



Rete Ferroviaria Italiana
Roma, 11/01/2002
RFI./TC./
A1007/P/02/000017

Direzione Tecnica
Il Responsabile

DIREZIONI COMP.LI INFRASTRUTTURA

TUTTE

DIREZIONE MANUTENZIONE

SEDE

DIREZIONE INVESTIMENTI

SEDE

ISTITUTO SPERIMENTALE

ROMA

PERSONALE E ORGANIZZAZIONE

SICUREZZA DEL LAVORO ED AMBIENTALE

SEDE

SPETT.LE ITALFERR

ROMA

Oggetto: Emissione Istruzione Tecnica

Per gli usi di codeste Sedi si trasmette l'Istruzione Tecnica:

"Norme Tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio"

classifica RFI TCAR ST AR 07 001 A - Edizione 19/12/2001.

In essa sono descritte le Norme da rispettare per la corretta esecuzione tecnica della saldatura delle rotaie e connesse operazioni, i sistemi di saldatura alluminotermica omologati, i criteri di controllo e di accettazione delle saldature.

L'Istruzione Tecnica annulla e sostituisce le normative relative all'argomento trattato, che si sono succedute negli anni, essendo stata redatta come testo unico sull'argomento.

Si precisa pertanto che, per i nuovi contratti, si deve intendere che le prescrizioni tecniche contenute nella Tariffa AM sono sostituite da quelle contenute nell'Istruzione allegata.

Tale Normativa deve essere distribuita, a cura delle Strutture in indirizzo, a tutti i Dirigenti, titolari e non di Strutture, che ne assicureranno la divulgazione al Personale interessato.

Michele ELIA



ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

FOGLIO

1 di 35

NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED ELETTRICO A SCINTILLIO

Parte	Titolo
PARTE I	I.1 SCOPO I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE I.3 DOCUMENTAZIONE CORRELATA I.4 NORMATIVE ANNULLATE E SOSTITUITE I.5 DEFINIZIONI I.6 ABBREVIAZIONI
PARTE II	II.1 LIMITI DI SALDABILITA' IN RELAZIONE ALLA TEMPERATURA DELLE ROTAIE II.2 TAGLIO DELLE ROTAIE II.3 SALDATURA DELLE ROTAIE CON TESTATE FORATE II.4 CONTROLLI SULLE SALDATURE II.5 GESTIONE DELLE SALDATURE DIFETTOSE II.6 MODALITA' PER LA RIPARAZIONE MEDIANTE APPORTO DELLE SALDATURE DIFETTOSE II.7 INSERIMENTO DI SPEZZONI DI ROTAIA / DISTANZA MINIMA TRA DUE SALDATURE II.8 GARANZIA SALDATURE ESEGUITE DA DITTE APPALTATRICI
PARTE III	III.1 SALDATURE ESEGUITE CON IL PROCEDIMENTO ALLUMINOTERMICO
PARTE IV	IV.1 SALDATURE ESEGUITE IN OPERA CON IL PROCEDIMENTO ELETTRICO A SCINTILLIO
ALLEGATO 1	LA SALDATURA ALLUMINOTERMICA
ALLEGATO 2	OSSITAGLIO DELLE ROTAIE

A termine di legge Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. si riserva la proprietà di questo documento che non potrà essere copiato, riprodotto o comunicato ad altri senza esplicita autorizzazione

Rev.	Data	Descrizione	Verifica Tecnica	Autorizzazione
A	19/12/2001	Emissione per applicazione	 Ing. R. MELE	 Ing. M. ELIA



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
2 di 35**

I	PARTE I	4
I.1	SCOPO	4
I.2	CAMPO DI APPLICAZIONE.....	4
I.3	DOCUMENTAZIONE CORRELATA	4
I.4	NORMATIVE ANNULLATE E SOSTITUITE.....	5
I.5	DEFINIZIONI.....	7
I.6	ABBREVIAZIONI.....	7
II	PARTE II	8
II.1	LIMITI DI SALDABILITA' IN RELAZIONE ALLA TEMPERATURA DELLE ROTAIE	8
II.2	TAGLIO DELLE ROTAIE.....	8
II.2.1	Casi limitati di uso del cannello a fiamma ossipropionica	8
II.2.2	Modalità del taglio con cannello a fiamma	10
II.2.3	Formazione professionale del personale addetto al taglio al cannello delle rotaie	11
II.3	SALDATURA DELLE ROTAIE CON TESTATE FORATE	12
II.4	CONTROLLI SULLE SALDATURE	13
II.4.1	Controllo visivo e geometrico delle saldature	13
II.4.2	Controlli strutturali.....	15
II.4.3	Controllo ad Ultrasuoni	15
II.5	GESTIONE DELLE SALDATURE DIFETTOSE.....	16
II.5.1	Tempi di intervento	16
II.5.2	Tipologie di difetti riparabili	16
II.5.3	Saldature effettuate da Ditte appaltatrici	16
II.6	MODALITA' PER LA RIPARAZIONE MEDIANTE APPORTO DELLE SALDATURE DIFETTOSE.....	17
II.7	INSERIMENTO DI SPEZZONI DI ROTAIA / DISTANZA MINIMA TRA DUE SALDATURE	18
II.8	GARANZIA SALDATURE ESEGUITE DA DITTE APPALTATRICI.....	20
III	PARTE III	21
III.1	SALDATURE ESEGUITE CON PROCEDIMENTO ALLUMINOTERMICO	21
III.1.1	Classificazione dei procedimenti.....	21
III.1.2	Sistemi omologati.....	22
III.1.3	Qualificazione del personale	23
III.1.4	Materiali ed attrezzature	23
III.1.5	Saldatura con luce maggiorata	23
III.1.6	Parametri caratteristici per l'esecuzione di saldature alluminotermiche	24
III.1.7	Punzonatura delle saldature alluminotermiche.....	25



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
3 di 35**

III.1.8	Modalità esecutive delle saldature alluminotermiche	26
III.1.9	Saldature alluminotermiche di rotaie rotte in campata.....	27
III.1.10	Ripristino dell'equilibrio tensionale a seguito di una rottura in tronco della rotaia in campata o in saldatura	28
III.1.11	Saldature alluminotermiche in corrispondenza di travate metalliche e in corrispondenza di sottopassi.....	29
III.1.12	Controllo strutturale delle saldature alluminotermiche	29
III.1.12.1	Prova di fatica.....	29
III.1.12.2	Prova di durezza	30
IV	PARTE IV	31
IV.1	SALDATURE ESEGUITE IN OPERA CON IL PROCEDIMENTO ELETTRICO A SCINTILLIO	31
IV.1.1	Principio della saldatura elettrica a scintillio	31
IV.1.2	Vantaggi della saldatura elettrica a scintillio	31
IV.1.3	Profili di rotaie saldabili con macchina semovente.....	31
IV.1.4	Prove preliminari per autorizzare l'uso della macchina saldatrice semovente.....	31
IV.1.5	Prove di piega durante il periodo di esecuzione dei lavori.....	33
IV.1.6	Fasi operative della saldatura a scintillio	34
ALLEGATO 1	LA SALDATURA ALLUMINOTERMICA	
ALLEGATO 2	OSSITAGLIO DELLE ROTAIE	



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
4 di 35**

I PARTE I

I.1 SCOPO

La presente Istruzione Tecnica è relativa alle saldature, alluminotermiche ed elettriche a scintillio con macchina semovente, delle rotaie.

In essa è descritto il complesso delle norme da rispettare per la corretta esecuzione del taglio e saldatura delle rotaie, i sistemi di saldatura omologati, i criteri di controllo e di accettazione delle saldature.

I.2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Le norme contenute nella presente Istruzione Tecnica si applicano alle saldature in opera delle rotaie sulle linee di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. (RFI), eseguite con il procedimento alluminotermico, a cura del personale abilitato di RFI o del personale abilitato di Ditte appaltatrici, oppure eseguite con il procedimento elettrico a scintillio, a mezzo di macchina semovente.

I.3 DOCUMENTAZIONE CORRELATA

Per quanto riguarda la saldatura di rotaie e relativi controlli ad ultrasuoni le Norme RFI correlate sono le seguenti:

- L.5.11/114043 Circolare 104/6.5 del 20/08/66 "Continuità del circuito di ritorno T.E. durante i lavori al binario"
- "Istruzione per la protezione dei Cantieri" edizione 1986 e relativi aggiornamenti
- S.OC/S/5756 del 19/11/90 " Istruzione sulla costituzione ed il controllo delle lunghe rotaie saldate" e sua 1^ Appendice Protocollo R.ST.OC/a/009/D663 del 03/05/95
- R/9700418/P del 04/02/97 "Procedura per l'esecuzione dei controlli non distruttivi ad ultrasuoni di rotaie, saldature, deviatori e giunti"
- RE/ST/9703496/P del 29/10/97 "Istruzione per la certificazione degli operatori addetti ai controlli non distruttivi ad ultrasuoni"
- DI TCAR ST AR 02 01 A del 15/11/99 "Gestione dei difetti nelle rotaie e negli scambi e relativi provvedimenti"
- DI TCAR CI AR 07 001 A del 21/03/2000 "Abilitazione per l'esecuzione di saldature alluminotermiche di rotaie per il personale dipendente da imprese appaltatrici"
- DI TCAR CI AR 07 002 A del 19/07/2000 "Abilitazione alla saldatura alluminotermica e all'esecuzione di apporti di metallo con arco elettrico su rotaie ed apparecchi del binario"
- DI MAN MO IFS 002 A del 20/04/2001 "Disposizioni attuative relative alla Specifica di Istruzione Tecnica DI TCAR ST AR 02 01 Gestione dei difetti nelle rotaie e negli scambi e relativi provvedimenti".



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
5 di 35**

I.4 NORMATIVE ANNULLATE E SOSTITUITE

La presente Istruzione Tecnica annulla e sostituisce le normative relative all'argomento trattato, che si sono succedute negli anni e qui di seguito elencate.

Tipo	N° Prot.	Data	Oggetto
Circolare	34/1960 L.C.5.1/53775	21/05/60	Istruzioni per l'esecuzione di saldature alluminotermiche e di apporti di metallo con arco elettrico in corrispondenza di rotaie e di scambi in opera e per la rimozione e riparazione di scambi saldati (Annullata la parte relativa alle saldature alluminotermiche)
Lettera	L.C./1/2/107368	28/10/60	Esecuzione di saldature alluminotermiche per la costruzione di l.r.s. e di rotaie di lunghezza normale
Circolare	LC 5.1/2/25433	19/04/62	Saldature alluminotermiche difettose
Circolare	LSA.84906	05/09/63	Statistica delle saldature alluminotermiche in opera
Istruzione Tecnica	L.77	24/05/65	Saldatura alluminotermica delle rotaie
Circolare	L.87	15/04/66	Saldatura alluminotermica delle rotaie. Particolarità delle porzioni saldanti per saldature normali e rapide e delle porzioni aggiuntive.
Circolare	LSA.13/235336	29/09/67	Appendice n.1 alla Circolare 34/1960
Circolare	279/6.7 L5.14/104383	21/01/76	Saldatura alluminotermica delle rotaie. Procedimento con preriscaldamento abbreviato
Lettera	L.514/116403/3.5.08	10/06/77	Saldatura alluminotermica delle rotaie Procedimento PRA per rotaie tipo 50U e 60U
Lettera	L.D2915.14/131483/3.5.08	14/09/79	Impiego del sistema di saldatura alluminotermica con preriscaldamento abbreviato delle rotaie (PRA)
Circolare	L.514/103358	31/01/80	Appendice n.3 alla Circolare 179. Formazione professionale del personale taglio ossi-gas delle rotaie
Lettera	L514/124380/3.5.09	26/06/80	Norme per l'esecuzione di saldature alluminotermiche e prove di laboratorio per l'accettabilità delle stesse
Lettera	L.514/126336/3.5.13	18/07/80	Saldatura alluminotermica delle rotaie
Lettera	L514/139865/3.5.09	14/11/80	Norme per l'esecuzione di saldature alluminotermiche e prove di laboratorio per l'accettabilità delle stesse
Lettera	L5.14/137929/3.7.07	09/03/82	Norme per la riparazione di saldature alluminotermiche delle rotaie

Segue



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
6 di 35**

Continua

Lettera	L.5.14/133474/3.5.08	11/01/83	Saldatura alluminotermica delle rotaie - Sistema RIA
Lettera	L.5.14/100049/3.5.02	13/01/83	Saldatura alluminotermica di rotaie dure
Lettera	L.514/107673	31/03/84	Rotture di rotaie in opera
Circolare	L.5.113/106365	27/03/86	App. n°1 alla circolare 44/63 - Armamento dei binari - Statistica delle saldature alluminotermiche in opera
Lettera	L.5.113/101010	17/01/87	Impiego del sistema PRA per la saldatura alluminotermica delle rotaie
Lettera	PS/SED/1.3/342	15/12/87	Prove di laboratorio su campioni di rotaie saldate.
Circolare	1/6.5 P.MI/U.04	02/07/88	Saldatura elettrica a scintillio delle rotaie mediante l'impiego della macchina semovente
Lettera	S.SE/A.03/52	07/01/89	Saldatura di rotaie in opera con macchina semovente
Lettera	8/6.5 P.MI/U.04	06/05/89	Saldature alluminotermiche di rotaie dure, giunti isolanti incollati e spezzoni di rotaia da m 4,50 e 3,60.
Lettera	S.SE.A.03/001654	06/06/89	Impiego di tappi autofondenti per crogioli
Lettera	S.SE.A.03/001655	06/06/89	Saldature alluminotermiche
Lettera	S.OC./S.02 001357	12/03/90	Taglio delle rotaie e foratura estremità rotaie da 144 m
Lettera	S.OC./S.02	19/10/90	Saldatura alluminotermica di rotaia con "luce" fra le testate di 50 mm.
Lettera	TC.OC/S.02 6984	13/02/91	Taglio a fiamma delle rotaie.
Lettera	TC.C/A/044491	04/03/92	Unificazione sistemi di saldatura alluminotermica delle rotaie
Istruzione	I/MT.(C/A)93/001814	22/04/93	Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio.
Lettera	R.ST.OC/A.GLO2	03/09/93	Punzonatura saldature alluminotermiche delle rotaie eseguite dal personale FS
Lettera	R/ST.OC/A/009/D532	09/05/94	Prova di durezza su campioni di rotaie saldate

Segue



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
7 di 35**

Continua

Lettera	R/ST.OC/A/009/D800	30/06/94	Saldature alluminotermica di rotaie con "luce" fra le testate di 70 mm.
Lettera	R.ST.OC/009/D1300	18/08/95	Modifica e correzione delle "Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguite con procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio".
Lettera	R/ST.OC/A/009/D1395	18/09/95	Modifica e correzione delle "Norme tecniche per la saldatura in opera di rotaie eseguita con i procedimenti alluminotermico ed elettrico a scintillio".
Lettera	R/ST.OC/A/009/1777	06/12/95	Riparazione di saldature elettriche ed alluminotermiche difettose eseguite su rotaie in opera.

I.5 DEFINIZIONI

Sistema omologato: insieme di attrezzature e materiali di consumo per eseguire una saldatura, che è stato oggetto di prove da parte di RFI ed è risultato idoneo all'impiego.

Saldatura promiscua: saldatura tra due rotaie aventi profili differenti (ad es. 60 UIC con 50 UNI)

Saldatura autogena: saldatura in cui il metallo base (acciaio delle rotaie) partecipa attivamente, per fusione o sincristallizzazione, alla costituzione del reticolo cristallino della zona di giunzione, con o senza metallo d'apporto.

Sincristallizzazione: cristallizzazione simultanea di composti differenti a partire da un'unica soluzione o massa fusa.

Tavola di rotolamento: superficie superiore del fungo della rotaia.

Rotaia normale: rotaia in acciaio 700.

Rotaia dura: rotaia in acciaio 900A.

I.6 ABBREVIAZIONI

Si riportano i significati delle sigle e abbreviazioni utilizzate:

RFI Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.

MB metallo base

ZF zona fusa

ZTA zona termicamente alterata

PRA preriscaldamento abbreviato

PRL preriscaldamento lungo

US ultrasuoni



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
8 di 35**

II PARTE II

II.1 LIMITI DI SALDABILITA' IN RELAZIONE ALLA TEMPERATURA DELLE ROTAIE

Le saldature di rotaie, sia alluminotermiche che elettriche a scintillio, devono essere eseguite rispettando i seguenti limiti di temperatura:

rotaie acciaio 700: possono essere saldate finché la temperatura di rotaia non scenda sotto - 5 °C;

rotaie dure acciaio 900 A: possono essere saldate finché la temperatura di rotaia non scenda sotto 0°C.

Per le rotaie dure (900 A), inoltre, se si esegue una saldatura alluminotermica con il procedimento PRA, quando la temperatura delle rotaie sia inferiore a +10 °C, una volta montate e stuccate le forme, bisogna riscaldare uniformemente le rotaie del giunto da saldare ad una temperatura di circa 50 °C, per un tratto di almeno un metro a cavallo della saldatura (mezzo metro per parte) al fine di rallentare il raffreddamento ed evitare la formazione di strutture fragili.

II.2 TAGLIO DELLE ROTAIE

Per il taglio delle rotaie sono da impiegare obbligatoriamente mezzi meccanici, quali troncatrici a disco abrasivo o segarotaie. Il taglio delle rotaie con mezzi meccanici permette di ottenere superfici di taglio verticali, esposte in modo omogeneo al calore di preriscaldamento, ed annulla il rischio di formazione di pericolosi difetti.

Con il taglio del binario si ha interruzione della continuità elettrica e pertanto su linee elettrificate il lavoro non potrà essere eseguito senza darne preventiva comunicazione al personale degli Impianti Elettrici e senza il suo intervento (vedi I.3 Documentazione correlata).

L'applicazione delle ganasce per realizzare giunzioni provvisorie può essere fatta solo su rotaie tagliate con mezzo meccanico o tagliate al cannello e successivamente bonificate come di seguito descritto. Il mancato rispetto di questa prescrizione comporta il forte rischio che avvengano, in tempi brevi, rotture con distacco del fungo dalla rotaia, innescate dalla possibile presenza di microcricche sul fronte del taglio al cannello, che non sono eliminate da una successiva saldatura.

II.2.1 CASI LIMITATI DI USO DEL CANNELLO A FIAMMA OSSIPROPANICA

Di seguito si riportano le modalità operative con cui, anche in situazioni particolari in cui non è agevole tagliare le rotaie con troncatrici o segarotaie, è comunque possibile (e quindi è obbligatorio) continuare ad utilizzare il mezzo meccanico per il taglio. Si descrivono anche le poche situazioni in cui è possibile effettuare il taglio solo con il cannello a fiamma.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
9 di 35**

1. Taglio delle rotaie in stato di compressione.

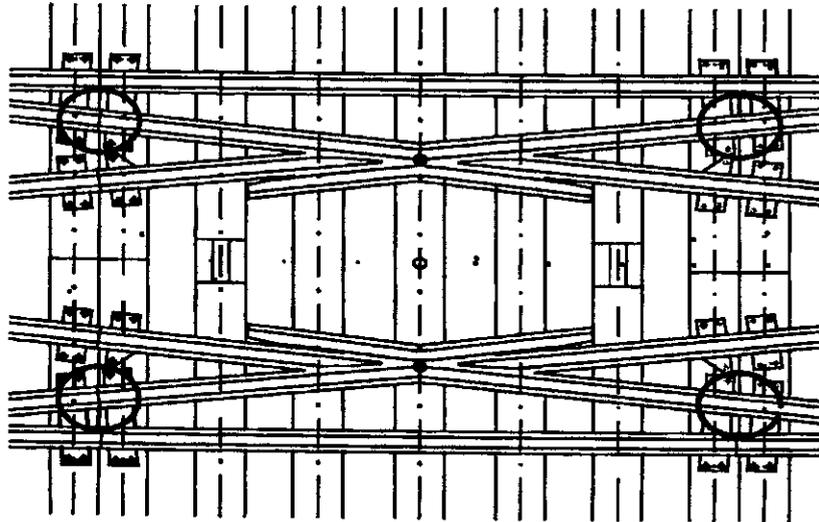
In questo caso, se si taglia con il mezzo meccanico, la rotaia tende a richiudersi bloccando il disco o la lama. Una volta eseguito il taglio al cannello per far scaricare le tensioni di compressione della rotaia, è necessario procedere ad una bonifica (taglio) con troncatrice o segarotaie della testata delle rotaie per asportare la zona in cui si possono essere create cricche a causa del taglio al cannello. Si dovrà pertanto asportare circa un centimetro di rotaia per parte in modo da realizzare la luce per la saldatura alluminotermica.

2. Taglio di rotaie mentre è applicato il morsetto tendirotaie.

Tale situazione si verifica nei soli casi in cui si opera su un binario già regolato termicamente e si debba eliminare una saldatura difettosa o lesionata, oppure si debba inserire uno spezzone di rotaia o un giunto isolante incollato: in questi casi, con il morsetto montato, non si ha lo spazio per eseguire il taglio con il mezzo meccanico e si ricorre al taglio al cannello. Si noti che se invece si sta operando con il morsetto tendirotaie per eseguire la regolazione termica del binario, il morsetto viene inserito dopo l'esecuzione del taglio, che va pertanto eseguito con il mezzo meccanico.

3. Operazioni connesse con i deviatori

- In operazioni di varo deviatori si può verificare che il taglio eseguito all'atto della rimozione del vecchio scambio risulti spostato rispetto alla posizione assunta dal deviatore nuovo che si va ad inserire; di conseguenza è necessario tagliare nuovamente la rotaia del binario che si attesta allo scambio e, con lo scambio in fase di varo, può non esserci sufficiente spazio per l'uso del mezzo di taglio meccanico; in questi casi è ammesso l'uso del cannello, fatta salva la successiva operazione di bonifica con mezzo meccanico delle testate.
- Per il taglio delle rotaie al tallone delle coppie ago contrago (ed in analoghe situazioni ove si presentino due rotaie a distanza ravvicinata) è possibile operare a mezzo della troncatrice a disco pur non essendo possibile tagliare la rotaia lavorando sui due lati. In questo caso, dovendo mantenere la troncatrice solo da un lato della rotaia, si taglierà la sezione della rotaia sin dove il consumo del disco lo consente, dopodiché si sostituirà il disco consumato con un disco nuovo da 350 mm di diametro per raggiungere la parte estrema della sezione della rotaia da tagliare.
- Nel caso di una comunicazione doppia a forbice con limitato interasse fra i due binari, la realizzazione in opera della luce delle saldature evidenziate dai cerchi nella figura seguente (saldature dei due gambini della piegata di ciascun cuore doppio dell'intersezione centrale di una comunicazione doppia a forbice) si esegue con cannello, non essendo possibile inserire un mezzo di taglio meccanico, per la presenza di rotaie da entrambi i lati.



Per il taglio delle rotaie destinate al fuori uso (operazioni di demolizione) è ammesso l'uso del cannello a fiamma.

II.2.2 MODALITÀ DEL TAGLIO CON CANNELLO A FIAMMA

Solo nei casi descritti al punto II.2.1, e con il rispetto delle procedure prescritte, è ammesso l'uso del cannello a fiamma ossipropanica.

Occorre tenere presente che, soprattutto su rotaie dure, il taglio con cannello a fiamma ossipropanica può provocare la formazione di microfessurazioni sulle superfici di taglio, a causa dei cambiamenti di struttura dell'acciaio (e quindi dei cambiamenti delle proprietà meccaniche) legati al ciclo termico di riscaldamento e rapido raffreddamento indotto dal taglio a fiamma; di conseguenza è necessario riscaldare la rotaia prima di eseguire il taglio, così da rallentarne il raffreddamento; il preriscaldamento dipende dal tipo di acciaio e dalla temperatura della rotaia stessa; nella tabella 1 è riportato il dettaglio di come operare.

Temperatura rotaia $\geq 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Acciaio 900 A	Preriscaldare ad almeno $150\text{ }^{\circ}\text{C}$
	Acciaio 700	Nessun preriscaldamento
Temperatura rotaia $< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$	Per qualsiasi tipo di acciaio	Preriscaldare ad almeno $150\text{ }^{\circ}\text{C}$

tab. 1



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
11 di 35**

Il suddetto preriscaldamento va effettuato con cannello da preriscaldamento, prima di iniziare a tagliare, su un tratto di rotaia lungo 50 cm a partire dalla sezione di taglio; se si tratta di tagli nel corpo della rotaia la lunghezza raddoppia (50 cm per parte). Manovrando il cannello avanti e indietro, orientando la fiamma sul fungo, sul gambo e sulla suola, si deve fare in modo da raggiungere uniformemente una temperatura non inferiore a 150 °C. Il controllo di detta temperatura va effettuato con idonei termometri digitali con sonda di contatto o ad infrarossi.

L'operazione di preriscaldamento non dovrà durare meno di 5 minuti, al fine di consentire l'uniforme riscaldamento della parte interna della rotaia.

Il taglio dovrà seguire immediatamente la fase di preriscaldamento.

Durante l'esecuzione del taglio, si dovrà curare attentamente il movimento del cannello, così da ottenere superfici di taglio perpendicolari all'asse longitudinale della rotaia e con facce ben parallele. Una volta eseguito il taglio si dovranno pulire accuratamente le superfici delle rotaie per eliminare le scorie formatesi durante il taglio e le tracce di ossidi.

**II.2.3 FORMAZIONE PROFESSIONALE DEL PERSONALE ADDETTO AL TAGLIO AL CANNELLO
DELLE ROTAIE**

Di norma, le operazioni di taglio delle rotaie con cannello (ammesse nei soli casi sopra descritti) devono essere eseguite da parte di personale in possesso dell'abilitazione alla saldatura alluminotermica.

Allo scopo di poter effettuare gli interventi d'urgenza per anomalie d'esercizio e per agevolare e rendere più rapido il lavoro che il personale svolge per la manutenzione del binario e la manipolazione dei materiali d'armamento, le operazioni di taglio delle rotaie, a mezzo del cannello a fiamma, possono essere affidate anche al personale RFI non in possesso dell'abilitazione alla saldatura alluminotermica delle rotaie, con la condizione che tale personale sia stato sottoposto ad un preventivo accertamento, da eseguirsi a cura delle Commissioni create nell'ambito delle Zone Territoriali per i rilasci delle abilitazioni alla saldatura alluminotermica di cui alla Circolare DI TCAR CI AR 07 002 A del 19/07/2000, circa la conoscenza della tecnica esecutiva e delle norme antinfortunistiche vigenti in materia.

Ai suddetti Agenti dovrà essere rilasciato, a cura delle Commissioni di cui sopra, un Certificato di idoneità al taglio delle rotaie, da redigersi in duplice copia, delle quali una deve essere consegnata all'Agente interessato ed una conservata, da parte dell'Impianto, nella pratica personale dell'Agente stesso.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
12 di 35**

II.3 SALDATURA DELLE ROTAIE CON TESTATE FORATE

Qualora non risulti conveniente procedere alla preventiva operazione di bonifica (taglio) delle testate di rotaie forate (fori di giunzione o di connessione elettrica) è consentita l'esecuzione della saldatura, alle seguenti condizioni:

- le testate delle rotaie devono essere integre, e cioè non devono presentare difetti come cretti o lesioni, schiacciamenti della superficie di rotolamento, oppure ovalizzazione dei fori stessi
- il bordo del foro più vicino alla testata sia distante da questa più di 50 mm; ciò per evitare che i fori capitino in ZTA
- preventiva otturazione del foro con apposita pasta termoconduttrice, oppure con dischetto d'acciaio, nel caso in cui il foro sia distante meno di 100 mm dalla testata.

I fori per lo scarico delle rotaie da 144 metri o da 108 metri sono realizzati ad una distanza tale da non richiedere la bonifica della testata, perché l'asse del foro è distante 212 mm dalla testata.

Le eventuali bonifiche per taglio di testate di rotaia, resesi necessarie a causa di sfalsi derivanti dallo scarico di rotaie in sequenza, devono essere effettuate sulle testate di coda delle rotaie, che non sono forate.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
13 di 35**

II.4 CONTROLLI SULLE SALDATURE

Le saldature, alluminotermiche ed elettriche a scintillio, non devono presentare difetti come:

- irregolarità di profilo del ringrosso
- difetti di allineamento
- inclusioni non metalliche (scoria, terra)
- inclusioni di gas
- cretti
- scarsità di materiale sulla superficie di rotolamento nella zona fusa
- incollature.

II.4.1 CONTROLLO VISIVO E GEOMETRICO DELLE SALDATURE

Tutte le saldature devono essere controllate visivamente e geometricamente.

Il controllo visivo va fatto per verificare l'assenza di difetti superficiali visibili.

Il controllo geometrico delle saldature, interessante la superficie di rotolamento e ambedue i fianchi del fungo delle rotaie saldate, va eseguito servendosi di uno spessimetro e dell'apposita riga metallica da 1 m, disponendola a cavallo del giunto come di seguito illustrato.

Si noti che, per controllare se si è formata una cuspidi (tolleranza con segno +) sulla superficie superiore del fungo (tavola di rotolamento), si deve poggiare la riga premendola ad un estremo, mentre sotto l'altro va inserito lo spessimetro per la misurazione.

Dopo la smerigliatura finale delle saldature gli eventuali errori di allineamento, cuspidi o avvallamenti, non dovranno eccedere le tolleranze indicate nella tabella 2 sia per la tavola di rotolamento, sia per i fianchi del fungo da ambo i lati della rotaia.

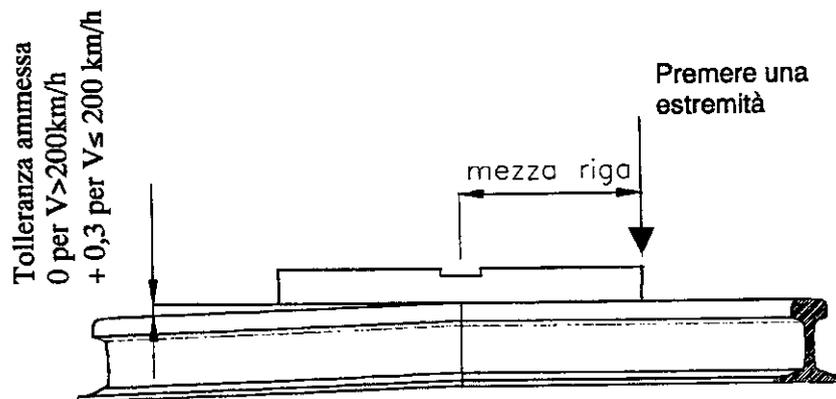
Gli spigoli fra superficie di rotolamento e fianchi del fungo devono essere ben arrotondati e raccordati con la zona al di fuori del tratto molato.

	Tolleranza ammessa sulla tavola di rotolamento	Tolleranza ammessa sui fianchi del fungo
Linea con velocità $V \leq 200$ km/h	± 0.3 mm	± 0.3 mm
Linea con velocità $V > 200$ km/h	- 0.2 mm non sono ammesse cuspidi, e cioè saldature alte	± 0.25 mm

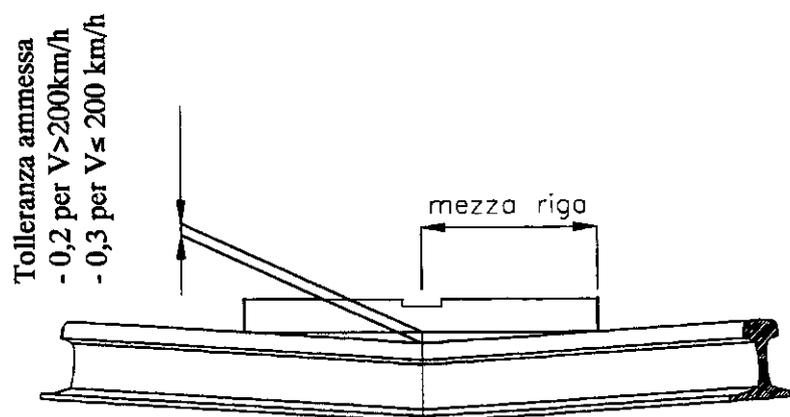
tab. 2

Di seguito si riportano gli schemi del controllo geometrico delle saldature.

SUPERFICIE DI ROTOLAMENTO

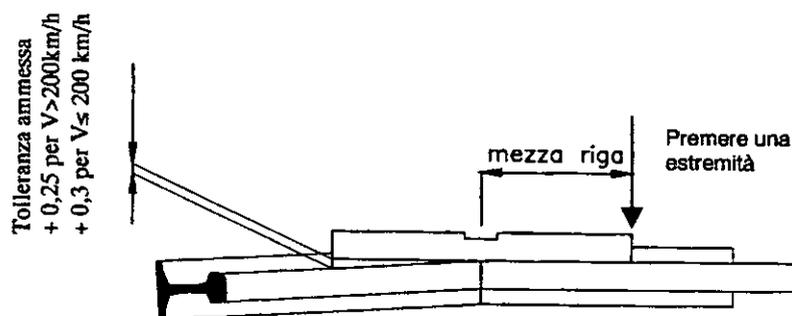


Cuspide o saldatura alta

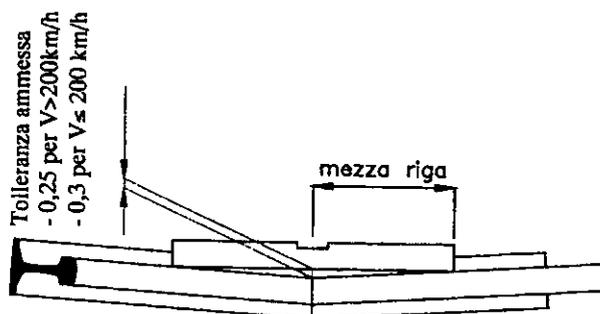


Avvallamento o saldatura bassa

FIANCHI DEL FUNGO



Saldatura che provoca uno stringimento dello scartamento



Saldatura che provoca un allargamento dello scartamento

II.4.2 CONTROLLI STRUTTURALI

I controlli strutturali sulle saldature sono differenti a seconda del procedimento utilizzato, alluminotermico o elettrico a scintillio.

Il dettaglio di tali controlli è riportato al punto III.1.12 per le saldature alluminotermiche, e ai punti IV.1.4 e IV.1.5 per le saldature elettriche a scintillio.

II.4.3 CONTROLLO AD ULTRASUONI

Tutte le saldature devono essere sottoposte ad un controllo non distruttivo ad ultrasuoni per l'individuazione di eventuali difetti interni, con apposite apparecchiature portatili.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
16 di 35**

Per quanto riguarda i tempi per la verifica U.S. e i tempi d'intervento alla scoperta del difetto, essi sono indicati nell'Istruzione Tecnica DI TCAR ST AR 02 01 A del 15/11/99.

Inoltre, per consentire al nucleo US di programmare tempestivamente i controlli ad ultrasuoni sulle nuove saldature, ciascun Dirigente Tronco di Linea dovrà inoltrare al nucleo US il prospetto delle saldature da eseguire nel mese successivo e di quelle eseguite e non ancora controllate con US, secondo quanto indicato nelle "Disposizioni attuative relative alla Specifica di Istruzione Tecnica Gestione dei difetti nelle rotaie e negli scambi e relativi provvedimenti" classifica DI MAN MO IFS 002 A del 20/04/2001.

II.5 GESTIONE DELLE SALDATURE DIFETTOSE

II.5.1 TEMPI DI INTERVENTO

Per quanto riguarda i tempi d'intervento sulla saldatura alla scoperta del difetto, essi sono indicati nell'Istruzione Tecnica DI TCAR ST AR 02 01 A del 15/11/99 "Gestione dei difetti nelle rotaie e negli scambi e relativi provvedimenti".

II.5.2 TIPOLOGIE DI DIFETTI RIPARABILI

E' consentito riparare saldature mediante apporto di metallo con elettrodi, in presenza dei seguenti difetti:

- schiacciamenti in corrispondenza della zona fusa oppure delle adiacenti zone di alterazione termica
- inclusioni di gas, scorie o terra affioranti o meno in superficie, la cui profondità non superi 25 mm dalla tavola di rotolamento, per tutti i tipi d'armamento
- lesioni trasversali in zona fusa interessanti il fungo e la cui profondità, dalla tavola di rotolamento, non superi 25 mm, per tutti i tipi d'armamento.

In presenza di altri tipi di difetti, la saldatura deve essere rifatta.

II.5.3 SALDATURE EFFETTUATE DA DITTE APPALTATRICI

Tutte le saldature eseguite da Ditte appaltatrici riscontrate difettose nell'ambito del periodo di garanzia vanno rifatte a carico della Ditta stessa. Fanno eccezione le saldature affette da soli difetti di allineamento quando questi possano essere eliminati con successive operazioni di sola molatura (eseguita a cura e spese della Ditta appaltatrice).

La riparazione secondo II.5.2 di saldature eseguite da Ditte è consentita solo per i difetti che si manifestino oltre il periodo di garanzia, e vi provvede esclusivamente il personale di RFI in possesso dell'abilitazione specifica di cui alla Circolare DI TCAR CI AR 07 002 A del 19/07/2000.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
17 di 35**

**II.6 MODALITA' PER LA RIPARAZIONE MEDIANTE APPORTO DELLE
SALDATURE DIFETTOSE**

Le operazioni per la riparazione dei difetti indicati al punto II.5.2 comprendono le seguenti fasi:

1. Esame visivo

Consiste nell'accurata pulizia, mediante spazzola metallica, di tutta la saldatura e nell'osservazione dell'estensione e gravità dei difetti visibili.

2. Preparazione della zona da riparare

La preparazione, da effettuarsi mediante uso di mola a smeriglio, ha lo scopo di eliminare completamente la parte di saldatura interessata dal difetto, oppure lo strato superficiale incrudito esistente sulla tavola di rotolamento delle saldature e delle zone adiacenti.

Per quanto attiene le lesioni trasversali in zona fusa e le inclusioni, l'asportazione del materiale dal fungo deve essere effettuata mediante l'uso di mole a disco, eseguendo una scanalatura ad "U" con lembi leggermente svasati, di almeno 12 mm, per l'intera larghezza del fungo.

Nel caso degli schiacciamenti la preparazione può essere effettuata con l'uso di mole a tazza eventualmente integrata con l'uso di mola a disco, qualora in fase di smerigliatura della tavola di rotolamento si verifichi la comparsa di difetti per l'eliminazione dei quali si renda necessario agire in profondità in una zona ristretta. Per gli schiacciamenti, gli apporti di metallo devono avere lunghezza il più possibile limitata, allo scopo di contenere i fenomeni di abbassamento della rotaia dovuti alle tensioni di ritiro che si originano durante la fase di raffreddamento della zona trattata.

La preparazione con mola dei difetti di schiacciamento deve estendersi per una profondità di almeno 5 mm dalla tavola di rotolamento.

3. Controllo delle superfici preparate

Dopo l'operazione di molatura le superfici devono essere controllate mediante l'impiego di liquidi penetranti, in modo da porre in evidenza eventuali difetti non eliminati con la molatura.

Quando ciò si verifichi, la molatura andrà proseguita fino alla completa eliminazione di detti difetti, nel rispetto del limite di profondità di 25 mm.

4. Esecuzione delle riparazioni

Dopo l'accurata preparazione della zona da riparare occorre procedere al preriscaldamento della stessa alla temperatura di:

- 250 ÷ 300 °C per le rotaie in acciaio 700
- 350 ÷ 400 °C per le rotaie in acciaio 900A

da controllare con idonei termometri.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
18 di 35**

Tali temperature vanno mantenute durante tutta l'operazione di riparazione.

Nel caso di riparazione di schiacciamenti l'apporto deve comprendere almeno due strati di deposito ed interessare l'intera larghezza del fungo.

5. Finitura

Completata l'operazione di deposito, si procede alla smerigliatura della zona riparata; nell'eseguire la molatura occorre tenere presente che, per effetto del ritiro dovuto al raffreddamento, la superficie dell'apporto subirà un abbassamento.

La smerigliatura, da controllare con riga e spessimetro, dovrà ripristinare il profilo geometrico del fungo.

Alla fase di finitura succitata dovrà seguire un accurato controllo definitivo mediante liquidi penetranti.

6. Tipi di elettrodi da impiegare

I tipi di elettrodi da impiegare per effettuare la riparazione delle saldature sono i seguenti:

- per apporto su rotaie tipo 700:

elettrodi con rivestimento basico o semibasico aventi il diametro 3,25 mm (cat. 744/627) oppure 4 mm (cat. 744/628)

- per apporto su rotaie tipo 900 A:

elettrodi con rivestimento basico o semibasico aventi il diametro 3,25 mm (cat. 744/634) oppure 4 mm (cat. 744/635).

Gli elettrodi devono essere del tipo omologato da RFI.

II.7 INSERIMENTO DI SPEZZONI DI ROTAIA / DISTANZA MINIMA TRA DUE SALDATURE

L'inserimento di spezzoni dovrà essere effettuato rispettando le seguenti limitazioni.

- In occasione di lavori di rinnovamento o di sostituzione rotaie, sia con materiale nuovo che usato servibile (inserimento da effettuare sempre che non sia possibile lo scorrimento delle rotaie): lunghezza minima dello spezzone 12 m.
- In occasione di lavori di manutenzione per l'eliminazione di difetti puntuali: lunghezza minima dello spezzone 6 m.
- Inserimento giunti isolanti incollati (g.i.i.): la lunghezza dello spezzone è di 3,78 m oppure 6 m; il g.i.i. da 6 m è appositamente realizzato per l'installazione su curve, particolarmente su quelle di raggio minore di 1000 m, data la difficoltà di allineamento di uno spezzone corto.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
19 di 35**

– Scambi: all'interno degli scambi e delle eventuali relative serraglie sono ammesse lunghezze inferiori a 6 m in funzione dello specifico piano di posa da costruire. Dovrà essere posta la massima cura affinché venga realizzato il minor numero possibile di saldature; per le giunzioni isolanti interne agli scambi si dovrà fare pertanto ricorso:

- a rotaie intermedie isolanti a misura
- alla realizzazione, fuori opera e da parte di personale RFI, di giunzioni isolanti sulle rotaie intermedie prima del varo dello scambio
- solo nel caso in cui non sia possibile operare come sopra per indisponibilità dei materiali, è ammesso l'impiego di g.i.i. da 3,78 m.

Nelle operazioni di costruzione degli scambi o all'atto della sostituzione di parti usurate (coppie ago contrago, cuore, controrotaie ecc.) si dovrà assolutamente evitare di avere due saldature alluminotermiche poste a distanza molto ravvicinata. Per evitare ciò all'atto della prima costruzione degli scambi è conveniente, se la lunghezza delle rotaie intermedie lo consente, ridurre la lunghezza della parte che si potrebbe dover sostituire per usura; la riduzione sarà dell'ordine dei 100 mm compatibilmente con il montaggio delle forme per eseguire la saldatura. In tale modo all'atto del ricambio si potrà effettuare la sostituzione del componente usurato bonificando le vecchie saldature senza dover introdurre spezzoni e senza dover cambiare rotaie intermedie.

Qualora debbano effettuarsi con personale RFI interventi di urgenza per il ripristino della continuità delle rotaie e non si disponga di sufficiente personale e adeguati mezzi di trasporto, in via del tutto eccezionale, sarà consentito l'impiego di spezzoni più corti, ma comunque non inferiori a 3 metri; detti spezzoni dovranno essere sostituiti con spezzoni conformi ai precedenti casi entro 6 mesi.

Per la distanza minima ammissibile tra due saldature si applicano gli stessi criteri relativi alla lunghezza minima degli spezzoni di rotaia.

Nell'inserimento di spezzoni di rotaia, sia su binari in lunga rotaia saldata che con giunzioni, si dovrà porre cura affinché non venga alterato l'equilibrio tensionale del binario e cioè che non venga aggiunto o tolto ferro.

Pertanto se l'inserimento viene eseguito su una rotaia che non ha perduto la sua continuità (assenza di rotture in tronco in campata o in saldatura) si opera come segue, viceversa se si è in presenza di una rottura in tronco si procede come indicato ai punti III.1.9 e III.1.10. .

Per spezzoni di lunghezza fino a 6 m, si applicano le procedure previste per l'inserimento delle giunzioni isolanti incollate della "Istruzione Tecnica per le giunzioni incollate di rotaie e per gli incollaggi di cuori monoblocco in acciaio fuso al Mn di deviatori - Fabbricazione - Posa in opera e connessi provvedimenti per il binario" classifica TC.C/A/011131 del 04/02/92.

Per l'inserimento di spezzoni di lunghezza superiore a 6 m su un binario in l.r.s., se si opera a temperatura delle rotaie uguale a quella di regolazione (con tolleranza di ± 3 °C) si procede slacciando gli attacchi per un tratto di lunghezza pari allo spezzone da inserire e si slacciano gli attacchi necessari a realizzare la cuspide sulla prima saldatura, si eseguono i tagli per un tratto di lunghezza $t = \text{lunghezza dello spezzone} + 30 \text{ mm}$; si toglie la rotaia da eliminare e si inserisce lo



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR AR 07 001 A**

**FOGLIO
20 di 35**

spezzone. Si esegue la prima saldatura con luce di 25 mm. Una volta completato il raffreddamento della prima saldatura, mediante taglio si realizza la corretta luce per la seconda saldatura. Per eseguire la seconda saldatura devono essere slacciati venti attacchi per parte, si riallacciano quindi quelli eventualmente eccedenti, slacciati in precedenza per inserire lo spezzone ed eseguire la prima saldatura. Si procede infine con le modalità normali all'esecuzione della seconda saldatura.

Nel caso in cui la temperatura delle rotaie sia inferiore a quella di regolazione allora l'inserimento di uno spezzone di lunghezza superiore a 6 metri si esegue effettuando nuovamente la regolazione termica del binario.

II.8 GARANZIA SALDATURE ESEGUITE DA DITTE APPALTATRICI

Su tutte le saldature eseguite da Ditte appaltatrici si applica una garanzia di 2 anni a partire dal 31/12 dell'anno di esecuzione.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
21 di 35**

III PARTE III

III.1 SALDATURE ESEGUITE CON PROCEDIMENTO ALLUMINOTERMICO

III.1.1 CLASSIFICAZIONE DEI PROCEDIMENTI

I procedimenti in uso sono classificati in base al tempo di preriscaldamento, ed identificati dalle sigle:

PRL (abbreviazione di pre-riscaldamento lungo),

PRA (abbreviazione di pre-riscaldamento abbreviato).

Per saldare rotaie del profilo 50 UNI e del profilo 60 UIC, indipendentemente dalla qualità dell'acciaio di cui esse sono costituite, deve essere impiegato il procedimento PRA.

Nel caso occorra saldare tra loro rotaie di diverso profilo deve essere usato il procedimento PRL.

Si possono saldare tra loro:

- rotaie 36 UNI con rotaie 46 UNI
- rotaie 46 UNI con rotaie 50 UNI
- rotaie 46 UNI con rotaie 60 UIC
- rotaie 50 UNI con rotaie 60 UIC

Non essendo possibile saldare rotaie 36 UNI direttamente con rotaie 60 UIC, all'occorrenza bisogna effettuare due saldature promiscue, interponendo uno spezzone del profilo intermedio (46 o 50) ed effettuare le consentite saldature promiscue alle estremità.

Nelle saldature promiscue le forme non sono simmetriche ma si distinguono in destre e sinistre; i relativi lamierini seguono la stessa distinzione.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
22 di 35**

III.1.2 SISTEMI OMOLOGATI

Nelle tabelle seguenti sono riportati i sistemi ad oggi omologati da RFI con i relativi materiali di consumo ed attrezzature in relazione ai procedimenti, luci, armamento e tipo di acciaio. Nel caso siano omologati nuovi sistemi verranno emanate le relative Appendici di aggiornamento.

	Procedimento	Luci [mm]	Armamento	Acciaio
KLK	PRA	23 +27	60 UIC	700
				900 A
		47+53	50 UNI	700
				900 A

	Procedimento	Luci [mm]	Armamento	Acciaio
RAILTECH	PRA	23 +27	60 UIC	700
				900 A
		48+52	50 UNI	700
				900 A

	Procedimento	Luci [mm]	Armamento	Acciaio
THERMIT ITALIANA	PRA	24 +26	60 UIC	700
				900 A
		48+50	50 UNI	700
				900 A
	PRL	20+22	36 UNI	700
			46 UNI	700
			36/46	700
			46/50	700
			46/60 50/60	900 A



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
23 di 35**

III.1.3 QUALIFICAZIONE DEL PERSONALE

Il personale addetto all'esecuzione delle saldature alluminotermiche di rotaie deve essere in possesso della relativa abilitazione.

Il personale dipendente dalle Ditte appaltatrici, che eseguono lavori di saldatura alluminotermica delle rotaie per conto di RFI S.p.A., deve essere in possesso dell'apposita abilitazione, attestata dal tesserino personale (non scaduto di validità) rilasciato dalla Commissione Centrale RFI, come previsto dalla Circolare DI TCAR ST AR 07 001 A del 21/03/2000.

Il personale RFI addetto alla saldatura alluminotermica è quello in possesso della specifica abilitazione prevista dalla Circolare: DI TCAR ST AR 07 002 A del 19/07/2000.

III.1.4 MATERIALI ED ATTREZZATURE

I materiali e le attrezzature da utilizzare devono essere di tipo prescritto; i materiali e le attrezzature prescritti sono quelli contenuti nell'anagrafica materiali del sistema informativo INRETE2000 di RFI.

Le attrezzature devono essere in buono stato di conservazione e manutenzione. Non si devono adoperare porzioni saldanti che abbiano assorbito umidità o che siano comunque deteriorate.

I materiali di consumo (forme refrattarie, porzioni saldanti e fodera crogiolo) devono essere in buono stato di conservazione ed esenti da umidità; la terra refrattaria, prevista nel sistema THERMIT ITALIANA per la stuccatura delle forme, deve essere umidificata il meno possibile.

Per il dettaglio delle attrezzature, descritte anche in relazione alle differenti Ditte fornitrici, si rimanda all'Allegato 1.

III.1.5 SALDATURA CON LUCE MAGGIORATA

E' ammessa la saldatura con luce di 50 mm o di 70 mm in presenza di lesioni o rotture di saldature alluminotermiche in opera che presentino la lesione o sezione di frattura con un andamento pressoché verticale, interessante la ZF o il confine tra ZF e MB, e tali che si riesca ad eliminare il difetto, mediante taglio meccanico, ottenendo una luce di 50 o al massimo 70 mm.

Occorre limitare il ricorso a saldature con luce maggiorata di 70 mm ai soli casi in cui, dopo aver effettuato i tagli per eliminare la saldatura rotta, non si sia ottenuta la luce 50 mm.

Quanto sopra consente di evitare l'introduzione di spezzoni di rotaie per ripristinare la continuità delle rotaie stesse. Per tali saldature devono essere usati gli appositi materiali di consumo con le relative attrezzature.

La saldatura con luce di 50 mm è ammessa anche nel caso in cui, a seguito del taglio di rotaia al canello, nei soli casi consentiti, ed a seguito della bonifica delle testate delle rotaie non si riesca ad ottenere la luce normale.

La saldatura con luce maggiorata può essere eseguita anche da personale abilitato delle Ditte appaltatrici, ma va ribadito che tale pratica deve essere limitata esclusivamente ai due casi appena citati.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
24 di 35**

Per le luci 50 mm e 70 mm esistono apposite forme e porzioni saldanti, per i profili 50 UNI e 60 UIC, nei due tipi di acciaio 700 e 900 A, come indicato al punto III.1.2.

Per la luce 70 è necessario usare un crogiolo di dimensioni maggiori, non essendo sufficiente il tipo unificato a contenere la grande quantità di porzione saldante, oppure si può usare un crogiolo normale con anello superiore maggiorato.

E' vietato maggiorare empiricamente le porzioni saldanti ed è vietato alterarne in qualsiasi modo la composizione.

III.1.6 PARAMETRI CARATTERISTICI PER L'ESECUZIONE DI SALDATURE ALLUMINOTERMICHE

Di seguito si riportano in dettaglio i parametri da rispettare nell'esecuzione di saldature alluminotermiche di rotaie, per le Ditte fornitrici.

Tabella parametri caratteristici KLK

Procedimento di saldatura	Profilo rotaie	Luce (mm)	Durata preriscaldamento (minuti)	Cannello KLK (n° fori)	Pressioni		Altezza cannello dalla tavola di rotolamento (mm)
					Ossigeno (bar)	Propano (bar)	
PRA	50 UNI	23 ÷ 27	1 ÷ 2	32	5	1,5	30 ÷ 35
		47 ÷ 53					
	60 UIC	23 ÷ 27					
		47 ÷ 53					

Tabella parametri caratteristici RAILTECH

Procedimento di saldatura	Profilo rotaie	Luce (mm)	Durata preriscaldamento (minuti)	Cannello RAILTECH (n° fori)	Pressioni		Altezza cannello dalla tavola di rotolamento (mm)
					Ossigeno (bar)	Propano (bar)	
PRA	50 UNI	23 - 27	2	22	4	1,5	50
		48 - 52					
	60 UIC	23 - 27					
		48 - 52					



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
25 di 35**

Tabella parametri caratteristici THERMIT ITALIANA

Procedimento saldatura	Profilo rotaie	Luce (mm)	Durata preriscaldamento (minuti, secondi)	Cannello THERMIT ITALIANA (n° fori)	Pressioni		Altezza cannello dalla tavola di rotolamento (mm)
					Ossigeno (bar)	Propano (bar)	
PRA	50 UNI	24 - 26	1 + 2	32	5	1,5	30 + 35
		48 - 50	2,30				
		68 - 70	2,30				
	60 UIC	24 - 26	1 + 2				
		48 - 50	2,30				
		68 - 70	2,30				
PRL	36 UNI	20 - 22	4 + 5	22	4,5	1	40 + 45
	46 UNI	20 - 22	5 + 6				
	36 / 46	20 - 22	6 + 7				
	46 / 50	20 - 22	7 + 8				
	46 / 60						
	50 / 60						

Nota bene: per la durata del preriscaldamento, quando nelle tabelle è indicata una coppia di valori, si deve tenere presente che si opera in funzione delle condizioni climatiche (in condizioni di freddo si usa la durata maggiore).

III.1.7 PUNZONATURA DELLE SALDATURE ALLUMINOTERMICHE

Ogni saldatura alluminotermica dovrà essere contrassegnata da una sigla alfa-numerica che consenta di risalire all'esecutore ed alla data di esecuzione, secondo le modalità indicate nelle Circolari per l'abilitazione all'esecuzione di saldature alluminotermiche per il personale dipendente da RFI o da Ditte appaltatrici.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
26 di 35**

Sulla punzonatura dovrà essere applicato uno strato di vernice bianca per proteggerla dall'ossidazione e per facilitare la lettura dei dati impressi.

A ciascuna Ditta appaltatrice è stata attribuita la sigla identificativa, a cura della Sede Centrale di RFI, al fine dell'individuazione univoca; le nuove Ditte appaltatrici, non in possesso di detta sigla, devono richiederne l'assegnazione alla Sede Centrale.

III.1.8 MODALITÀ ESECUTIVE DELLE SALDATURE ALLUMINOTERMICHE

Prima di eseguire la saldatura occorre allentare 40 attacchi a cavallo del giunto (20 da una parte e 20 dall'altra), al fine di non avere eccessive tensioni interne dovute al ritiro (2 + 3 mm) longitudinale che subisce la saldatura. Se non si allentassero gli attacchi queste tensioni da ritiro vincolato potrebbero causare cricche a caldo in ZF, ma anche a freddo, sia in ZF sia in ZTA, sommandosi poi alle sollecitazioni di esercizio.

In particolare qualora si operi con il morsetto tendirotaie in presa, è necessario accompagnare il ritiro di ciascuna saldatura, durante il raffreddamento delle stesse, con il serraggio del morsetto nel senso atto a comprimere la saldatura stessa. Il suddetto serraggio, da effettuare in più riprese (tre al minuto) subito dopo la tranciatura del ringrosso delle saldature, dovrà durare circa 15 minuti, dopo di che il morsetto potrà essere rimosso dato che, dopo tale tempo, le saldature sono atte a resistere alle sollecitazioni che nascono nei giunti man mano che procede il raffreddamento degli stessi.

E' necessario operare in modo tale che il passaggio del primo treno su una saldatura avvenga dopo che siano trascorsi almeno 30 minuti dalla colata.

Se non c'è sufficiente tempo a disposizione non si deve intraprendere l'esecuzione della saldatura.

Dopo tale intervallo minimo di tempo la saldatura si trova ancora ad alta temperatura (oltre 300 °C sulla superficie esterna della rotaia); di conseguenza ci si limiterà, una volta tolti i cunei usati per creare la cuspid e allineare le rotaie, ad una sgrossatura per permettere il transito del primo treno mentre la smerigliatura di finitura sulla tavola di rotolamento dovrà essere eseguita a giunto freddo.

Per far transitare il treno occorre serrare nuovamente gli attacchi; il serraggio degli attacchi deve essere eseguito subito prima del transito del treno allo scopo di assecondare, quanto più possibile, il ritiro della saldatura.

E' vietato accelerare artificialmente il raffreddamento delle rotaie saldate (ricorrendo a mezzi tipo acqua ecc.) allo scopo di evitare la formazione di strutture fragili.

Per eseguire saldature tra rotaie di differenti tipi di acciaio (acciaio 700 con 900 A) si deve utilizzare la porzione saldante per acciaio 900 A.

Esiste un limitato numero di casi in cui si possono trovare rotaie di acciai differenti da quelli considerati nella presente istruzione: si tratta di acciaio tipo 1100 (legato al Cromo) o di rotaie in acciaio 900 A trattate termicamente per ottenere, nella zona del fungo, una perlitizzazione fine. Tali rotaie, caratterizzate da una particolare simbologia di riconoscimento (vedi Allegato 1), possono essere saldate utilizzando particolari procedure, che vanno richieste alla Struttura Centrale che ha emesso la presente Istruzione Tecnica.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
27 di 35**

Una volta terminate le operazioni di saldatura si devono rimuovere dal binario i materiali di risulta (forme, materozze, scoria, ecc.).

Per una descrizione di dettaglio delle modalità esecutive delle saldature e delle relative attrezzature si veda l'Allegato 1.

III.1.9 SALDATURE ALLUMINOTERMICHE DI ROTAIE ROTTE IN CAMPATA

Le rotture di rotaie in opera hanno normalmente origine da difetti interni alle stesse, che, a distanza di tempo, per l'effetto dei fenomeni di affaticamento dovuti all'esercizio, possono degenerare in rotture in tronco, ancora prima che i difetti medesimi si manifestino all'esterno e divengano visibili.

E' vietato ripristinare la continuità del binario a mezzo di saldatura alluminotermica poiché il tipo di difettosità in argomento, imputabile solitamente ad una o più fasi del ciclo di lavorazione delle rotaie può sussistere, allo stato latente, in più punti della stessa rotaia oggetto della rottura e ritrovarsi anche in altre rotaie appartenenti alla stessa colata, pertanto quando ci si trovi di fronte al tipo di rottura in questione, i provvedimenti da adottare sono:

- a) Applicazione di quanto previsto dall'Istruzione Tecnica "Interventi a seguito di rottura rotaie" classifica R/ST/009/D.72 del 20/10/'93; in caso di inganasciamento provvisorio della rotaia in corrispondenza della sezione di rottura occorre tenere presente che tale giunzione deve essere eliminata in tempi brevissimi;
- b) controllo, mediante apparecchio ad ultrasuoni, dell'intera rotaia oggetto della rottura;
- c) introduzione di spezzone, prima ancora che si sia potuto eseguire il suddetto controllo ad ultrasuoni qualora, per giustificati motivi, il controllo ad ultrasuoni dell'intera rotaia non si possa effettuare in tempi brevissimi;
- d) sostituzione dell'intera rotaia nei casi: di esito sfavorevole del controllo stesso; di presenza di inneschi a rottura, visibili in altri punti della rotaia.

Il suddetto controllo ad ultrasuoni dovrà interessare, oltre che la rotaia con rottura in campata, anche le rotaie appartenenti alla stessa colata, normalmente in opera nella zona in cui è posta quella avariata (i dati relativi al numero della colata sono stampigliati sul gambo delle rotaie).

Qualora non risultasse possibile procedere alla suddetta identificazione in quanto detta stampigliatura fosse resa illeggibile dall'ossidazione o non si individuassero altre rotaie della stessa colata, si dovrà ugualmente effettuare un accurato controllo ad ultrasuoni del tratto di binario all'interno della zona in cui si è verificata la rottura.

Resta comunque fermo che in tutti i casi in cui si verifica la rottura di rotaie in campata, qualora non si provveda all'intera sostituzione delle stesse, si deve sempre procedere all'introduzione di spezzoni della lunghezza prevista per il ripristino della continuità delle rotaie.

Solo nel caso in cui sia chiaro che la rottura è da attribuire a danneggiamenti o lavorazioni irrazionali della rotaia (abrasioni da slittamento, apporti di metallo con arco elettrico, urti, colpi di mazza, corrosione, saldatura di connessioni elettriche, ecc.) è consentito ripristinare la continuità delle rotaie in opera a mezzo di saldatura alluminotermica eseguita in corrispondenza della sezione di rottura con andamento pressoché verticale.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR ST AR 07 001 A**

**FOGLIO
28 di 35**

III.1.10 RIPRISTINO DELL'EQUILIBRIO TENSIONALE A SEGUITO DI UNA ROTTURA IN TRONCO DELLA ROTAIA IN CAMPATA O IN SALDATURA

Operando su binario in lunga rotaia saldata dovrà essere posta cura affinché venga ripristinato l'equilibrio tensionale che si è alterato per effetto della rottura e quindi, a seguito della saldatura di ripristino o dell'inserimento di uno spezzone, non deve essere variata la lunghezza iniziale delle rotaie (non venga aggiunto o tolto ferro).

Si descrive la procedura di ripristino della continuità della rotaia mediante saldatura quando la temperatura del ferro è inferiore a quella di regolazione:

Si misura la luce della rottura. Si esegue una bulinatura a cavallo della rottura con una distanza tra le bulnature $d = 2 \text{ m} + \text{luce della rottura}$. Si slacciano venticinque attacchi per parte e si applica il morsetto tendirotaie; si procede quindi al tiro fino a che tra i lembi della rottura rimanga una luce di 3 mm. Si procede poi a slacciare altri 20 attacchi per parte, ottenendo una distribuzione uniforme delle tensioni nelle rotaie. Si controlla, ed eventualmente si ripristina, la luce di tre millimetri. A questo punto si lasciano i venti attacchi più vicini alla giunzione liberi (come d'uso per eseguire una saldatura), e partendo dal ventunesimo si serrano i restanti 25 attacchi per parte. Con il morsetto in presa si procede alla realizzazione della luce di saldatura (25, 50 o 70 mm) mediante taglio; si esegue la saldatura e si accompagna il ritiro della saldatura con il morsetto tendirotaie, come d'uso; con ciò si recupereranno i tre millimetri di luce lasciati in precedenza, ripristinando la lunghezza iniziale del ferro. Si controllerà infine che le bulnature si siano portate alla distanza prevista di 2 m.

Se la temperatura del ferro è uguale a quella di regolazione, con tolleranza di $\pm 3^\circ\text{C}$, si slacciano venti attacchi per parte, si procede alla realizzazione della prevista luce di saldatura e successivamente si esegue la saldatura con le modalità usuali.

Anche nel caso in cui per il ripristino della continuità delle rotaia sia necessario inserire uno spezzone occorre procedere in modo tale da non alterare l'equilibrio tensionale del binario.

Di seguito si descrive la procedura per inserimento di uno spezzone da 6 m con temperatura del ferro inferiore a quella di regolazione:

Si misura la luce della rottura. Si esegue una bulinatura a cavallo della rottura con una distanza tra le bulnature $d = 6500 \text{ mm} + \text{luce della rottura}$. Si slacciano trenta attacchi per parte e si applica il morsetto tendirotaie a cavallo della sezione di rottura (le lunghezze delle prolunghie dovranno, ovviamente, essere tali da consentire il posizionamento dell'apparecchio con le morse oltre la posizione dei tagli). Si procede quindi al tiro fino a che tra i lembi della rottura rimanga una luce di 3 mm. Si procede poi a slacciare altri 20 attacchi per parte, ottenendo una distribuzione uniforme delle tensioni nelle rotaie. Si controlla, ed eventualmente si ripristina, la luce di tre millimetri. A questo punto a cavallo della sezione di rottura si esegue il taglio per l'inserimento dello spezzone; la lunghezza del taglio sarà $t = 6000 + 25 + 22 \text{ mm}$. Si inserisce lo spezzone da 6000 mm e si esegue la prima saldatura con luce di 25 mm; durante il raffreddamento di questa prima saldatura non si deve assecondare il ritiro con il morsetto in quanto lo spezzone da 6 m non è vincolato da un lato. Di conseguenza a ritiro avvenuto si otterrà per la seconda saldatura una luce pari a $22 + \text{ritiro} = \text{circa } 25 \text{ mm}$. Durante il raffreddamento della prima saldatura si procede al serraggio degli attacchi in modo tale da lasciarne venti slacciati da una parte e dall'altra della luce della seconda saldatura (si noti che in tal modo lo spezzone da 6 m rimane libero dagli attacchi). A raffreddamento avvenuto,



NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED ELETTRICO A SCINTILLIO

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

FOGLIO
29 di 35

trascorsi almeno trenta minuti dalla colata, si esegue la seconda saldatura e si accompagna il ritiro con il morsetto tendirotaie, come d'uso. Con ciò si recupereranno i tre millimetri di luce lasciati inizialmente, ripristinando la lunghezza iniziale del ferro. Si procede quindi alle operazioni di smerigliatura e serraggio di tutti gli attacchi. Si controllerà infine che le bulinature si siano portate alla distanza prevista di 6,5 m.

Se la temperatura del ferro è uguale a quella di regolazione, con tolleranza di $\pm 3^{\circ}\text{C}$, il ripristino della continuità della rotaia mediante l'inserimento di uno spezzone si esegue come descritto al punto II.7.

Il ripristino della continuità della rotaia a temperatura del ferro superiore a quella di regolazione sia essa eseguita mediante una saldatura alluminotermica o mediante l'inserimento di uno spezzone, comporta la necessità di eseguire innanzitutto tagli di scarico delle tensioni di compressione; successivamente si realizzano le luci di saldatura, ed eventualmente di inserimento dello spezzone, e si deve registrare della temperatura del ferro all'atto della chiusura dell'ultima luce; in attesa della regolazione termica del binario secondo quanto previsto dalla vigente normativa sulla I.r.s. si dovrà porre particolare attenzione al salto termico ammesso rispetto alle basse temperature.

III.1.11 SALDATURE ALLUMINOTERMICHE IN CORRISPONDENZA DI TRAVATE METALLICHE E IN CORRISPONDENZA DI SOTTOPASSI

Nel caso in cui si debba eseguire una saldatura alluminotermica in corrispondenza di una travata metallica, occorre adottare particolari cautele per evitare il possibile danneggiamento delle strutture metalliche in caso di una eventuale fuoriuscita o proiezione di materiale fuso.

Là dove possibile la saldatura andrà eseguita fuori opera; se ciò non risulterà possibile si dovranno approntare protezioni idonee per le strutture metalliche, a mezzo di materiale refrattario.

Occorre proteggere da eventuali proiezioni o fuoriuscite di materiale fuso anche le eventuali strade o passaggi sottostanti il binario, per evitare danni a persone o cose.

III.1.12 CONTROLLO STRUTTURALE DELLE SALDATURE ALLUMINOTERMICHE

Per i lavori di saldatura rotaie con il sistema alluminotermico, eseguiti da Ditte appaltatrici con proprio personale abilitato, verranno prelevati in opera 2 campioni di saldature, se il numero totale delle stesse da eseguire è inferiore a 200, altrimenti si aggiunge un altro campione per ogni ulteriori 500 saldature da eseguire. Allo scopo saranno prelevati in opera spezzoni di rotaia, lunghi 1,5 m e recanti in mezzzeria la saldatura alluminotermica, da sottoporre poi alle seguenti prove presso l'Istituto Sperimentale RFI.

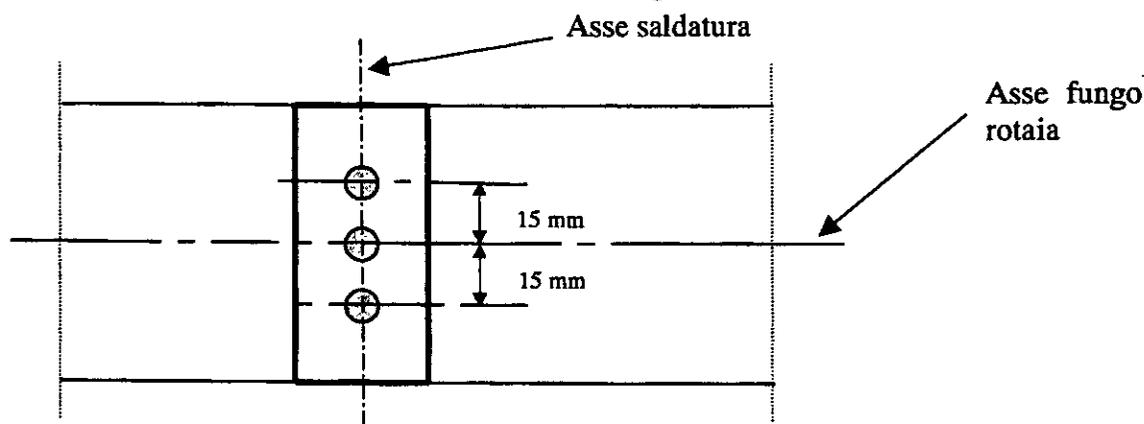
La rotaia dalla quale viene prelevato lo spezzone con la saldatura va ripristinata secondo quanto previsto al punto II.7.

III.1.12.1 Prova di fatica

La prova di resistenza a fatica a flessione pulsante consiste nel sottoporre lo spezzone di rotaia, poggiato con la suola su due appoggi distanti 1,10 m con la saldatura al centro, ad un carico dinamico pulsante, variabile fra 30 e 300 kN per le rotaie 60 UIC, fra 30 e 200 kN per le 50 UNI, fra 30 e 180 kN per le 46 UNI. La frequenza di prova dovrà essere compresa tra 8 e 100 Hz. La prova si ritiene superata se il campione sopporterà 2 milioni di cicli senza rompersi e non presenterà incipienti lesioni.

III.1.12.2 Prova di durezza

La prova di durezza Brinell (29430 - 10 - 15'' - UNI EN 10003-1) viene effettuata dopo la prova di fatica, se questa ha avuto esito positivo, sulla superficie di rotolamento rifinita con smerigliatura, in corrispondenza dell'asse trasversale della ZF. Vengono eseguite tre misurazioni e la distanza tra gli assi delle impronte deve essere di 15 mm, come indicato nella figura sottostante.



La media delle tre durezza rilevate deve essere compresa tra i seguenti valori:

saldatura tra rotaie acciaio 700: $230 \div 270$ HBW

saldatura tra rotaie dure acciaio 900 A: $275 \div 315$ HBW

Per i campioni realizzati saldando due rotaie di diversa qualità di acciaio, 700 con 900 A, si devono considerare i valori di durezza previsti per la rotaia 900 A, dato che in questo caso è previsto l'utilizzo di porzioni saldanti per le rotaie dure.

Poiché l'accettazione delle saldature è subordinata anche al rispetto dei limiti di durezza, che è diversa in funzione della qualità dell'acciaio, è indispensabile conoscere la qualità dell'acciaio del metallo base del campione. Per tale motivo gli Impianti che inviano i campioni all'Istituto Sperimentale devono obbligatoriamente indicare sul documento di accompagnamento (mod. L.37) la qualità dell'acciaio costituente i campioni. Sui campioni di rotaie saldati da inviare all'Istituto Sperimentale deve essere sempre indicato a vernice, sulla suola dei campioni stessi, il numero del relativo mod. L37.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
31 di 35**

IV PARTE IV

IV.1 SALDATURE ESEGUITE IN OPERA CON IL PROCEDIMENTO ELETTRICO A SCINTILLIO

IV.1.1 PRINCIPIO DELLA SALDATURA ELETTRICA A SCINTILLIO

Si tratta di un procedimento di saldatura autogena per pressione e sincristallizzazione nel quale il calore necessario per portare localmente a temperatura di forgiatura le superfici da saldare è prodotto dal passaggio di una corrente elettrica tra i materiali da unire.

La saldatura si esegue tramite apposite macchine saldatrici semoventi, senza l'impiego di materiale d'apporto.

IV.1.2 VANTAGGI DELLA SALDATURA ELETTRICA A SCINTILLIO

Questo procedimento di saldatura presenta caratteristiche meccaniche migliori delle saldature alluminotermiche. E' caratterizzato dall'assenza di metallo d'apporto, per cui non si rischiano inclusioni di gas o di scoria, e da ZTA più strette, 15 mm per parte contro i 30+40 mm dell'alluminotermica. Con esso si ottengono, normalmente, giunti esenti da difettosità interne e che risentono meno del fenomeno dello schiacciamento della tavola di rotolamento, dovuto ai differenti valori di durezza tra ZF, ZTA e MB.

Per questi motivi la saldatura a scintillio è da preferire alla saldatura alluminotermica, là dove è possibile operare con l'apposita macchina semovente.

IV.1.3 PROFILI DI ROTAIE SALDABILI CON MACCHINA SEMOVENTE

La macchina semovente per l'esecuzione di saldature elettriche a scintillio in opera deve consentire la realizzazione di giunti di rotaie allo stato nuovo dei profili 60 UIC e 50 UNI.

IV.1.4 PROVE PRELIMINARI PER AUTORIZZARE L'USO DELLA MACCHINA SALDATRICE SEMOVENTE

Prima dell'impiego della macchina saldatrice in cantiere si dovranno approntare due campioni di saldatura da sottoporre a prova di piega.

Per tale prova si utilizzerà un'apposita pressa, che dovrà essere resa disponibile a cura e spese della Ditta appaltatrice e che sarà tenuta a disposizione nel cantiere o in stazioni limitrofe.

La macchina sarà utilizzabile soltanto a seguito di esito positivo della prova suddetta per entrambi i campioni.

In caso di esito negativo anche di uno solo dei campioni esaminati, la prova stessa verrà ripetuta su un numero di campioni doppio di quelli che non hanno superato la prova.

Nel caso che anche la riprova non dia esito positivo su tutti i campioni, la macchina dovrà essere sostituita. Essa potrà essere riutilizzata solo a seguito di riparazione e messa a punto dei parametri di saldatura, nonché al superamento delle prove suddette.



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
32 di 35**

La prova di piega si esegue su campioni di rotaie lunghi 1,5 m e recanti la saldatura elettrica a scintillio in mezzera. Il profilo e la qualità dell'acciaio delle rotaie utilizzate per le prove di piega devono essere gli stessi delle rotaie da saldare in opera.

Il saggio viene posto con la suola su due appoggi fissi della pressa, distanti fra loro 1 m e con la saldatura equidistante dagli appoggi stessi.

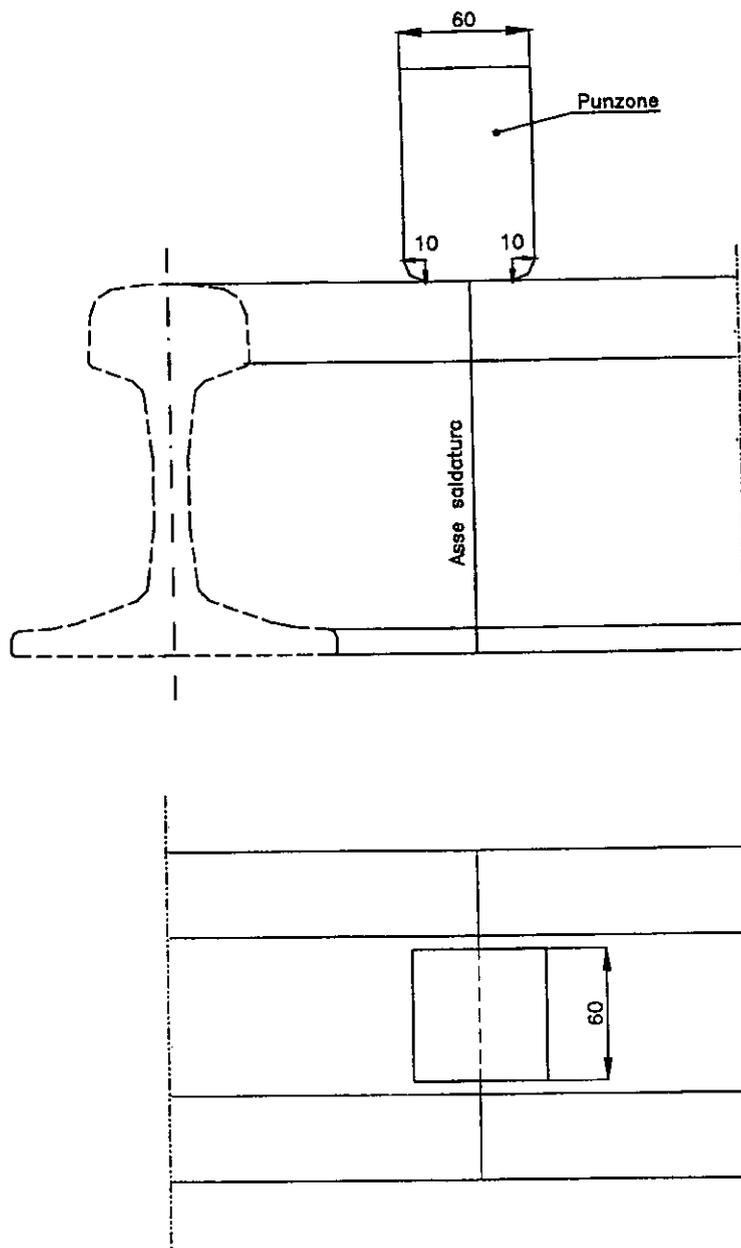
Mediante la pressa viene esercitata in corrispondenza della saldatura una pressione graduale in un tempo non inferiore a tre minuti, in modo da indurre nel campione una deformazione permanente, da misurare sulla base di 1 m, rispettivamente di:

- a) rotaie acciaio 700
 - non inferiore ai 25 mm per le rotaie 60 UIC
 - non inferiore a 30 mm per le rotaie 50 UNI
- b) per le rotaie dure acciaio 900A
 - non inferiore a 11 mm per le rotaie 60 UIC
 - non inferiore a 13 mm per le rotaie 50 UNI

La suddetta pressione è esercitata con un punzone a sezione quadrata di 60x60 mm di cui alla figure seguenti.

A seguito di tale deformazione il saggio non dovrà rompersi né lesionarsi nella zona di saldatura ed in quella immediatamente circostante.

Dovrà essere posta massima attenzione ai rischi di una possibile rottura dello spezzone durante la prova di piega con conseguente violenta proiezione di spezzoni metallici.



IV.1.5 PROVE DI PIEGA DURANTE IL PERIODO DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Durante il periodo di esecuzione dei lavori di saldatura, la prova di piega sar  eseguita nei seguenti casi:

a) su un solo campione

- almeno una volta a settimana
- prima della ripresa dei lavori dopo un periodo di sospensione degli stessi uguale o superiore ad una settimana



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
35 di 35**

Difatti, anche per questo tipo di saldatura esiste il fenomeno dell'abbassamento del giunto saldato, conseguente al ritiro differenziato della saldatura, per cui, prima che venga posizionata la testa saldante, bisogna predisporre l'idonea cuspidi sulla tavola di rotolamento del giunto da saldare.

E' necessario anche assicurarsi delle buone condizioni in termini di usura e di allineamento degli elettrodi fissati alle morse della testa saldante.

Tracciatura riferimenti

Subito dopo il posizionamento della testa saldante sul giunto da saldare si dovranno tracciare dei riferimenti fra i blocchi di appoggio della stessa testa saldante e la superficie di rotolamento delle due rotaie che si stanno saldando, per mezzo di idonea punta a tracciare. Ciò consente di evidenziare l'eventuale slittamento fra morse e rotaie, verificabile soprattutto nella fase di ricalcamento. Tale slittamento porterebbe inevitabilmente ad una non completa saldatura di tutta la sezione di rotaia per la presenza di incollature più o meno estese.

Infatti, il grafico relativo al consumo di rotaia che si verifica durante l'esecuzione della saldatura e che viene registrato dal dispositivo installato a bordo della macchina (unitamente alla registrazione della corrente di saldatura ed alle pressioni di ammorsamento delle rotaie) è riferito al movimento della morsa mobile della testa saldante e non all'effettivo movimento della rotaia mobile. Pertanto, qualora eventuali impedimenti dovessero opporsi al regolare avanzamento della rotaia e si verificasse, quindi, lo slittamento delle morse, l'inconveniente non verrebbe posto in evidenza dal grafico della macchina (esempio caso di saldatura di rotaie lunghe poste in curva le cui traverse potrebbero disporsi fuori squadra impedendo in tal modo il regolare avanzamento della rotaia durante l'esecuzione della saldatura).

Detta tracciatura risulta superflua qualora la macchina saldatrice sia dotata di rilevatore di slittamento tra rotaie e morse.

Trancitura

Alla fine del ciclo di saldatura l'operazione viene completata mediante l'asportazione del ringrosso, sull'intero profilo del giunto, tramite la tranciatrice incorporata nella stessa testa saldante.

Molatura

A saldatura fredda ($T < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) occorre procedere alla smerigliatura di finitura con mola a tazza; il serraggio degli attacchi deve essere eseguito come ultima operazione prima del transito del treno allo scopo di assecondare, quanto più possibile, il ritiro della saldatura.

**** ** ***

seguono due Allegati



**NORME TECNICHE PER LA SALDATURA IN
OPERA DI ROTAIE ESEGUITA CON I
PROCEDIMENTI ALLUMINOTERMICO ED
ELETTRICO A SCINTILLIO**

ISTRUZIONE TECNICA

Codifica: **RFI TCAR STAR 07 001 A**

**FOGLIO
34 di 35**

- giornalmente, prima dell'inizio dei lavori di saldatura, nei casi di mancato funzionamento dell'apparecchio di registrazione dei parametri di saldatura installato a bordo della macchina saldatrice

b) su due campioni

- prima che sia disposta la ripresa o l'inizio dei lavori nei casi di revisione generale della macchina che abbiano interessato la testa saldante, il circuito idraulico di alimentazione della stessa, nonché nei casi di sostituzione o riparazione di parti essenziali concernenti il circuito di saldatura della macchina stessa.

Nei casi di esito negativo della prova di piega (anche su uno solo dei campioni nel caso b), essa andrà ripetuta su un numero di campioni doppio di quelli che non hanno superato la prova, dopo l'eliminazione delle cause che hanno determinato l'esito negativo.

Tutti gli spezzoni utilizzati per le prove di piega e le eventuali riprove, sia preliminari all'uso della macchina sia durante il periodo di esecuzione dei lavori, devono essere contrassegnati con punzonatura indicante il numero dello spezzone e la data di saldatura (giorno, mese e anno); gli spezzoni, una volta eseguite le prove di piega, devono essere tenuti a disposizione di RFI per tutta la durata dei lavori.

Tutte le prove di piega, e le eventuali riprove, sia preliminari all'uso della macchina sia durante il periodo di esecuzione dei lavori, devono essere effettuate alla presenza del Direttore dei Lavori RFI, o di un suo incaricato, cui spetta il compito di autorizzare, per iscritto, l'inizio o la ripresa dei lavori di saldatura, subordinatamente all'esito positivo delle prove stesse.

IV.1.6 FASI OPERATIVE DELLA SALDATURA A SCINTILLIO

Allineamento delle rotaie (cuspide)

Prima dell'avvio giornaliero delle operazioni di saldatura a scintillio al fine di assicurare la buona riuscita delle saldature, è necessario che vengano eseguiti due cicli a vuoto oppure una saldatura su spezzoni corti a perdere, allo scopo di far raggiungere al fluido idraulico la stabilità termica prevista. L'inosservanza di tale accorgimento può ripercuotersi negativamente sulla fase di riscaldamento del ciclo di saldatura, con la possibile formazione di incollature, compromettendo quindi la resistenza del giunto saldato.

Tale ciclo di avvio della macchina va ovviamente fatto anche prima della costituzione dei campioni per le prove di piega.

Prima di allineare le rotaie con la cuspide necessaria, occorre provvedere a spazzolarle per eliminare la ruggine dalla superficie che verrà a contatto con le morse della testa saldante, per assicurare un regolare passaggio della forte corrente di saldatura.

Tenendo presente che il dispositivo di presa della testa saldante della macchina semovente non garantisce l'automatico perfetto allineamento geometrico del giunto saldato, occorre eseguire delle saldature di prova per ciascuna macchina saldatrice, al fine di determinare la cuspide ottimale da attribuire alle estremità delle rotaie durante la fase di preparazione.



LA SALDATURA ALLUMINOTERMICA

PREMESSA

Il presente Allegato è stato elaborato con l'intento di fornire le necessarie nozioni sulla corretta esecuzione delle saldature alluminotermiche, che vanno ad integrare il contenuto della prima, seconda e terza Parte della presente Istruzione Tecnica.

Sono descritti alcuni elementi di metallurgia, i procedimenti operativi per la saldatura, le attrezzature da impiegare (in relazione ai sistemi omologati da RFI), nonché le operazioni connesse con la saldatura.

DESCRIZIONE DEL PROCEDIMENTO ALLUMINOTERMICO

La saldatura alluminotermica è un procedimento di saldatura autogena per fusione, che sfrutta la miscibilità dei metalli allo stato liquido. La definizione autogena significa che il metallo base (acciaio delle rotaie) partecipa attivamente, per fusione o sincristallizzazione, alla costituzione del reticolo cristallino della zona di giunzione, con o senza metallo d'apporto, al contrario della brasatura dove fonde solo il metallo d'apporto.

Nella saldatura alluminotermica il calore necessario a portare a fusione le testate delle due rotaie da unire è fornito, per lo più, dalla reazione chimica esotermica (cioè con sviluppo di calore), che avviene fra gli elementi costituenti la porzione saldante: ossido di Ferro (Fe_2O_3) e Alluminio (Al). Dal completamento, nell'apposito crogiolo, della reazione chimica si ottengono acciaio, con analoghe caratteristiche chimiche e meccaniche delle rotaie da saldare, e scoria (Al_2O_3) più una grande quantità di calore.

A reazione chimica terminata i due materiali risultanti, ancora allo stato fuso, si stratificano nel crogiolo. L'acciaio, più pesante, si deposita sul fondo mentre la scoria, più leggera, galleggia sulla superficie dell'acciaio; di conseguenza dal tappo autofondente passerà prima tutto l'acciaio e poi la scoria.

L'operazione di saldatura consiste nel far colare l'acciaio fuso dal crogiolo nella sottostante forma in materiale refrattario (resistente al calore), che avvolge il giunto (estremità delle rotaie da saldare e spazio esistente fra le stesse). L'acciaio ad altissima temperatura fonde quindi le testate delle rotaie realizzando, con il successivo raffreddamento, la continuità del materiale fra le parti unite.

CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE ROTAIE E LORO CLASSIFICAZIONE

A seconda della qualità dell'acciaio di cui sono costituite, le rotaie presentano differenti caratteristiche meccaniche.

L'acciaio è una lega (un insieme di elementi chimici) formata prevalentemente da Ferro, con piccole quantità di Carbonio e altri elementi, che si aggiungono al Ferro per migliorarne le caratteristiche meccaniche, cioè la durezza, resistenza alla rottura e tenacità.

Nella tabella A1 sono riportati i valori rappresentativi di queste grandezze meccaniche, per i vari tipi di acciaio usato per la fabbricazione delle rotaie, e la corrispondente composizione chimica.



Tipo di acciaio	Composizione chimica						Carico di rottura (N/mm ²)	Allungamento A ₅ (%)	Durezza tavola di rotolamento (HB)
	C	Mn	Si	Cr	P	S			
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)			
700	0,4÷0,6	0,8÷1,25	0,05÷0,35	-	max. 0,05	max. 0,05	680÷830	min. 14	200÷240
900 A	0,6÷0,8	0,8÷1,3	0,1÷0,5	-	max. 0,04	max. 0,04	880÷1030	min. 10	260÷300
900 A trattata termicamente con perlitizzazione fine	0,6÷0,8	0,8÷1,3	0,1÷0,5	-	max. 0,04	max. 0,04	≥ 1180	min. 9	330÷390
1100	0,6÷0,82	0,8÷1,3	0,3÷0,9	0,8÷1,3	max. 0,03	max. 0,03	≥ 1080	min. 9	320÷360

tab. A1: Acciai da rotaie

Per quanto riguarda la composizione chimica i numeri riportati indicano la percentuale in peso dei vari elementi. Per esempio, per l'acciaio tipo 700, i numeri indicano che in ogni chilogrammo di rotaia di questo tipo ci sono da 4 a 6 grammi di Carbonio (C), da 8 a 12,5 grammi di Manganese (Mn), da 0,5 a 3,5 grammi di Silicio (Si), non è presente Cromo (Cr) e la quantità di elementi indesiderati come Zolfo (S) e Fosforo (P) è limitata a non più di 0,5 grammi, poiché questi elementi peggiorano le caratteristiche meccaniche e la buona riuscita delle saldature.

Il carico di rottura a trazione indica lo sforzo, espresso in Newton/mm², a cui bisogna sottoporre un provino di acciaio per romperlo.

La durezza, che come si vede dalla tabella A1 è strettamente legata al carico di rottura, rappresenta la resistenza che oppone un materiale alla penetrazione da parte di elementi di materiale più duro ed è rappresentativa della resistenza all'usura. La durezza si misura per lo più in unità Brinell (HB); come si vede dalla tabella, all'aumentare del carbonio e altri elementi di lega aumenta sia il carico di rottura sia la durezza. Questo ai fini della durata della rotaia in esercizio è un vantaggio, ma, come indicato in seguito, più duro è l'acciaio più complicato diventa saldarlo. Viceversa l'allungamento percentuale (percentuale di cui si allunga un provino di quel materiale portato a rottura), che è un indice della tenacità del materiale, tende a diminuire con l'aumentare della resistenza. La tenacità è una caratteristica meccanica favorevole alla saldatura nel senso che all'aumentare di essa si hanno meno problemi nell'esecuzione di saldature.

Per i saldatori è indispensabile saper riconoscere il tipo di acciaio delle rotaie da saldare. Al fine di poter individuare l'acciaio di cui sono composte le rotaie, durante la fabbricazione vengono impressi in rilievo dei simboli sul gambo della rotaia con passo di circa 3 m; tali simboli sono riportati nella seguente tabella A2.



Tipo 700	Tipo 900 A	Tipo 900 A trattato termicamente	Tipo 1100
Nessun simbolo			

tab. A2: Simboli dei tipi d'acciaio da rotaie

CLASSIFICAZIONE DELLE SALDATURE ALLUMINOTERMICHE DI ROTAIE

Attualmente sono in uso due procedimenti di saldatura identificati dalle sigle:

PRL (abbreviazione di preriscaldamento lungo)

PRA (abbreviazione di preriscaldamento abbreviato).

Procedimento PRA

E' un procedimento basato su un tempo di preriscaldamento delle rotaie limitato, variabile da 1 a 2 minuti e mezzo, a seconda della stagione in cui si opera e della luce. Durante questo preriscaldamento le testate delle due rotaie raggiungono una temperatura di circa $300 \div 400$ °C.

Il calore apportato dalla reazione alluminotermica è legato al peso della porzione saldante; nel caso della PRA il peso è maggiore rispetto alla PRL.

Il calore necessario a fondere le due testate viene fornito dalla porzione saldante, grazie anche alla particolare conformazione della forma in refrattario avvolgente il giunto. L'acciaio fuso proveniente dal crogiolo, cadendo al centro del traversino di colata, defluisce attraverso due piccoli canali laterali nel sottostante spazio vuoto della forma, provvedendo così a riscaldare, durante il suo lento passaggio, le estremità delle rotaie da saldare. Nella fase di risalita l'acciaio fuso trova le superfici delle testate ben calde e le fonde, realizzando così la saldatura autogena.

Il procedimento alluminotermico PRA è quello adottato da RFI per saldare le rotaie dei profili più diffusi: 60 UIC e 50 UNI. Esso presenta i seguenti vantaggi, in conseguenza del ridotto preriscaldamento rispetto al procedimento PRL:

- Formazione di zone termicamente alterate più strette (vedi figura A1); questo aspetto consente di ridurre il fenomeno del martellamento, dovuto alla possibile formazione del cosiddetto "bicchierino" e cioè di una zona schiacciata sulla superficie di rotolamento a causa della minore durezza.
- Microstruttura migliore (grani più fini), quindi migliori caratteristiche meccaniche.
- Minor rischio di incollature e di formazione di strutture dure e fragili, in quanto riduce la possibilità di errore da parte del saldatore nell'effettuare un adeguato preriscaldamento.

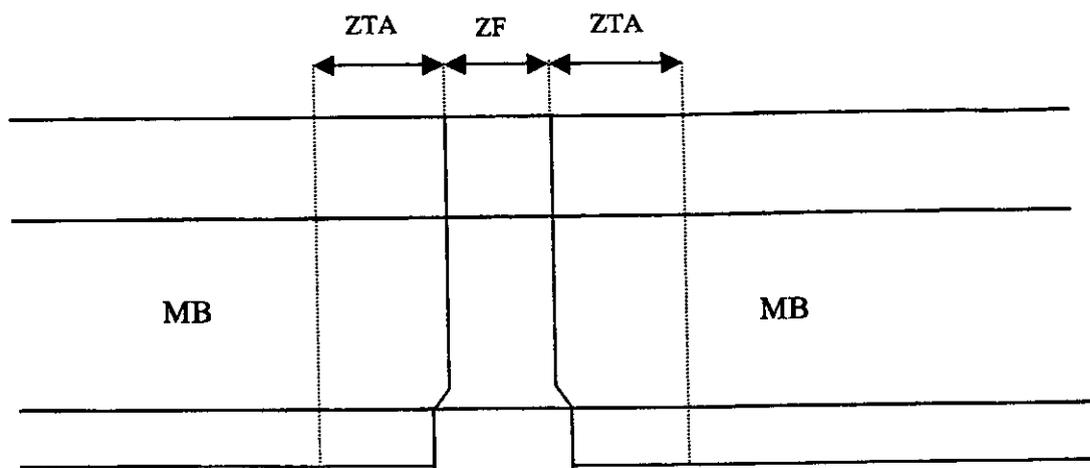


fig. A1

Saldatura PRA: ZTA 30 mm per parte, ZF 45 mm

Saldatura PRL: ZTA 40 mm per parte, ZF 40 mm

MB = metallo base, che non ha subito alterazioni strutturali;

ZF = zona fusa, comprendente il metallo fuso della porzione saldante e la parte delle testate di rotaie che hanno superato la temperatura di fusione;

ZTA = zona termicamente alterata (zone del metallo base, limitrofe alla ZF, che, avendo superato la temperatura di circa 800 °C, hanno subito delle modifiche strutturali rispetto al MB).

Procedimento PRL

Questo procedimento, precedentemente denominato RIA, è caratterizzato da un preriscaldamento della durata media di 6-8 minuti, necessari per portare le testate delle rotaie da saldare ad una temperatura di circa 950 °C, alla quale assumono una colorazione rosso giallo, se osservate con occhiali a lenti scure per saldatura. La buona riuscita di saldature con questo procedimento è, quindi, strettamente legata ad una corretta esecuzione del preriscaldamento, poiché se esso fosse insufficiente ne deriverebbero strutture fragili e possibili incollature. Per tale ragione, oggi si utilizza per lo più il procedimento PRA, lasciando al procedimento PRL solo le saldature promiscue (rotaie di diverso profilo) e delle rotaie tipo 36 e 46 ancora esistenti.

Nel procedimento PRL l'operatore, prima di effettuare la colata, deve verificare a vista, con occhiali a lenti scure per saldatura, che le estremità delle rotaie abbiano raggiunto, in base alla colorazione assunta, la temperatura prevista.



MATERIALI DI CONSUMO

Oltre alle attrezzature, per eseguire saldature alluminotermiche occorrono i seguenti materiali di consumo :

- porzioni saldanti
- forme di refrattario e, per la PRA, traversino di colata
- fodere di refrattario per crogiolo
- tappi autofondenti per crogiolo
- terra o pasta refrattaria per la stuccatura delle forme
- candele d'accensione
- cartoncino (eventuale)
- pozzetto di colata (per PRL).

Porzioni saldanti

E' il materiale più importante; esso con la reazione chimica che avviene all'interno del crogiolo fornisce il calore necessario a preriscaldare le rotaie e costituisce il metallo d'apporto con composizione analoga a quello delle rotaie. Bisogna prestare la massima attenzione nell'usare la porzione giusta in relazione alla qualità di acciaio, alla luce del giunto (25, 50, 70 mm), al profilo di rotaia e al procedimento (PRA, PRL).

La porzione è prodotta aggiungendo ai costituenti fondamentali (ossido di Ferro e Alluminio) altri elementi quali Manganese e Silicio sotto forma di ferroleghie oltre ad una certa quantità di carbonio, il tutto finemente tritato per facilitare la reazione chimica. Vengono aggiunti anche pezzettini di acciaio dolce (cioè con una percentuale di Carbonio inferiore allo 0,25 %), con il compito di abbassare la temperatura di reazione da circa 2800 a 2100 °C (l'acciaio da rotaie fonde ad una temperatura di poco inferiore ai 1500 °C), nonché di aumentare il rendimento in peso dell'acciaio prodotto nel crogiolo. Dopo l'avvenuta reazione chimica nel crogiolo, la quantità di acciaio che si ottiene corrisponde al 50 % del peso originario della porzione mentre il resto si è trasformato in scoria (ossido d'Alluminio).

Le porzioni saldanti vengono confezionate in appositi sacchetti stagni di plastica, allo scopo di impedirne l'assorbimento di umidità, per cui vanno conservate con cura in luoghi asciutti evitando eventuali forature del sacchetto che le contiene. Se le porzioni assorbono umidità non sono più utilizzabili.

Sulle confezioni dei materiali sono riportati i dati essenziali per l'individuazione, e cioè:

- profilo delle rotaie da saldare
- qualità di acciaio delle rotaie da saldare



- procedimento di saldatura (PRA o PRL)
- luce della saldatura
- nome del fabbricante
- data di confezionamento
- dati relativi ai parametri di saldatura.

Le porzioni saldanti, essendo materiale infiammabile, devono essere tenute lontane da fonti di calore, fiamme o metalli incandescenti ed anche dalle candele di accensione.

Le candele non vanno tenute in tasca.

Gli eventuali incendi in prossimità delle porzioni saldanti non vanno assolutamente spenti con acqua ma adottando le norme antincendio generiche a causa del rischio di esplosioni al contatto dell'acqua con parti ad altissima temperatura.

Forma di refrattario

E' la forma avvolgente le testate delle rotaie da saldare, in cui avviene la colata, ed è costituita da due semiforme simmetriche per il procedimento THERMIT ITALIANA, mentre quelle KLK e RAILTECH sono costituite da due semiforme laterali ed una placca di fondo.

Sono costituite da silice (biossido di Silicio), e vengono prodotte mediante processi di fabbricazione meccanizzati. Devono presentare le seguenti caratteristiche:

- porosità: presenza di pori, per cui i gas generati durante la colata riescono ad uscire all'esterno, scongiurando così la formazione di inclusioni di gas nel giunto saldato
- refrattarietà: resistenza alle alte temperature senza essere danneggiate
- resistenza: si intende la resistenza allo sgretolamento a seguito dell'azione erosiva della fiamma di preriscaldamento.

E' necessario, trattandosi di materiale fragile, che vengano maneggiate con cura e conservate in luoghi asciutti, perché l'umidità, oltre a deteriorarle, potrebbe compromettere la buona riuscita della saldatura.

Per il sistema RAILTECH sono disponibili due tipi di forme: una da stuccare con pasta refrattaria, l'altra, che è provvista di fettuccia autoadesiva refrattaria, viene stuccata con apposito mastice applicato con pistola; quest'ultimo tipo di forme refrattarie si presta alla saldatura tra rotaie nuove, non essendo possibile l'adattamento della forma per sfregamento sulle rotaie usurate.

Per la saldatura PRA, insieme alle forme viene impiegato il traversino di colata, realizzato con lo stesso materiale delle forme. Il traversino serve a distribuire l'acciaio nelle forme durante la colata, facendolo fluire più lentamente rispetto alla saldatura PRL permettendo così l'ulteriore preriscaldamento delle testate delle rotaie.



Fodera di refrattario per crogiolo

E' realizzata in magnesite e costituisce la parte interna del corpo crogiolo che è a contatto con l'acciaio fuso durante la reazione. Deve pertanto resistere ad elevate temperature. Essa ha la caratteristica forma tronco - conica. Ha una durata che consente mediamente di eseguire $20 \div 25$ saldature.

Nei sistemi KLK e RAILTECH, le fodere vengono fornite già con la camicia esterna in lamiera d'acciaio, mentre la THERMIT ITALIANA fornisce separatamente la fodera, da sistemare poi nel corpo del crogiolo d'acciaio adattandola con terra refrattaria.

Tappo autofondente per crogiolo

E' l'elemento che viene inserito nel foro di fondo della fodera del crogiolo, prima di versarvi la porzione saldante. Ha forma troncoconica, è costituito da sabbia silicea e una parte centrale metallica a punto di fusione predeterminato, fonde cioè al completamento della reazione chimica all'interno del crogiolo, lasciando colare l'acciaio nella sottostante forma.

Il tappo autofondente ha di fatto eliminato la necessità di aprire manualmente il crogiolo, evitando possibili errori per aperture anticipate, scongiurando così difetti quali inclusioni di scoria e di gas all'interno del giunto saldato.

Il tappo della THERMIT ITALIANA va inserito con l'apposita asta con punta magnetica, la quale va tolta solo dopo aver versato la polvere refrattaria di sigillatura tra tappo e fodera, e non prima altrimenti si rischierebbe di mandare detta polvere all'interno della parte metallica impedendone la fusione e successiva apertura del foro. Nei tipi KLK e RAILTECH, invece, la parte metallica ha una forma bombata chiusa e quindi non richiede questo accorgimento.

Candele d'accensione

Le candele, costituite da Perossido di Bario o di Magnesio, vengono utilizzate per innescare la reazione alluminotermica della porzione saldante.

La temperatura di innesco della reazione alluminotermica è di circa $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Con le candele, che per accendersi richiedono una temperatura di soli $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ circa, si riesce ad assolvere a questo compito inserendole, una volta accese, per $4 \div 5$ cm nella porzione saldante. Proprio a causa della bassa temperatura di innesco le candele possono accendersi facilmente, di conseguenza occorre maneggiarle con cura e riporle in luoghi sicuri al riparo da fonti di calore per evitare indebite accensioni, evitando ad esempio di tenerle in tasca; non devono essere depositate in prossimità del crogiolo durante la saldatura.

Terra refrattaria

E' utilizzata nel sistema THERMIT ITALIANA; serve per stuccare gli interstizi fra rotaie e forme, una volta che queste sono state bloccate con gli appositi lamierini.

Di norma viene fornita già umidificata in sacchi di plastica sigillati. Deve avere una granulometria fine e non deve staccarsi dalla forma durante il preriscaldamento e colata. Nel caso occorra umidificarla, poiché a contatto con l'aria si è essiccata troppo, bisogna prestare molta attenzione ad



aggiungere poca acqua, altrimenti si dà luogo a formazione di soffiature all'interno del giunto saldato.

Pasta refrattaria

E' utilizzata nei sistemi KLK e RAILTECH, con le stesse finalità della terra refrattaria. Va tenuta negli appositi contenitori, non va fatta essiccare e non deve essere umidificata con l'aggiunta di acqua.

Cartoncino

E' utilizzato nel sistema THERMIT ITALIANA; è un pezzetto di cartone dello spessore di un paio di millimetri, che va poggiato sul fungo delle testate delle due rotaie da saldare, bloccandolo fra rotaie e forme durante la stuccatura con terra refrattaria. Esso è indispensabile proprio per la presenza della terra refrattaria, la quale apporta sempre, a causa della sua umidità, un certo quantitativo di idrogeno all'acciaio fuso. Proprio per evitare microporosità interne alla saldatura (insieme di piccolissime bollicine di gas) si mette questo cartoncino sulla superficie di rotolamento della saldatura, con lo scopo di occupare un certo spazio nella parte alta della saldatura, dove c'è appunto la tendenza alla formazione di microporosità. Con il preriscaldamento il cartoncino brucia lasciando uno spazio vuoto di un paio di millimetri di spessore (per cui qui la terra non è più a diretto contatto con le rotaie); tale spazio verrà riempito dall'acciaio fuso, quindi le eventuali microporosità che dovessero formarsi resterebbero più alte della tavola di rotolamento e, in questa posizione, possono essere asportate con le previste operazioni di tranciatura e molatura.

Pozzetto di colata

Fatto con lo stesso materiale delle forme refrattarie, esso si usa solo per eseguire saldature a preriscaldamento lungo (PRL), nelle quali la colata avviene indirettamente, cioè l'acciaio che cola dal crogiolo non va direttamente nella forma, ma cade nel pozzetto, posto lateralmente, e da qui entra poi nella forma.

ATTREZZATURA

Per l'esecuzione delle saldature alluminotermiche è necessario disporre della seguente attrezzatura:

- Troncatrice a disco abrasivo o sega a nastro
- Morsetto portacrogiolo da fissare alla rotaia
- Morsetto portacannello di preriscaldamento
- Portacrogiolo
- Crogiolo
- Portascorie
- Porta pozzetto di colata (solo per saldature PRL)
- Cannello di preriscaldamento
- Orologio per controllo tempi
- Termometro digitale con sonda di contatto o tipo ad infrarossi
- Calibro per misurare luce saldatura, altezza cannello e distanza morsetto
- Asta per introduzione tappo autofondente nel crogiolo
- Asta per espulsione tappo autofondente dal crogiolo
- Asta per togliere portascorie
- Spatola per stuccare
- Riga d'acciaio, da 1 m, per allineamento rotaie
- Spessimetro a lamelle
- Pinze posa traversino di colata
- Martello
- Trancia
- Mazza
- Cunei d'acciaio, grandi e piccoli, per allineamento rotaie
- Bombole d'Ossigeno
- Bombole di Propano
- Riduttori di pressione per Ossigeno
- Riduttori di pressione per Propano
- Valvole antiritorno di fiamma
- Tranciatrice idraulica
- Smerigliatrice con mola a tazza
- Forca per allontanare la scoria rovente
- Palanchino
- Chiave d'armamento per allentare chiavardini o attrezzo per attacchi Pandrol.

Il controllo dell'attrezzatura e del suo stato di efficienza e sicurezza deve essere eseguito con cura prima di iniziare i lavori.



Troncatrice a disco abrasivo o sega a nastro

L'efficacia delle troncatrici a disco è subordinata soprattutto all'uso di buoni dischi (diametro 350 mm), non troppo duri (per evitare di alzare troppo la temperatura durante il taglio), né troppo teneri (per evitare un rapido consumo). Con le troncatrici si ottengono dei tagli ortogonali all'asse della rotaia con superfici lisce, condizione ottimale per effettuare saldature.

Sono reperibili sul mercato delle segarotaie a nastro molto efficaci; non producono scintille e non riscaldano particolarmente la rotaia, grazie all'uso di un liquido refrigerante versato costantemente sulla lama durante il taglio; la durata della lama è generalmente superiore a quella del disco delle troncatrici; il livello di rumorosità è generalmente più contenuto rispetto alle troncatrici a disco.

Per agevolare il taglio della rotaia con mezzo meccanico può essere utile inserire preventivamente un cuneo sotto la suola della rotaia per ottenere una leggera cuspide; in tal modo si evita che la rotaia possa abbassarsi frenando la lama o il disco.

Durante il taglio occorre prestare attenzione alle scintille ed ai conseguenti rischi di incendio e ustione; occorre prestare attenzione al rischio di proiezione di parti ed ai rischi connessi con il rumore.

Occorre rispettare il corretto uso delle macchine secondo quanto previsto dal libretto di uso e manutenzione.

Morsetto portacrogiolo

E' l'attrezzo che va fissato ad una delle rotaie da saldare, alla giusta distanza dalla luce di saldatura con l'ausilio dell'apposito calibro. Il morsetto serve a sostenere il crogiolo, per cui bisogna prestare molta attenzione nel bloccarlo, per non correre il rischio che si inclini durante la colata. Nel tipo THERMIT ITALIANA ha anche un perno dove viene inserito il portacannello di preriscaldamento. Altra importante funzione è quella di avere dei bracci per bloccare i lamierini.

Morsetto portacannello di preriscaldamento

Nel tipo THERMIT ITALIANA va inserito nell'apposito perno del morsetto di cui al punto precedente. Tale morsetto serve a tenere fisso il cannello durante l'operazione di preriscaldamento. Il morsetto portacannello va regolato in altezza e rotazione, rispettivamente tramite la ghiera posta sul perno del morsetto portacrogiolo e tramite una vite a galletto posta sul portacannello.

Infine, con due apposite manopole, si possono effettuare i piccoli spostamenti, longitudinali e trasversali, per centrare con precisione la punta del cannello nella luce di saldatura.

Nei tipi KLK e RAILTECH, invece, va fissato direttamente su una delle due rotaie, dal lato del portascorie.

Portacrogiolo

Serve da sostegno al crogiolo e va inserito nel perno del morsetto fissato alla rotaia. Il portacrogiolo va regolato in altezza, tramite l'apposita ghiera, in modo che il fondo del crogiolo si trovi più vicino



possibile alle forme, rimanendo ad altezza tale da non urtare le forme quando si posiziona il crogiolo per la colata.

Crogiolo

E' l'attrezzo dove avviene la reazione alluminotermica e si forma acciaio e scoria. Viene alloggiato nel portacrogiolo. E' fatto d'acciaio o ghisa, ha una parte caratteristica tronco conica, all'interno della quale si trova la fodera di magnesite, un anello superiore che ne aumenta il volume e un coperchio per evitare che vengano proiettati all'esterno materiali incandescenti.

Portascorie

A seconda dei procedimenti ne sono previsti:

2 da agganciare ai lamierini, nella PRA THERMIT ITALIANA, a colata diretta centrale

1 da agganciare ad un lamierino nella PRL THERMIT ITALIANA, a colata indiretta laterale

1 da posare sulla rotaia dal lato opposto al crogiolo, nei tipi KLK e RAILTECH.

Sono attrezzi costruiti con lamiera d'acciaio e servono a raccogliere la scoria trascinata dall'apposito stramazzone praticato nelle forme.

Portapozzetto di colata

Attrezzo prodotto con lamiera d'acciaio, che serve ad alloggiare il pozzetto di colata usato per le saldature PRL.

Cannello di preriscaldamento

E' l'attrezzo utilizzato per preriscaldare le rotaie da saldare. Esso si compone di due parti: una anteriore denominata lancia ed una posteriore chiamata impugnatura.

Per il cannello tipo THERMIT ITALIANA esistono due tipi di lance, una con la punta da 32 fori, disposti su tre file, che va usata per le saldature PRA, mentre l'altra con punta da 22 fori disposti su due file si usa nelle saldature PRL.

Per il cannello tipo KLK esiste una lancia con punta da 32 fori che va usata per le saldature PRA.

Per il cannello tipo RAILTECH esiste una lancia con punta da 22 fori che va usata per le saldature PRA.

La punta va protetta dagli urti e da possibili intasamenti dei fori mettendo, dopo l'uso, un'apposita cuffia di protezione.

Il cannello da preriscaldamento o da taglio, il riduttore e le valvole non devono essere mai lubrificate in quanto i lubrificanti a contatto con l'Ossigeno si infiammano facilmente.

Il cannello, da preriscaldamento o da taglio, deve essere utilizzato e maneggiato con la massima attenzione essendo presente il rischio di ustione per se stessi e il personale vicino.



Il cannello, da preriscaldamento o da taglio, non deve mai essere appoggiato sul bordo superiore di contenitori o recipienti in genere per evitare accumuli di gas al loro interno e pericolo di esplosioni.

Al termine del lavoro occorre spegnere il cannello, da preriscaldamento o da taglio, chiudendone i rubinetti (prima quello del gas combustibile); chiudere quindi i rubinetti delle bombole, dare sfogo ai gas contenuti nelle tubazioni in gomma e nei riduttori di pressione, allentare i volantini dei riduttori di pressione.

Orologio

E' indispensabile per il controllo dei tempi di preriscaldamento e di sformatura, quindi è necessario averlo con sé mentre si eseguono saldature alluminotermiche.

Termometro

E' uno strumento indispensabile per controllare la temperatura delle rotaie nei seguenti casi :

- prima di iniziare le varie operazioni connesse con l'esecuzione di saldature di rotaie
- quando è necessario preriscaldare le rotaie per effettuare tagli ossipropanici
- quando occorre riscaldare le testate delle rotaie 900 A se queste hanno una temperatura inferiore a 10 °C
- prima di eseguire la molatura finale per verificare che la temperatura della saldatura sia al di sotto dei 100°C.

In commercio ce ne sono di vari tipi, dai digitali con sonde a quelli ad infrarossi senza contatto. Nell'acquisto bisogna scegliere quelli con campi di misura idonei (orientativamente almeno da - 10 °C a + 400 °C).

Calibro

Esso ha la triplice funzione di permettere le seguenti misurazioni :

- luce di saldatura (distanza tra le testate delle due rotaie da saldare)
- altezza della punta del cannello di preriscaldamento dal fungo rotaie
- distanza del morsetto portacrogiolo dalla luce di saldatura.

Asta per introduzione tappo autofondente

Essa può essere leggermente diversa per i tre sistemi omologati, in dipendenza della differente forma della parte metallica del tappo autofondente. Si deve usare per posizionare il tappo autofondente nel crogiolo, onde evitare i rischi di ustione dovuti all'alta temperatura del crogiolo stesso.

Asta per espulsione tappo autofondente

Serve per frantumare ed espellere il tappo dal foro del crogiolo, dopo aver eseguito la saldatura. Naturalmente tale operazione va condotta con attenzione, per non allargare troppo il foro del



crogiolo, con il rischio che nelle successive saldature il tappo fuoriesca sotto il peso della porzione saldante.

Asta per togliere i portascorie

Questo attrezzo è indispensabile per togliere il raccoglitore di scoria rovente, subito dopo la colata. Si ricorda che la scoria appena tolta non deve assolutamente venire in contatto con umidità, per non incorrere in pericolose esplosioni della stessa.

Spatola per stuccare

E' l'attrezzo di cui ci si serve per inserire bene la terra o pasta refrattaria negli interstizi tra forme e rotaie.

Riga d'acciaio

Serve per effettuare l'allineamento e livello, in fase di preparazione del giunto saldato ed alla finitura dello stesso con la smerigliatura. Essendo un attrezzo di controllo essa va usata con cura, evitando gli urti o un uso improprio, per non comprometterne il grado di precisione.

Spessimetro a lamelle

E' indispensabile per controllare, insieme alla riga d'acciaio, il livello in fase di preparazione e la finitura dopo la smerigliatura.

Pinze posatraversino di colata

Sono indispensabili per afferrare il traversino di colata, tenerlo a scaldare alla fiamma di preriscaldamento per far evaporare l'eventuale umidità presente e per inserirlo nella forma.

Trancia

Viene usata per eseguire incisioni. Esiste rischio di proiezione di schegge e parti incandescenti.

Prima di iniziare eventuali tranciate, gli operai non interessati all'operazione devono allontanarsi.

Cunei d'acciaio

Si interpongono tra rotaie e spallette del sistema di attacco per effettuare l'allineamento del giunto, come pure sotto le rotaie per ottenere la prevista cuspidi di 1 + 2 mm sulla tavola di rotolamento. Devono essere rimossi prima della smerigliatura finale e del transito del primo treno.

Bombole

Per accertare la presenza di eventuali perdite di Ossigeno o Propano dalle rispettive tubazioni, bombole, riduttori, o dal cannello, non bisogna assolutamente ricorrere all'uso di fiamme libere (rischio di esplosioni).

Quando d'inverno il Propano gela nelle bombole non bisogna intervenire con fiamme per riscaldarle; all'occorrenza immergerle in un contenitore con acqua calda (non più di 40 °C). In caso di



formazione di brina sui riduttori di pressione dell'Ossigeno, si può intervenire avvolgendoli con stracci imbevuti d'acqua calda.

Evitare urti alle bombole.

Controllare la scadenza del collaudo delle bombole d'Ossigeno. La validità è di 5 anni dalla data, riportata sull'ogiva, dell'ultimo collaudo.

Non invertire i tubi del Propano con quelli dell'Ossigeno.

Non esporre le bombole a sorgenti di calore e proteggerle contro le forti variazioni di temperatura, poiché con l'aumentare della temperatura aumenta anche la pressione interna che potrebbe raggiungere valori pericolosi.

Non oliare o ingrassare mai le valvole delle bombole d'Ossigeno, poiché queste sostanze a contatto con Ossigeno puro bruciano.

Nei luoghi di deposito delle bombole e nelle loro immediate vicinanze è vietato fumare e fare uso di fiamme libere.

Le bombole devono essere maneggiate con particolare cura per evitare cadute od urti che potrebbero essere causa di lesioni all'involucro ed alla valvola e provocare incendi, esplosioni e violenta fuoriuscita di gas.

Per l'adduzione dell'Ossigeno non si devono impiegare tubazioni in gomma già utilizzate per gas combustibili, in quanto a contatto con l'Ossigeno potrebbero infiammarsi ed esplodere.

Le tubazioni in gomma non devono essere esposte alla fiamma del cannello, al contatto con oggetti ad alta temperatura, a scintille di molatura.

Bombola d'Ossigeno

E' il contenitore dell'Ossigeno, che serve ad alimentare, assieme al Propano, sia il cannello da taglio sia quello da preriscaldamento. L'Ossigeno deve avere un titolo di purezza superiore al 99 %, poiché la presenza di impurità (Azoto) nuoce alla buona esecuzione del taglio ossipropanico, riducendone la velocità di taglio del 10 % circa per ogni 0,1 % di purezza in meno.

Le bombole sono costruite in acciaio ad alta resistenza capace di resistere alle forti pressioni di carica. Le bombole sono soggette a revisione ogni 5 anni, al fine di accertarne lo stato di conservazione. Hanno la caratteristica forma cilindrica con la parte superiore terminante ad ogiva, la quale per convenzione è di colore bianco. Sull'ogiva sono incisi i seguenti dati:

- nome del fabbricante
- numero di fabbricazione
- nome del gas contenuto (O₂)
- capacità della bombola in litri



- pressione massima di carica
- data del collaudo.

Si può calcolare il volume in litri d'Ossigeno, alla pressione atmosferica, che è contenuto in una bombola, moltiplicando la capacità in litri della bombola per la pressione in atmosfere (o bar). Per esempio se nella bombola da 40 litri il manometro segna una pressione di 250 atmosfere, vuol dire che si otterranno $40 \times 250 = 10.000$ litri di Ossigeno a pressione atmosferica.

Sull'estremità ogivale è presente la valvola di bronzo che, essendo molto delicata, durante il trasporto va protetta con l'apposito cappello d'acciaio avvitalo bene sulla bombola. E' su questa valvola che va collegato il riduttore di pressione.

Nota: 1 Atmosfera = $1 \text{ kg/cm}^2 = 1 \text{ bar} \approx 100.000 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$

Bombole di Propano

Il Propano (formula chimica C_3H_8) è un gas derivato dal petrolio che viene commercializzato in bombole d'acciaio, alla pressione di 13 ÷ 16 atmosfere. Esso alla normale pressione atmosferica è allo stato gassoso, ma sottoponendolo a moderata pressione (13 atmosfere) diventa liquido. Per questo motivo si possono avere grandi quantità di gas Propano contenuto in recipienti di limitato volume e peso. Riducendo opportunamente la pressione, il Propano da liquido ridiventa gas. Ciò si ottiene mettendo in comunicazione il contenuto della bombola con l'atmosfera, tramite la valvola di chiusura che si trova sulla sommità della bombola e tramite il riduttore di pressione.

Indicativamente 1 kg di Propano liquido, alla temperatura di 15 °C, sviluppa 500 litri di Propano gassoso a pressione atmosferica.

Il Propano è un gas inodore e più pesante dell'aria. L'odore caratteristico "di gas" che ha, altro non è che una sostanza aggiunta appositamente per avvertirne la presenza in caso di perdite dai recipienti in cui è contenuto.

Riduttore di pressione per Ossigeno

E' il dispositivo che viene montato sulla valvola della bombola d'Ossigeno, allo scopo di adeguare la pressione ai valori richiesti per l'uso. Schematicamente è costituito come rappresentato nella figura seguente.

In essa si nota che l'Ossigeno ad alta pressione dalla bombola passa direttamente nella camera ad alta pressione del riduttore. Questa camera è in comunicazione con il relativo manometro, che fornisce l'indicazione della pressione all'interno della bombola, e dalla quale si può desumere la quantità di Ossigeno ancora presente nella bombola.

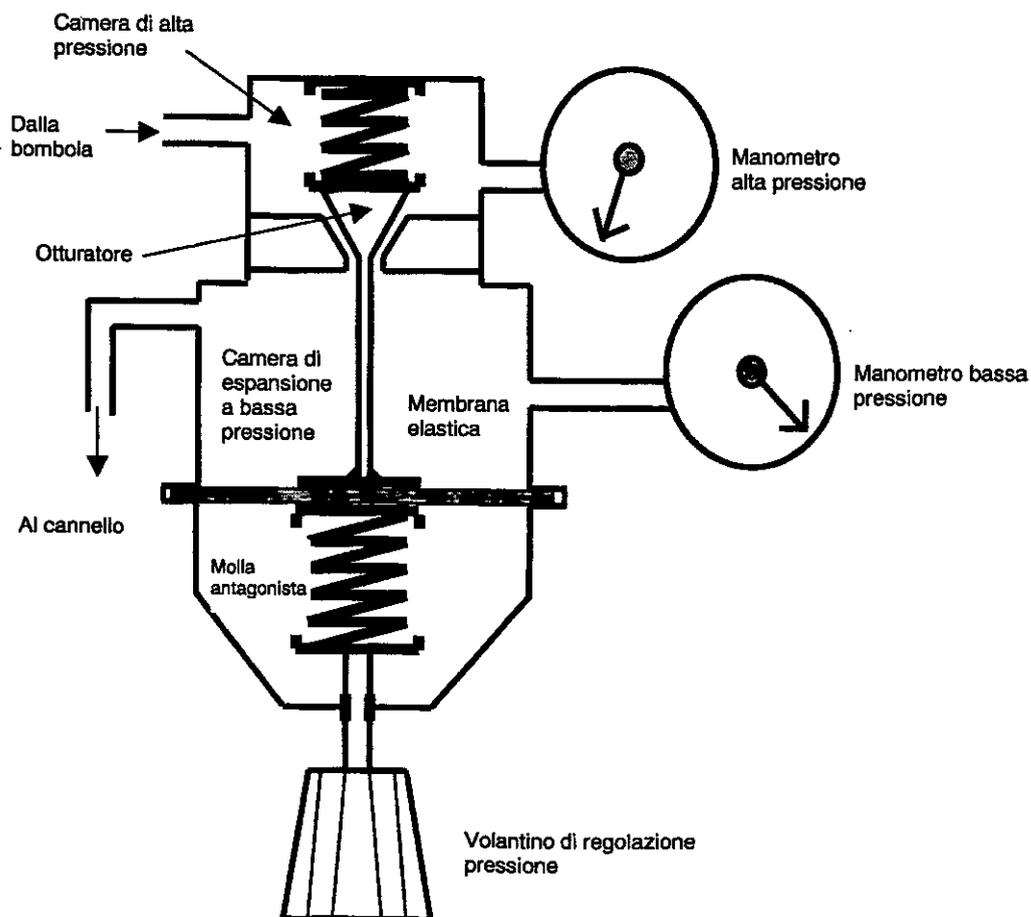
Dalla camera ad alta pressione, attraverso un passaggio regolato da un otturatore comandato per mezzo di un volantino, l'Ossigeno entra nella camera a bassa pressione che a sua volta, oltre ad essere in comunicazione con il cannello, è comunicante con un manometro di bassa pressione, che indica la pressione di utilizzazione.

E' con il suddetto volantino che si regola la pressione che occorre al cannello; manovrandolo in senso orario, cioè stringendo il volantino, si carica una molla antagonista che agisce su una membrana elastica solidale con l'otturatore. Stringendo il volantino, la molla fa alzare membrana e otturatore così che l'Ossigeno passi dalla bombola al cannello.

L'equilibrio tra la precarica della molla dell'otturatore, la pressione nella camera ad alta pressione, la pressione alla camera a bassa pressione e la carica della molla antagonista permette all'Ossigeno di arrivare al cannello ad una pressione prefissata; rotazioni in senso orario del volantino aumentano la pressione di somministrazione, rotazioni in senso antiorario diminuiscono la pressione di somministrazione

Se la pressione nella camera a bassa pressione aumentasse, la membrana, vincendo la forza della molla antagonista, si abbasserebbe chiudendo l'otturatore, finché la bassa pressione non scenda al valore prefissato, per cui la molla antagonista riprende il sopravvento alzando la membrana e, quindi, aprendo di nuovo l'otturatore.

Prima di collegare il riduttore di pressione alla bombola occorre allentare completamente il volantino. In questo modo l'otturatore è chiuso, così quando si apre la valvola della bombola si evita che l'Ossigeno vada direttamente nella camera a bassa pressione con la pressione propria della bombola, mettendo fuori uso il manometro della bassa pressione e alterando l'efficacia della membrana. E' buona norma allentare il volantino al termine dell'uso e chiudere la bombola agendo sulla valvola della bombola.



Riduttore di pressione per Propano

Funziona con lo stesso principio di quello dell'Ossigeno. Anche per questo, come per il precedente, il volantino va allentato prima di smontarlo dalla bombola e, ovviamente, prima di rimontarlo su una bombola bisogna accertarsi che sia sempre allentato, per i motivi già detti.

E' presente solo il manometro di bassa pressione in quanto la pressione della bombola a temperatura costante è costante.

Valvole antiritorno di fiamma

Sono indispensabili dispositivi di sicurezza. In caso di ritorno di fiamma dal cannello verso i tubi del Propano o dell'Ossigeno queste valvole intervengono impedendo il ritorno di fiamma, evitando che questa possa entrare nella bombola provocandone l'esplosione.

Le valvole antiritorno di fiamma vanno montate: all'imbocco del cannello subito dopo i manicotti e all'uscita dei riduttori di pressione.

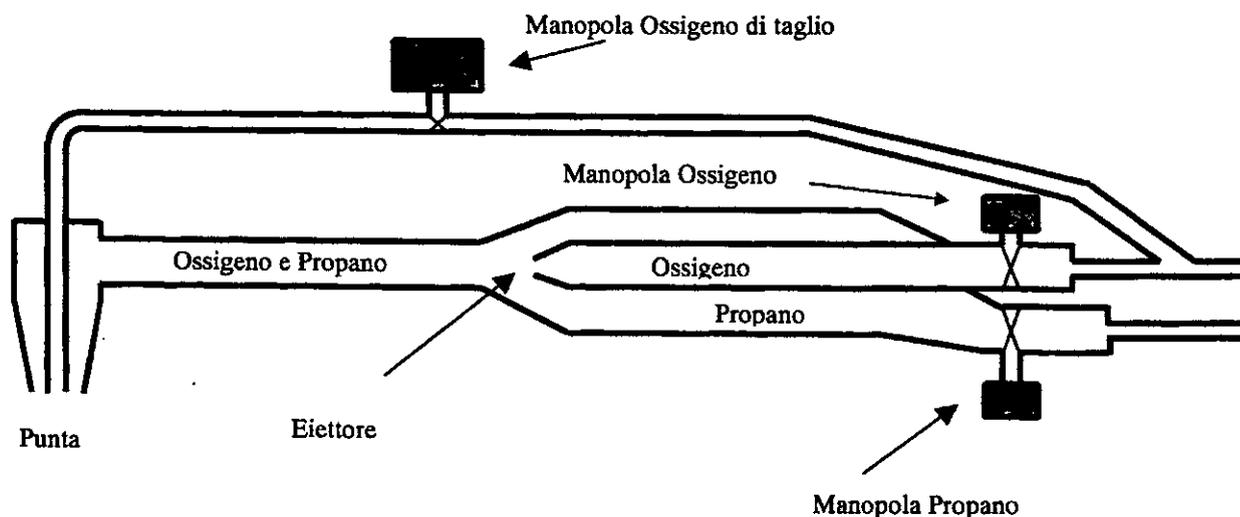
In caso si verifichi un intervento delle valvole a causa di un ritorno di fiamma, le valvole ne risultano danneggiate e di conseguenza devono essere immediatamente sostituite.

Cannello da taglio ossipropanico

Nella seguente figura è schematizzato il funzionamento di un cannello da taglio.

Il cannello è caratterizzato da:

- impugnatura, alla cui estremità vanno collegati i tubi del Propano (rosso) e dell'Ossigeno (azzurro). Attenzione a collegare i tubi ai corrispondenti attacchi
- tre manopole: una per il Propano e due per l'Ossigeno, delle quali una è per il getto di taglio e l'altra per regolare la fiamma
- eiettore, dove l'Ossigeno giungendo a più forte pressione e maggior velocità rispetto al Propano, provoca un effetto aspirante sul Propano
- lancia, composta di due tubi: all'interno di quello più grande avviene l'omogeneizzazione dei due gas, mentre l'altro più piccolo serve per alimentare l'Ossigeno di taglio
- punta, caratterizzata da un foro centrale, da cui fuoriesce l'Ossigeno di taglio, circondato da una corona di forellini dai quali esce la miscela infiammabile di Ossigeno e Propano.



Tranciatrice idraulica

Questo attrezzo, azionato da una pompa manuale incorporata, serve per l'asportazione a caldo del sovrammetallo di saldatura dal fungo. Essa ha lame intercambiabili per poter lavorare su profili di rotaia diversi. Consente anche la regolazione dello spessore di taglio sulla tavola di rotolamento; l'operazione di regolazione è importante per evitare di avere poco spessore di sovrammetallo sulla tavola di rotolamento, talché a raffreddamento ultimato la saldatura risulti bassa (concava); viceversa in caso di uno spessore di sovrammetallo eccessivo risulterà necessario lavorare molto con la smerigliatrice.

Occorre rispettare il corretto uso delle macchine secondo quanto previsto dal libretto di uso e manutenzione.

Smerigliatrice per rotaie

Per eliminare completamente il sovrammetallo dalla superficie di rotolamento e sui fianchi del fungo, con operazione di sgrossatura e finitura, si usano apposite smerigliatrici con mola a tazza cilindrica.

Occorre rispettare il corretto uso delle macchine secondo quanto previsto dal libretto di uso e manutenzione.



FASI OPERATIVE DI SALDATURA

Durante le operazioni di saldatura occorre prestare la massima attenzione al rischio di ustioni per la presenza di attrezzature ad elevata temperatura e a causa della reazione alluminotermica.

Tutta l'attrezzatura che viene a contatto con la porzione saldante e con la scoria deve essere perfettamente asciutta, per evitare esplosioni; per la stessa ragione bisogna assolutamente evitare di deporre la scoria incandescente in luoghi umidi o addirittura in presenza di acqua.

La porzione saldante stessa deve essere perfettamente asciutta sempre per evitare le esplosioni.

I materiali risultanti dalla tranciatura devono essere allontanati dal posto di lavoro con le stesse precauzioni adottate per le scorie, facendo uso di forca o tenaglie per evitare ustioni.

I frammenti metallici (scorie, materozze) e le attrezzature, pur non essendo visibilmente incandescenti, rimangono per lungo tempo ad elevate temperature e quindi esiste rischio di ustione.

Di seguito vengono descritte le operazioni necessarie per eseguire saldature alluminotermiche di rotaie.

- Preparazione del giunto da saldare
- montaggio forme
- preparazione del crogiolo
- preriscaldamento
- colata
- tranciatura del ringrosso
- sgrossatura e smerigliatura finale.

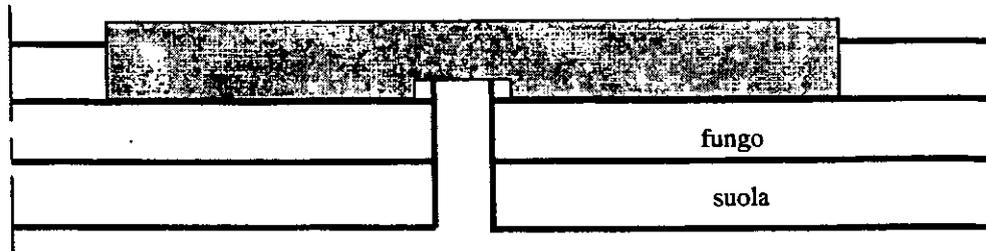
Preparazione del giunto da saldare

Consiste nella spazzolatura e osservazione dell'integrità delle testate delle rotaie da saldare.

I tagli devono essere perpendicolari all'asse delle rotaie e paralleli fra loro.

Dopo aver rimosso accuratamente le eventuali scorie di taglio e spazzolato le estremità delle rotaie, si procede all'allineamento del giunto, servendosi degli appositi attrezzi (cunei, mazza, palanchino).

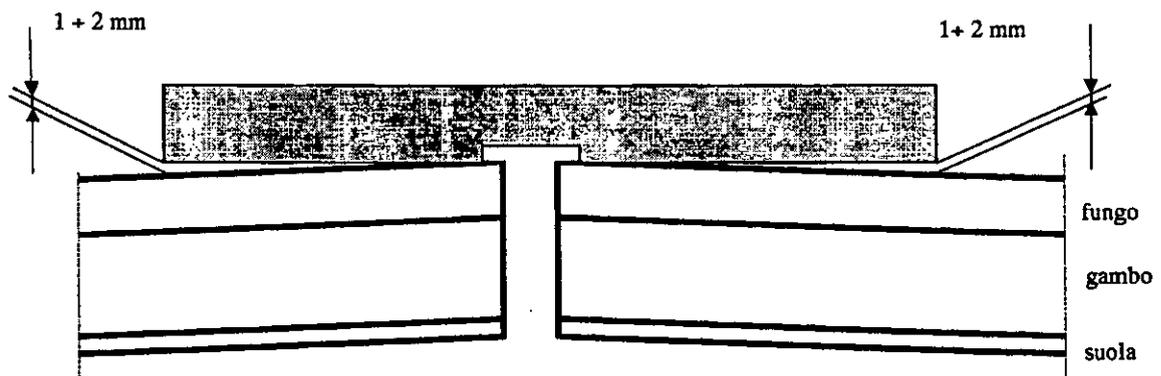
L'allineamento dei fianchi dei funghi deve essere preciso. Bisogna prestare attenzione affinché anche le solette siano allineate.



Allineamento sui fianchi delle rotaie da saldare

Sulla tavola di rotolamento, invece, per compensare l'inevitabile abbassamento dovuto al ritiro della saldatura in fase di raffreddamento, si deve lasciare una cuspidè come è rappresentato nel sottostante disegno. La cuspidè deve essere tale che ai lati della riga si abbia:

- 1 mm di spazio se si salda con luce di 25 mm
- 1,5 mm di spazio se si salda con luce di 50 mm
- 2 mm di spazio se si salda con luce di 70 mm.



Allineamento superficie di rotolamento

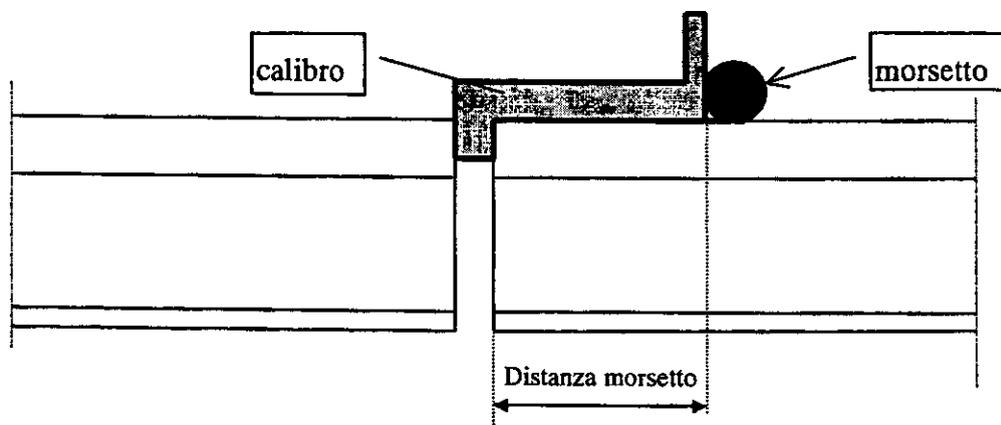
Montaggio forme

Le forme in refrattario vanno scelte in base al procedimento di saldatura (PRL o PRA), al profilo delle rotaie da saldare e alla luce.

È necessario farle aderire perfettamente alle rotaie, e a tale scopo si usa sfregarle, con una leggera pressione, sul fianco delle rotaie. Ciò al fine di evitare, durante la colata, infiltrazioni d'acciaio che rimangono poi come incollature ai margini del ringrosso di saldatura, per cui si potrebbe avere scarsità di riempimento del fungo.

Si monta quindi il morsetto portacrogiolo su una rotaia; per metterlo alla giusta distanza dalla luce si usa il calibro (corrispondente per luce e tipo alla saldatura in esecuzione), inserendolo nella

posizione di controllo luce e appoggiando il morsetto all'altra estremità, come è mostrato nella seguente figura.



Si installa il portacannello e se ne controlla la posizione, inserendo il cannello e regolandone l'altezza. Quando la punta del cannello sfiora il relativo calibro posato sulla rotaia, si blocca la ghiera; successivamente si allinea il cannello con l'asse delle rotaie e si blocca la rotazione del portacannello con il relativo galletto.

Si inseriscono le semiforme di refrattario nei lamierini e si passa quindi al loro montaggio, dopo aver riempito con terra, per il sistema THERMIT ITALIANA, la scanalatura alla base delle semiforme. Le semiforme vanno centrate, rispetto alla luce di saldatura, e affacciate perfettamente tra loro senza presentare gradini.

Si procede quindi alla stuccatura degli interstizi tra forme e rotaie; a seconda del sistema si usa una speciale pasta o terra refrattaria.

La RAILTECH produce anche delle forme che portano una fettuccia autoadesiva, in materiale refrattario, nella zona di contatto con le rotaie per cui, non essendo possibile adattare le forme per sfregamento sulle rotaie, vanno usate solo per saldature tra rotaie nuove.

Vanno quindi agganciati ai lamierini i portascorie (nella PRL un portascorie e un portapozzetto di colata). Nel procedimento KLK e RAILTECH c'è un solo portascorie che viene poggiato sulla rotaia dal lato opposto al morsetto.

Nella saldatura PRA è necessario controllare che il traversino di colata entri bene nella forma, senza rimanere inclinato da un lato, altrimenti l'acciaio fuso entrerebbe di più da un lato, mentre dall'altro lato le testate delle rotaie non verrebbero riscaldate bene e si potrebbero avere delle incollature soprattutto nel fungo che è la zona raggiunta per ultima dall'acciaio fuso. Occorre prestare particolare attenzione alla posizione che viene assunta dal traversino di colata quando si salda una rotaia in curva, a causa della sopraelevazione, per evitare che il traversino resti anch'esso inclinato. E' buona norma, in questo caso, sfregarlo sulla rotaia, consumandone lo spessore da un lato in modo che una volta inserito nella forma esso si disponga orizzontalmente, così da ripartire equamente l'acciaio nei canalini laterali delle semiforme.



Preparazione del crogiolo

Per il crogiolo tipo THERMIT ITALIANA, quando viene montata la fodera nuova si deve usare terra refrattaria ben umida così da essere sufficientemente plasmabile per l'adattamento e sigillatura della fodera nel corpo del crogiolo; di conseguenza il crogiolo può essere utilizzato solo dopo qualche giorno, per fare evaporare completamente l'umidità della terra.

Per i crogioli tipo KLK e RAILTECH la fodera è fornita già privervestita da lamiera e va stuccata l'unione fodera privervestita (crogiolo) con la prolunga; anche in questo caso occorre far essiccare completamente il tutto.

E' indispensabile che il crogiolo non contenga umidità, per evitare il rischio di esplosioni causate dal contatto tra metallo o scoria fusi e l'umidità, per cui ad inizio lavori il crogiolo va scaldato ad almeno un centinaio di gradi centigradi, per consentire l'evaporazione dell'eventuale umidità presente.

Se il crogiolo è stato utilizzato per una precedente saldatura, occorre pulire l'interno del crogiolo con l'apposito attrezzo, eliminando scoria e tappo autofondente della precedente colata e facendo attenzione a non allargare il foro di fondo della fodera.

Si inserisce il portacrogiolo nell'apposito perno del morsetto precedentemente fissato alla rotaia; si regola l'altezza, tramite il bloccaggio della ghiera posta sul perno, in modo da lasciare uno spazio massimo di 3 cm tra fondo del crogiolo e parte superiore delle forme nel procedimento PRA, mentre nella PRL l'altezza di 3 cm va riferita al pozzetto di colata (maggiore è questa distanza, maggiore è il raffreddamento dell'acciaio colato nella forma e, quindi, il rischio di incollature).

Si ruota il crogiolo portandolo con il foro in corrispondenza del centro del traversino o del pozzetto di colata e si osserva dall'alto attraverso il foro per verificare il corretto posizionamento del crogiolo nel portacrogiolo; si ruota poi nuovamente il crogiolo in modo che sia lontano dalle fiamme durante le successive operazioni di preriscaldamento.

Con l'apposito utensile si colloca il tappo autofondente nel foro di fondo della fodera del crogiolo. Se il crogiolo è molto caldo, perché vi è stata appena effettuata una colata, occorre introdurre il tappo all'ultimo momento utile, per non fargli assorbire troppo calore, con il rischio che si apra prima che sia avvenuta completamente la reazione alluminotermica e si possano quindi avere inclusioni di scoria all'interno del giunto saldato. Per questo motivo, quando si devono fare numerose saldature, è consigliabile avere a disposizione più di un crogiolo da alternare per le colate.

Si versa la porzione saldante nel crogiolo.

Preriscaldamento e colata

Prima di iniziare le operazioni di preriscaldamento assicurarsi che la zona sottostante il giunto da costituire sia ben asciutta, che i pozzetti raccoglioscorie siano anch'essi perfettamente asciutti e che la porzione saldante da usare sia esente da umidità. Ciò allo scopo di evitare pericolose esplosioni che avvengono se il metallo liquido entra in contatto con acqua. Per la stessa ragione se vi è minaccia di pioggia occorre proteggere la saldatura da eseguire.



Si deve passare la fiamma di preriscaldamento sui raccoglitori di scoria e sull'eventuale terra di stuccatura per asciugare l'umidità presente. Quindi si fissa il cannello nel portacannello centrandolo longitudinalmente e trasversalmente sulla forma utilizzando, per i piccoli spostamenti, le relative manopole del portacannello.

Sistemato bene il cannello, se ne aprono completamente le manopole, in modo che dalla forma escano delle fiamme alte circa 30 cm. Ciò si ottiene se le pressioni ai manometri sono state regolate ai giusti valori.

Durante il preriscaldamento occorre tenere il crogiolo lontano dalla fiamma, ruotandolo verso l'esterno, altrimenti il tappo riscaldandosi potrebbe aprirsi prima della completa reazione chimica nel crogiolo, causando i problemi già detti.

Nella saldatura PRA, mentre si effettua il preriscaldamento, si prende con le apposite pinze il traversino di colata e lo si posa sulla forma per esporlo alla fiamma così da far evaporare l'eventuale umidità presente sul traversino; occorre prestare attenzione a non ostacolare eccessivamente la fiamma in ingresso o in uscita dalla forma.

Prima di innescare la reazione, l'addetto a tale operazione, deve controllare che non vi siano altre persone nel raggio di 4 + 5 m dal crogiolo. In presenza di vento le persone si devono mettere sopravento rispetto al crogiolo. Ciò vale anche per l'addetto all'innescamento che deve avvicinarsi al crogiolo nella stessa direzione in cui spirava il vento e deve allontanarsi procedendo in senso inverso dopo l'innescamento.

In ogni caso l'addetto all'innescamento deve mentalmente stabilire il percorso di allontanamento per raggiungere la posizione di sicurezza, prima di innescare la reazione.

Trascorso il tempo previsto per il preriscaldamento si procede come segue:

– Per il procedimento (PRA)

Togliere il cannello senza spegnerlo.

Introdurre il traversino di colata nella forma, servendosi delle apposite pinze.

Ruotare il crogiolo, posizionandolo con il foro al centro del traversino; ciò è importante per evitare che l'acciaio liquido colpisca il traversino da un lato anziché al centro e di conseguenza possa inclinare il traversino ed entrare tutto da un lato, non effettuando il preriscaldamento delle testate dall'altro lato.

Accendere la candeletta con il cannello e inserirla nella porzione per 4 ÷ 5 cm, per innescare la reazione alluminotermica.

Chiudere il crogiolo con l'apposito coperchio e spegnere il cannello.

Portarsi a distanza di sicurezza da eventuali proiezioni di acciaio fuso.



In caso di dubbi sull'avvenuto innesco della reazione, non tentare mai di recuperare la candeletta inserita nella porzione ma , dopo aver atteso un tempo sufficiente ad escludere che la reazione si sia innescata, procedere con una nuova candeletta per ripetere l'innesco.

- Per il procedimento (PRL)

Togliere il cannello di preriscaldamento senza spegnerlo.

Controllare con occhiali a lenti scure da saldatore il raggiungimento della temperatura di testata di rotaia richiesta.

Posizionare il crogiolo sul pozzetto di colata.

Accendere la candeletta con il cannello e inserirla nella porzione per 4 ÷ 5 cm, per innescare la reazione alluminotermica.

Chiudere il crogiolo con l'apposito coperchio e spegnere il cannello.

Portarsi a distanza di sicurezza da eventuali proiezioni di acciaio fuso.

In caso di dubbi sull'avvenuto innesco della reazione, non tentare mai di recuperare la candeletta inserita nella porzione ma , dopo aver atteso un tempo sufficiente ad escludere che la reazione si sia innescata, procedere con una nuova candeletta per ripetere l'innesco.

Occorre prestare attenzione a non far passare troppo tempo tra la fine del preriscaldamento e la colata perché, in questo procedimento, la porzione saldante contribuisce al preriscaldamento in minima parte, e pertanto non bisogna far raffreddare le testate delle rotaie.

Tranciatura del ringrosso

A colata avvenuta si deve nell'ordine:

Togliere il crogiolo collocandolo in modo da non ostacolare le attività.

Togliere i raccoglitori di scoria (e porta pozzetto di colata nella PRL), con l'apposita asta, facendo attenzione a deporre portascorie e scorie contenute in essi in luogo esente da umidità, onde evitare il pericolo di esplosione, e dove non costituiscano pericolo per il personale.

Togliere il morsetto porta crogiolo.

Trascorsi almeno 3 minuti dalla colata, togliere i lamierini portaforme.

Posizionare la tranciatrice idraulica in prossimità della saldatura.

Praticare con la trancia un'incisione sulle forme, a circa 4 ÷ 5 cm dalla tavola di rotolamento, quindi, trascorsi 6 ÷ 7 minuti dalla colata, con cautela, inclinare la parte superiore delle forme contenente scoria controllando che l'acciaio si sia solidificato per evitare fuoriuscite di metallo fuso, altrimenti occorre attendere ancora un po'. Anche la parte superiore delle forme va deposta, servendosi di una forca, secondo le raccomandazioni fatte per i portascorie.



Nell'allontanare i materiali ad alta temperatura evitare accuratamente di deporli in zone dove possano dar luogo a incendi (sterpaglie, ecc.)

Con gli appositi arresti a cunei si blocca la tranciatrice con la lama accosta alla saldatura per procedere alla tranciatura. La tranciatura va eseguita quando la parte superiore della saldatura inizia a scurirsi per effetto del raffreddamento; qualora si operasse troppo presto si rischierebbe di strappare la saldatura ancora calda anziché tranciarla oppure si rischierebbe di non riuscire a tranciare in caso di operazioni eseguite in ritardo.

Sgrossatura e smerigliatura delle saldature

La smerigliatura di finitura dovrà essere eseguita una volta tolti i cunei, quando la temperatura della saldatura sarà scesa sotto i 100 ° C. Se si effettuasse la smerigliatura finale a temperature elevate, si avrebbe il rischio di ritrovarsi poi con una saldatura bassa, poiché a causa del ritiro della saldatura il giunto continua ad abbassarsi, non risultando più in tolleranza.

Il controllo della geometria del giunto va effettuato con la riga d'acciaio da 1 m.

Nell'eseguire la finitura con mola a tazza occorre fare in modo tale da ottenere una superficie regolare sulla tavola di rotolamento e su entrambi i fianchi del fungo, che devono essere ben raccordati con la stessa tavola di rotolamento.

Occorre anche asportare dal binario i residui dei materiali usati e pulire le saldature dalla terra refrattaria per poterla controllare visivamente.

Occorre prestare attenzione ai rischi connessi con la proiezione di scintille, con il rumore e la produzione di polveri.

Occorre rispettare il corretto uso delle macchine secondo quanto previsto dal libretto di uso e manutenzione.

SALDATURA DI ROTAIE PROMISCUE

Per saldare rotaie di diverso profilo si usano apposite porzioni saldanti, forme e relativi lamierini portaforme.

Nelle saldature promiscue le forme non sono simmetriche ma si distinguono in destre e sinistre; i relativi lamierini seguono la stessa distinzione.

Le saldature promiscue si eseguono con il procedimento PRL ed i relativi parametri di saldatura da rispettare sono riportati nella tabella al punto III.1.6 .

DIFETTI DELLE SALDATURE ALLUMINOTERMICHE

Nelle saldature alluminotermiche si possono riscontrare difetti di ordine geometrico (difetti esterni) e strutturale (difetti interni affioranti o meno in superficie).



Difetti geometrici

Questo tipo di difetti è dovuto ad errata preparazione del giunto (non è stata creata la prevista cuspide sulla tavola di rotolamento, o non è stato allineato perfettamente il fianco dei funghi) o errata smerigliatura di finitura.

E' indispensabile saper smerigliare correttamente. Prima di iniziare il lavoro di molatura, è necessario controllare il livello del giunto saldato con la riga con la cava in basso, dopo aver tolto i cunei, per vedere dove si deve asportare materiale. Mentre si esegue la molatura si devono effettuare frequenti controlli del livello per non rischiare di creare degli avvallamenti. L'estensione della zona molata va limitata, quanto più possibile, alla zona del ringrosso della saldatura.

Difetti strutturali

Tra i difetti strutturali i più frequenti sono le **soffiature** (inclusioni gassose). Il gas trae origine dall'umidità contenuta soprattutto nella terra refrattaria usata per la stuccatura, ma anche da quella eventualmente assorbita dalle porzioni saldanti, forme mal conservate o da un crogiolo mal essiccato. Altra causa di inclusioni di gas è l'apertura anticipata del crogiolo dovuta all'inserimento del tappo autofondente nel crogiolo troppo caldo e/o ad aver lasciato il crogiolo vicino alla fiamma durante il preriscaldamento.

Altro difetto, dovuto all'apertura anticipata del crogiolo, sono le **inclusioni di scoria**. Questo difetto si può presentare quando il tappo autofondente fonde anzitempo e la massa liquida che scende dal crogiolo non si è ancora stratificata (l'acciaio in basso e la scoria, più leggera, in alto) perché non si è completata la reazione alluminotermica. La reazione continua in questo caso all'interno della forma, e fa sì che la scoria ed il gas rimangano intrappolati in mezzo all'acciaio, che va solidificandosi nella forma.

Altri tipi di inclusioni solide potrebbero essere frammenti delle forme refrattarie e della terra di stuccatura, oppure ossidi derivati dall'ossitaglio e non eliminati, oltre ad eventuali impurità presenti sulle testate delle rotaie da saldare.

I difetti strutturali più temibili sono le **cricche** (fessurazioni). Esse interessano per lo più la Zona Fusa e si possono manifestare a causa della presenza di impurità, umidità, insufficiente preriscaldamento, o perché non sono stati allentati i previsti attacchi di rotaia (20 per parte) per cui si creano forti sforzi di trazione nella saldatura, dovuti al ritiro vincolato della stessa in fase di raffreddamento.

Le cricche, anche se di modesta entità, sono pericolose perché costituiscono un innesco a rottura che evolve nel tempo.

Un altro tipo di difetto è costituito dalle **incollature**, ovvero mancanza di fusione di una parte delle testate delle rotaie da saldare, per cui l'acciaio fuso proveniente dal crogiolo si attacca alla rotaia senza fonderla. Le cause possono essere :

- nel preriscaldamento una delle due testate è rimasta coperta a causa di imperfetto centraggio delle semiforme
- taglio delle rotaie con cannello mal eseguito



- la fiamma di preriscaldamento non è stata centrata bene, in senso longitudinale e trasversale, sulla luce di saldatura, per cui le zone più lontane non sono sufficientemente riscaldate; ciò è maggiormente sentito nel procedimento PRL
- ritardo nell'apertura del crogiolo, con conseguente abbassamento della temperatura delle testate
- mancato impiego del traversino di colata, nel procedimento PRA, per cui l'acciaio scende velocemente sul fondo della forma non effettuando il preriscaldamento delle testate
- accidentale inclinazione del traversino, dovuta ad un errato posizionamento del crogiolo
- mancato adattamento del traversino nelle curve con forte sopraelevazione della rotaia esterna.

Tra i difetti strutturali devono essere annoverate anche le **differenze di durezza** rispetto al materiale base. Se la durezza risultante, sia in Zona Fusa sia in Zona Termicamente Alterata, non rientra nei valori ammessi, si possono avere degli avvallamenti sulla tavola di rotolamento (il cosiddetto bicchierino) nelle zone meno dure. Per contro durezza elevate, che sono indice di strutture fragili, provocano scagliature e risulta più probabile la formazione di cricche durante il ritiro della saldatura. La formazione di strutture fragili con elevate durezza è facilitata da un insufficiente preriscaldamento e conseguente rapido raffreddamento, in particolare se associata ad assorbimento di umidità.

Altra causa di formazione di zone con differenti durezza è l'utilizzo di una porzione non appropriata e cioè, ad esempio, utilizzo di porzione tipo 700 per saldare rotaie dure 900 A o viceversa.

Si ricorda infine la **scarsità di acciaio** sulla sommità della saldatura: tale difetto si può verificare nel caso in cui si esegua la saldatura con una luce eccessiva oppure quando si verifichi fuoriuscita di acciaio fuso dalle forme, a causa di una loro rottura o di una stuccatura mal eseguita.



OSSITAGLIO DELLE ROTAIE

L'ossitaglio è un'operazione che consente di tagliare alcuni metalli, impiegando come mezzo di sezionamento un getto d'Ossigeno.

Il Ferro, principale costituente degli acciai, ad alta temperatura ed in presenza di Ossigeno si comporta come un combustibile, e cioè può bruciare. Questo fenomeno avviene in modo molto lento già a temperatura ambiente quando il Ferro si ossida formando la ruggine (strato superficiale di ossido di Ferro). Al crescere della temperatura, l'ossidazione diventa sempre più rapida finché, a circa 1350 °C, se il Ferro viene a contatto con Ossigeno puro, si ha una netta accelerazione della combustione con una reazione chimica che è in grado di automantenersi, potrebbe cioè continuare senza bisogno di fornire calore dall'esterno.

Affinché un metallo possa essere sezionato con un getto d'Ossigeno, esso deve soddisfare le seguenti condizioni:

- la temperatura di innesco della combustione deve essere inferiore a quella di fusione del metallo, altrimenti questo verrebbe sezionato per fusione anziché per ossitaglio
- la reazione di ossidazione deve avvenire con forte sviluppo di calore (reazione esotermica), per automantenersi oltre la temperatura di innesco
- gli ossidi che si formano durante la combustione devono fondere ad una temperatura inferiore a quella di fusione del metallo da tagliare, perché altrimenti gli ossidi allo stato solido formerebbero uno schermo che impedirebbe l'avanzare della combustione del metallo.

Tra i metalli esistenti solo il Ferro e di conseguenza gli acciai al Carbonio e quelli debolmente legati soddisfano le suddette condizioni. Infatti l'ossido di Ferro fonde ad una temperatura di circa 100 °C inferiore a quella di fusione dell'acciaio. In altri metalli, come per esempio l'Alluminio ed il Cromo, i loro ossidi fondendo a temperature maggiori di quelle di fusione del metallo base, fungono da schermo solido contro la combustione che quindi si arresta. Il Rame, invece, non produce sufficiente calore per automantenere la combustione.

Come gas combustibile da miscelare con l'Ossigeno per riscaldare il metallo e portarlo alla temperatura di innesco deve essere usato il Propano.

Le fasi operative sono le seguenti:

- controllo attrezzatura: i volantini dei riduttori di pressione devono essere allentati, assicurarsi della presenza delle valvole antiritorno di fiamma, due per ciascun tubo, una all'imbocco del cannello subito dopo il manicotto, l'altra all'uscita del riduttore di pressione, verificare che siano corretti i collegamenti dei tubi dell'Ossigeno e del Propano, la punta del cannello non deve essere ostruita, nel qual caso occorre pulirla con fili di rame o di ottone, o danneggiata per cui bisogna sostituirla, ecc.
- collegamento dei riduttori di pressione alle relative bombole



- apertura delle valvole delle bombole e regolazione delle pressioni di uscita ($5 \div 7$ bar per l'Ossigeno e $1 \div 1,5$ bar per il Propano, a seconda delle dimensioni della rotaia da tagliare) agendo sui relativi volantini
- aprire il rubinetto del Propano e accendere il cannello. Poi aprire lentamente quello dell'Ossigeno per la fiamma di preriscaldamento. Si ottiene così una fiamma carburante (eccesso di Carbonio), identificabile dalla scia luminosa rossastra, dovuta al Carbonio incombusto che prolunga il dardo. Manovrando opportunamente queste due manopole si effettua una prima regolazione fino ad eliminare la scia luminosa ottenendo un dardo netto dal colore azzurrognolo, quindi si apre il rubinetto dell'Ossigeno di taglio per la regolazione definitiva della fiamma. Si deve ottenere una fiamma neutra, evitando soprattutto una fiamma carburante per non indurire le superfici tagliate. Effettuata la regolazione definitiva della fiamma si richiude il rubinetto (o leva) dell'Ossigeno di taglio. Per le operazioni di accensione e regolazione si raccomanda di non indirizzare mai la fiamma direttamente sulla rotaia, altrimenti si rischia di temprare la rotaia stessa nel punto in cui la fiamma viene a contatto con essa, predisponendola a rotture
- portare la punta del dardo, dove si ha la massima temperatura, $2730\text{ }^{\circ}\text{C}$, a contatto della superficie del pezzo da sezionare, nel punto in cui si vuole iniziare il taglio, normalmente un lembo della suola o del fianco del fungo. Raggiunta la temperatura d'innescamento (colore rosso vivo della rotaia) si apre completamente il getto dell'Ossigeno di taglio e si attende che l'Ossigeno abbia attaccato tutto lo spessore da tagliare, quindi si prosegue lungo la linea di taglio con la giusta velocità di avanzamento. Se la velocità di avanzamento è troppo elevata non dà tempo alla fiamma di portare la superficie di taglio alla temperatura d'innescamento e, di conseguenza, la combustione si interrompe. Al contrario se fosse troppo lenta si porterebbe il materiale che si sta tagliando alla temperatura di fusione, e gli ossidi che si formano, cioè la scoria, cadono sotto forma di goccioloni. Con la giusta velocità di avanzamento, invece, l'evacuazione degli ossidi è caratterizzata da una vivace proiezione di scintille
- terminato il taglio bisogna togliere dalle superfici delle rotaie gli ossidi che si sono formati. Si ricorda anche di non usare il cannello per togliere la scoria aderente alla rotaia durante l'operazione di taglio.

INCONVENIENTI NEL FUNZIONAMENTO DEL CANNELLO DA TAGLIO

Nell'uso del cannello da taglio, delle bombole e delle varie attrezzature occorre prestare la massima cura ed attenzione onde evitare inconvenienti. In caso di anomalie è necessario arrestare il flusso del Propano e dell'Ossigeno ed esaminare le cause dell'inconveniente onde rimuoverle.

In caso di intervento delle valvole antiritorno di fiamma, è indispensabile sostituirle immediatamente.

Di seguito si descrivono alcuni inconvenienti che possono manifestarsi nell'uso del cannello.

Scoppi improvvisi

Sono dovuti all'accidentale ostruzione della punta del cannello a causa della proiezione di metallo fuso, oppure da eccessiva vicinanza della punta alla superficie da tagliare. In queste situazioni la miscela gassosa, trovando difficoltà ad uscire, si incendia all'interno della punta scoppiettando. L'inconveniente si deve eliminare pulendo la punta.



Scoppio rapido

Anch'esso è dovuto all'accensione della miscela all'interno della punta per una sua ostruzione, oppure per insufficiente pressione dei gas. Quindi quest'inconveniente si può eliminare verificando che le pressioni siano corrette e controllando le condizioni della punta.

Scoppi intervallati

Si possono verificare dopo un prolungato periodo di lavoro, che causa un eccessivo riscaldamento della punta, la quale dilatandosi altera i rapporti fra i volumi dei due gas provocandone l'accensione al suo interno.

In questo caso è necessario far raffreddare il cannello.

Sibilo accompagnato dalla scomparsa della fiamma

Trattasi di ritorno di fiamma.

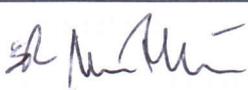
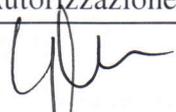
In caso di ostruzione della punta si può verificare un ritorno di fiamma in direzione dell'eiettore; il sibilo è prodotto dall'Ossigeno che entra nella tubazione del Propano.

Occorre quindi chiudere subito il rubinetto del Propano quindi quello dell'Ossigeno dopodiché si smonta la punta della cannello pulendola, provvedendo nel contempo alla sostituzione delle valvole antiritorno.

ROTAIE E BARRE PER AGHI

Parte	Titolo
PARTE I	I.1 SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE
	I.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA
	I.3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI
PARTE II	II.1 GENERALITÀ
	II.2 GESTIONE DELLA FORNITURA
	II.3 ACCIAIO
	II.4 FABBRICAZIONE
	II.5 FORMA E TOLLERANZE DEL PRODOTTO
	II.6 MARCATURA
	II.7 TIPO, NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE DELLE PROVE PER LA PRODUZIONE DI SERIE
	II.8 GARANZIA
PARTE III	III.1 OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO
	III.2 NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO
	III.3 ATTESTATO DI OMOLOGAZIONE

A termine di legge Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. si riserva la proprietà di questo documento che non potrà essere copiato, riprodotto o comunicato ad altri senza esplicita autorizzazione

Rev.	Data	Descrizione	Verifica	Autorizzazione
C	11/03/14	Aggiornamento paragrafo II.2 Gestione della fornitura	 M. Testa	 G. Sorbello
B	05/11/12	Trasformazione da STP a STF, aggiornamento documentazione correlata, recepimento aggiornamento UNI EN 13674-1 e 2	M. Testa	E. Marzilli
A	28/09/04	Emissione per applicazione	G. Farneti	M. Elia

INDICE

I	PARTE I.....	4
I.1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	4
I.2	DOCUMENTAZIONE CORRELATA	5
I.3	DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI.....	6
II	PARTE II.....	7
II.1	GENERALITA'	7
II.2	GESTIONE DELLA FORNITURA	7
II.3	ACCIAIO	8
II.4	FABBRICAZIONE.....	9
II.5	FORMA E TOLLERANZE DEL PRODOTTO	10
II.5.1	PROFILI DELLE ROTAIE.....	11
II.5.2	TOLLERANZE SUL PROFILO DELLE ROTAIE, CLASSE DEL PROFILO	14
II.5.3	TOLLERANZE DI RETTILINEITÀ, PLANARITÀ E TORSIONE DELLE ROTAIE, CLASSE DI RETTILINEITÀ.....	15
II.5.4	LUNGHEZZA E FORATURA DELLE ROTAIE.....	18
II.5.5	PROFILI DELLE BARRE PER AGHI.....	19
II.5.6	TOLLERANZE SUL PROFILO DELLE BARRE PER AGHI.....	21
II.5.7	TOLLERANZE DI RETTILINEITÀ, PLANARITÀ E TORSIONE DELLE BARRE PER AGHI	22
II.5.8	LUNGHEZZA DELLE BARRE PER AGHI.....	25
II.5.9	SAGOME PER IL CONTROLLO.....	26
II.6	MARCATURA	26
II.7	TIPO, NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE DELLE PROVE PER LA PRODUZIONE DI SERIE	28
II.7.1	PROVE DI LABORATORIO	30
II.7.2	CONTROLLO DIMENSIONALE.....	31
II.7.3	CONTROLLI VISIVI E ULTRASUONI.....	31
II.8	GARANZIA.....	31
III	PARTE III.....	32
III.1	OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO	32

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 02 001 C**

FOGLIO
3 di 35

III.2	NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO	34
III.3	ATTESTATO DI OMOLOGAZIONE	34

I PARTE I

I.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Specifica Tecnica di Fornitura definisce le caratteristiche delle rotaie e delle barre per aghi.

Il documento definisce inoltre:

- i profili e le qualità di acciaio
- le prescrizioni per la fabbricazione del prodotto
- gli obblighi del Fornitore
- la procedura per l'ottenimento dell'omologazione di prodotto
- tipo, numerosità e criteri di accettazione delle prove per l'omologazione del prodotto
- tipo, numerosità e criteri di accettazione delle prove per la produzione di serie.

Il presente documento si applica alle forniture dirette e indirette a RFI di rotaie di lunghezza 36 m e 108 m senza saldature, nei seguenti profili e qualità di acciaio:

- Rotaie di qualità R260 profilo 60E1
- Rotaie di qualità R320Cr profilo 60E1
- Rotaie di qualità R350HT profilo 60E1
- Rotaie di qualità R260 profilo 50E5.

Il documento si applica inoltre a forniture dirette e indirette a RFI di rotaie e barre per ago di lunghezza 36 m o minore senza saldature, nei seguenti profili e qualità di acciaio:

- Rotaie di qualità R260 profilo 46E4
- Barre per aghi di qualità R260 profilo 60E1A2
- Barre per aghi di qualità R350HT profilo 60E1A2
- Barre per aghi di qualità R260 profilo 50E1T1.

I.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA

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

UNI EN ISO 9000	Sistemi di gestione per la qualità - Fondamenti e vocabolario
UNI EN ISO 9001	Sistemi di gestione della qualità – requisiti
Direttiva 2008/57/CE	Direttiva relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario comunitario
DI QUA SP AQ 004 A	Specifica di Assicurazione Qualità "Prescrizioni per la gestione di forniture di prodotti sulla base di documenti di pianificazione della qualità"
UNI EN 13674-1	Applicazioni ferroviarie - Binario - Rotaia - Rotaie Vignole di massa superiore o uguale a 46 kg/m
UNI EN 13674-2	Applicazioni ferroviarie - Binario - Rotaia - Parte 2: Rotaie per scambi e incroci utilizzate in accoppiamento con rotaie Vignole da 46 kg/m e oltre
EN ISO 6892-1	Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature
EN ISO 14284	Steel and iron — Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition
UNI EN 10163-1	Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Prescrizioni generali
UNI EN 10276-1	Analisi chimica dei materiali ferrosi - Determinazione dell'ossigeno nell'acciaio e nella ghisa – Campionamento e preparazione dei campioni di acciaio per la determinazione dell'ossigeno
UNI EN ISO 6506-1	Materiali metallici - Prova di durezza Brinell - Metodo di prova
UNI ISO 4968	Acciaio - Esame macrografico mediante impronta allo zolfo (metodo Baumann)
ISO 1099	Metals – Axial load fatigue testing
ISO 12108	Metallic materials — Fatigue testing — Fatigue crack growth method
UNI EN 10247	Micrographic examination of the non-metallic inclusion content of steels using standard pictures
ASTM E399	Standard test method for plane strain fracture toughness of metallic materials
UNI EN ISO 9712	Prove non distruttive - Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive
Disegno FS 7192	Rotaie tipo 46 UNI - tracciato geometrico e foratura
Disegno FS 7287	Armamento 50UNI - tracciato geometrico e foratura alle estremità delle rotaie
Disegno FS 7400	Armamento 60UNI - tracciato geometrico e foratura alle estremità delle rotaie

I.3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Colata	Quantità di acciaio contenuta in una siviera che, proveniente allo stato liquido da convertitore o forno elettrico, viene solidificata attraverso il processo di colata continua. I prodotti ottenuti sono dei blumi il cui numero dipende dal peso della colata stessa e dalle dimensioni dei blumi.
Fornitore	Organizzazione o Persona che fornisce un prodotto
Matricola	Codice di identificazione univoco che viene attribuito ad una rotaia o ad una barra d'ago
Processo di laminazione	Processo di deformazione plastica a caldo attraverso il quale, a partire da blumi, si perviene a prodotti lunghi di prefissata geometria della sezione.
Processo di deidrogenazione	Trattamento termico che prevede il mantenimento dei blumi ad una temperatura prefissata per un certo periodo di tempo, con lo scopo di ridurre il contenuto di idrogeno nell'acciaio favorendone la diffusione
Prove di omologazione	Prove speciali e criteri di accettazione che sono legati ad alcuni aspetti delle prestazioni in esercizio del prodotto. Alcune prove di serie fanno anch'esse parte delle prove di omologazione. Le prove di omologazione previste dalla presente STF coincidono con le prove di qualifica previste dalle norme serie UNI EN 13674
Prodotto	Rotaie e/o barre per aghi
Prodotto trattato termicamente	Rotaia o barra per ago che ha subito un trattamento termico, generalmente un incremento controllato della velocità di raffreddamento a partire dal campo austenitico. L'obiettivo è il raggiungimento di prefissate strutture metallurgiche dell'acciaio.
Prodotto trattato termicamente fuori dalla linea di laminazione	Rotaia o barra per ago che, dopo il raffreddamento naturale, viene sottoposta a riscaldamento con ri-austenitizzazione e successivo trattamento termico.
Prodotto trattato termicamente nella linea di laminazione	Rotaia o barra per ago che ha subito un trattamento termico partendo direttamente dalle temperature di fine laminazione (campo austenitico).
Sequenza	Si compone delle colate della stessa qualità d'acciaio prodotte utilizzando per il colaggio il medesimo tundish (o panier).
AQ	Assicurazione Qualità
EN	Norma europea
PFC	Piano di fabbricazione e Controllo
PdQ	Piano della Qualità
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
SGQ	Sistema di Gestione della Qualità
STF	Specifica Tecnica di Fornitura

II PARTE II

II.1 GENERALITA'

Il presente documento assume come standard di riferimento le norme serie UNI EN 13674; in tali norme europee i profili e le qualità di acciaio in uso sono state tutte rinominate rispetto a quanto definito nelle precedenti norme UNI e UIC. A tale riguardo in tabella 1 sono riportate le denominazioni dei profili secondo la vecchia normativa e secondo la nuova normativa europea di riferimento; le qualità dell'acciaio sono definite al successivo paragrafo II.3.

Rotaie		Barre per aghi	
Vecchia denominazione	Nuova denominazione secondo UNI EN 13674	Vecchia denominazione	Nuova denominazione secondo UNI EN 13674
46 UNI	46E4	A 60U	60E1A2
50 UNI	50E5	A50U	50E1T1
60 UIC 60 UNI	60E1		

Tabella 1 - Denominazione dei profili

La fornitura del prodotto è subordinata all'ottenimento dell'omologazione di cui alla successiva Parte III della presente STF.

L'acciaio utilizzato per la fabbricazione del prodotto deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle presenti STF e dalla normativa europea serie UNI EN 13674.

Il prodotto deve essere conforme alla normativa serie UNI EN 13674.

Il prodotto costituisce elemento di sicurezza per l'esercizio ferroviario.

II.2 GESTIONE DELLA FORNITURA

La fornitura deve essere espletata da Fornitori che operano con un SGQ certificato, con le modalità previste dalla Specifica di Assicurazione Qualità DI QUA SP AQ 004 A.

É ammesso che per l'approvvigionamento dei blumi d'acciaio necessari per la fabbricazione del prodotto il Fornitore possa far ricorso a Subfornitore, purché questi operi nell'ambito di un SGQ certificato conforme alla norma UNI EN ISO 9001. Il Subfornitore di blumi deve essere quello (o quelli) indicato nell'attestato di omologazione di cui alla parte III .

Non è ammesso che, nell'ambito di una stessa fornitura, il Fornitore possa approvvigionare da più

Subfornitori i blumi necessari per la produzione del prodotto.

Nell'ambito della fornitura RFI si riserva la facoltà di inviare autonomamente campioni di prodotto presso laboratori ufficiali di proprio gradimento ogni qualvolta lo ritenga opportuno, per la verifica della qualità del prodotto.

All'atto di ogni spedizione il Fornitore deve inviare al Committente la Dichiarazione di Conformità CE di cui alla Direttiva 2008/57/CE e la Dichiarazione di Conformità, di cui alla Norma UNI EN ISO/IEC 17050, corredata di tutta la documentazione di registrazione della qualità relativa sia alla fabbricazione dei blumi che a quella del prodotto, riportante i risultati delle prove eseguite sui prodotti oggetto delle spedizioni; la Dichiarazione di Conformità deve inoltre riportare i dati identificativi (marcatura) indicati sul prodotto cui si riferisce.

Una copia della documentazione di registrazione di cui sopra, nonché quella contrattualmente prevista, sarà conservata presso lo stabilimento del Fornitore per un periodo non inferiore a 10 anni; tale documentazione sarà posta in visione agli incaricati di RFI ogni volta che ne facciano richiesta.

II.3 ACCIAIO

Nella seguente tabella 2 sono riportate le qualità di acciaio previste da RFI per la fabbricazione del prodotto.

Qualità dell'acciaio ^(a)	Durezza HBW campo di variazione	Descrizione	Tipo di marcatura in rilievo a caldo
R260	260 ÷ 300	Non legato Carbonio- Manganese (C-Mn) non trattato termicamente	_____ _____
R320Cr	320 ÷ 360	Legato (1% Cr) non trattato termicamente	_____ _____ _____
R350HT	350 ÷ 390 ^(b)	Non legato Carbonio- Manganese (C-Mn) trattato termicamente	_____ _____

^(a) le proprietà meccaniche e la composizione chimica dell'acciaio sono quelle delle tabelle 5 a) e 5 b) della UNI EN 13674-1

^(b) vedere la tabella 6 della UNI EN 13674-1 per i requisiti di durezza

Tabella 2 - qualità dell'acciaio per la fabbricazione del prodotto

II.4 FABBRICAZIONE

Il Fornitore deve dimostrare che il prodotto è realizzato nell'ambito di un sistema globale di controllo della produzione e garantire la qualità e la conformità del prodotto finito.

Il processo di fabbricazione deve essere conforme a quanto definito dalle norme UNI EN 13674 per assicurare la conformità del prodotto finito, in accordo alle prestazioni prescritte per il prodotto, e per assicurare la qualità del prodotto in esercizio.

Il Fornitore deve dimostrare la continua conformità del sistema di controllo adottato con registrazioni di azioni atte a mantenere il processo sotto controllo includendo prove documentate sul prodotto.

Il sistema di controllo adottato deve essere conforme alla norma UNI EN ISO 9001 e certificato; tale certificazione rappresenta, come indicato nelle norme UNI EN 13674, la condizione minima per soddisfare quanto richiesto.

Il prodotto deve essere realizzato secondo la migliore regola dell'arte come specificato dalle norme della serie UNI EN 13674; i laminati dovranno essere prodotti con blumi realizzati con acciaio calmato ottenuto da acciaieria ad ossigeno o elettrica, con stazione d'affinamento secondario, degasaggio sotto vuoto e colata continua.

Il Fornitore deve utilizzare un procedimento efficace di eliminazione della calamina durante i processi di laminazione e raddrizzatura del prodotto.

I blumi devono avere un'area della sezione trasversale che sia almeno pari a nove volte l'area della sezione trasversale del prodotto finito.

Il raddrizzamento dei profili del prodotto secondo i suoi assi X-X e Y-Y, in conformità al profilo teorico di cui al punto II.5 delle presenti STF, deve essere eseguito attraverso un processo di raddrizzatura a due stadi; eventuali deviazioni, delle estremità o localizzate nel prodotto, possono essere corrette mediante pressa.

Tutte le lavorazioni e le operazioni di finitura del profilo non devono causare danneggiamento meccanico o alterazioni microstrutturali sul prodotto.

Il Fornitore, quando previsto dal contratto, deve provvedere alla realizzazione dei fori nelle rotaie.

I fori devono essere smussati a 45° per 2 mm; le superfici dei fori devono essere lisce e cilindriche.

I disegni di riferimento per le forature e le smussature delle estremità delle rotaie sono i seguenti:

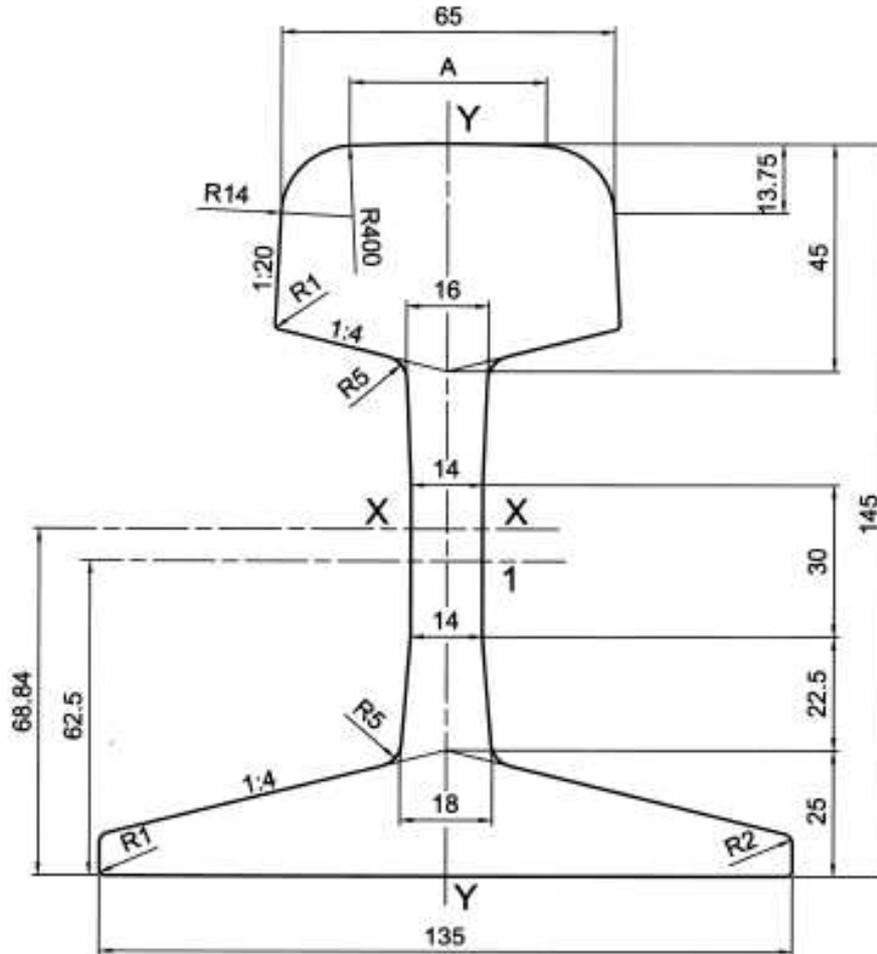
- Profilo 46E4 Disegno FS 7192
- Profilo 50E5 Disegno FS 7287
- Profilo 60E1 Disegno FS 7400

Per la fabbricazione del prodotto si applicano tutte le prescrizioni e raccomandazione inerenti la fabbricazione che sono definite nelle norme UNI EN 13671.

II.5 FORMA E TOLLERANZE DEL PRODOTTO

I profili previsti da RFI, in accordo alle norme UNI EN 13674, sono riportati nelle figure da 1 a 5; tutte le dimensioni sono espresse in millimetri.

II.5.1 PROFILI DELLE ROTAIE

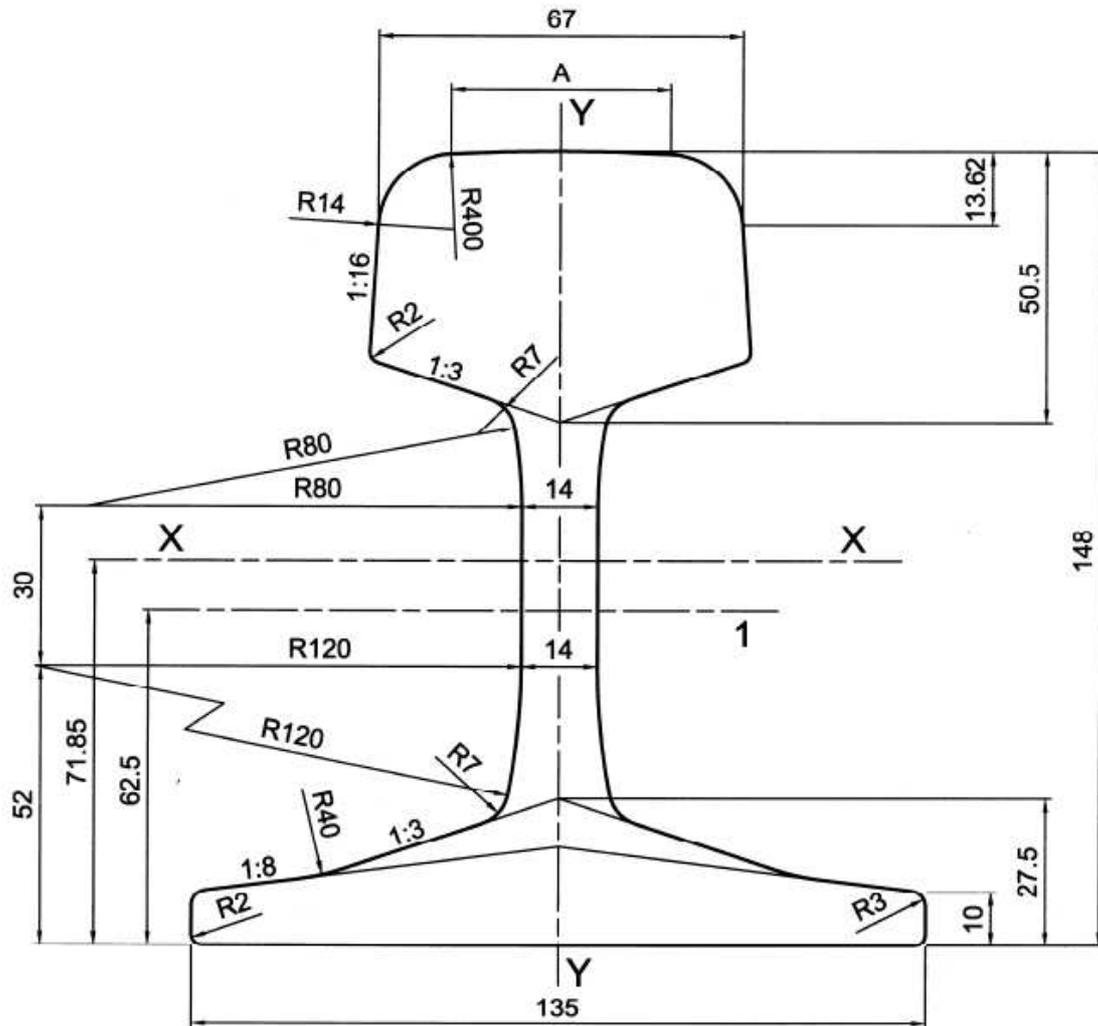


Legenda:

1 asse per la marcatura

- area sezione trasversale : 59,78 cm²
- massa per metro lineare : 46,9 kg/m
- momento d'inerzia asse X-X : 1688 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione – Fungo : 221,6 cm³
- modulo di inerzia della sezione – Suola : 245,2 cm³
- momento d'inerzia asse Y-Y : 338,6 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione asse Y-Y : 50,2 cm³
- dimensioni indicative : A=38,378 mm

Figura 1 – profilo della rotaia 46E4 (46UNI)

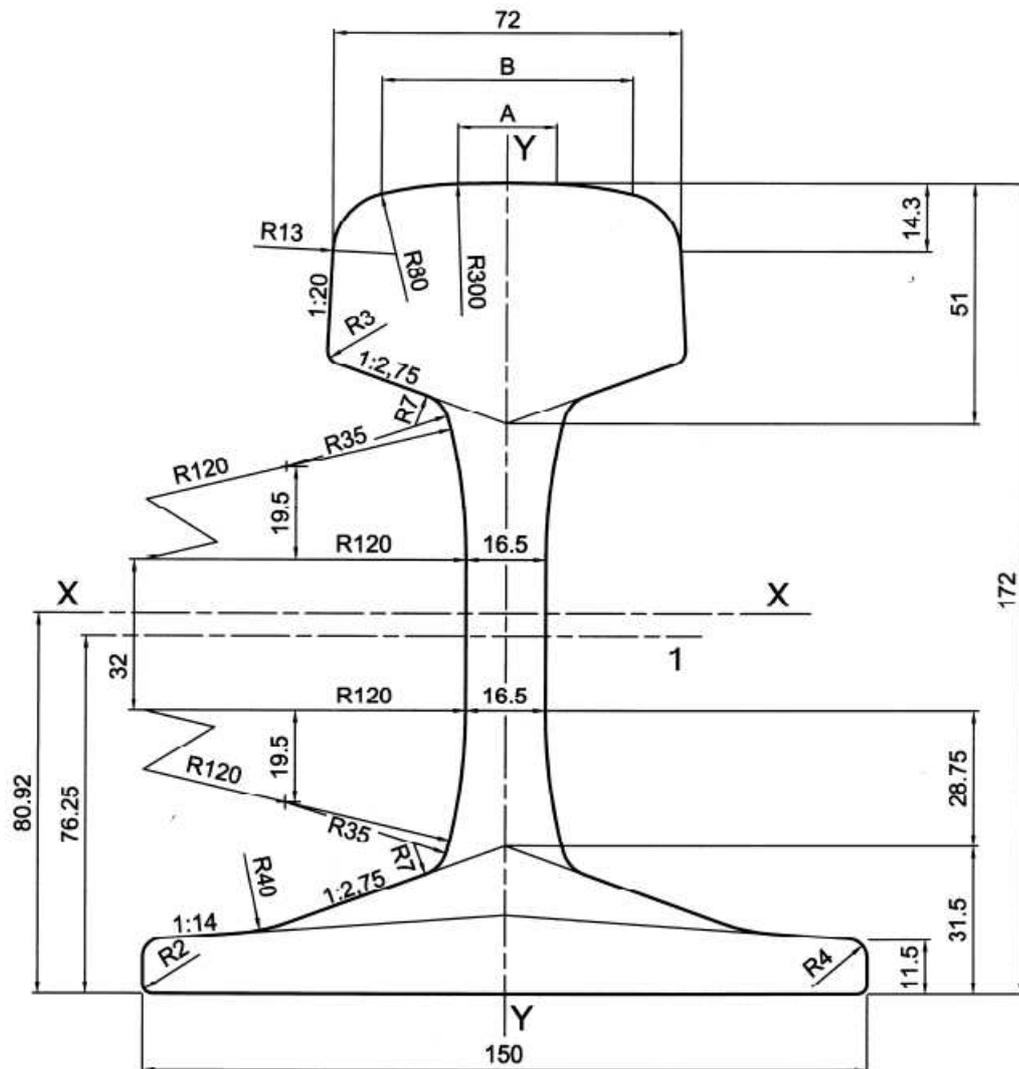


Legenda:

1 asse per la marcatura

- area sezione trasversale : 63,62 cm²
- massa per metro lineare : 49,9 kg/m
- momento d'inerzia asse X-X : 1844 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione – Fungo : 242,1 cm³
- modulo di inerzia della sezione – Suola : 256,6 cm³
- momento d'inerzia asse Y-Y : 362,4 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione asse Y-Y : 53,7 cm³
- dimensioni indicative : A=40,471 mm

Figura 2– profilo della rotaia 50E5 (50 UNI)



Legenda:

1 asse per la marcatura

- area sezione trasversale : 76,70 cm²
- massa per metro lineare : 60,21 kg/m
- momento d'inerzia asse X-X : 3038,3 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione – Fungo : 333,6 cm³
- modulo di inerzia della sezione – Suola : 375,5 cm³
- momento d'inerzia asse Y-Y : 512,3 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione asse Y-Y : 68,3 cm³
- dimensioni indicative : A=20,456 mm
B=52,053 mm

Figura 3 – profilo della rotaia 60E1 (60 UIC)

II.5.2 TOLLERANZE SUL PROFILO DELLE ROTAIE, CLASSE DEL PROFILO

Lo standard adottato da RFI per il profilo delle rotaie è: Classe X secondo UNI EN 13674 – 1.

Nella tabella 3 sono riportate le tolleranze ammesse per il profilo delle rotaie.

Su tutte le rotaie, in qualsiasi punto, non è ammessa una differenza tra valore nominale e valore misurato superiore alle tolleranze.

* Punto di riferimento vedi figura E.1 della norma UNI EN 13674 – 1		Classe di profilo X	calibri di verifica riferimento norma UNI EN 13674 – 1 allegato E
Grandezza/proprietà	simbolo		
Altezza rotaia ^(a)			
< 165 mm	*H	± 0,5	E.3
≥ 165 mm		± 0,6	
Profilo della corona per Classe A di rettilinearità	*C	+ 0,6 - 0,3	E.4
Larghezza del fungo	*WH	± 0,5	E.5
Asimmetria della rotaia	*As	± 1,2	E.6 e E.7
Distanza di steccatura			
< 165 mm	*HF	± 0,5	E.8
≥ 165 mm		± 0,6	
Spessore del gambo	*WT	+1 -0,5	E.9
Larghezza della suola	*WF	± 1,0	E.10
Spessore della suola	*TF	+0,75 -0,5	E.11
Concavità sulla suola		0,3 max	

^(a) la variazione di altezza totale su qualsiasi lunghezza di rotaia non deve essere più grande di 1 mm per rotaie < 165 mm e di 1,2 mm per rotaie di altezza ≥ 165 mm

Tabella 3 – Tolleranze sul profilo della rotaia

II.5.3 TOLLERANZE DI RETTILINEITÀ, PLANARITÀ E TORSIONE DELLE ROTAIE, CLASSE DI RETTILINEITÀ

Lo standard adottato da RFI per la rettilineità delle rotaie è: Classe A secondo UNI EN 13674 – 1.

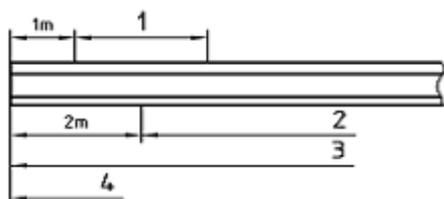
Le tolleranze relative alla rettilineità, alla planarità delle superfici e alla torsione devono rispettare i requisiti della tabella 4; le rotaie non conformi possono essere sottoposte ad un solo ulteriore passaggio di raddrizzatrice.

La verifica di planarità della campata deve essere eseguita con idonea apparecchiatura di misura automatica.

Se la rotaia mostra evidenza di torsione, deve essere verificata in accordo alla figura 10 della UNI EN 13674-1, secondo le modalità definite nella norma stessa; se la torsione supera 2,5 mm la rotaia deve essere scartata.

Il controllo della torsione relativo alle estremità della rotaia, per la lunghezza di 1 m, deve essere eseguito come indicato in figura 11 della UNI EN 13674-1; il valore misurato non deve eccedere 0,2°. In caso di necessità di verifica del risultato della misura automatica di planarità deve essere utilizzata una riga come mostrato in tabella 4.

In caso di contestazione deve comunque essere applicato esclusivamente quanto previsto dalle norme serie UNI EN 13674.

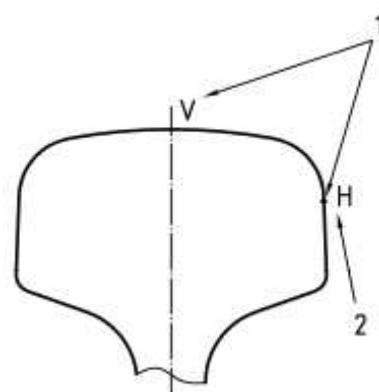


Legenda:

- 1 overlap
- 2 campata
- 3 intera rotaia
- 4 estremità della rotaia "E"

Legenda:

- 1 V e H : posizione delle misure di planarità
- 2 la posizione di H è nominalmente da 5 mm a 10 mm sotto il raggio di raccordo sul fianco del fungo



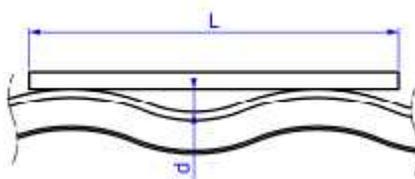
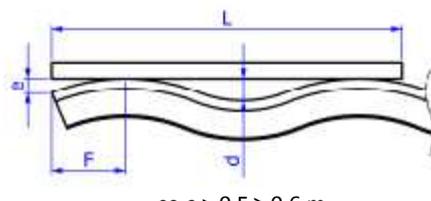
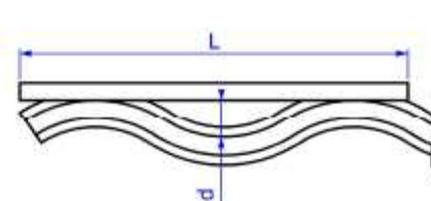
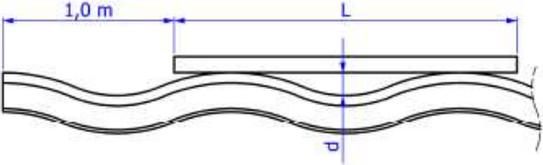
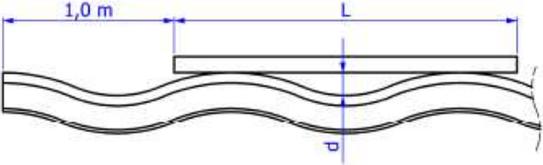
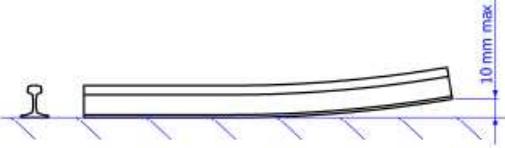
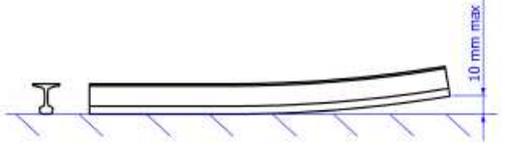
Posizione/ proprietà		Classe A		b
		d	L	
CAMPATA ^a	Planarità verticale V	≤ 0,3 mm	3 m ^c	
	Planarità orizzontale H	≤ 0,2 mm	1 m ^c	
ESTREMITÀ ^a	Estremità "E"	2 m		
	Rettilinearità verticale	≤ 0,4 mm	2 m	
			≤ 0,3 mm	1 m ^d
		e		
		e ≤ 0,2 mm		se e > 0 F ≥ 0,6 m
	Rettilinearità orizzontale	≤ 0,6 mm	2 m	
		≤ 0,4 mm	1 m ^d	
		e		

Tabella 4 – tolleranze di rettilinearità, planarità e torsione delle rotaie
(Continua alla pagina successiva)

Posizione/ proprietà		Classe A		
		d	L	
OVERLAP ^a (sovrapposizione)	Lunghezza di overlap	2 m		
	Planarità verticale V	≤ 0,3 mm	2 m ^c	
	Planarità orizzontale H	≤ 0,6mm	2 m ^c	
INTERA LUNGHEZZA DELLA ROTAIA	Imbarco superiore e inferiore	10 mm ^e		 
TORSIONE	Relativa a tutta la lunghezza	Max . gap 2,5 mm		Vedi punto 9.2.2 e figura 9 della norma UNI EN 13674-1
	Estremità per una lunghezza di 1 m	Max. rotazione 0,2° e Max. torsione relativa 0,0035 x c		Vedi punto 9.2.2 e figura 10 della norma UNI EN 13674-1

- a) L'apparecchiatura automatica di misura deve misurare la maggiore estensione possibile della rotaia e comunque almeno la campata. Se la rotaia intera soddisfa le specifiche della campata, la misura dell'estremità e dell'overlap (sovrapposizione) non è obbligatoria
- b) Le tecniche automatiche di misura sono complesse e quindi difficili da definire, tuttavia la planarità della rotaia finita deve poter essere verificata con una riga come indicato nelle illustrazioni sopra riportate
- c) Il 95% delle rotaie fornite deve essere entro i limiti specificati, è ammesso il 5% delle rotaie fuori delle tolleranze di 0,1 mm
- d) Il riferimento L scorre sull'estremità E
- e) Quando la rotaia è posta su un piano di riscontro, le estremità non devono essere sollevate di oltre 10 mm

Tabella 4 – tolleranze di rettilineità, planarità e torsione delle rotaie
(Continua dalla pagina precedente)

II.5.4 LUNGHEZZA E FORATURA DELLE ROTAIE

La lunghezza delle rotaie è quella definita nella richiesta di offerta in base a quanto indicato al punto I.1 del presente documento. In tabella 5 sono riportate le tolleranze relative al taglio e alle forature.

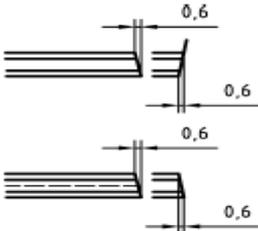
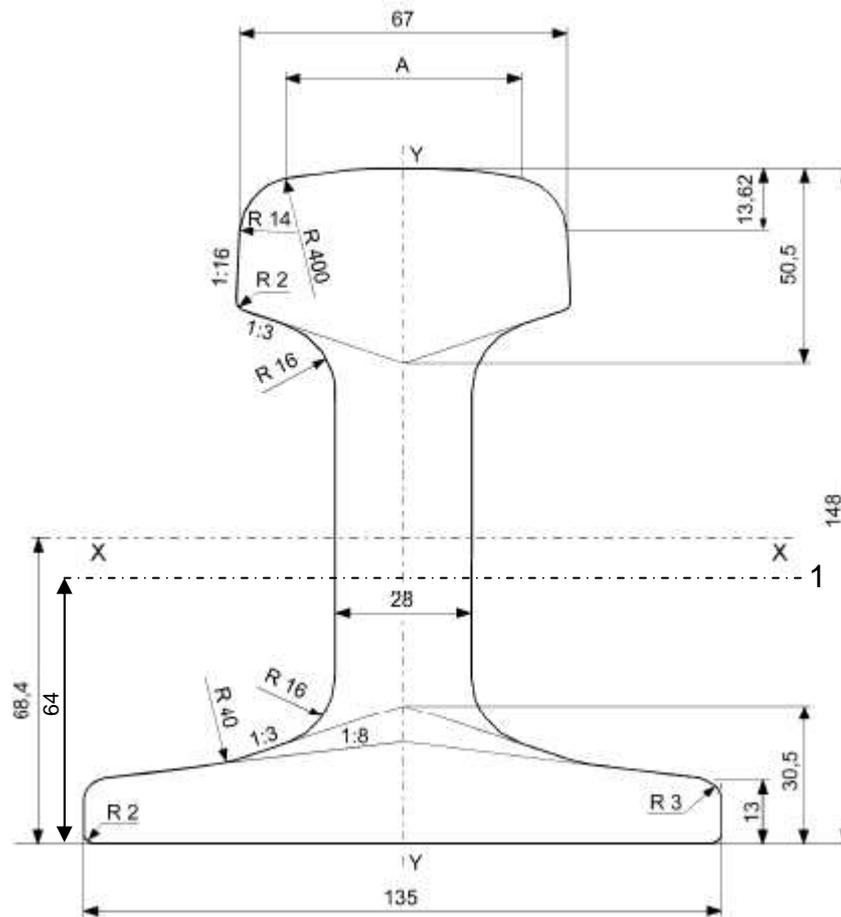
Numero	Requisiti dimensionali	Tolleranze
1	<p>Diametro fori</p> <p>≤ 30 mm</p> <p>> 30 mm</p> <p>Centratura e posizionamento orizzontale e verticale dei fori</p>	<p>± 0,5 mm</p> <p>± 0,7 mm</p> <p>La posizione orizzontale dei fori è controllata per mezzo del calibro definito in allegato E.12 della norma UNI EN 13647-1, che ha un arresto realizzato per andare in contatto con l'estremità della rotaia e perni progettati per essere inseriti nei fori. Il diametro dei perni è inferiore rispetto al diametro dei fori delle seguenti misure:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1,0 mm per i fori che hanno un diametro ≤ 30 mm - 1,4 mm per i fori che hanno diametro > 30 mm. <p>Le distanze tra l'asse dei perni e l'arresto, sono uguali alle distanze nominali tra l'asse dei fori e la fine della rotaia</p> <p>I perni calibro devono poter entrare nei fori mentre l'arresto è in contatto con l'estremità della rotaia</p> <p>Il centraggio verticale dei fori può essere controllato per mezzo di un calibro come appare in figura E.13 della norma UNI EN 13674-1</p> <p>Il fianco del foro, sinistro o destro, viene determinato facendo riferimento al lato con la marcatura in rilievo della rotaia</p>
2	Ortogonalità delle testate	<p>0,6 mm in ogni direzione</p> 
3	<p>Lunghezza ^(a)</p> <p>Entrambe le estremità forate</p> <p>≤ 24 m</p> <p>> 24 m ≤ 40 m</p> <p>> 40 m ≤ 60 m</p> <p>> 60 m</p> <p>Altre (senza forature o con una sola estremità forata)</p>	<p>± 3 mm</p> <p>± 4 mm</p> <p>± 10 mm</p> <p>± 20 mm</p> <p>± 1 mm per metro di rotaia (max ± 30 mm per ogni rotaia)</p> <p>Su rotaie non forate per impieghi speciali la tolleranza sulla lunghezza è ± 6 mm fino a 24 m, e ± 10 mm per rotaie di lunghezza superiore a 24 m</p>
<p>^(a) le lunghezze sono relative ad una misura a 15°C. Le misure effettuate ad altre temperature devono essere corrette per considerare l'allungamento o il ritiro della rotaia e devono essere eseguite tramite idoneo strumento tarato e tenuto sotto controllo</p>		

Tabella 5 – Tolleranze per taglio e foratura delle rotaie

II.5.5 PROFILI DELLE BARRE PER AGHI

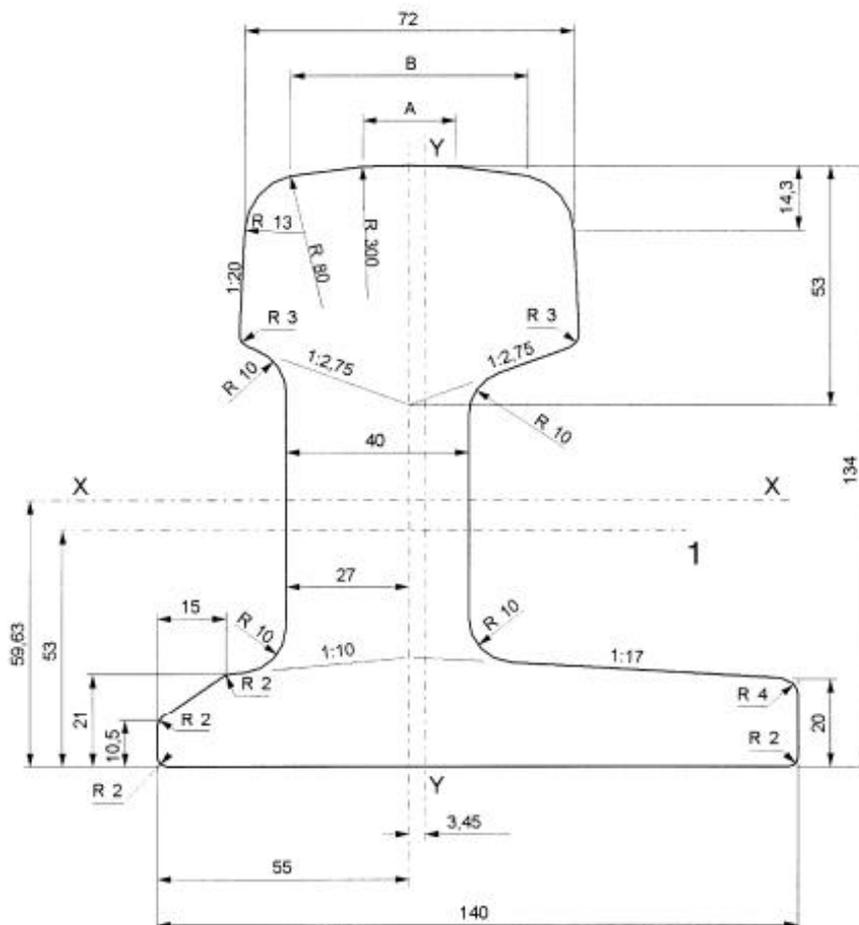


Legenda:

1 asse per la marcatura

- area sezione trasversale : 77,66 cm²
- massa per metro lineare : 60,96 kg/m
- momento d'inerzia asse X-X : 1997,3 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione – Fungo : 250,9 cm³
- modulo di inerzia della sezione – Suola : 292,0 cm³
- momento d'inerzia asse Y-Y : 437,8 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione asse Y-Y : 64,9 cm³
- dimensioni indicative : A=40,471 mm

Figura 4 – profilo della barra d'ago 50E1T1 (A50U)



Legenda:

1 asse per la marcatura

- area sezione trasversale : 87,95 cm²
- massa per metro lineare : 69,04 kg/m
- momento d'inerzia asse X-X : 1738,7 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione – Fungo : 233,8 cm³
- modulo di inerzia della sezione – Suola : 291,6 cm³
- momento d'inerzia asse Y-Y : 645,1 cm⁴
- modulo di inerzia della sezione asse Y-Y sinistro : 110,4 cm³
- modulo di inerzia della sezione asse Y-Y destro : 79,1 cm³
- dimensioni indicative : A=20,456 mm
B=52,053 mm

Figura 5 – profilo della barra d'ago 60E1A2 (A 60 U)

II.5.6 TOLLERANZE SUL PROFILO DELLE BARRE PER AGHI

Nella tabella 6 sono riportate le tolleranze ammesse per il profilo delle barre per aghi.

Su tutte le barre, in qualsiasi punto, non è ammessa una differenza tra valore nominale e valore misurato superiore alle tolleranze.

* Punto di riferimento vedi figura E.1 della norma UNI EN 13674 – 1		Tolleranza	calibri di verifica riferimento norma UNI EN 13674 – 1 allegato E
Altezza barra d'ago < 165 mm	*H	± 0,7	E.3
≥ 165 mm		± 0,8	
Profilo della corona	*C	+ 0,6 - 0,6	E.4
Larghezza del fungo	*WH	± 0,5	E.5
Asimmetria della barra d'ago ^(a)	*As	± 1,2	E.6 e E.7
Distanza di steccatura < 165 mm	*HF	± 0,5	E.8 ^(c)
≥ 165 mm		± 0,6	
Spessore del gambo	*WT	± 0,7	E.9
Larghezza della suola	*WF	± 1,0	E.10
Spessore della suola ^(b)	*TF	+0,75 -0,5	E.11
Concavità sulla suola		0,3 max	

^(a) l'asimmetria è riferita solo al profilo simmetrico 50E1T1

^(b) la tolleranza dello spessore della suola è applicabile al profilo 60E1A2 solo da un lato

^(c) la coppia di calibri deve avere dimensioni definite in funzione del profilo da verificare

Tabella 6 – Tolleranze ammesse sul profilo della barra d'ago

**II.5.7 TOLLERANZE DI RETTILINEITÀ, PLANARITÀ E TORSIONE DELLE
BARRE PER AGHI**

Le tolleranze relative alla rettilineità, alla planarità delle superfici e alla torsione devono rispettare i requisiti della tabella 7; le barre non conformi possono essere sottoposte ad un solo ulteriore passaggio di raddrizzatrice.

La verifica di planarità della campata deve essere eseguita con idonea apparecchiatura di misura automatica.

Se la barra mostra evidenza di torsione, deve essere verificata in accordo alla figura 9 della UNI EN 13674-2, secondo le modalità definite nella norma stessa; se la torsione supera 2,5 mm la barra deve essere scartata.

Il controllo della torsione relativo alle estremità della barra, per la lunghezza di 1 m, deve essere eseguito come indicato in figura 10 della UNI EN 13674-2; il valore misurato non deve eccedere 0,2°.

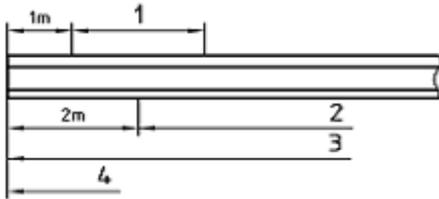
In caso di necessità di verifica del risultato della misura automatica di planarità deve essere utilizzata una riga come mostrato in tabella 7.

In caso di contestazione deve comunque essere applicato esclusivamente quanto previsto dalle norme serie UNI EN 13674.

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 02 001 C**

FOGLIO
23 di 35

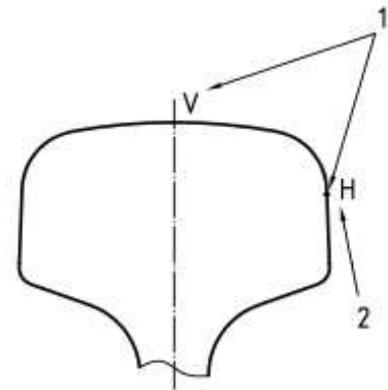


Legenda:

- 1 overlap
- 2 campata
- 3 intera barra
- 4 estremità della barra "E"

Legenda:

- 1 V e H : posizione delle misure di planarità
- 2 la posizione di H è nominalmente da 5 mm a 10 mm sotto il raggio di raccordo sul fianco del fungo



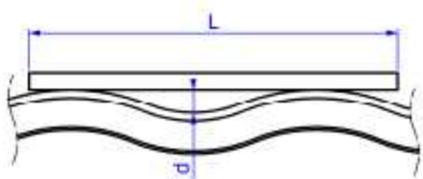
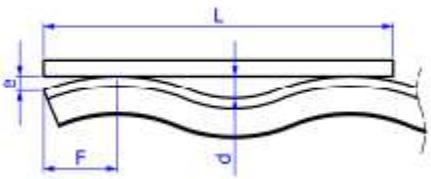
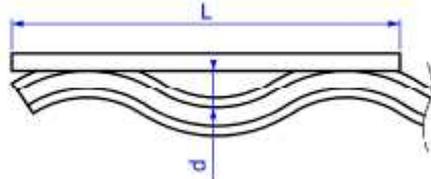
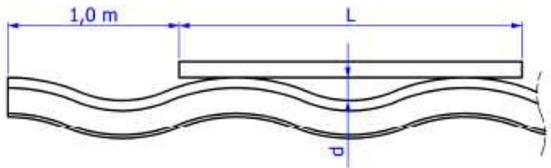
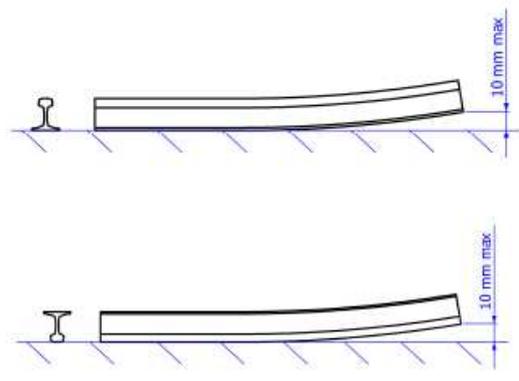
Posizione/ proprietà		d	L	
CAMPATA ^a	Planarità verticale V	≤ 0,4 mm	3 m ^c	
	Planarità orizzontale H	≤ 0,3 mm	1 m ^c	
		≤ 0,6 mm	1,5 m ^c	
ESTREMITÀ ^a	Estremità "E"		1,5 m	
	Rettilineità verticale	≤ 0,5 mm	1,5 m	
		e e ≤ 0,2 mm		
	Rettilineità orizzontale	≤ 0,7 mm	1,5 m	

Tabella 7– Rettilineità, planarità e torsione delle barre per aghi

(continua alla pagina successiva)

Posizione/ proprietà		d	L	
OVERLAP ^a (sovrapposizione)	Lunghezza di overlap	1,5 m		
	Planarità verticale V	≤ 0,4 mm	1,5 m ^c	
	Planarità orizzontale H	≤ 0,6 mm	1,5 m ^c	
INTERA LUNGHEZZA DELLA BARRA	Imbarco superiore e inferiore	10 mm ^e		
	Imbarco laterale	Curvatura raggio R > 1500 m		
TORSIONE	Relativa a tutta la lunghezza	Max. gap 2,5 mm		Vedi punto 9.2.2 e figura 9 della norma UNI EN 13674-2
	Estremità per una lunghezza di 1 m	Max. rotazione 0,2 ° e Max. torsione relativa 0,0035 x c		Vedi punto 9.2.2 e figura 10 della norma UNI EN 13674-2

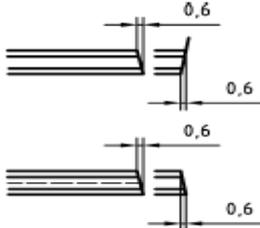
- a) L'apparecchiatura automatica di misura deve misurare la maggiore estensione possibile della barra e comunque almeno la campata. Se la barra intera soddisfa le specifiche della campata, la misura dell'estremità e dell'overlap (sovrapposizione) non è obbligatoria
- b) Le tecniche automatiche di misura sono complesse e quindi difficili da definire, tuttavia la planarità della barra finita deve poter essere verificata con una riga come indicato nelle illustrazioni sopra riportate
- c) Il 95% delle barre fornite deve essere entro i limiti specificati, è ammesso il 5% delle barre fuori delle tolleranze di 0,1 mm
- e) Quando la barra è posta su un piano di riscontro, le estremità non devono essere sollevate di oltre 10 mm

Tabella 7– Rettilineità, planarità e torsione delle barre per aghi

(continua dalla pagina precedente)

II.5.8 LUNGHEZZA DELLE BARRE PER AGHI

Le lunghezze delle barre per aghi è quella definita nella richiesta di offerta in conformità al punto I.1 del presente documento. In tabella 8 sono riportate le tolleranze relative al taglio e alle forature.

Numero	Requisiti dimensionali	Tolleranze
1	<p>Diametro fori</p> <p>≤ 30 mm</p> <p>> 30 mm</p> <p>Centratura e posizionamento orizzontale e verticale dei fori</p>	<p>± 0,5 mm</p> <p>± 0,7 mm</p> <p>La posizione orizzontale dei fori è controllata per mezzo del calibro definito in allegato E.12 della norma UNI EN 13647-1, che ha un arresto realizzato per andare in contatto con l'estremità della barra e perni progettati per essere inseriti nei fori. Il diametro dei perni è inferiore rispetto al diametro dei fori delle seguenti misure:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1,0 mm per i fori che hanno un diametro ≤ 30 mm - 1,4 mm per i fori che hanno diametro > 30 mm <p>Le distanze tra l'asse dei perni e l'arresto, sono uguali alle distanze nominali tra l'asse dei fori e la fine della barra.</p> <p>I perni calibro devono poter entrare nei fori mentre l'arresto è in contatto con l'estremità della barra.</p> <p>Il centraggio verticale dei fori può essere controllato per mezzo di un calibro come appare in figura E.13 della norma UNI EN 13674-1</p> <p>Il fianco del foro, sinistro o destro, viene determinato facendo riferimento al lato con la marcatura in rilievo della barra</p>
2	<p>Ortogonalità delle testate</p>	<p>0,6 mm in ogni direzione</p> 
3	<p>Lunghezza ^(a)</p> <p>Entrambe le estremità forate</p> <p>≤ 12 m</p> <p>> 12 m ≤ 24 m</p> <p>> 24 m ≤ 40 m</p> <p>altre (senza forature o con una sola estremità forata)</p>	<p>± 2 mm</p> <p>± 3 mm</p> <p>± 4 mm</p> <p>± 1 mm per metro di barra (max ± 30 mm per ogni barra)</p> <p>Su barre non forate per impieghi speciali la tolleranza sulla lunghezza è ± 6 mm fino a 24 m, e ± 10 mm per rotaie di lunghezza superiore a 24 m</p>

^(a) le lunghezze sono relative ad una misura a 15°C. Le misure effettuate ad altre temperature devono essere corrette per considerare l'allungamento o il ritiro della rotaia e devono essere eseguite tramite idoneo strumento tarato e tenuto sotto controllo

Tabella 8 – Tolleranze per taglio e forature delle barre d'ago

II.5.9 SAGOME PER IL CONTROLLO

Le sagome da utilizzare per il controllo del profilo e delle forature delle rotaie e barre per ago sono quelle definite nell'allegato E della norma UNI EN 13674 – 1.

II.6 MARCATURA

I prodotti devono essere forniti con marcatura in rilievo realizzata a caldo durante il processo di laminazione.

Tale marcatura in rilievo deve essere posta su un solo lato del gambo del prodotto in corrispondenza della metà dell'altezza del gambo stesso, almeno ogni successivi 4 m di profilo.

La marcatura in rilievo deve essere chiaramente visibile sul prodotto e deve avere un'altezza compresa tra 20 mm e 25 mm, con uno spessore in rilievo compreso tra 0,6 mm e 1,3 mm.

La lunghezza della linea per l'indicazione della qualità dell'acciaio, deve essere di 50 mm per il tratto lungo e di 25 mm per il tratto corto.

La marcatura in rilievo deve includere:

- Identificazione del Produttore
- Qualità dell'acciaio come da tabella 2
- Ultime due cifre dell'anno di produzione
- Il tipo di profilo secondo allegato A delle norme serie UNI EN 13674, di cui al punto II.1 della presente STF.

Esempi di marcatura in rilievo:

AB  **12 60E1**

(Produttore AB, acciaio R260, anno di laminazione 2012, profilo 60E1)

AB   **12 60E1**

(Produttore AB, acciaio R350HT, anno di laminazione 2012, profilo 60E1).

Inoltre, in aggiunta alla marcatura in rilievo così definita, ogni rotaia e ogni barra d'ago deve essere punzonata a caldo, mediante apposita marcatrice automatica, con un sistema di identificazione numerico o alfa-numerico (matricola) sul lato del prodotto non interessato dalla marcatura in rilievo, almeno ogni 10 m di profilo per le rotaie e almeno ogni 5 m di profilo per le barre d'ago.

In caso di successivi tagli della rotaia o della barra d'ago, ogni spezzone realizzato avrà lo stesso codice di identificazione.

Qualora non fosse possibile apporre tale identificazione per guasto alla marcatrice automatica a caldo, la matricola del prodotto deve essere applicata tramite fresatura come previsto dalla UNI EN 13674; il procedimento di fresatura deve essere tale da non indurre danneggiamenti meccanici o alterazioni microstrutturali e, a tale riguardo, deve essere approvato da RFI. Il fermo della marcatrice automatica a caldo deve essere comunque eliminato in tempi brevi.

Le cifre e le lettere utilizzate devono essere chiaramente leggibili e devono avere un'altezza di 16 mm, la superficie dei caratteri punzonati deve essere piana o arrotondata, e la larghezza deve essere compresa tra 1mm e 1,5 mm, con smussature da ogni lato.

Le lettere e cifre devono essere inclinate di 10° sulla verticale e devono avere spigoli arrotondati.

La stampigliatura deve essere effettuata ad una profondità compresa tra 0,5 mm e 1,5 mm in corrispondenza dell'asse del gambo della rotaia o della barra d'ago.

La configurazione dei caratteri a titolo di esempio è raffigurata nella figura 6.

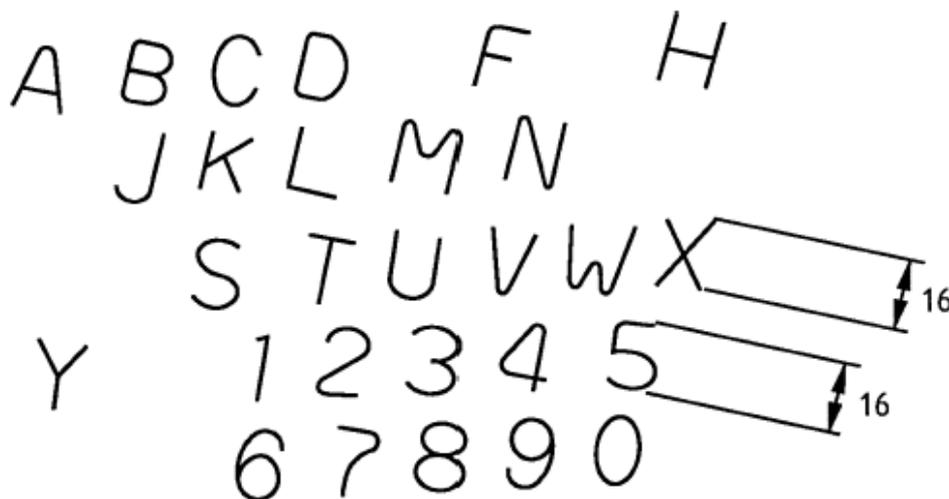


Figura 6 - Modelli di lettere e cifre inclinate di 10° per marcature

Il sistema di identificazione utilizzato, deve essere tale da permettere la rintracciabilità del prodotto con correlazione a:

- numero di colata a partire dalla quale il prodotto è stato laminato
- numero della linea e posizione del blumo all'interno della colata
- posizione della rotaia nel blumo (A,B.....Y)

nel caso in cui i contrassegni di identificazione siano rimossi, omessi o alterati, il prodotto deve essere nuovamente identificato a mezzo di fresatura, eseguita con il procedimento autorizzato di cui sopra.

Non sono ammesse marcature con punzonature a freddo.

Nel caso in cui da una rotaia vengano ricavate delle sottomisure (es. rotaie 36 m da rotaie 108 m), i pezzi in oggetto riportano la medesima matricola (es. 434758101A).

Questi pezzi saranno differenziati solo sul bar code, apposto in corrispondenza del fungo, sulla sezione di taglio, come mostrato in Figura 7, riportante oltre al n° di colata, all'identificativo linea di colata continua e al progressivo blumo, il dettaglio del ricavo A01, A02..Ann e l'anno di laminazione.



Figura 7 – esempio di bar code

II.7 TIPO, NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE DELLE PROVE PER LA PRODUZIONE DI SERIE

La realizzazione del prodotto deve essere sottoposta a controllo di produzione sotto la responsabilità del produttore.

La responsabilità, i ruoli e le interrelazioni di tutto il personale che gestisce, effettua e verifica le

attività che incidono sulla qualità del prodotto devono essere adeguatamente documentate.

Particolare cura deve essere posta nella formazione del personale che deve avere idonea autonomia organizzativa e autorità al fine di minimizzare i rischi legati a non conformità e di identificare e registrare ogni problema relativo alla qualità.

Tutte le apparecchiature di prova devono essere dotate delle loro istruzioni d'impiego che, in caso di richiesta, devono essere rese disponibili agli incaricati di RFI addetti alla sorveglianza.

Le apparecchiature di prova devono essere regolarmente tarate e tenute sotto controllo; deve essere tenuto un registro da dove risulti lo stato di validità delle tarature e la periodicità dei controlli eseguiti per tutte le apparecchiature e gli strumenti utilizzati nel controllo della produzione.

In caso di NC, queste devono essere esaminate e risolte secondo quanto definito nel PdQ approvato da RFI, redatto in accordo alla Specifica di Assicurazione Qualità DI QUA SP AQ 004.

Non possono essere adottate risoluzioni di NC che non garantiscono il pieno rispetto di tutti i requisiti previsti dal presente documento, dalle norme UNI EN 13674 e dalla documentazione tecnica approvata in fase di Omologazione, senza il preventivo benestare di RFI.

Il controllo in corso di produzione deve comprendere tutte le azioni necessarie a garantire la conformità ai requisiti definiti nelle norme UNI EN 13674, nel presente documento e nell'ambito del processo di omologazione.

Il sistema di controllo del processo di produzione deve essere basato su procedure e istruzioni di lavoro adeguatamente documentate. Tali procedure e istruzioni devono tener conto dei requisiti definiti nella presente STF e nelle norme UNI EN 13674-1 e 2.

Di seguito si riporta, l'insieme minimo delle prove e dei controlli da prevedersi durante la produzione in accordo alle norme UNI EN 13674; è responsabilità del Fornitore prevedere eventuali ulteriori prove o azioni ritenute opportune per garantire i requisiti fissati di qualità.

Tutte le rotaie e barre d'ago prodotte devono soddisfare i requisiti previsti al punto 9 delle UNI EN 13674-1 e 2.

II.7.1 PROVE DI LABORATORIO

Le prove di laboratorio devono essere eseguite con la frequenza indicata nella tabella 4 della norma UNI EN 13674-1 e nella tabella 2 della UNI EN 13674-2, di seguito sintetizzate nella tabella 9.

Prova	Qualità acciaio	
	R260, R320Cr	R350HT
analisi chimica	una per colata	una per colata
idrogeno	una per colata <i>(due per la prima colata di sequenza)</i>	una per colata <i>(due per la prima colata di sequenza)</i>
ossigeno totale	una per sequenza	una per sequenza
microstruttura	non richiesta per la qualità R260 una ogni 1000 tonnellate o frazione per qualità R320Cr	una ogni 100 tonnellate
decarburazione	una ogni 1000 tonnellate o frazione	una ogni 500 tonnellate
inclusioni di ossidi	una per sequenza	una per sequenza
impronta allo zolfo	una ogni 500 tonnellate o frazione	una ogni 500 tonnellate o frazione
durezza	una per colata	una ogni 100 tonnellate
trazione	un calcolo per colata/una prova ogni 2000 tonnellate	una prova ogni 1000 tonnellate
Nota bene: si richiama l'applicazione delle note della tabelle 4 della norma UNI EN 13674-1 e della tabella 2 della UNI EN 13674-2		

Tabella 9 – tipo e frequenza delle prove di laboratorio

Le modalità di prova ed i criteri di accettazione sono quelli definiti dalle norme serie UNI EN 13674.

II.7.2 CONTROLLO DIMENSIONALE

Tutte le rotaie e le barre per aghi devono essere controllate al fine di verificare il rispetto dei requisiti previsti al punto II.5.

II.7.3 CONTROLLI VISIVI E ULTRASUONI

Tutte le rotaie e le barre per aghi prodotte devono essere sottoposte al controllo per la verifica della qualità interna e superficiale.

Il controllo ad ultrasuoni deve essere eseguito in accordo al punto 9.4.1 delle norme UNI EN 13674-1 e 2.

Il controllo visivo deve essere condotto in accordo al punto 9.4.2 delle norme UNI EN 13674-1 e 2.

All'avvio della produzione e almeno ogni 8 ore di controllo di un determinato profilo, deve essere eseguita, alla normale velocità di test, la verifica del sistema automatico di controllo utilizzando una rotaia di calibrazione, come indicato al punto 9.4.3 della norma UNI EN 13674-1.

Il personale addetto ai controlli non distruttivi deve essere qualificato e certificato secondo quanto previsto dalla norma UNI EN ISO 9712.

II.8 GARANZIA

Il prodotto oggetto delle presenti STF è soggetto alla garanzia contro rotture o avarie e contro qualsiasi difetto imputabile alla fabbricazione.

Il periodo di garanzia ha termine il 31 dicembre del sesto anno consecutivo a partire da quello di fabbricazione incluso che risulta marcato in rilievo sul prodotto.

III PARTE III

III.1 OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO

Il Fornitore all'atto della richiesta di omologazione deve fornire a RFI la seguente documentazione:

- certificazione secondo UNI EN ISO 9001
- documentazione relativa all'acciaieria utilizzata per la produzione dei blumi comprendente almeno i seguenti dati:
 - certificazione secondo UNI EN ISO 9001 in caso di subfornitore
 - indicazione dell'ubicazione dell'impianto
 - descrizione del processo produttivo dell'acciaio
 - descrizione del processo di fabbricazione dei blumi
 - descrizione del processo di raffreddamento lento o del trattamento di deidrogenazione dei blumi per dimostrare la conformità ai requisiti di cui al punto 9.1.3.2 della norma EN 13674 – 1 in merito al contenuto di idrogeno.
- relazione tecnica dettagliata sul processo di laminazione contenente:
 - indicazione dell'ubicazione dell'impianto
 - descrizione del processo di produzione con indicazione dei macchinari utilizzati
 - indicazione del tipo di bar code utilizzato
 - specifica del procedimento di fresatura per la marcatura di cui al punto II.6 e relative micrografie della zona marcata.
- dichiarazione dei quantitativi di prodotto forniti, ad Amministrazioni ferroviarie UE che gestiscono un esercizio ferroviario di livello nazionale, anno per anno negli ultimi 5 anni, con distinzione per tipo di profilo e qualità di acciaio e con indicazione esplicita dell'acciaieria di produzione dei blumi.
- PFC indicante almeno quanto segue:
 1. N. delle macro-fasi del processo produttivo
 2. descrizione della macro-fase
 3. i documenti di riferimento della macro-fase
 4. indicazione della macro-fase W/H (Notificante o Vincolante)
 5. le prove o controlli previsti nelle varie fasi
 6. strumenti utilizzati per le prove o controlli

7. la frequenza e la numerosità delle prove previste
 8. i valori di riferimento delle prove
 9. il responsabile addetto alle prove o controlli
 10. i documenti emessi a fronte delle prove previste
- certificazione di qualifica del prodotto e rapporto delle prove di qualifica in conformità a quanto definito dalla norma UNI EN 13674-1
 - Dichiarazione CE di conformità del prodotto, secondo quanto previsto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI).

Di seguito si riporta l'elenco delle prove di qualifica previste dalla norma UNI EN 13674 – 1

Prova	Punto della norma UNI EN 13674 – 1
tenacità alla frattura K_{IC}	8.2
valutazione della velocità di propagazione della cricca di fatica	8.3
resistenza a fatica	8.4
tensioni residue nella suola	8.5
durezza delle rotaie trattate termicamente	8.6
resistenza a trazione ed allungamento percentuale	8.7 e 9.1.9
segregazione (esame macrografico mediante l'impronta allo zolfo metodo Baumann)	8.8
composizione chimica	9.1.3
microstruttura	9.1.4
decarburazione superficiale	9.1.5
valutazione inclusioni non metalliche	9.1.6
durezza	9.1.8

Tutte le prove di omologazione specificate dal punto 8.2 al punto 8.9 della UNI EN 13674 – 1 devono essere eseguite almeno una volta ogni cinque anni e ad ogni cambiamento significativo del processo di produzione, per tutte le qualità di acciaio, fermo restando quanto previsto al punto 8.7.1 della UNI EN 13674 – 1 circa l'impiego di equazioni predittive di correlazione tra composizione chimica e

resistenza a trazione ed allungamento percentuale. Inoltre la prova relativa alle tensioni residue nella suola deve essere eseguita per tutte le qualità di acciaio ogni due anni.

Le prove devono essere eseguite sul profilo 60E1, per ogni qualità di acciaio di cui si chiede l'omologazione.

Tutte le qualità di acciaio e tutti i profili forniti devono essere conformi ai criteri di qualifica in accordo alla UNI EN 13674 – 1.

I campioni di rotaie per l'esecuzione delle prove devono essere prodotti in conformità al processo produttivo descritto nel PFC presentato a RFI e in accordo a quanto definito dalle norme serie UNI EN 13674.

RFI si riserva di verificare la conformità dei processi produttivi adottati alla documentazione tecnica presentata ed al PFC, sia per la fabbricazione dei blumi che per la fabbricazione del prodotto.

Tutte le spese per l'ottenimento dell'omologazione sono a carico del Fornitore, comprese quelle di viaggio e logistica del personale RFI addetto alle verifiche dei processi produttivi e all'eventuale assistenza per l'esecuzione delle prove di omologazione.

Qualora il Fornitore intenda modificare, in tutto o in parte, il prodotto o i processi produttivi o altro rispetto a quanto definito in fase di omologazione, deve chiedere autorizzazione ad RFI pena la revoca dell'omologazione stessa.

RFI si riserva di decidere:

- se accettare le modifiche proposte
- le eventuali prove a cui sottoporre nuovamente il prodotto; tali prove saranno a completo carico del Fornitore.

RFI si riserva la facoltà di procedere in ogni momento all'esecuzione di prove e verifiche atte ad accertare la qualità del prodotto.

III.2 NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO

La numerosità delle prove ed i criteri di accettazione relativi alle prove di omologazione di prodotto sono quelli definite dalla norma UNI EN 13674-1.

III.3 ATTESTATO DI OMOLOGAZIONE

RFI, esaminata la conformità della documentazione, emette un attestato di omologazione del prodotto

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 02 001 C**

FOGLIO
35 di 35

secondo la presente Specifica Tecnica.

L'attestato di omologazione è soggetto alle condizioni di validità previste dalla norma UNI EN 13674-1, ed è rilasciato con riferimento a:

- gli impianti produttivi per la fabbricazione dei blumi
- gli impianti produttivi di laminazione
- alla qualità di acciaio
- alla lunghezza delle barre laminate (108 m e/o 36 m)
- alla frequenza delle prove di qualifica secondo UNI EN 13674 – 1.

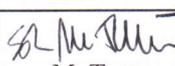
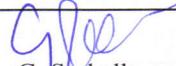
L'omologazione può essere revocata da RFI in qualunque momento, per motivi quali:

- modifiche non comunicate
- accertamento, da parte di RFI, di inconvenienti gravi o ripetuti
- verifiche, sul prodotto e/o sul processo, che riportino valutazioni insufficienti
- scostamenti significativi dallo standard qualitativo del prodotto.

**TRAVERSE MARCA “RFI – 230”, “RFI – 240” E “RFI – 260”
 IN CALCESTRUZZO VIBRATO, ARMATO E PRECOMPRESSO**

Parte	Titolo
PARTE I	I. 1 SCOPO E CAMPO D’APPLICAZIONE
	I. 2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA
	I. 3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI
PARTE II	II. 1 GENERALITÀ
	II. 2 GESTIONE DELLA FORNITURA
	II. 3 MATERIALI
	II. 4 PRESCRIZIONI SUL PRODOTTO, FORMA E TOLLERANZE
	II. 5 PROCESSO DI FABBRICAZIONE
	II. 6 NUMEROSITÀ DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER LA PRODUZIONE DI SERIE
	II. 7 GARANZIA
PARTE III	III. 1 OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO
	III. 2 PROVE DI OMOLOGAZIONE
	III. 3 NUMEROSITÀ DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L’OMOLOGAZIONE
PARTE IV	IV. 1 ALLEGATO A – Piano dettagliato dei montaggi di prova
	IV. 3 ALLEGATO B – Procedura per la prova di penetrazione al blu di metilene
	IV. 1 ALLEGATO C – Designazione del prodotto

A termine di legge Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. si riserva la proprietà di questo documento che non potrà essere copiato, riprodotto o comunicato ad altri senza esplicita autorizzazione

Rev.	Data	Descrizione	Verifica	Autorizzazione
E	27/09/13	Aggiornamento a seguito emissione STF sistemi di attacco completi per traverse in c.a.p.	 M. Testa	 G. Sorbello
D	28/11/11	Trasformazione da STP a STF, aggiornamento documentazione correlata, aggiornamento norme serie EN13230	M. Testa	E. Marzilli
C	15/07/05	Adeguamento per nuova traversa RFI 230	G. Farneti	M. Elia
B	09/02/04	Recepimento nuove norme UNI EN nuova impaginazione del documento	G. Farneti	M. Elia
A	25/02/03	Emissione per applicazione	S. Rossi	M. Elia

INDICE

I	PARTE I.....	5
I.1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	5
I.2	DOCUMENTAZIONE CORRELATA	5
I.3	DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI.....	7
II	PARTE II.....	11
II.1	GENERALITA'	11
II.2	GESTIONE DELLA FORNITURA	12
II.3	MATERIALI.....	12
II.3.1	CEMENTO.....	13
II.3.2	AGGREGATI.....	13
II.3.3	ACQUA.....	16
II.3.4	ADDITIVI	16
II.3.5	CALCESTRUZZO	17
II.3.6	ACCIAIO.....	18
II.3.6.1	Armatura di precompressione	18
II.3.6.2	Piastrini di ancoraggio delle armature	18
II.3.6.3	Armatura ordinaria.....	18
II.3.7	SISTEMA DI ATTACCO	18
II.4	PRESCRIZIONI SUL PRODOTTO, FORMA E TOLLERANZE	20
II.5	PROCESSO DI FABBRICAZIONE	24
II.5.1	PROCESSO DI STAGIONATURA.....	25
II.5.1.1	Stagionatura naturale	25
II.5.1.2	Stagionatura forzata	26
II.6	NUMEROSITÀ DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER LA PRODUZIONE DI SERIE	27
II.6.1	CONTROLLI IN ACCETTAZIONE	27
II.6.2	CONTROLLI IN PRODUZIONE.....	28
II.6.3	CONTROLLI SUL PRODOTTO FINITO.....	30
II.6.4	ASPETTO VISIVO	31
II.6.5	PROVE DIMENSIONALI	31

II.6.6	VERIFICA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL CLS ALL’ATTO DELLA PRECOMPRESSIONE.....	32
II.6.7	VERIFICA DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA DEL CLS A 28 GIORNI	32
II.6.8	PROVE STATICHE SUL PRODOTTO FINITO.....	33
II.6.8.1	Prova statica sottorotaia	33
II.6.8.2	Prova statica sottorotaia completa	34
II.6.8.3	Prova statica in mezzeria con carico negativo	35
II.6.8.4	Prova statica in mezzeria con carico negativo completa.....	35
II.6.8.5	Resistenza a compressione su campione di CLS indurito (carota).....	35
II.6.9	ULTERIORI CONTROLLI.....	36
II.7	GARANZIA.....	36
III	PARTE III.....	37
III.1	OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO	37
III.2	PROVE DI OMOLOGAZIONE	38
III.2.1	PROVE DIMENSIONALI	39
III.2.2	PROVE STRUTTURALI.....	39
III.2.3	MONTAGGI E CARICHI DI PROVA	40
III.2.3.1	Prova nella sezione sottorotaia	40
III.2.3.2	Prova nella sezione di mezzeria	42
III.2.3.3	Carichi di prova.....	44
III.2.4	PROCEDURE DI PROVA.....	45
III.2.4.1	Prova statica nella sezione sottorotaia	45
III.2.4.2	Prova statica nella sezione di mezzeria.....	46
III.2.4.3	Prova dinamica nella sezione sottorotaia.....	48
III.2.4.4	Prova di fatica nella sezione sottorotaia	49
III.2.5	PROVA DI ISOLAMENTO ELETTRICO.....	50
III.3	NUMEROSITÀ DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L’OMOLOGAZIONE	50
III.3.1	PROVE DIMENSIONALI	50
III.3.2	PROVA STATICA SEZIONE SOTTOROTAIA	50
III.3.3	PROVA STATICA SEZIONE DI MEZZERIA	50
III.3.4	PROVA DINAMICA SEZIONE SOTTOROTAIA.....	51
III.3.5	PROVA DI FATICA SEZIONE SOTTOROTAIA.....	51
III.3.6	PROVA DI ISOLAMENTO ELETTRICO.....	51
IV	PARTE IV	52
IV.1	ALLEGATO A - Piano dettagliato dei montaggi di prova	52

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 03 002 E**

FOGLIO
4 di 56

IV.1.1	SUPPORTO ARTICOLATO	52
IV.1.2	PIASTRA ELASTICA	53
IV.1.3	CUNEO DI RACCORDO DELLA PENDENZA	54
IV.2	ALLEGATO B – Procedura per la prova di penetrazione al blu di metilene	55
IV.3	ALLEGATO C - Designazione del prodotto	56
IV.3.1	ESEMPI DI DESIGNAZIONE	56

I PARTE I

I.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Specifica Tecnica di Fornitura definisce le caratteristiche delle traverse marca RFI-230, RFI-240 e RFI-260 in cemento armato vibrato e precompresso per armamento ferroviario 60E1.

Definisce inoltre:

- gli obblighi del Fornitore
- le caratteristiche dei materiali componenti da utilizzare per la fabbricazione del prodotto
- la numerosità, le modalità, la frequenza ed i criteri di accettazione delle prove per la produzione di serie
- la numerosità, le modalità ed i criteri di accettazione delle prove per l’omologazione del prodotto.

Il presente documento si applica alle forniture dirette e indirette ad RFI di traverse in cemento armato vibrato precompresso marca RFI-230, RFI-240 e RFI-260 per armamento ferroviario 60E1, con l’utilizzo di qualsiasi tipo di sistema di attacco omologato da RFI; il sistema di attacco da impiegare è indicato nella richiesta di offerta.

I.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA

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

UNI EN ISO 9000	Sistemi di gestione per la qualità - Fondamenti e vocabolario
UNI EN ISO 9001 Modulo D	Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti
RFI DI QUA SP AQ 004	Prescrizioni per la gestione di forniture di prodotti sulla base di documenti di pianificazione della qualità
RFI DI QUA SP AQ 001	Prescrizioni per la gestione degli appalti di lavori, manutenzioni, opere e forniture in opera sulla base di documenti di pianificazione della qualità
CEN CR 13902	Determinazione del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo fresco
UNI EN 1008	Acqua di impasto per il calcestruzzo

UNI 8981 – 8	Durabilità delle opere e degli elementi in calcestruzzo – istruzioni per prevenire la reazione alcali silice
UNI EN 12350	Prova sul calcestruzzo fresco
UNI EN 12390	Prova sul calcestruzzo indurito
UNI EN 12504-1	Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
UNI EN 12620	Aggregati per calcestruzzo
UNI 8520-1	Aggregati per calcestruzzo - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 12620 - Parte 1: Designazione e criteri di conformità
UNI EN 13230 - 1	Applicazioni ferroviarie - Binario - Traverse e traversoni di calcestruzzo - Parte 1: Requisiti generali
UNI EN 13230 - 2	Applicazioni ferroviarie - Binario - Traverse e traversoni di calcestruzzo - Parte 2: Traverse monoblocco precomprese
UNI EN 13481-1	Applicazioni ferroviarie - Binario - Requisiti prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 1: Definizioni
UNI EN 13481-2	Applicazioni ferroviarie - Binario - Requisiti prestazionali per i sistemi di fissaggio - Parte 2: Sistemi di fissaggio per le traverse di calcestruzzo
UNI EN 13146 - 5	Metodi di prova per sistemi di attacco – Determinazione della resistenza elettrica
UNI EN 197-1	Cementi – parte 1: composizione, specifiche e criteri di conformità dei cementi correnti
UNI EN 206-1	Calcestruzzo - parte 1: specifiche, prestazioni, produzione e conformità
UNI EN 934 – 2	Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione
UNI ISO 2859-1	Procedimenti di campionamento nell'ispezione per attributi - Parte 1: Schemi di campionamento indicizzati secondo il limite di qualità accettabile (AQL) nelle ispezioni lotto per lotto
UNI EN 10204	Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo
UNI EN ISO/IEC 17050-1	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal Fornitore - Parte 1: Requisiti generali

UNI EN ISO/IEC 17050-2	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal Fornitore - Parte 2: Documentazione di supporto
DI/TC.AR.AR. II-M-11 e relativo Foglio aggiunto n.1	Specifiche tecniche di Fornitura per fermaglio elastico per marca E1/2039
RFI TCAR SF AR 005 10	Sistema di attacco completo per traverse in CAP
Specifiche Tecniche relative a sistemi di attacco omologati da RFI	
Legge n° 1086 del 05/11/1971 “ Disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato”	
Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. n° 30)	
Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27, la Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008	
Direttiva 2008/57/CE relativa all'interoperabilità del sistema ferroviario comunitario	
DM e Circolari dei lavori Pubblici vigenti in materia	
Norme CEN e UNI applicabili per i materiali componenti il prodotto oggetto della presente specifica	

I.3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Fessura	Rottura parziale del calcestruzzo dovuta al momento di flessione esterno
Fessura iniziale	Fessura che, a prescindere dalla sua larghezza, si manifesta sulle fibre tese della traversa su una qualsiasi delle facce, la cui lunghezza raggiunge 15 mm e che progredisce all'aumentare del carico
Fessura residua	Fessura misurata a seguito di una prova dopo applicazione e rimozione di un momento di flessione esterno
Fessura sotto carico	Fessura misurata all'atto di una prova con applicazione di un momento di flessione esterno
Fornitore	Organizzazione o Persona che fornisce il prodotto
Inclinazione della rotaia	Inclinazione corrispondente al valore di 1/20 dell'asse verticale della rotaia rispetto alla retta ortogonale all'asse longitudinale della traversa e contenuta nel piano verticale passante per esso
Inserito del sistema di attacco (<i>attacco di primo livello</i>)	Elemento del sistema di attacco inglobato nel calcestruzzo
Materiali / Materiali componenti	Insieme di tutti i materiali o materie prime che vengono utilizzati per la fabbricazione del prodotto compresi gli inserti del sistema di attacco

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 03 002 E**

FOGLIO
8 di 56

Momento di flessione negativo	Momento che genera una tensione o riduce la compressione al livello della parte superiore della traversa
Momento di flessione positivo	Momento che genera una tensione o riduce la compressione al livello della parte inferiore della traversa
Piano di appoggio della rotaia o piano di ferratura	Superficie piana, inclinata di 1/20, della parte superiore della traversa individuata tra gli organi di un singolo attacco destinata all'alloggiamento della rotaia
Piano di appoggio della traversa	Superficie inferiore della traversa a contatto con la massicciata
Prodotto o manufatto	Traversa in CAVP marca RFI-230, RFI –240 o RFI –260
Sezione di mezzeria	Sezione verticale della traversa individuata in corrispondenza della mezzeria della traversa
Sezione sottorotaia	Sezione verticale della traversa, individuata nel punto di intersezione dell'asse della rotaia con il piano di ferratura
Sistema di attacco	Sistema che permette il fissaggio della rotaia alla traversa
Manufatto, prodotto o traversa	Elemento strutturale posato sotto le rotaie, destinato a trasmettere i carichi, realizzare lo scartamento e le altre quote caratteristiche, e ad assicurare la stabile posizione del binario

F_{cO}	Carico di prova positivo di riferimento iniziale per prova in mezzeria, espresso in kN
F_{cB}	Carico di prova positivo nella sezione di mezzeria che non può essere aumentato, espresso in kN
F_{cBn}	Carico di prova negativo nella sezione di mezzeria che non può essere aumentato, espresso in kN
F_{cOn}	Carico di prova negativo di riferimento iniziale per prova in mezzeria, espresso in kN
F_{cT}	Carico di prova positivo che produce la fessura iniziale nella sezione di mezzeria della traversa, espresso in kN
F_{cm}	Carico di prova negativo che produce la fessura iniziale nella sezione di mezzeria della traversa, espresso in kN
F_{rB}	Carico di prova sottorotaia che non può essere aumentato, espresso in kN
F_{rO}	Carico di prova di riferimento iniziale per prova sottorotaia, espresso in kN
F_{rT}	Carico di prova che produce la fessurazione iniziale nella parte inferiore della traversa in corrispondenza della zona sottorotaia, espresso in kN
$F_{r0,05}$	Carico di prova per effetto del quale, una fessura di larghezza pari a 0,05 mm nella parte inferiore della traversa, in corrispondenza della zona sottorotaia, sussiste dopo la rimozione del carico, espresso in kN

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 03 002 E**

FOGLIO
9 di 56

Fr _{0,5}	Carico di prova per effetto del quale, una fessura di larghezza pari a 0,5 mm nella parte inferiore della traversa, in corrispondenza della zona sottorotaia, sussiste dopo la rimozione del carico, espresso in kN
Fr _u	Carico inferiore della prova dinamica sottorotaia nella traversa; Fr _u = 50 kN
L _c	Distanza nominale compresa tra gli assi delle due rotaie al livello del piano di appoggio delle rotaie, espressa in m
L _p	Distanza nominale compresa tra l'asse della rotaia al livello del piano di appoggio della rotaia e l'estremità della traversa, riferita alla sua faccia inferiore, espressa in m
L _r	Distanza nominale compresa tra gli assi degli appoggi articolati utilizzati per la prova sottorotaia della traversa, espressa in m
M _{dc}	Momento di flessione positivo di progetto per la sezione di mezzeria della traversa utilizzato per calcolare i carichi di prova e per i criteri di progetto della traversa, espresso in kNm
M _{dcn}	Momento di flessione negativo di progetto per la sezione di mezzeria della traversa utilizzato per calcolare i carichi di prova e per i criteri di progetto della traversa, espresso in kNm
M _{dr}	Momento di flessione positivo di progetto per la sezione sottorotaia della traversa utilizzato per calcolare i carichi di prova e per i criteri di progetto della traversa, espresso in kNm
K _{1s}	Coefficiente di carico per prova statica sottorotaia = 1,8
K _{2s}	Coefficiente di carico per prova statica sottorotaia ed in mezzeria = 2,5
K _{1d}	Coefficiente di carico per prova dinamica sottorotaia = 1,5
K _{2d}	Coefficiente di carico per prova dinamica sottorotaia = 2,2
K ₃	Coefficiente per verifica prova di fatica = 2,5
AQ	Assicurazione Qualità
CAVP	Cemento Armato Vibrato Precompresso
CEN	Comitato Europeo per la Normazione
CLS	Calcestruzzo
DC	Dichiarazione di Conformità
DM	Decreto Ministeriale
EN	Norma europea
FS	Ferrovie dello Stato
PdQ	Piano della Qualità
PFC	Piano di fabbricazione e Controllo

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 03 002 E**

FOGLIO
10 di 56

RFI	Rete Ferroviaria Italiana
SGQ	Sistema di Gestione per la Qualità
STF	Specifica Tecnica di Fornitura
Rck ₍₂₈₎	Resistenza caratteristica del CLS a 28 giorni, definita in fase di omologazione
LC	Livello di Collaudo
AQL	Livello di qualità accettabile

II PARTE II

II.1 GENERALITA'

Tutti i materiali impiegati per la costruzione delle traverse devono essere conformi a quanto previsto al successivo punto II.3 MATERIALI e alle prescrizioni europee/nazionali in vigore; il loro utilizzo deve essere sempre subordinato alla notifica a RFI.

I materiali utilizzati per la costruzione del prodotto devono essere rintracciabili e correlabili ai relativi bollettini prove e/o DC emesse a fronte di accettazione.

I materiali devono essere selezionati per garantire una durabilità del prodotto di 30 anni.

I momenti utilizzati per calcolare i carichi di prova, espressi in kNm, per i criteri di progetto della traversa sono i seguenti:

Momenti	Traversa RFI-230	Traversa RFI-240	Traversa RFI-260
Mdr	12,5 kNm	19,0 kNm	21,0 kNm
Mdc_n	10,5 kNm	19,0 kNm	18,0 kNm
Mdc	7,5 kNm	13,3 kNm	12,6 kNm

Nei calcoli di progetto deve essere preso in considerazione un valore massimo di 3 N/mm^2 per la resistenza a trazione per flessione del CLS.

La traversa costituisce un elemento di sicurezza per l'esercizio ferroviario.

Il prodotto deve essere progettato da un Ingegnere e costruito sotto la direzione di un Responsabile entrambi nominati dal Fornitore, che assumono le competenze e le responsabilità di Legge. Detti tecnici sono rispettivamente responsabili della progettazione e della produzione, compresi i prelievi dei materiali componenti, i controlli in accettazione dei medesimi, i controlli di produzione ed i controlli sul prodotto finito con le modalità e le periodicità previste nel PFC.

Tutta la documentazione di registrazione della qualità emessa a fronte della produzione, relativa a prove e controlli in accettazione dei materiali componenti, dei controlli di produzione e sulle traverse prodotte, nonché tutta quella prevista contrattualmente, deve essere conservata presso lo stabilimento del Fornitore. È ammesso che la registrazione e l'archiviazione di detti documenti possa essere effettuata su supporto informatico.

Tutte le registrazioni della qualità devono essere poste in visione agli incaricati di RFI ogni volta che ne facciano richiesta.

RFI si riserva la facoltà di inviare autonomamente campioni di materiali componenti o manufatti presso laboratori ufficiali di proprio gradimento ogni volta che lo ritenga opportuno per la verifica dei requisiti richiesti.

L'espletamento della fornitura di serie è subordinato all'ottenimento dell'omologazione del prodotto secondo i criteri definiti nella successiva PARTE III della presente STF.

La designazione del prodotto è quella definita nell'allegato C.

II.2 GESTIONE DELLA FORNITURA

La fornitura del prodotto deve essere espletata da Fornitori operanti con un SGQ certificato con le modalità previste dalla Specifica di Assicurazione Qualità DI QUA SP AQ 004. All'atto di ogni spedizione, il Fornitore deve inviare al Committente la DC di cui alla Norma UNI EN ISO/IEC 17050 corredata di tutta la documentazione di registrazione della qualità, riportante i risultati delle prove eseguite sui prodotti oggetto delle spedizioni.

La documentazione di registrazione relativa alle prove sulla materia prima utilizzata, quella emessa durante la produzione di serie e quella relativa al prodotto finito, deve essere archiviata dal Fornitore per un periodo minimo di 10 anni.

Il Fornitore, qualora durante i controlli non risultino rispettati i criteri di accettazione definiti nella presente STF, deve provvedere all'apertura di una non conformità che deve essere gestita in accordo a quanto previsto dalla Specifica di Assicurazione Qualità DI QUA SP AQ 004 e dal PdQ. Le risoluzioni di non conformità che non prevedono il pieno rispetto di tutti i requisiti previsti nella presente STF non potranno essere adottate senza il preventivo benestare di RFI.

II.3 MATERIALI

L'acquisizione in regime di AQ dei materiali concorrenti alla fabbricazione del prodotto non esonera il Fornitore dalle responsabilità derivanti dalla non rispondenza delle caratteristiche dichiarate per ogni singolo materiale utilizzato; per tutti i materiali dovrà essere predisposto un sistema di controllo in accettazione che dovrà essere formalizzato a RFI nell'ambito dell'approvazione del PdQ.

Il CLS destinato alla produzione delle traverse deve rispettare le prescrizioni di cui al successivo II.3.5, i singoli materiali componenti utilizzati per la sua fabbricazione devono essere conformi a quanto definito ai successivi punti II.3.1, II.3.2, II.3.3 e II.3.4 e alle rispettive norme di riferimento di ogni componente.

Per tutti i materiali concorrenti alla fabbricazione del CLS deve essere indicato il contenuto di Cloruri e il contenuto di Na_2O e di K_2O , che sarà utilizzato per la determinazione dell'ossido di sodio equivalente efficace totale (SET). Detti contenuti devono essere conformi ai limiti previsti dalle norme UNI EN 206-1 e UNI 8981-8.

II.3.1 CEMENTO

Per il confezionamento del CLS deve essere utilizzato cemento Portland del tipo CEM I e classe di resistenza minima 42,5 conforme alla norma UNI EN 197-1.

Il Fornitore deve avvalersi di cementifici operanti nell'ambito di un SGQ certificato.

Il cemento utilizzato deve essere sottoposto a tutte le prove previste dalla normativa europea/nazionale vigente con una frequenza atta a garantire i requisiti fissati di qualità, ed in ogni caso non potrà essere inferiore a quella fissata dalla UNI EN 197 – 1 .

I valori massimi ammessi per la concentrazione di SO_3 e Na_2O equivalente sono quelli stabiliti dalla normativa europea/nazionale applicabile per la tipologia del prodotto, secondo quanto previsto dalla UNI EN 13230-1.

Il Fornitore deve fornire a RFI i certificati relativi al tipo di cemento utilizzato.

II.3.2 AGGREGATI

Gli aggregati devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze pulverulente, limose o argillose, di sostanze organiche o comunque nocive all'indurimento del CLS e alla conservazione delle armature.

Le dimensioni degli aggregati devono essere scelte con cura, in funzione degli spazi minimi tra le armature e le facce del manufatto e tra le armature e gli inserti del sistema di attacco.

Gli aggregati utilizzati devono essere acquisiti dal Fornitore con marcatura CE sotto il sistema 2+ secondo quanto previsto dalla UNI EN 12620.

Le prove sugli aggregati devono essere eseguite presso un laboratorio ufficiale o autorizzato ai sensi della legge.

Particolare attenzione deve essere posta nell'accertamento della mancanza di reattività con gli alcali del cemento con l'applicazione delle precauzioni definite nella norma UNI 8981-8.

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 03 002 E**

FOGLIO
14 di 56

Il Fornitore deve fornire a RFI, la certificazione attestante almeno le seguenti caratteristiche degli aggregati:

Natura della prova	Criterio di accettazione					
<p>1 Minerali nocivi (analisi petrografia)</p>	<p>Solfati (comunemente gesso o anidrite) Solfuri di ferro come pirite, marcasite e pirrotina Miche (le più comuni sono biotite e muscovite)</p>		<p align="center">Assente (1)</p>			
	<p>Silice reattiva come:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Opale ▪ Silice amorfa idrata ▪ Vetro vulcanico ad alto tenore di silice ▪ Quarzo microcristallino (calcedonio) ▪ Quarzo che ha subito una deformazione meccanica 		<p align="center">Assente (2)</p>			
	<p>(1) <i>Se risultano presenti gesso o anidrite, il contenuto di solfati solubili in acido deve essere $\leq 0,2$ ($AS_{0,2}$) secondo il metodo di prova definito nella norma UNI EN 1744-1 punto 12,</i></p> <p><i>Se risultano presenti solfuri ossidabili, il contenuto totale di zolfo deve essere $\leq 0,1\%$ secondo il metodo di prova definito nella norma UNI EN 1744-1 punto 11</i></p>					
	<p>(2) <i>In caso di presenza di minerali potenzialmente reattivi agli alcali, si deve procedere con la determinazione della potenziale reattività in presenza di alcali in accordo a quanto definito nella norma UNI 8520-22. I criteri di accettazione per la prova sono quelli definiti nella seguente tabella al punto 15.</i></p> <p><i>È inoltre necessario che vengano rispettati i criteri di accettazione per le prove definite ai punti 13 e 14 della presente tabella.</i></p>					
<p>2 Granulometria</p>	<p>La granulometria deve essere conforme a quella definita nella formula del calcestruzzo definita dal Fornitore.</p> <p>La granulometria dell'aggregato deve soddisfare i requisiti della norma UNI EN 12620 in funzione delle sue dimensioni d/D (diametro minimo e massimo dell'aggregato).</p> <p>Gli aggregati devono essere descritti in termini di dimensioni secondo quanto definito al punto 4 della norma UNI EN 12620 e rientrare nei fusi che li definiscono. A titolo di esempio si riportano alcuni esempi di definizione degli aggregati:</p>					
	<p>Esempio di aggregato fine:</p>					
	<p>Aggregato 0/4 GF 85 ($D \leq 4$ mm e $d = 0$)</p>					
	<p><i>Dimensioni in mm. degli stacci</i></p>		8	5,6	4	
	<p><i>Percentuale passante (in massa)</i></p>		100	95 ÷ 100	85 ÷ 99	
	<p>Esempio di aggregato grosso:</p>					
	<p>Aggregato 4/20 GC 90/15 ($D = 20$ mm e $d = 4$ e diametro intermedio 10 mm)</p>					
	40	28	20	10	4	2
	100	98 ÷ 100	90 ÷ 99	25 ÷ 70	0 ÷ 15	0 ÷ 5
<p>3 Passante allo staccio 0,063 UNI EN 933-2</p>	Aggregato	Non frantumato	Frantumato da depositi alluvionali	Frantumato da roccia		
	fine	$\leq f_{3,0}$	$\leq f_{10}$	$\leq f_{16}$		
	grosso	$\leq f_{1,5}$	$\leq f_{1,5}$	$\leq f_{4,0}$		
	<p><i>In caso di superamento dei limiti definiti si deve procedere con la determinazione del valore dell'equivalente in sabbia</i></p>					

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 03 002 E**

FOGLIO
15 di 56

4 Equivalente in sabbia (ES)	Valore dell'equivalente in sabbia (metodo di prova UNI EN 933-8)	
	▪ Per aggregati non frantumati	ES ≥ 80
	▪ Per aggregati frantumati	ES ≥ 70
<i>Nel caso in cui i valori non risultino conformi deve essere eseguita la prova per la determinazione del valore di blu di metilene</i>		
5 Valore del blu di metilene (MB)	Valore del blu di metilene (metodo di prova UNI EN 933-9)	MB ≤ 1,2 g/kg
6 Massa volumica media (MV)	Massa volumica del granulo saturo a superficie asciutta (metodo di prova UNI EN 1097-6)	MV ≥ 2500 kg/m ³
7 Assorbimento d'acqua superficiale	Aggregato fino (metodo di prova UNI EN 1097-6)	≤ 5 %
	Aggregato grosso (metodo di prova UNI EN 1097-6)	≤ 1 %
8 Contenuto di solfati solubili in acido (SO ₃)	Contenuto massimo per solfati solubili in acido AS (metodo di prova UNI EN 1744-1 punto 12)	≤ 0,2 % AS _{0,2}
9 Contenuto totale di zolfo	Contenuto massimo della presenza di zolfo (metodo di prova UNI EN 1744-1 punto 11) Nel caso di presenza di solfuri ossidabili il limite per il tenore di zolfo totale è 0,1 %	≤ 1 % in massa per gli aggregati naturali
10 Contenuto di cloruri solubili in acqua (Cl)	Il contenuto massimo di cloruri solubili in acqua (metodo di prova UNI EN 1744-1 punto 7)	Cl ≤ 0,03 %
11 Costituenti che alterano la presa e l'indurimento del calcestruzzo (Sostanze organiche)	Colorazione della soluzione (metodo di prova UNI EN 1744-1 punto 15.1, 15.2 e 15.3)	più chiara di quella di riferimento
12 Contenuto di contaminanti leggeri	Aggregati fini (metodo di prova UNI EN 1744-1 punto 14.2.2)	≤ 0,5 %
	Aggregati grossi (metodo di prova UNI EN 1744-1 punto 14.2.2)	≤ 0,1 %
13 Resistenza alla frammentazione Coefficiente Los Angeles (LA)	LA (metodo di prova UNI EN 1097-2 punto 5)	≤ 30 % LA ₃₀
14 Resistenza al gelo in termini di percentuale di massa disgregata	Per effetto del gelo (metodo di prova UNI EN 1367-1)	≤ 2 % F ₂
	Per disgregazione in solfato di magnesio (metodo di prova UNI EN 1367-2)	≤ 18 % MS ₁₈

15 Potenziale reattività in presenza di alcali	Espansione dei provini di malta <i>(metodo di prova UNI EN 8520-22)</i>		
	Prova accelerata se l’espansione è > 0,10 % eseguire la verifica con la prova a lungo termine	espansione ≤ 0,10 %	
	Prova a lungo termine valori diversi da quanto prescritto per la prova a lungo termine comportano il rifiuto dell’aggregato	espansione	
		a 3 mesi	a 6 mesi
	≤ 0,05 %	≤ 0,10 %	

La verifica delle caratteristiche di cui sopra deve essere eseguita con la frequenza indicata dalla UNI EN 12620; l’analisi petrografica deve essere eseguita almeno ogni due anni e ad ogni cambio cava o fronte di scavo della cava stessa o variazione nella natura delle materie prime o modifiche all’impianto di produzione degli aggregati che possano influenzare le proprietà degli stessi.

Le proprietà degli aggregati fini non devono provocare un’abrasione inaccettabile nel manufatto quando è in contatto con il ballast e sotto la suola della rotaia.

Il Fornitore deve provvedere a verificare la distribuzione dimensionale degli aggregati con le modalità e le avvertenze previste dalla UNI EN 12620 e con frequenza che deve essere indicata nella documentazione fornita a RFI.

II.3.3 ACQUA

L’acqua utilizzata deve essere conforme a quanto previsto dalla UNI EN 1008.

Il Fornitore deve provvedere, con la frequenza stabilita dalla UNI EN 1008, ad eseguire un’analisi sull’acqua utilizzata al fine di garantire il rispetto dei parametri previsti dalla normativa.

E’ ammesso l’utilizzo di acqua di recupero previa autorizzazione di RFI, che sarà rilasciata nel rispetto dei parametri fissati dalla norma UNI EN 1008.

Il Fornitore deve fornire ad RFI le informazioni relative all’acqua utilizzata.

II.3.4 ADDITIVI

E’ ammesso il solo utilizzo di additivi fluidificanti o superfluidificanti. La conformità del tipo di additivo deve essere verificata come previsto dalla normativa UNI EN 934-2.

Il cloruro di calcio e gli additivi a base di cloruri non sono ammessi.

Le prove sull’additivo devono essere eseguite con la frequenza prevista dalla UNI EN 934-2 e ad

ogni cambio di additivo utilizzato.

Il Fornitore deve fornire a RFI la seguente certificazione:

1. scheda di sicurezza dell’additivo
2. scheda tecnica contenente le caratteristiche dell’additivo
3. certificazione delle prove eseguite per la verifica delle caratteristiche dell’additivo
4. dichiarazione della quantità di additivo utilizzato per ogni m³ di CLS.

II.3.5 CALCESTRUZZO

Il CLS utilizzato per la produzione delle traverse deve essere conforme a quanto specificato nella norma UNI EN 206-1, e alle seguenti prescrizioni aggiuntive:

1. Resistenza cubica minima a compressione del CLS all’atto della precompressione ≥ 45 N/mm²
2. Classe di resistenza a compressione minima C50/60 (prospetto 7 UNI EN 206-1)
3. Resistenza cubica minima a compressione del CLS a 28 giorni ≥ 60 N/mm²
4. rapporto acqua/cemento $< 0,45$
5. quantità di cemento per m³ ≥ 300 Kg.
6. il CLS deve essere sufficientemente compatto per ridurre al massimo la penetrazione dell’acqua
7. il trattamento termico è consentito con prescrizioni di cui al punto II.5.1 .

Il Fornitore deve consegnare a RFI la documentazione relativa al CLS utilizzato contenente almeno quanto segue:

1. descrizione di tutti i componenti utilizzati per la fabbricazione del CLS
2. la formula del CLS utilizzato
3. descrizione del processo di fabbricazione del CLS
4. tempo di mescola adottato
5. eventuali tempi di stoccaggio e salti nelle benne di getto del CLS
6. il sistema di vibrazione del CLS in uso
7. rapporto tecnico contenente le seguenti informazioni:
 - a) contenuto di sodio equivalente efficace totale del calcestruzzo (SET), dato dalla somma dei contributi dei componenti della miscela determinato secondo norma UNI8981-8
 - b) prove di qualificazione del CLS utilizzato secondo UNI EN 206-1
 - c) rapporto relativo alle seguenti prove:
 - resistenza all’abrasione degli aggregati fini condotta secondo UNI EN 13230–1 allegato A
 - assorbimento d’acqua del CLS secondo UNI EN 13230 – 1 allegato C

Il coefficiente di abrasione fissato come criterio di accettazione per la prova di resistenza all'abrasione è $\leq 3\%$ di perdita della massa iniziale, dal quale dovrà poi essere determinato l'indice di usura TABER corrispondente. I valori risultanti dalle prove di cui al punto c) sono considerati standard di riferimento per il CLS utilizzato per la produzione di serie, e saranno utilizzati come parametri di confronto in caso di eventuali verifiche disposte da RFI.

Qualsiasi modifica relativa al CLS, o ai suoi processi produttivi, deve essere comunicata a RFI unitamente alla nuova documentazione relativa per le determinazioni di competenza.

II.3.6 ACCIAIO

In generale è vietato l'utilizzo di acciaio ossidato, sporco di grasso o olio e avente qualsiasi altra impurità che ne possa pregiudicare l'utilizzo.

Il Fornitore deve presentare a RFI la documentazione relativa alla certificazione dell'acciaio impiegato, inoltre è tenuto a garantirne la rintracciabilità in produzione e sul prodotto finito.

II.3.6.1 Armatura di precompressione

L'armatura di precompressione utilizzata deve essere del tipo ancorata in testata.

L'acciaio utilizzato per le armature di precompressione, deve essere del tipo a basso rilassamento, conforme al DM vigente in materia al momento dell'impiego.

Non è ammesso l'utilizzo di acciaio di precompressione avente saldature.

II.3.6.2 Piastrini di ancoraggio delle armature

I piastrini occorrenti al trasferimento del carico di precompressione sul prodotto devono essere di acciaio idoneo al conseguimento del risultato da ottenere.

II.3.6.3 Armatura ordinaria

Tutte le testate delle traverse devono avere un'armatura ordinaria conforme al DM vigente in materia al momento dell'impiego.

II.3.7 SISTEMA DI ATTACCO

I sistemi di attacco utilizzati per l'ancoraggio della rotaia alla traversa sono quelli in uso in RFI definiti nella richiesta di offerta.

I materiali componenti il sistema di attacco forniti unitamente alla traversa, devono essere sempre accompagnati da apposita documentazione comprovante la conformità alle relative Specifiche Tecniche vigenti, che sarà messa a disposizione, in caso di controllo, agli incaricati di RFI.

A seguito dell'aggiornamento del sistema di attacco W14, con l'introduzione della nuova

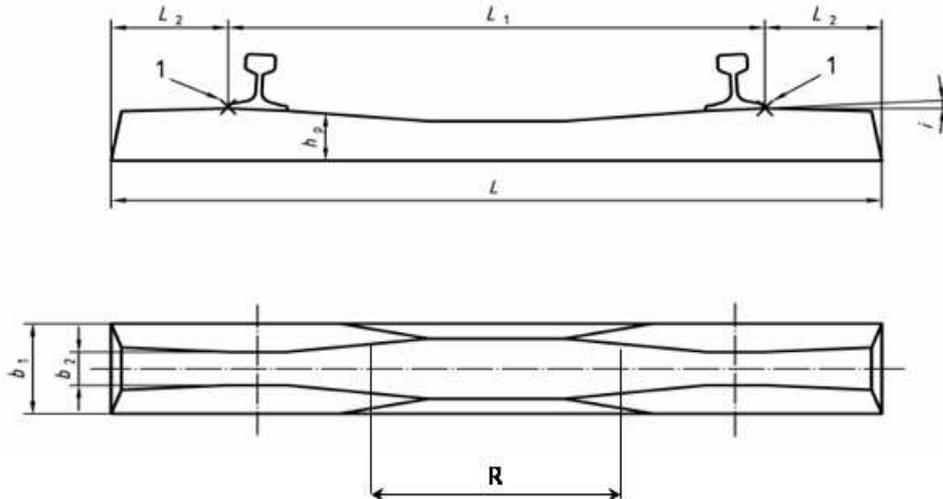
tipologia di piastrini angolari di guida Wfp 14/21 K, non deve più essere applicato sulle caviglie un velo di grasso Elaskon III/K50, secondo quanto riportato nel documento Vossloh M01 rev. 1 del 20/03/2013 “Manuale di installazione, funzionamento e manutenzione del Sistema elastico di fissaggio W14”.

Per il sistema di attacco W14 nella versione “asimmetrica”, rimane invece prescritta l’applicazione sistematica del grasso secondo quanto riportato nel documento Vossloh Annex 01 al Manuale M01 rev. 1 del 12/07/2013 “Manuale di installazione, funzionamento e manutenzione del Sistema elastico di fissaggio W14 asimmetrico”.

Il Fornitore delle traverse, fino ad esaurimento delle scorte di sistemi di attacco Vossloh W14 realizzati con piastrini tipo Wfp 14 K, all’atto del premontaggio del sistema di attacco deve applicare sistematicamente un velo di grasso Elaskon III/K50 sulle caviglie.

II.4 PRESCRIZIONI SUL PRODOTTO, FORMA E TOLLERANZE

La forma generica della traversa è indicata nella figura 1.



Legenda

1 = Punto di misura

Figura 1 - Forma della traversa

Per la produzione di traverse sono fissati i seguenti parametri:

Descrizione del parametro	Traversa RFI 230	Traversa RFI 240	Traversa RFI 260
Lunghezza L della traversa riferita al piano di appoggio	2300 mm	2400 mm	2600 mm
Larghezza b1 della traversa riferita al piano di appoggio	300 mm	300 mm	300 mm
Larghezza b1 della traversa riferita al piano di appoggio, nel tratto centrale R ⁽¹⁾ della traversa	240 ÷ 260 mm	250 ÷ 300 mm	240 ÷ 300 mm
Altezza della traversa nella sezione sottorotaia	170 ÷ 190 mm	215 ÷ 220 mm	220 ÷ 230 mm
Altezza della traversa nella sezione di mezzzeria	≥ 150 mm	≥ 190 mm	≥ 190 mm
Inclinazione del piano d'appoggio della rotaia	1/20	1/20	1/20
Massa teorica della traversa al netto del peso degli inserti del sistema di attacco (attacco di primo livello)	≥ 225 Kg	≥ 300 Kg	≥ 350 Kg

(1) la lunghezza del tratto R è definita dal Fornitore

Per le facce laterali e superiori (b2) e per gli smussi, il Fornitore può adottare i parametri di sformatura ritenuti più idonei, ma comunque sempre compatibili con un corretto appoggio delle piastre sottorotaia.

Le superfici delle due testate devono essere pressoché verticali: massimo sformo ammesso 20 mm.

Vengono di seguito specificate le tolleranze ammesse nella realizzazione del prodotto:

Dimensioni	Descrizione	Tolleranza
L	Lunghezza totale della traversa	± 10 mm
b ₁ , b ₂	Larghezza inferiore e superiore (applicabile su tutta la lunghezza)	± 5 mm
h _p	Altezza misurata in ogni punto della traversa per tutta la lunghezza	+5 / -3 mm
L ₁	Distanza tra i punti di riferimento esterni del sistema di attacco	+2 / - 1 mm
L ₂	Distanza dal punto di riferimento esterno dell'ancoraggio all'estremità della traversa	± 8 mm
I	Inclinazione del piano d'appoggio della rotaia	$\pm 0,25^\circ$
F	Planarità di ciascun piano di appoggio delle rotaie in relazione a due punti distanti 150 mm	1 mm
T	Svergolamento relativo tra i piani di appoggio delle rotaie (un esempio di calibro per la misura è indicato nell'allegato D della EN 13230-1:2009)	0,5 °
M	Massa della traversa (variazione in rapporto alla massa teorica, che in ogni caso non dovrà mai essere inferiore al minimo prescritto)	$\pm 5\%$

Le tolleranze ammesse sono riferite ad un prodotto verificato almeno 28 gg. dopo la data di produzione; il Fornitore può adottare riferimenti temporali di misura diversi dietro presentazione di una relazione tecnica che giustifichi l'adozione di tale riferimento.

Quanto sopra non esonera il Fornitore dal rispetto delle tolleranze misurate trascorsi almeno 28 giorni.

Relativamente alle tolleranze di fabbricazione per il posizionamento degli inserti del sistema di attacco inglobati nel CLS si definisce quanto segue:

1. Nel caso di utilizzo di inserti in acciaio laminato stampato o di inserti in ghisa sferoidale, destinati all'utilizzazione di fermagli E1/2039 vengono fissate le seguenti quote:

a) Altezza intradosso del foro di alloggiamento del fermaglio rispetto al piano del CLS	mm 32 \pm 0,8
b) Altezza della spalletta esterna destinata all'appoggio del fermaglio rispetto al piano del CLS	mm 22 \pm 0,8
c) Distanza tra le facce interne dei due inserti costituenti uno stesso attacco, misurata a 5 mm dal piano di ferratura (altezza della piastra in gomma posizionata sotto la rotaia)	mm 168,5 \pm 0,5

2. Nel caso di utilizzo del sistema di attacco con fermagli tipo E1/2039, la quota L_1 pari a 1691,2 mm (distanza tra i punti di riferimento esterni del sistema di attacco) deve essere misurata a 5 mm dal piano di ferratura (altezza della piastra in gomma posizionata sotto la rotaia).
3. Nel caso di utilizzo di qualsiasi altro sistema di attacco omologato da RFI, sono valide le dimensioni, le tolleranze e le modalità di misura riportate sui disegni e sulle specifiche di fornitura relativi al sistema di attacco approvato da RFI.

Relativamente ai copriferri minimi da adottare per la realizzazione del prodotto deve essere rispettato quanto riportato nelle seguenti tabelle.

Traversa marca	armature di precompressione	
	Copriferro rispetto al piano di appoggio della traversa sul ballast	Copriferro rispetto alle altre facce, ad eccezione delle estremità
RFI 230	27 mm	19 mm
RFI 240	30 mm	20 mm
RFI 260	30 mm	20 mm

Tabella 1 – copriferri per le armature di precompressione

Traversa marca	armature ordinarie		
	Copriferro rispetto al piano di appoggio della traversa sul ballast	Copriferro rispetto al piano di appoggio della rotaia	Copriferro rispetto alle altre superfici
RFI 230	17 mm	15 mm	20 mm
RFI 240	25 mm	15 mm	20 mm
RFI 260	25 mm	15 mm	20 mm

Tabella 2 – copriferri per le armature ordinarie

Traversa marca	piastrini destinati al trasferimento del carico	
	Copriferro rispetto al piano di appoggio della traversa sul ballast	Copriferro rispetto alle altre superfici
RFI 230	11 mm	20 mm
RFI 240	25 mm	20 mm
RFI 260	25 mm	20 mm

Tabella 3 – copriferri per i piastrini destinati al trasferimento del carico

La tolleranza ammessa relativamente alla posizione del baricentro dell'insieme dell'acciaio di precompressione utilizzato, rispetto alla posizione teorica, presa al livello del piano di appoggio della rotaia è fissata in ± 3 mm.

La tolleranza ammessa relativa alla posizione di ciascun filo di precompressione utilizzato, rispetto alla posizione teorica presa al livello del piano di appoggio della rotaia, è fissata in ± 6 mm.

La tolleranza ammessa sulla forza totale di precompressione reale applicata è fissata in $\pm 5\%$ rispetto alla forza teorica.

La tolleranza relativa alla posizione dell'armatura ordinaria è fissata in ± 5 mm rispetto alla posizione nominale in tutte le direzioni.

Il posizionamento delle armature deve essere tale da garantire la compatibilità fra l'andamento longitudinale delle armature stesse e gli inserti degli organi di attacco, anche al fine di garantire il prescritto isolamento elettrico.

La sigillatura dei fori delle testate occorrenti per il trasferimento del carico di precompressione deve essere realizzata con malta o in alternativa con tappi che devono essere in polietilene o altro materiale plastico equivalente in termini di durabilità.

Il Fornitore, in funzione del sistema di sigillatura adottato, deve fornire le seguenti informazioni:

a) sigillatura con malta:

1. scheda tecnica del tipo di malta utilizzata
2. composizione della malta
3. modalità di applicazione

b) sigillatura con tappi:

1. disegno del tappo
2. scheda tecnica della materia prima utilizzata
3. modalità di applicazione.

Soluzioni diverse per la sigillatura dei fori sono ammesse purché siano di sicura e garantita efficacia e devono essere approvate da RFI.

L'efficacia della sigillatura dei fori di testata è verificata con prove di penetrazione al blu di metilene, che saranno eseguite secondo le modalità di cui all'allegato B del presente documento.

Le superfici esterne del prodotto devono essere lisce, senza spigoli vivi ad eccezione di quelli tra il piano di appoggio delle traverse e le facce adiacenti, esenti da vespai, fessure, cavità e

danneggiamenti sulla superficie (sbeccature); la superficie di appoggio sulla massicciata deve essere ruvida, piana ed avere un aspetto uniforme, il piano di appoggio della rotaia deve essere esente da qualsiasi cavità.

Tutti i prodotti che non rispettano i parametri fissati nel presente paragrafo sono considerati prodotti non conformi.

II.5 PROCESSO DI FABBRICAZIONE

L'impianto di betonaggio utilizzato per la fabbricazione del CLS deve garantire il dosaggio automatico dell'acqua, dell'additivo fluidificante, degli aggregati e del cemento, in conformità alla ricetta per la fabbricazione del CLS adottata. L'impianto deve altresì garantire la possibilità di rilevare in tempo reale, da parte di RFI, i dosaggi dei materiali utilizzati per l'impasto e del corretto dosaggio dell'acqua in relazione all'umidità rilevata sugli aggregati fini.

Le casseforme occorrenti per la fabbricazione del prodotto, prima di entrare nel ciclo produttivo, devono essere sottoposte a verifica per garantire la geometria del manufatto, il corretto posizionamento dell'ancoraggio delle armature di precompressione e la corretta posizione degli inserti del sistema di attacco. Le casseforme devono essere allestite in modo da rendere rintracciabile il prodotto con esse realizzato mediante l'applicazione di apposite targhette, in modo che sulla faccia superiore del manufatto siano ben visibili i seguenti dati:

1. sigla del fornitore (completa di eventuale indicazione dell'impianto di produzione se il fornitore dispone di più impianti)
2. marca della traversa (RFI-230, oppure RFI-240, oppure RFI-260) seguita dalle lettere identificative del tipo di sistema di attacco impiegato; nello schema seguente sono riportate le sigle da utilizzare per i sistemi di attacco attualmente autorizzati:

Tipo di sistema di attacco	Sigla del sistema di attacco utilizzato
fermaglio E1/2039 con in acciaio stampato 4944 o in ghisa AP6	P
Pandrol “e” 2039 ed. L per AV	P AV
Pandrol Fastclip FC 1507 LC	FC
Pandrol Fastclip FC 1507 AC	FC AV
Vossloh W14	V
Vossloh W14 per AV	V AV
Vossloh W14 asimmetrico	V AS

Per nuovi sistemi di attacco la lettera da utilizzare sarà univocamente stabilita all'interno delle STF relative al sistema di attacco

3. giorno, mese, anno di fabbricazione ed eventuale turno di lavorazione (è ammesso che per l'indicazione del giorno e del turno di lavorazione possa essere utilizzato inchiostro indelebile)
4. numero di identificazione del cassero e dell'impronta della traversa.

Il valore di tiro delle armature di precompressione deve essere conforme a quanto dichiarato dal Fornitore nella relazione presentata a RFI, e deve essere applicato in modo da garantire che il carico sia ugualmente distribuito tra i fili costituenti l'armatura.

Il ciclo adottato per la stagionatura è parte integrante del processo di fabbricazione e, pertanto, eventuali variazioni dovranno essere tempestivamente comunicate a RFI per approvazione. Le modalità di stagionatura sono definite al successivo II.5.1.

Le traverse prodotte devono essere stivate su piani rigidi, interponendo fra gli strati delle traverse dei listelli di legno di essenza dura con sezione tale da garantire il distacco delle traverse impilate, evitando urti che possano danneggiare il CLS, il sistema di attacco o alterare la posizione dello stesso.

II.5.1 PROCESSO DI STAGIONATURA

Il processo di stagionatura può avvenire in modo naturale o a mezzo di celle opportunamente coibentate per una stagionatura forzata.

Il ciclo di stagionatura deve essere opportunamente studiato e deve essere registrato su supporto cartaceo o magnetico.

II.5.1.1 Stagionatura naturale

Durante la stagionatura è necessaria una prevenzione contro l'essiccamento prematuro del CLS dovuto in particolare alle radiazioni solari ed al vento.

La protezione delle traverse dovrà avvenire il più presto possibile dopo il getto del CLS.

Il processo di maturazione deve essere approvato da RFI.

Le misure principali per la maturazione del CLS sono:

1. stagionatura del prodotto in cassaforma
2. copertura con teli in plastica
3. adozione di copertura umida

4. polverizzazione d’acqua

5. adozione di prodotti di maturazione che formano una pellicola protettiva.

Tali metodi possono essere utilizzati simultaneamente o essere combinati.

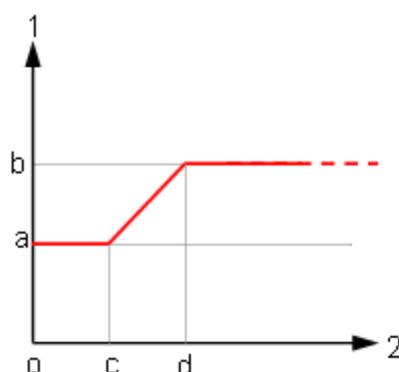
Durante la stagionatura la differenza di temperatura tra la superficie esterna della traversa e l’interno della traversa deve essere sempre $<$ di 20° C, con temperatura massima che non deve superare la temperatura indicata in figura 2 e deve essere ridotta se il tenore di anidride solforica, contenuto nel cemento espresso in percentuale ponderale di cemento supera il 2% (vedere figura 3).

II.5.1.2 Stagionatura forzata

Il trattamento termico del cemento, complementare al calore di idratazione, è autorizzato al fine di accrescere la velocità di incremento della resistenza del cemento.

La temperatura massima del calcestruzzo non deve superare la temperatura indicata in figura 2 e deve essere ridotta se il tenore di anidride solforica contenuto nel cemento, espresso in percentuale ponderale di cemento, supera il 2% (vedere figura 3).

La temperatura deve essere misurata il più vicino possibile ad un punto a metà dell’altezza e della larghezza della traversa; in alternativa si può misurare la temperatura ambiente della cella di maturazione, a condizione che il Fornitore possa provare la relazione della temperatura tra il CLS e la cella di maturazione ad ogni stadio del ciclo di maturazione.



Legenda:

- 1 Temperatura del CLS ($^{\circ}$ C)
- 2 Tempo
- a Temperatura di partenza $\leq 30^{\circ}$ C
- b Temperatura massima ammessa (vedi figura 3)
- o-c Tempo di pre-maturazione del CLS, minimo 2 h
- c-d Tempo di salita della temperatura: massimo 15° C/h e con un massimo di 10° C/ $\frac{1}{2}$ h per ogni ora

Figura 2 – Curva massima delle temperature

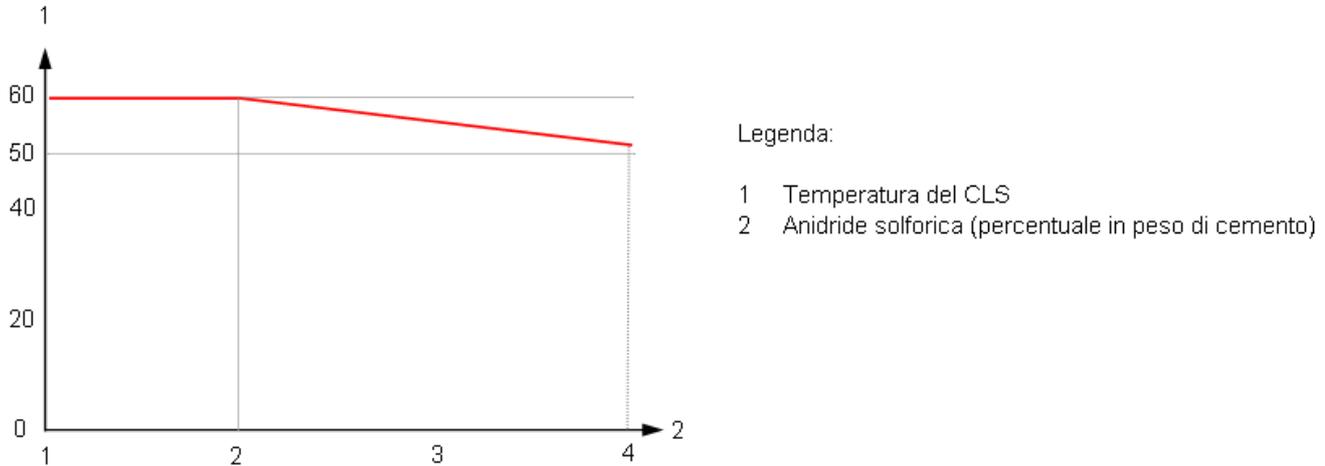


Figura 3 - Temperatura massima di maturazione in funzione della percentuale di anidride solforica nel cemento

II.6 NUMEROSITÀ DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER LA PRODUZIONE DI SERIE

Durante la produzione devono essere messe in atto tutte le azioni necessarie a mantenere la conformità del prodotto ai requisiti definiti nell’ambito del processo di omologazione, in accordo a quanto definito alla successiva parte PARTE III.

La responsabilità, i ruoli e le interrelazioni di tutto il personale che gestisce, effettua e verifica le attività che incidono sulla qualità dei manufatti, devono essere opportunamente assegnate e documentate nell’ambito della definizione del PdQ.

Il sistema di controllo del processo di produzione deve essere basato su procedure e istruzioni di lavoro adeguate e documentate, che devono essere disponibili nelle postazioni ove si svolgono le varie fasi lavorative.

Tutte le apparecchiature di prova devono essere dotate delle loro istruzioni d’impiego che, in caso di richiesta, devono essere rese disponibili agli incaricati di RFI addetti al controllo.

Gli strumenti utilizzati per i controlli e le verifiche dei materiali componenti devono essere idonei per le misurazioni richieste, debitamente tarati e tenuti sotto controllo.

II.6.1 CONTROLLI IN ACCETTAZIONE

Il Fornitore deve definire il sistema dei controlli in accettazione per i materiali componenti di cui

ai punti II.3.1, II.3.2, II.3.3, II.3.4, II.3.6 e II.3.7; la numerosità, la frequenza e i criteri di accettazione delle prove sono quelli definiti nella presente STF, nelle rispettive norme applicabili e nella documentazione tecnica approvata in fase di omologazione del prodotto.

La documentazione di consegna dei materiali deve essere completa ed attestare il rispetto dei requisiti richiesti; è responsabilità del Fornitore prevedere eventuali ulteriori prove o azioni ritenute opportune per garantire i requisiti fissati di qualità.

I controlli messi in atto devono essere in grado di rilevare i cambiamenti significativi che possono influenzare le proprietà del prodotto, e di permettere che vengano intraprese idonee azioni correttive.

I materiali devono essere immagazzinati e manipolati in modo che le loro proprietà non subiscano significativi cambiamenti (per esempio per azione del clima, per mescolamento o contaminazione) e che ne venga mantenuta la conformità alle rispettive norme di riferimento e devono essere sempre rintracciabili e correlabili ai relativi bollettini prove e/o DC emesse.

Per evitare errori nell’impiego dei materiali componenti, le zone di deposito devono essere chiaramente identificate.

Devono essere tenute in considerazione eventuali indicazioni specifiche fornite dai subfornitori dei materiali componenti.

Il Fornitore inoltre deve verificare che la documentazione di registrazione della qualità relativa al sistema di attacco utilizzato, contenga tutte le informazioni previste, e che lo stesso sia autorizzato da RFI e richiamato nella documentazione contrattuale.

II.6.2 CONTROLLI IN PRODUZIONE

Nel corso della produzione, il Fornitore deve provvedere alle seguenti attività inerenti il controllo del processo produttivo:

- le casseforme utilizzate devono essere sottoposte a verifica per garantire la geometria del manufatto, il corretto posizionamento dell’ancoraggio delle armature di precompressione, la corretta posizione dei componenti del sistema di attacco di primo livello, la corretta posizione di tutte le armature, la corretta applicazione delle targhette per la rintracciabilità del prodotto
- deve essere misurato e registrato il valore relativo alla forza di precompressione applicata ad ogni traversa; i valori di riferimento relativi alla forza applicata sono quelli definiti nella documentazione tecnica approvata in fase di omologazione e possono essere riferiti sia alla effettiva forza applicata sia alla pressione dei martinetti, in funzione del sistema di controllo in

atto presso il Fornitore. I valori adottati devono essere riportati nel PFC con le tolleranze applicabili

- le operazioni di getto del CLS nelle casseforme devono essere sempre controllate visivamente a garanzia della corretta esecuzione della fase
- il tempo e la frequenza di vibrazione devono essere registrati. I valori rilevati devono essere rispondenti ai requisiti definiti nella documentazione tecnica approvata in fase di omologazione
- deve essere registrato in continuo l'andamento nel tempo della temperatura interna del CLS in un numero di traverse sufficiente a garantire il rispetto dei parametri previsti al punto II.5.1.

Prima di iniziare la produzione deve essere data evidenza con una apposita relazione, da allegare al PFC, della frequenza relativa ai rilievi della misura, del numero e della posizione delle traverse da monitorare, indicando altresì i criteri adottati per la loro scelta.

Nel caso di stagionatura naturale sulle traverse monitorate deve essere registrata anche la temperatura della superficie esterna, da confrontare con la rispettiva temperatura interna per verificare la rispondenza ai requisiti richiesti al punto II.5.1.

Nel caso di stagionatura forzata, l'individuazione della posizione dei manufatti più critici nei confronti del rispetto della temperatura massima prevista, deve essere fatta per ciascuna cella di maturazione.

Qualora il Fornitore chieda di monitorare la temperatura della cella di maturazione, in luogo della temperatura interna delle traverse, si applica quanto prescritto al punto II.5.1.2 .

Il Fornitore deve verificare e dare evidenza del controllo delle proprietà del CLS relativamente ai requisiti di seguito riportati, con le modalità ed i criteri di accettazione definiti nel prospetto 24 della norma UNI EN 206 e nella documentazione tecnica presentata a RFI in fase di omologazione del prodotto:

1. contenuto di cloruri
2. temperatura del CLS fresco al momento del getto in almeno 3 momenti significativi della giornata
3. dosaggio dei componenti utilizzati per la fabbricazione del CLS
4. rapporto acqua/cemento per ciascun impasto
5. corretta successione di inserimento dei componenti utilizzati per la fabbricazione del CLS nel mescolatore e relativo tempo di mescola
6. consistenza: ad ogni getto deve essere effettuato almeno il controllo visivo dell'aspetto del

calcestruzzo da confrontarsi con quello di un CLS di “consistenza attesa” secondo quanto previsto dalla norma EN206-1 (prospetto 24 – punto 6). La misura della consistenza deve essere effettuata con le modalità previste dalla EN206-1 (prospetto 24 – punto 7).

Inoltre, almeno 1 volta al mese, deve essere determinato per via analitica il rapporto acqua-cemento su un impasto con le modalità previste dal Rapporto CEN CR 13902. Il valore ottenuto deve essere confrontato con quello registrato per l’impasto utilizzato per il campionamento.

II.6.3 CONTROLLI SUL PRODOTTO FINITO

Ai fini del controllo di qualità la fornitura deve essere divisa in lotti, la cui dimensione massima deve essere pari ad un quantitativo di manufatti corrispondenti a 300 m³ di CLS.

Ogni lotto deve essere costituito da traverse prodotte nello stesso giorno, da un unico impianto di betonaggio e utilizzando attrezzature della stessa tipologia.

Per ogni lotto di produzione devono essere effettuati sei prelievi di CLS, opportunamente distribuiti nel corso della produzione giornaliera relativa al lotto oggetto di controllo.

Un prelievo consiste nel prelevare dall’impasto, al momento del getto nei casseri, il CLS necessario per la confezione di due provini cubici di 150 mm di lato, con le modalità indicate dalla UNI EN 12390-1.

I provini devono essere sottoposti alle prove di cui ai successivi punti II.6.6 e II.6.7 per la determinazione della resistenza a compressione del CLS all’atto della precompressione e della resistenza caratteristica del CLS a 28 giorni. È ammesso che qualora il Fornitore abbia contemporaneamente in atto produzioni per conto di RFI di traverse e di traversoni di cui alle relative STF, il prelievo possa essere rappresentativo delle varie produzioni in atto, e pertanto la serie di prove è ritenuta valida sia per il controllo di produzione delle traverse che dei traversoni, a condizione che siano verificate le seguenti condizioni:

- a. i requisiti richiesti per il calcestruzzo devono essere gli stessi per le due tipologie di prodotti
- b. il calcestruzzo deve essere prodotto nello stesso giorno da un unico impianto di betonaggio
- c. le modalità per l’esecuzione delle fasi di getto e stagionatura devono essere le stesse per le due tipologie di prodotti
- d. il quantitativo totale di prodotto (traversoni e traverse) cui si riferisce il controllo di accettazione non deve eccedere il limite massimo di 300 m³ di CLS.

Nel caso in cui i controlli abbiano esito negativo la non conformità e l’adozione delle procedure previste devono essere estese all’intera produzione a cui si riferiscono le prove anzidette.

Si riportano di seguito le prove ed i controlli da eseguire per l'accettazione del lotto con i relativi criteri di accettazione.

II.6.4 ASPETTO VISIVO

Deve essere verificata la conformità del prodotto ai requisiti richiesti al punto II.4 (sigillatura dei fori, caratteristiche delle superfici esterne) e al punto II.5 (marcatura).

II.6.5 PROVE DIMENSIONALI

Le dimensioni del prodotto sono quelle indicate nei disegni del Fornitore approvati da RFI, con le tolleranze definite al punto II.4 e nella documentazione tecnica relativa al sistema di attacco utilizzato.

Ogni lotto di produzione deve essere controllato mediante l'applicazione di un piano di campionamento doppio con applicazione delle regole e procedimenti di commutazione, con le modalità previste dalla UNI ISO 2859-1.

Con riferimento alle dimensioni definite al punto II.4 e alla relativa simbologia adottata, la tabella seguente individua 3 classi di importanza per i controlli dimensionali e, per ciascuna classe, il valore minimo da prevedere per LC e AQL.

Classe	parametro	LC	AQL
Critica	L1; I; L3 (*)	I	1.0
Importante	F; T; misure relative al sistema attacco	I	2.5
Comune	Altre	I	4.0

(*) L3: Distanza tra le facce interne delle spallette esterna ed interna dello stesso appoggio (scartamento stretto)

Relativamente alle quote b2 ed F, alle quote L2 ed L3, e misure relative alla sede del sistema di attacco, nel caso in cui queste siano realizzate direttamente dal cassero e non per il tramite di componenti inglobati nella traversa, il Fornitore può presentare a RFI, all'atto della definizione del PdQ e del relativo PFC, una richiesta di effettuare un piano di campionamento ridotto rispetto a quello indicato in tabella. Il Fornitore deve dare evidenza delle modalità di controllo che intende adottare e deve dimostrare che quanto messo in atto garantisce il rispetto delle tolleranze richieste sul prodotto. RFI, a suo insindacabile giudizio, può approvare o meno quanto proposto dal Fornitore.

Per il sistema di attacco impiegato sono valide le dimensioni, le tolleranze e le modalità di misura riportate sui relativi disegni e specifiche di fornitura.

Nel caso di utilizzo del sistema di attacco con fermagli tipo E1/2039, in aggiunta a quanto sopra, sono valide anche le precisazioni di cui al punto II.4.

In caso di esito negativo le traverse del lotto possono essere accettate solo previa verifica unitaria della rispondenza del parametro non conforme (controllo al 100%).

II.6.6 VERIFICA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DEL CLS ALL'ATTO DELLA PRECOMPRESSIONE

Per ogni lotto di produzione, in tre momenti diversi, deve essere effettuato il controllo della resistenza alla compressione raggiunta dal calcestruzzo prima di iniziare le operazioni di precompressione.

Per la preparazione dei provini, il riempimento delle casseforme, la compattazione, lo spianamento della superficie e la marcatura dei provini vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-2.

I provini devono essere maturati con le stesse modalità previste per i manufatti confezionati con lo stesso impasto.

Il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di CLS è quello indicato nella UNI EN 12390-3.

Ogni prelievo deve essere rappresentativo di un prefissato gruppo di traverse individuate nell'ambito del lotto; la rappresentatività deve essere definita nel PdQ sottoposto all'approvazione di RFI.

Ogni gruppo di traverse è considerato idoneo alla precompressione solo se la resistenza a compressione del corrispondente provino risulta non inferiore alla resistenza del CLS all'atto della precompressione definita nella documentazione tecnica approvata in fase di omologazione.

In caso di esito negativo è ammessa la facoltà di effettuare una riprova sul secondo provino ricavato dallo stesso prelievo.

II.6.7 VERIFICA DELLA RESISTENZA CARATTERISTICA DEL CLS A 28 GIORNI

Per ogni lotto di produzione deve essere verificata la resistenza caratteristica del CLS a 28 giorni.

Per la preparazione dei provini, il riempimento delle casseforme, la compattazione, lo spianamento della superficie, la marcatura e la conservazione dei provini vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-2.

Il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di CLS è quello indicato nella UNI EN 12390-3.

Ogni controllo è rappresentato da tre prelievi opportunamente distribuiti nel corso della produzione relativa al lotto oggetto di controllo.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la resistenza di prelievo.

Siano R1, R2 e R3 le tre resistenze di prelievo espresse in N/mm^2 , con: $R1 \leq R2 \leq R3$.

Il lotto è conforme se risultano verificate tutte le condizioni di seguito riportate:

- $R_m \geq R_{ck(28)} + 3,5 [N/mm^2]$
- $R_1 \geq R_{ck(28)} - 3,5 [N/mm^2]$

dove $R_m = (R1+R2+R3)/3$ e $R_{ck(28)}$ = resistenza caratteristica del CLS a 28 giorni definita in fase di omologazione.

Inoltre

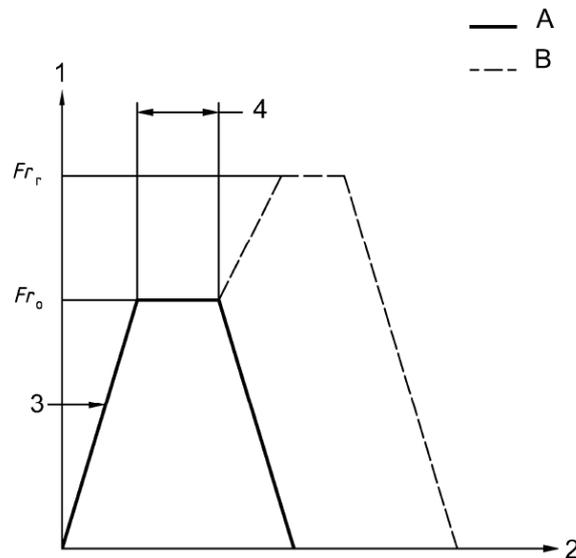
- resistenza a compressione del CLS a 28 gg $\geq 60 N/mm^2$ per ognuno dei 6 provini utilizzati in precedenza.

II.6.8 PROVE STATICHE SUL PRODOTTO FINITO

Per ogni lotto di produzione e per ogni tipologia di traversa prodotta (RFI 230, RFI 240 e RFI 260) devono essere eseguite, con la frequenza indicata, le prove di seguito descritte.

II.6.8.1 Prova statica sottorotaia

Deve essere eseguita una prova per ogni lotto di produzione secondo lo schema di figura 5 di cui al successivo III.2.3.1, secondo la procedura di prova indicata di seguito in figura 4 con applicazione di un carico pari a F_{r0} . A discrezione di RFI può essere richiesto di proseguire la prova fino a F_{r} .



Legenda:

1. Carico
 2. Tempo
 3. 120kN/min massimo
 4. Verifica della fessurazioni (da 10s minimo a 5 min massimo)
- A = Parte prescritta della prova
B = Parte facoltativa della prova

Figura 4 – Procedura di prova statica sottorotaia con carico positivo

La prova è positiva se non si manifesta nessuna fessura iniziale al carico Fr_0 ($Fr_r > Fr_0$).

In caso di esito negativo il Fornitore deve aprire una non conformità e ripetere la prova su ulteriori tre traverse; l'esito negativo anche di una sola delle 3 riprove comporta il rifiuto del lotto.

II.6.8.2 Prova statica sottorotaia completa

La prova deve essere eseguita almeno ogni 3 mesi e, comunque, almeno una volta per ogni contratto di fornitura.

La prova deve essere eseguita secondo lo schema di figura 5 di cui al successivo III.2.3.1, secondo la procedura di prova indicata in figura 8 di cui al successivo III.2.4.1. fino ad applicare un carico maggiore di $2,5 \times Fr_0$.

I criteri di accettazione sono quelli definiti al punto III.3.2.

In caso di esito negativo il fornitore deve aprire una non conformità sul lotto dal quale è stata prelevata la traversa non conforme e ripetere la prova su tre traverse, di cui una appartenente al suddetto lotto e le altre due provenienti da lotti rispettivamente prodotti circa 30 e 60 giorni prima. L'esito negativo anche di una sola delle tre riprove comporta l'estensione della non conformità al lotto di provenienza di ciascuna traversa non conforme e a tutti i lotti prodotti successivamente al lotto di provenienza stesso.

La risoluzione delle non conformità sopra descritte deve essere preventivamente approvata da RFI.

II.6.8.3 Prova statica in mezzeria con carico negativo

Deve essere eseguita una prova per ogni lotto di produzione secondo lo schema di figura 6 di cui al successivo III.2.3.2, secondo la procedura di prova indicata in figura 9 di cui al successivo III.2.4.2 e con applicazione di un carico pari a F_{cOn} .

La prova è positiva se non si manifesta nessuna fessura iniziale al carico F_{cOn} ($F_{c_m} > F_{cOn}$).

In caso di esito negativo il fornitore deve aprire una non conformità e ripetere la prova su ulteriori tre traverse; l'esito negativo anche di una sola delle 3 riprove comporta il rifiuto del lotto.

II.6.8.4 Prova statica in mezzeria con carico negativo completa

La prova deve essere eseguita almeno ogni 3 mesi e, comunque, almeno una volta per ciascun contratto di fornitura.

La prova deve essere eseguita secondo lo schema di figura 6 di cui al successivo III.2.3.2, secondo la procedura di prova indicata in figura 9 di cui al successivo III.2.4.2, e con applicazione di un carico maggiore di $2,5 \times F_{cOn}$.

Il criterio di accettazione è quello definito al successivo punto III.3.3.

In caso di esito negativo il fornitore deve aprire una non conformità sul lotto dal quale è stata prelevata la traversa non conforme e ripetere la prova su tre traverse, di cui una appartenente al suddetto lotto e le altre due provenienti da lotti rispettivamente prodotti circa 30 e 60 giorni prima. L'esito negativo anche di una sola delle tre riprove comporta l'estensione della non conformità al lotto di provenienza di ciascuna traversa non conforme e a tutti i lotti prodotti successivamente al lotto di provenienza stesso.

La risoluzione delle non conformità sopra descritte deve essere preventivamente approvata da RFI.

II.6.8.5 Resistenza a compressione su campione di CLS indurito (carota)

Almeno ogni 3 mesi deve essere eseguita una prova di compressione su un campione di CLS

indurito (carota) prelevato da una traversa che abbia almeno una stagionatura di 28 gg. Il diametro della carota non deve essere inferiore a 70 mm. Le modalità di prelievo, esame e prova sono quelle definite dalla UNI EN 12504-1.

Dall’analisi dell’esito di tali prove, secondo la normativa applicabile, e dal confronto con l’esito delle precedenti prove e con la resistenza caratteristica del CLS dello stesso lotto di produzione, devono essere ricavate indicazioni circa il mantenimento nel tempo delle caratteristiche meccaniche del CLS.

II.6.9 ULTERIORI CONTROLLI

Resta facoltà di RFI richiedere in qualsiasi momento le seguenti prove:

- a) verifica della resistenza all’abrasione degli aggregati fini secondo le modalità previste dalla norma UNI EN 13230-1 allegato A. La perdita della massa iniziale deve essere conforme ai requisiti definiti nella documentazione tecnica approvata in fase di omologazione.
- b) verifica dell’assorbimento d’acqua secondo le modalità previste dalla UNI EN 13230-1 allegato C. I valori ottenuti devono essere conformi ai requisiti definiti nella documentazione tecnica approvata in fase di omologazione.
- c) verifica della sigillatura dei fori di testata secondo i criteri definiti in allegato B di cui alla sezione IV.2.
- d) verifica della massa del prodotto, che deve essere rispondente a quanto previsto nella documentazione tecnica approvata in fase di omologazione, con la relativa tolleranza.
- e) verifica dell’isolamento elettrico del prodotto completo di tutti gli organi di attacco, secondo quanto previsto al successivo punto III.3.6.

II.7 GARANZIA

Salvo diversa prescrizione contrattuale, il prodotto oggetto delle presenti STF è soggetto alla garanzia di buon funzionamento per un periodo di 5 anni a partire dall’ultimo mese dell’anno di fabbricazione.

III PARTE III

III.1 OMOLOGAZIONE DEL PRODOTTO

Il Fornitore deve fornire a RFI, all’atto della richiesta di omologazione del prodotto, la seguente documentazione:

- relazione di calcolo, comprendente anche il calcolo giustificativo del piastrino di ancoraggio delle armature, firmata dal progettista per la sua conservazione presso RFI
- relazione tecnica dettagliata sulla fabbricazione delle traverse in CAVP comprendente:
 - descrizione del sistema di messa in trazione delle armature di precompressione
 - carico totale di precompressione adottato e relativo sistema di controllo
 - resistenza cubica minima all’atto della precompressione
 - classe di resistenza a compressione secondo UNI EN 206-1
 - il tipo di armatura utilizzata, la posizione delle armature di precompressione e dell’armatura ordinaria per la staffatura delle testate
 - il tipo di maturazione ed eventuale ciclo termico adottato con le precauzioni di cui al punto II.5.1
 - la documentazione relativa ai materiali utilizzati come definiti nei paragrafi del capitolo II.3
 - le attrezzature e l’organizzazione per il controllo di accettazione dei materiali in ingresso nonché delle caratteristiche geometriche e strutturali del prodotto finito
- i disegni costruttivi debitamente quotati della traversa con le quote riferite al lembo inferiore del prodotto
- i disegni relativi alle armature (di precompressione, ordinaria e ai piastrini di ancoraggio)
- PFC indicante almeno quanto segue:
 1. N. delle macro-fasi del processo produttivo
 2. descrizione della macro-fase
 3. i documenti di riferimento della macro-fase
 4. indicazione della macro-fase W/H (Notificante o Vincolante)
 5. le prove o controlli previsti nelle varie fasi
 6. strumenti utilizzati per le prove o controlli
 7. la frequenza e la numerosità delle prove previste

8. i valori di riferimento delle prove
9. il responsabile addetto alle prove o controlli
10. i documenti emessi a fronte delle prove previste.

RFI, una volta esaminata tutta la documentazione, dà comunicazione al Fornitore che è possibile dare corso alla produzione dei campioni da sottoporre alle prove di omologazione.

RFI assisterà alla fabbricazione dei campioni e a tale scopo il Fornitore deve comunicare con almeno 8 giorni di anticipo la data di produzione.

I campioni devono essere prodotti in conformità al PFC approvato da RFI.

Le prove sono

eseguite su campioni di traverse stagionate per un periodo minimo di 4 settimane.

Le prove di omologazione devono essere eseguite presso laboratori terzi accreditati ACCREDIA, o da enti facenti parte dell'accordo di mutuo riconoscimento MRA ILAC. Qualora il laboratorio non sia accreditato per uno specifico test è necessario che la prova sia condotta con la supervisione di un Organismo di Certificazione, riconosciuto da RFI, che redige il rapporto di assessment della prova.

Una volta completate tutte le prove, il Fornitore deve consegnare a RFI:

- il Rapporto relativo alle prove eseguite sui campioni
- la Dichiarazione CE di conformità, secondo quanto previsto dalle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI).

RFI, dopo opportuno esame, emetterà l'attestato di omologazione.

Il Fornitore ha l'obbligo di comunicare a RFI tutte le modifiche al prodotto, al processo di fabbricazione o l'impiego di materiali componenti diversi da quelli definiti in fase di omologazione. RFI può richiedere al Fornitore la ripetizione di tutte o parte delle prove previste per l'omologazione del prodotto.

III.2 PROVE DI OMOLOGAZIONE

Sono le prove che definiscono la conformità ai requisiti prefissati in termini di prestazioni da RFI, e vengono di seguito definite.

Le prove di omologazione devono essere eseguite in conformità alle norme serie UNI EN 13230.

Per l'esecuzione delle prove statiche, dinamiche, di fatica e isolamento elettrico previste per l'omologazione del prodotto deve essere realizzata una campionatura di 24 traverse, ogni traversa deve essere utilizzata per una sola prova.

Tutti i risultati di prova devono soddisfare i criteri di accettazione fissati dalla presente STF.

III.2.1 PROVE DIMENSIONALI

Le traverse devono essere sottoposte a controllo dimensionale per la verifica delle caratteristiche geometriche del prodotto e della massa.

Le dimensioni del prodotto sono definite nei disegni del produttore approvati da RFI, le tolleranze sono quelle definite nella presente STF.

III.2.2 PROVE STRUTTURALI

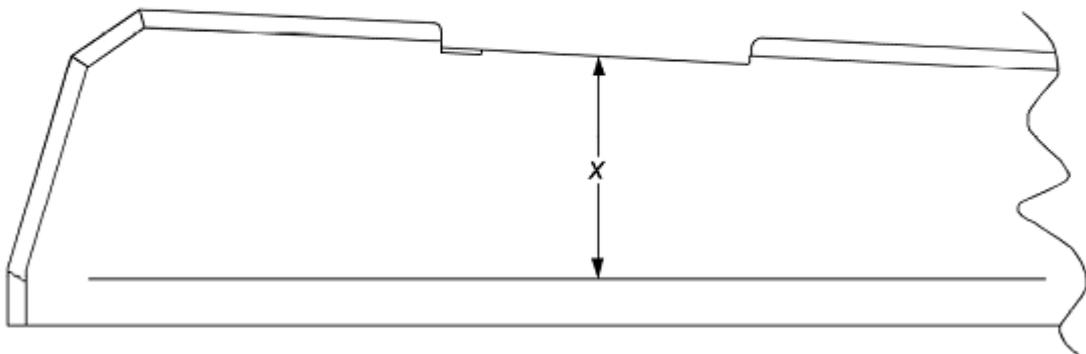
Di seguito sono descritte le prove strutturali a cui sono sottoposte le traverse.

Durante l'applicazione dei carichi di prova, la larghezza delle fessure deve essere misurata con una precisione di 0,01 mm utilizzando un microscopio graduato avente una potenza minima di 20 ingrandimenti.

Le misurazioni sono effettuate a circa 15 mm dalla superficie tesa, sui due fianchi del manufatto. Per le prove sottorotaia e le prove in mezzzeria con carico positivo la posizione dei 15 mm deve essere determinata come rappresentato nella seguente figura.

la dimensione x deve essere determinata secondo la seguente formula:

$$x = (hp - 15)$$



III.2.3 MONTAGGI E CARICHI DI PROVA

III.2.3.1 Prova nella sezione sottorotaia

Lo schema per la prova con carico positivo sottorotaia è rappresentato in figura 5.

Il carico F_r è applicato perpendicolarmente al piano di appoggio della traversa.

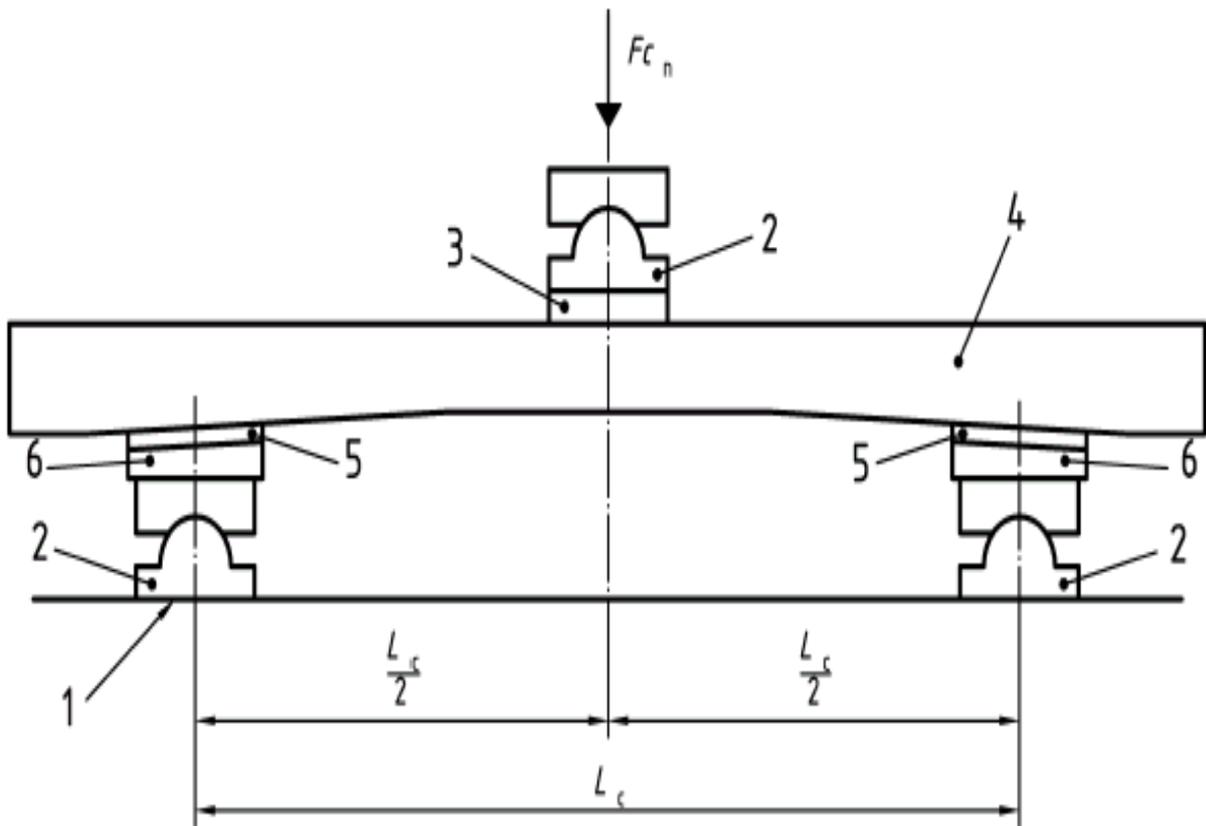
L'estremità della traversa dal lato opposto a quello di prova deve essere libera.

Tabella 4 - Valori di L_r in relazione a L_p

L_p in m	L_r in m
$L_p < 0,349$	0,3
$0,350 \leq L_p < 0,399$	0,4
$0,400 \leq L_p < 0,449$	0,5
$L_p \geq 0,450$	0,6

III.2.3.2 Prova nella sezione di mezzeria

Lo schema per la prova con carico negativo nella sezione di mezzeria è il seguente:

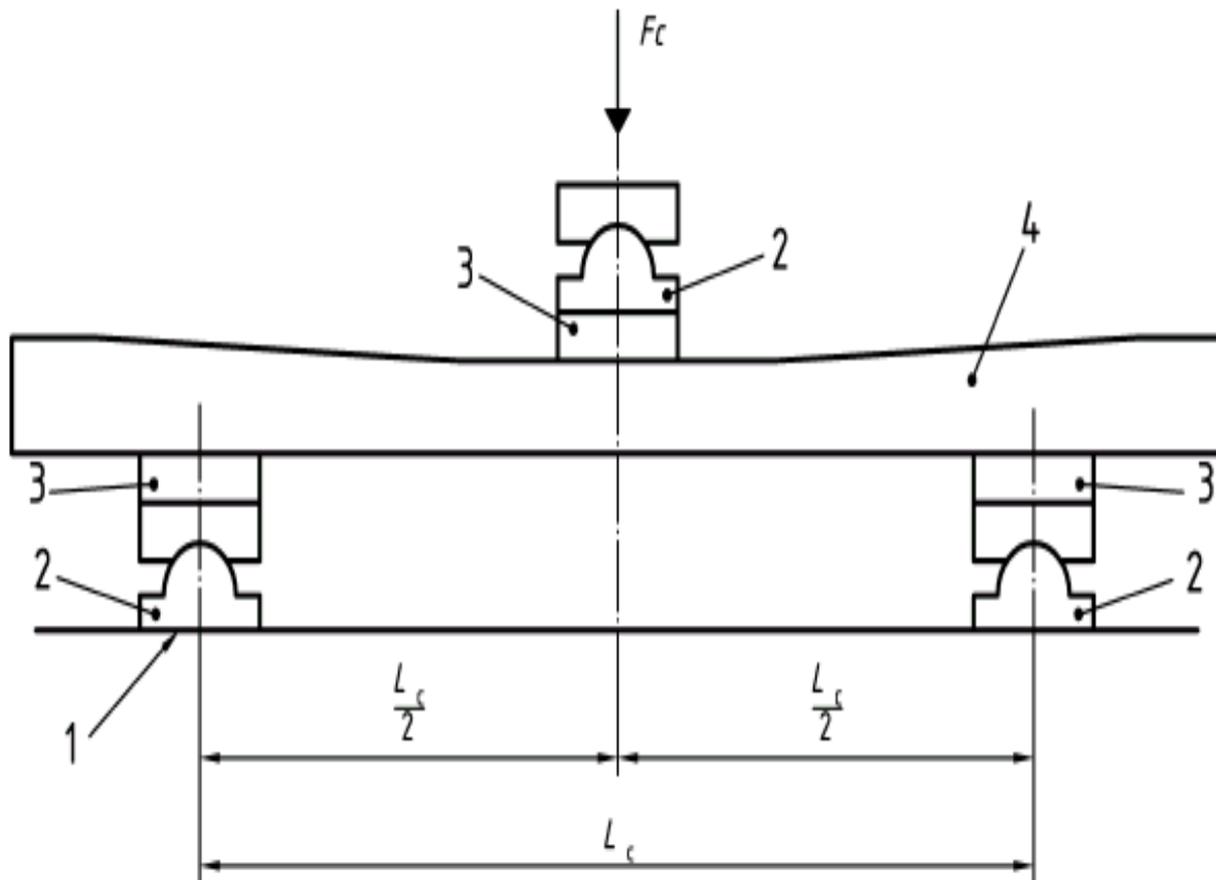


Legenda:

1. Appoggio indeformabile
2. Appoggio articolato (vedere allegato A per i dettagli)
3. Suola elastica (vedere allegato A per i dettagli)
4. Traversa
5. Piastra sottorotaia standard del sistema di attacco previsto
6. Cuneo di recupero della pendenza (vedere allegato A per i dettagli)

Figura 6 – Schema di prova con carico negativo nella sezione di mezzeria

Lo schema per la prova con carico positivo nella sezione di mezzeria è il seguente:



Legenda:

1. Appoggio indeformabile
2. Appoggio articolato (vedere allegato A per i dettagli)
3. Suola elastica (vedere allegato A per i dettagli)
4. Traversa

Figura 7 – Schema di prova con carico positivo nella sezione di mezzeria

III.2.3.3 Carichi di prova

F_{rO} è calcolato per il montaggio di prova di figura 5 e dai valori indicati in tabella 5 utilizzando la seguente equazione:

$$F_{rO} = \frac{4Mdr}{Lr - 0,1} \text{ [kN]}$$

Tabella 5- Valori di F_{rO} in rapporto a L_r

L_r [m]	0,3	0,4	0,5	0,6
F_{rO} [kN]	20 Mdr	13,3 Mdr	10 Mdr	8 Mdr

F_{cO} e F_{cOn} sono calcolati per il montaggio di prova di figura 6 e 7 utilizzando le seguenti equazioni:

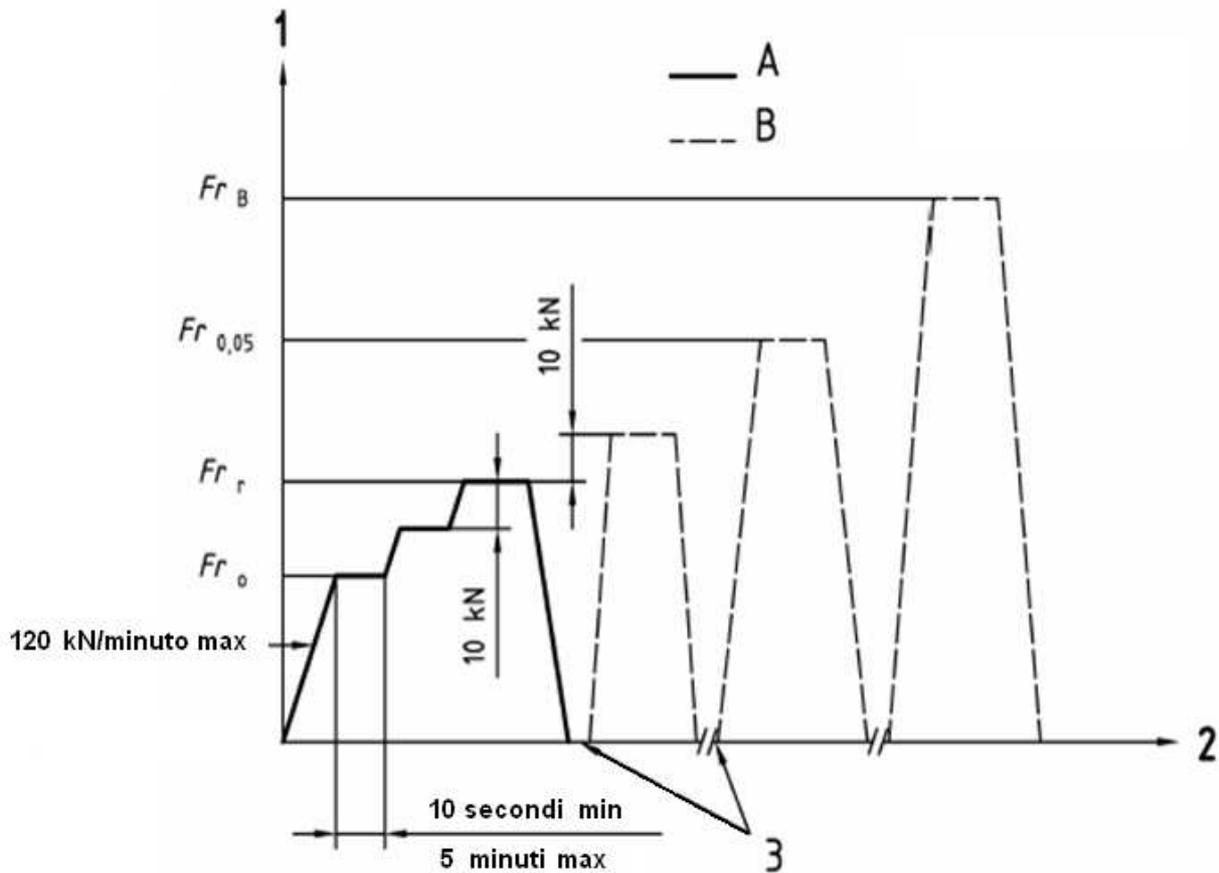
$$F_{cO} = \frac{4Mdc}{Lc - 0,1} \text{ [kN]}$$

$$F_{cOn} = \frac{4Mdc_n}{Lc - 0,1} \text{ [kN]}$$

III.2.4 PROCEDURE DI PROVA

III.2.4.1 Prova statica nella sezione sottorotaia

La procedura di prova statica nella sezione sottorotaia è rappresentata in figura 8.



Legenda:

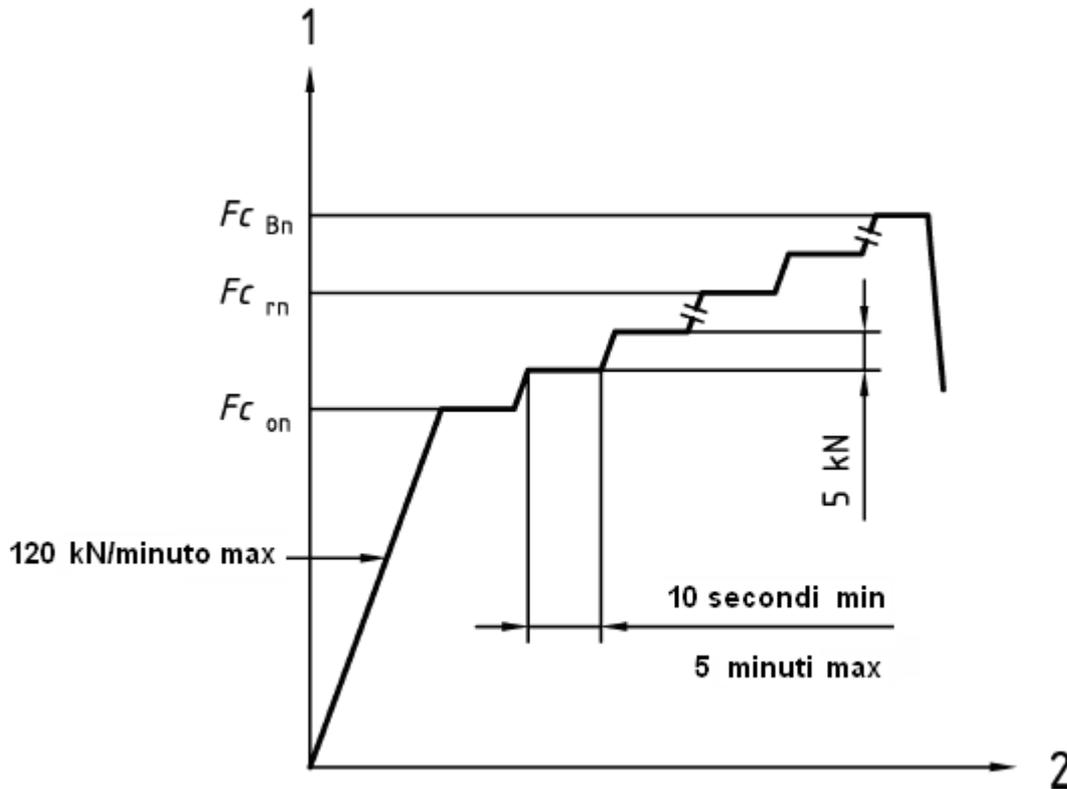
5. Carico
6. Tempo
7. Verifica della fessurazioni (massima durata 5 min)
8. A = Prima parte della prova
9. B = Seconda parte della prova

Figura 8 – Procedura di prova statica sottorotaia con carico positivo

III.2.4.2 Prova statica nella sezione di mezzeria

Le procedure di prova statica nella sezione di mezzeria sono rappresentate in figura 9 e 10.

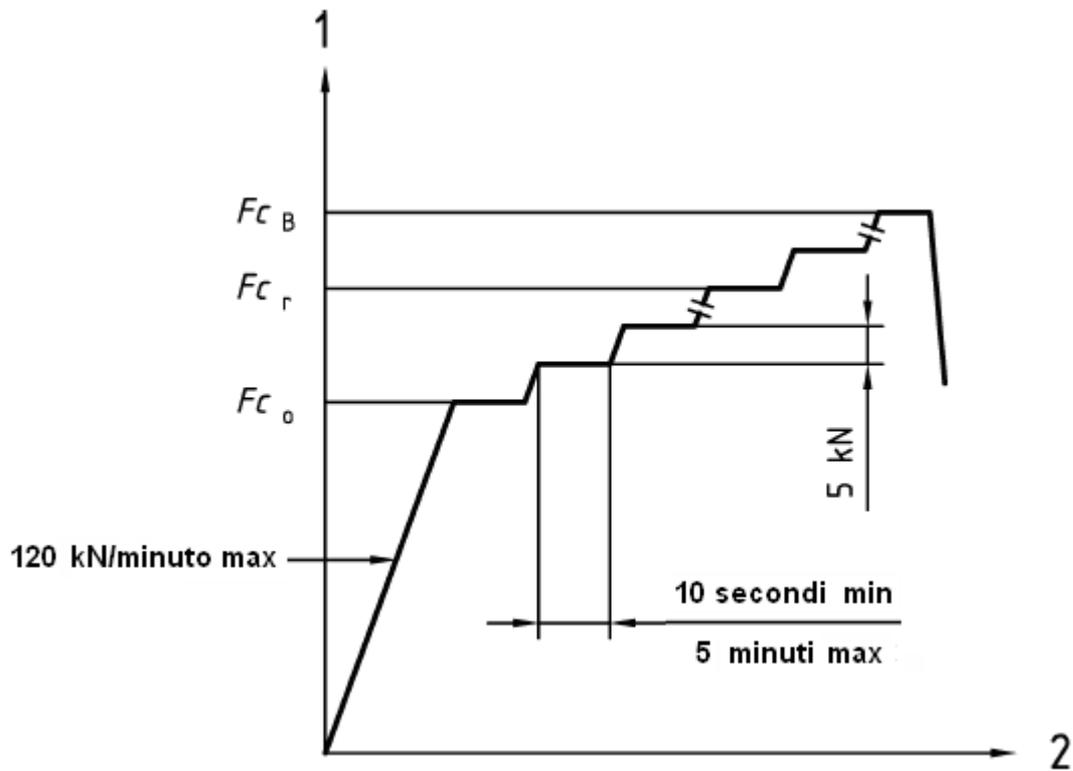
Gli schemi di carico utilizzati sono rispettivamente quelli di figura 6 e 7.



Legenda:

1. Carico
2. Tempo

Figura 9 – Procedura di prova statica nella sezione di mezzeria con carico negativo



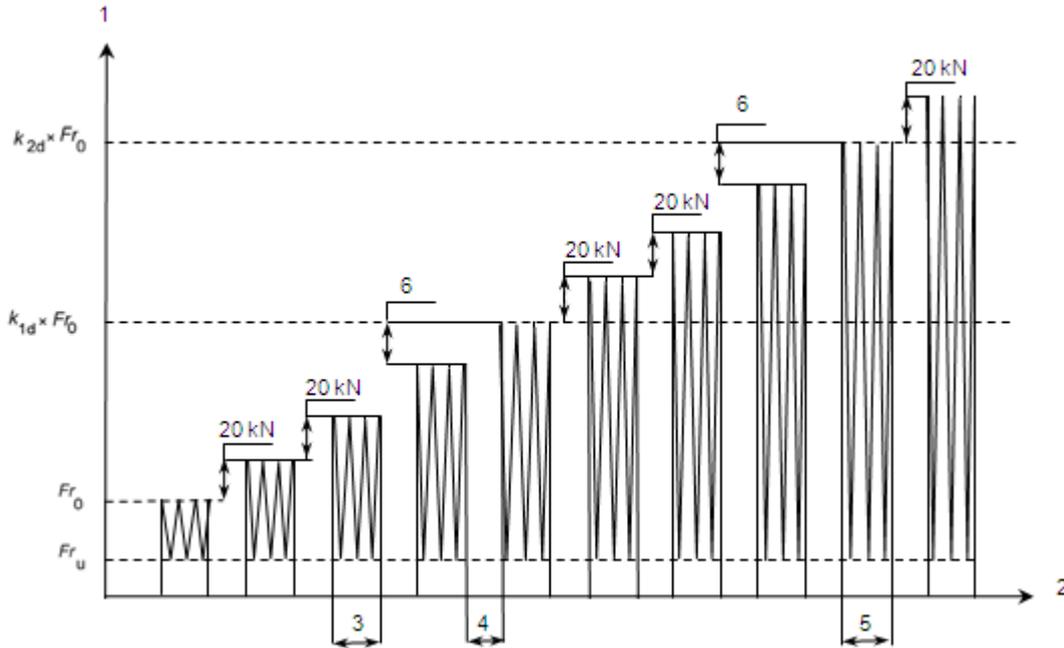
Legenda:

1. Carico
2. Tempo

Figura 10 – Procedura di prova statica nella sezione di mezzeria con carico positivo

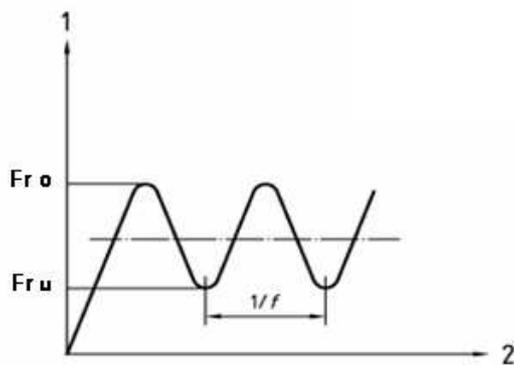
III.2.4.3 Prova dinamica nella sezione sottorotaia

La procedura di prova dinamica sottorotaia è rappresentata in figura 11.



Legenda:

1. Carico
2. Tempo
3. 5000 cicli di carico
4. Tempo massimo per l'esame 5 min
5. Frequenza (f) tra 2 Hz e 5 Hz (stessa frequenza mantenuta durante tutto il test)
6. Incremento di carico prima di $k_{1d} \times Fr_0$ e $k_{2d} \times Fr_0$ più piccolo di 20 kN



Legenda:

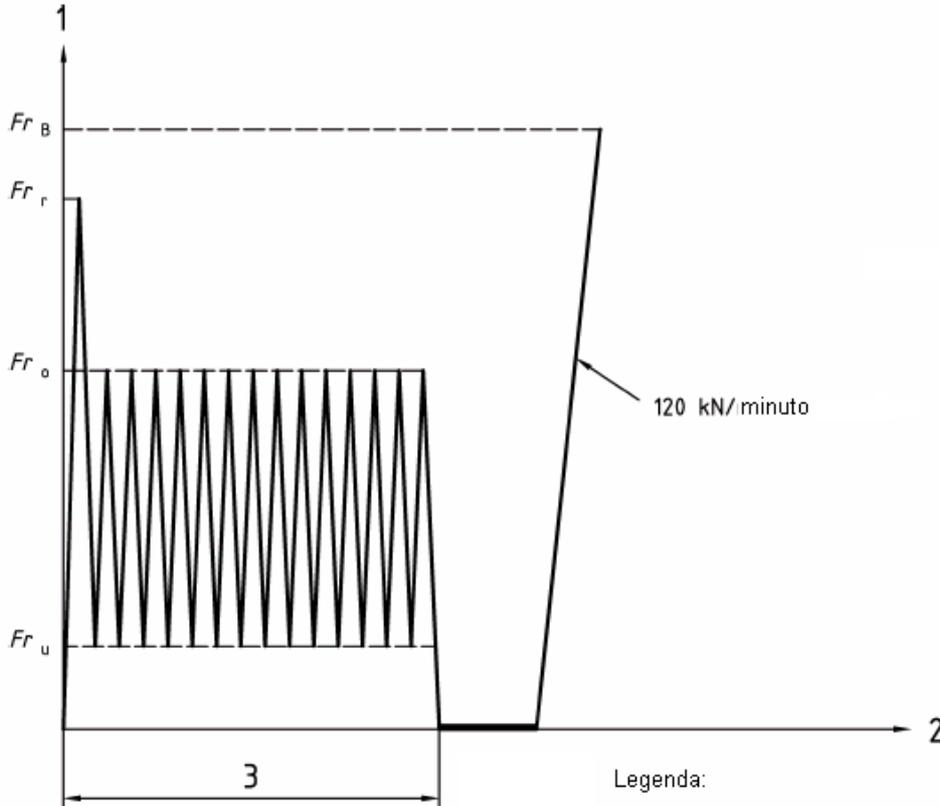
- 1 Carico
- 2 Tempo

Nota: ciclo tipo

Figura 11 – Procedura di prova dinamica sottorotaia

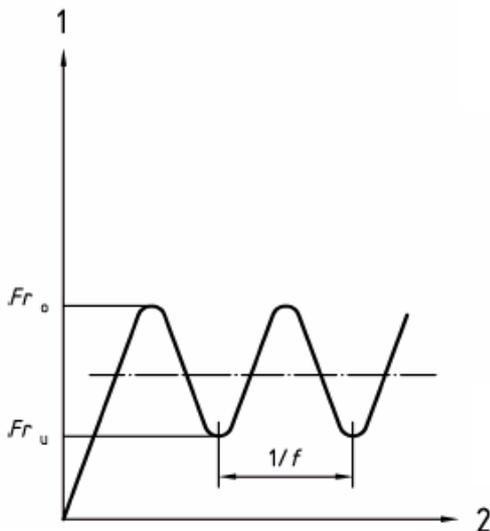
III.2.4.4 Prova di fatica nella sezione sottorotaia

La procedura di prova di fatica sottorotaia è rappresentata in figura 12.



Legenda:

1. Carico
 2. Tempo
 3. Frequenza dei cicli (f) tra 2 Hz e 5 Hz per 2 milioni di cicli
stessa frequenza mantenuta durante tutto il test
- Il primo ciclo di prova è quello indicato in figura 8 (parte A)



Legenda:

1. Carico
2. Tempo

Figura 12 – Procedura di prova di fatica sottorotaia

III.2.5 PROVA DI ISOLAMENTO ELETTRICO

La traversa completa di organo di attacco deve essere sottoposta alla prova per la determinazione dell'isolamento elettrico. La prova deve essere eseguita sulla traversa con due tronconi di rotaia (circa 50-60 cm) ben serrati sul piano di ferratura con il sistema di ancoraggio utilizzato.

Le modalità di esecuzione della prova sono definite nella UNI EN 13146-5.

III.3 NUMEROSITÀ DELLE PROVE E CRITERI DI ACCETTAZIONE PER L'OMOLOGAZIONE

III.3.1 PROVE DIMENSIONALI

Tutte le traverse devono essere sottoposte a controllo dimensionale e alla verifica della massa.

Il prodotto è conforme se tutti i controlli risultano positivi.

III.3.2 PROVA STATICA SEZIONE SOTTOROTAIA

La prova deve essere condotta su 6 traverse secondo lo schema di carico riportato in Figura 5 su una sezione per ogni traversa, secondo la procedura di Figura 8.

I criteri di accettazione sono:

- 1. $Fr_r > Fr_0$**
- 2. $Fr_{0,05} > K_{1S} \times Fr_0$**
- 3. $Fr_B > K_{2S} \times Fr_0$**

III.3.3 PROVA STATICA SEZIONE DI MEZZERIA

La prova deve essere condotta su 6 traverse, 3 per carico positivo e 3 per carico negativo, secondo lo schema di carico riportato in Figura 6 e 7, secondo le procedure di Figura 9 e 10.

I criteri di accettazione sono:

carico negativo

- 1. $Fc_{rn} > Fc_{0n}$**
- 2. $Fc_{Bn} > K_{2S} \times Fc_{0n}$**

carico positivo

- 3. $Fc_r > Fc_0$**
- 4. $Fc_B > K_{2S} \times Fc_0$**

III.3.4 PROVA DINAMICA SEZIONE SOTTOROTAIA

La prova deve essere condotta su 6 traverse secondo lo schema di carico riportato in Figura 5 su una sezione per ogni traversa, secondo la procedura di Figura 11.

I criteri di accettazione sono:

1. $Fr_{0,05} > K_{1d} \times Fr_0$
2. $Fr_{0,5} > K_{2d} \times Fr_0$

III.3.5 PROVA DI FATICA SEZIONE SOTTOROTAIA

La prova deve essere condotta su 3 traverse, su una sezione per ogni traversa, secondo lo schema di carico riportato in Figura 5, secondo la procedura di Figura 12.

I criteri di accettazione dopo 2×10^6 cicli sono:

1. **larghezza della fessura $\leq 0,1$ mm sotto carico Fr_0**
2. **larghezza della fessura $\leq 0,05$ mm dopo rimozione del carico**
3. **$Fr_B > K_3 \times Fr_0$ dopo l'aumento del carico nella sezione sottorotaia in modo continuo con gradiente di 120 kN/ minuto, da 0 kN fino a rottura Fr_B**

III.3.6 PROVA DI ISOLAMENTO ELETTRICO

La prova deve essere condotta su 3 traverse. Il valore della prova è considerata positivo se il valore medio ottenuto è ≥ 10 k Ω .

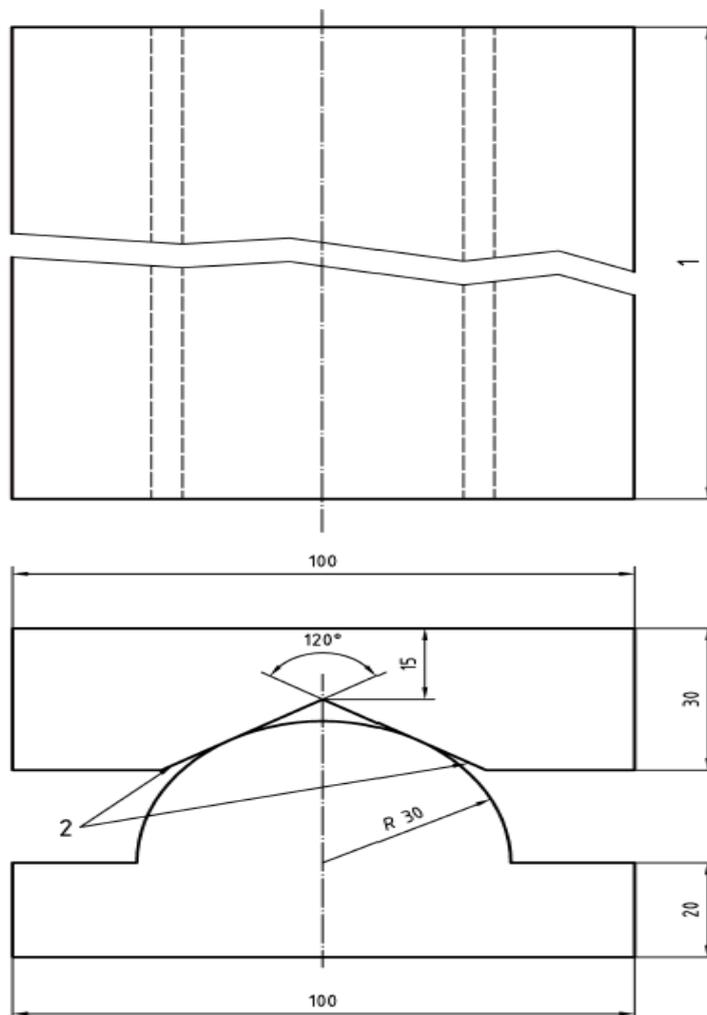
IV PARTE IV

IV.1 ALLEGATO A - Piano dettagliato dei montaggi di prova

Nel presente allegato sono illustrati i dettagli relativi ai montaggi delle apparecchiature di prova

IV.1.1 SUPPORTO ARTICOLATO

Tutte le dimensioni sono espresse in millimetri



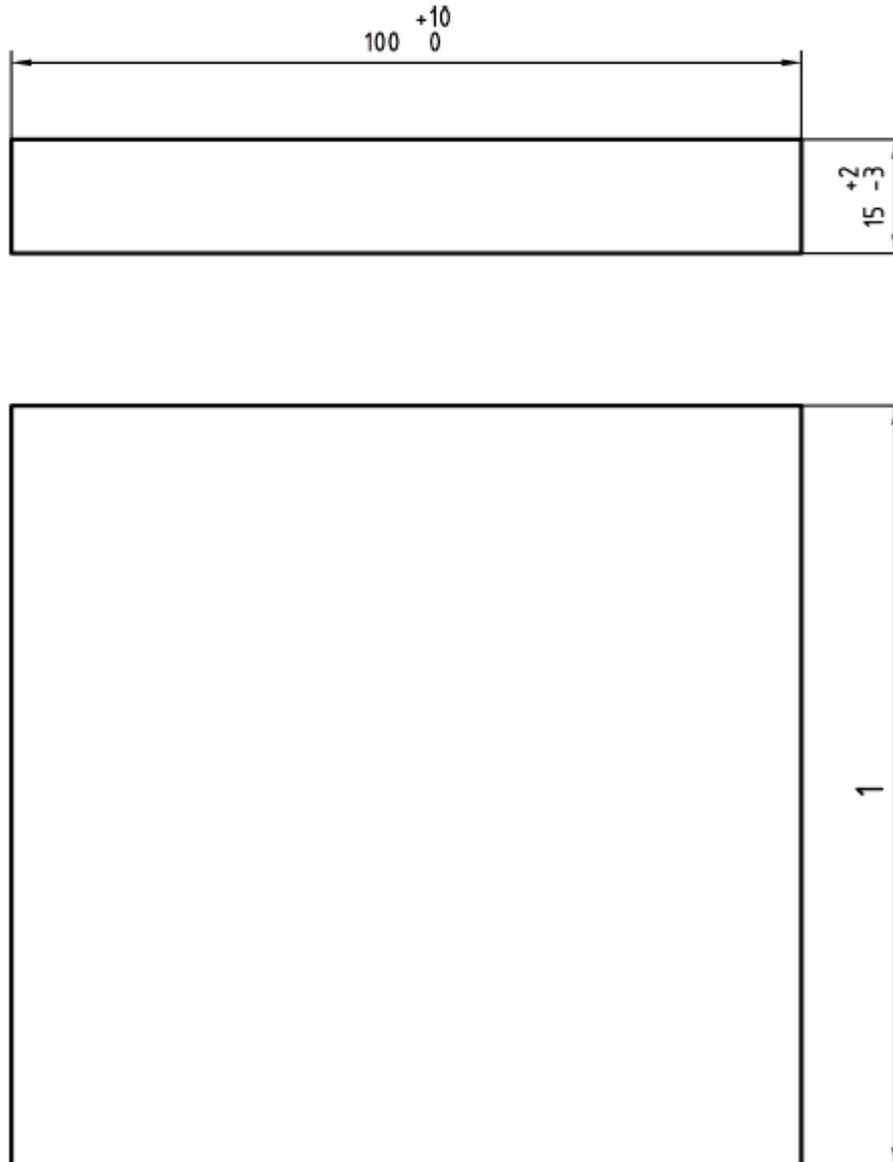
Legenda:

- 1) Lunghezza minima = larghezza inferiore della traversa in CLS al livello del piano di appoggio della rotaia + 20 mm
- 2) Lubrificazione di qualità « estrema pressione »
Acciaio: Durezza Brinell minima HBW > 240
Tolleranze generali: $\pm 0,1$ mm

Figura A.1 – Supporto articolato

IV.1.2 PIASTRA ELASTICA

Tutte le dimensioni sono espresse in millimetri



Legenda:

1) Lunghezza minima = larghezza inferiore della traversa in CLS al livello del piano di appoggio della rotaia + 20 mm

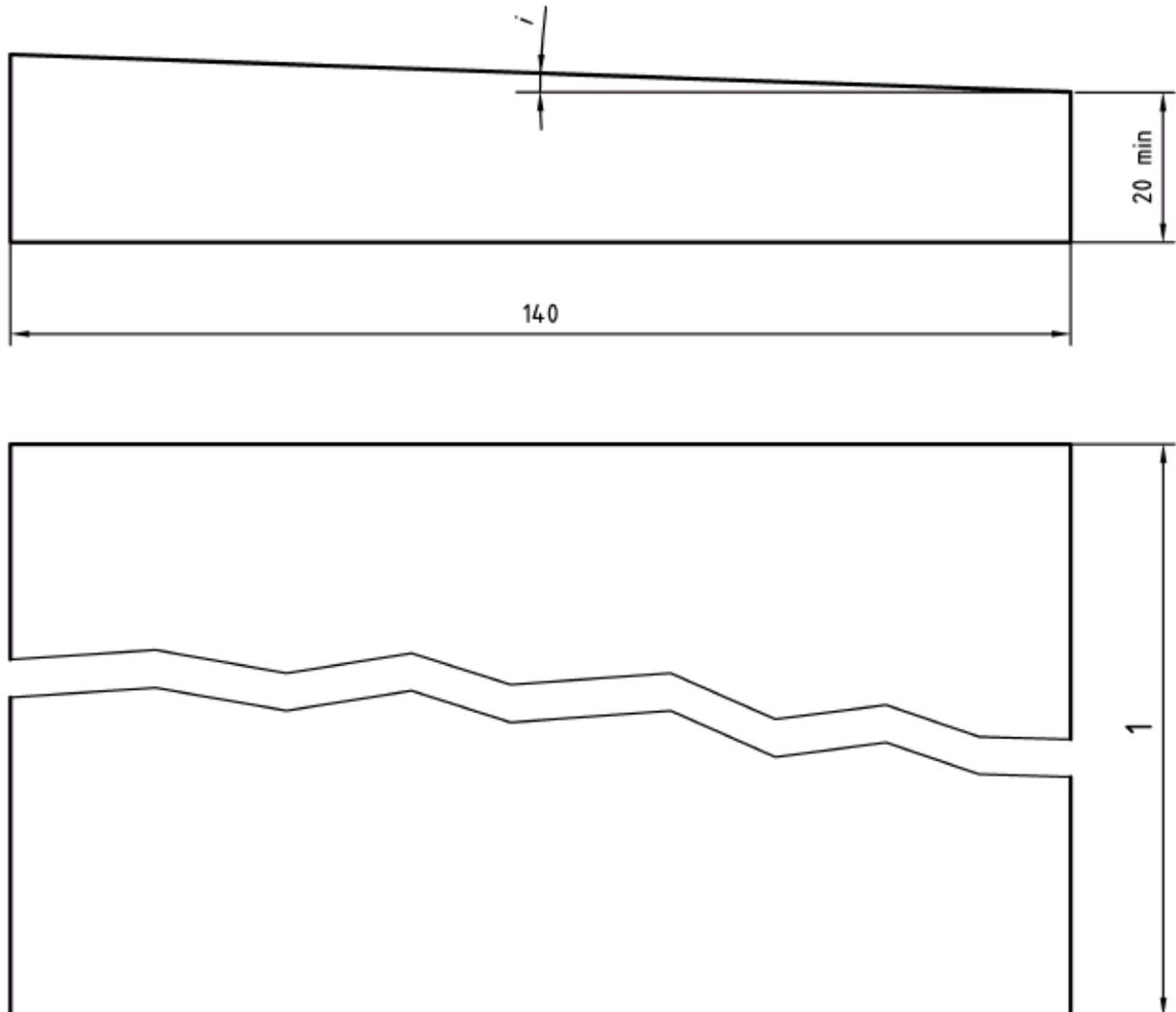
Materiale: elastomero

Rigidità statica misurata tra 0,3 Mpa e 2 Mpa: $1 \leq C \leq 4 \text{ N/mm}^3$

Figura A.2 – Piastra elastica

IV.1.3 CUNEO DI RACCORDO DELLA PENDENZA

Tutte le dimensioni sono espresse in millimetri



Legenda:

1) Lunghezza minima = larghezza della piastra sottorotaia standard + 20 mm

i = inclinazione del piano di appoggio della rotaia

Acciaio: Durezza Brinell minima HBW > 240

Tolleranze generali: $\pm 0,1$ mm

Figura A.3 – Cuneo di raccordo della pendenza

IV.2 ALLEGATO B – Procedura per la prova di penetrazione al blu di metilene

Esecuzione della prova:

- Predisporre una vasca per l’immersione delle traverse con una soluzione di acqua e blu di metilene
- Sottoporre le traverse ad un preriscaldamento con vapore fino ad una temperatura di almeno 40°C
- Mantenere il riscaldamento delle traverse per un periodo non inferiore ad 1 h
- A fine ciclo di riscaldamento immergere la traversa nella vasca con blu di metilene, con l’avvertenza che l’altezza dell’acqua dal piano inferiore della vasca sia di almeno 50 cm prima dell’immersione della traversa
- Mantenere le traverse immersa nella vasca per un periodo non inferiore a 48 h
- Rimuovere le traverse dalla vasca ed attendere l’essiccazione
- Asportare i sigilli di testata applicati per la verifica della tenuta

La prova deve essere condotta alla presenza di personale RFI su due traverse ed è considerata positiva se all’esame non sono visibili penetrazioni di acqua.

La prova deve essere documentata da un dossier fotografico.

IV.3 ALLEGATO C - Designazione del prodotto

La designazione deve essere effettuata indicando il nome del prodotto, la marca e la sigla di riferimento del sistema di attacco utilizzato

IV.3.1 ESEMPI DI DESIGNAZIONE

- 1 Traversa i c.a.v.p. da metri 2,30 con attacco tipo Vossloh per linee convenzionali:

Traversa marca RFI 230 V

- 2 Traversa i c.a.v.p. da metri 2,40 con attacco tipo Pandrol E1/2039 per linee convenzionali:

Traversa marca RFI 240 P

- 3 Traversa i c.a.v.p. da metri 2,60 con attacco tipo Vossloh per linee convenzionali:

Traversa marca RFI 260 V

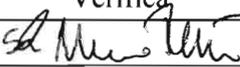
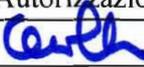
- 4 Traversa i c.a.v.p. da metri 2,60 con attacco tipo Pandrol Fastclip per linee alta velocità:

Traversa marca RFI 260 FC-AV

**APPARECCHI DEL BINARIO
 ARMAMENTO 50E5 E 60E1**

Parte	Titolo
PARTE I	I.1 SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE
	I.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA
	I.3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI
PARTE II	II.1 GENERALITÀ
	II.2 GESTIONE DELLA FORNITURA
	II.3 FABBRICAZIONE
	II.4 TOLLERANZE
	II.5 PROTEZIONE
	II.6 MARCATURA
	II.7 VERIFICHE SUL PRODOTTO: TIPO, NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE
	II.8 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE
	II.9 GARANZIA

A termine di legge Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. si riserva la proprietà di questo documento che non potrà essere copiato, riprodotto o comunicato ad altri senza esplicita autorizzazione

Rev.	Data	Descrizione	Verifica	Autorizzazione
A	08/07/2015	Emissione per applicazione	 M. Testa	 D. Carillo

INDICE

I	PARTE I.....	3
I.1	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....	3
I.2	DOCUMENTAZIONE CORRELATA.....	3
I.3	DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI	6
II	PARTE II.....	8
II.1	GENERALITA'	8
II.2	GESTIONE DELLA FORNITURA.....	9
II.3	FABBRICAZIONE	9
II.3.1	BARRE LAMINATE	11
II.3.2	SOVRA LUNGHEZZE	12
II.3.3	CUSCINETTI, BLOCCHI E GUANCE	12
II.3.4	COPPIE DI SERRAGGIO	13
II.4	TOLLERANZE	16
II.4.1	TOLLERANZE CONTRAGO	17
II.4.2	TOLLERANZE AGO.....	17
II.4.3	TOLLERANZE COPPIA AGO-CONTRAGO	18
II.4.4	TOLLERANZE TELAIO AGHI.....	18
II.4.5	TOLLERANZE PER I CUORI SEMPLICI DI ROTAIA.....	25
II.4.6	TOLLERANZE PER LE CONTROROTAIE DEI CUORI SEMPLICI	30
II.4.7	TOLLERANZE PER I CUORI DOPPI.....	32
II.5	PROTEZIONE	37
II.6	MARCATURA.....	37
II.7	VERIFICHE SUL PRODOTTO: TIPO, NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE.....	37
II.7.1	CONTROLLI IN ACCETTAZIONE DEI COMPONENTI	38
II.7.2	CONTROLLI SUL PRODOTTO.....	38
II.8	IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE	38
II.9	GARANZIA	39

I PARTE I

I.1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente Specifica Tecnica di Fornitura definisce i requisiti per la fabbricazione degli apparecchi del binario per armamento 50E5 e 60E1 realizzati sia con cuori di rotaia che con cuori in acciaio fuso al manganese.

Il documento definisce inoltre:

- gli obblighi del Fornitore
- le Specifiche Tecniche di riferimento dei materiali componenti
- tipo, numerosità e criteri di accettazione delle prove per la produzione di serie.

Il documento si applica alle forniture dirette o indirette ad RFI dei seguenti apparecchi del binario: scambi, intersezioni, scambi intersezione, apparecchi di dilatazione, realizzati secondo disegni FS.

Nel caso in cui RFI richieda al Fornitore la progettazione di un particolare apparecchio del binario, le caratteristiche del progetto sono indicate in ambito contrattuale; il progetto deve essere redatto secondo le norme serie UNI EN 13232 e deve essere sottoposto all'approvazione preventiva di RFI; per la fabbricazione di tali apparecchi del binario si applica la presente Specifica Tecnica.

Il documento si applica inoltre alle forniture dirette o indirette ad RFI di singole parti dell'apparecchio del binario quali:

- coppie ago contrago
- telaio degli aghi
- rotaie intermedie isolanti
- cuori di rotaia
- controrotaie.

Il documento non si applica alle forniture di scambi con cuore a punta mobile, in quanto disciplinate da apposite STF.

I.2 DOCUMENTAZIONE CORRELATA

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

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 06 011 A**

FOGLIO
4 di 39

UNI EN ISO 9000	Sistemi di gestione per la qualità – Fondamenti e vocabolario
UNI EN ISO 9001	Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti
DI QUA SP AQ 004	Specifica di Assicurazione Qualità “Prescrizioni per la gestione di forniture di prodotti sulla base di documenti di pianificazione della qualità”
UNI EN 13232-1	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi ed incroci - Definizioni
UNI EN 13232-2	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi e incroci - Parte 2: Requisiti per il progetto geometrico
UNI EN 13232-3	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi e incroci - Parte 3: Requisiti per l'interazione ruota/rotaia
UNI EN 13232-4	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi e incroci - Parte 4: Manovra, bloccaggio e controllo
UNI EN 13232-5	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi e incroci - Parte 5: Scambi
UNI EN 13232-6	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi e incroci - Parte 6: Cuori fissi semplici e doppi per incroci
UNI EN 13232-8	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi e incroci - Parte 8: Dispositivi di dilatazione
UNI EN 13232-9	Applicazioni ferroviarie - Binario - Scambi e incroci - Parte 9: Assieme complessivo
UNI EN 13715	Applicazioni ferroviarie - Sale montate e carrelli - Ruote - Profilo di rotolamento
UNI EN 13803-2	Applicazioni ferroviarie - Binario - Parametri di progettazione dei tracciati del binario - Scartamento del binario 1 435 mm e maggiore - Parte 2: Scambi e incroci e situazioni di progettazione del tracciato paragonabili con cambi di curvatura discontinui
UNI EN 15313	Applicazioni ferroviarie - Requisiti per l'impiego in esercizio delle sale montate - Manutenzione delle sale montate in esercizio e fuori opera
UIC 505-1	Railway transport stock — Rolling stock construction gauge
UIC 505-4	Effects of the application of the kinematic gauges defined in the 505 series of leaflets on the positioning of structures in relation to the tracks and of the tracks in relation to each other
UIC 510-2	Trailing stock — Conditions concerning the use of wheels of various diameters with running gear of different types

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 06 011 A**

FOGLIO
5 di 39

RFI TCAR SF AR 02 001	Rotaie e barre per aghi
RFI TCAR SF AR 02 002	Controrotaie
RFI TCAR SP AR 03 003	Traversoni e traverse speciali in calcestruzzo vibrato, armato e precompresso per apparecchi del binario
RFI TCAR SF AR 03 004	Traversoni metallici per sistemi di manovra armamento 60 E1
RFI TCAR SF AR 03 005	Traversoni in legno per apparecchi del binario, legnami per ponti e traverse di legno
RFI TCAR SP AR 05 002	Sottopiastre in polietilene ad alta densità
RFI TCAR SP AR 05 003	Kit completo piastre controrotaie 33C1
RFI TCAR SF AR 05 004	Kit completo cuscinetti elastici ed autolubrificanti
RFI TCAR SF AR 05 005	Caviglie per armamento ferroviario
RFI TCAR SF AR 05 006	Piastrine per armamento ferroviario
RFI TCAR SF AR 05 007	Piastre e piastroni per armamento ferroviario
RFI TCAR SF AR 05 008	Chiavarde per armamento ferroviario
RFI TCAR SF AR 05 009	Blocchi per armamento ferroviario
RFI TCAR SF AR 05 011	Kit completo piastra per controrotaia 33C1 marca 60P.810U
RFI TCAR SF AR 06 005	Lubrificanti speciali per i cuscinetti di scorrimento del telaio degli aghi dei deviatori
RFI TCAR SF AR 06 006	Aghi grezzi per armamento UIC 60
RFI TCAR SF AR 06 010	Cuori in acciaio fuso al manganese
RFI TCAR SF AR 07 002	Kit per la fabbricazione delle giunzioni incollate
RFI TCAR SF AR 07 003	Chiodi, completi di collare e rosette piane, per la fabbricazione di giunzioni incollate isolanti
RFI TCAR SF AR 07 004	Ganasce per armamento ferroviario
II-M-6	Specifiche tecniche per la fornitura di rosette elastiche doppie ondulate per armamenti ferroviari
II-D-4	Condizioni tecniche per la fornitura di cuscinetti e guance per deviatori ferroviari
II-S-16	Specifiche tecniche per la fornitura di piastre di gomma sottorotaia scanalate

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 06 011 A**

FOGLIO
6 di 39

ST02 Vossloh	Sistema Elastico di Fissaggio tipo Skl 3, Skl 12, Skl 16, Skl 24
RFI TCAR ST AR 06 001	Istruzione Tecnica Cuscinetti 60C28U elastici ed autolubrificanti per scambi di nuova generazione
RFI TCAR ST AR 06 004	Istruzione Tecnica Apparecchi del Binario su traversoni in cap di nuova generazione
Istruzione 60/f	Armamento dei binari – rosette elastiche
RFI DMA PS IFS 042	Procedura Operativa per la Fabbricazione e gestione delle giunzioni isolanti incollate
TC.C/A/011131	Istruzione Tecnica per le giunzioni incollate di rotaia e per gli incollaggi di cuori monoblocco in acciaio fuso al Mn di deviatori – Fabbricazione – posa in opera e connessi provvedimenti per il binario
UNI EN 10204	Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo
UNI EN ISO 10025-1	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali Parte 1 : Condizioni tecniche generali di fornitura
UNI EN ISO 10025-2	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali Parte 2 : Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
UNI EN 1461+EC1	Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova
UNI EN ISO/IEC 17050-1	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 1: Requisiti generali
UNI EN ISO/IEC 17050-2	Valutazione della conformità - Dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore - Parte 2: Documentazione di supporto
Disegni FS/RFI di riferimento	

I.3 DEFINIZIONI E ABBREVIAZIONI

Committente o Cliente	RFI
Fornitore	Organizzazione o Persona che fornisce un prodotto al Cliente
Subfornitore	Organizzazione o Persona che fornisce un prodotto al Fornitore
Prodotto	Apparecchio del binario o sue parti (coppie ago contrago, telaio degli aghi, rotaie intermedie isolanti, cuori di rotaia, controrotaie, ecc)
Apparecchio del binario	Uno dei seguenti dispositivi di armamento: scambio, intersezione, scambio intersezione, apparecchio di dilatazione

SPECIFICA TECNICA DI FORNITURA

Codifica: **RFI TCAR SF AR 06 011 A**

FOGLIO
7 di 39

Componente	Ogni singolo materiale che viene utilizzato per la fabbricazione del prodotto
Registrazione	Documento che riporta i risultati ottenuti a seguito di esecuzione di prove o verifiche, o fornisce evidenza delle attività svolte
Piani di steccatura	Superfici delle rotaie che sono in contatto con le ganasce di giunzione, guance e blocchi
Tavola di rotolamento	Superficie superiore del fungo
Superficie di rotolamento	Piano tangente alla superficie di rotolamento nel punto di misura
Piano di riferimento	Piano parallelo alla superficie di rotolamento situato 14 mm al disotto della stessa. Il piano è utilizzato per la progettazione, lavorazioni e misurazioni
Intervallo o gola	Distanze misurate tra zampe di lepre, zampe di lepre e punta del cuore, zampe di lepre e controrotaia, punta del cuore e controrotaia, ago e contrago, controrotaia e rotaia unita alla controrotaia; si applica la definizione di cui alle norme serie UNI EN13232
Barre laminate	Barre di rotaie, barre per ago e barre per controrotaia
Semitelaio di apparecchio di dilatazione	Parte del telaio dell'apparecchio di dilatazione costituita da ago e contrago accoppiati tra loro
PFC	Piano di fabbricazione e controllo
PdQ	Piano della qualità
RFI	Rete Ferroviaria Italiana
FS	Ferrovie dello Stato Italiane
STF	Specifiche Tecniche di Fornitura
NC	Non Conformità
DC	Dichiarazione di Conformità
SGQ	Sistema di Gestione per la Qualità

II PARTE II

II.1 GENERALITA'

Il prodotto deve essere realizzato secondo i disegni FS/ RFI di riferimento.

Gli apparecchi del binario dell'armamento ferroviario 60E1 attrezzati con la nuova componentistica: kit di cuscinetti elastici autolubrificanti, controrotaie 33C1, cuori semplici e doppi in acciaio fuso al Manganese ed estremità saldabili, sono denominati apparecchi del binario di nuova generazione.

Gli apparecchi del binario che sono attrezzati con la componentistica di vecchia generazione sono denominati apparecchi del binario di tipo tradizionale.

Tutti i componenti approvvigionati dal Fornitore per la fabbricazione e l'assemblaggio degli apparecchi del binario devono essere allo stato nuovo e devono essere conformi alle relative STF di RFI.

Il Fornitore deve utilizzare esclusivamente componenti omologati (o prequalificati) da RFI nel caso in cui ciò sia richiesto dalle STF di RFI.

Tutti i componenti utilizzati per la realizzazione del prodotto oggetto della presente STF acquisiti in regime di AQ non esonerano il Fornitore dalle responsabilità derivanti dalla non rispondenza delle caratteristiche dichiarate per ogni singolo materiale utilizzato.

In base a quanto stabilito contrattualmente, i componenti possono essere acquisiti direttamente dal Fornitore dell'apparecchio del binario o essere dati al Fornitore, in conto trasformazione, da RFI.

La qualità dei componenti, se acquisiti direttamente dal Fornitore, deve essere sempre attestata da apposita documentazione di registrazione della qualità e relativa DC.

I componenti utilizzati devono essere rintracciabili e correlabili ai relativi bollettini prove e DC.

I materiali componenti forniti in conto trasformazione da RFI, prima del loro impiego, devono essere verificati dal Fornitore ed in caso di NC non devono essere utilizzati per la realizzazione del prodotto; la NC deve essere notificata ad RFI per le determinazioni del caso.

Qualora le lavorazioni eseguite dal Fornitore su materiali componenti forniti da RFI risultassero non conformi, i costi del componente in sostituzione sono addebitati al Fornitore.

In ogni caso non sono ammesse riparazioni a mezzo di apporto di metallo.

E' responsabilità del Fornitore provvedere affinché i componenti ed il prodotto siano opportunamente movimentati e stoccati al fine di evitare eventuali danneggiamenti o

deterioramenti.

Come indicato nell'Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 06 004, quando su un traversone in legno sono montate piastre per controrotaia 33C1 marca 60P583U, che sono di altezza 20 mm, è necessario spessorare le altre piastre di armamento che poggiano sullo stesso traversone per mantenere costante la quota del piano del ferro. Per fare questo si utilizzano apposite sottopiastre in acciaio S235JR UNI EN 10025 di altezza 5 mm zincate a caldo secondo UNI EN 1461 (vedere disegno FS9816 e altri disegni di riferimento). La marca della sottopiastra in ferro è "Spfe" seguita dalla marca della piastra in corrispondenza della quale va montata. Per quanto sopra, qualora richiesto contrattualmente, il Fornitore deve provvedere anche alla realizzazione e fornitura delle serie di sottopiastre di spessoramento in ferro.

II.2 GESTIONE DELLA FORNITURA

La fornitura del prodotto deve essere espletata da Fornitori operanti con un SGQ certificato, con le modalità previste dalla Specifica di Assicurazione Qualità DI QUA SP AQ 004.

All'atto di ogni spedizione il Fornitore deve inviare al Committente la DC, di cui alla Norma UNI EN ISO/IEC 17050, corredata di tutta la documentazione di registrazione della qualità, riportante i risultati delle verifiche eseguite sul prodotto oggetto delle spedizioni.

Tutta la documentazione emessa a fronte di prove e controlli sia in accettazione sui materiali componenti, sia durante la produzione di serie, deve essere conservata presso lo stabilimento del Fornitore per un periodo non inferiore a 10 anni; tale documentazione deve essere posta in visione agli incaricati di RFI ogni volta che ne facciano richiesta.

II.3 FABBRICAZIONE

Il Fornitore deve provvedere alla corretta lavorazione dei componenti secondo quanto previsto nei rispettivi disegni FS.

Le lavorazioni destinate ad asportare materiale devono essere effettuate esclusivamente alla macchina utensile per asportazione di truciolo.

Le piegature devono essere eseguite a freddo.

Le operazioni di taglio devono essere eseguite solo con mezzi meccanici (sega a nastro o disco).

Gli spigoli vivi devono essere raccordati alla mola o alla macchina utensile.

I fori devono essere realizzati esclusivamente mediante lavorazione meccanica e devono essere cianfrinati su entrambi i lati.

Tutte le lavorazioni eseguite non devono causare danneggiamenti meccanici o termici.

I componenti utilizzati devono corrispondere nella forma e nelle dimensioni ai rispettivi disegni di riferimento.

Per materiali soggetti ad omologazione (o prequalifica) quali: le molle dei sistemi di attacco, cuscinetti elastici ed autolubrificanti, piastre per controrotaia ecc., i disegni di riferimento sono quelli del Fornitore del componente, indicati nell'attestato di omologazione rilasciato da RFI.

Qualora richiesto contrattualmente, il Fornitore deve provvedere alla curvatura dei componenti in conformità alla richiesta.

Le Giunzioni Isolanti Incollate devono essere realizzate nel rispetto delle relative Istruzioni Tecniche RFI di cui al punto I.2 .

Il montaggio del prodotto deve essere eseguito su appositi piani opportunamente predisposti in funzione della tipologia dell'apparecchio del binario.

Salvo diversa prescrizione contrattuale, le seguenti parti degli apparecchi del binario devono essere montate come di seguito descritto:

- i cuori devono essere completamente assemblati, completi di ogni singolo componente accessorio incluse piastre e relativi organi di attacco
- le controrotaie, ad eccezione di quelle profilo 33C1, devono essere completamente assemblate alla rotaia unita, completa di ogni singolo componente accessorio, incluse piastre e relativi organi di attacco
- gli aghi devono essere assemblati ai rispettivi contraghi, completi di ogni singolo componente accessorio, inclusi cuscinetti, piastre e relativi organi di attacco.

Per facilitare il montaggio dell'apparecchio del binario in opera, sulle soles dei contraghi e delle rotaie deve essere marcata a vernice la posizione dell'asse di ciascun cuscinetto e ciascuna piastra montata come sopra dettagliato.

Sulle barre laminare deve essere riportata a vernice, in posizione visibile, la marca del componente indicata nei disegni FS.

Su ciascun contrago, in corrispondenza del fianco del fungo, lato esterno binario, deve essere marcata mediante bulinatura la posizione teorica della punta reale dell'ago.

Per i cuori semplici di rotaia su una piegata a gomito (zampa di lepre), in corrispondenza del fianco del fungo, lato esterno della gola, deve essere marcata mediante bulinatura la posizione

teorica della punta matematica del cuore.

Per i cuori doppi di rotaia sulla parte superiore della controrotaia deve essere marcata mediante bulinatura la posizione teorica del punto di piega (vertice) del cuore doppio. Inoltre rispetto a tale punto deve essere marcata, da entrambi i lati, la posizione per la misura delle quote di libero passaggio; detti punti di misura si trovano: a 40 mm dal vertice per i cuori doppi tg 0,12; a 62 mm dal vertice per i cuori doppi tg 0,185; a 68 mm dal vertice per i cuori doppi tg 0,202; a 81 mm dal vertice per i cuori doppi tg 0,243.

Per tutti gli apparecchi del binario gli aghi devono risultare privi di tensione in posizione accosta al relativo contrago.

Per le sole tipologie di apparecchi del binario indicate in tabella 1 gli aghi invece devono risultare privi di tensione in posizione discosta, attraverso una operazione di piegatura a freddo eseguita su più punti in corrispondenza della parte flessibile (cerniera) dell'ago.

Tipologia di apparecchio	Prescrizioni per la verifica
S 60E1 / 170 / 0,12	Ad assemblaggio avvenuto, l'ago, liberato dagli attriti sui cuscinetti, deve risultare privo di tensione in posizione discosta: con la punta dell'ago aperta di 160 mm rispetto al contrago, l'intervallo minimo tra ago e contrago deve essere almeno di 62 mm (valore ottenuto come media di tre misure effettuate aprendo tre volte l'ago)
S 60E1/ 250 / 0,12 - 0,092	
SI 60E1/ 170 / 0,12 /Sp o Dp	

Tabella 1 – aghi privi di tensione in posizione discosta

II.3.1 BARRE LAMINATE

Le barre laminate per la produzione di apparecchi del binario devono essere in acciaio di qualità R260.

Il piano di riferimento per le lavorazioni da eseguire su rotaie, barre per ago e controrotaie è quello definito al punto I.3.

Deve essere controllata la rettilineità delle barre laminate prima delle relative lavorazioni; se del caso le barre devono essere accuratamente raddrizzate rispetto ai piani orizzontali e verticali; la medesima operazione di raddrizzamento deve essere eseguita, se necessario, anche dopo le lavorazioni e prima del montaggio finale.

Non sono ammesse operazioni di aggiustaggio a mezzo mola di lavorazioni meccaniche effettuate sulle barre laminate.

Gli elementi che costituiscono un unico cuore di rotaia (punta, contropunta e piegate a gomito) devono essere ricavati da un'unica rotaia.

All'atto dell'assemblaggio dei componenti deve essere verificato che non ci siano interferenze di montaggio tra le scritte in rilievo di laminazione sulle barre laminate ed i vari componenti; in caso contrario le scritte devono essere rimosse con molatura.

A lavorazioni eseguite gli spigoli delle soles degli aghi, contraghi, controrotaie e rotaie in genere, devono essere smussati almeno di 3 mm x 45°; tutti gli spigoli vivi devono essere raccordati.

II.3.2 SOVRA LUNGHEZZE

Qualora richiesto contrattualmente, per forniture di parti di ricambio degli apparecchi del binario (coppie ago contrago, rotaie intermedie isolanti, cuori di rotaia, rotaia unita alla controrotaia), le parti devono essere realizzate sempre in conformità ai disegni di riferimento ma la lunghezza nominale delle barre laminate deve essere aumentate come dettagliato in tabella 2.

Il tratto di sovra lunghezza deve essere verniciato di colore bianco. La marca dei componenti rimane invariata.

Non si applicano sovra lunghezze ai cuori doppi di scambi intersezione.

Coppia ago contrago	Sovra lunghezza
contrago	600 mm da entrambi i lati
ago	600 mm
Cuore semplice	
punta e contropunta	600 mm
piegate a gomito	600 mm
Cuore doppio di intersezione	
punte	600 mm
rotaia piegata	600 mm da entrambi i lati
Intermedie isolanti	600 mm da entrambi i lati
Rotaia unita alla controrotaia	600 mm da entrambi i lati

Tabella 2 – sovra lunghezze

II.3.3 CUSCINETTI, BLOCCHI E GUANCE

I blocchi e le guance devono essere lavorati con asportazione del sovrmetalto; la lavorazione necessaria è strettamente legata alle quote effettive delle barre con le quali vengono accoppiati.

Deve essere garantito un accoppiamento preciso e serrato per tutta l'estensione delle superfici di contatto, i blocchi e le guance devono risultare steccanti per l'intera lunghezza.

I cuscinetti destinati agli apparecchi del binario di nuova generazione non richiedono lavorazioni di aggiustaggio; per il montaggio dei deve essere applicato quanto previsto dall'Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 06 001.

I cuscinetti destinati agli apparecchi del binario di tipo tradizionale, quando necessario, devono essere accuratamente raddrizzati e spianati alla base prima di essere sottoposti alle seguenti lavorazioni:

- i cuscinetti per armamento 50E5 devono essere lavorati con asportazione del sovrametallo nelle superfici di appoggio delle soles dell'ago, del contrago e nella superficie di contatto con il gambo del contrago
- i cuscinetti per armamento 60E1 devono essere lavorati con asportazione del sovrametallo nelle superfici di appoggio delle soles dell'ago, del contrago e nella superficie di contatto con la guancia; l'incavo per l'alloggiamento della suola del contrago deve essere ottenuto mediante fresatura.

Nei cuscinetti destinati agli apparecchi del binario di tipo tradizionale, le superfici di appoggio dell'ago e del contrago devono essere lavorate con grado di rugosità non superiore a 6,3 Ra e devono risultare parallele al piano di base dei cuscinetti; sulle distanze reciproche tra detti piani è ammessa una tolleranza di $\pm 0,2$ mm.

Le superfici dei cuscinetti e piastre su cui scorrono gli aghi, fatta eccezione per i cuscinetti di tipo autolubrificante, devono essere lubrificate. Il tipo di lubrificante deve essere tra quelli omologati da RFI.

II.3.4 COPPIE DI SERRAGGIO

Il serraggio degli organi di attacco e delle chiavarde di ancoraggio e di giunzione deve essere eseguito come descritto di seguito.

Per il serraggio degli organi di attacco dei cuscinetti autolubrificanti si deve fare riferimento all'Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 06 001.

Secondo quanto riportato nella Specifica Tecnica Vossloh ST02, relativa ai sistemi elastici di fissaggio tipo Skl 3 e Skl 12, la posizione di installazione corretta si ottiene allorché la parte

centrale della molla appoggia sulla suola della rotaia. Questo avviene utilizzando per lo stringimento del dado una coppia di serraggio di circa $180 \div 200$ Nm.

Considerato comunque che per eventuali attriti tra dado e chiavarda (ruggine, tolleranze ecc.), potrebbe essere necessario un maggiore sforzo, è suggerito comunque di verificare visivamente la prima condizione: quando la parte centrale della molla appoggia sulla suola della rotaia non deve essere applicata ulteriore coppia di serraggio al fine di non indurre sovraccarichi e conseguenti deformazioni.

La tolleranza applicabile sulla posizione della parte centrale della molla è pari ad un sollevamento massimo di 2 mm.



Per il serraggio della controrotaia 33C1 viene impiegato un dado autobloccante M22; a seconda del fornitore del kit completo della piastra per controrotaia, sono attualmente in uso i seguenti dadi:

- dado Vargal Gally: la coppia di serraggio è 500 Nm
- dado Eurogamma FH: la coppia di serraggio è 790 Nm.

Per i collegamenti che prevedono il montaggio di rosette elastiche si applica quanto previsto nell'Istruzione 60/f.

Per i collegamenti che non prevedono l'impiego di rosette elastiche le coppie di serraggio sono riportate di seguito in funzione del diametro e della classe della vite e dado.

Diametro [mm]	Classe vite / dado	
	5.6 / 5	10.9 / 10
	Coppia di serraggio [Nm]	
M22	320	747
M24	407	949

Tabella 3 – coppie di serraggio

II.4 TOLLERANZE

Di seguito sono indicate le tolleranze sulle dimensioni critiche che devono essere verificate; il controllo deve essere registrato. Le tolleranze sono riferite a misurazioni effettuate in officina a temperature ambiente.

Le tolleranze, sulle singole parti che costituiscono il prodotto, relative a grandezze non rappresentate graficamente nelle successive figure sono riportate in tabella 4.

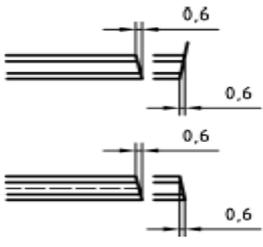
Descrizioni delle grandezze non rappresentate graficamente	Tolleranza
Distanza tra punta reale ed estremità delle piegate a gomito dei cuori di rotaia	± 3 mm
Planarità della superficie inferiore dell'ago	1 mm
Diametro dei fori	+ 1 mm - 0,5 mm
Posizione longitudinale dell'asse dei fori rispetto alla testata del relativo laminato	$\pm 1,5$ mm
Posizione dell'asse dei fori rispetto alla superficie di steccatura su aghi e contraghi ed elementi di apparecchi di dilatazione	± 1 mm
Cianfrinatura dei fori	min. 1 mm
Superficie di steccatura (si applica solo a superfici di steccatura lavorate)	Conforme alla sezione del laminato
Ortogonalità delle testate	
Posizione della punta dell'ago rispetto al contrago	± 2 mm
Massima rugosità delle superfici lavorate di contatto con la ruota	Ra 6,3
Massima rugosità nelle rimanenti superfici lavorate (fatto salvo quanto previsto al punto II.3.3)	Ra 12,5
Vedere punto II.3.3 per i controlli da eseguire sui cuscinetti blocchi e guance	

Tabella 4 – Tolleranze su grandezze non rappresentate graficamente

Nelle seguenti tabelle da 5 a 11, sono riportate le tolleranze da verificare sulle singole parti che costituiscono il prodotto relative a grandezze rappresentate graficamente nelle successive figure.

II.4.1 TOLLERANZE CONTRAGO

CONTRAGO			
Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
<i>LS</i>	1 e 2	Lunghezza totale del contrago con lunghezza fino a 24000 mm	± 3 mm
		Lunghezza totale del contrago con lunghezza oltre 24000 mm	± 4 mm
<i>SR</i>	3	Allineamento fila direttrice:	
		a) retta e curva – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica	± 1 mm
		b) retta e curva – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica su base 1500 mm	± 0,5 mm
<i>HM</i>	4	Distanza tra la suola del contrago e il piano di riferimento delle lavorazioni	± 0,5 ^a mm
<i>IM</i>		Inclinazione della superficie lavorata di contatto con l'ago	± 0,5°
^a più tolleranza in altezza del laminato			

Tabella 5 - Tolleranze contrago

II.4.2 TOLLERANZE AGO

AGO			
Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
<i>LA</i>	1 e 2	Lunghezza totale dell'ago con lunghezza fino a 24000 mm	± 3 mm
		Lunghezza totale dell'ago con lunghezza oltre 24000 mm	± 4 mm
		Lunghezza totale aghi saldati doppi	± 5 mm
<i>SR</i>	3	Allineamento fila direttrice:	
		a) retta e curva – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica	± 1 mm
		b) retta e curva – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica su base 1500 mm	± 0,5 mm
<i>HM</i>	5	Altezza della lavorazione sulla superficie di contatto	± 0,5 ^a mm
<i>TM</i>		Spessore dell'ago nella zona lavorata in corrispondenza del piano di riferimento (da verificare in min. 3 punti o ogni 1,5 m)	± 0,5 mm
<i>IM</i>		Inclinazione della superficie lavorata di contatto con il contrago	± 0,5°
^a più tolleranza in altezza del laminato			

Tabella 6 - Tolleranze ago

II.4.3 TOLLERANZE COPPIA AGO-CONTRAGO

COPPIA AGO CONTRAGO			
Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
<i>SH</i>	1	Apertura delle file direttrici al tallone tra l'ago ed il contrago	± 2 mm
<i>CH</i>	6	Tolleranza sul contatto tra ago e contrago nelle parti lavorate (per la verifica l'ago deve essere bloccato al contrago ai punti di manovra)	max. 1 mm
<i>CP</i>	7	Tolleranza sul contatto tra suola dell'ago e superficie di scorrimento del cuscinetto	max. 1 mm
<i>CS</i>	8	Tolleranza sul contatto tra il gambo dell'ago ed i blocchi di appoggio (durante la verifica l'ago deve essere bloccato al contrago ai punti di manovra)	max. 1 mm
<i>f_f</i>	10	intervallo minimo tra ago e contrago per apparecchi di tabella 1) par. II.3	≥ 62 mm

Tabella 7 - Tolleranze coppia ago-contrago

II.4.4 TOLLERANZE TELAIO AGHI

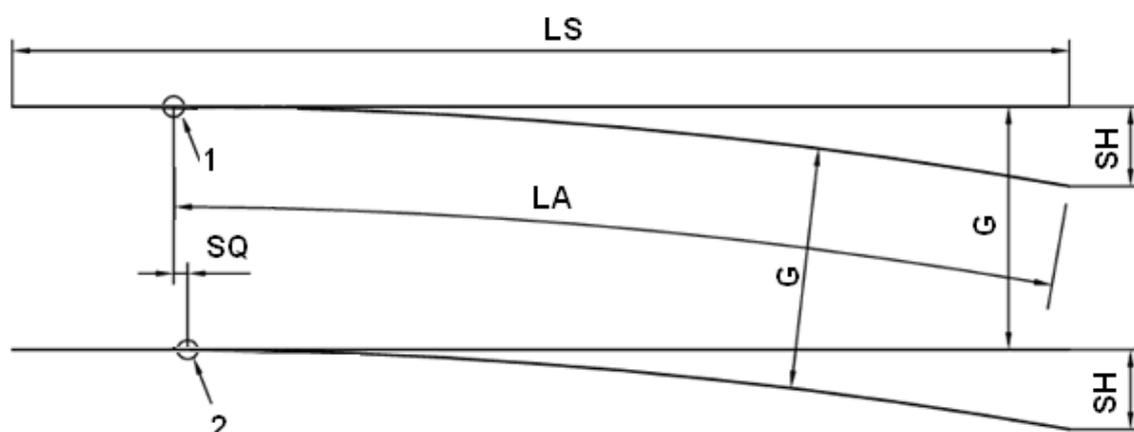
TELAIO AGHI			
Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
<i>SQ</i>	1	Tolleranza sulla posizione relativa delle punte degli aghi (da controllare solo per telaio completo montato su traversoni)	± 2 mm
<i>G</i>		Scartamento (da controllare solo per telaio completo montato su traversoni)	± 1 mm

Tabella 8 - Tolleranze telaio aghi

SEMITELAIO DI APPARECCHIO DI DILATAZIONE

Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
<i>L</i>	2	Lunghezza totale (fino a 24000 mm)	± 6 mm
		Lunghezza totale (oltre 24000 mm)	± 8 mm
<i>SR</i>	3	Allineamento fila direttrice: a) retta e curva – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica	± 1 mm
		b) retta e curva – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica su base 1500 mm	± 0,5 mm
<i>CP</i>	7	Tolleranza sul contatto tra suola e superficie di scorrimento	1 mm
<i>CH</i>	9	Tolleranza sul contatto tra ago e contrago	max. 0,5 mm
<i>LC1+LC2</i>		Gioco laterale in corrispondenza delle guance	+ 1,5 mm + 0,5 mm

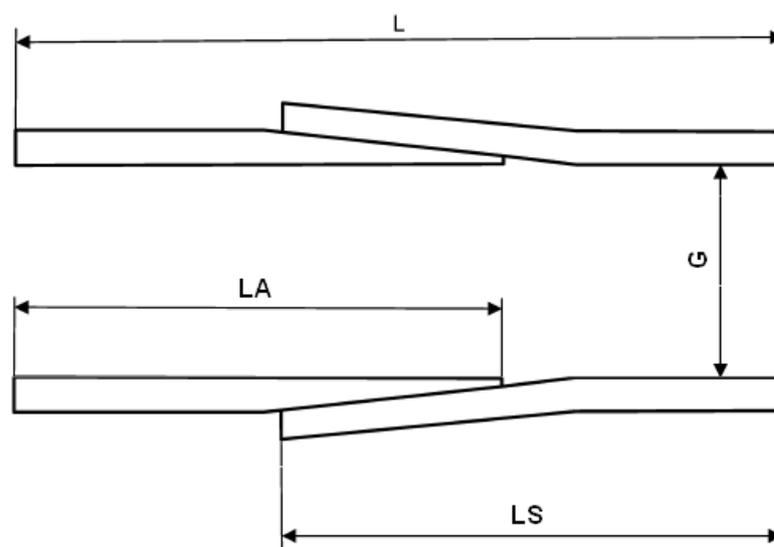
Tabella 9 - Tolleranze semitelaio di apparecchio di dilatazione



Legenda:

- LA Lunghezza totale dell'ago
- LS Lunghezza totale del contrago
- SH Apertura delle file direttrici al tallone tra l'ago ed il contrago
- SQ Squadro delle punte degli aghi
- G Scartamento
- 1 Punta reale ago curvo
- 2 Punta reale ago retto

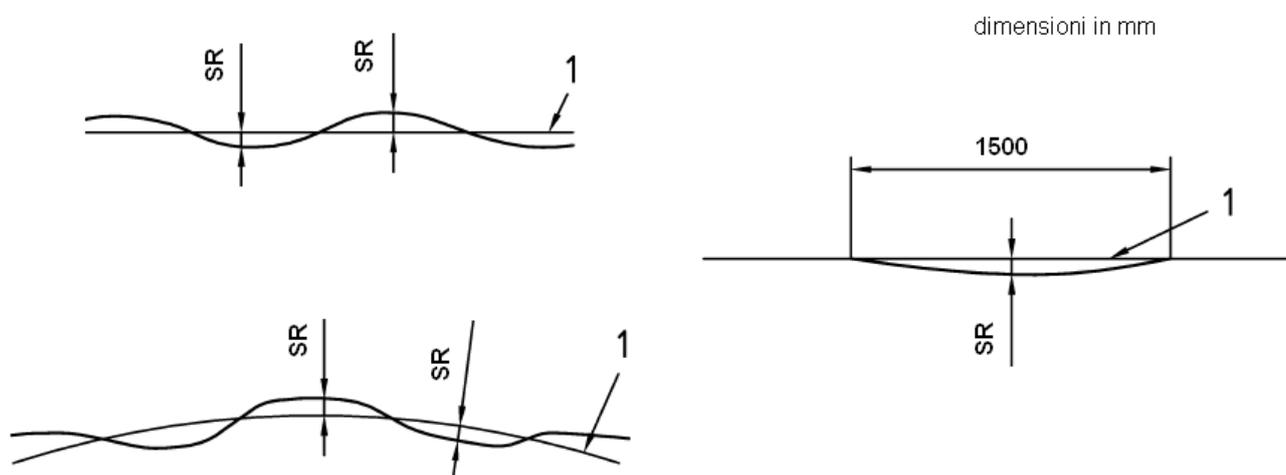
Figura 1 - coppie ago contrago e telaio montato su traversoni



Legenda:

- LA Lunghezza totale dell'ago
- LS Lunghezza totale del contrago
- L Lunghezza totale dell'apparecchio
- G Scartamento

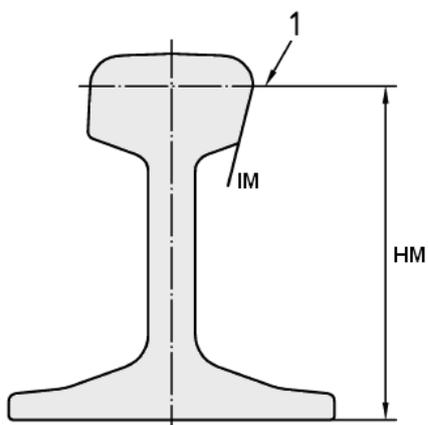
Figura 2 - coppie ago contrago e telaio di apparecchio di dilatazione



Legenda:

- 1 Fila direttrice teorica
- SR Tolleranza posizione fila direttrice reale

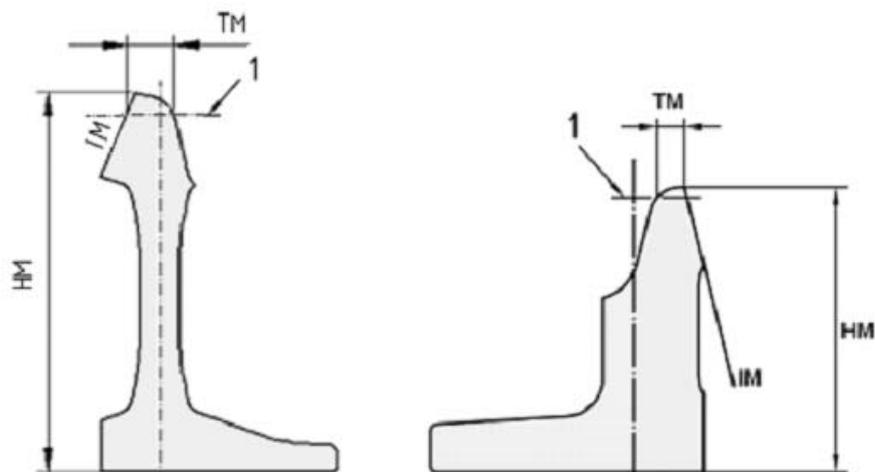
Figura 3 - allineamento file direttrici



Legenda:

- 1 Piano di riferimento per le lavorazioni del contrago
- IM Inclinazione della superficie lavorata di contatto con l'ago
- HM Distanza tra la suola del contrago e il piano di riferimento delle lavorazioni

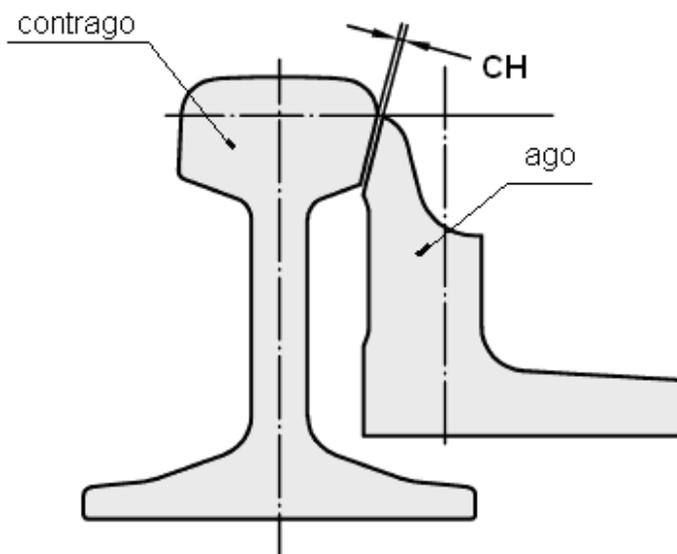
Figura 4 – contrago



Legenda:

- 1 Piano di riferimento per le lavorazioni
- IM Inclinazione della superficie lavorata di contatto con il contrago
- HM Altezza della lavorazione sulla superficie di contatto
- TM Spessore dell'ago in corrispondenza del piano di riferimento

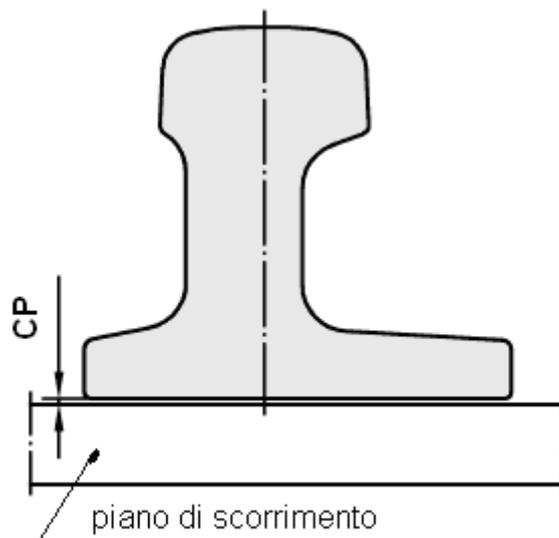
Figura 5 – ago



Legenda:

- CH Tolleranza al contatto tra ago e contrago

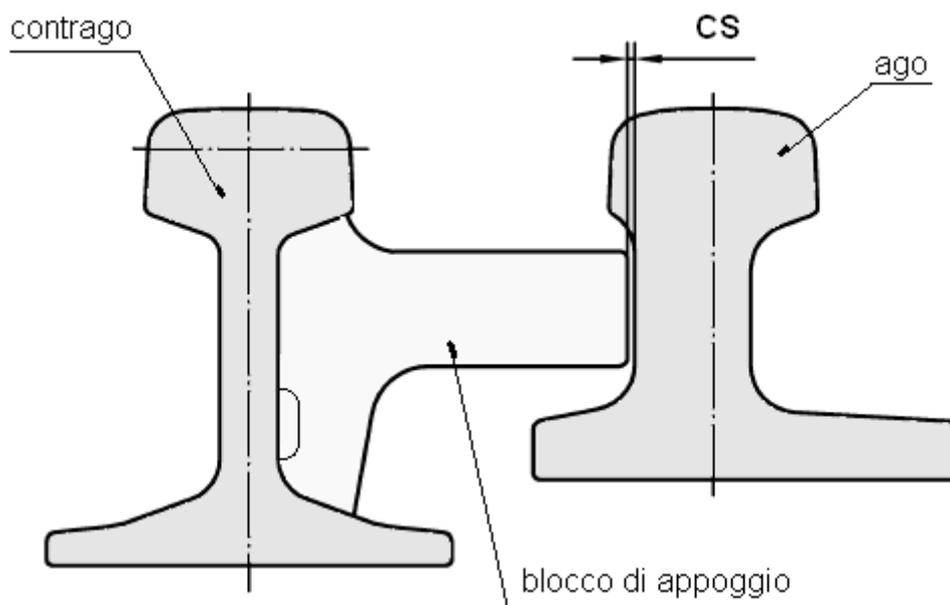
Figura 6 – contatto ago contrago



Legenda:

CP Tolleranza al contatto tra suola dell'ago e superficie di scorrimento del cuscinetto

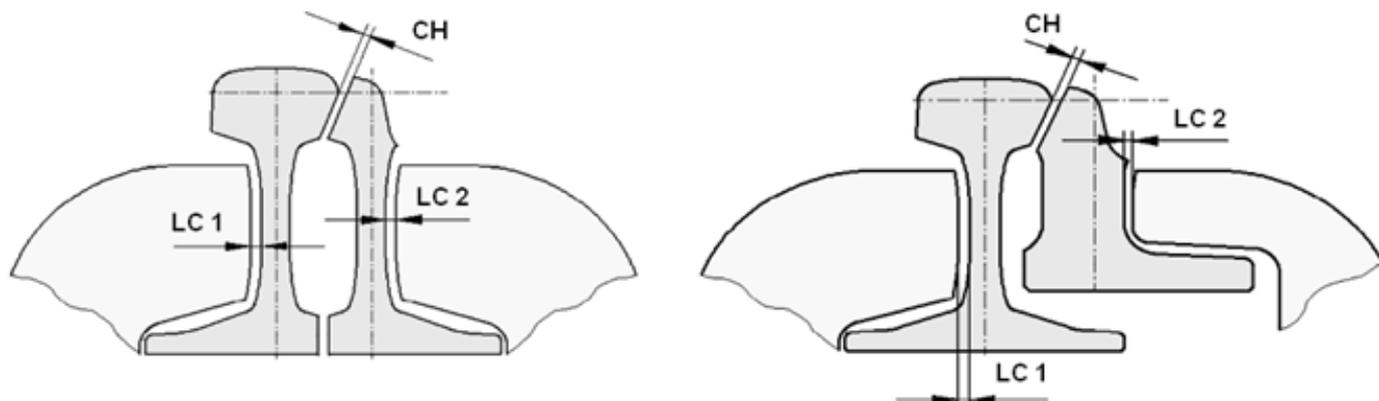
Figura 7 – contatto ago superficie di scorrimento



Legenda:

CS Tolleranza al contatto tra il gambo dell'ago ed i blocchi di appoggio

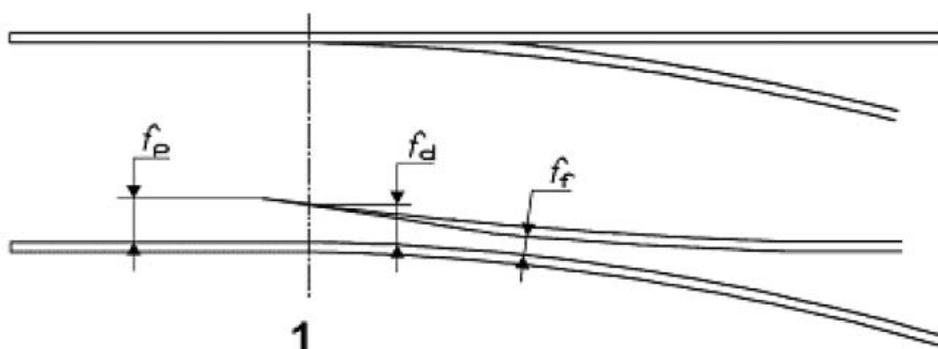
Figura 8 – contatto tra ago e blocco



Legenda:

- CH Tolleranza sul contatto tra ago e conrago
- LC Gioco laterale in corrispondenza delle guance
1
- LC Gioco laterale in corrispondenza delle guance
2

Figura 9 – apparecchio di dilatazione - contatto ago conrago e gioco laterale



Legenda:

- 1 Punto di manovra
- f_p Intervallo in punta ago
- f_d Intervallo nel punto di manovra
- f_f Intervallo minimo tra ago e conrago

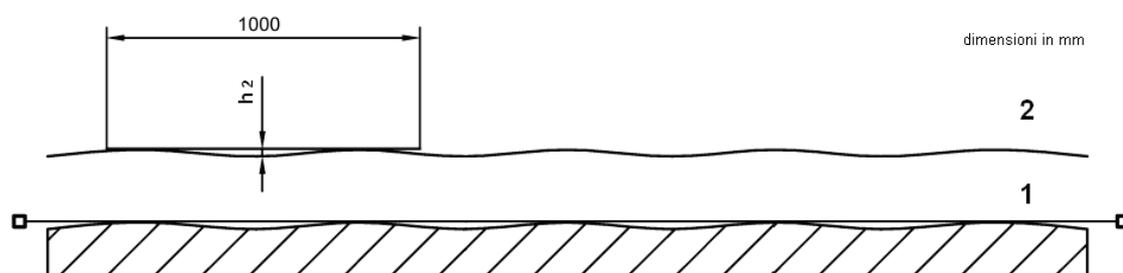
Figura 10 – intervallo minimo tra ago e conrago

II.4.5 TOLLERANZE PER I CUORI SEMPLICI DI ROTAIA

CUORI SEMPLICI			
Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
h_2	11	Planarità della tavola di rotolamento misurata su base 1000 mm	0,2 mm
h_3	12	Planarità parte inferiore: tolleranza di ogni supporto (piastre) rispetto al piano di riferimento, realizzato tra i due traversoni di estremità	2 mm
l_6	13	Lunghezza tra punta reale ed estremità di ingresso del cuore	± 2 mm
l_7		Lunghezza tra punta reale ed estremità di uscita del cuore	± 2 mm
l_8		Lunghezza totale del cuore	+ 2 mm - 3 mm
b_{13}		Intervallo misurato nella zona di larghezza variabile	± 1 mm
b_{14}		Intervallo misurato nella zona di larghezza costante	± 1 mm
b_{15}		Intervallo misurato nel punto più stretto	± 1 mm
b_{16}		Allineamento della piegata a gomito	± 1 mm
b_{19} e b_{20}		Distanza tra le file direttrici misurata all'estremità di uscita e di ingresso del cuore	± 2 mm
b_{23}		Intervallo misurato all'ingresso della piegata a gomito	+ 2 mm - 1 mm
f_2		Posizione longitudinale degli assi delle piastre di appoggio, rispetto alla punta matematica	± 2 mm
b_{21}		14	Larghezza della suola del cuore in corrispondenza delle piastre di attacco misurata tra le estremità delle soles delle rotaie
b_{22}	Distanza relativa tra fila direttrice e estremità suola in corrispondenza delle piastre		± 1 mm
d_{17}	Forma della punta: sezione trasversale. La forma della punta deve essere controllata almeno fino ad una profondità di 25 mm. La differenza rispetto al profilo teorico deve essere compresa nella tolleranza pari a		± 1 mm
h_4	Planarità trasversale inferiore, misurata in corrispondenza dei traversoni, rispetto al piano di riferimento formato tra le due posizioni estreme della superficie di appoggio		1,5 mm
h_{10}	15	Posizione dei fori rispetto alla suola	± 1 mm
l_{11}		Posizione dei fori rispetto all'estremità del cuore	± 1,5 mm
h_{18}	16	Profilo di abbassamento della punta. Il profilo deve essere controllato lungo il tratto di abbassamento. La differenza rispetto al profilo teorico deve essere compresa tra	+ 2 mm - 1 mm
b_{15}		Intervallo misurato nel punto più stretto	± 1 mm
r_{23}		Raggio del fungo della piegata a gomito, da controllare su tutta la zona di trasferimento del carico	± 2 mm

d_5	17	Allineamento fila direttrice: a) retta – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica b) curva – tolleranza rispetto alla freccia teorica	$\pm 1^a$ mm
			$\pm 1^a$ mm
CHI	18	Tolleranza al contatto tra punta e contropunta	max 0,5 mm
^a $\pm 0,5$ mm su base 2 m			

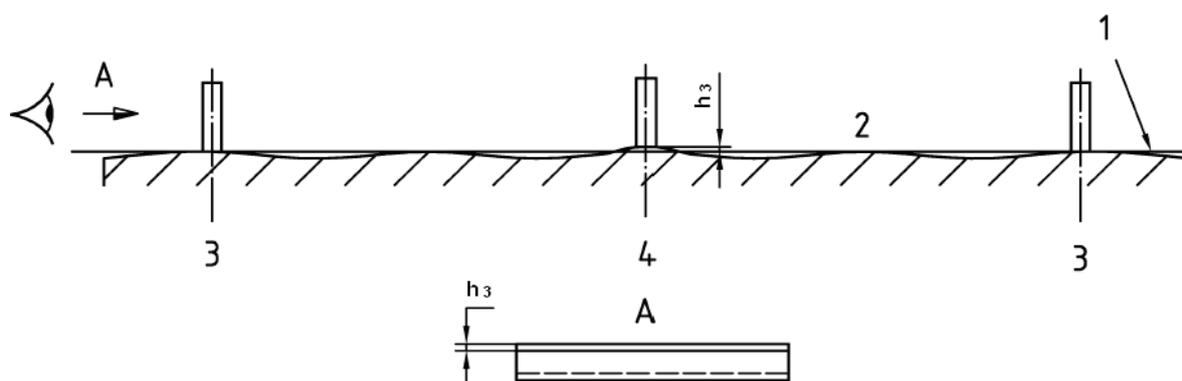
Tabella 10 - Tolleranze cuori semplici



Legenda:

- 1 Piano di riferimento
- 2 Superficie superiore
- h_2 Planarità tavola di rotolamento sulla lunghezza di un metro

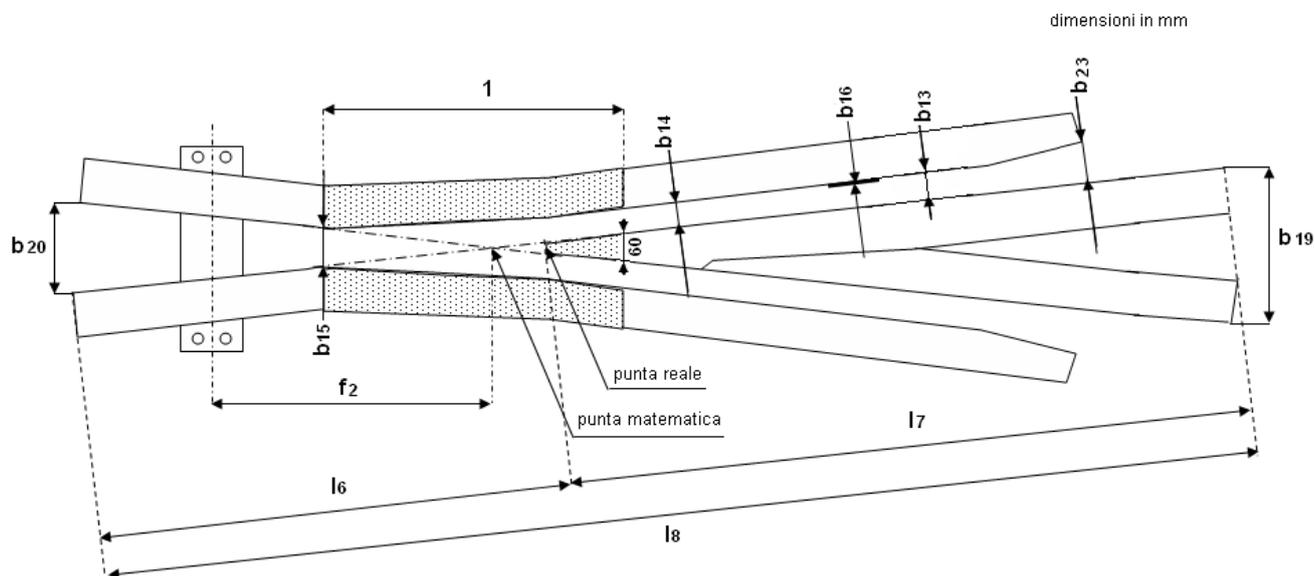
Figura 11 - cuore semplice – superficie superiore



Legenda:

- 1 Piano di riferimento
- 2 Superficie inferiore
- 3 Posizione traversone di estremità
- 4 Posizioni intermedie dei traversoni
- h_3 Planarità inferiore

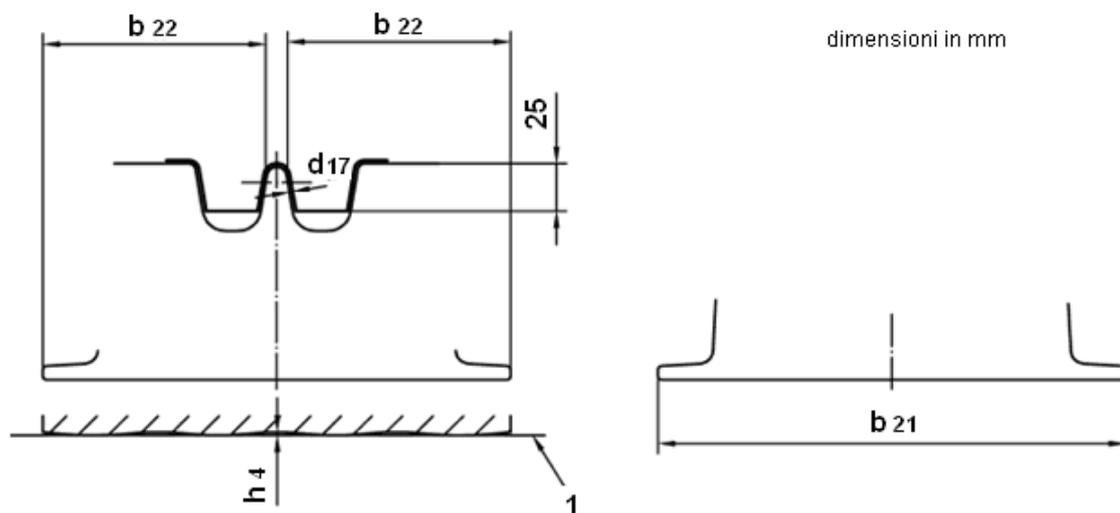
Figura 12 – cuore semplice – superficie inferiore



Legenda:

- 1 Zona di trasferimento del carico
- l₆ Lunghezza tra punta reale ed estremità ingresso cuore
- l₇ Lunghezza tra punta reale ed estremità uscita cuore
- l₈ Lunghezza totale del cuore
- f₂ Posizione longitudinale assi piastre rispetto alla punta matematica
- b₁₃ Intervallo nella zona di larghezza variabile
- b₁₄ Intervallo nella zona di larghezza costante
- b₁₅ Intervallo misurato nel punto più stretto
- b₁₆ Allineamento della piegata a gomito
- b₁₉ Distanza tra le file direttrici all'estremità di uscita del cuore
- b₂₀ Distanza tra le file direttrici all'estremità di ingresso del cuore
- b₂₃ Intervallo nella zona all'ingresso della piegata a gomito

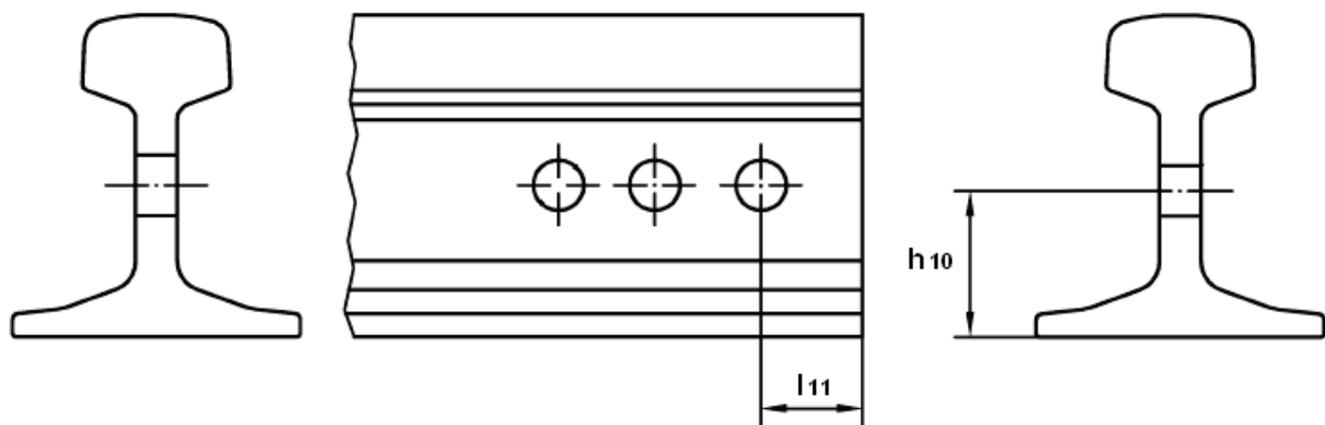
Figura 13 – cuore semplice – intervalli e lunghezze



Legenda:

- 1 Piano di riferimento
- h_4 Planarità inferiore
- d_{17} Forma della punta – sezione trasversale
- b_{21} Larghezza della suola del cuore in corrispondenza delle piastre di attacco misurata tra le estremità delle suole delle rotaie
- b_{22} Distanza relativa tra fila direttrice e estremità suola in corrispondenza delle piastre

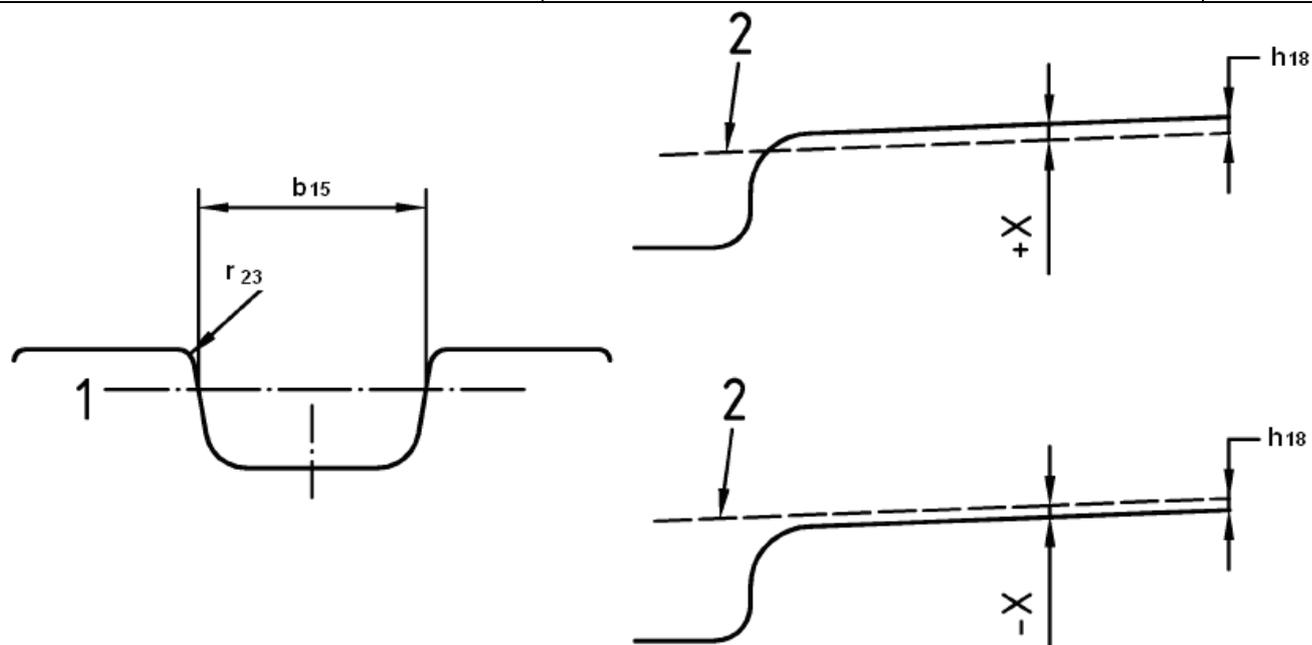
Figura 14 – cuore semplice – sezione trasversale



Legenda:

- l_{11} Posizione dei fori rispetto all'estremità del cuore
- h_{10} Posizione dei fori rispetto alla suola

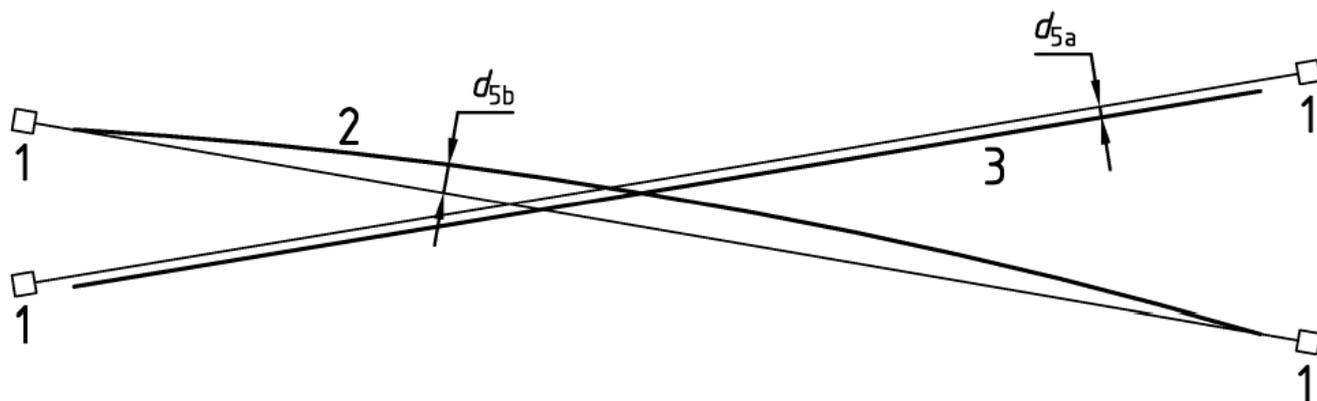
Figura 15 – cuore semplice – posizione dei fori



Legenda:

- 1 Piano di riferimento
- 2 Profilo teorico
- r_{23} Raggio del fungo della piegata a gomito
- h_{18} Profilo di abbassamento della punta – differenza tra abbassamento reale e teorico
- b_{15} Intervallo misurato nel punto più stretto

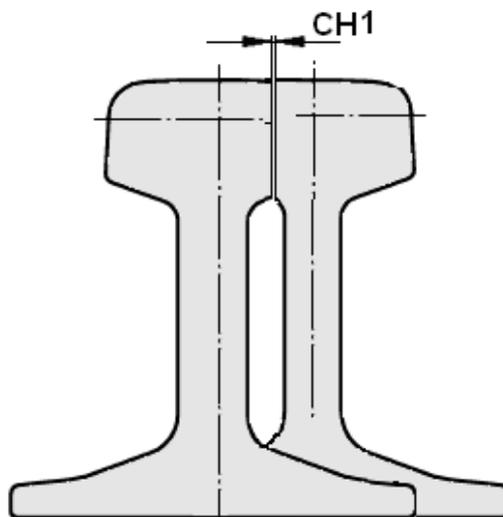
Figura 16 – cuore semplice – intervalli e abbassamento



Legenda:

- 1 Linea di riferimento
- 2 Curva
- 3 Retta
- d_{5a} Tolleranza ammessa per tutta la lunghezza
- d_{5b} Tolleranza ammessa nelle sezioni intermedie rispetto alla freccia teorica

Figura 17 – cuore semplice – allineamento delle file direttrici



Legenda:

CH Tolleranza al contatto tra punta e contropunta
1

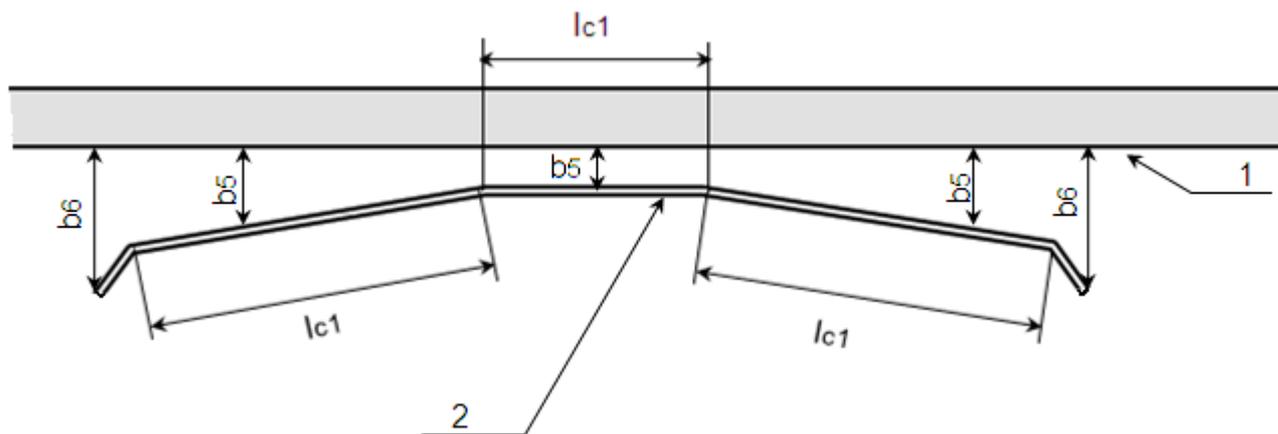
Figura 18 – accoppiamento tra punta e contropunta

II.4.6 TOLLERANZE PER LE CONTROROTAIE DEI CUORI SEMPLICI

CONTROROTAIE DEI CUORI SEMPLICI			
Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
	19	Controrotaia e rotaia unita:	
l_c		Lunghezza totale della controrotaia	± 10 mm
l_{c1}		Lunghezze parziali della controrotaia	± 2 mm
b_5		Intervallo tra controrotaia e rotaia unita	$\pm 0,5$ mm
b_6		Intervallo nelle sezioni di ingresso tra controrotaia e rotaia unita	± 1 mm
	20	Controrotaie a profilo 33C1: <i>non sono fornite assemblate alla rotaia, devono essere verificate e registrate le seguenti quote a seguito delle lavorazioni, come riportato nel disegno FS9671</i>	
l_c		Lunghezza totale della controrotaia	± 10 mm
l_{c1}		Lunghezze parziali della controrotaia	± 2 mm
s		Spessore del profilo	$\pm 0,5^a$ mm $\pm 1^a$ mm

^a Come specificato dal disegno FS9671

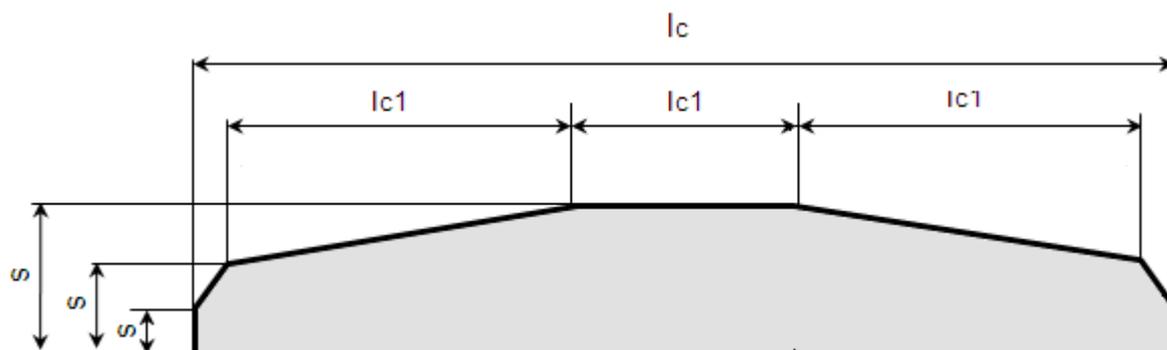
Tabella 11 - Tolleranze controrotaie dei cuori semplici



Legenda:

- 1 Fila direttrice della rotaia unita alla controrotaia
- 2 Controrotaia
- b_5 Intervallo tra controrotaia e rotaia unita alla controrotaia
- b_6 Intervallo nelle sezioni di ingresso tra controrotaia e rotaia unita alla controrotaia
- lc_1 Lunghezze parziali della controrotaia

Figura 19 – lunghezza e intervalli tra controrotaia e rotaia unita alla controrotaia



Legenda:

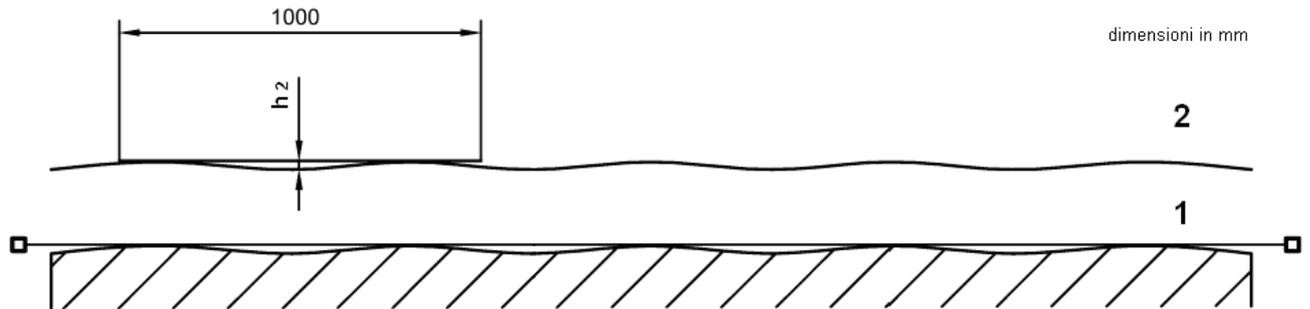
- lc Lunghezza totale della controrotaia
- lc_1 Lunghezze parziali della controrotaia
- s Spessore del profilo della controrotaia

Figura 20 – lunghezza e spessore controrotaia a profilo 33C1

II.4.7 TOLLERANZE PER I CUORI DOPPI

CUORI DOPPI			
Dimensioni	Figura	Descrizione	Tolleranza
h_2	21	Planarità della tavola di rotolamento misurata su base 1000 mm	0,2 mm
h_3	22	Planarità parte inferiore: tolleranza di ogni supporto (piastre) rispetto al piano di riferimento, realizzato tra i due traversoni di estremità	2 mm
l_6	23	Distanza tra il punto di piega del cuore doppio e le estremità di ingresso e uscita	± 2 mm
l_7		Distanza tra il punto di piega del cuore doppio e le punte reali	± 2 mm
l_8		Lunghezza totale del cuore doppio	+ 2 mm - 3 mm
b		Intervalli	± 1 mm
b_{16}		Allineamento della controrotaia	± 1 mm
b_{19} / b_{20}		Distanza tra le file direttrici misurata all'estremità di ingresso e di uscita del cuore	± 2 mm
f_2		Posizione longitudinale degli assi delle piastre di appoggio, rispetto al punto di piega del cuore doppio	± 2 mm
b_{21}		24	Larghezza della suola del cuore in corrispondenza delle piastre di attacco misurata tra le estremità delle soole delle rotaie
b_{22}	Distanza relativa tra fila direttrice e estremità suola in corrispondenza delle piastre		± 1 mm
h_4	Planarità trasversale inferiore, misurata in corrispondenza dei traversoni, rispetto al piano di riferimento formato tra le due posizioni estreme della superficie di appoggio		1,5 mm
h_{24}	Differenza in altezza tra tavola di rotolamento e sommità della controrotaia		+ 2 mm - 3 mm
d_{17}	Forma della punta: sezione trasversale. La forma della punta deve essere controllata almeno fino ad una profondità di 32 mm. La differenza rispetto al profilo teorico deve essere compresa nella tolleranza pari a		± 1 mm
h_{10}	25		Posizione dei fori rispetto alla suola
l_{11}		Posizione dei fori rispetto all'estremità del cuore	$\pm 1,5$ mm
b_{15}	26	Intervallo misurato nel punto più stretto	± 1 mm
h_{18}		Profilo di abbassamento della punta. Il profilo deve essere controllato lungo il tratto di abbassamento. La differenza rispetto al profilo teorico deve essere compresa tra	+ 2 mm - 1 mm
h_{24}		Differenza di altezza tra tavola di rotolamento e sommità controrotaia	+ 2 mm - 3 mm
r_{23}		Raggio del fungo della piegata a gomito, da controllare su tutta la zona di trasferimento del carico	± 2 mm
d_5		27	Allineamento fila direttrice:
	a) retta – tolleranza rispetto alla linea direttrice teorica		± 1 mm ^a
		b) curva – tolleranza rispetto alla freccia teorica	± 1 mm ^a

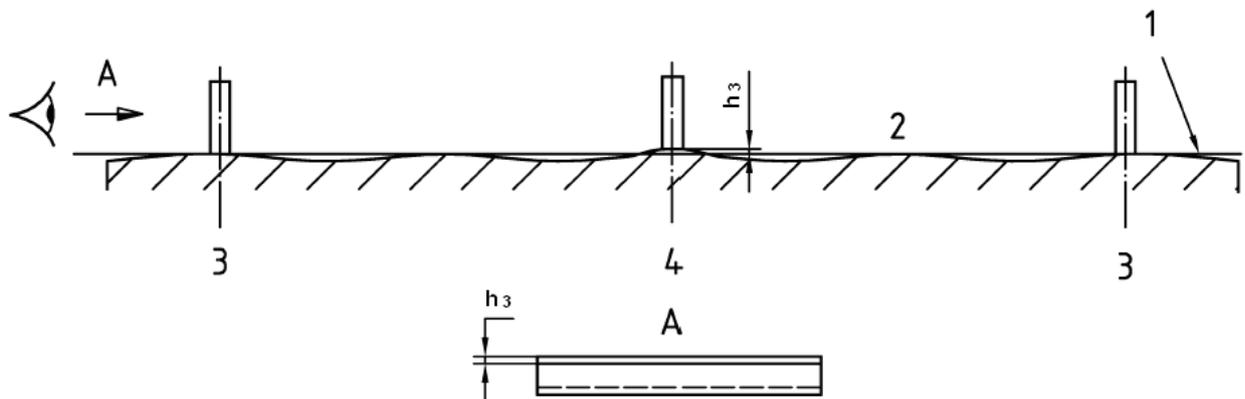
Tabella 12 - Tolleranze cuori doppi



Legenda:

- 1 Piano di riferimento
- 2 Superficie superiore
- h_2 Planarità tavola di rotolamento sulla lunghezza di un metro

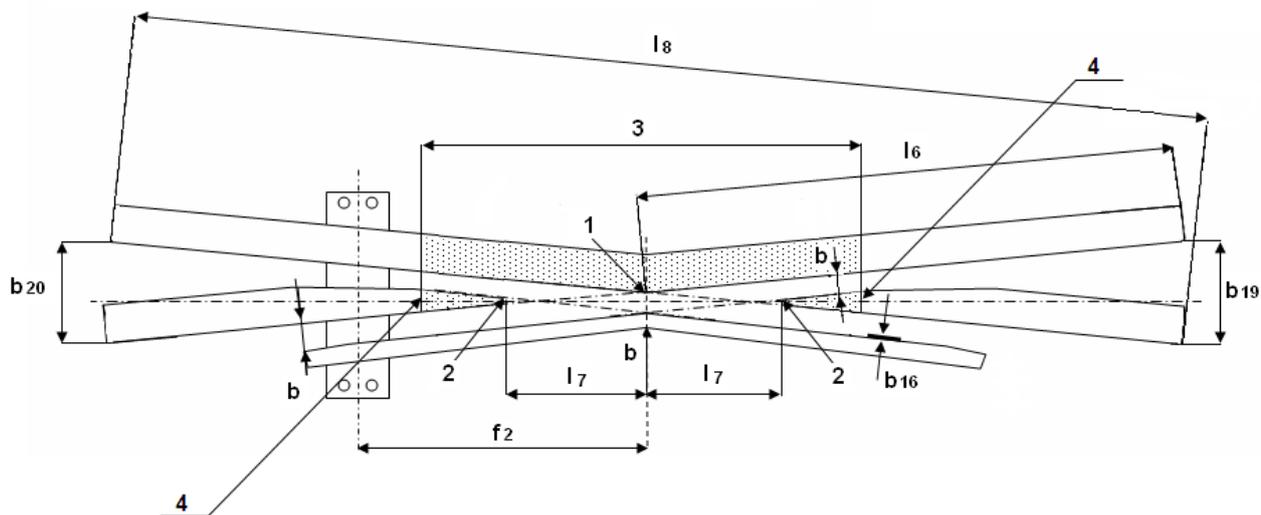
Figura 21 – cuore doppio – superficie superiore



Legenda:

- 1 Piano di riferimento
- 2 Superficie inferiore
- 3 Posizione traversone di estremità
- 4 Posizioni intermedie dei traversoni
- h_3 Planarità inferiore

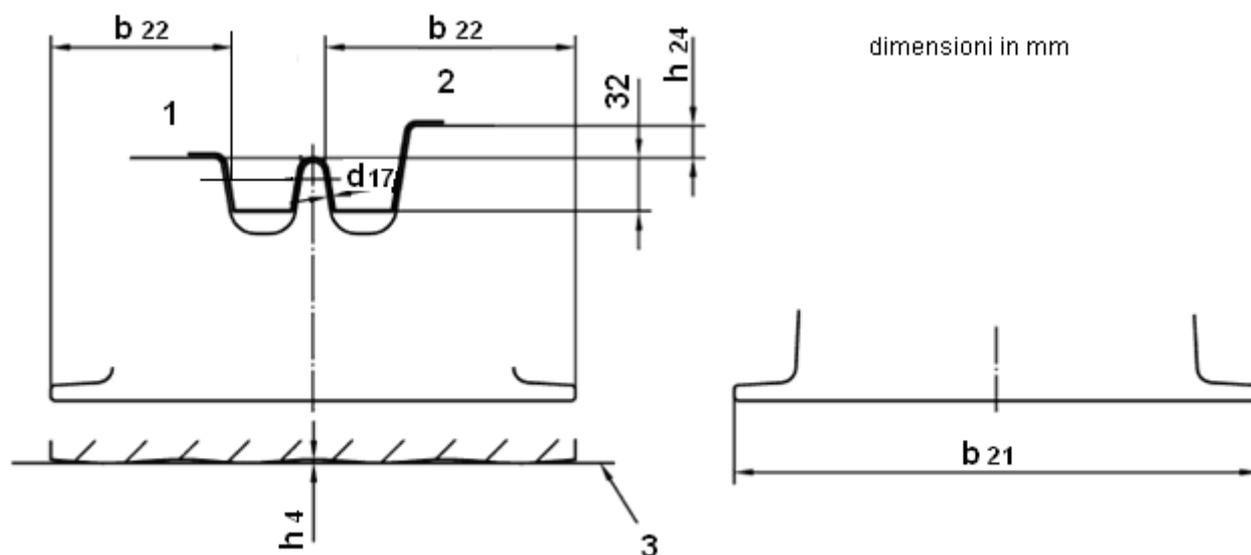
Figura 22 – cuore doppio – superficie inferiore



Legenda:

- 1 Punto di piega del cuore doppio
- 2 Punta reale
- 3 Zona di trasferimento del carico tra punta e piegata
- 4 Spessore della punta 60 mm
- f_2 Posizione longitudinale assi piastre rispetto al punto di piega del cuore doppio
- l_6 Distanza tra il punto di piega e le estremità di ingresso ed uscita
- l_7 Distanza tra il punto di piega e le punte reali
- l_8 Lunghezza totale del cuore doppio
- b Intervalli
- b_{16} Allineamento della controrotaia
- b_{19} e b_{20} Distanza tra le file direttrici misurata alle estremità del cuore

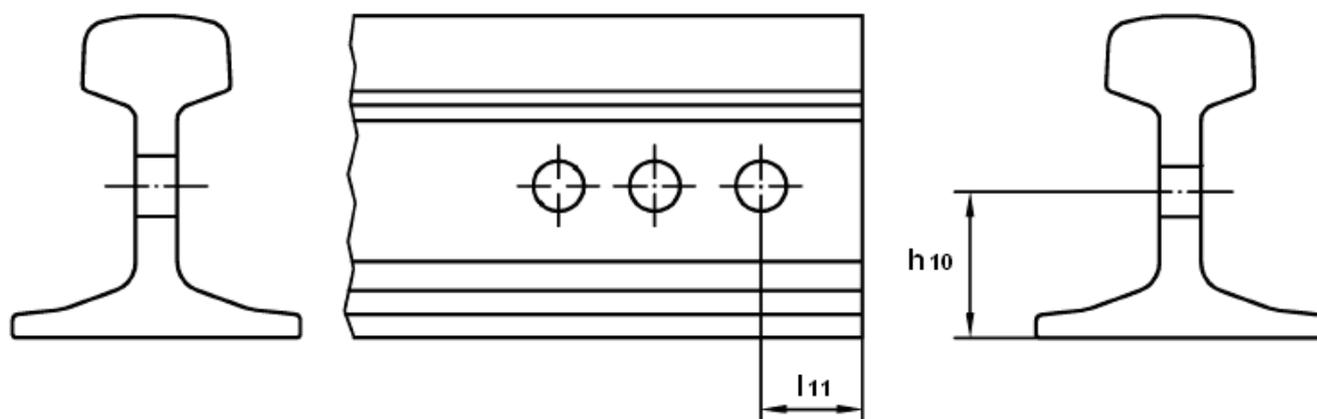
Figura 23 – cuore doppio – intervalli e lunghezze



Legenda:

- 1 Piegata
- 2 Controrotaia
- 3 Piano di riferimento
- h_4 Planarità inferiore
- h_{24} Differenza in altezza tra tavola di rotolamento e sommità controrotaia
- d_{17} Forma della punta – sezione trasversale
- b_{21} Larghezza della suola del cuore in corrispondenza delle piastre di attacco misurata tra le estremità delle suole delle rotaie
- b_{22} Distanza relativa tra fila direttrice e estremità suola in corrispondenza delle piastre

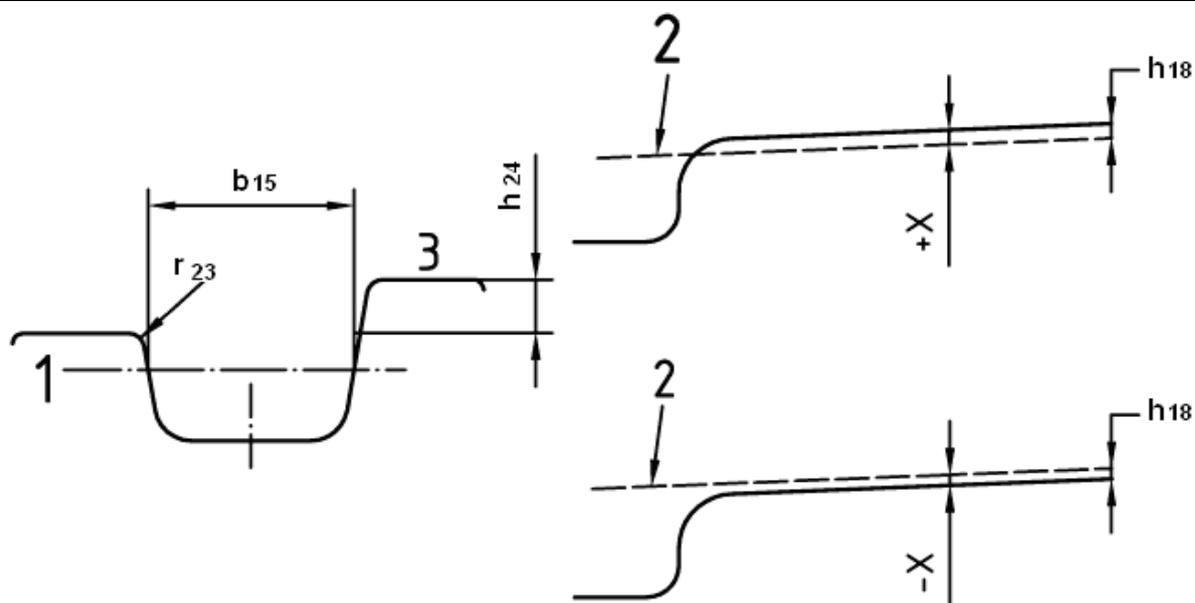
Figura 24 – cuore doppio – sezione trasversale



Legenda:

- l_{11} Posizione dei fori rispetto all'estremità del cuore
- h_{10} Posizione dei fori rispetto alla suola

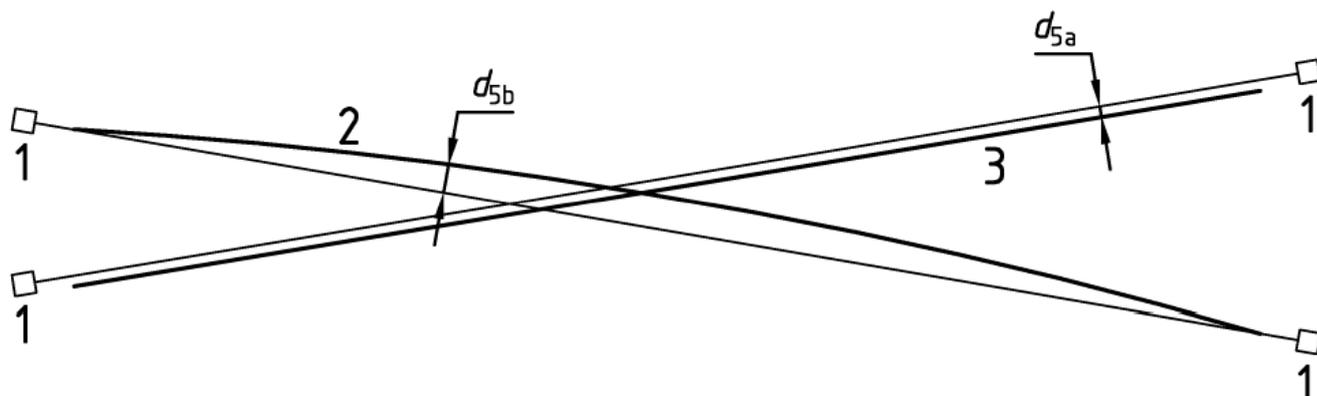
Figura 25 – cuore doppio – posizione dei fori



Legenda:

- 1 Piano di riferimento
- 2 Profilo teorico
- 3 Controrotaia
- r_{23} Raggio del fungo della piegata a gomito
- h_{18} Profilo di abbassamento della punta – differenza tra abbassamento reale e teorico
- h_{24} Differenza in altezza tra tavola di rotolamento e sommità della controrotaia
- b_{15} Intervallo misurato nel punto più stretto

Figura 26 – cuore doppio – intervalli e abbassamento



Legenda:

- 1 Linea di riferimento
- 2 Curva
- 3 Retta
- d_{5a} Tolleranza ammessa per tutta la lunghezza
- d_{5b} Tolleranza ammessa nelle sezioni intermedie rispetto alla freccia teorica

Figura 27 – cuore doppio – allineamento delle file direttrici

II.5 PROTEZIONE

Dopo il completamento delle lavorazioni e delle verifiche, tutte le superfici lavorate delle barre laminate devono essere protette con uno strato di vernice antiruggine eco-compatibile.

I componenti utilizzati devono essere protetti secondo le prescrizioni delle rispettive Specifiche Tecniche di riferimento.

II.6 MARCATURA

Sulle parti costituenti degli apparecchi del binario devono essere applicate targhette di identificazione in alluminio, realizzate in conformità al disegno FS 9847.

Le targhette devono essere applicate nelle seguenti posizioni:

- sul gambo dei contraghi, lato esterno binario, fra il secondo ed il terzo cuscinetto
- sul gambo di una delle piegate a gomito all'uscita dei cuori semplici di rotaia
- sulla parte superiore esterna della controrotaia per i cuori doppi
- sulla parte superiore esterna della controrotaia montata con la rotaia unita
- sul gambo del contrago, lato esterno binario, per gli apparecchi di dilatazione.

Sulle targhette devono essere ben visibili le indicazioni definite nel disegno FS9847.

II.7 VERIFICHE SUL PRODOTTO: TIPO, NUMEROSITÀ E CRITERI DI ACCETTAZIONE

La verifica del prodotto deve essere unitaria.

Durante produzione devono essere messe in atto tutte le azioni necessarie a mantenere la conformità del prodotto ai requisiti definiti.

La responsabilità, i ruoli e le interrelazioni di tutto il personale che gestisce, effettua e verifica le attività che incidono sulla qualità del prodotto, devono essere opportunamente assegnate e documentate nell'ambito della definizione del PdQ.

Il sistema di controllo del processo di produzione deve essere basato su procedure e istruzioni di lavoro adeguate e documentate, che devono essere disponibili nelle postazioni ove si svolgono le varie fasi lavorative.

Nel PFC devono essere definite le modalità con le quali, nel corso della produzione vengono effettuati controlli visivi e/o dimensionali sul prodotto.

Qualora durante le verifiche eseguite sia sui componenti che sul prodotto finito, non risultino

rispettati i criteri di accettazione definiti nella presente STF, il Fornitore deve provvedere all'apertura di una NC che deve essere gestita in accordo a quanto previsto dalla Specifica di Assicurazione Qualità DI QUA SP AQ 004 e dal PdQ.

Le risoluzioni di NC che non prevedono il pieno rispetto di tutti i requisiti previsti nella presente STF non possono essere adottate senza il preventivo benestare di RFI.

II.7.1 CONTROLLI IN ACCETTAZIONE DEI COMPONENTI

I componenti devono essere conformi alle rispettive STF di riferimento di RFI di cui al punto I.2.

Il Fornitore deve definire il sistema dei controlli in accettazione per i materiali componenti.

La documentazione di consegna dei materiali deve essere completa ed attestare il rispetto dei requisiti richiesti.

II.7.2 CONTROLLI SUL PRODOTTO

Deve essere verificata la rispondenza ai requisiti definiti ai punti II.3, II.4, II.5. e II.6.

Le verifiche possono essere eseguite con sagome e/o calibri idonei alla misurazione richiesta.

Gli strumenti utilizzati per le misurazioni dovranno essere tarati e tenuti regolarmente sotto controllo.

Il controllo è considerato positivo se tutte le prescrizioni definite sono rispettate.

II.8 IMBALLAGGIO E SPEDIZIONE

Salvo diversa prescrizione contrattuale, devono essere previste strutture di contenimento, in versione a perdere o da restituirsi al termine dello scarico, per il carico e scarico delle seguenti parti costituenti l'apparecchio del binario:

- i cuori assemblati
- le controrotaie assemblate
- gli aghi assemblati ai rispettivi contraghi, solidamente legati con reggette o con filo di ferro ricotto da 4 mm di diametro.

Tutti i componenti non montati al prodotto devono essere accuratamente imballati in robuste casse di legno. Tutti i colli così confezionati devono portare ben visibile il numero di matricola del prodotto.

Il prodotto deve essere corredato della relativa Dichiarazione di Conformità.

II.9 GARANZIA

Salvo diversa prescrizione contrattuale, il prodotto è soggetto a garanzia per un periodo di 5 anni a partire dalla data di consegna ad RFI.