

DOSSIER MANUTENZIONE

MUM 03 IC

Manuale di uso e manutenzione COMPONENTI DEL BINARIO ELEMENTI STRUTTURALI

REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO		VERIFICATO	APPROVATO
1	28/10/2020	PRIMA EMISSIONE	R. CUTULI	G. LEOTTA	C. CONIGLIONE	S. FIORE
2	28/04/2023	Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0058083 del 19/12/2022	R. CUTULI		S. BASCIETTA	D.ZITO
3	06/10/2023	Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 48860 del 22/08/2023	R. CUTULI		S. BASCIETTA	D.ZITO
4	20/12/2024	Osservazioni ANSFISA di cui alla nota prot. n. 0071926 del 09/10/2024	 R. Cutuli		 S. Bascetta	 D. Zito

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....	4
3	ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI	4
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
5	GENERALITÀ SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI COSTITUENTI LA SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA.....	6
6	DEFINIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRESENTI SULLA LINEA FCE.....	7
6.1	Rotaie	7
6.2	Traverse	9
6.3	Organi di attacco.....	11
6.4	Organi di giunzione.....	12
6.5	Giunti Isolanti Incollati.....	13
6.6	Lunga rotaia saldata.....	14
6.7	Massiciata	15
6.8	Corpo Stradale.....	17
7	DIFETTOSITÀ DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI.....	17
7.1	Difetti delle rotaie.....	17
7.2	Difetti delle traverse	18
7.3	Difetti degli organi di attacco	18
7.4	Difetti degli organi di giunzione.....	18
7.5	Difetti relativi ai giunti isolanti incollati.....	18
7.5.1	Tolleranze giunti isolanti incollati.....	19
7.6	Difetti relativi alla termica del binario	19
7.7	Difetti della massiciata	19
7.8	Difetti del corpo stradale.....	20
8	LIMITI DI INTERVENTO	20
8.1	Limiti di intervento per le rotaie	21
8.2	Limiti di intervento per le traverse	21
8.3	Limiti di intervento per gli organi di attacco.....	21
8.4	Limiti di intervento per gli organi di giunzione.....	21
8.5	Limiti di intervento per i giunti isolanti incollati.....	21
8.6	Limiti di intervento relativi alla termica del binario.....	22
8.7	Limiti di intervento per la massiciata.....	22
8.8	Limiti di intervento per il corpo stradale.....	24
9	TIPOLOGIA E TEMPISTICHE DEGLI INTERVENTI.....	25
9.1	Interventi per i difetti della rotaia	25
9.2	Interventi per i difetti delle traverse	26

9.3	Interventi per gli organi di attacco.....	26
9.4	Interventi per gli organi di giunzione.....	27
9.5	Provvedimenti per i giunti isolanti incollati	27
9.6	Interventi relativi alla termica del binario	27
9.7	Interventi per la massicciata.....	28
9.8	Interventi per il corpo stradale	29
10	TIPOLOGIA DI CONTROLLI E FREQUENZE	30
10.1	Visite ordinarie in linea a piedi.....	30
10.2	Visita in cabina.....	31
10.3	Visita ispettiva per controllo lunga rotaia saldata	31
10.4	Visita ispettiva con livello di dettaglio superiore	32
11	TIPOLOGIE DI MANUTENZIONE.....	32
12	MODALITÀ DI REGISTRAZIONE DEI CONTROLLI E PERSONALE RESPONSABILE	34

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	Rotaia.....	7
Figura 2:	Sezione della Rotaia.....	8
Figura 3:	Sezione della rotaia 50 E5.....	9
Figura 4:	Traversa in legno (da sostituire).....	10
Figura 5:	Traversa in c.a.p.v.....	10
Figura 6:	Sistema di attacco diretto elastico.....	11
Figura 7:	Giunzione appoggiata	12
Figura 8:	Giunzione sospesa.....	12
Figura 9:	Sezione tipo della massicciata.....	16

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4:	Difetti di inquinamento della massicciata	23
Tabella 5:	Limiti di intervento per l'inquinamento della massicciata	24
Tabella 6:	Limiti di intervento Corpo Stradale	25
Tabella 7:	Interventi alle traverse danneggiate	26
Tabella 8:	Interventi agli organi di attacco difettosi	27
Tabella 12:	Interventi per la difettosità di inquinamento della massicciata.....	29
Tabella 13:	Interventi per le difettosità del corpo stradale.....	30
Tabella 14:	Ispezioni di livello superiore per gli elementi strutturali oggetto di difettosità.....	32

1 PREMESSA

Il presente Manuale di manutenzione descrive le caratteristiche e le attività di manutenzione previste da FCE per tutti gli elementi strutturali che costituiscono la sovrastruttura ferroviaria da essa gestita.

In accordo a quando definito all'interno del piano di manutenzione della sovrastruttura ferroviaria, gli elementi strutturali da tenere sotto controllo e oggetto del presente documento sono:

- Rotaie;
- Traverse;
- Organi di attacco;
- Organi di giunzione;
- Massicciata;

Inoltre, essendo la linea gestita da FCE costruita anche in lunga rotaia saldata, oltre agli aspetti legati agli organi di giunzioni, il presente documento analizza tutti i parametri caratteristici della lunga rotaia saldata, nonché i controlli necessari da effettuare e gli eventuali interventi da adottare con le relative tempistiche.

2 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Lo scopo del presente Manuale è quello di fornire le informazioni utili alla pianificazione, alla esecuzione, alla consuntivazione e al monitoraggio della manutenzione alla sovrastruttura ferroviaria con particolare riferimento agli elementi strutturali che la costituiscono.

L'obiettivo del presente manuale è quello di fornire le seguenti indicazioni:

1. Identificazione delle difettosità strutturali da tenere sotto controllo (§7)
2. Definizione dei valori ammissibili per i parametri di cui al punto 1 (§8)
3. Interventi da applicare nel caso di sfornamento dei limiti di cui al punto 2 (§9)
4. Tipologie e frequenza dei controlli dei parametri di cui al punto 1 (§10)
5. Strumenti da utilizzare per il controllo dei parametri di cui al punto 1 (manualistica, strumenti di misura, parti di ricambio, ecc.) (§12)
6. Ruoli e responsabilità del personale coinvolto nei controlli e/o interventi manutentivi (§12)

Tutte queste informazioni sono dettagliate nei successivi capitoli.

3 ACRONIMI, TERMINI E DEFINIZIONI

ACRONIMI	DEFINIZIONE
FCE	Ferrovia Circumetnea Catania
DT	Dirigente Tecnico

ACRONIMI	DEFINIZIONE
CUOT	Capo Unità Organizzativa Tecnica
CU	Coordinatore Ufficio
CUT	Capo Unità Tecnica
ST	Specialista Tecnico
CO	Capo operatore
OQ	Operatore Qualificato
OM	Operatore Manutenzione
SGS	Sistema Gestione Sicurezza
PO	Procedura Operativa

4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

RIF.	DOCUMENTO DI RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
[1]	Circolare n. 61 del Ministero dei trasporti del 24 giugno 1959	Istruzioni sulle luci di dilatazione delle rotaie
[2]	EN 17397-1:2020	Rail defect management
[3]	Istruzione Operativa	Controllo di rotaie e deviatori e gestione dei difetti
[4]	Istruzione Operativa	Vigilanza delle infrastrutture civili ferroviarie-modalità per l'effettuazione delle visite linea
[5]	MUM 01 IC	Manuale di uso e manutenzione "Apparecchio di binario"
[6]	MUM 02 IC	Manuale di uso e manutenzione "Binario – Parametri geometrici"
[7]	Piano di manutenzione	Piano di manutenzione della sovrastruttura ferroviaria
[8]	Procedura Operativa 07	Gestione delle forniture esterne connesse con la sicurezza

5 GENERALITÀ SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI COSTITUENTI LA SOVRASTRUTTURA FERROVIARIA

La sovrastruttura ferroviaria rappresenta l'insieme degli elementi appoggiati sulla superficie confinante il corpo stradale, detto piano di formazione o di piano del ferro, e che permette di mantenere la corretta traiettoria al rotabile, assolvendo alla funzione di guida dello stesso.

Essa rappresenta il complesso di armamento e massicciata, dove per armamento si intende l'insieme delle rotaie, delle traverse, dei deviatori e degli organi di attacco, mentre la massicciata, sulla quale l'armamento è poggiato solidamente, è il complesso di uno o più strati di pietrisco interposto tra il piano di regolamento e le traverse.

In particolare, l'armamento rappresenta l'elemento condizionante le prestazioni di una linea ferroviaria, ragion per cui le linee ferroviarie sono classificate in base al peso per asse, al carico massimo per metro ed in base al carico fittizio, mentre la massicciata serve per assicurare la geometria e la stabilità del binario in essa annegato.

La massicciata si poggia sulla piattaforma stradale o piano di formazione, ossia sul piano superiore della sede stradale. La larghezza della piattaforma è funzione:

- dello scartamento
- dell'intervista
- del numero dei binari
- del sovrалzo
- della sagoma d'ingombro dei veicoli
- dello spessore della massicciata
- dell'esistenza di eventuali servizi accessori (passaggi pedonali, cunette, dispositivi di manovra e di segnalazione) e dello spessore degli strati superiori

Con particolare riferimento all'armamento ferroviario, si riportano nel seguito tutti gli elementi strutturali dei componenti del binario, descritti in dettaglio nel presente manuale:

1. Rotaie;
2. Traverse;
3. Organi di attacco;
4. Organi di giunzione.

Inoltre, ulteriori elementi analizzati nel presente manuale sono è la massicciata e il corpo stradale.

Per tutti gli elementi sopra elencati ed in particolare per i difetti strutturali ad essi associati FCE non definisce tre livelli di qualità e quindi limiti di intervento, di allerta e di azione immediata, come per i parametri geometrici, ma individua la tipologia di intervento da adottare, comprese eventuali restrizioni

all'esercizio, in funzione dell'estensione del difetto riscontrato e della sua entità, nonché dell'efficienza del componente interessato dalla difettosità.

6 DEFINIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI PRESENTI SULLA LINEA FCE

6.1 ROTAIE

La **rotaia** è l'elemento d'acciaio che costituisce il binario e ha la funzione di supportare il peso e di guidare le ruote dei veicoli ferroviari.

La Rotaia è caratterizzata dal suo peso per metro lineare (Kg/m) e il suo profilo è da porsi in relazione con:

- il massimo carico per asse e della sua frequenza;
- la velocità massima ammessa sulla linea;
- dalla velocità del traffico merci.



Figura 1: Rotaia

La sezione di una rotaia può essere suddivisa in tre parti fondamentali:

1. il fungo: parte superiore sulla quale poggiano direttamente le ruote dei rotabili, delimitato dalla superficie di rotolamento e dai bordi laterali, atto a guidare i bordini delle ruote;
2. il gambo: parte centrale posta tra il fungo e la suola, sede delle forature per la giunzione di due rotaie consecutive;
3. la suola: parte inferiore con la quale la rotaia poggia sulle traverse.

Con il termine superficie di rotolamento si intende la parte superiore del fungo a diretto contatto con la parte attiva del cerchione delle ruote.

Inoltre, con il termine piano di steccatura si intende il piano di raccordo tra fungo e gambo e tra gambo e suola, chiamati così perché tra di essi sono sistemate le stecche o ganasce in prossimità delle rotaie ed in corrispondenza delle giunzioni tra due rotaie consecutive.

Nella sottostante Figura 2 è riportata la sezione della rotaia in posizione di montaggio inclinata di $1/20$ verso l'interno per favorire l'accoppiamento con il profilo del cerchione della ruota del rotabile, in cui sono evidenziati gli elementi sopra descritti.

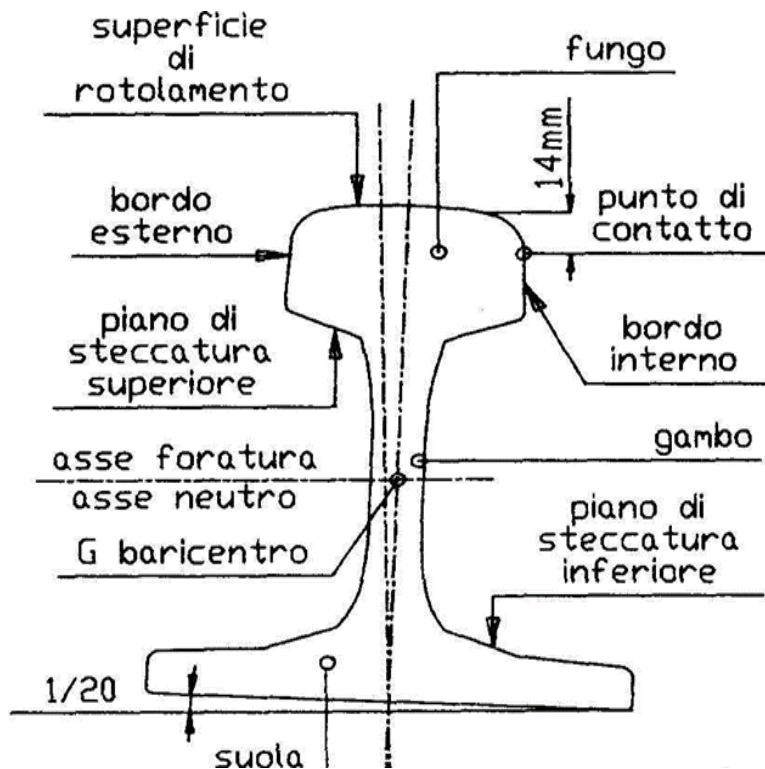


Figura 2: Sezione della Rotaia

Le rotaie presenti sulla linea gestita da FCE sono delle seguenti tipologie:

1. 50 E5 (ex 50 UNI)
2. 36 E1 (ex 36 UNI)

Si riporta nella seguente Figura 3 la sezione di una rotaia 50 E5.

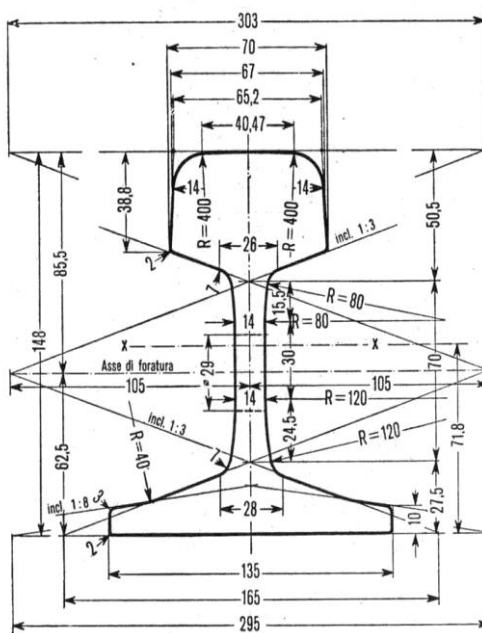


Figura 3: Sezione della rotaia 50 E5

6.2 TRAVERSE

La Traversa è l'elemento su cui sono fissate le rotaie e hanno lo scopo di collegare trasversalmente le due rotaie del binario, assicurandone lo scartamento e la distribuzione sulla massicciata dello sforzo trasmesso dalle rotaie; esse possono essere in acciaio, in legno e in cemento armato semplice o precompresso.

Le Traverse svolgono la funzione di:

- ripartire sulla massicciata le sollecitazioni indotte dalla circolazione;
- ancoraggio del binario alla massicciata in presenza delle azioni indotte dalle variazioni di temperatura e dalle accelerazioni e decelerazioni dei convogli.

A mezzo delle traverse l'armamento risulta vincolato alla massicciata e quindi ancorato al piano di regolamento. Le traverse inizialmente più usate furono le traverse in legno, che presentavano il vantaggio dell'elevata elasticità, dell'alta resistenza agli sforzi dinamici e del peso relativamente contenuto (circa 60 – 100 kg). Tale fabbisogno è andato nel tempo diminuendo, con il crescente uso di traverse in cemento armato precompresso, oggi utilizzate come standard per i rinnovi e le costruzioni di nuove linee.

Le traverse di cemento armato si distinguono in:

- Traverse monoblocco (unico manufatto in conglomerato cementizio precompresso longitudinalmente),
- Traverse biblocco (costituita da due elementi, in conglomerato cementizio con armatura lenta, disposti sotto rotaia e collegati da un tirante in acciaio).

Le traverse vengono fissate alle rotaie mediante attacchi che possono essere del tipo diretto o indiretto,

a posa diretta o indiretta, rigidi o elastici, dettagliati nel successivo §6.3.

Sulla linea gestita da FCE sono presenti sia traverse di legno che traverse in cemento armato precompresso monoblocco. In particolare, le traverse monoblocco in c.a.p.v. ad attacco diretto sono le seguenti:

- SR 180 V36 E per armamento 36 UNI
- FSV35 SR36 per armamento 36 UNI
- FSV35 SR50 per armamento 50 UNI
- FX 180 V per armamento 50 UNI

Si riportano nelle seguenti Figura 4 e Figura 5 esempi di traverse in legno e in c.a.p.v. presenti sulla linea di FCE.

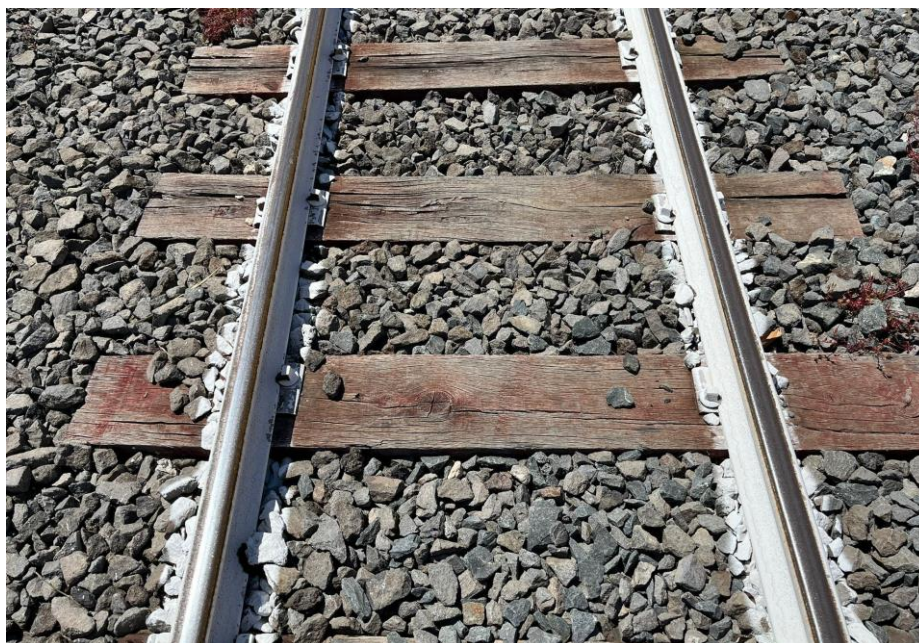


Figura 4: Traversa in legno (da sostituire)

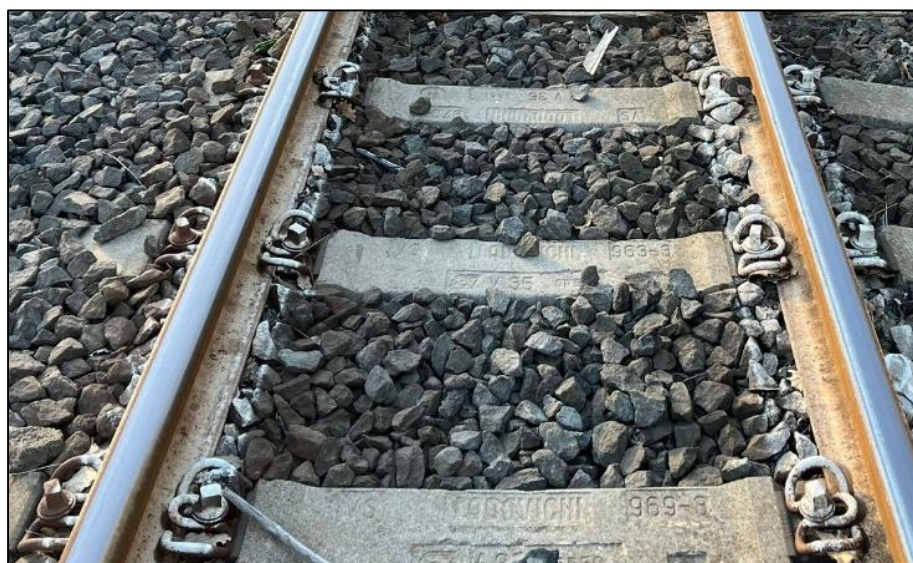


Figura 5: Traversa in c.a.p.v.

6.3 ORGANI DI ATTACCO

Gli organi di attacco sono dei dispositivi che consentono il collegamento delle rotaie alle traverse. In particolare gli organi d'attacco svolgono le seguenti funzioni:

- servono come ancoraggio alla traversa (trasferendo a questa gli sforzi verticali);
- garantiscono una corretta posizione trasversale e longitudinale (serraggio idoneo ad evitare movimenti relativi tra rotaia e traversa);
- garantiscono l'isolamento elettrico (se necessario).

Gli organi di attacco possono essere:

- diretti: se l'organo di collegamento fra rotaia e traversa garantisce anche la posizione della rotaia (applicato su traverse in legno ed ormai in disuso),
- indiretti: se la funzione di collegamento rotaia/traversa è separata dalla funzione di assicurare la posizione della rotaia.

A sua volta la rotaia può essere posata con posa diretta (se poggia direttamente sulla traversa) o con posa indiretta (se tra rotaia e traversa è interposta una piastra d'acciaio con lo scopo di meglio ripartire i carichi). Con particolare riferimento agli organi di attacco presenti sulla linea gestita da FCE, essi sono classificabili come segue:

1. Attacco diretto elastico Vossloh W14
2. Attacco diretto con piastra 36 UNI su legno
3. Attacco indiretto con piastre 330 su c.a.p.v.
4. Attacco indiretto con piastre MC01 su legno

Si riporta nella seguente Figura 6 un sistema di attacco Vossloh.



Figura 6: Sistema di attacco diretto elastico

6.4 ORGANI DI GIUNZIONE

Gli organi di giunzioni sono dispositivi che consentono il collegamento di rotaie consecutive e sono costituiti da ganasce e chiavarde.

In relazione alla posizione rispetto alla traversa la giunzione può essere appoggiata o sospesa. Nel primo caso la giunzione appoggia su una coppia di traverse rese solidali mediante 3 chiavarde.



Figura 7: Giunzione appoggiata



Figura 8: Giunzione sospesa

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

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

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

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

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

6.5 GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

Si tratta di dispositivi che permettono di separare elettricamente due spezzoni di rotaia, in modo da creare dei circuiti di binario per il controllo del traffico ferroviario. I giunti isolanti incollati sono composti da due ganasce di acciaio, due profili isolanti, quattro boccole e quattro bulloni ad alta resistenza. L'incollaggio avviene mediante una speciale resina bicomponente che garantisce una forte adesione tra i componenti. I giunti isolanti incollati possono essere realizzati con qualsiasi tipologia e lunghezza di rotaia, e possono essere tagliati in modo ortogonale o obliquo. Sono in grado di sopportare gli sforzi longitudinali derivanti dall'inserimento in lunga rotaia saldata.

I giunti isolanti incollati prefabbricati ferroviari sono elementi prefabbricati utilizzati per assicurare una connessione stabile e isolata tra le rotaie ferroviarie. Questi giunti sono realizzati con materiali isolanti, come gomma o plastica, che impediscono la conduzione di calore e corrente elettrica tra le rotaie.

Questi giunti isolanti incollati prefabbricati ferroviari offrono numerosi vantaggi, tra cui:

- Maggiore durata delle rotaie: l'isolamento evita la corrosione e l'usura delle rotaie, prolungando la loro vita utile.
- Riduzione del rumore e delle vibrazioni: l'isolamento riduce notevolmente il rumore e le vibrazioni durante il transito dei treni, migliorando la qualità di vita delle persone che vivono lungo le ferrovie.
- Manutenzione ridotta: grazie alla maggiore durata delle rotaie e alla protezione dagli agenti esterni, i giunti isolanti riducono la necessità di manutenzione e riparazioni costose.

- Sicurezza: l'isolamento previene la conducibilità di calore e corrente elettrica, riducendo i rischi di incendi e scariche elettriche sulle rotaie.
- Facilità di installazione: i giunti prefabbricati possono essere facilmente installati sulle rotaie esistenti, riducendo i tempi di fermo delle ferrovie durante i lavori di manutenzione.

I giunti a taglio ortogonale possono essere realizzati anche in opera.

6.6 LUNGA ROTAIA SALDATA

Si definisce binario in lunga rotaia saldata (l.r.s.) quel binario senza soluzione di continuità nel quale le dilatazioni o le contrazioni delle rotaie, dovute alle escursioni termiche, possono manifestarsi solo alle sue estremità.

Tutta la restante estesa (corpo della l.r.s.) rimane, quindi, teoricamente immobile al variare della temperatura delle rotaie.

Le variazioni di temperatura generano, pertanto, nel corpo della l.r.s. soltanto variazioni di sforzi longitudinali nelle rotaie (sollecitazioni interne di trazione o compressione).

Gli **spostamenti longitudinali** possono essere di due tipologie:

1. Spostamenti longitudinali nel corpo della l.r.s.
2. Spostamenti longitudinali all'estremità della l.r.s.

Inoltre, sempre in funzione dell'escursione termica, possono presentarsi degli **spostamenti trasversali** in corrispondenza delle curve a stretto raggio nel corpo della l.r.s.

FCE, nelle more dell'effettuazione del rinnovamento binario su estese maggiori, controlla lo stato tensionale misurando la temperatura alla rotaia (T), definito al successivo § 9.6. Tale parametro (T) altera lo stato tensionale del binario, secondo la nota relazione:

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

indicando con:

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

Δl = la variazione della lunghezza del tratto di rotaia libera di dilatarsi [mm];

ΔT = la variazione di temperatura della rotaia rispetto alla temperatura neutra ~~pari a~~ 32°C .

Tale variazione di lunghezza è contrastata dalla resistenza (R_o) dovuta agli organi di attacco e dall'“ammorsamento” (R_m) delle traverse nella massicciata.

Attualmente FCE esegue solo i controlli della temperatura delle rotaie per le seguenti considerazioni:

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

Inoltre, FCE ogni anno prima della stagione estiva effettua l'operazione di verniciatura delle rotaie con

una vernice di colore bianco in modo da riflettere il più possibile i raggi solari e, di conseguenza, contenere l'aumento della temperatura nei periodi estivi, generando mediamente una riduzione di circa 4 °C.

Al fine di estendere tale metodologia sull'intera rete in modo organico, è in corso l'elaborazione di un'istruzione operativa relativa alla costruzione e al controllo della l.r.s. che consentirà di avere uno strumento indispensabile per la corretta gestione della problematica l.r.s.

6.7 MASSICCIATA

La massicciata è il complesso di uno o più strati di pietrisco interposto tra il piano di regolamento e le traverse. La massicciata è costituita da elementi di roccia frantumata che assicura la geometria e la stabilità del binario in essa annegato. Di solito le rocce che costituiscono la massicciata sono silicee o calcaree. Le caratteristiche mineralogiche della roccia e la sua struttura influenzano le caratteristiche meccaniche di resistenza all'usura e di durabilità.

In particolare, la massicciata ha il compito di:

- distribuire i carichi verticali sul piano di regolamento del corpo stradale;
- assicurare al binario le condizioni geometriche di progetto e correggerne i difetti che sorgono a causa delle sollecitazioni dei rotabili,
- assorbire gli sforzi indotti nel binario dalla circolazione dei treni;
- assorbire gli sforzi indotti nel binario dalle variazioni di temperatura;
- costituire un drenaggio delle acque meteoriche;
- conferire elasticità al binario;
- realizzare un filtro tra binario ed ambiente nei confronti dei fenomeni vibrazionali.

La massicciata costituisce la sezione trasversale corrente della sovrastruttura ferroviaria.

La sezione di una massicciata ha forma trapezoidale ed è costituita dalle seguenti parti:

- cassonetto, che è la parte in cui sono annegate le traverse;
- unghiatura, che è la parte a sezione triangolare della massicciata;
- ciglio della massicciata, l'uno o l'altro degli spigoli superiori;
- piede dell'unghiatura, l'uno o l'altro degli spigoli tra unghiatura e banchina pedonale;
- sottofondo (spessore di materiale arido, a volte legato) interposto tra massicciata e piano di formazione e il letto di formazione (parte superiore della piattaforma costituita da idonei materiali inerti addensati).

Si evidenziano nella seguente Figura 9 le caratteristiche sopra elencate.

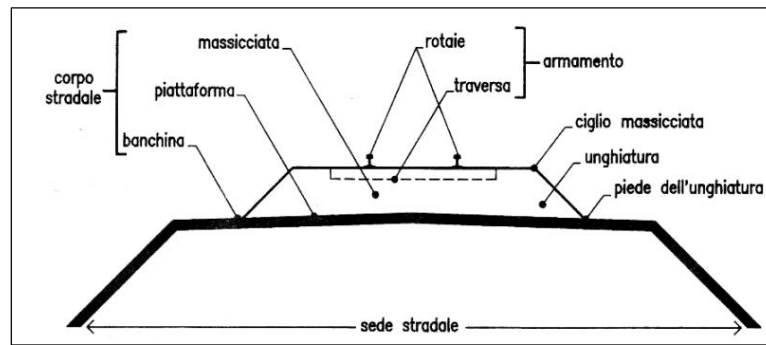


Figura 9: Sezione tipo della massicciata

Il materiale che costituisce la massicciata deve soddisfare i seguenti requisiti:

- facilità di produzione e di trasporto;
- permeabilità;
- lavorabilità.

In generale, il pietrisco che costituisce la massicciata proviene dalla frantumazione della pietra viva estratta da rocce ignee o metamorfiche, composto da elementi compatti (non cariati, non fratturati, a bassa porosità, non gelivi e comunque non alterati od in corso di alterazione), aventi dimensioni, in ogni direzione, comprese fra mm 30 e mm 60.

Interponendo tra traverse e piattaforma uno strato di massicciata il carico unitario sul terreno diminuisce col crescere dello spessore della massicciata, fino a valori largamente tollerabili dalla resistenza del terreno. Il valore dell'elasticità si determina come compromesso tra l'esigenza di assorbire le azioni dinamiche dovute al traffico ferroviario e l'esigenza di ridurre le deformazioni elastiche a valori modesti tali da non compromettere la sicurezza ferroviaria e a tale proposito possiamo dire che il pietrisco è il componente che le soddisfa entrambe.

La presenza della massicciata permeabile garantisce che le traverse vengano a trovarsi in ambiente asciutto, il che prolunga la loro durata in opera.

La vegetazione infestante può generare difetti di portanza del sottofondo, così come la rottura o l'inquinamento del pietrisco, dovuta a fattori ambientali e condizioni particolari di carico.

Altri difetti che possono interessare la massicciata sono legati al drenaggio impedito o insufficiente. In tal caso si può assistere:

- alla formazione di sacche causate dall'assestamento del terreno di sottofondo;
- ad intasamento da materiali fini di degrado o di deposito alle spalle della massicciata;
- alla formazione di pozze ai lati del rilevato per mancanza di canali per la rimozione dell'acqua proveniente dalla massicciata ed inadeguata inclinazione laterale della superficie del sottoballast per lo smaltimento delle acque.

6.8 CORPO STRADALE

Il corpo stradale ferroviario è l'insieme delle opere civili che costituiscono la base per la sovrastruttura ferroviaria, ovvero l'armamento formato da rotaie, traverse e organi di attacco. Il corpo stradale ferroviario comprende la sede ferroviaria, che può essere realizzata su rilevati, trincee, gallerie o viadotti, la piattaforma stradale, che è il piano di appoggio della sovrastruttura, il ballast o massicciata, che è lo strato di pietrisco che sostiene le traverse, gli strati di sub-ballast, che sono strati di fondazione in materiali legati, le banchine, che sono le parti estreme della piattaforma stradale, e le opere d'arte, di protezione e di confine. Il corpo stradale ferroviario deve garantire la stabilità e la sicurezza della linea ferroviaria e del traffico che vi transita.

Il compito del corpo stradale ferroviario è di distribuire le sollecitazioni meccaniche generate dal traffico ferroviario sul terreno di fondazione, di assicurare il drenaggio delle acque superficiali e interstiziali, di consentire la regolazione geometrica della sovrastruttura ferroviaria, di resistere agli agenti atmosferici e alle azioni sismiche, di armonizzarsi con il contesto ambientale e paesaggistico.

7 DIFETTOSITÀ DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

7.1 DIFETTI DELLE ROTAIE

Le rotaie possono presentare diverse tipologie di difetti, in funzione della posizione in cui essi si presentano. Tenuto conto della geometria della rotaia, visibile all'interno della Figura 2 è possibile dividere i difetti strutturali di rotaia come segue:

1. Difetti in testata;
2. Difetti in campata;
3. Difetti in saldatura.

In accordo a quanto definito nella norma EN 17397-1:2020 "Rail defect management" ed in particolare all'interno della Istruzione Operativa "Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti" di FCE, è possibile identificare 11 tipologie di difetti in testata (§3.1 della Istruzione Operativa "Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti"), 24 tipologie di difetti in campata (§3.2 della Istruzione Operativa "Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti") e 10 tipologie di difetti in saldatura (§3.3 della Istruzione Operativa "Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti").

Tra i difetti delle rotaie rientrano: fessurazioni orizzontali e longitudinali o verticali, tasche ovali, usura laterale del fungo, incrinature del bordo del fungo o dell'intera superficie della rotaia, usura verticale, ecc. La rotaia, oltre ai difetti sopra elencati, può presentare problemi legati alla sua termica, di cui saranno descritti i dettagli all'interno del successivo §7.4.

7.2 DIFETTI DELLE TRAVERSE

I difetti a cui sono soggette le traverse sono di diversa natura e dipendono dal materiale di cui queste sono costituite. In particolare, FCE presenta sulla propria infrastruttura ferroviaria sia traverse in legno che traverse in cemento armato precompresso, pertanto nel seguito si riportano le possibili difettosità per entrambe le casistiche.

Tra i difetti delle traverse rientrano:

- rotture;
- fessurazioni (per traverse in c.a.p.v);
- abrasioni ed indebolimenti legati alle condizioni atmosferiche, agli attacchi di parassiti, alle variazioni di temperatura e alle sollecitazioni dovute ai veicoli transitanti;
- sfaldamento (per traverse in legno);
- fuori squadra (superiore a 50 mm rispetto alla posizione di perfetta perpendicolarità).

7.3 DIFETTI DEGLI ORGANI DI ATTACCO

Come per gli altri componenti del binario, anche gli organi di attacco possono presentare difettosità diverse in relazione alla tipologia. In particolare, comuni a tutti gli attacchi sono

- difetti superficiali di corrosione

Una specificità degli attacchi rigidi è quella di risultare soggetti a rottura dei bulloni o dei perni di fissaggio. Diversamente gli attacchi elastici sono soggetti alla perdita di elementi o di parti di essi.

Un'altra criticità comune degli organi di attacco è quello dell'allentamento degli stessi (mancanza o inefficienza di serraggio).

7.4 DIFETTI DEGLI ORGANI DI GIUNZIONE

Si riporta nel seguito un elenco di possibili difetti riscontrabili in corrispondenza degli organi di giunzione:

- Difetti superficiali e/o visivi (es. corrosione)
- Rotture e lesioni
- Mancanza o inefficienza del serraggio

Come per le rotaie, anche gli organi di giunzione possono presentare problemi legati alla termica, dettagliati nel successivo § 7.6.

7.5 DIFETTI RELATIVI AI GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

Si riporta nel seguito un elenco di possibili difetti riscontrabili in corrispondenza del giunto isolante incollato:

1. Usura piano rotolamento testate
2. Difetti di rotaia in testata (FH nel fungo, FH nel fungo accompagnata da FVL nel fungo, FH gambo-fungo, FH gambo-suola, FVL apertura del gambo, sfaldatura nella testata, schiacciamenti) – rilevabili con controlli a ultrasuoni
3. Presenza di luce tra le testate;
4. Alterazione integrità.

Come per le rotaie, anche gli organi di giunzione possono presentare problemi legati alla termica, dettagliati nel successivo § 7.6.

7.5.1 TOLLERANZE GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

Punto 1: minore o uguale a 6 mm rilevabile con riga e spessimetro

Punto 2: occorre fare riferimento al § 3 della istruzione operativa Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti per i difetti in testata con apparecchi di controllo ad ultrasuoni

Punto 3: minore o uguale a 3 mm rilevabile con spessimetro

Punto 4: occorre fare riferimento al § 3 della istruzione operativa Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti per i difetti in campata con apparecchi di controllo ad ultrasuoni

7.6 DIFETTI RELATIVI ALLA TERMICA DEL BINARIO

Come sopra anticipato, possono esistere dei difetti di rotaia (quando il binario è costruito in lunga rotaia saldata) e di giunzione (quando il binario è costruito mediante giunzione di rotaie) correlati alla variazione di temperatura.

Con particolare riferimento alla lunga rotaia saldata, le escursioni termiche possono generare dalle alterazioni dello stato tensionale interno delle rotaie che si manifestano con la presenza di scostamenti trasversali e/o longitudinali valutati con il fuori squadra del telaio delle traverse (alterazione R_m) nonché con l'inefficiente serraggio degli organi di attacco (alterazione R_o).

Analogamente, anche in corrispondenza nella giunzione tra due rotaie possono essere presenti delle difettosità, causate dalla variazione di temperatura, che si manifestano con una variazione delle luci di dilatazione (luce chiusa o alla massima apertura).

7.7 DIFETTI DELLA MASSICCIATA

Le principali criticità che si possono presentare in corrispondenza della massicciata sono relative all'inquinamento della stessa, a causa di:

- presenza di vegetazione di vario tipo (erba, radici e arbusti);
- fenomeni di abrasione e frantumazione dei singoli elementi formanti la massicciata;

- smussatura degli elementi pungiformi lapidei che costituiscono la massicciata;
- caduta dai convogli di detriti di varia natura.

FCE distingue il difetto di inquinamento della massicciata in:

1. Inquinamento generalizzato della massicciata;
2. Inquinamento dell'unghiatura.

Le cause che generalmente provocano l'inquinamento sono:

1. ristagno in piattaforma di acque piovane che non possono defluire nelle cunette laterali;
2. instabilità del terreno in piattaforma per terreni argillosi.

7.8 DIFETTI DEL CORPO STRADALE

Le principali criticità che si possono presentare in corrispondenza del corpo stradale sono relative a:

- Condizioni percorribilità sede ferroviaria (presenza di vegetazione infestante, materiali o ostacoli che ne impediscono la percorrenza in sicurezza)
- Ristagni d'acqua / Scarichi d'acqua (ristagni d'acqua sul piano di piattaforma)
- Depositi materiale / rifiuti sulla sede (spezzoni di rotaie, traverse, cumuli di terra, rifiuti, cavi; materiali che ostacolano il deflusso delle acque dalla massicciata, ecc.)

8 LIMITI DI INTERVENTO

Il presente capitolo ha lo scopo di definire per ciascun componente strutturale quali sono i limiti di intervento e quindi quali sono le circostanze determinanti una inefficienza degli stessi.

Diversamente da quanto definito per i parametri geometrici (livelli di qualità, nonché limiti di attenzione, di intervento e di azione immediata), per i difetti strutturali si definiscono direttamente i valori di intervento per i quali è necessario:

- Definire un intervento manutentivo, specificandone la relativa tempistica;
- Imporre una restrizione all'esercizio (rallentamento);
- Effettuare una sostituzione del componente difettoso.

La scelta dei limiti di intervento per i parametri strutturali è fatta tenendo conto dei seguenti fattori:

- normativa vigente applicabile al contesto operativo di FCE;
- ritorni di esperienza;
- esercizio della linea (numero treni/giorno);
- velocità della linea.

8.1 LIMITI DI INTERVENTO PER LE ROTAIE

Con riferimento ai difetti riportati nel precedente § 7.1 relativi all'elemento "rotaia" l'Istruzione Operativa "Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti" di FCE illustra quali sono i limiti di intervento in funzione della posizione (in testata, in campata o in saldatura) della difettosità e della relativa estensione.

8.2 LIMITI DI INTERVENTO PER LE TRAVERSE

Con riferimento ai difetti riportati nel precedente § 7.2 che possono presentarsi su traverse in legno e/o in c.a.p.v., FCE per l'individuazione dei limiti di intervento agisce come segue.

FCE considera inefficiente una campata (36 metri) se il 30% delle traverse presenta i difetti strutturali descritti al precedente § 7.2. Inoltre, considera inefficiente una campata (36 metri) che presenta più di due traverse consecutive danneggiate.

8.3 LIMITI DI INTERVENTO PER GLI ORGANI DI ATTACCO

Per i difetti agli organi di attacco, descritti al precedente § 7.3, con particolare riferimento alla difettosità più comune, legata ad una insufficienza o mancanza di serraggio, FCE considera inefficiente una campata (36 metri) se il 30% degli organi di attacco presenta difetti di serraggio. In particolare, le chiavarde devono presentare una coppia di serraggio pari a $200 \text{ Nm} \pm 20\%$. Inoltre, se su una campata (36 metri) sono presenti più di due organi di attacco consecutivi con serraggio insufficiente FCE definisce opportuni interventi e/o restrizioni all'esercizio, descritti nel successivo § 9.3.

8.4 LIMITI DI INTERVENTO PER GLI ORGANI DI GIUNZIONE

Con particolare riferimento alle difettosità riscontrabili su gli organi di giunzione, di cui al precedente § 7.4, come per gli organi di attacco, una difettosità comune è quella legata all'efficacia del serraggio. In particolare, le chiavarde devono presentare una coppia di serraggio pari a $150 \text{ Nm} \pm 20\%$. Si considera inefficiente la giunzione che presenta più di una chiavarda fuori dal limite di tolleranza sopra descritto.

8.5 LIMITI DI INTERVENTO PER I GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

Con particolare riferimento alle difettosità di cui al precedente § 7.5, si considera inefficiente il giunto e si riportano di seguito i limiti di intervento:

Punto 1 Usura piano rotolamento testate:

- maggiore di 6 mm e fino a 8 mm
- maggiore di 8 mm

Punto 2: occorre fare riferimento al § 3 della istruzione operativa Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti per i difetti in testata

Punto 3 Presenza di luce tra le testate:

- maggiore di 3 mm fino a 5 mm
- maggiore di 5 mm

Punto 4: occorre fare riferimento al § 3 della istruzione operativa Controlli di rotaie e deviatori e gestione dei difetti per i difetti in campata

8.6 LIMITI DI INTERVENTO RELATIVI ALLA TERMICA DEL BINARIO

Con particolare riferimento alle difettosità di cui al precedente § 7.6, si rimanda al documento IO “*Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata*”.

8.7 LIMITI DI INTERVENTO PER LA MASSICCIAIA

Per definire i limiti di intervento in corrispondenza di difettosità alla massicciata, FCE adotta il criterio di seguito definito. La difettosità relativa alla massicciata, di cui al precedente § 7.7, è data dall'usura e dal cedimento strutturale della stessa causata dal traffico intenso, dalle condizioni meteorologiche avverse (come pioggia, neve, gelo e cenere vulcanica) o dall'introduzione di materiali estranei (come foglie, rifiuti o detriti). Quando l'usura si verifica, la massicciata può diventare meno stabile e meno capace di supportare il carico dei veicoli. Il cedimento strutturale della massicciata si verifica quando il materiale che compone la struttura non è in grado di supportare il carico applicato ad essa. Questo può verificarsi a causa del degrado del materiale nel tempo, di un cattivo design o di un sovraccarico della struttura. Il cedimento strutturale può avere conseguenze gravi come la deformazione delle rotaie, la formazione di buche o solchi nella superficie della massicciata o il distacco della stessa dal terreno di supporto.

Per valutare l'usura, il cedimento strutturale e l'inquinamento della massicciata, possono essere eseguiti diversi controlli quali:

- Analisi visiva condotta durante le visite ordinarie in linea a piedi e le visite in cabina: valutare la presenza di zone prive di pietrisco, presenza di erba, contaminazioni da fango, contaminazioni da materiali estranei o deterioramenti del pietrisco della massicciata (riduzione delle dimensioni e perdita di spigolosità). Questa valutazione può essere effettuata mediante ispezioni visive dirette.
- Rilevamento delle deformazioni ossia variazioni del livello della massicciata: individuazione di punti di controllo sul terreno per misurare eventuali movimenti o cedimenti della massicciata (livello della massicciata), laddove riscontrate anomalie a seguito dell'analisi visiva.

- Analisi delle prestazioni strutturali: effettuare test sulla stabilità e sul comportamento strutturale della massiciata (usura e cedimento strutturale) utilizzando prove meccaniche quali test di compressione e di usura. Queste prove forniscono informazioni sull'integrità del materiale e sulla presenza di zone deboli o zone con alti livelli di usura, laddove riscontrate anomalie a seguito dell'analisi visiva.

Sono eseguite visite straordinarie a seguito del verificarsi di periodi di traffico intenso, condizioni meteorologiche avverse (come a seguito di forti piogge, nevicate, gelate o deposizione di cenere vulcanica) o segnalazioni, da parte del personale di esercizio o del personale addetto alle visite ordinarie a piedi o alle visite in cabina, della presenza di materiali estranei (come foglie, rifiuti o detriti).

Nel corso delle visite ordinarie vengono individuate visivamente zone caratterizzate dalla presenza di materiali estranei (come foglie, rifiuti o detriti), presenza di fango e/o vegetazione e/o terriccio, mancanza di pietrisco, presenza di dislivelli, perdita di spigolosità del pietrisco. Si riportano di seguito esempi di difettosità visive da attenzionare:

 Presenza di materiali estranei (detriti di dimensioni superiori ai 10 cm)	 Presenza di materiali estranei (come foglie, fango, rifiuti o detriti con dimensioni inferiori a 10 cm)
 Presenza di materiale di origine vegetale (piante)	 Deterioramenti del pietrisco della massiciata (riduzione delle dimensioni e perdita di spigolosità)
 Diradamento del pietrisco	

Tabella 1: Difetti di inquinamento della massiciata

Le zone interessate dalla presenza di difetti visivi riscontrati durante le visite a piedi o in cabina sono contrassegnate e ulteriormente attenzionate allo scopo di determinare gli interventi da porre in essere.

Si riportano di seguito i limiti di intervento per i vari difetti riscontrabili per la massicciata:

Difetto	Controllo	Limiti di intervento
Presenza di materiali estranei (detriti di dimensioni superiori ai 10 cm)	Visivo (a piedi o in cabina)	Presenza di detriti di grandi dimensioni
Presenza di materiali estranei (come foglie, fango, rifiuti o detriti con dimensioni inferiori a 10 cm)	Visivo (a piedi o in cabina)	La presenza di materiali esterni occupa oltre i 2/3 della sezione della massicciata interessata dal difetto
Presenza di materiale di origine vegetale (piante)	Visivo (a piedi)	La presenza di materiali esterni occupa oltre i 2/3 della sezione della massicciata interessata dal difetto
Deterioramenti del pietrisco della massicciata (riduzione delle dimensioni e perdita di spigolosità)	Visivo (a piedi o in cabina).	Presenza di deterioramenti del pietrisco della massicciata visibili (riduzione delle dimensioni e perdita di spigolosità) interessante: 1. Maggiore di 100 traverse contigue. Si procede al prelievo di un campione e invio al laboratorio per le prove di compressione valutando la resistenza alla compressione tenendo conto che il limite di intervento è $< 1000 \text{ kN/m}^2$
Diradamento del pietrisco	Visivo (a piedi o in cabina).	Diradamento interessante oltre i 2/3 della sezione della massicciata presentante il difetto

Tabella 2: Limiti di intervento per l'inquinamento della massicciata

8.8 LIMITI DI INTERVENTO PER IL CORPO STRADALE

Con particolare riferimento ai difetti di cui al precedente § 7.8, si riportano nel seguito i valori limite per i difetti del corpo stradale che FCE definisce in funzione del proprio contesto operativo. In particolare, sulla base della tipologia dei controlli che FCE esegue per il corpo stradale (controlli visivi a piedi e in cabina) si definiscono nella seguente Tabella 3 i livelli di intervento.

Difetto	Controllo	Limiti di intervento
Presenza di materiali o ostacoli che impediscono la percorrenza del corpo stradale	Visivo (a piedi o in cabina)	Presenza di detriti di grandi dimensioni
Presenza di vegetazione infestante	Visivo (a piedi)	La presenza di materiali esterni occupa oltre i 2/3 della sezione di corpo stradale interessata dal difetto
Ristagni d'acqua / Scarichi d'acqua	Visivo (a piedi o in cabina)	Presenza di ristagni d'acqua / scarichi d'acqua sul piano di piattaforma
Depositi materiale / rifiuti sulla sede (depositi di materiale sulle scarpate ferroviarie: spezzoni di rotaie, traverse, cumuli di terra, rifiuti, cavi; materiali che ostacolano il deflusso delle acque dalla massicciata, ecc.)	Visivo (a piedi o in cabina)	La presenza di depositi materiale e/o rifiuti sulla sede occupano oltre i 2/3 della sezione di corpo stradale interessata dal difetto

Tabella 3: Limiti di intervento Corpo Stradale

Gli interventi da adottare in corrispondenza delle casistiche illustrate in Tabella 3e le relative tempistiche di intervento sono riportate nel successivo §9.8.

9 TIPOLOGIA E TEMPISTICHE DEGLI INTERVENTI

Con il fine di individuare i possibili interventi da adottare in caso di difettosità presenti sugli elementi strutturali, FCE definisce le possibili cause associate alla difettosità riscontrata. Nel presente capitolo si riportano le tipologie di intervento, le relative tempistiche di risoluzione e le limitazioni da porre in essere nelle more della risoluzione del difetto.

Si precisa che, in riferimento alle limitazioni individuate, la validità delle stesse, per i difetti associati agli elementi strutturali relativi ai componenti del binario, è valutata mediante una visita linea a piedi effettuata entro 5 giorni dalla messa in atto del provvedimento. Se la visita linea non evidenzierà un peggioramento dello stato del difetto allora i provvedimenti adottati saranno ritenuti validi da FCE, al contrario, si provvederà all'adozione di provvedimenti più restrittivi o, se del caso interdittivi della circolazione.

9.1 INTERVENTI PER I DIFETTI DELLA ROTAIA

Con riferimento ai difetti riportati nel precedente § 7.1 relativi all'elemento "rotaia" l'Istruzione Operativa "Controlli di rotaie e deviatoi e gestione dei difetti" di FCE illustra al § 4.1 i provvedimenti da adottare in funzione della classificazione dei difetti (eseguita tenendo conto dell'estensione del difetto).

9.2 INTERVENTI PER I DIFETTI DELLE TRAVERSE

Per i difetti delle traverse di cui al § 7.2 e nelle circostanze di “inefficienza” di cui al § 8.2, FCE interviene adottando gli interventi riportati nella seguente Tabella 4.

GRADO DI INEFFICIENZA (I)	LIMITAZIONI	INTERVENTI
$30\% \leq I < 40\%$	Nessuna	Interventi manutentivi entro 180 giorni
$40\% \leq I < 60\%$	Riduzione della velocità $V_{rall} = 20 \text{ km/h}$	Interventi manutentivi entro 90 giorni
$I \geq 60\%$	Interruzione	Interventi manutentivi immediati
Più di due traverse consecutive danneggiate	Nessuna	Interventi manutentivi entro 7 giorni

Tabella 4: Interventi alle traverse danneggiate

9.3 INTERVENTI PER GLI ORGANI DI ATTACCO

Come riportato al § 7.3, possono presentarsi diverse criticità in corrispondenza degli organi di attacco. Con particolare riferimento alla mancanza o insufficienza del serraggio, gli interventi da adottarsi sono:

- Serraggio degli organi di attacco ed eventuale sostituzione degli stessi;
- Lubrificazione degli organi di attacco.

Tali interventi devono essere effettuati nelle casistiche elencate nella seguente Tabella 5, in funzione del grado di inefficienza.

GRADO DI INEFFICIENZA (I)	LIMITAZIONI	INTERVENTI
$30\% \leq I < 40\%$	Nessuna	Interventi manutentivi entro 180 giorni
$40\% \leq I < 60\%$	Riduzione della velocità $V_{rall} = 20 \text{ km/h}$	Interventi manutentivi entro 90 giorni

I $\geq$ 60%	Interruzione	Interventi manutentivi immediati
Più di due organi di attacco consecutivi danneggiati	Nessuna	Interventi manutentivi entro 3 giorni

Tabella 5: Interventi agli organi di attacco difettosi

9.4 INTERVENTI PER GLI ORGANI DI GIUNZIONE

Come per gli organi di attacco, anche per gli organi di giunzione, in corrispondenza di difettosità legate al serraggio, l'intervento da adottare è quello di serraggio. In particolare, bisogna intervenire mediante stringimento di perni, chiavardini, chiavarde e altra minuteria. In caso di giunzione inefficiente (§8.4) FCE adotta una riduzione della velocità a 10 km/h e definisce una programmazione di ripristino delle funzionalità entro massimo una settimana. Inoltre, per gli aspetti relativi alla termica si rimanda al successivo §9.6.

9.5 PROVVEDIMENTI PER I GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI

Punto 1 Usura piano rotolamento testate:

- maggiore di 6 mm e fino a 8 mm rallentamento a 30 km/h;
- maggiore di 8 mm rallentamento a 10 km/h con sostituzione del giunto entro 7 gg

Punto 2: occorre fare riferimento al § 4 della istruzione operativa Controlli di rotaie e deviatoi e gestione dei difetti per i difetti in testata

Punto 3 Presenza di luce tra le testate:

- maggiore di 3 mm fino a 5 mm rallentamento a 30 km/h
- maggiore di 5 mm rallentamento a 10 km/h con sostituzione del giunto entro 7 gg

Punto 4: occorre fare riferimento al § 4 della istruzione operativa Controlli di rotaie e deviatoi e gestione dei difetti per i difetti in campata

Come descritto al § 8.5, è considerata inefficiente la giunzione che presenta la lunghezza della fenditura, così come la luce tra le testate, misurate con riga o spessimetro, superiori a 5 mm. In tal caso, si procede alla riduzione della velocità a 30 km/h e alla sostituzione del giunto isolante incollato ad horas, ossia nel più breve tempo possibile, compatibilmente con le operazioni logistiche e amministrative necessarie alla sostituzione.

9.6 INTERVENTI RELATIVI ALLA TERMICA DEL BINARIO

LUNGA ROTAIA SALDATA

Con riferimento alle difettosità associate alle variazioni termiche in corrispondenza della lunga rotaia saldata, di cui al precedente §8.6, si definiscono i provvedimenti da adottare in funzione della variazione di temperatura registrata, nonché le tempistiche di intervento e la durata dei suddetti provvedimenti in corrispondenza di diverse temperature variabili da periodi di forte freddo a periodi di forte calore nella IO “*Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata*”.

BINARIO GIUNTATO

Con riferimento alle rotaie giuntate, i controlli saranno effettuati per tratti di lunghezza minima di **216 m** (6 campate da 36 m).

Per quanto definito al precedente §8.6, si riportano nella IO “*Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata*” i provvedimenti da adottare quando si raggiungono i valori limite di intervento.

9.7 INTERVENTI PER LA MASSICCIATA

In funzione delle difettosità che possono presentarsi in corrispondenza della massicciata, di cui al § 7.7, ed in ragione di quanto definito al § 8.7, FCE interviene con il ripristino delle normali condizioni come elencato nella seguente Tabella 6.

Difetto	Limiti di intervento	Intervento
Presenza di materiali estranei (detriti di dimensioni superiori ai 10 cm)	Presenza di detriti di grandi dimensioni	Rimozione immediata delle materie esistenti, di qualsiasi natura e consistenza ed eventualmente intervento di risanamento della massicciata Entro 1 anno
Presenza di materiali estranei (come foglie, fango, rifiuti o detriti con dimensioni inferiori a 10 cm)	La presenza di materiali esterni occupa oltre i 2/3 della superficie della massicciata interessata dal difetto	Intervento di risanamento della massicciata Entro 1 anno
Presenza di materiale di origine vegetale (piante)	La presenza di materiali esterni occupa oltre i 2/3 della superficie della massicciata interessata dal difetto	Intervento di risanamento della massicciata Entro 1 anno

Difetto	Limiti di intervento	Intervento
Deterioramenti del pietrisco della massicciata (riduzione delle dimensioni e perdita di spigolosità)	Presenza di deterioramenti del pietrisco della massicciata visibili (riduzione delle dimensioni e perdita di spigolosità) interessante più di 100 traverse continue	Controllo di livello superiore: Valutazione della resistenza alla compressione entro 7 giorni Per R maggiore o uguale di 1000 kN/m ² intervento di risanamento della massicciata entro 1 anno e rallentamento a 40 km/h Per R minore di 1000 kN/m ² intervento di risanamento della massicciata entro 3 mesi e rallentamento a 20 km/h
Diradamento del pietrisco	Diradamento interessante oltre i 2/3 della superficie della massicciata presentante il difetto	Vagliatura della massicciata rimossa per separarla dalle materie terrose e in modo da ricavare pietrisco di pezzatura superiore ai 3 cm Entro 120 giorni

Tabella 6: Interventi per la difettosità di inquinamento della massicciata

9.8 INTERVENTI PER IL CORPO STRADALE

In funzione delle difettosità che possono presentarsi in corrispondenza del corpo stradale, di cui al § 7.8, e in ragione di quanto definito al § 8.8, FCE interviene con il ripristino delle normali condizioni come elencato nella seguente Tabella 7.

Difetto	Limiti di intervento	Intervento
Presenza di materiali o ostacoli che impediscono la percorrenza del corpo stradale	Presenza di detriti di grandi dimensioni	Intervento di risanamento del corpo stradale (rimozione delle materie esistenti, di qualsiasi natura e consistenza)
Presenza di vegetazione infestante	La presenza di materiali esterni occupa oltre i 2/3 della sezione di corpo stradale interessata dal difetto	Entro 1 anno (non sono previsti vincoli alla circolazione)
Ristagni d'acqua / Scarichi d'acqua	Presenza di ristagni d'acqua / scarichi d'acqua sul piano di piattaforma	

Difetto	Limiti di intervento	Intervento
Depositi materiale / rifiuti sulla sede (depositi di materiale sulle scarpate ferroviarie: spezzoni di rotaie, traverse, cumuli di terra, rifiuti, cavi; materiali che ostacolano il deflusso delle acque dalla massicciata, ecc.)	La presenza di depositi materiale e/o rifiuti sulla sede occupano oltre i 2/3 della sezione di corpo stradale interessata dal difetto	

Tabella 7: Interventi per le difettosità del corpo stradale

10 TIPOLOGIA DI CONTROLLI E FREQUENZE

Con il fine di monitorare le caratteristiche strutturali del binario sopra definiti, FCE prevede i seguenti controlli:

1. Visita ordinaria in linea a piedi
2. Visita in cabina

Oltre ai controlli ciclici programmati, sono previsti controlli anche a seguito di:

- segnalazioni di eventuali anomalie da parte del personale che effettua la visita in linea e/o la visita in cabina
- segnalazioni di eventuali anomalie da parte del personale FCE per il tramite del DCO
- eventi straordinari (allagamenti, eventi sismici rilevanti, ecc.)

10.1 VISITE ORDINARIE IN LINEA A PIEDI

FCE effettua annualmente delle visite a piedi lungo la linea ferroviaria con il fine di attenzionare tutti gli enti costituenti la infrastruttura ferroviaria di sua gestione (rotaia, traverse, deviatori, PL, opere d'arte, ecc.). Le modalità di esecuzione della visita di linea sono descritte all'interno della Istruzione Operativa **IS "Vigilanza dell'Infrastruttura Civile Ferroviaria – Modalità per l'effettuazione della Visita Linea"** di FCE in cui sono specificati i controlli da eseguire, le modalità di verbalizzazione delle visite e il personale competenze che le esegue.

Con particolare riferimento alle caratteristiche strutturali, oggetto del presente manuale, la visita in linea a piedi prevede l'ausilio di opportuni strumenti di misura che consentano di verificare la presenza delle difettosità elencate al §7.

Il Capo Operatori e l'Operatore Qualificato (C.O. / O.Q.), durante l'espletamento di tale attività, certifica, di fatto, la conformità e l'efficienza degli impianti visitati, segnalando ogni possibile elemento utile ai fini

di una corretta programmazione delle attività manutentive, riportando quanto rilevato sul modulo **RAP_BIN_PIE “Rapporto di visita al binario a piedi”**.

A seguito di eventuali non conformità rilevate nel corso della visita in linea a piedi eseguita sia dal C.O. o dal O.Q., il **Capo Operatore dovrà**:

- Darne comunicazione tempestiva al regolatore della circolazione così da provvedere immediatamente, se necessario, alla restrizione della circolazione;
- Darne comunicazione tempestiva al CUT, **attraverso la compilazione del modulo delle NC**, ed organizza l'intervento con proprio personale per la risoluzione delle problematiche riscontrate;
- Qualora non sia possibile effettuare l'intervento con personale interno, richiede al CUT l'organizzazione dell'intervento con Ditta Esterna.

10.2 VISITA IN CABINA

FCE effettua mensilmente delle visite in cabina lungo la linea ferroviaria, con lo scopo di controllare e fare attenzione a tutto ciò che può influire sulla regolarità e sicurezza della circolazione dei treni e sul mantenimento dell'integrità della linea e delle sue dipendenze. Le visite in cabina effettuate dal Capo Operatori (CO) prevedono, per quanto possibile, gli stessi controlli previsti dalla visita a piedi su tutti gli enti costituenti la infrastruttura ferroviaria (rotaie, traverse, PL, ecc.). Tutti i dettagli relativi a questa tipologia di visite sono descritti all'interno della Istruzione Operativa **IS “Vigilanza dell'Infrastruttura Civile Ferroviaria – Modalità per l'effettuazione della Visita Linea”** di FCE. Con particolare riferimento alle caratteristiche strutturali, la visita in cabina permette di osservare solo alcune delle difettosità sopra elencate, come l'inquinamento della massicciata o l'ammaloramento delle traverse.

Tali visite possono dare seguito ad eventuali visite a piedi in linea straordinarie, capaci di individuare le cause e l'entità dei difetti e mettere in campo le azioni opportune per la chiusura della non conformità.

Tutto quanto rilevato viene registrato sul modulo **RAP_CAB “Rapporto di visita infrastrutture civili in cabina”**.

10.3 VISITA ISPETTIVA PER CONTROLLO LUNGA ROTAIA SALDATA

FCE effettua le visite ispettive per il controllo della lunga rotaia saldata con la strumentazione, le frequenze e le tempistiche riportate nel documento IO *“Costituzione e controllo della lunga rotaia saldata”*.

10.4 VISITA ISPETTIVA CON LIVELLO DI DETTAGLIO SUPERIORE

Il Capo Operatore a seguito dei controlli, riscontrati valori comportanti vincoli per l'esercizio, adotta i provvedimenti, di cui al § 9 (definisce le restrizioni all'esercizio: rallentamento o interruzione della circolazione nella tratta interessata) e ne dà comunicazione al C.U.T.

Il Capo Unità Tecnica analizza i dati e, di concerto con il CUOT, qualora fossero riscontrati valori corrispondenti ai limiti di intervento, avvia con le modalità definite in Tabella 8 un'ispezione di dettaglio superiore, anche avvalendosi di personale esterno esperto, se la complessità della problematica lo richieda (controlli non distruttivi, ecc.). L'ispezione di livello superiore restituirà in esito risultati che consentiranno al C.U.T. di confermare i provvedimenti adottati dal C.O., ricercare le cause dell'ammaloramento e identificare gli opportuni interventi manutentivi tesi all'eliminazione della causa. Si riporta di seguito lo schema di attivazione delle ispezioni di dettaglio superiore e la tempistica di esecuzione.

ELEMENTI STRUTTURALI OGGETTO DI DIFETTOSITÀ	LIMITI DI INTERVENTO	ISPEZIONE DI LIVELLO SUPERIORE
ROTAIE	§ 9.1	Il CUT entro 15 gg per classi di difetto "C1" e C2"
		Il CUT entro 7 gg per classi di difetto "C3"
TRAVERSE	§ 9.2	Il CUT entro 15 gg per difetti I > 40%
ORGANI DI ATTACCO	§ 9.3	Il CUT entro 15 gg per difetti I > 40%
ORGANI DI GIUNZIONE	§ 9.4	Non Prevista
GIUNTI ISOLANTI INCOLLATI	§ 9.5	Non Prevista
TERMICA DEL BINARIO	§ 9.6	VEDI IS LRS E BIN. GIUNT.
MASSICCIATA	§ 9.7	Il CUT entro 15 gg
CORPO STRADALE	§ 9.8	Non Prevista

Tabella 8: Ispezioni di livello superiore per gli elementi strutturali oggetto di difettosità

11 TIPOLOGIE DI MANUTENZIONE

Il "Piano di Manutenzione" prevede i seguenti tipi "Manutenzione":

- Manutenzione preventiva
- Manutenzione correttiva (per guasto o per perdita dei parametri funzionali)

Tutte le operazioni manutentive programmate sono effettuate con la ciclicità prevista dalla tipologia dei controlli sopradescritti. Gli interventi di manutenzione correttiva sulle caratteristiche strutturali, invece, si verificano ogniqualvolta risulta necessario eliminare le difettosità riscontrate durante le attività di manutenzione preventiva (visite ordinarie in linea a piedi in cabina).

In caso di intervento di manutenzione correttiva dovrà essere compilato, a cura del personale che esegue l'intervento, il seguente rapporto d'intervento **RAP_G - Rapporto Intervento Correttivo**, che deve contenere informazioni quali:

- Numero progressivo rapporto;
- Identificazione del luogo dell'intervento;
- Identificazione apparato/componente guasto;
- Data dell'intervento;
- Riferimento al Modulo di non Conformità;
- Identificazione delle azioni correttive;
- Conferma dell'implementazione delle azioni correttive;
- Durata dell'intervento (tempo tecnico);
- Numero e qualifica degli operatori che hanno eseguito l'intervento;
- Materiali di consumo e parti di ricambio utilizzati per l'intervento;
- Firma operatore.

12 MODALITÀ DI REGISTRAZIONE DEI CONTROLLI E PERSONALE RESPONSABILE

Tutti i controlli descritti nei paragrafi precedenti sono verificati a cura del C.U.T., il quale provvedere a registrare le non conformità nell'apposito registro. Il C.U.T. trasmette la documentazione verificata al Coordinatore di Ufficio delle infrastrutture civili che provvede ad archiviarla e registrarla. In accordo a quanto sopra descritto e a quanto definito nel piano di manutenzione della sovrastruttura ferroviaria e nelle istruzioni operative di FCE sopra richiamate, la seguente tabella riassume il personale coinvolto nel controllo delle caratteristiche strutturali, nonché la modulistica da esso utilizzata.

ELEMENTI STRUTTURALI			
TIPOLOGIA DI CONTROLLO	DOCUMENTAZIONE DA UTILIZZARE	DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE E/O AGGIORNARE	SOGGETTI RESPONSABILI
VISITA ORDINARIA IN LINEA A PIEDI	IS “Vigilanza dell’Infrastruttura Civile Ferroviaria – Modalità per l’effettuazione della Visita Linea”	RAP_BIN_PIE “Rapporto di visita al binario a piedi”.	L'esecutore della visita (CO/OQ) compila i modelli e li firma. Il C.U.T. verifica i moduli, li visita e trasmette al C.U. la documentazione. Il C.U. riceve la documentazione e provvede all'archiviazione e alla registrazione dell'avvenuta manutenzione programmata nel Registro delle verifiche periodiche

		Modulo di non conformità (in presenza di anomalie)	Il Capo Operatore compila il Modulo N.C. e lo trasmette al C.U.T.
		Registro delle non conformità (in presenza di anomalie)	Il Capo Unità Tecnica riceve comunicazione da parte del CO delle non conformità rilevate sui componenti, ne registra l'evento sull'apposito registro di non conformità
VISITA IN CABINA	IS “Vigilanza dell’Infrastruttura Civile Ferroviaria – Modalità per l’effettuazione della Visita Linea”	RAP_CAB “Rapporto di visita infrastrutture civili in cabina”	Il Capo Operatore (CO) esegue la visita, compila i modelli e li firma. Il C.U.T. verifica i moduli, li vista e trasmette al C.U. la documentazione. Il C.U. riceve la documentazione e provvede all’archiviazione e alla registrazione dell’avvenuta manutenzione programmata nel Registro delle verifiche periodiche.

			In presenza di anomalie il C.O. effettuerà visita straordinaria a piedi e compilerà il Modulo di Non Conformità
INTERVENTI CORRETTIVI	Modulo di non conformità	RAP_G “RAPPORTO DI INTERVENTO SU GUASTO”	Il Capo Operatore esegue con la propria squadra e/o con squadra esterna l'intervento correttivo e compila il rapporto RAP_G e lo trasmette al C.U.T.
		Registro delle non conformità	Il Capo Unità Tecnica riceve il Rapporto RAP_G e registra l'evento sull'apposito registro di non conformità

Il personale incaricato della manutenzione dovrà essere in possesso delle abilitazioni valide, previste dalla Normativa del Sistema SGS di FCE, relativamente al sottosistema infrastruttura ed ai contesti operativi pertinenti all'oggetto da mantenere ad all'ambiente in cui è installato.

Con particolare riferimento agli strumenti di misura utilizzati per eseguire i controlli, FCE sottopone tutta la strumentazione utilizzata per i controlli a periodica taratura così come previsto dalla Procedura di Manutenzione. Ognuno di questi strumenti è dotato del proprio manuale di uso e manutenzione, contenente i dati necessari al mantenimento in efficienza e una scheda tecnica in cui sono registrate le date degli interventi di controllo e/o taratura effettuati. Inoltre, per le attività straordinarie che prevedono il ricambio di alcune parti dell'infrastruttura, FCE si rivolge direttamente alla ditta costruttrice, naturalmente nel rispetto di quanto previsto dalla Procedura PO N. 07 “Gestione delle forniture esterne connesse con la sicurezza” e registra i materiali di ricambio.