e sono delle tipologie seguenti:

- 50 E5 (50 kg/m)
- 36 E1 (36 kg/m)

Le tipologie di traverse posate sulla linea gestita da FCE sono le seguenti:

- Traverse monoblocco in CAP croce FX 180V per armamento 36 UNI e 50 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo F 180V - FA 180V - FB 180V - F 180 VPL - FF 180 V per armamento 36 UNI e 50 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo SR 180V V36 E per armamento 36 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo FS V35 SR36 per armamento 36 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP tipo FSV 35 SR50 per armamento 50 UNI;
- Traverse monoblocco in CAP attacco indiretto per armamento 36 UNI e 50 UNI.

Le tipologie di organi di attacco presenti sulla linea gestita da FCE sono così classificabili:

- Attacco elastico Vossloh W14
- Attacco indiretto con piastre 330 e 294

Gli apparecchi di binario presenti sulle linee di FCE sono identificati nelle seguenti tipologie:

- S50E5/100/0,125 (posati sia su legno che su cemento)
- 36RA/100/0,125 (posati solo su legno)

Gli apparecchi di binario sono con cuore a punta fissa semplici e sono posti su binari di corsa.

La linea non è elettrificata; l'Esercizio ferroviario viene effettuato prevalentemente con elettrotreni diesel con frequenza di 2 treni all'ora.

Il carico per asse è di 12 tonnellate.

La velocità massima di percorrenza è di 65Km/h, attualmente è ridotta a 50km/h per disposizione ANSFISA.

Per quanto riguarda l'**organizzazione del personale di manutenzione dell'armamento** si rimanda alla Istruzione operativa interna “PO 10 - Gestione della manutenzione infrastrutture civili” in vigore.

L'esperienza maturata in 20 anni di adozione della LRS in diverse tratte della linea, ad andamento tortuoso con numerose curve di piccolo raggio, supportata da studi specifici, ha consentito l'adozione della LRS con raggio finanche di 100 m utilizzando traverse specifiche FX di cui alla Tabella 1 seguente.

FCE ha deciso in fase di rinnovo della tratta Adrano-Bronte di introdurre le traverse a croce, limitandone l'applicazione alle curve con un raggio compreso tra 100 e 149, sulla base della sperimentazione delle "Ferrovie Appulo Lucane Traversa Croce FX 180V– Determinazione Raggio Minimo Binario In L.R.S."

Nelle curve con raggio compreso tra 150 e 169, in deroga a quanto previsto dalla Tabella 1 della Relazione di Calcolo delle "Ferrovie Appulo Lucane Traversa Croce FX 180V– Determinazione Raggio Minimo Binario In L.R.S.", non sono state messe in opera traverse a croce.

A seguito degli interventi sopra indicati ultimati in data 16/12/2018 e collaudati in data 13/11/2020 si è conclusa positivamente la fase di pre-esercizio della tratta Adrano – Bronte, non constatando anomalie, di conseguenza si ritiene valida l'applicazione delle traverse a croce nelle curve con raggio compreso tra 100 m e 149 m e non necessaria l'applicazione della traversa a croce per curve con raggio maggiore di 150 m.

| Tabella riepilogativa scartamento e lunga rotaia saldata | | | |
|--|-----|-----------------------------|-----------------------|
| R | Sc | Tipo di traverse | Traverse lrs raccordi |
| da 450 a ∞ | 950 | F180V | |
| da 449 a 300 | 960 | F180V | |
| da 299 a 200 | 965 | F180V 60-80 | |
| da 199 a 170 | 970 | F180V 60-80 | |
| da 169 a 150 | 975 | n.1 FX180V su 3 F180V 60-80 | 1/3 FX per R≤169 |
| da 149 a 140 | 980 | n.2 FX180V su 3 F180V 60-80 | 2/3 FX per R≤169 |
| da 139 a 100 | 980 | n.3 FX180V su 3 F180V 60-80 | 3/3 FX per R≤169 |

Tabella 1

A fronte di quanto detto, risulta necessario elaborare la presente **Istruzione Operativa** per la costituzione e il controllo della LRS, tenendo presente lo status quo.

Risulta evidente che, nel passaggio dal vecchio processo manutentivo della lunga rotaia saldata al nuovo della presente Istruzione operativa, sarà necessaria una fase transitoria in cui i processi descritti nella vecchia Istruzione operativa saranno man mano sostituiti da quelli previsti nel presente documento.

1.2 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Istruzione definisce la lunga rotaia saldata, le relative grandezze caratteristiche, ed inoltre stabilisce i requisiti e gli impedimenti per la realizzazione della stessa nonché le fasi operative per la costituzione, i controlli e le precauzioni per la lunga rotaia saldata ed i relativi provvedimenti.

La presente si applica all'intera Rete di FCE per i binari a telaio di traverse su massiciata.

Risulta evidente che tale Istruzione operativa, come già accennato nella premessa, pur rispettando i principi generali della termica del binario per lunga rotaia saldata, si particularizza per FCE recependo la specificità della stessa e la pregressa esperienza maturata nell'ambito della manutenzione armamento relativamente alla LRS.

In particolare, essendo FCE una rete a scartamento ridotto, la presente Istruzione operativa dedicherà paragrafi specifici alla caratteristica dello scartamento e del tracciato avente andamento abbastanza tortuoso.

1.3 TERMINI E DEFINIZIONI

Di seguito sono elencate le sigle ed abbreviazioni utilizzate nella presente Istruzione operativa:

- | | |
|---|--|
| ○ IO | Istruzione operativa |
| ○ RFI | Rete Ferroviaria Italiana |
| ○ FCE | FERROVIA CIRCUMETNEA |
| ○ GI | Gestore Infrastruttura |
| ○ CdL | Centro di Lavoro |
| ○ RCdL | Responsabile Centro di Lavoro |
| ○ ARM | Armamento |
| ○ G.I.I. | Giunto isolante incollato |
| ○ TE | Trazione Elettrica |
| ○ IS | Impianti di Segnalamento |
| ○ PL | Passaggi a livello |
| ○ R | Raggio della curva |
| ○ LRS | Lunga rotaia saldata |
| ○ T | Temperatura della rotaia |
| ○ T _m | Temperatura media |
| ○ T _{max} | 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 |
| ○ S | Spostamento della bulinatura della rotaia |
| ○ St | Spostamento trasversale generalizzato lungo la curva |
| ○ PMC | Punta matematica del cuore |
| ○ c.a.p. | Cemento armato precompresso |
| ○ STT | Sostituzione totale delle traverse |
| ○  | Attacchi di rotaia serrati |
| ○  | Attacchi di rotaia non serrati |

- o  Attacchi di rotaia serrati 1 si e 3 no.

1.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

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

- I. Istruzione operativa PO 10_Gestione della manutenzione infrastrutture civili
- II. Istruzione tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C “Costituzione e controllo della Lunga rotaia saldata (LRS)” rev C del 12.03.2016
- III. Circolare n° 61 L.C.5.1.2/59526/103 “Istruzioni sulle luci di dilatazione delle rotaie” del 24.06.1959
- IV. Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 A “Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio” del 19.12.2001
- V. Documento Vossloh ST02
- VI. Specifica Tecnica di Prodotto RFI TCAR SP AR 02 001 A “Rotaie e barre per aghi” del 28.09.04
- VII. Documento RFI-DTC-DNS\A0011\P\2008\232 “Omologazione ancoraggi Vossloh SN per traverse” del 20.02.2008
- VIII. Regolamento delegato (UE) 2018/762
- IX. Linee Guida EURA “Requisiti del sistema di gestione della sicurezza per la certificazione della sicurezza o l'autorizzazione di sicurezza”
- X. MUM 01 IC - Apparecchio di Binario_rev.3
- XI. MUM 02 IC - Binario - Parametri Geometrici_rev.3
- XII. MUM 03 IC - Componenti del binario - Elementi strutturali
- XIII. Traversa monoblocco in c.a.p. croce fx 180 v armamento 50 e5 – scartamento 950 ÷ 980 mm - interasse 600 mm determinazione raggio minimo 100 m - binario LRS Relazione di Calcolo; Relazione verbale sperimentazione tratta Adrano-Bronte
- XIV. Studio propedeutico alla redazione di normativa ferroviaria per la costituzione del binario in LRS con traverse monoblocco in CAP da 180 cm e rotaie tipo 36 UNI in uso presso FCE

1.5 DENOMINAZIONE DI ROTAIE IN USO IN FCE 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.

| | Vecchia denominazione | Nuova denominazione (UNI EN 13674) |
|--------|-----------------------|---------------------------------------|
| Rotaie | 36 UNI | 36E1 |
| | 50 UNI | 50E5 |

Tabella 2

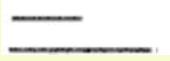
| | Vecchia denominazione | Nuova denominazione (UNI EN 13674) | Marcatura |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Qualità acciaio | 900 A | R260 |  |
| | 700 | R200 | Assenza di marcatura |

Tabella 3

Si precisa che le rotaie con nuova denominazione sono del tutto uguali a quelle con vecchia denominazione.

2 COSTITUZIONE DELLA LUNGA ROTAIA SALDATA

2.1 DEFINIZIONE DI LUNGA ROTAIA SALDATA E RELATIVE GRANDEZZE CARATTERISTICHE

Si definisce binario in lunga rotaia saldata (LRS) 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 LRS) rimane, quindi, immobile al variare della temperatura delle rotaie.

Le variazioni di temperatura generano, pertanto, nel corpo della LRS 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.

L'operazione denominata **regolazione delle tensioni interne delle rotaie** permette di minimizzare le sollecitazioni interne di trazione o compressione delle rotaie, dovute alle escursioni termiche e consiste in una serie di operazioni finalizzate a conseguire una determinata temperatura neutra.

Pertanto si definiscono:

- **temperatura neutra (T_n):** quella per la quale il corpo della LRS è privo di sollecitazioni interne (stato di tensioni nulle)
- **temperatura della rotaia (T):** la temperatura del ferro misurata;
- **temperatura di regolazione (T_r):** la temperatura neutra che si vuole realizzare all'atto della costituzione della LRS. All'atto della regolazione delle rotaie la temperatura neutra e quella di regolazione coincidono. La temperatura di regolazione si determina come al successivo paragrafo 2.4.2.
- **ΔT : differenza fra temperatura di regolazione e temperatura della rotaia:** rappresenta il delta termico che si deve "neutralizzare" affinché la rotaia sia priva di sollecitazioni;
- **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 anche in località diverse dello stesso tronco

- **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.

In FCE:

- per la linea "Paternò – Riposto" le rotaie elementari misurano 18 m per le 50E5 e di 36m per le 36E1

NOTA

La limitata lunghezza delle rotaie elementari, rispetto a quelle utilizzate da RFI (108/144m), dipende

dalla logistica di fornitura.

Tale condizione incide fortemente sulla tecnica di formazione della lunga rotaia saldata per le linee FCE, così come si vedrà nei prossimi paragrafi in cui la costituzione della LRS in FCE ferrovie a scartamento ridotto utilizza metodologie specifiche leggermente difformi a quelle di RFI a cui questa istruzione fa riferimento.

2.2 REQUISITI E IMPEDIMENTI PER LA REALIZZAZIONE DELLA LUNGA ROTAIA SALDATA

2.2.1 Requisiti

Secondo l' "Istruzione tecnica RFI TC AR IT AR 01 008 C "Costituzione e controllo della Lunga rotaia saldata (LRS)" rev C del 12.03.2016 II" i requisiti richiesti per la realizzazione della LRS sono:

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

| LUNGHEZZA MINIMA | PROFILO ROTAIE | TIPO TRAVERSE |
|------------------|----------------|---------------|
| *110 m | 36E1 | CAP |
| **115 m | 50E5 | CAP |

Tabella 4

Tratti di binario con lunghezze inferiori devono essere realizzati con giunzioni secondo a quanto previsto nel §5. Per tratti di binario di estesa superiore ai limiti di Tabella 4, ma con lunghezze prossime a tali limiti, posti tra binari costituiti a giunzioni, dovrà essere valutata l'opportunità o meno di costituire la LRS, ciò in considerazione dell'esigenza di realizzare comunque le giunzioni di estremità della LRS (2.4.5) e di istituire i relativi picchetti di controllo (4.1).

*vedi punto XIV

** vedi punto II

Della documentazione di riferimento

b) Tracciati con curve di raggio R, compresi i raccordi, e caratteristiche minime di cui alla Tabella 5:

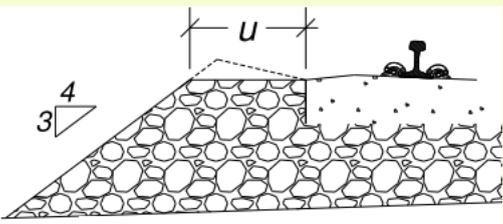
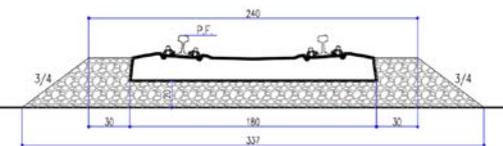
| TIPO TRAVERSA | SPARTITO TRAVERSE [cm] | DISTANZA MINIMA "u" [cm] | RAGGIO R [m] | NOTE |
|---------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Tabella 1 | 66,6 | 30 | $\infty \leq R \leq 150$ |  <p>Spessore minimo della massicciata sotto traversa: 15 cm, da misurarsi in corrispondenza della rotaia bassa</p> <p>(1) con rialzo del ciglio dell'unghiatore per h= 10 cm ed l= 30 cm</p> |
| Tabella 1 | 60 | 30 | $149 \leq R \leq 100$ | <p>Sezione massicciata tipologica in FCE</p>  |

Tabella 5: per le linee a scartamento ridotto

b1) Nelle stazioni:

nei tratti dei binari compresi tra i marciapiedi è ammessa la LRS per qualsiasi valore del raggio delle curve, e con qualunque tipo di traversa, purché la massicciata sia a livello costante al piano superiore delle traverse e risulti incassata tra i marciapiedi. Nelle curve di raggio inferiore ai minimi di cui alla Tabella 5 è però posta un'ulteriore condizione: tali marciapiedi dovranno contenere 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 Tabella 5
- sui binari di precedenza: vale quanto prescritto dalla Tabella 5
- sui binari secondari di stazione e di scalo è ammessa la LRS per qualsiasi valore del raggio delle curve, e con qualunque tipo di traversa, purché la massicciata sia a livello costante al piano superiore delle traverse e risulti incassata fra altri binari o nel corpo stradale

b2) Nelle gallerie:

nelle gallerie è ammessa la LRS per qualunque valore del raggio e con qualunque tipo di traversa. Nei tratti di imbocco (**di lunghezza di 75 metri**), su curve di raggio inferiore ai minimi di cui alla Tabella 5, è ammessa la

LRS purché la massicciata sia a livello costante al piano superiore delle testate delle traverse e risulti incassata tra le banchine e/o i piedritti che dovranno contenere al massimo due binari, il cui interasse non sia superiore a 4,0 metri

- **binario dotato di rotaie nuove** od usate servibili in buono stato, dei profili 36E1 e 50E5, con attacchi elastici od indiretti dei tipi 36 e 50 –nonché con giunti isolanti incollati
- **traverse in buone condizioni**, poste agli interassi prescritti e massicciata, costituita da pietrisco di pezzatura regolare, avente la sagoma minima indicata in Tabella 5
- **scambi con cuori di rotaie** assemblati con chiodi ad alta resistenza a bloccaggio irreversibile,

IN OGNI CASO, GLI SCAMBI DOVRANNO AVERE LE ESTREMITÀ DI INGRESSO E DI USCITA SALDATE ALLE ROTAIE ATTESTANTI.

2.2.2 Impedimenti

Costituiscono impedimento all'adozione della LRS:

- la mancanza di uno solo dei **requisiti** di cui sopra;
- 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.

2.2.3 Casi particolari

I punti singolari quali **scambi e passaggi a livello** non devono ricadere nella tratta di estremità di LRS che subisce spostamenti.

Pertanto, prudentemente, si stabilisce che i giunti di estremità della LRS distino almeno 100 m (150 m per i binari armati con traverse di legno) da tali punti singolari (Fig.1),

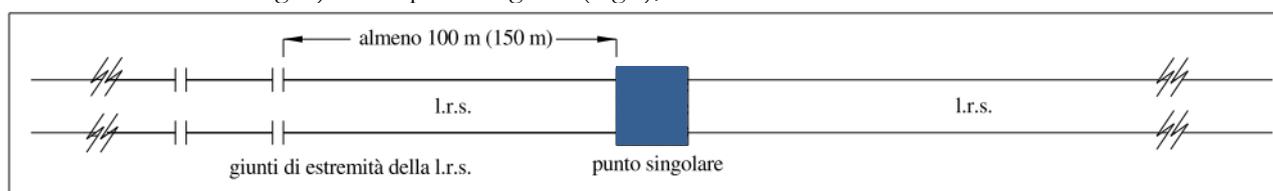


Figura 1

Nei casi in cui tale distanziamento fra punto singolare ed estremità della LRS non sia possibile, la LRS 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).

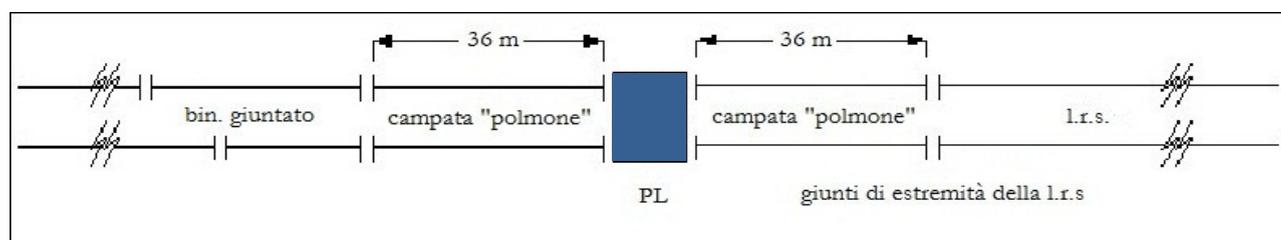


Figura 2

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

Nel caso di scambi con cuori di rotaia assiemati con le normali chivarde o con cuori monoblocco con estremità saldabili 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 (Figura 3).

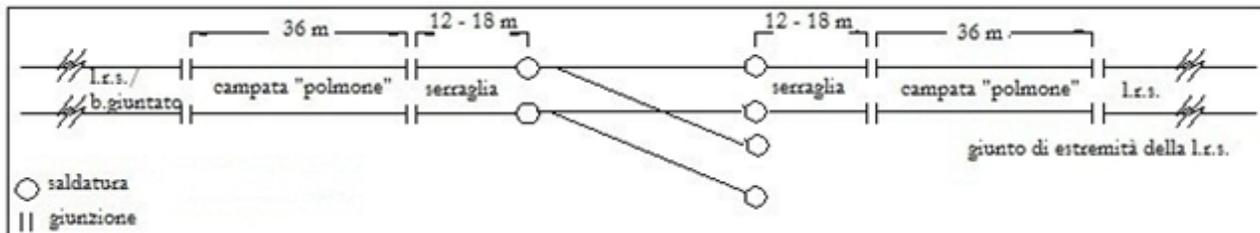


Figura 3

2.3 FASI OPERATIVE PER LA COSTITUZIONE DELLA LRS

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 massiciata
- ricambio rotaie
- eliminazione delle giunzioni nel binario giuntato
- intervento a sé stante

IN TUTTI I CASI, COMPRESI I BINARI IN STAZIONE TRA MARCIAPIEDI, IL BINARIO CONTINUO IN ASSETTO DEFINITIVO DOVRÀ ESSERE REGOLATO.

La regolazione delle tensioni interne nella LRS è quell'attività di armamento che consente di instaurare nella rotaia uno stato neutro tensionale ad una determinata temperatura, detta **temperatura di regolazione**. In altre parole, le coazioni derivanti dalle sollecitazioni termiche (aumento o diminuzione della temperatura alla rotaia) e dalle resistenze dovute essenzialmente all'ammorsamento delle traverse nella massiciata e alla tenuta degli organi di attacco rotaia-traversa sono in equilibrio

In altre parole vale l'espressione vettoriale:

$$\Sigma F + \Sigma R = 0$$

Dove

F = sollecitazioni termiche

R = resistenze dovute al binario

Ciò detto, per la costituzione della LRS, 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 i seguenti limiti di temperatura previsti dalle specifiche norme che:

- per rotaie in acciaio normale tipo R200: minimo -5 °C
- per rotaie in acciaio duro tipo R260: minimo 0 °C

2.3.1 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
- riscaldamento naturale delle rotaie.

Il riscaldamento naturale potrà utilizzarsi solo quando, durante il periodo stabilito per l'esecuzione dei lavori di costituzione della LRS, sia possibile raggiungere la temperatura di regolazione con una tolleranza di ± 2 °C.

Per ogni sistema di regolazione utilizzato tutti i dati relativi alla costituzione della LRS vanno indicati

sull'Allegato 1.

L'Allegato 1 va conservato agli atti dell'Impianto fino alla successiva regolazione.

2.3.1.1 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 Δl corrispondenti alla differenza ΔT 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 Δl corrispondente ad un ΔT è dato da:

$$\Delta l = \alpha l \Delta T \text{ mm}$$

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 $\Delta T = 1^\circ\text{C}$ si induce (su rotaie libere di qualunque sezione trasversale A) un $\Delta l = 1,2$ mm per ogni tratto l di 100 m.

Il tiro F da applicare per ottenere un ΔT è dato da:

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

Indicando con:

$E = 210 \text{ kN/mm}^2$ modulo di elasticità dell'acciaio;

A = sezione trasversale delle rotaie nuove (50E5: $A = 6350 \text{ mm}^2$; 36E1: $A = 4630 \text{ mm}^2$);

si ricava che il tiro F da applicare per ottenere il $\Delta T = 1^\circ\text{C}$ è pari a **16,0 kN se applicato ad una rotaia 50E5 e a 11,7 kN se applicato ad una rotaia 36E1**

Detto sistema verrà impiegato nei limiti dei carichi e delle corse del morsetto e comunque secondo quanto riportato nella seguente Tabella 6.

Esempio per l'utilizzo del morsetto tendirotaie:

Considerando un intervento su un tratto di binario con semisezioni:

$$L_1 = L_2 = 400 \text{ m}$$

E temperatura misurata alla rotaia:

$$T = 20^\circ$$

Temperatura di regolazione:

$$T_r = 32^\circ$$

Calcolo allungamenti in metri:

$$a_1 [\text{mm}] = a_2 [\text{mm}] = (T_r - T) \cdot L_1 \cdot \alpha \cdot 10^3 = 12 \cdot 400 \cdot 0,000012 \cdot 10^3 = 58 \text{ mm};$$

Il morsetto dovrà avere una corsa disponibile di almeno:

$$A = a_1 + a_2 = 116 \text{ mm}$$

Per un determinato morsetto avente corsa massima Z [mm] il limite di $(T_r - T)$ è:

$$(T_r - T)_{\text{lim}} = Z / [(L_1 + L_2) \alpha] / 10^3;$$

Il valore della somma degli allungamenti $A = (a_1 + a_2)$ deve essere minore di Z .

$$\text{Per } Z = 120 \text{ mm};$$

Il valore del salto termico sopportabile sarà pari a:

$$(T_r - T)_{lim} = 25^{\circ}\text{C};$$

Ossia per $T_r = 32^{\circ}\text{C}$ la temperatura della rotaia potrà essere minimo 7°C .

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

$$\text{per rotaie 36E1: } (T_r - T)_{lim} = F_{max}/11,7 \quad \text{per rotaie 50E5: } (T_r - T)_{lim} = F_{max}/16,0$$

Quindi per un morsetto avente sforzo massimo pari a 600 kN, il salto termico sopportabile per rotaie 50E5 è pari a

$(T_r - T)_{lim} = 600/16 = 37,5^{\circ}\text{C}$, per cui la temperatura limite minima corrispondente alla rotaia sarà di $-5,5^{\circ}\text{C}$

Analogamente si calcola per rotaie 36E1:

$(T_r - T)_{lim} = 600/11,7 = 51,28^{\circ}\text{C}$, per cui la temperatura limite minima corrispondente alla rotaia sarà di $-19,3^{\circ}\text{C}$

La Tabella 6 mette in relazione le caratteristiche di tracciato (rettifili e raggi R), la lunghezza massima ammessa L delle semisezioni da regolare ed il salto termico ΔT 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 200 m per rotaie 36 E1 mentre per rotaie da 50E5 il raggio minimo è pari a 100 m ed il ΔT massimo ammesso è pari a 20°C .

| $\Delta T_{max} [^{\circ}C]$ ammesso = $T_r - T$ | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Raggio [m] | L = 108 m | L ≤ 216 m | L ≤ 324 m | L ≤ 432 m | L ≤ 540 m |
| 100-150 | 15 | | | | |
| 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 6: valori di ΔT_{max} ammessi funzione di Raggi di curvatura R e lunghezze L per FCE

Le regolazioni vanno eseguite utilizzando, per ciascuna classe di raggio, le semisezioni di lunghezza massima ammesse dalla Tabella 6, in relazione al salto termico ΔT 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 ΔT e/o di lunghezze delle semisezioni L modesti può comportare valori Δl degli allungamenti difficili da apprezzare (nell'ordine di pochi millimetri), soprattutto in corrispondenza dei quarti: in tali casi è opportuno regolare con riscaldamento naturale quando possibile.

Qualora non fosse possibile, si dovrà eseguire una regolazione che comprenda oltre il tratto da regolare, anche tratti già regolati a cavallo del tratto considerato, al fine di avere una lunghezza utile sufficiente al calcolo degli allungamenti di cui in precedenza.

Si riportano nel seguito alcuni esempi a chiarimento della Tabella 6

Esempio n°1.

Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea in curva di raggio $R = 310$ m.

La temperatura della rotaia all'atto della regolazione sia $T = 20^{\circ}C$ e la temperatura di regolazione $T_r = 33^{\circ}C$; il ΔT è pari quindi a $13^{\circ}C$

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 ΔT massimo ammesso di $30^{\circ}C > 13^{\circ}C$, che con semisezioni di lunghezza L maggiore di 108 m e fino a 216 metri, cui corrisponde un ΔT massimo ammesso di $18^{\circ}C > 13^{\circ}C$.

Si dovrà utilizzare, salvo impedimenti, la semisezione di lunghezza maggiore ($L = 216$ m).

Non è ammesso, per tale campo di raggio, regolare con semisezioni di lunghezza $L > 216$ metri.

Esempio n°2.

Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea AB di lunghezza 220 metri in curva di raggio $R = 150$ m armato con rotaie 50E5.

Il ΔT sia di 5°C , per quanto in Tabella 6 si dovrebbe eseguire la regolazione con semisezioni di lunghezza $L = 110$ m (uguale a circa 108m), cui corrisponderebbe il

$$\Delta l = \alpha l \Delta T \text{ mm} = \alpha = 0,000012 \times 110 \times 5 = 6,6 \text{ mm}$$

Il valore dei quarti sarà:

$$\Delta l / 4 = 1,65 \text{ mm}$$

Per cui gli allungamenti ai quarti saranno:

1 quarto: 1,65mm; 2 quarto: 3,30mm; 3 quarto: 4,95mm; 4 quarto: 6,60mm;

l'allungamento, 1,65mm, in corrispondenza del primo quarto, sarebbe di difficile apprezzamento.

In tal caso è quindi opportuna la regolazione con riscaldamento naturale se possibile o allungare la sezione in zone già regolate come si vedrà in seguito

Esempio n°3.

Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea AB di lunghezza 700 metri in curva di raggio $R = 600$ metri.

Il ΔT sia pari a 10°C .

Applicando la tabella, si potrà eseguire la regolazione preferibilmente con semisezioni di lunghezza $L = 350$ m (colonna $L \leq 432$ m), cui corrisponde un ΔT massimo ammesso di 11°C , oppure con semisezioni di lunghezza differente $L_1 = 300$ m e $L_2 = 400$ m, cui corrisponde lo stesso ΔT massimo ammesso di 10°C .

Esempio n°4.

Si suppone di eseguire la regolazione su un tratto di linea AB di lunghezza 800 metri in curva di raggio $R = 1100$ metri.

Il ΔT sia pari a 20°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 degli 800 metri, i restanti 152 metri vanno inclusi nella sezione da regolare nei giorni successivi

Esempio n°5.

Si suppone di eseguire, la regolazione su un tratto di linea AB di lunghezza 200 metri in curva di raggio $R = 100$ m.

Il ΔT sia di 10°C per quanto in tabella, si dovrebbe eseguire la regolazione con semisezioni di lunghezza $L = 100$ m, cui corrisponderebbe il

$$\Delta l = \alpha l \Delta T \text{ mm} = \alpha = 0,000012 \times 100 \times 10 = 12 \text{ mm}$$

Il valore dei quarti sarà:

$$\Delta l / 4 = 3 \text{ mm}$$

Per cui gli allungamenti ai quarti saranno:

1 quarto: 3mm; 2 quarto: 6 mm ; 3 quarto: 9mm ; 4 quarto: 12mm ;

2.3.1.2 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 $T_r - 2^\circ\text{C}$ e $T_r + 2^\circ\text{C}$.

Si stabilisce che le semisezioni da regolare abbiano la lunghezza L massima indicata nella seguente tabella:

| Regolazioni con riscaldamento naturale | |
|--|----------------|
| Curva di raggio fra 100 e 200 con sopraelevazione max 100 mm | $L \leq 80$ m |
| curva di qualsiasi raggio con sopraelevazione > 60 mm | $L \leq 275$ m |
| retta e curva di qualsiasi raggio con sopraelevazione \leq 60 mm | $L \leq 400$ m |

Tabella 7

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.

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.

2.3.2 Costituzione della LRS in occasione di costruzione a nuovo

Tale operazione avviene in assenza di esercizio ferroviario.

In questo caso, le due fughe di rotaie devono essere poste in opera in modo tale che le testate delle rotaie elementari da 18 m o 36 m, destinate ad essere successivamente saldate con procedimento alluminotermico o elettrico 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).

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

- 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
- alla riguaritura delle testate delle traverse, utilizzando anche il pietrisco dell'unghiatura, per garantire **una distanza minima "u" di almeno 30 cm.**
- 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 misurate con corde da 10m

Dopo la realizzazione del binario continuo in assetto provvisorio si realizzerà il binario in assetto definitivo, con la prescritta sagoma della massiciata 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 Tabella 8.

2.3.3 Rinnovamento del binario/STT, associato o meno a risanamento della massicciata, e ricambio rotaie, eliminazioni giunzioni.

Tali operazioni avvengono in regime di interruzione di esercizio ferroviario.

Pur consigliando la posa a rotaie sfalsate, è ammessa la posa di rotaie con testate affacciate. Questo, nel caso in cui si tratti di rotaie elementari di lunghezza compresa tra 12 e 36 m da saldare con il procedimento alluminotermico, come ad esempio nei casi di rinnovamento mediante varo di campate di lunghezza max 36m montate fuori opera. La lunghezza massima di varo è pari a 72 m e **l'attività specifica viene generalmente svolta in orario notturno con ripresa dell'esercizio ferroviario ad operazioni terminate, previa verifica delle condizioni di sicurezza per la ripresa della circolazione ferroviaria, con un rallentamento con velocità massima imposta fino a 20 km/h.**

Le testate destinate a diventare giunzioni estreme definitive della LRS 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.

È ammesso, l'utilizzo di traverse speciali di giunzione in c.a.p.

Se 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 dalle norme. Successivamente occorrerà eseguire al più presto le operazioni di formazione del binario continuo e la trascrizione della nuova temperatura di posa.

È infine ammessa la posa di rotaie con testate affacciate da saldare con il procedimento alluminotermico nei giunti isolanti incollati, negli scambi, ecc.

Contestualmente si procede

- al rilievo della temperatura di posa T_p delle rotaie**, subito dopo il serraggio degli organi di attacco, da verbalizzare e trascrivere, in modo indelebile, sul gambo delle stesse
- alla riguaritura delle testate delle traverse**, utilizzando anche il pietrisco dell'unghiatura, per garantire una distanza minima "u" di almeno 30 cm.
- 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 misurate con corde da 10 m sia con mezzi manuali (filo armonico e metro) che con carrellino informatizzato.

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).

In FCE, durante tutte queste fasi le temperature che le rotaie possono raggiungere, senza l'adozione di alcun provvedimento, sono quelle in Tabella 8.

| Tipo di traversa | Tracciato del binario | Limiti di temperatura (binario in assetto provvisorio) | Limiti di temperatura (binario in assetto definitivo) |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|--|
| FX 180V SR 180V FS V35 DP-SR | Rettifili Curve con $R \geq 400$ m | $T_p + 20$ °C | $T_p + 20) + 1$ °C ogni 3000 tonnellate-treno transitate con il limite $T_p + 30$ °C |
| | Curve con $399 \geq R \geq 200$ | $T_p + 15$ °C | $T_p + 15) + 1$ °C ogni 3000 tonnellate-treno transitate con il limite $T_p + 30$ °C |
| | Curve con $199 \geq R \geq 100$ | $T_p + 10$ °C | $T_p + 10) + 1$ °C ogni 3000 tonnellate-treno transitate con il limite $T_p + 30$ °C |

Tabella 8

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 Tabella 8, 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, secondo quanto previsto dalla IV
- 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 con testate a luce zero, secondo quanto previsto dalla Tabella 17 del §5

Tali giunzioni andranno gestite secondo §5 di questa Istruzione operativa e andrà monitorata la temperatura delle rotaie affinché non si abbiano luci superiori a 15 mm in caso di successivi abbassamenti della temperatura, o eccessive 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 $R \geq 500$ m oppure superiori a 10 °C per il binario con curve di raggio $R < 500$ 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 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 2.3.4.

2.3.4 Risanamento a sé stante della massiciata e ricostituzione della LRS

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

- **Caso a) $T > T_r$**
- **Caso b) $T \leq T_r$**
- **Caso c) $T < T_r$ fuori dai limiti caso b)**
- **Caso d) Risanamento in gallerie**

In ciascuno dei seguenti casi il binario appena risanato, posto in assetto geometrico provvisorio, dovrà essere riguarantito con pietrisco, anche di nuova fornitura, garantendo una distanza minima “u” di almeno 30 cm. Detto binario dovrà essere sommariamente livellato ed allineato; si ammettono difetti di allineamento minori o uguali a 10 mm misurati per corde di 20 m sia con mezzi manuali (filo armonico e metro) che con carrellino informatizzato.

Caso a)

Quando si esegue il risanamento della massiciata a temperatura della rotaia T superiore a quella di regolazione T_r , $T > T_r$, 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 LRS soggetto al risanamento
- b) scarico delle tensioni interne di tale tratto di binario LRS tramite allentamento di tutti gli organi di attacco delle rotaie alle traverse procedendo dal taglio verso il centro della campata
- c) rilievo della temperatura del ferro T_p , che andrà trascritta in modo indelebile sulle rotaie

- d) risanamento del tratto di binario LRS
- e) riguaritura delle traverse e sommario livellamento e allineamento del binario
- f) esecuzione della saldatura.

Relativamente alle cautele del punto 2.3.3 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, 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, a temperatura della rotaia T inferiore o uguale a quella di regolazione T_r ($T \leq T_r$) e contenuta nei seguenti limiti:

- binario in retta o in curva di raggio R maggiore o uguale a 600 m: $T_r - 30 \leq T \leq T_r$
- binario in curva di raggio R compreso tra 200 m $\leq R < 600$ m: $T_r - 20 \leq T \leq T_r$
- binario in curva di raggio R compreso fra 100 m $\leq R < 200$ m: $T_r - 10 \leq T \leq T_r$

è ammesso non operare tagli.

Relativamente alle cautele del punto 2.3.3 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 pregressa temperatura di regolazione T_r .

Caso c)

Quando si esegue il risanamento della massiciata con $T \leq T_r$ ma fuori dai limiti indicati nel precedente caso b) prima del deconsolidamento del binario, lo stesso dovrà essere scaricato delle sue tensioni interne mediante il taglio delle rotaie, operando come indicato nel precedente caso a).

Se la luce ottenuta a seguito del taglio è eccessiva per la saldatura, sarà necessario inserire uno spezzone di rotaia della lunghezza prevista dalla IV

Relativamente alle cautele del punto 2.3.3 ed al fine di programmare le operazioni di regolazione definitive delle tensioni interne, dovrà pertanto essere considerata la temperatura di posa T_p .

In ciascun caso esaminato a), b), 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 2.3.3.

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

Caso d)

Quando si esegue il risanamento della massiciata su binari in LRS., posti nelle gallerie, 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.

2.3.5 Costituzione della LRS interessante binari già armati con giunzioni

La costituzione della LRS va eseguita con le norme di cui al p.to 2.3.2 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 2.3.2.

2.4 REGOLAZIONE DELLE TENSIONI INTERNE NELLA LRS

Come già accennato nei paragrafi precedenti, **la regolazione delle tensioni interne nella LRS** è quell'attività di armamento che consente di "innescare" nella rotaia uno stato neutro tensionale ad una determinata temperatura,

detta temperatura di regolazione.

2.4.1 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 LRS andrà eseguita prima che la temperatura della rotaia T superi le temperature limite (T_l e T_l') indicate in Tabella 9.

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} .

| | Temperature Limite T_l e T_l' |
|--|---|
| Binario continuo in assetto geometrico definitivo (prescritta sagoma della massicciata, rinalzato 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 9

La regolazione delle tensioni interne delle rotaie, per la costituzione della LRS, si attua, con il binario nel suo assetto definitivo e con la massicciata consolidata, secondo la seguente Tabella 10.

| Esecuzione regolazione delle tensioni interne delle rotaie |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Assestamento massicciata con transito di 20.000 tonnellate |

Tabella 10

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 2.3.2 ed istituzione di eventuali rallentamenti.

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

2.4.2 Temperatura di regolazione

In generale la temperatura T_r di regolazione delle tensioni interne delle rotaie è data da:

$$T_r = T_m + 5 \text{ °C}$$

ove: $T_m = (T_{max} + T_{min}) / 2$

- T_{max} Media nel triennio delle temperature massime misurate al binario
- T_{min} Media nel triennio delle temperature minime misurate al binario

(In FCE considerando la preponderanza di temperature elevate dovute a condizioni climatiche, in mancanza di dati certi, a vantaggio di sicurezza si adotta una temperatura di regolazione:

$$T_r = 33 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$$

2.4.3 Operazioni di regolazione con morsetto tendirotaia in vari casi

2.4.3.1 Cantieri di rinnovamento e/o costruzione a nuovo

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

- andranno regolate entrambe le fughe di rotaia contemporaneamente, se possibile. Qualora per ragioni logistiche, attività eseguite in ore notturne, con difficoltà all'utilizzo di tutti i macchinari necessari, a garanzia della sicurezza dei lavoratori potranno essere regolate le due fughe di rotaie in sequenza, con l'accortezza di utilizzare la stessa temperatura neutra.
- 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
- 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 Tabella 6.
- 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

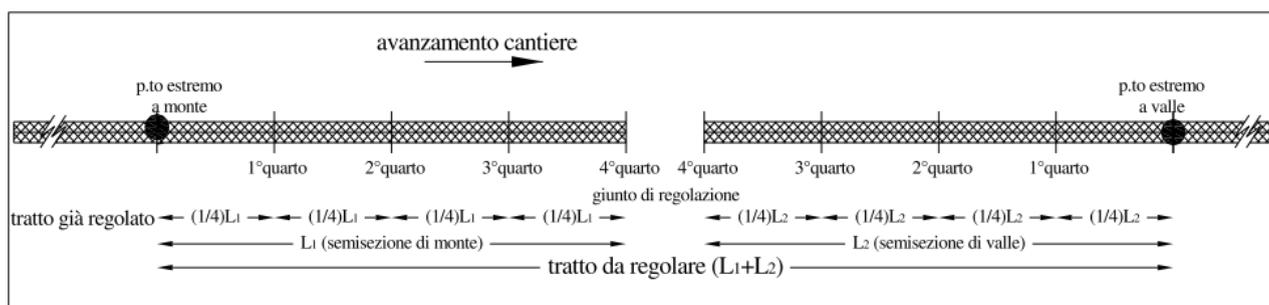


Figura 4 (rif. punti a - d)

- 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, (o di una se si opera in sequenza per ogni fuga 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) oppure $30/0,66 = 45$ (con spartito di 0,666 metri). Invece l'allentamento nella semisezione di monte deve arrestarsi prima dei punti estremi ad una distanza "d" (in metri) da questi pari al ΔT in °C da realizzare, corrispondente ad un numero di appoggi pari a tale distanza diviso lo spartito (ad esempio con un $\Delta T = 12$ °C, l'allentamento deve arrestarsi 12 metri prima del punto estremo, corrispondenti a $12/0,6 = 20$ appoggi (con spartito di 0,6 metri) oppure $12/0,666 = 18$ appoggi (con spartito di 0,666 metri).

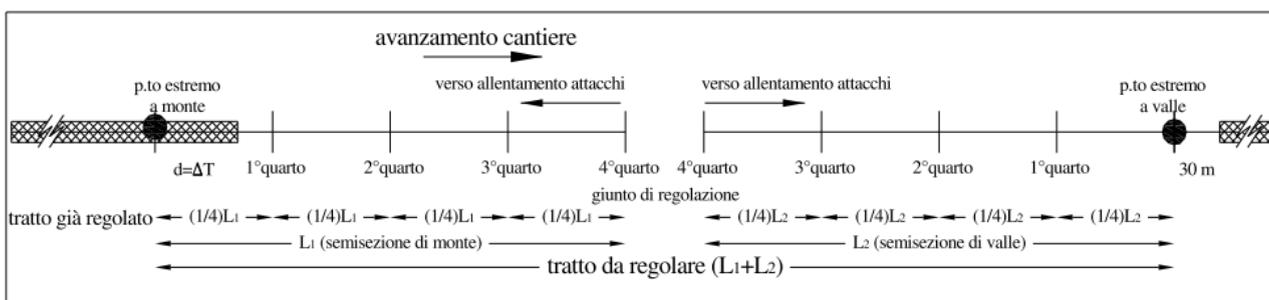


Figura 5 (rif. punto e)

- 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 ΔT in °C da realizzare. Ad esempio d per $\Delta T = 12^\circ\text{C}$ risulterà $d = 12$ m.

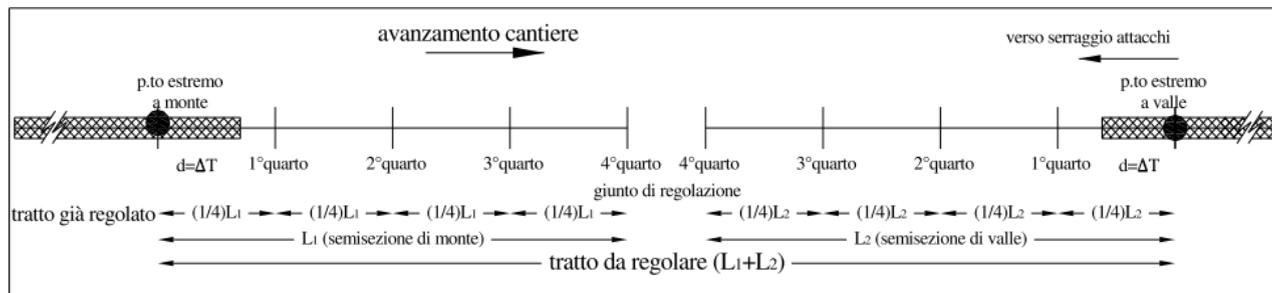


Figura 6 (rif. punto f)

- 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.
- 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 (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
- j) fra le testate da saldare dovrà rimanere una luce “ l_t ” pari alla somma degli allungamenti da realizzare più quella richiesta per il tipo di saldatura da eseguire “ l_s ” – $(2 \div 3)$ 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.
- 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

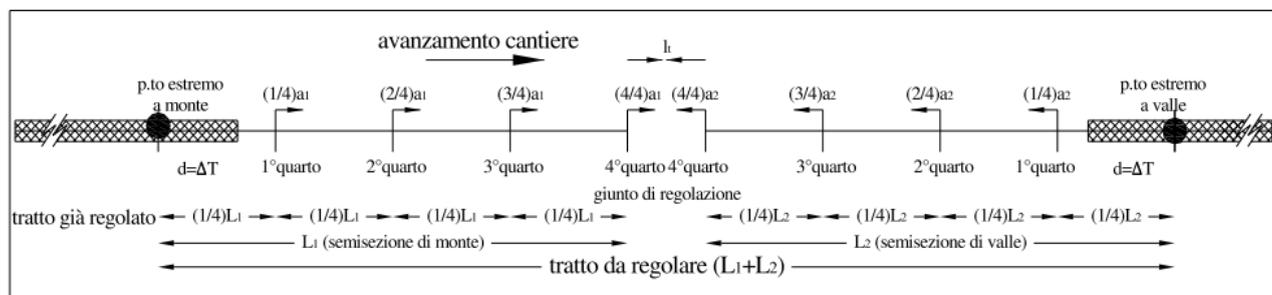


Figura 7 (rif. punti g - k)

- l) sistemare i morsetti tendirotaie, eventualmente 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

- n) riprendere il tiro finché anche i riferimenti del 4° quarto della semisezione a monte raggiungono i corrispondenti segni di controllo

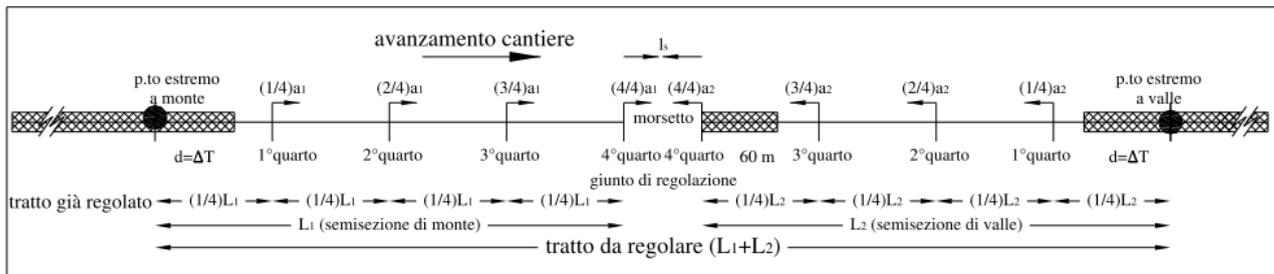


Figura 8 (rif. punti l- n)

Nota 1: Qualora la temperatura di posa T sia superiore alla temperatura di regolazione T , 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 XI-IV.

Nota 2: 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:

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 rettilineo. Gli allungamenti valgono:
 $a_1 = (32 - 20) \cdot 400 \cdot 0,000012 = 0,0576 \text{ m} = 57,6 \text{ mm}$ (1° quarto: 14,4 mm; 2° quarto: 28,8 mm; 3° quarto: 43,2 mm; 4° quarto: 57,6 mm);
 $a_2 = (32 - 20) \cdot 300 \cdot 0,000012 = 0,0432 \text{ m} = 43,2 \text{ mm}$ (1° quarto: 10,8 mm; 2° quarto: 21,6 mm; 3° quarto: 32,4 mm; 4° quarto: 43,2 mm);
 fra le testate da saldare dovrà rimanere una luce " l_i " pari a $(57,6 + 43,2) \text{ mm}$ + quella richiesta per il tipo di saldatura da eseguire " l_s " - $(2 \div 3) \text{ mm}$.

- 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

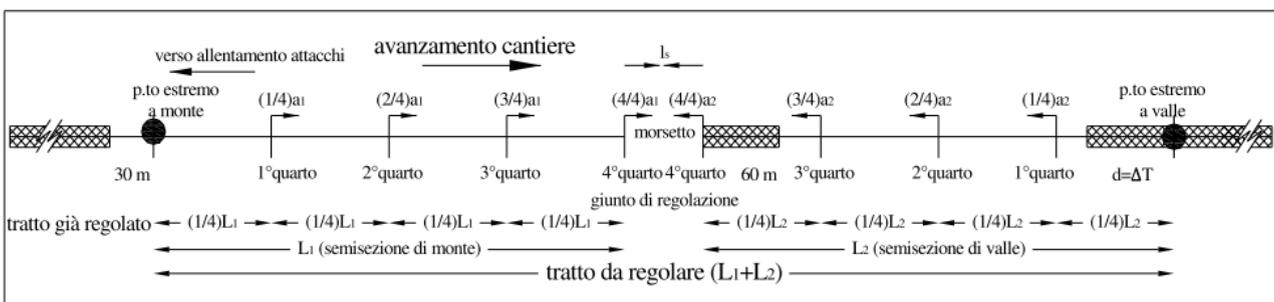


Figura 9 (rif. punto o)

- p) controllare il corretto allineamento dei quarti di entrambe le semisezioni, per la posizione dei quali è ammessa una tolleranza di ± 1 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 da queste, lasciando libere le rotaie in corrispondenza dei 24 metri a cavallo delle giunzioni stesse. Si ricorda che nella semisezione a valle dovranno essere liberati i primi 12 metri dei 60 metri a partire dal giunto di regolazione

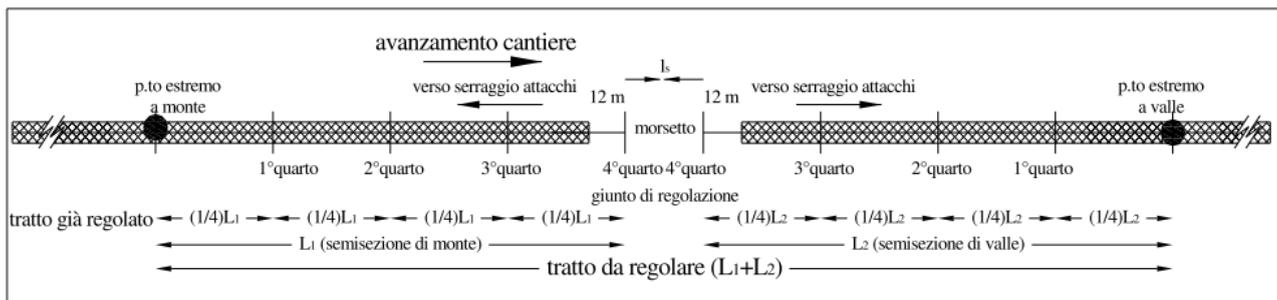


Figura 10 (rif. punti p - q)

- r) non appena iniziate le operazioni di cui al precedente punto, eseguire, con i morsetti in presa, le saldature alluminotermica
- 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.

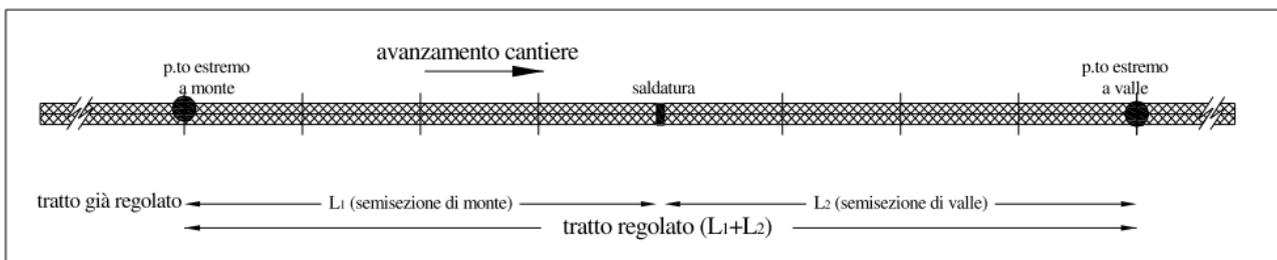


Figura 11 (rif. punti r - t)

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 2.4.5.

2.4.3.1.1 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 2.3.1.1 ad eccezione dei seguenti punti che sono così modificati:

- 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 ΔT 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

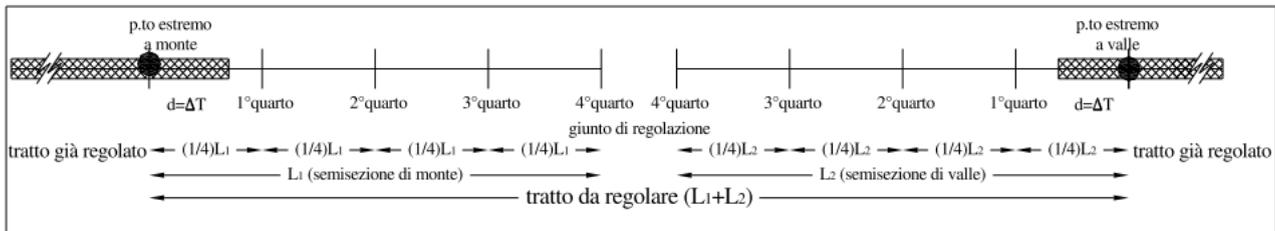


Figura 12 (rif. punto e)

- m) iniziare e proseguire il tiro finché i riferimenti del 4° quarto di una delle due semisezioni raggiungono i corrispondenti segni di controllo. Su detta semisezione andranno rimossi i rulli e serrati gli attacchi su un tratto di 18 metri 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
- p) 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 da queste, lasciando libere le rotaie in corrispondenza dei 24 metri a cavallo delle giunzioni stesse.

Operazione di regolazione con riscaldamento naturale delle rotaie

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 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

- a) andranno regolate entrambe le fughe di rotaia, contemporaneamente se possibile
- b) in corrispondenza dei punti estremi delle due semisezioni da regolare, contrassegnare la suola ed il gambo delle rotaie con segni 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
- 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

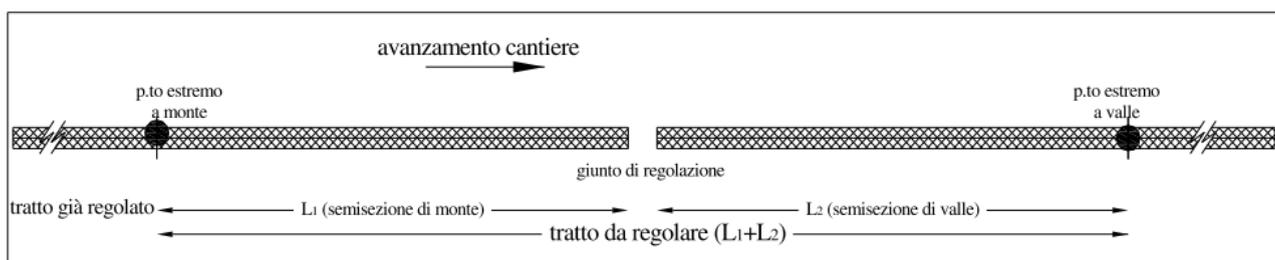


Figura 13 (rif. Punti a - d)

- e) quando la temperatura della rotaia T è compresa nell'intervallo tra $T_r - 15 \text{ }^\circ\text{C}$ e $T_r + 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 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

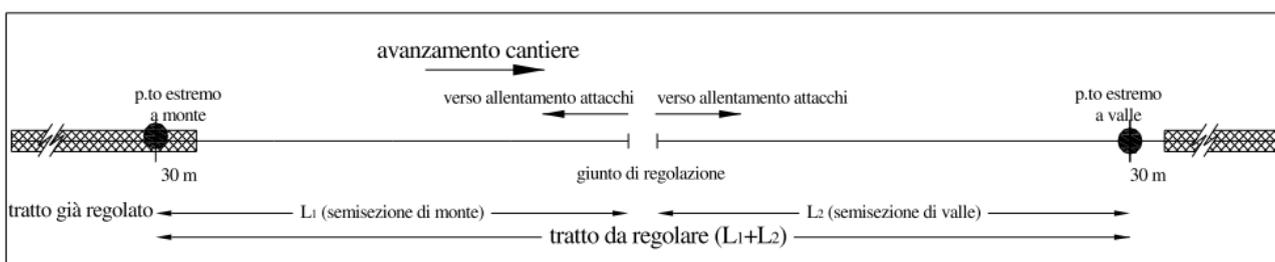


Figura 14 (rif. punto e)

- 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 $T_r - 2 \text{ }^\circ\text{C}$ e $T_r + 2 \text{ }^\circ\text{C}$. 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

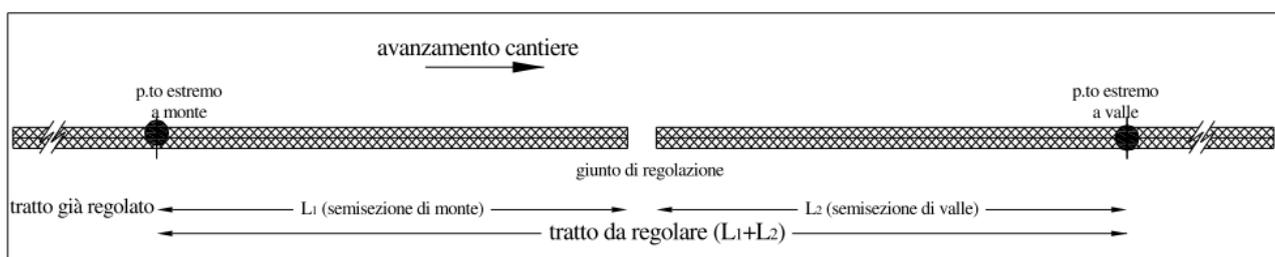


Figura 15 (rif. punti f - h)

- 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

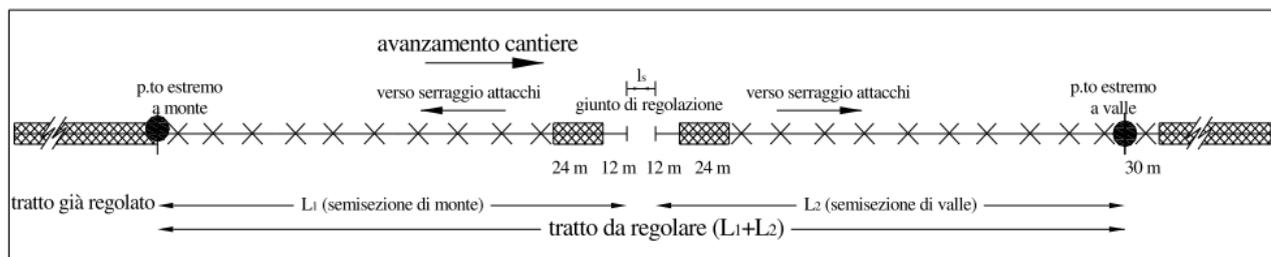


Figura 16 (rif. punto i)

- 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.

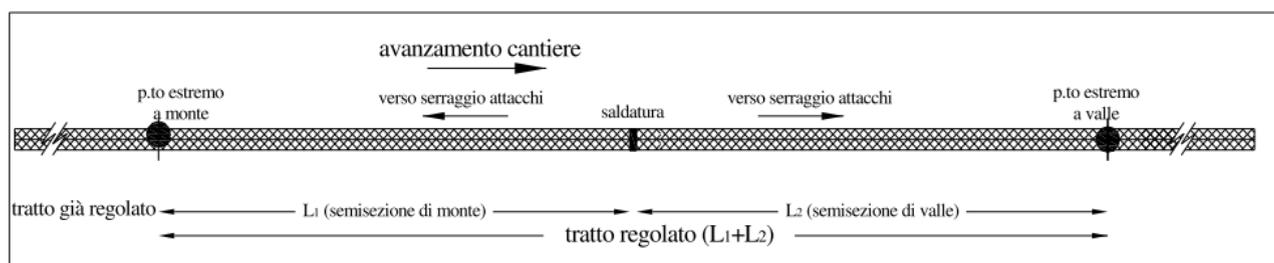


Figura 17 (rif. punti j - k)

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 2.3.1.2.

2.4.4 Regolazione della LRS 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 2.4.3 alcune operazioni potranno essere anticipate.

Nelle interruzioni precedenti quella occorrente per la regolazione della LRS, 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
- 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 punti 2.4.3.
- Sulla tratta ove sono stati allentati gli organi di attacco andrà preventivamente disposta una riduzione di velocità a 30km/h fino al completamento delle attività di regolazione. L'allentamento degli organi di attacco dovrà essere programmato con il minimo anticipo rispetto alle restanti attività.

2.4.4.1 Regolazione delle tensioni interne delle rotaie nei binari in galleria

Nelle gallerie di lunghezza maggiore o uguale a 150 m è ammessa la LRS per l'intera estesa nel rispetto dei requisiti di cui al par. 2.2.1 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 LRS 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 LRS 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 2.4.2, 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 gallerie stesse.

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.

2.4.5 Regolazione della LRS in corrispondenza dell'estremità

Oltre le estremità della LRS il binario dovrà essere realizzato o con giunzioni, conformemente al §5 a questa Istruzione operativa, o con le campate "polmone". Per la formazione delle luci di dilatazione delle giunzioni, così come per il loro controllo, si applica quanto previsto al § 5 le norme integrate da quanto segue.

Prima di procedere alla regolazione delle tensioni interne nella semisezione di estremità della LRS occorre provvedere alla sistemazione delle luci del binario alla estremità della LRS e delle restanti luci indicate in Figura 18. Se il punto singolare non inserito in LRS è uno scambio e l'estremità della LRS interessa il tallone, si farà riferimento al caso a).

Quando l'estremità della LRS interessa la punta dello scambio si farà riferimento al caso b).

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

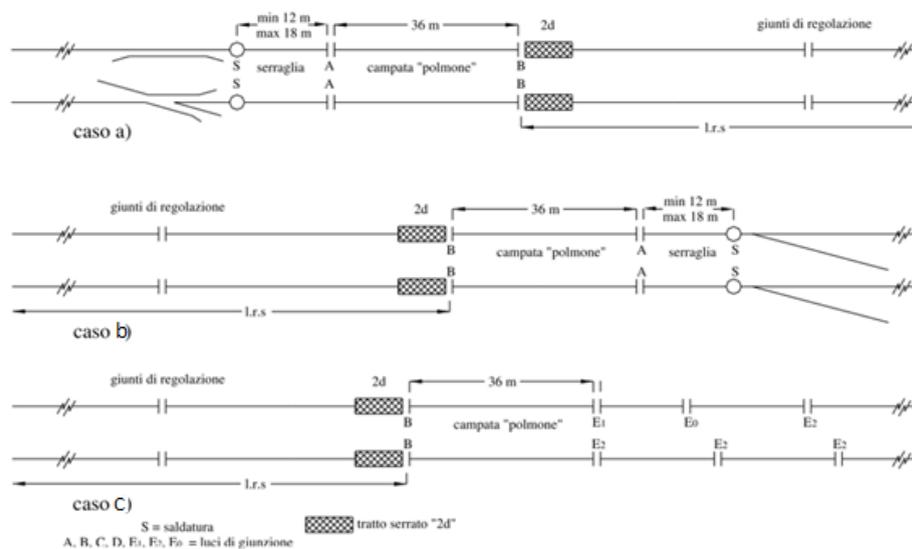


Figura 18

Per la sistemazione delle luci, le lunghezze di rotaia da considerare per il calcolo di ciascuna luce di cui in Figura 18 sono riportate in Tabella 11. 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 $\frac{1}{2}$ lunghezza serraglia |
| C | $L = \frac{1}{2}$ lunghezza campata polmone + $\frac{1}{2}$ lunghezza serraglia |
| E1, E2, E0 | Vedasi §5 |

Tabella 11

Le luci di dilatazione come innanzi stabilite, in particolare la luce B, non tengono volutamente conto dei movimenti della LRS 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 LRS valgono le procedure già descritte per la regolazione della LRS

Impiego del morsetto

Per l'impiego del morsetto di cui al punto 2.4.3 valgono le seguenti accortezze:

- realizzato il giunto di regolazione, sulla semisezione di estremità della LRS, 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 ΔT da realizzare. Gli organi d'attacco di tale tratto fisso "2d" (vedi Figura 18) non dovranno mai essere allentati. La semisezione di estremità della LRS, pertanto, non va considerata né di monte né di valle
- la semisezione di LRS 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 LRS

Riscaldamento naturale

Per il sistema con riscaldamento naturale valgono le seguenti accortezze:

- realizzato il giunto di regolazione sulla semisezione di estremità della LRS andranno liberati gli organi di attacco a partire dalla giunzione di regolazione fino al tratto fisso di lunghezza "2d" pari a 30 m (vedi Figura 18). Gli organi d'attacco di tale tratto fisso non dovranno mai essere allentati. La semisezione di estremità della LRS, pertanto, non va considerata né di monte né di valle.

3 INSERIMENTO IN LRS DEI PUNTI SINGOLARI

Di seguito si illustrano le modalità di inserimento in LRS di punti singolari quali: apparecchi del binario (scambi, scambi-intersezione ed intersezioni), tratti di binario tra due apparecchi del binario ravvicinati.

3.1 INSERIMENTO IN LRS DEGLI SCAMBI

Per i deviatori che hanno i requisiti per essere inseriti in LRS, tutti i rami degli apparecchi del binario devono essere inseriti in LRS.

Si rammentano i limiti e le precauzioni sulle temperature ed il consolidamento della massiciata di cui al paragrafo 2.3.2.

3.1.1 Inserimento in LRS degli apparecchi del binario di raggio minore o uguale a 400 metri Caso a)

Rinnovo di un apparecchio del binario già inserito in LRS 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 massiciata regolamentare.

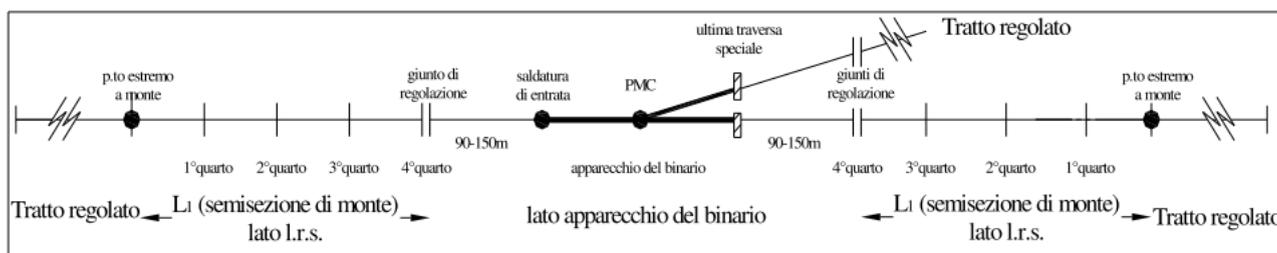


Figura 19

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 LRS, andrà individuata una semisezione di lunghezza coerente con la Tabella 6. Nel caso di rinnovo del deviatore la lunghezza di detta semisezione potrà essere di 108 m; se la regolazione riguarda l'ultima sezione di binario, la semisezione lato LRS 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 2.4.3 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 2.4.3 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 LRS + 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.

Riprendere il tiro finché anche i riferimenti del 4° quarto della semisezione lato LRS raggiungano i corrispondenti

segni di controllo.

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

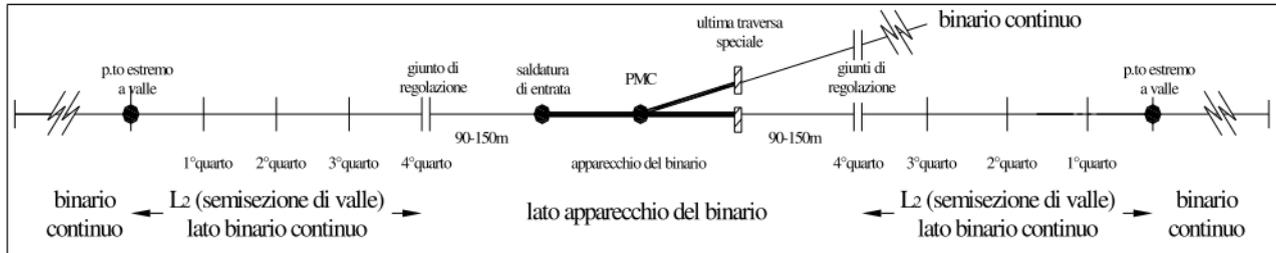


Figura 20

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 Tabella 6. La regolazione di tale semisezione andrà eseguita secondo quanto riportato al p.to 2.4.3 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 2.4.3 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.

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

caso c) Sostituzione di un apparecchio del binario non inserito in LRS con uno inseribile in LRS

Dopo aver varato l'apparecchio di binario, regolarizzare lo spartito delle traverse, sostituire le traverse doppie delle giunzioni e quelle di controggiunto, 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 massiciata regolamentare.

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

3.1.2 Regolazione dei tratti di binario (serraglie) tra due apparecchi di binario, di raggio minore o uguale 400 metri, ravvicinati inseriti in LRS

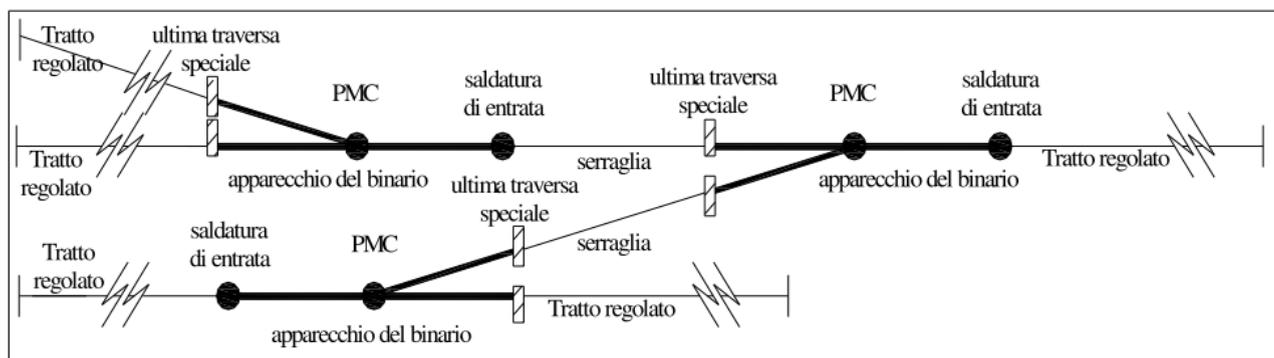


Figura 21

caso a) Serraglie di lunghezza $L < 6$ metri

Le serraglie di lunghezza $L \leq 6$ m non vanno regolate. Dette serraglie devono essere costituite in LRS 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

Si valuterà caso per caso la metodologia di regolazione con morsetto tendirotaia o riscaldamento naturale come descritto al p.to 2.4.3 secondo le esigenze logistiche del contesto infrastrutturale.

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 3.1.1 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 3.1.1 casi a) e b) con le seguenti particolarità.

caso 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 Tabella 6.

Se si individua una sola semisezione nel tratto centrale (vedi Figura 22), la regolazione in corrispondenza del primo giunto andrà eseguita utilizzando la Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 punto b.1) e proseguirà sul secondo giunto di regolazione utilizzando la Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 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.

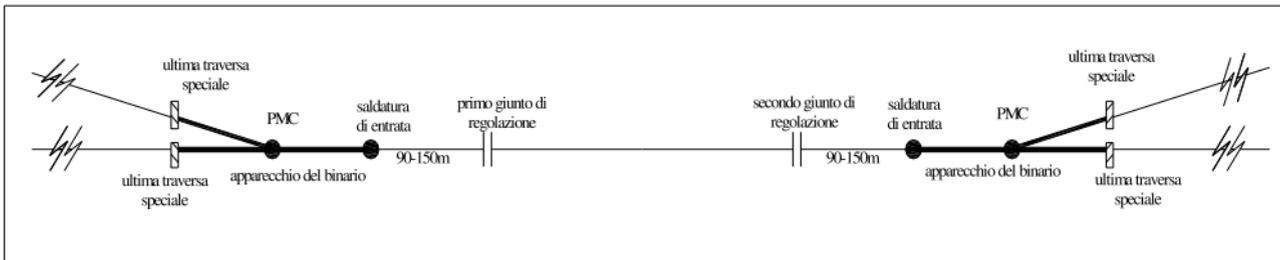


Figura 22

Se si individuano due semisezioni nel tratto centrale, la regolazione in corrispondenza del primo giunto andrà eseguita utilizzando la Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 punto b) e proseguirà sul secondo giunto di regolazione utilizzando la Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 punto a). 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 Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 punto b), proseguirà con le semisezioni centrali secondo la Istruzione operativa del punto 2.4.3, ossia come per i binari in piena linea, e terminerà sull'ultimo giunto di regolazione utilizzando la Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 punto a). 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 Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 punto b) individuando comunque una semisezione di lunghezza pari a 108 m e proseguirà sul secondo giunto di regolazione utilizzando la Istruzione operativa di cui al p.to 3.1.1 punto a), 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.

3.1.3 Regolazione di un breve tratto di binario di estremità adiacente ad uno scambio inserito in LRS

caso a) Tratto di binario di lunghezza $L \geq 200$ m (Fig.20)

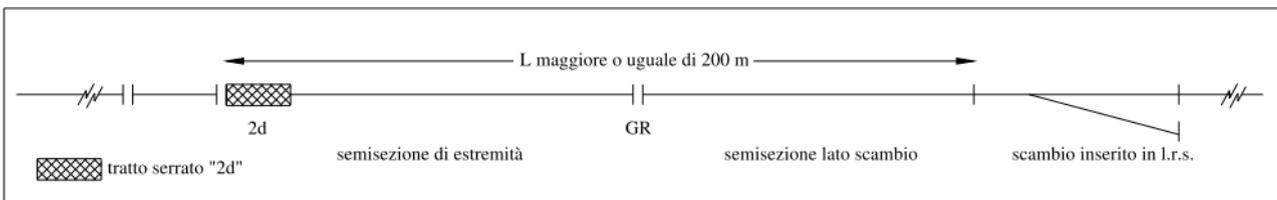


Figura 23

Per la regolazione della LRS del tratto di estremità di lunghezza $L \geq 200$ m valgono le procedure di regolazione con morsetto tendirotaia, 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 2.4.5 per la semisezione lato scambio, come riportato al p.to 3.1.1.

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

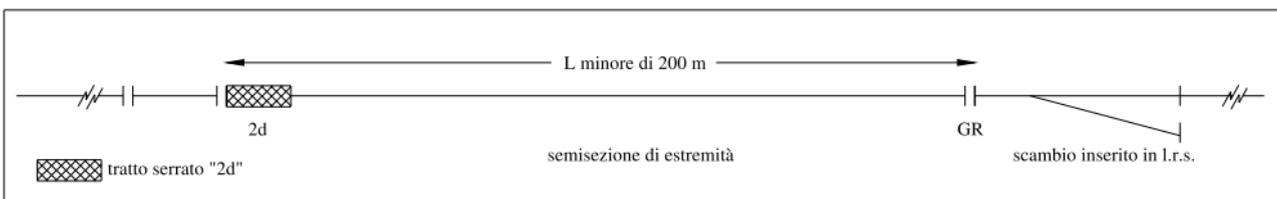


Figura 24

Il tratto di binario di lunghezza $L < 200$ m, con lo scambio posto nel corpo della LRS (ovvero $L \geq 100$ o 150 m), andrà regolato prevalentemente con riscaldamento naturale o eventualmente utilizzando con estrema cautela il morsetto tendirotaie (verificando con continuità lo stato geometrico del binario), facendo riferimento, per le fasi operative, alla Istruzione operativa indicata al p.to 2.4.5, con le seguenti accortezze.

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

3.1.4 Regolazione di un breve tratto di binario compreso tra due scambi non inseriti in LRS

Per i binari che soddisfano i requisiti di cui al p.to 2.2.1, posti tra scambi non inseriti in LRS, è ammessa la costituzione della LRS purché gli scambi ad esso adiacenti siano protetti dalle campate “polmone” di cui al p.to 2.4.5.

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

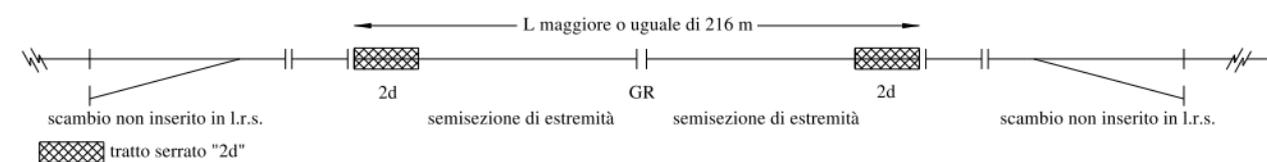


Figura 25

Per la regolazione della LRS 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 Istruzione operativa indicata al p.to 2.4.5, 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)

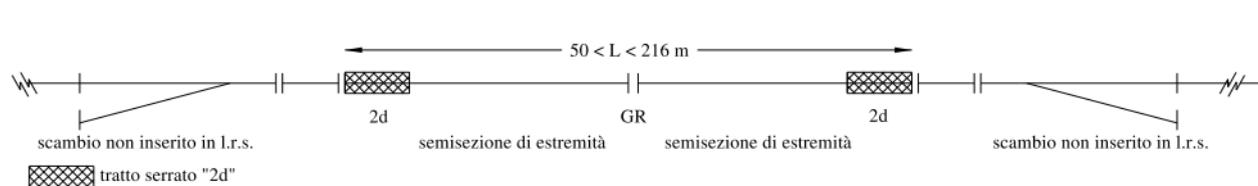


Figura 26

Il tratto di lunghezza $50 < L < 216$ m dovrà rispettare tutti i requisiti di cui al p.to 2.2.1 ad eccezione della Tabella 4. 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 o eventualmente utilizzando con estrema cautela il morsetto tendirotaie (verificando con continuità lo stato geometrico del binario) facendo riferimento alla Istruzione operativa indicata al p.to 2.4.5, 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].

3.2 REGOLAZIONE DI UNA SOLA FUGA DI ROTAIA

Nei binari costituiti in LRS 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.

3.2.1 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 Tabella 6 o Tabella 7 a seconda del sistema di regolazione prescelto. Si procederà come riportato al punto 2.4.3.1.1 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 2.3.1, per l'ultima sezione si procederà come riportato al punto 2.4.3.1.1.

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 Figura 27 riporta, a titolo di esempio, lo schema di regolazione di una fuga di rotaia che prevede tre sezioni di regolazione.



Figura 27

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 2.4.3.1.1. 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 Figura 28.

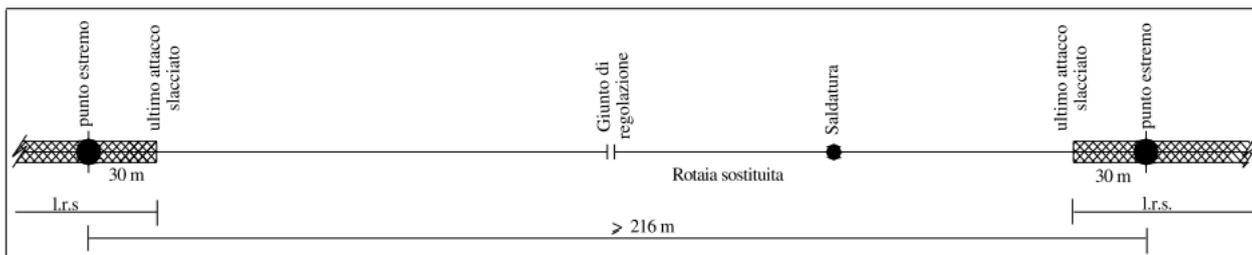


Figura 28

3.2.2 Sostituzione di una sola coppia ago-contrago

Per gli scambi di raggio minore di 400 m si dovrà operare come riportato al punto 3.1.1 caso a) con riferimento alla sola regolazione lato punta.

3.2.3 Sostituzione del cuore

Per gli scambi di raggio minore di 400 m si dovrà operare come riportato al punto 3.1.1 caso a) con riferimento alla sola regolazione lato tallone sia per il corretto tracciato sia per il ramo deviato.

3.2.4 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 IV.

NOTA 1: È 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.

NOTA 2: È consentito eseguire piccoli scorrimenti longitudinali delle piastre del cuore per assicurare la corrispondenza dei fori dei traversoni con quelli delle piastre stesse

4 CONTROLLI DEL COMPORTAMENTO DELLA LRS IN ESERCIZIO E PRECAUZIONI

Per la gestione di un binario costituito in LRS l'approccio consta di due tipi:

- Precauzionale
- Controllo.

Precauzionale

Per ciò che riguarda il primo tipo di approccio, si deve curare che la sezione della massicciata sia:

- compatta, senza deconsolidamento del pietrisco o inquinamento dello stesso; non ci deve essere modifica del profilo della sezione in particolare per ciò che riguarda l'unghiatura e la distanza del ciglio della stessa dalla testata più prossima della traversa.
- Che gli organi di attacco siano ben serrati, in particolare su ogni dieci appoggi non devono esserci più di due allentamenti o rotture, che comunque non devono mai essere consecutive.
- Che i difetti della geometria del binario siano gestiti in conformità alle procedure diagnostiche adottate

Controllo

Oltre ai controlli di cui ai paragrafi successivi, il parametro fondamentale da controllare sarà l'**allineamento** in particolare per corde da 10 m il Δf picco picco (massima variazione contigua positivo negativo) non dovrà mai essere superiore ai valori della Tabella 12.

| Raggio [m] | $100 \leq R < 200$ | $200 \leq R < 400$ | $R \geq 400$ |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Δf (mm) | 15 | 25 | 30 |

Tabella 12: valori limite

Ciò perché 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.

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 4.4

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 LRS come dettagliato al p.to 4.2.

4.1 TRAGUARDI E RILIEVI PER IL CONTROLLO DELLE LRS

Per controllare i possibili spostamenti longitudinali e trasversali nella LRS è necessario istituire una o due coppie di picchetti di riferimento come riportato nei campi successivi.

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

Al fine di individuare in maniera univoca i picchetti e i traguardi afferenti al controllo della LRS gli stessi saranno pitturati in azzurro.

TRAGUARDI: CORPO LRS

N° 2 coppie di picchetti distanti fra loro 120 m circa, ogni 500 ÷ 600 m circa (Figura 29).

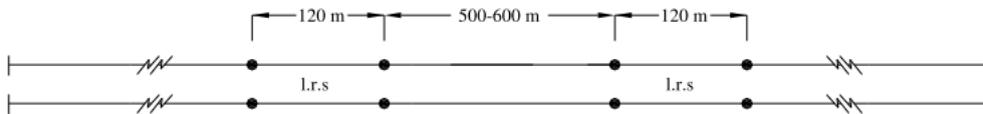


Figura 29: Traghetti nel corpo della LRS: binario corrente

TRAGUARDI: ESTREMITÀ LRS

Una coppia di picchetti posti ad un metro dalla testata affacciata all'estremità della LRS (Figura 30)

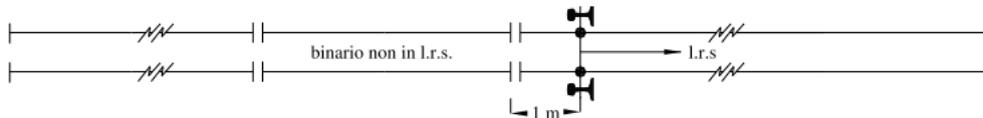


Figura 30: traghetti di estremità della LRS

Casistica per la messa in opera di picchetto di controllo LRS nelle zone di frenatura:

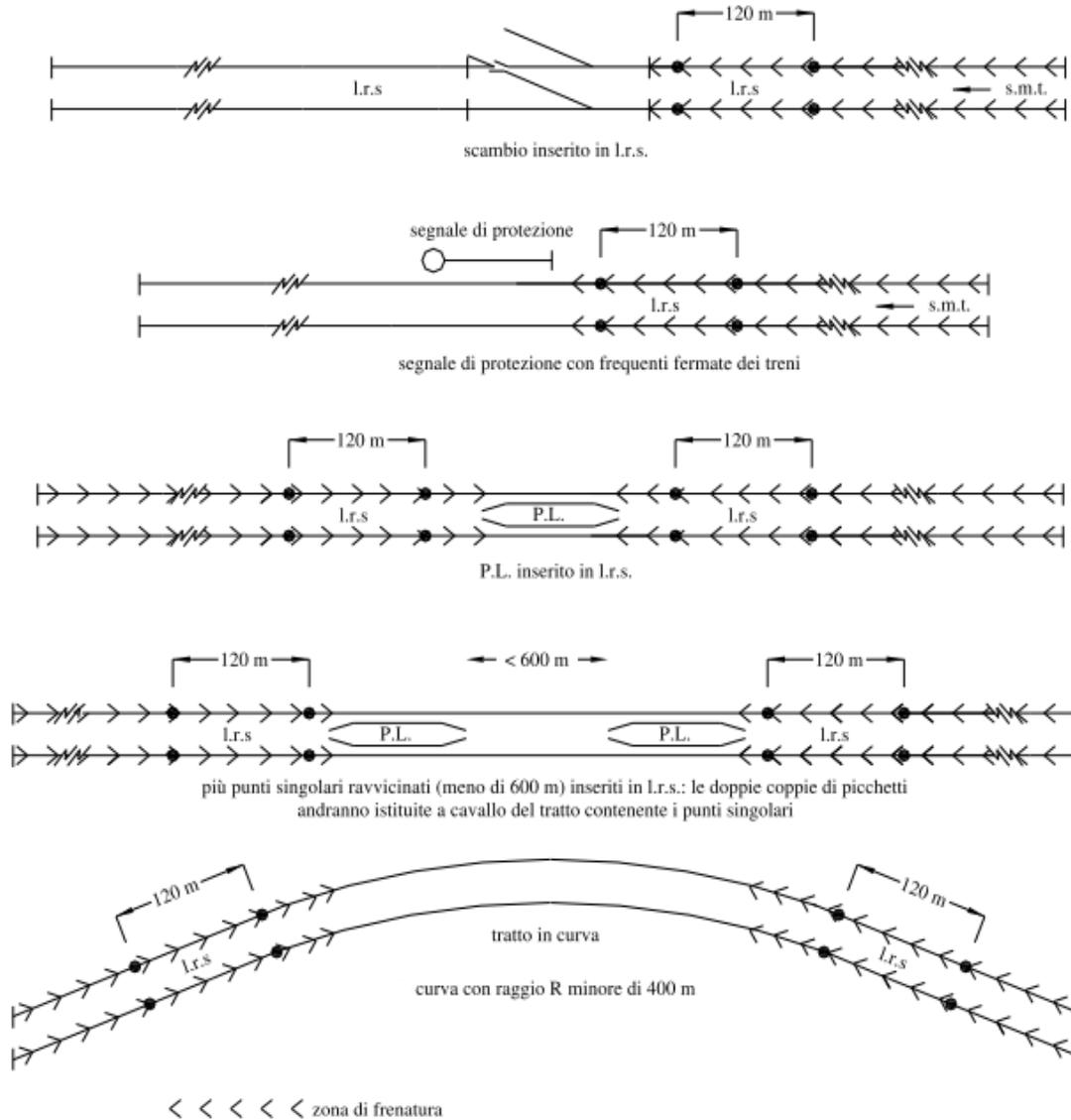


Figura 31: traguardi inseriti nel corpo della LRS in corrispondenza di zone di frequente frenatura

Nelle zone di frequenti frenature le coppie di picchetti andranno istituite in particolare in corrispondenza di segnali, PL, scambi inseriti in LRS e curve di raggio inferiore a 400 m (Figura 31).

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.

Le bulinature della coppia di traguardi all'estremità della LRS dovranno essere fatte in posizione tale da individuare sulla LRS un punto distante 1 metro dalla testata affacciata all'estremità della LRS.

I rilievi andranno eseguiti:

- nel **primo anno di esercizio** della LRS durante il periodo primaverile e nei periodi di alte e basse

temperature delle rotaie su tutti i riferimenti istituiti

- negli **anni successivi al primo**:
 - nei punti singolari e nelle zone di frequente frenatura (Figura 31): due volte ogni anno, una durante il periodo primaverile e l'altra durante il periodo autunnale
 - per tutte le curve con raggio minore di 150 m: una volta ogni anno nel periodo di basse temperature (spostamenti trasversali)
 - per i traguardi di estremità (Figura 29): due volte ogni anno, una all'inizio dei primi freddi e una all'inizio dei primi caldi
 - per gli altri traguardi nel corpo della LRS (Figura 30): 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 LRS) e 3 (controlli estremità LRS).

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

4.2 VALUTAZIONE DEGLI SPOSTAMENTI LONGITUDINALI E TRASVERSALI DELLA LRS

4.2.1 Spostamenti longitudinali

Gli spostamenti longitudinali per la LRS possono classificarsi in due tipologie:

1. **Spostamenti longitudinali nel corpo della LRS**
2. **Spostamenti longitudinali all'estremità della LRS**

4.2.1.1 Spostamenti longitudinali nel corpo della LRS

Per la valutazione degli eventuali spostamenti longitudinali, risulta con buona approssimazione che ogni millimetro di variazione della **distanza (L)** fra le bulnature delle due coppie di picchetti, corrisponde ad una variazione dello stato tensionale teorico, **equivalente ad una variazione (ΔT) 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 bulnatura rispetto alla prima coppia di picchetti (S_1), al quale andrà sottratto algebricamente lo spostamento della bulnatura 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' Allegato 2.

Al momento della verifica, quando si abbiano avvicinamenti od allontanamenti (S) delle bulnature 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 LRS

A tale scopo occorrerà eseguire una verifica generale dello stato tensionale della LRS 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 le seguenti operazioni:

- a) **normalizzazione**
- b) **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 ΔT 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:

$$T_1 = T_r - (\pm\Delta T) + C \quad 1)$$

dove:

- T_1 = valore limite della temperatura misurata sulla rotaia
- T_r = temperatura di regolazione
- $(\pm\Delta T) = (S \times 83/L)$ con S espressa in mm e L in m
- segno “+” (ammassamenti del ferro); segno “-“ (diradamenti del ferro)
- $C=25^\circ\text{C}$ per traverse in c.a.p;

In caso di supero del suddetto limite T_1 , si rimanda ai provvedimenti di cui al successivo § 4.3, con l'avvertenza che alla temperatura T_r delle Tabella 14 e Tabella 15 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, Tabella 16 di cui al successivo § 4.4, con l'avvertenza che alla temperatura T_r va sostituita la $T_r - (\pm\Delta T)$.

ESEMPIO

In una linea a semplice binario costituito in LRS; si debba verificare lo stato tensionale presente nel binario considerato:

Per fare ciò prendiamo in considerazione due coppie di picchetti posti a distanza di 120m e misuriamo gli scostamenti, rispetto alla bulinatura, riportando gli stessi sul modello di cui allegato 2.

La misura va fatta collegando con un filo di acciaio armonico, o nylon, le tacche sui riferimenti esterni a costituire una linea di fede; rispetto a questa linea si misura di quanto si sia spostata la bulinatura sulla faccia esterna della rotaia, lo spostamento può essere nel verso della progressiva crescente viene considerato positivo o nel verso della progressiva decrescente viene considerato negativo

Sia:

$S_1 = 10\text{mm};$

$$S_2 = -5\text{mm}$$

$$\text{Risulterà: } S_1 - S_2 = 10 - (-5) = 15\text{mm}$$

valore positivo che ci indica che nel tratto interessato c'è ammassamento di ferro;

Essendo il valore riscontrato, maggiore dei 14mm considerati come soglia, si dovrà procedere alla sistemazione del tratto interessato con le operazioni di normalizzazione e/o regolazione, secondo il procedimento indicato nel paragrafo 2.4.

Nelle more di eseguire le suddette operazioni si dovrà controllare che la temperatura alla rotaia non superi il valore calcolato secondo l'espressione (1) in cui.

- T_1 = valore limite della temperatura misurata sulla rotaia
- T_r = temperatura di regolazione: consideriamo 32°C
- $(\pm \Delta T) = (S \times 83 / L) = (15 \times 83 / 120) = 10,4^\circ\text{C}$ con S espressa in mm e L in m

Si considera il segno “+” (ammassamenti del ferro);

- $C = 25^\circ\text{C}$; traverse in c.a.p.;

per cui la temperatura sulla rotaia, nelle more delle operazioni di normalizzazione e/o regolazione non dovrà superare il seguente valore limite:

$$T_1 = 32 - 10,4 + 25 = 47^\circ\text{C circa}$$

Qualora si dovesse superare tale valore si dovrà intervenire secondo quanto previsto dal paragrafo 2.4.

4.2.1.2 Spostamenti longitudinali all'estremità della LRS

Per quanto riguarda le estremità della LRS, si dovrà porre attenzione:

- all'inizio del periodo freddo, all'arretramento della bulinatura di riscontro.

I controlli dovranno essere effettuati come riportato nella Tabella 13 seguente:

| Intervallo di T entro cui fare i controlli [°C] | Arretramento S della bulinatura [mm] | Provvedimenti da adottare |
|--|---|---|
| da 0 a 5 | $S \leq 8$ | Nessuna. |
| | $8 < S \leq 14$ | Controllare l'integrità strutturale delle giunzioni della campata “polmone” affacciata alla LRS e di quelle affacciate allo scambio o alla eventuale campata successiva, nonché degli attacchi delle rotaie alle traverse. Rallentamento a 30 km/h e normalizzazione entro un mese |

| | | |
|--|-------------------------|---|
| | <p>S > 14</p> | <p>Controllare o l'integrità strutturale dello scambio non inserito in LRS eventualmente contiguo all'estremità stessa, comprese le giunzioni della campata "polmone", o lo stato delle giunzioni del binario a campate normali adiacenti la LRS 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 LRS, e la sistemazione delle luci, come riportato al p.to 2.4.5.</p> <p>Rallentamento a 20 km/h e regolazione entro 7 gg</p> |
|--|-------------------------|---|

Tabella 13

- **all'inizio del periodo caldo**, si dovrà controllare la luce esistente tra l'estremità della LRS. e la adiacente campata polmone.

In fase di temperatura crescente si dovrà rilevare la temperatura di chiusura delle luci.

Dette:

T_{cl}: temperatura chiusura luce

Tr: temperatura di regolazione

Se:

$$T_{cl} \geq Tr - 10 \text{ °C} \quad 1)$$

non andrà adottato alcun provvedimento.

Se

$$T_{cl} < Tr - 10 \text{ °C} \quad 2)$$

occorrerà rilevare **la temperatura di apertura delle luci in fase di temperatura decrescente** e **calcolare la media tra le due temperature.**

$$T_{cl} \text{ media} = T_{cl} \text{ crescente} - T_{cl} \text{ decrescente} / 2$$

Se anche **T_{cl media}** verificasse la 2), occorrerà eseguire la nuova regolazione delle tensioni interne per un'estesa di almeno **216 m** dall'estremità della LRS, e la sistemazione delle luci, come riportato al p.to 2.4.5.

Limitatamente a tali tratti di estremità, fino a quando non sarà effettuata la regolazione, si rimanda ai provvedimenti di cui al p.to 4.3, con l'avvertenza che alla temperatura Tr delle Tabella 14 e Tabella 15 va sostituita la temperatura media innanzi detta.

Inoltre, in pendenza della regolazione, gli eventuali lavori di manutenzione andranno eseguiti rispettando i limiti della Tabella 16 di cui al p.to 4.4, con l'avvertenza che alla temperatura Tr va sostituita la temperatura media citata.

4.2.2 Spostamenti trasversali della LRS (Come relazionarsi con il sistema di riferimento assoluto)

Per la valutazione degli spostamenti trasversali eventualmente riscontrati nel corpo della LRS su curve a stretto

raggio R si utilizzerà la picchettazione di riferimento delle curve ove presente.

Dove è presente il sistema di riferimento assoluto si utilizzerà il sistema di diagnostica mobile informatizzato per valutare la differenza di raggio che identifica lo scostamento generalizzato.

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

Esempio

Consideriamo di aver constatato che rispetto alla picchettazione di riferimento della curva di raggio $R = 150$ metri, si sia verificato uno scostamento (deformazione) generalizzato di 3 cm rispetto alla posizione geometrica corretta, calcoliamoci l'abbassamento corrispondente della temperatura neutra ΔT_n

$$\Delta T_n = 3 \times 833 / 150 = 17^\circ\text{C circa}$$

Nel caso specifico si vede che per ogni centimetro di scostamento, (17/3) la temperatura neutra si abbassa di circa 6°C con evidenti rischi di slineamento in caso di aumento della temperatura

Per meglio chiarire, se la temperatura di regolazione fosse stata di 30°C, la temperatura neutra riscontrata a seguito dello scostamento rilevato sarebbe diventata 13°C, con i conseguenti rischi evidenziati.

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 150m 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:

1. **3 cm per curve di raggio $150 \leq R < 400$ m**
2. **2 cm per curve di raggio $R < 150$ m,**

occorrerà determinare la nuova temperatura neutra

$$T_n = T_r - (S_t \times 833/R)$$

Dove:

S_t = scostamento trasversale rilevato

Tale temperatura neutra andrà considerata al posto della T_r sia per i controlli di cui al p.to 4.3 che per i limiti di lavorabilità di cui al p.to 4.4.

Nel caso in cui dai rilievi suddetti si verificasse la presenza di difetti di allineamento fuori dalle tolleranze ammesse (vedi Tabella 12), accompagnati o meno da spostamenti trasversali generalizzati, si dovrà provvedere all'eliminazione dei difetti di allineamento, nel rispetto dei limiti di lavorabilità previsti in presenza di LRS.

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:

$$T_i = T_r - (S_t \times 833/R) + C$$

dove:

C = 25 °C per traverse in c.a.p.;

In caso di supero del suddetto limite T_i , si rimanda ai provvedimenti di cui al p.to 4.3, con l'avvertenza che alla temperatura T_r delle Tabella 14 e Tabella 15 va sostituita la $T_r - (St \times 833/R)$, 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 Tabella 16 di cui al p.to 4.4, con l'avvertenza che alla temperatura T_r va sostituita la $T_r - (St \times 833/R)$.

4.3 PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN LRS 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.

4.3.1 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, valida per tratti di binario aventi temperatura regolazione $T_r = 33 \pm 2$ °C. Nel caso in cui non si conosca la T_r si farà riferimento alla Tabella 15.

| Precauzioni e provvedimenti per binari con $Tr = 33 \pm 2C$ | | | |
|--|------------------|--|---|
| Temperatura rotaie (T) | Tipo di Traverse | Provvedimenti da adottare | Durata provvedimenti |
| $Tr + 25 \text{ }^\circ\text{C} < T \leq Tr + 28 \text{ }^\circ\text{C}$ | c.a.p. | Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati | Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati. |
| $Tr + 28 \text{ }^\circ\text{C} < T \leq Tr + 30 \text{ }^\circ\text{C}$ | c.a.p. | Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati Se la velocità di fiancata è 50 km/h: rallentamento a tutti i treni a velocità ridotta di 20 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. |
| $T > Tr + 30 \text{ }^\circ\text{C}$ | c.a.p. | Rallentamento a tutti i treni a 10 km/h con presenziamento dei tratti interessati | 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 mezzi puntuali e/o carrellino di misura deragliabile |

Tabella 14: Precauzioni e provvedimenti per binari con $Tr = 33 \pm 2$

| Precauzioni e provvedimenti per binari con Tr non nota | | | |
|--|------------------|--|---|
| Temperatura rotaie (T) | Tipo di Traverse | Provvedimenti da adottare | Durata provvedimenti |
| $52 \text{ }^\circ\text{C} < T \leq 56 \text{ }^\circ\text{C}$ | c.a.p. | Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati | Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati. |
| $56 \text{ }^\circ\text{C} < T \leq 60 \text{ }^\circ\text{C}$ | c.a.p. | Vigilanza Straordinaria sui tratti di binario interessati Se la velocità di fiancata è 50 km/h: rallentamento a tutti i treni a velocità ridotta di 20 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 > 60 °C | c.a.p. | Rallentamento a tutti i treni a 10 km/h con presenziamento dei tratti interessati | <p>Limitatamente alle ore più calde della giornata ed ai tratti di binari interessati, finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti.</p> <p>Prima del graduale ripristino delle velocità di fiancata, rilievo della geometria del binario con mezzi puntuali e/o carrellino di misura deragliabile</p> |
|-----------|--------|---|--|

Tabella 15: Precauzioni e provvedimenti per binari con Tr non nota

4.3.2 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

$$T \leq Tr - 40^{\circ}\text{C}$$

in tratti di linea con curve di raggio inferiore a 200 m, occorrerà disporre per i necessari rilievi con verifica del corretto stato geometrico del binario così come riportato al p.to 4.2.2.

Se si verificano alterazioni secondo quanto riportato al p.to 4.2.2 sarà istituito rallentamento a 30 km/h per i tratti interessati.

Rilievo della temperatura alla rotaia: il rilievo della temperatura alla rotaia andrà effettuato utilizzando la scheda presente nell'allegato a questa Istruzione operativa ALL. LRS -04-TEMP.

I rilievi andranno effettuati nei punti della linea che hanno maggiore interesse per la garanzia della sicurezza: curve di piccolo raggio, tratti di binario in zone particolarmente assolate, in prossimità di cambi di livellette etc.

I moduli compilati a seguito dei rilievi andranno conservati per un periodo di 6 mesi presso l'impianto.

4.3.3 Periodicità dei controlli della temperatura

Il rilievo della temperatura, effettuato con termometro digitale, dovrà eseguirsi

- dal 15 luglio al 30 agosto per il periodo caldo
- dal 15 gennaio al 15 febbraio per il periodo freddo.

Il controllo della temperatura va effettuato solamente nei giorni in cui le condizioni climatiche sono particolarmente al limite sia per il periodo invernale che per quello estivo.

I rilievi verranno riportati nell'allegato ALL. LRS - 04-TEMP.

Durante la visita in linea dovranno essere valutate da parte dell'operatore eventuali deficienze degli organi di attacco. Se tali anomalie si verificano per:

- una percentuale minore o uguale del 50% si esegue la rettifica del serraggio degli organi di attacco
- una percentuale maggiore del 50% si dovrà la regolazione delle tensione interne della LRS per il tratto interessato

La lunghezza di riferimento è pari a 500 m.

“I controlli verranno eseguiti dal CO o OQ, il quale compila i modelli e li firma. Nel caso in cui emergessero delle NC, il Capo Operatore compila il Modulo delle N.C. e lo trasmette al C.U.T.

Il CUT verifica i moduli, li vista e trasmette al C.U. la documentazione. Il Capo Unità Tecnica riceve comunicazione da parte del C.O. delle non conformità rilevate e registra l'evento sull'apposito registro di non conformità.

Il C.U. riceve la documentazione e provvede all'archiviazione e alla registrazione dell'avvenuta manutenzione programmata nel Registro delle visite periodiche”.

4.4 PRECAUZIONI E PROVVEDIMENTI DA ADOTTARE NEI PERIODI DI FORTE CALORE E DI FORTE FREDDO PER I BINARI IN LRS 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:

- a) **conoscenza della temperatura di regolazione**
- b) **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 20.000 tonnellate;
- c) **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 20.000 tonnellate;

Nella fase transitoria, prima dell'applicazione a regime della seguente Istruzione operativa, potrebbe capitare di non conoscere la temperatura di regolazione; al fine di poter operare in condizioni di sicurezza verrà assunta come temperatura di regolazione

$$T_r = 30^{\circ}\text{C}$$

4.4.1 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 alla Tabella 16 valide per tratti di binario aventi temperatura di regolazione T_r

- $T_r = 33^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

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 20.000 tonnellate di traffico.

Quindi, dopo il consolidamento il binario può essere considerato pienamente consolidato e dunque valgono i limiti ed i provvedimenti delle precedenti Tabella 14 e Tabella 15.

Qualora durante l'esecuzione di lavori al binario l'andamento della temperatura delle rotaie evidenzia che la stessa abbia tendenza a raggiungere, nelle ore e giornate successive, i limiti di cautela di cui alla Tabella 16, si dovrà procedere alla chiusura del cantiere provvedendo, ove necessario, al ripristino dell'allineamento, del livello ed alla riguaritura delle traverse secondo gli Standard e le Istruzioni vigenti.

I limiti di cautela, per i binari soggetti alle suddette lavorazioni, nei periodi di alte e basse temperature sono riportati nella Tabella 16 che tiene conto della T_r .

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 nella Tabella 16, andrà istituita la riduzione di velocità a 20 km/h nel tratto interessato finché la temperatura non rientri in detti limiti.

I limiti riportati nella Tabella 16 relativi alle ore e giornate successive ai lavori, sono validi per il binario in assetto

geometrico definitivo.

Dopo i lavori, prima della restituzione del binario all'esercizio, dovrà essere compilata la scheda della ripresa dell'esercizio.

| TIPO TRAVERSE | F 180V SR 180V FSV 35 DP-SR FX 180V | * Limiti di lavorabilità rispetto a T_r per binari con $T_r = 33^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ | |
|---|--|--|--|
| TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI | Raggio (m) | Durante i lavori | Nelle ore e giornate successive ai lavori |
| | | | fino al transito di 20.000 t |
| Rincalzatura di brevi tratti di binario con estesa non superiore a 6 m, distanti fra loro almeno 50 m. | $100 \leq R < 150$ | $18^{\circ}\text{C} \div 36^{\circ}\text{C}$ | $13^{\circ}\text{C} \div 45^{\circ}\text{C}$ |
| | $150 \leq R < 300$ | $13^{\circ}\text{C} \div 45^{\circ}\text{C}$ | $10^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$ |
| | $R \geq 300$ | $45^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$ | $5^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$ |
| Livellamento binario con alzamenti inferiori o uguali a 3 cm. | $100 \leq R < 150$ | $18^{\circ}\text{C} \div 36^{\circ}\text{C}$ | $13^{\circ}\text{C} \div 45^{\circ}\text{C}$ |
| | $150 \leq R < 300$ | $10^{\circ}\text{C} \div 45^{\circ}\text{C}$ | $8^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$ |
| | $R \geq 300$ | $5^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$ | $0^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$ |
| Livellamento binario con alzamenti superiori a 3 cm. Revisione generale. Ricambio di traverse, fra loro non consecutive, con o senza risanamento. Rettifica delle curve. | $100 \leq R < 150$ | $18^{\circ}\text{C} \div 36^{\circ}\text{C}$ | $13^{\circ}\text{C} \div 45^{\circ}\text{C}$ |
| | $150 \leq R < 300$ | $13^{\circ}\text{C} \div 40^{\circ}\text{C}$ | $8^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$ |
| | $300 \leq R < 500$ | $5^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$ | $0^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$ |
| | $R \geq 500$ | $3^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$ | $0^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$ |

Tabella 16

* Valida anche per T_r non conosciuta convenzionalmente pari a 30°C

4.5 PROVVEDIMENTI DI EMERGENZA IN CASO DI ROTTURE DI ROTAIE O DI ALTRI INCONVENIENTI DI ESERCIZIO

Gli inconvenienti che si determinano nei binari in LRS possono così classificarsi:

- a) **dissesti e slineamenti per cause occasionali ben individuate:**
 - diminuita resistenza laterale del binario a causa di lavori in corso;
 - 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.

Subito dopo, eliminate le cause del dissesto o slineamento, si inserirà, se necessario, uno spezzone di lunghezza utile 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.

In ogni caso dovrà essere ripristinata la regolazione delle tensioni interne della lrs 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 da collegare alle rotaie esistenti mediante morsetti per giunzioni provvisorie, onde ripristinare la circolazione con rallentamento.

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 inserisce uno spezzone di rotaia di idonea lunghezza a cavallo della saldatura, eseguendo le saldature delle testate con procedimento alluminotermico.

A seguito dell'intervento il tratto interessato dovrà essere controllato per verificare anomali movimenti, e nel caso ripristinare lo stato tensionale con i metodi di cui al punto 2.4.

5 BINARIO A ROTAIE GIUNTATE

5.1 GENERALITÀ

Per luce di dilatazione si intende l'intervallo che separa le estremità delle rotaie attestata in corrispondenza di una giunzione; essa va misurata a metà altezza del fungo e dal lato esterno del binario.

Tale intervallo è in relazione con la temperatura della rotaia ed il suo corretto valore è garanzia di stabilità e resistenza del binario, sia durante i forti calori estivi che durante le più basse temperature invernali. La temperatura delle rotaie va misurata in corrispondenza del fungo con il termometro in dotazione al personale di linea.

Le luci di dilatazione, da assegnare secondo le presenti norme, si realizzeranno intercalando fra le testate delle rotaie rese libere di dilatarsi in corrispondenza degli appoggi, le apposite piastrine metalliche aventi spessori da 1 fino a 10 mm; per ottenere luci superiori a 10 mm si useranno due piastrine combinate.

Tali piastrine dovranno essere tolte tempestivamente dalla giunzione al crescere della temperatura, per evitare che rimangano serrate fra le testate delle rotaie medesime, modificando la posa a rotaie ancora libere dagli attacchi.

I piani di steccatura delle giunzioni, prima del serraggio delle ganasce, dovranno essere lubrificati con miscela di olio e grafite; le chiavarde dovranno essere strette con l'apposita chiave d'armamento. Dovrà essere assolutamente vietato l'uso di chiavi prolungate.

5.2 LUCI DI POSA CON ROTAIE LIBERE

La presente norma stabilisce a mezzo della unita Tabella 17, i valori delle luci di dilatazione da osservare nella posa del binario con rotaie delle varie lunghezze normalmente in uso sulla linea FCE per differenti valori della temperatura delle rotaie.

Le luci di posa dovranno essere assegnate a rotaie libere dagli organi di attacco e di giunzione e da ogni impedimento alla libera dilatazione e quando la temperatura del ferro risulti inferiore o eguale ai valori di $33\pm 2^{\circ}\text{C}$ analogamente a quanto previsto per la temperatura neutra della LRS di cui alla presente Istruzione operativa.

Il valore di temperatura $33^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ corrisponde esattamente alla temperatura di posa a luce zero, ma le luci e le temperature indicate sulla Tabella 17 sono arrotondate, rispettivamente al millimetro ed al grado centigrado.

Nelle gallerie, la cui temperatura subisce modeste variazioni, le rotaie dovranno essere saldate fra loro, per la costituzione di un'unica campata.

In genere gli apparecchi del binario (scambi intersezioni), le rotaie interne dovranno posarsi a contatto e essere (possibilmente) saldate fra loro; le luci, nelle giunzioni estreme, dovranno essere quelle di Tabella 17 relative alla media delle lunghezze dell'apparecchio e delle rotaie (o altro apparecchio) attestanti le giunzioni stesse.

Analogamente, per la posa di rotaie di diversa lunghezza, come è il caso delle serraglie interposte fra campate di binario di lunghezza normale, le luci da assegnare dovranno essere quelle che competono alla media fra le lunghezze delle due rotaie attestanti le giunzioni in esame. Se la detta lunghezza media non è compresa fra quelle riportate nella tabella, si adotterà la luce corrispondente alla lunghezza più prossima.

Esempio

Ad esempio dovendo inserire una serraglia di 20 metri fra rotaie di 36 metri, la lunghezza media da considerare è $(36+20)/2=28$ m e la luce da assegnare alle giunzioni della serraglia dovrà essere quella relativa a rotaie di lunghezza 30 metri.

Per una serraglia di 3 m da inserire fra due rotaie di 36 m, si ha invece $(3+36)/2 = 19.5$ m e la luce sarà quella corrispondente alle rotaie da 18 m.

Le giunzioni isolanti dei circuiti elettrici di binario, ottenute mediante interposizione di sagome isolanti, la luce da assegnare dovrà essere di 5 mm maggiore di quella di tabella e ciò per tener conto dello spessore delle sagome medesime.

Le luci di posa per binari nuovi, rinnovati o su nuova massicciata, dovranno essere regolate non prima del giorno successivo a quello in cui il binario è stato sufficientemente rinalzato, livellato e riguarinito. Ove occorra dovrà provvedersi di nuovo all'allentamento degli organi di attacco e di giunzione, per consentire la libera dilatazione delle rotaie e la regolazione delle luci stesse secondo la tabella.

I valori delle luci di posa indicati nella Tabella 17, dovranno essere adottati in occasione di costruzione a nuovo di binario, di rinnovamento e di risanamento della massicciata, eseguita per tratte continue, nonché di correzione sistematica delle luci di dilatazione. In particolare, i valori in tabella dovranno essere adottati nelle campate polmone della lunga rotaia saldata (LRS) nonché nei tratti contigui di lunghezza limitata (inferiore a 115 m per rotaie 50E5 e inferiore a 110 per rotaie 36E1) nel binario costituito in lunga rotaia saldata.

Le tolleranze ammesse, per ogni singola luce in fase di posa dovranno essere di 1 mm in più o in meno rispetto al valore prescritto.

Il binario sistemato con le luci di Tabella 17, e successivamente rinalzato e livellato, dovrà essere tenuto sotto osservazione per prevenire ammassamenti pericolosi del ferro, specie nei punti singolari della linea, ad esempio: in precedenza degli scambi delle stazioni.

| ESCURSIONE DELLE TEMPERATURE DA -1°C A +60°C PER UNA TEMPERATURA DI POSA DI 32°C | L _r rotaia | LUCI DI POSA IN [mm] | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|----|----|-----|----|-----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| | LIMITI DELLA TEMPERATURA DELLA ROTAIA IN °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 35 | 26 | 17 | 8 | -2 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 27 | 18 | 9 | -1 | -10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 34 | 27 | 20 | 13 | 6 | -1 | -8 | | | | | | | | | | | | |
| | 28 | 21 | 14 | 7 | 0 | -7 | -10 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 33 | 28 | 24 | 19 | 14 | 10 | 5 | 0 | -4 | -9 | | | | | | | | | |
| | 29 | 25 | 20 | 15 | 11 | 6 | 1 | -3 | -8 | -10 | | | | | | | | | |
| 24 | 33 | 29 | 25 | 22 | 18 | 15 | 11 | 8 | 4 | 1 | -3 | -6 | | | | | | | |
| | 29 | 26 | 30 | 19 | 16 | 12 | 9 | 5 | 2 | -2 | -5 | -9 | -10 | | | | | | |
| 30 | 32 | 29 | 26 | 24 | 21 | 18 | 15 | 12 | 10 | 7 | 4 | 1 | -2 | -4 | -7 | | | | |
| | 30 | 27 | 25 | 22 | 19 | 16 | 13 | 11 | 8 | 5 | 2 | -1 | -3 | -6 | -9 | | | | |
| 36 | 32 | 29 | 27 | 25 | 22 | 20 | 18 | 15 | 13 | 11 | 8 | 6 | 4 | 1 | -1 | -3 | -6 | -8 | |
| | 30 | 28 | 26 | 23 | 21 | 19 | 16 | 14 | 12 | 9 | 7 | 5 | 2 | 0 | -2 | -5 | -7 | -9 | -10 |
| 48 | 31 | 30 | 28 | 26 | 24 | 23 | 21 | 19 | 17 | 16 | 14 | 12 | 10 | 9 | 7 | 5 | 3 | 2 | 0 |
| | 29 | 27 | 25 | 24 | 22 | 20 | 18 | 17 | 15 | 13 | 11 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | -1 | |

Tabella 17: Luci di posa teorica in funzione della lunghezza della rotaia e della temperatura

5.3 LUCI DI ESERCIZIO CON ROTAIE VINCOLATE E OPERAZIONI DI RILIEVO

Le luci di esercizio delle rotaie per essere quest'ultime vincolate dagli organi di giunzione e di attacco alle traverse, aderenti alla massicciata, differiscono in genere, a parità di temperatura, dalle luci teoriche di posa, risultando esse maggiori di queste ultime se la temperatura è in fase crescente e minori se la temperatura è in fase decrescente. Tale differenza è, ovviamente, più o meno marcata a seconda della maggiore o minore efficacia dei vincoli citati e risulta

più o meno accentuata in dipendenza della maggiore o minore lunghezza delle rotaie e del loro minore o maggiore peso.

Per tener conto di tali differenze nel controllo delle luci di dilatazione del binario in esercizio dovrà eseguirsi un rilievo delle luci stesse.

Tali rilievi dovranno essere eseguiti sui tratti di binari che presentano temperature superiori a 55° C oppure inferiori a -5°C.

Le tolleranze in sede di controllo saranno:

- 6 mm in più e 2 mm in meno per le campate di 36 m rispetto alla luce di posa;
- 4 mm in più e 2 mm in meno per le campate di tutte le altre lunghezze rispetto alla luce di posa.

Le misure saranno effettuate mediante metro a stecca o apposito calibro. Qualora le misure presentassero un valore fuori tolleranze dovrà essere istituito un rallentamento pari a 10 km/h.

5.4 TOLLERANZE

In sede di revisione o di altri lavori di manutenzione dell'armamento e su binari di vecchia posa, si ammetterà per il valore di ciascuna luce rilevata con le modalità sopradescritte, una tolleranza rispetto alle luci di posa di:

- 3 mm in più ed 1 mm in meno per le campate di 36 m;
- 2 mm in più ed 1 mm in meno per le campate di tutte le altre lunghezze.

I lavori per sistemare eventuali starature delle luci di dilatazione sono essenzialmente di due tipi.

- **Regolarizzazione delle luci irregolari:** si effettua quando un certo numero delle luci rilevate su una intera tratta, compresa fra due punti fissi successivi, presenta valori fuori limiti di tolleranza, mentre il valore medio delle luci medesime è contenuto in detti limiti ridistribuendo le differenze per riportare ogni luce irregolare entro i limiti di tolleranza
- **Correzione sistematica delle luci:** si effettua quando il valore medio delle luci di dilatazione rilevate su un'intera tratta non risulti contenuto nei limiti di tolleranza, in tal caso si dovrà procedere alla correzione sistematica di tutte le luci per riportarle ai valori prescritti dalla Tabella 17 e ammettendo, a lavoro ultimato, una tolleranza di 1 mm in più o in meno rispetto ai valori medesimi

5.5 CONTROLLI IN FASE DI ESERCIZIO

Come già accennato il controllo sul binario a rotaie giuntate, viene eseguito misurando la temperatura alla rotaia. In base ai valori riscontrati vengono adottati i provvedimenti di cui alla tabella seguente.

| Temperatura rotaie (T) | Provvedimenti da adottare | Durata provvedimenti |
|---------------------------------------|--|---|
| $T \leq -10\text{ °C}$ | Vrall = 30 km/h Ispezione straordinaria per la verifica del corretto stato del binario, relativamente agli spostamenti trasversali e ai difetti di allineamento | Limitatamente ai tratti di binari interessati. Il rallentamento andrà mantenuto finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti. |
| $-10\text{ °C} < T \leq 56\text{ °C}$ | Nessuno | - |
| $56\text{ °C} < T \leq 58\text{ °C}$ | Vrall = 30 km/h Ispezione straordinaria dei punti critici sui tratti di binario interessati | Limitatamente ai tratti di binari interessati. Il rallentamento andrà mantenuto finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti. |

| Temperatura rotaie (T) | Provvedimenti da adottare | Durata provvedimenti |
|--------------------------------------|--|---|
| $58\text{ °C} < T \leq 60\text{ °C}$ | $V_{rall} = 20\text{ km/h}$ Ispezione straordinaria dei punti critici sui tratti di binario interessati | Limitatamente 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 dei punti critici con mezzi puntuali. |
| $T > 60\text{ °C}$ | Interruzione Ispezione straordinaria dei punti critici sui tratti di binario interessati | L'interruzione andrà mantenuta finché la temperatura non scenda al di sotto di detti limiti. Prima del graduale ripristino delle velocità di fiancata, rilievo della geometria del binario dei punti critici con mezzi puntuali. |

Tabella 18 Provvedimenti relativi alla termica del binario

5.6 PERIODICITA' DEI CONTROLLI

Il rilievo della temperatura, effettuato con termometro digitale, dovrà eseguirsi nei tratti di linea normali, almenodue volta l'anno, in periodi di forte freddo e in periodi di forte calore, nonché, in occasione dei lavori di manutenzione sistematica, relativi alle singole tratte interessate.

Il periodo in cui effettuare il controllo considerando la particolarità climatica dell'ambito in cui la ferrovia opera è individuato:

- dal 15 luglio al 30 agosto per il periodo caldo
- dal 15 gennaio al 15 febbraio per il periodo freddo.

Il controllo della temperatura va effettuato solamente nei giorni in cui le condizioni climatiche sono particolarmente al limite sia per il periodo invernale che per quello estivo.

I rilievi verranno riportati nell'allegato ALL. LRS - 04-TEMP.

Durante la visita in linea dovranno essere valutate da parte dell'operatore eventuali deficienze degli organi di attacco nonché l'ovalizzazione dei fori delle giunzioni nelle ganasce e torsione delle chiavarde. Se tali anomalie si verificano per:

- una percentuale $\leq 50\%$ si esegue la regolarizzazione delle luci di dilatazione
- una percentuale $\geq 50\%$ si esegue la correzione sistematica delle luci di dilatazione.

La lunghezza di riferimento è pari a 216m corrispondente a circa 12 giunzioni su entrambe le fughe di rotaie.

“I controlli verranno eseguiti dal CO o OQ, il quale compila i modelli e li firma. Nel caso in cui emergessero delle NC, il Capo Operatore compila il Modulo delle N.C. e lo trasmette al C.U.T.

Il C.U.T verifica i moduli, li vista e trasmette al C.U. la documentazione. Il Capo Unità Tecnica riceve comunicazione da parte del C.O. delle non conformità rilevate e registra l'evento sull'apposito registro di non conformità.

Il C.U. riceve la documentazione e provvede all'archiviazione e alla registrazione dell'avvenuta manutenzione programmata nel Registro delle visite periodiche”.

6 DISPOSIZIONI FINALI E GESTIONE DELLA FASE TRANSITORIA

Per la costituzione di nuove tratte in LRS si applicheranno le norme riportate nella presente **Istruzione Operativa**.

Pertanto non è necessario adeguare le LRS già costituite prima della presente Istruzione.

Si precisa che qualora fosse necessario regolare nuovamente le LRS costituite antecedentemente alla presente **Istruzione**, si dovranno adottare le prescrizioni e le metodologie operative riportate nella presente Istruzione.

Le LRS costituite antecedentemente alla data della presente Istruzione andranno controllate usando la Istruzione operativa già in uso presso FCE di cui alla Tabella 18. In tal caso, FCE esegue solo i controlli della temperatura delle rotaie per le seguenti considerazioni:

1. Basso carico per asse dei rotabili (12 ton)
2. Bassa velocità (attualmente $V_{max} = 50$ km/h)
3. Limitata estesa delle tratte in LRS.

In corrispondenza di rotaie giuntate, i valori limite che FCE fissa per l'intervento sono definiti sulla base della temperatura della rotaia rilevata come definiti nella Tabella 18. Con riferimento alle rotaie giuntate, i controlli saranno effettuati per tratti di lunghezza minima di 216 m (6 campate da 36 m).

Inoltre, FCE ogni anno, **entro il 30 giugno**, effettua l'operazione di verniciatura delle rotaie con una vernice di colore bianco in modo da riflettere il più possibile i raggi solari e, di conseguenza, contenere l'aumento della temperatura nei periodi estivi, generando mediamente una riduzione di circa 4 °C.

DISTRIBUZIONE: la presente Istruzione operativa va distribuita al personale di armamento e alle ditte appaltatrici per lavori al binario.

7 ALLEGATI

ELENCO ALLEGATI

- Allegato 1:** ALL. LRS 01-LRS: “Prospetto regolazioni tensioni interne LRS per la regolazione delle due fughe di rotaia”
- Allegato 2:** ALL. LRS 02- LRS: “Prospetto dei controlli degli spostamenti longitudinali interessanti il corpo delle LRS relativo ad ogni doppia coppia di picchetti”
- Allegato 3:** ALL. LRS 03-LRS: “Prospetto dei controlli degli spostamenti longitudinali interessanti le estremità della LRS”
- Allegato 4:** ALL. LRS 04-TEMP: “Prospetto per il rilievo della temperatura della rotaia”
- Allegato 5:** ALL. LRS 05-RotaieGiuntate: “Prospetto per la della luce delle giunzioni”