

Landquart, 6 gennaio 2023

## Gestione di sistema ZBMS

# Basi di progettazione per il controllo della marcia dei treni

per le imprese ferroviarie che utilizzano un controllo della marcia dei treni conforme allo standard ZBMS

## Traduzione

Il documento originale in tedesco serve di referenza in caso di differenza d'interpretazione.

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| Versione          | N. 4.0           |
| Validità:         | 1° febbraio 2023 |
| Numero documento: | 21187            |

| Ferrovia retica                 |                                |   |
|---------------------------------|--------------------------------|---|
| Autore                          | Controllato / verificato:      | Deliberato:                             |
| Pierre-Yves Kalbfuss<br>P-PE-VZ | Rico Zanchetti<br>Capo I-EA-SR | Christian Florin<br>Capo infrastruttura |

## Informazione documenti

|     |            |   |  |
|-----|------------|---|--|
|     |            |   |  |
| 1.0 | 11.10.2016 | Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)<br>Rico Zanchetti (RhB)<br>Samuel Keller (RhB)<br>Stefan Sidler (Siemens)<br>Hansueli Reich (AB) | Prima edizione                                   |
| 1.1 | 01.05.2017 | Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)  | Adeguamento del titolo                           |
| 2.0 | 12.01.2018 | Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)<br>Rico Zanchetti (RhB)<br>Stefan Sidler (Siemens)<br>Hansueli Reich (AB)                        | Edizione rielaborata                             |
|     |            | Giorgio Murbach (RhB)   | Traduzione                                       |
| 3.0 | 01.12.2020 | Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)  | Edizione rielaborata                             |
| 4.0 | 01.02.2023 | Giorgio Murbach (RhB)<br>Pierre-Yves Kalbfuss (RhB)<br>Giorgio Murbach (RhB)  | Traduzione<br>Edizione rielaborata<br>Traduzione |

## Cambiamenti rispetto all'ultima edizione

Sono elencate le modifiche e le aggiunte materiali rispetto alla versione 3.0 del 1.12.2020. Gli adattamenti puramente formali non sono inclusi.

### 4.4.2 Installazione dei componenti Euroloop

- Si consiglia di posare il cavo di collegamento nella cavità della rotaia per una lunghezza di almeno 3 metri.
- Le prescrizioni per la posa del cavo raggiante sono state integrate con una nota sull'eliminazione delle lacune di ricezione. Inoltre, viene indicata la posa in un binario a tre rotaie.

### 5.8 Uscite

- Le specifiche per l'utilizzo delle uscite digitali supplementari del calcolatore di bordo del veicolo sono state integrate in base all'esperienza pratica. A causa delle diverse applicazioni delle uscite, è necessario garantire la compatibilità. Questo vale in particolare se un veicolo viene utilizzato sulle reti di diversi gestori delle infrastrutture.

### 6.5.3 Semplificazione del profilo di pendenza grazie alle proprietà del sistema

- La metodologia viene specificata.

### 6.5.4 Semplificazione del profilo di pendenza grazie alle curve di frenatura

- Viene spiegato l'effetto di diverse pendenze in un settore di una curva di frenatura.

### 6.6.2 Liberazione tramite Euroloop

- Sono elencate le misure per evitare vuoti di ricezione nell'area delle resistenze di fine cavo.
- Viene descritta la progettazione del controllo dei treni in una stazione con scambi a ricaduta.

### 6.6.4 Segnale di ripetizione con binari separati

- Questo nuovo paragrafo descrive l'implementazione dei requisiti dell'AB-EBV e del Compendio degli impianti di sicurezza. Se non è richiesto un controllo differenziato del segnale di ripetizione, questa complessa progettazione del controllo della marcia dei treni è superflua.

### 6.12.5 Adattamento della segnaletica

- La tavola di avviso del punto di arrivo di una curva di frenata deve essere ridisegnata con dei triangoli.

### 6.12.6 Effetto dell'intervallo di confidenza sul profilo della velocità

- Si raccomanda di verificare la necessità di gruppi di balise di riposizionamento a partire da una distanza di 800 m tra due gruppi di balise.

### 6.14 Provvedimenti in caso di difficoltà di adesione

- Nuovo capitolo

### 6.16.1 Provvedimenti da prendere in caso di distanza troppo breve del segnale avanzato, principio

- Sono elencate le condizioni per il calcolo delle distanze per il segnale avanzato.

#### 6.16.2 Breve distanza del segnale avanzato

- Nel caso di un Euroloop più lungo, è da verificare la visibilità del segnale avanzato e del segnale principale.

#### 7.2.4 Procedura di approvazione dei piani

- Viene specificato il requisito per l'applicazione della tavola di avviso al punto di arrivo di una curva di frenatura.

#### 7.2.5 Documentazione dell'impianto

- Nuova voce

#### 7.4.3 Sistema di frenatura

- Nuova voce

#### 7.6.2 Parametri del veicolo

- L'identificazione nazionale ETCS per il controllo dei treni ZSI 127 (NID\_C) n. 452 viene applicata anche perché l'assegnazione ai codici 453 e 454 è completamente utilizzata.
- La distanza di percorso e di retrocessione deve essere proiettata a  $\leq 2$  m grazie all'impedimento alla partenza tramite l'Euroloop.
- Viene elencato il parametro per la frenatura del sistema in caso di impedimento alla partenza mediante Euroloop.
- Viene elencato il parametro introdotto con la release 5.4 per il mantenimento dei dati di tratta.

# Indice

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Disposizioni generali</b> .....  | <b>9</b>  |
| 1.1      | Obiettivo del regolamento .....   | 9         |
| 1.2      | Settore d'impiego.....  | 9         |
| 1.3      | Applicazione dello standard ZBMS .....  | 9         |
| 1.4      | Aggiornamento .....   | 10        |
| <b>2</b> | <b>Basi</b> .....   | <b>11</b> |
| 2.1      | Normativa federale .....  | 11        |
| 2.2      | Regole RTE .....  | 11        |
| 2.3      | Segnaletica tipo .....  | 11        |
| <b>3</b> | <b>Abbreviazioni e definizioni</b> .....  | <b>13</b> |
| 3.1      | Abbreviazioni .....   | 13        |
| 3.2      | Termini .....   | 14        |
| <b>4</b> | <b>Equipaggiamento della tratta</b> .....   | <b>17</b> |
| 4.1      | Componenti del sistema .....  | 17        |
| 4.2      | Posizionamento delle eurobalise .....   | 18        |
| 4.3      | Cablaggio dell'unità elettronica di linea ETCS.....                                 | 23        |
| 4.4      | Installazione dei componenti Euroloop.....  | 24        |
| <b>5</b> | <b>Equipaggiamento del veicolo</b> .....  | <b>27</b> |
| 5.1      | Calcolatore di bordo.....   | 27        |
| 5.2      | Elemento di servizio e di visualizzazione (DMI).....                                | 27        |
| 5.3      | Tasto di conferma esterno .....   | 27        |
| 5.4      | Interruttore di ponteggio.....  | 27        |
| 5.5      | Antenna ETCS.....   | 28        |
| 5.6      | Ricettori magnetici .....   | 30        |
| 5.7      | Generatori d'impulsi.....   | 30        |
| 5.8      | Uscite .....  | 30        |
| <b>6</b> | <b>Configurazione del sistema</b> .....   | <b>31</b> |
| 6.1      | Tipo di sorveglianza.....   | 31        |
| 6.2      | Cambio del tipo di sorveglianza .....   | 31        |
| 6.3      | Autorizzazione al movimento (MA).....   | 34        |
| 6.4      | Profilo statico di velocità (SSP).....  | 38        |
| 6.5      | Profilo della pendenza .....  | 41        |
| 6.6      | Liberazione .....   | 43        |
| 6.7      | Annunci del Euroloop.....   | 50        |
| 6.8      | Velocità massime nella sorveglianza ridotta.....                                    | 52        |
| 6.9      | Manovra.....  | 54        |
| 6.10     | Linking (connessione).....  | 55        |
| 6.11     | Intervallo di confidenza / finestra d'aspettativa.....                              | 55        |
| 6.12     | Punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento.....                               | 57        |
| 6.13     | Distanze di slittamento.....  | 65        |
| 6.14     | Provvedimenti in caso di problemi di adesione.....                                  | 66        |
| 6.15     | Restrizione dell'immagine di corsa.....   | 70        |
| 6.16     | Provvedimenti da prendere in caso di distanza troppo breve del segnale avanzato.... | 71        |
| 6.17     | Segnale avanzato mancante.....  | 74        |
| 6.18     | Entrata occupata.....   | 74        |
| 6.19     | Entrata in stazione senza accesso con dislivello ai marciapiedi.....                | 76        |

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 6.20     | Immagini di corsa in caso di perturbazione di lampada .....                     | 76        |
| 6.21     | Impianti di passaggio .....   | 77        |
| 6.22     | Segnale ausiliario .....  | 78        |
| 6.23     | Zona di tranvie .....   | 80        |
| 6.24     | Rallentamenti temporanei .....  | 80        |
| 6.25     | Sorveglianza puntuale tramite eurobalise .....                                  | 81        |
| 6.26     | Veicoli ricoverati.....   | 81        |
| 6.27     | Cambio del regime d'esercizio per la trazione tramite un gruppo di balise ..... | 82        |
| 6.28     | Commutazione del regime d'esercizio per la trazione tramite magneti.....        | 83        |
| 6.29     | Sorveglianza della velocità su tratte a cremagliera .....                       | 84        |
| 6.30     | Telegrammi di errore (default) e di perturbazione .....                         | 85        |
| 6.31     | Impedimento della partenza per treni a scartamento normale.....                 | 85        |
| <b>7</b> | <b>Integrazione del sistema presso il gestore .....</b>                         | <b>87</b> |
| 7.1      | Condizioni preliminari.....   | 87        |
| 7.2      | Progettazione dell'equipaggiamento della tratta .....                           | 87        |
| 7.3      | Montaggio e messa in servizio .....   | 90        |
| 7.4      | Progettazione dell'equipaggiamento dei veicoli.....                             | 90        |
| 7.5      | Modelli di frenatura .....  | 92        |
| 7.6      | Determinazione dei parametri del veicolo .....                                  | 96        |
| 7.7      | Prescrizioni d'esercizio .....  | 99        |
| 7.8      | Istruzioni .....  | 99        |

## Elenco delle figure

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1:  | Possibile configurazione delle componenti per la dotazione della tratta .....                      | 17 |
| Figura 2:  | Posizionamento con mantenimento dei magneti .....  | 18 |
| Figura 3:  | Esempio di montaggio con controrotaia .....  | 19 |
| Figura 4:  | Esempio di montaggio su tratto a cremagliera .....   | 20 |
| Figura 5:  | Posizionamento binario - veicolo nel settore a cremagliera.....                                    | 20 |
| Figura 6:  | Esempio delle dimensioni di una eurobalise (Siemens S21).....                                      | 21 |
| Figura 7:  | Esempio di spazi liberi .....  | 22 |
| Figura 8:  | Esempio di installazione su traverse a Y / eurobalise ricoperta da una piastra di schermatura..... | 22 |
| Figura 9:  | Dispositivo di montaggio per il tratto a cremagliera .....   | 23 |
| Figura 10: | Balise incassata nel corpo stradale.....   | 23 |
| Figura 11: | Disposizione dei LEU.....  | 24 |
| Figura 12: | Esempio di montaggio del elemento di servizio e di visualizzazione .....                           | 27 |
| Figura 13: | Spazio libero da metallo sotto il veicolo .....  | 29 |
| Figura 14: | Cambio in caso di doppio equipaggiamento della tratta .....  | 32 |
| Figura 15: | Cambio in caso d'equipaggiamento alternato della tratta .....                                      | 33 |
| Figura 16: | Cambio in caso di doppio equipaggiamento della tratta .....  | 33 |
| Figura 17: | Cambio in caso di equipaggiamento alternato della tratta .....                                     | 34 |
| Figura 18: | Autorizzazione al movimento al segnale d'uscita .....  | 36 |
| Figura 19: | Autorizzazione al movimento al transito e in assenza di un segnale avanzato ...                    | 36 |
| Figura 20: | Autorizzazione al movimento con corsa breve .....  | 37 |
| Figura 21: | Soglia di velocità.....  | 39 |
| Figura 22: | Esempio SSP .....  | 40 |
| Figura 23: | Pendenza media.....  | 42 |
| Figura 24: | Liberazione tramite Euroloop .....   | 45 |
| Figura 25: | Disposizione in una stazione con scambi a ricaduta .....   | 45 |
| Figura 26: | Progettazione della liberazione manuale .....  | 47 |
| Figura 27: | Apparecchiatura di un segnale di ripetizione per binari separati.....                              | 48 |
| Figura 28: | Avanzamento al termine dell'autorizzazione al movimento .....                                      | 49 |
| Figura 29: | Annuncio dell'Euroloop .....   | 51 |
| Figura 30: | Collegamenti di scambi senza segnali principali .....  | 52 |
| Figura 31: | Circolazione senza dati di tratta .....  | 53 |
| Figura 32: | Confronto odometria - misurazione.....   | 55 |
| Figura 33: | Gruppo di balise all'interno della finestra d'aspettativa.....                                     | 56 |
| Figura 34: | Gruppo di balise all'esterno di una finestra d'aspettativa.....                                    | 56 |
| Figura 35: | Calcolo del punto di arrivo .....  | 58 |
| Figura 36: | Punto di arrivo entro la distanza di slittamento.....  | 58 |
| Figura37:  | Distanza di slittamento insufficiente .....  | 59 |
| Figura 38: | Balise di riposizionamento antistante il paraurti .....  | 60 |
| Figura 39: | Velocità di avvicinamento prima del paraurti.....  | 60 |
| Figura 40: | Punto di arrivo oltre il paraurti .....  | 61 |
| Figura 41: | Posa della tavola di fermata per segnale di gruppo.....  | 61 |
| Figura 42: | Tavola di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura.....                             | 62 |
| Figura 43: | Posa della tavola di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura.....                  | 62 |
| Figura 44: | Progetto di limitazione di velocità.....   | 63 |
| Figura 45: | Progettazione sulla punta di uno scambio.....  | 64 |
| Figura 46: | Conseguenze dei problemi di adesione .....   | 66 |
| Figura 47: | Pianificazione in caso di difficoltà di adesione.....  | 68 |

---

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 48: | Restrizione dell'immagine di corsa.....                 | 70 |
| Figura 49: | Effetto di un grande intervallo di confidenza.....      | 73 |
| Figura 50: | Misure in caso di intervallo di confidenza elevato..... | 74 |
| Figura 51: | Entrata occupata.....                                   | 75 |
| Figura 52: | Segnale ausiliario .....                                | 79 |
| Figura 53: | Situazioni di veicoli ricoverati .....                  | 81 |
| Figura 54: | Frenatura imposta di treni uniformi .....               | 94 |
| Figura 55: | Frenatura imposta con treni misti.....                  | 95 |



# 1 Disposizioni generali

## 1.1 Obiettivo del regolamento

Nel presente documento sono definite le regole di progettazione del sistema di controllo della marcia dei treni per le ferrovie a scartamento metrico (ZBMS). Come base si applica lo standard nazionale per il controllo della marcia dei treni delle ferrovie che non adottano il sistema ETCS. Le presenti basi di progettazione mirano a consentire una configurazione ottimale delle funzioni di sorveglianza continua definite nello standard.

Esse sono rivolte ai responsabili di progetto delle imprese ferroviarie e licenziatarie. Le condizioni preliminari per una configurazione ottimale sono le conoscenze di base dello standard ZBMS e del sistema impiegato.

## 1.2 Settore d'impiego

Le presenti basi di progettazione sono da utilizzare per configurare gli equipaggiamenti della tratta e del veicolo che devono adempiere lo standard ZBMS.

Per la realizzazione del progetto da parte del fornitore del sistema devono inoltre essere rispettate le linee guida di progettazione del produttore del sistema.

L'equipaggiamento della tratta e le funzioni di sorveglianza del sistema sono definiti in dettaglio nello standard. Il presente documento ne viene esposta in dettaglio l'applicazione.

Riguardo all'equipaggiamento del veicolo si fa riferimento a caratteristiche generali conformi allo standard ZBMS.

La sorveglianza puntuale per mezzo dei magneti non è trattata nelle presenti basi di progettazione. Le basi di progettazione del sistema esistente devono anche essere osservate. È qui illustrata soltanto la progettazione del cambio di tipo di sorveglianza necessario durante la migrazione.

## 1.3 Applicazione dello standard ZBMS

Diverse illustrazioni mostrano le indicazioni che compaiono sull'elemento di visualizzazione nella cabina di guida. Questa rappresentazione si basa sull'attuale concetto di visualizzazione conforme allo standard ZBMS che deve essere utilizzato nelle nuove applicazioni. Singole imprese ferroviarie continuano ad applicare il concetto originale di visualizzazione.

I documenti di progettazione richiedono generalmente il monitoraggio della lunghezza del treno. A causa dell'evoluzione del sistema nel corso del tempo, la lunghezza dei treni che inizialmente non era monitorata continua a non esserlo presso singole imprese ferroviarie.

## 1.4 Aggiornamento

Queste basi di pianificazione vengono costantemente sviluppate sulla base di nuove conoscenze e revisioni della normativa sovrana. Di norma, i progetti esistenti basati su una versione precedente possono essere mantenuti per un periodo illimitato. Una nuova progettazione sarebbe necessaria solo dopo l'individuazione di un'eventuale lacuna di sicurezza e dovrebbe essere specificamente richiesta.

## 2 Basi

### 2.1 Normativa federale

I regolamenti federali da applicare sono in particolare i seguenti:

- ordinanza sulla costruzione e l'esercizio delle ferrovie (Oferr; RS 742.141.1);
- disposizioni d'esecuzione dell'Oferr (DE-Oferr; RS 742.141.11);
- prescrizioni svizzere sulla circolazione dei treni (PCT; RS 742.173.001);
- standard nazionale: controllo della marcia dei treni per le ferrovie che non adottano il sistema ETCS (standard ZBMS).

### 2.2 Regole RTE

Come base fa stato il compendio per gli impianti di sicurezza R RTE 25000 – 25064 in particolare:

- R RTE 25036 sul controllo della marcia dei treni.

### 2.3 Segnaletica tipo

In Svizzera vengono utilizzati le segnaletiche tipo L e N. Presso lo scartamento metrico, tuttavia, la segnaletica tipo N viene utilizzato solo sporadicamente nelle stazioni collettive. Tutti gli esempi sono quindi basati sulla segnaletica più diffusa del tipo L. Tuttavia, in linea di principio, sono applicabili indipendentemente dalla segnalazione tipo. La segnalazione tipo corrispondente viene citata solo se sono necessarie disposizioni specifiche.



## 3 Abbreviazioni e definizioni

### 3.1 Abbreviazioni

|      |   |   |
|------|---|---|
| BG   | Balise Group                            | Gruppo di eurobalise  |
| DMI  | Driver Machine Interface                | elemento di servizio e di visualizzazione   |
| ELM  | Euroloop-Modem                          | Modem Euroloop  |
| ETCS | European Train Control System           | Sistema standard europeo di segnaletica e di controllo dei treni                  |
| FS   | Full Supervision                        | Regime d'esercizio "sorveglianza integrale"                                       |
| GP   | Gradient Profile                        | Profilo della tratta, pendenza  |
| IS   | Isolation                               | Regime d'esercizio "disattivato"  |
| LEU  | Lineside Electronic Unit                | Unità elettronica di linea ETCS   |
| MA   | Movement Authority                      | Autorizzazione al movimento   |
| NL   | Non Leading                             | Regime d'esercizio "non in testa del treno"                                       |
| ODM  | Odometry                                | Odometria = misurazione della distanza percorsa                                   |
| SH   | Shunting                                | Regime d'esercizio "Manovra"  |
| SL   | Sleeping                                | Regime d'esercizio "veicolo motore telecomandato"                                 |
| SR   | Staff Responsible                       | Regime d'esercizio "sorveglianza ridotta"   |
| SSP  | Static Speed Profile                    | Profilo statico di velocità   |
| TSR  | Temporary Speed Restriction             | Rallentamento temporaneo  |
| UFT  |   | Ufficio federale dei trasporti  |
| UN   | Unfitted                                | Regime d'esercizio "sorveglianza puntuale tramite magneti o gruppo di balise"     |
| ZBMS | Zugbeeinflussung Meter- und Spezialspur | Controllo della marcia dei treni per le ferrovie a scartamento metrico o speciale |

## 3.2 Termini

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Autorizzazione al movimento | L'autorizzazione al movimento (MA) è una parte dei dati ricevuti dal telegramma da un gruppo di eurobalise che permette la circolazione su un settore di binario. Nell'autorizzazione sono integrati i dati riguardanti la distanza da percorrere. Di regola, l'autorizzazione al movimento generata nel sistema corrisponde al consenso, indicato dal segnale, a proseguire la corsa fino al segnale principale successivo.   |
| Disattivato                 | Nel regime d'esercizio "disattivato" (IS), il sistema di controllo della marcia dei treni non è più collegato verso l'esterno e le uscite per le frenature dal sistema di controllo della marcia dei treni sono disattivate.   |
| Infill                      | Designazione di un gruppo di eurobalise per la trasmissione dell'autorizzazione al movimento per liberare il treno dalla curva di frenatura nel tratto di binario precedente il segnale principale.  |
| Intervallo di confidenza    | Tolleranza in funzione del percorso rispetto alla posizione esatta del treno a causa di imprecisioni dell'odometria.   |
| Linking / collegamento      | Collegamento logico tra gruppi di eurobalise.  |
| Magneti                     | Per la sorveglianza puntuale, sono in uso diversi sistemi esistenti per il controllo dei treni dotati di specifici magneti permanenti e di elettromagneti. Le informazioni sono trasmesse ai veicoli mediante una combinazione dei poli magnetici nord e sud.  |
| Manovra                     | Il regime d'esercizio "Manovra" (SH) è utilizzato per la manovra in stazione e sulla tratta.<br>La sezione ammessa può essere determinata da parte del controllo della marcia dei treni, il quale controlla pure la velocità massima consentita per il movimento di manovra.   |
| Non in testa del treno      | Nel regime d'esercizio "non in testa del treno" (NL), il macchinista guida un locomotore o un vagone di comando, il quale non figura in testa al treno.  |
| Riposizionamento            | Rilevamento esatto della posizione del veicolo a scopo di <ul style="list-style-type: none"><li>– correzione dell'autorizzazione al movimento a dipendenza del percorso per le differenti distanze dei punti di arrivo, e</li><li>– reinizializzazione (resettaggio) dell'intervallo di confidenza dipendente del percorso nell'ambito dell'autorizzazione al movimento.</li></ul> Dopo un riposizionamento, la curva dinamica di frenatura al termine dell'autorizzazione al movimento, rispettivamente prima di una soglia di velocità viene ricalcolata in funzione del nuovo punto di arrivo definito. |

---

|                        |  |
|------------------------|--|
| Sorveglianza integrale | <p>Nel regime d'esercizio "sorveglianza integrale" (FS) sorveglia costantemente l'autorizzazione al movimento fino al punto di arrivo e il rispetto della velocità massima di tratta in base ai dati forniti dell'infrastruttura e ai dati inseriti per il treno.</p> <p>La sorveglianza integrale all'inizio di un viaggio si attiva al più presto dopo il passaggio sul primo gruppo di eurobalise.</p>  |
| Sorveglianza continua  | <p>Trasmissione puntuale o continua d'informazioni al veicolo e sorveglianza continua delle condizioni che possono cambiare a dipendenza della posizione del veicolo. Il controllo della marcia dei treni si attiva non appena queste condizioni non siano rispettate.</p>   |
| Sorveglianza puntuale  | <p>Trasmissione puntuale di informazioni al veicolo con reazione immediata da parte del controllo della marcia dei treni all'aggiornamento costante delle informazioni.</p>  |
| Sorveglianza ridotta   | <p>Il regime d'esercizio "sorveglianza ridotta" (SR) prevede una sorveglianza parziale. Viene attivato se l'equipaggiamento di tratta non ha trasmesso un'autorizzazione al movimento oppure se dopo un'inversione di marcia vi è una rivalutazione dei dati tramite Euroloop. Nell'ultimo caso i dati di tratta non sono ancora completi. Il veicolo è monitorato dal sistema di controllo dei treni su una velocità predefinita. La posizione del veicolo, e quindi la durata dell'autorizzazione del movimento, non sono sorvegliate.</p> |
| Telecomandato          | <p>Nel regime d'esercizio "veicolo motore telecomandato" (SL), il macchinista non è presente nella cabina di guida del locomotore o del vagone di comando, il quale non figura in testa al treno.</p>  |
| Telegramm              | <p>Un telegramma comprende un blocco dati di intestazione e un insieme identificato e contiguo di pacchetti di dati. I pacchetti di dati sono costituiti da diverse variabili in un blocco con una struttura interna predefinita.</p> <p>Una balise trasmette un messaggio al veicolo di passaggio, che consiste in uno o più telegrammi.</p>  |





## 4 Equipaggiamento della tratta

### 4.1 Componenti del sistema

La dotazione della tratta comprende i componenti indicati nella figura sottostante.

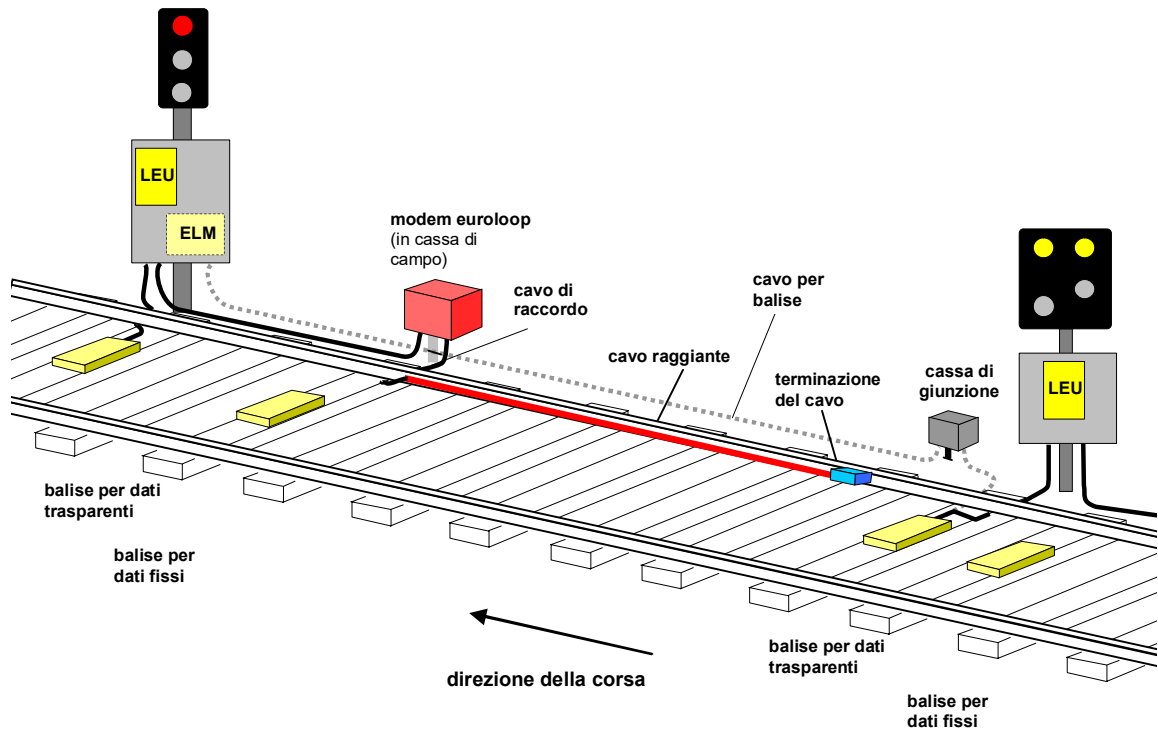


Figura 1: Possibile configurazione delle componenti per la dotazione della tratta

Normalmente, uno o più LEU sono montati assieme al modem Euroloop (ELM) in una scatola relè al segnale principale. Il gruppo di eurobalise al segnale avanzato è comandato di regola dal LEU al segnale principale. Questo ha il vantaggio di poter trasmettere al veicolo tramite il gruppo di balise già al segnale avanzato immagini speciali (per esempio un segnale di binario occupato) che non possono essere progettate già al segnale avanzato. A questo scopo deve essere presente un cavo di collegamento tra il segnale avanzato e il segnale principale. La figura mostra sia le varianti di integrazione del segnale avanzato sia le opzioni di configurazione comune del modem Euroloop (ELM).

Se con la stessa immagine vengono visualizzati più itinerari può essere necessaria una selezione del percorso. In questo caso i criteri devono essere ripresi dall'apparecchio centrale e trasmessi al segnale corrispondente. Una sorveglianza sulla lunghezza del treno o una precisa soglia di velocità si possono soltanto programmare così.

## 4.2 Posizionamento delle eurobalise

### 4.2.1 Caso normale

Un gruppo di balise è costituito da almeno due eurobalise. Per il sistema puramente ZBMS vengono utilizzate sempre 2 eurobalise. Contrariamente, la misura dello spostamento può essere calibrata con una singola balise a dati fissi.

La prima eurobalise nel senso di marcia è a dati fissi, essa non necessita di cavi. La seconda eurobalise è a dati trasparenti ed è collegata all'unità elettronica di linea (LEU).

Un punto della tratta può essere composto anche solo di due balise a dati fissi senza LEU. Tale gruppo di balise è in grado di trasmettere le informazioni nel senso di marcia del veicolo indipendentemente della segnalazione. Questi sono, per esempio, informazioni sulla localizzazione per il riposizionamento, segnalazione di rallentamento temporaneo (TSR), annunci di Euroloop, etc.

Per un segnale di gruppo è installato un gruppo di balise per binario prima della tavola di fermata per segnale di gruppo.

Sulle ferrovie ad aderenza le eurobalise rettangolari sono collocate trasversalmente e al centro della tratta.

In un gruppo di eurobalise la distanza longitudinale tra di loro è

- solitamente 3 m
- minimo 2,3 m
- massimo 6 m

L'ultima eurobalise del gruppo si trova normalmente 1-2 m davanti al segnale fisso associato. Il rispetto delle distanze minime dai conduttori elettrici e degli ostacoli sul binario, ad es. scambi, richiede maggiori scostamenti.

La distanza minima tra le Eurobalise di diversi gruppi successivi di balise, indipendentemente dal senso di marcia, è la seguente:

- di regola 8 m (velocità massima fino a 120 km/h)
- Sono possibili valori più ravvicinati tra due gruppi di balise in condizioni di ristrettezze e una bassa velocità massima. Sono sempre da rispettare:

$$s_{\min} = 2.6 + 0.03 \cdot v$$

$s_{\min}$  Distanza minima [m]

$v$  Velocità massima [km/h]

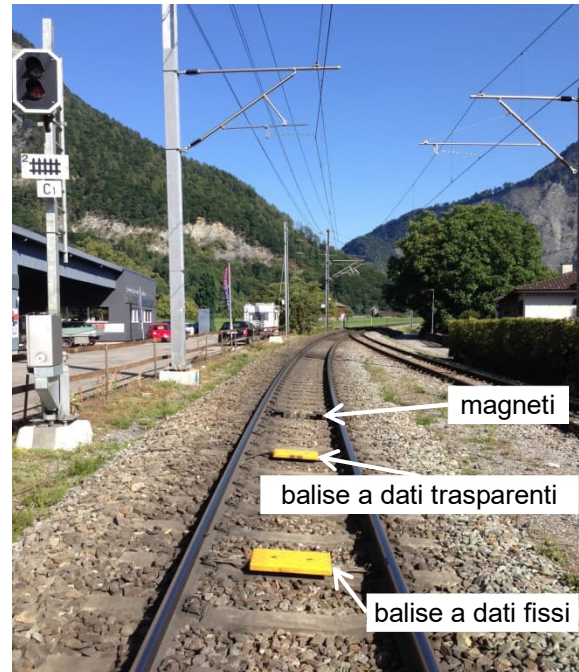


Figura 2: Posizionamento con mantenimento dei magneti

#### 4.2.2 Binario a tre o quattro rotaie

Su un binario a tre o quattro rotaie i dati di tratta dei vari sistemi per il controllo di marcia dei treni ZBMS, ETCS L1LS, Euro-ZUB e Euro-Signum possono essere trasmessi attraverso un gruppo eurobalise. Di norma, la quantità di dati richiesta non può essere trasferita da un'unica eurobalise a dati trasparenti. In questo caso, il gruppo eurobalise è formato da due eurobalise a dati trasparenti in modo da poter trasferire i diversi pacchetti di dati P44 delle applicazioni ZBMS, Euro-ZUB ed Euro-Signum.

#### 4.2.3 Cremagliera e ostacoli sulla tratta

In linea di principio le eurobalise sono generalmente posate nell'asse del binario. Uno spostamento laterale è necessario in caso di ostacoli come cremagliere o controrotaie. In questo caso vanno verificati lo scostamento laterale rispetto all'antenna del veicolo e lo spazio libero da ferro.

Le eurobalise sono generalmente posizionate trasversalmente rispetto all'asse del binario. Se lo spazio a disposizione è limitato, è possibile posarle in direzione longitudinale.



Figura 3: Esempio di montaggio con controrotaia

Lo scostamento laterale a causa della cremagliera richiede che l'antenna del veicolo sia disposta lateralmente dall'asse. A causa del montaggio asimmetrico dell'antenna, i veicoli non possono essere ruotati.

Nei settori a cremagliera, le eurobalise sono inevitabilmente disposte longitudinalmente alla direzione di marcia.

Di conseguenza, le eurobalise sono montate sul lato in senso longitudinale sui tratti ad aderenza.



Figura 4: Esempio di montaggio su tratto a cremagliera

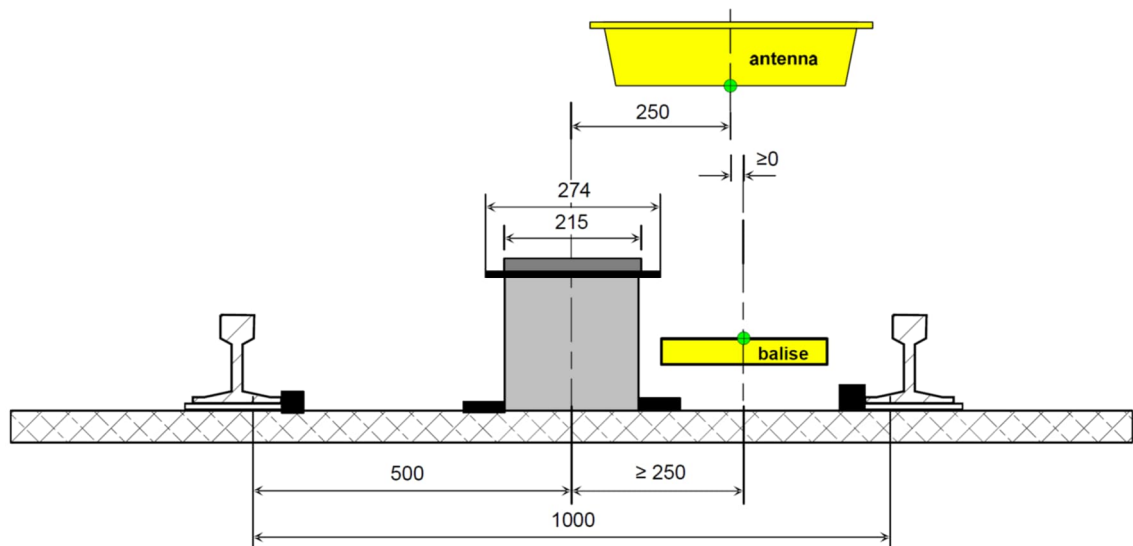


Figura 5: Posizionamento binario - veicolo nel settore a cremagliera

Nelle tratte a cremagliera, le eurobalise sono posate possibilmente con uno scostamento di 250 mm dall'asse del binario. Nel caso di una cremagliera a scaglione molto larghe del sistema Riggerbach è necessario aumentare lo scostamento. Le istruzioni dettagliate, in particolare le altezze di montaggio, si trovano nella guida di installazione del produttore.

#### 4.2.4 Dimensioni

Durante la progettazione bisogna assicurarsi che le distanze minime tra una eurobalise e gli elementi ferromagnetici o le condotte elettriche siano rispettate. In particolare è determinante rispettare le distanze minime da incroci di condotte elettriche nel corpo del binario o nella sottostruttura.

Le dimensioni di una eurobalise e l'osservanza degli spazi liberi possono variare a dipendenza del produttore. In questo capitolo sono descritte le misure delle eurobalise Siemens S21 e visualizzate come esempio.

La figura seguente illustra le dimensioni essenziali di una eurobalise (ad es. eurobalise Siemens S21).

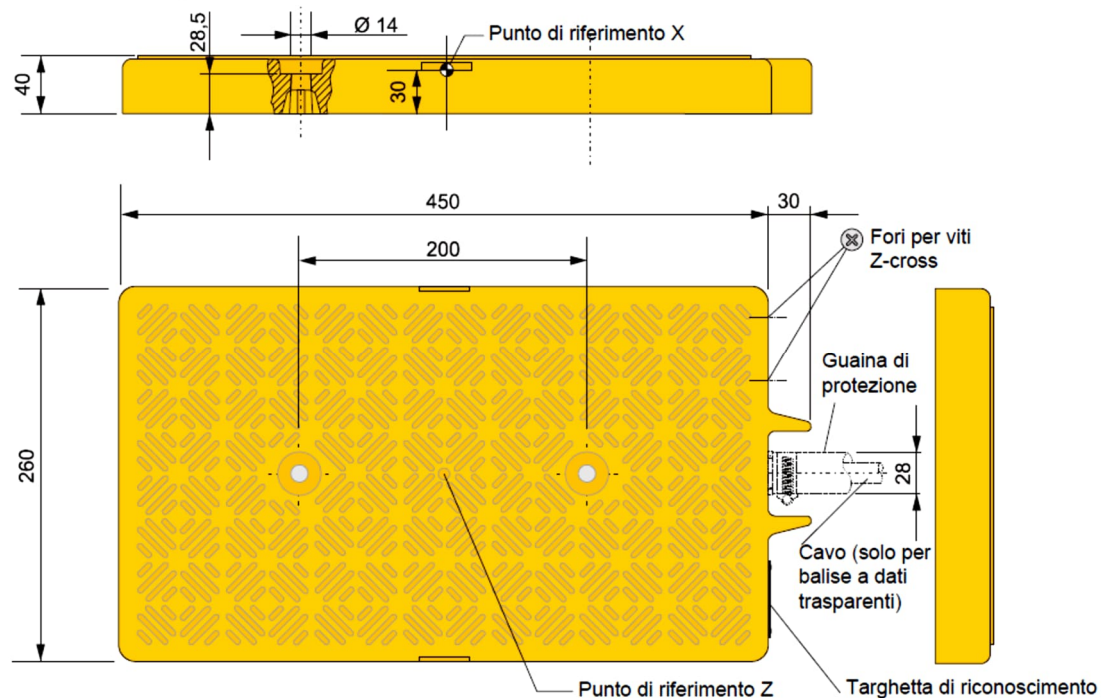


Figura 6: Esempio delle dimensioni di una eurobalise (Siemens S21)

Occorre rispettare gli spazi liberi rispetto all'eurobalise:

- in modo che l'unità di programmazione possa essere posizionata sulla eurobalise;
- a causa delle interferenze elettromagnetiche delle parti in ferro e dei conduttori elettrici, il settore corrispondente deve essere mantenuta libera da parti in ferro e cavi elettrici:
  - particolare attenzione va prestata al rispetto degli spazi liberi in prossimità di giunti isolanti, a causa degli attraversamenti elettrici,
  - va rispettata una determinata distanza minima dalle grandi strutture in acciaio. Ad esempio, su un ponte in acciaio non possono essere posate eurobalise;
  - in caso di montaggio su traverse d'acciaio o supporti ferromagnetici, deve essere rispettata una distanza verticale minima. Per i prodotti Siemens questa distanza verticale è di 60 mm dal segno di riferimento x della eurobalise.

Le istruzioni dettagliate sull'installazione delle eurobalise si trovano nella guida di installazione del produttore.

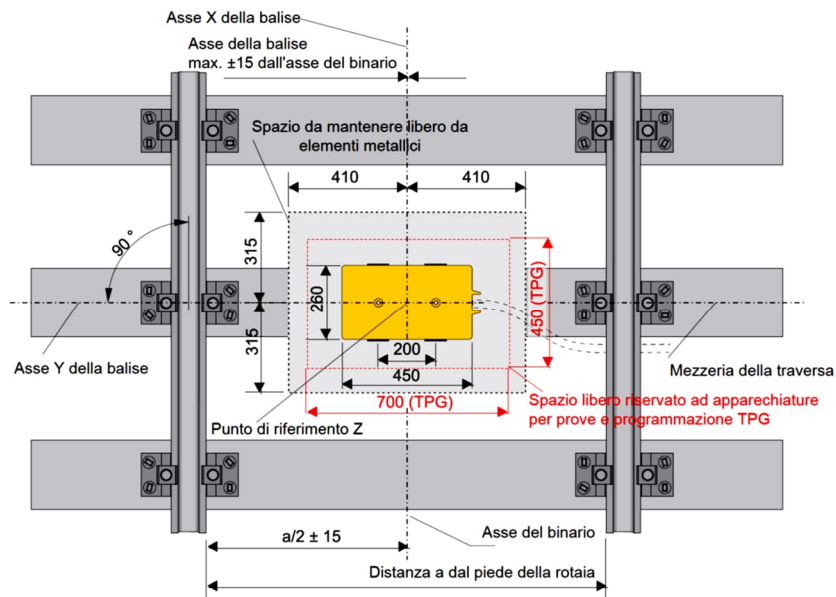


Figura 7: Esempio di spazi liberi

#### 4.2.5 Tipo di fissaggio

A causa degli influssi magnetici sono da utilizzare gli elementi di montaggio prescritti del produttore delle balise. I tipi di montaggio qui indicati a titolo di esempio si riferiscono alle eurobalise Siemens.

Le eurobalise sono montate generalmente su supporti VORTOK, che sono utilizzabili per i sistemi di fissaggio Ae, AEI o Aek, Aeki.

I supporti VORTOK, disponibili anche per tratti di binario con traverse a Y, si montano lateralmente sotto il piede della rotaia. Dall'altro lato, il supporto viene avvitato come di consueto sul fissaggio della rotaia.



Figura 8: Esempio di installazione su traverse a Y / eurobalise ricoperta da una piastra di schermatura

Nelle sezioni a cremagliera e nel settore delle controrotaie le eurobalise sono avvitate mediante piastre distanziali tra due traverse.

Lo scostamento laterale dall'asse del binario è determinato dalla larghezza della cremagliera. La distanza in altezza rispetto alla testa della rotaia dipende dal profilo della rotaia montata e dalla piastra distanziale utilizzata.



*Figura 9: Dispositivo di montaggio per il tratto a cremagliera*

Sui settori di tranvie il montaggio avviene tramite un telaio in cemento polimerico incassato nel corpo stradale e ricoperto con lo stesso materiale.



*Figura 10: Balise incassata nel corpo stradale*

Le istruzioni dettagliate sull'installazione delle eurobalise si trovano nella guida di installazione del produttore.

Le eurobalise sono ricoperte da una piastra di schermatura durante il periodo compreso tra l'installazione e la messa in servizio. Se l'eurobalise viene installata su una piastra distanziale, le dimensioni di quest'ultima non devono impedire l'aggancio della piastra di schermatura sotto l'eurobalise.

## **4.3 Cablaggio dell'unità elettronica di linea ETCS**

### **4.3.1 Lunghezza della linea di alimentazione**

L'alimentazione dell'unità elettronica di linea ETCS (LEU) può in alcune circostanze essere assicurata su lunghe distanze a partire dall'apparecchio centrale. In questi casi si deve prestare attenzione alla caduta di tensione nella linea e alla protezione da corto circuito a fine linea.

### **4.3.2 Cascata**

Il LEU è dotato di uscite standardizzate per eurobalise e modem Euroloop. Il master LEU può essere collegato in cascata con delle unità di espansione, se sono necessarie più uscite di quelle disponibili.

### **4.3.3 Collegamento all'apparecchio centrale**

Il LEU è collocato direttamente al segnale. Gli ingressi sono collegati in serie al relativo circuito del segnale. Per i rispettivi segnali deve essere garantita solamente l'alimentazione dall'apparecchio centrale.

I telegrammi sono generati in base alle lampade attivate del segnale. Un telegramma diverso viene generato per ogni immagine.

Si raccomanda di collegare il gruppo di balise di un segnale avanzato al LEU del segnale principale corrispondente. Un segnale avanzato singolo, collegato a diversi segnali principali deve essere dotato di un proprio LEU.

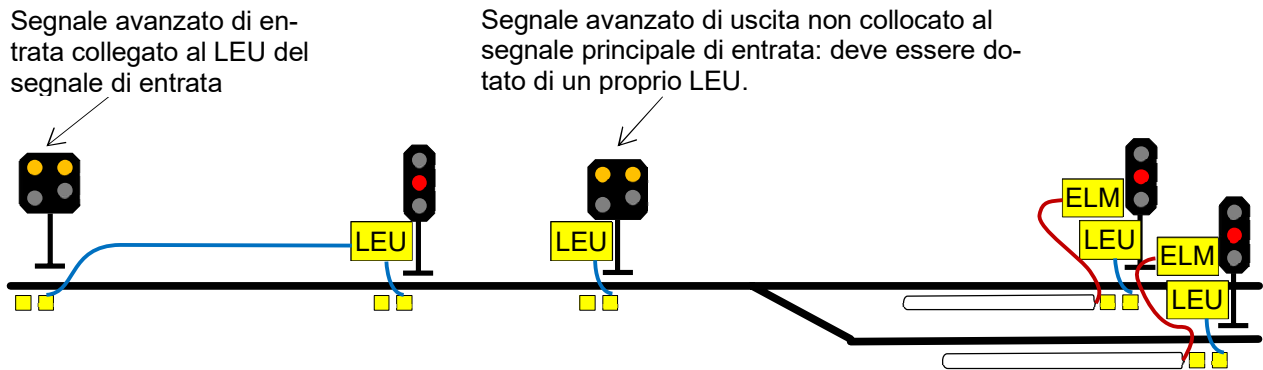


Figura 11: Disposizione dei LEU

Quando viene installato un Euroloop, un modem Euroloop (ELM) deve essere collegato al LEU.

#### 4.3.4 Collegamento a un apparecchio centrale elettronico

Negli apparecchi centrali elettronici la trasmissione dei dati ai singoli segnali avviene in parte in modo seriale (telecomando). Risulta quindi vantaggioso di connettere direttamente la balise a dati trasparenti al trasferimento dei dati rispettivamente al telecomando.

## 4.4 Installazione dei componenti Euroloop

### 4.4.1 Componenti

I componenti dell'Euroloop sono sostanzialmente i seguenti:

- modem Euroloop (ELM);
- cavo di raccordo (collegamento dall'ELM all'Euroloop);
- cavo raggiante (Euroloop);
- terminazione del cavo-loop (LKA).

Il cavo raggiante (euroloop) può essere installato sostanzialmente con diverse lunghezze. La lunghezza massima di un Euroloop è di 800 m.

### 4.4.2 Posizionamento

Il cavo raggiante è normalmente fissato tramite appositi morsetti al piede della rotaia.

Se non è possibile fissare il cavo al piede della rotaia si utilizza un tubo in materiale plastico. Il materiale del tubo deve essere isolante e antimagnetico. Questo è il tipo di posa usuale nel settore di un passaggio a livello.



In generale, durante l'installazione dei componenti dell'Euroloop vanno osservati i seguenti punti:

- scatola del segnale:
  - il cavo della protezione di terra all'LEU e all'ELM deve essere il più corto possibile;
  - collegare il cavo di interconnessione con la bobina di riduzione;
  - mantenere la bobina di riduzione il più vicino possibile al canale del cavo dell'armadio;
  - collegare la spina del cavo di interconnessione alla scatola del segnale (non eseguire l'isolamento!);
- cavo di giunzione:
  - Il cavo di giunzione deve essere almeno 3 m lungo e posizionato nella scanalatura della rotaia. Questa misura facilita l'eliminazione di eventuali interferenze radioamatoriali;
  - Un cavo di giunzione in eccesso (riserva) non deve rimanere nei pressi delle rotaie;
  - Un cavo di giunzione non può formare nessun cappio;
  - il raggio di curvatura minimo del cavo di giunzione deve essere rispettato;
  - Un cavo di giunzione viene condotto perpendicolarmente al binario.
- attraversamento dei binari:
  - nel limite del possibile è da evitare l'attraversamento dei binari;
  - il cavo aggiuntivo va fissato nella scanalatura di entrambe le rotaie su una lunghezza minima di 3 m;
- aggiramento di ostacoli:
  - un cavo aggiuntivo è utilizzato per aggirare gli ostacoli di maggiori dimensioni come scambi, incroci di binario, ecc.
- Cavo raggiante:
  - Il cavo raggiante non può formare nessun cappio;
  - la lunghezza del cavo raggiante è tendenzialmente arrotondata;
  - per la posa di un cavo raggiante doppio (punto di interruzione o punto di separazione) si inizia sempre dalla mezzeria;
  - il cavo raggiante è posato di regola al piede di una rotaia, in una scanalatura esterna. Può essere fissato alla rotaia destra o a quella sinistra. Il lato del binario sul quale effettuare la posa viene stabilito tenendo conto degli ostacoli che si trovano nel binario (ad es. scambi; evitare attraversamenti);
  - se in un binario gli Euroloop di entrambe le direzioni si sovrappongono di regola viene posizionato un cavo raggiante su ogni rotaia;
  - In un'area in cui vengono ripetutamente rilevati vuoti di ricezione, il cavo raggiante dell'Euroloop interessato può essere posizionato in un tubo ondulato con fessura. In questo modo si alza l'intensità dell'Euroloop e si migliora di conseguenza la qualità della ricezione;
  - il cavo raggiante non deve essere schiacciato (nessuna pressione meccanica). Durante l'installazione occorre prestare particolare attenzione a questo aspetto;
  - durante la posa deve essere previsto un margine di dilatazione lineare del cavo raggiante in funzione della temperatura;

- se la posa del cavo raggiante avviene a una temperatura compresa tra  $-10^{\circ}$  e  $+5^{\circ}\text{C}$  vanno osservate condizioni particolari del produttore;
- un cavo raggiante non deve essere posato a temperature inferiori a  $-10^{\circ}\text{C}$ ;
- In un binario a tre rotaie, il cavo raggiante è posizionato sulla rotaia in comune;
- In caso di sovrapposizione di due Euroloop, che devono essere valutati dai veicoli di entrambi gli scartamenti, il secondo Euroloop deve essere posizionato sulla scanalatura interna della rotaia comune;
- Un cavo raggiante posato sulla rotaia a scartamento metrico fornisce una buona ricezione almeno per i veicoli a scartamento metrico. Manca l'esperienza con i veicoli a scartamento normale;
- Un cavo raggiante posizionato sulla scanalatura esterna della rotaia a scartamento normale non genera una ricezione affidabile.

#### **4.4.3 Manutenzione del binario**

Il cavo raggiante deve essere protetto in anticipo da danni meccanici. Ciò significa che deve essere rimosso in caso di lavori di manutenzione al binario (scarico di ghiaia, rinalzata delle traverse, smerigliature delle rotaie ecc.)

## 5 Equipaggiamento del veicolo

### 5.1 Calcolatore di bordo

Il calcolatore di bordo deve essere montato in un armadio per le apparecchiature è protetto da polvere e umidità. È da garantire una adeguata ventilazione, in caso contrario si deve installare una ventilazione forzata. Per la manutenzione e la lettura dei dati è da auspicare una buona accessibilità.

La parte frontale del calcolatore di bordo possiede un pannello con diversi diodi luminosi colorati che s'illuminano o lampeggiano durante il funzionamento. È da evitare un riflesso dei diodi sul vetro frontale del veicolo che potrebbe infastidire il macchinista.

La scatola dell'apparecchiatura deve essere dotata di una serratura di sicurezza nel caso venga posizionata in spazi destinati ai passeggeri.

Per i treni di una certa lunghezza (eletrotreni) devono essere installati due calcolatori di bordo in base alla lunghezza massima dei cavi dell'antenna.

### 5.2 Elemento di servizio e di visualizzazione (DMI)

L'elemento di servizio e di visualizzazione deve essere installato nel campo visivo del macchinista, possibilmente vicino al tachimetro. L'elemento di servizio e di visualizzazione possono essere montati l'uno accanto all'altro o sovrapposti. Devono essere chiaramente visibili dalla posizione normale del macchinista e le operazioni non devono essere ostacolate. Durante le operazioni, la mano non deve coprire l'elemento di visualizzazione.



Figura 12: Esempio di montaggio del elemento di servizio e di visualizzazione

### 5.3 Tasto di conferma esterno

Il tasto di conferma esterno, se esistente e utilizzato in precedenza, è da mantenere durante la fase di migrazione dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua per il controllo della marcia dei treni. La conferma è possibile anche sul dispositivo di comando.

### 5.4 Interruttore di ponteggio

L'interruttore di ponteggio esterno provoca il ponteggio dei contatti di una frenatura imposta e di servizio, per esempio in caso di difetto del Hardware. Questo interruttore è generalmente piombato. Le disposizioni da adottare in caso di ponteggio sono elencate nelle prescrizioni di circolazione (PCT).

L'interruttore di ponteggio non può essere attivato direttamente dal macchinista durante la guida. Di solito è collocato in un armadio per l'apparecchiatura.

Nella scelta di un interruttore di ponteggio assicurarsi che sia dotato almeno di quattro contatti di commutazione indipendenti e separati. (tre contatti di apertura e uno di chiusura).

Per veicoli con due cabine di guida non devono essere installati necessariamente due interruttori di ponteggio.

L'interruttore di ponteggio come il calcolatore di bordo deve essere protetto se questo si trova in uno spazio destinato ai passeggeri.

## 5.5 Antenna ETCS

### 5.5.1 Disposizione

Le antenne ETCS devono essere montate possibilmente sulla cassa del veicolo. Una o due antenne sono necessarie in funzione della geometria del veicolo. Di regola un veicolo a monoscocca è dotato di una sola antenna. Sono necessarie due antenne per più veicoli accoppiati. La distanza minima tra la parte anteriore del veicolo e l'antenna ETCS è di 2 m. La distanza massima tra il primo asse del veicolo e l'antenna ETCS è di 12,5 m.

È da prestare attenzione a un scostamento laterale minore possibile nelle curve. L'antenna deve essere fissata idealmente alla cassa del veicolo immediatamente prima o dopo un carrello. Se il montaggio avviene sul carrello, lo spostamento laterale nelle curve è ridotto. Il cablaggio è per contro più complicato.

Per il montaggio delle antenne vanno rispettate le direttive del produttore riguardanti l'altezza, gli scostamenti laterali, gli spazi liberi da ferro e altre tolleranze.

### 5.5.2 Spazio libero da metallo

Lo spazio libero da metallo dell'antenna ETCS del veicolo è specificato nel documento UNISIG. In questo spazio non devono trovarsi o introdurre parti metalliche.

Le distanze da rispettare sono le seguenti:

- distanza verticale minima  $dZ_a$  tra la parte superiore dell'antenna e gli oggetti metallici sopra l'antenna; sono esclusi gli elementi del supporto dell'antenna;
- distanza minima  $dX_m$  tra il centro dell'antenna e gli oggetti metallici sotto il bordo inferiore dell'antenna in direzione longitudinale. Oltre la distanza  $dX_m$ , non devono trovarsi oggetti metallici collocati sotto la linea dei  $45^\circ$ ;
- distanza minima  $dY_m$  tra il centro dell'antenna e gli oggetti metallici sotto il bordo inferiore dell'antenna in direzione trasversale. Oltre la distanza  $dY_m$ , non devono trovarsi oggetti metallici sotto la linea dei  $45^\circ$ .

I valori nominali delle distanze da rispettare si trovano nella direttiva del produttore.

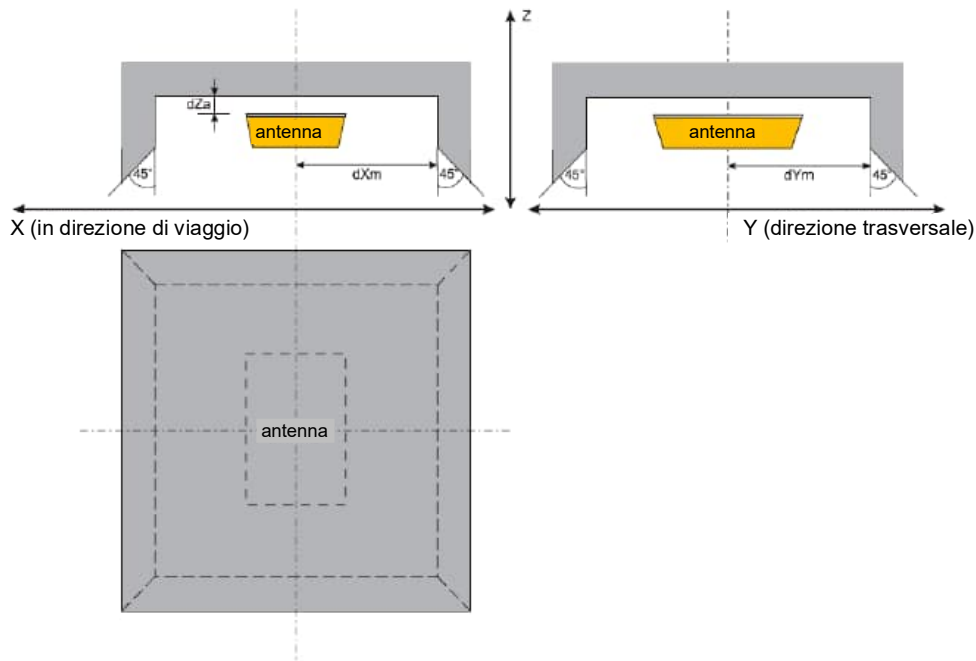


Figura 13: Spazio libero da metallo sotto il veicolo

In molti casi, se i limiti dello spazio sopra descritto non vengono superati è ancora possibile utilizzare il sistema. A questo proposito, il fornitore del sistema deve effettuare un'analisi dettagliata delle condizioni di installazione.

### 5.5.3 Disposizione in caso di veicoli a cremagliera

L'antenna ETCS in caso di veicoli a cremagliera viene di regola spostata all'esterno dell'asse del veicolo in modo da ridurre al minimo lo scostamento rispetto alle eurobalise che sono disposte in posizione decentrata nei settori a cremagliera. Di norma, l'antenna del veicolo presenta uno scostamento di 250 mm rispetto all'asse del veicolo. L'allineamento dell'antenna ETCS viene ottimizzato per le eurobalise disposte longitudinalmente rispetto alla direzione di marcia.

L'antenna ETCS deve essere installata sull'asse del veicolo quando i veicoli devono poter essere girati. Questa situazione deve essere presa in considerazione quando l'orientamento dei veicoli cambia dopo aver viaggiato su tratte triangolari o deviazioni. È inoltre possibile girare i veicoli su una piattaforma girevole. In questo caso non è possibile l'installazione di Eurobalise lungo il tratto a cremagliera. Nelle sezioni a cremagliera è possibile solo il monitoraggio puntuale con magneti.

### 5.5.4 Scostamento laterale tollerabile tra Eurobalise e antenna

Specialmente in curva, si verifica uno scostamento laterale tra una eurobalise installata nel binario e l'antenna di un veicolo in transito. Lo scostamento massimo è stabilito dal produttore dell'antenna del veicolo. Questo parametro, importante per la disposizione dell'antenna del veicolo, si trovano nelle relative istruzioni del produttore.

In fase di progettazione è necessario prestare attenzione alla somma dello scostamento statico e degli scostamenti dinamici dovuti ai percorsi delle sospensioni.

### 5.5.5 Antenna ETCS mobile

I veicoli che devono circolare su diverse reti di infrastrutture con diverse disposizioni di balise possono essere dotati di un'antenna per veicoli installata su un supporto mobile laterale.

L'antenna ETCS deve essere posizionata e bloccata nella posizione richiesta immediatamente dopo il trasferimento da una rete all'altra o dopo la regolazione. Un annuncio della posizione effettiva dell'antenna ETCS deve essere fornito nella cabina di guida. Il controllo del corretto posizionamento deve essere effettuato in modo adeguato prima del primo impiego e riportato nelle istruzioni per l'uso del veicolo.

### 5.5.6 Cavo antenna ETCS

A causa del riflesso causato dalla lunghezza d'onda ( $\lambda/2 = 4.47$  m) della frequenza portante, la lunghezza del cavo dell'antenna è di 4,47 m o del rispettivo moltiplicatore, ma al massimo di 35,76 m. Per il montaggio dell'antenna sul carrello si deve utilizzare un cavo flessibile speciale, che presenti un'immunità a disturbo ridotta.

## 5.6 Ricettori magnetici

A seconda dell'applicazione, è necessario mantenere in funzione i ricettori magnetici già in uso. Tali ricettori sono necessari almeno durante la fase di migrazione al nuovo sistema di controllo della marcia dei treni.

Occorre chiarire con il produttore se i ricettori magnetici utilizzati in precedenza sono compatibili con il nuovo calcolatore; ad esempio, l'alimentazione dei ricettori magnetici è diversa a dipendenza del modello.

La distanza minima tra i ricettori magnetici e le antenne ETCS è di 50 cm. Le previgenti prescrizioni d'installazione sono tuttora da osservare.

## 5.7 Generatori d'impulsi

Sono richiesti due generatori d'impulsi su due assi indipendenti. Ogni generatore d'impulsi deve possedere due canali sfasati di  $90^\circ$  ed elettricamente isolati dal resto del veicolo. Non è ammesso l'uso simultaneo di impulsi provenienti da altri dispositivi.

Sono da utilizzare possibilmente assi non motori. Se questo non è possibile, va evitato l'utilizzo dell'asse motore anteriore del veicolo.

Il generatore d'impulsi deve essere approvato dal produttore per questa applicazione.

## 5.8 Uscite

Oltre alla funzione di sicurezza per il freno di emergenza e l'uscita del freno di servizio, il sistema di controllo della marcia dei treni è dotato di due uscite aggiuntive per funzioni proprie alla ferrovia. La sicurezza non deve dipendere solo dalla funzione delle uscite. Le applicazioni note sono elencate nel documento di gestione del sistema "Panoramica delle condizioni specifiche della rete".

L'utilizzo di queste uscite va analizzato globalmente a livello concettuale e le interfacce con il comando del veicolo sono da definire nel progetto. Quando si utilizzano veicoli su diverse infrastrutture di rete, è necessario osservare la compatibilità tra l'applicazione nel veicolo e la progettazione locale.

## 6 Configurazione del sistema

### 6.1 Tipo di sorveglianza

Nell'ambito dello standard ZBMS, il tipo di sorveglianza può essere scelto liberamente dal punto di vista tecnico tra:

- sorveglianza continua con Eurobalise ed Euroloop;
- sorveglianza puntuale con magneti o Eurobalise.

Sulla stessa tratta è possibile di cambiare sistematicamente più volte tra i due tipi di sorveglianza.

I fattori da considerare per definire il tipo di sorveglianza necessaria sono definiti nelle disposizioni delle DE-Oferr, DE 39.3.c. Il gestore dell'infrastruttura esegue un'analisi dei rischi di tutti i potenziali punti di pericolo in conformità a queste disposizioni. L'analisi serve come base per l'elaborazione di un concetto di migrazione sul controllo della marcia dei treni. In tale concetto è stabilito dov'è necessaria una sorveglianza continua.

Il concetto comprenderà ad esempio i seguenti temi:

- sorveglianza continua nell'area della stazione e sorveglianza puntuale sulla tratta;
- equipaggiamento doppio sulla tratta sia con magneti sia con eurobalise durante la fase di migrazione fino al riequipaggiamento completo dei locomotori e dei vagoni di comando;
- sorveglianza continua di tutte le tratte e stazioni;
- sorveglianza puntuale con velocità controllata su tratti che presentano un notevole potenziale di rischio, ad esempio:
  - controlli puntuali della velocità,
  - sorveglianza continua della curva di frenatura prima di determinati segnali,
  - sorveglianza continua della velocità su forti discese a complemento del controllo della sicurezza,
  - sorveglianza continua della velocità su tratti di curve selezionati.

Nella progettazione occorre prestare attenzione alla sistematica, in modo che i macchinisti possano mantenere una visione d'insieme. Nella fase di migrazione, il numero di cambiamenti tra le apparecchiature precedenti e l'attuazione completa del concetto deve essere mantenuto il più piccolo possibile. Il gestore dell'infrastruttura specifica nelle prescrizioni d'esercizio, in base all'ubicazione, le modalità di selezione del tipo di sorveglianza da parte del macchinista al momento della messa in servizio del calcolatore di bordo.

### 6.2 Cambio del tipo di sorveglianza

#### 6.2.1 In generale

Nel presente documento sono presentati solo i principi generali di commutazione. Le condizioni di commutazione dettagliate si trovano nella documentazione del produttore.

Quando si cambia il tipo di sorveglianza, occorre osservare le distanze minime tra i punti di tratta di entrambi i sistemi. Queste distanze sono determinate dal tempo di commutazione del calcolatore di bordo e dalla distanza tra i ricevitori magnetici e l'antenna ETCS sotto il veicolo.

Per la commutazione da una sezione di tratta dotata di magneti a una sezione di tratta equipaggiata con eurobalise, la distanza minima tra i gruppi di magneti e i gruppi di balise nella direzione di marcia è di 50 m, se la velocità massima di tratta è di 90 km/h. Una distanza minore è possibile a velocità inferiori e in spazi ristretti. La situazione deve essere analizzata e valutata di caso in caso.

Nei punti di tratta con doppio equipaggiamento (magneti ed eurobalise), per la commutazione dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua, e viceversa, è da prevedere un gruppo di balise a dati fissi.

All'interno di un settore con sorveglianza puntuale, al posto dei magneti si possono installare delle eurobalise. Queste svolgono le stesse funzioni dei magneti. Questa soluzione può essere utilizzata, per esempio:

- quando la distanza minima tra una eurobalise e un gruppo di magneti non può essere rispettata;
- come pre-investimento in caso di rinnovo/cambiamento, in modo di evitare l'installazione di magneti per un corto periodo.

Il presupposto è che tutti i veicoli siano equipaggiati per il rilevamento delle eurobalise.

## 6.2.2 Cambio dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua

Se il calcolatore di bordo è in regime d'esercizio di sorveglianza puntuale, i magneti e le eurobalise vengono lette e valutate dal veicolo. Al passaggio sul primo gruppo di balise di un segnale avanzato o principale il sistema effettua la commutazione alla sorveglianza continua. A partire da questo punto, l'informazione fornita dai magneti viene ricevuta ma non più valutata dal calcolatore di bordo.

La conferma di un "avvertimento" trasmesso da un magnete deve essere conclusa prima che sia effettuato il cambio alla sorveglianza continua. Il tempo massimo per effettuare la conferma dell'avvertimento può essere configurato. Esso è di regola 5 secondi (corrisponde ad esempio a una distanza di 125 m alla velocità di 90 km/h). Questa restrizione non si applica presso le ferrovie che non utilizzano la funzione "avvertimento".

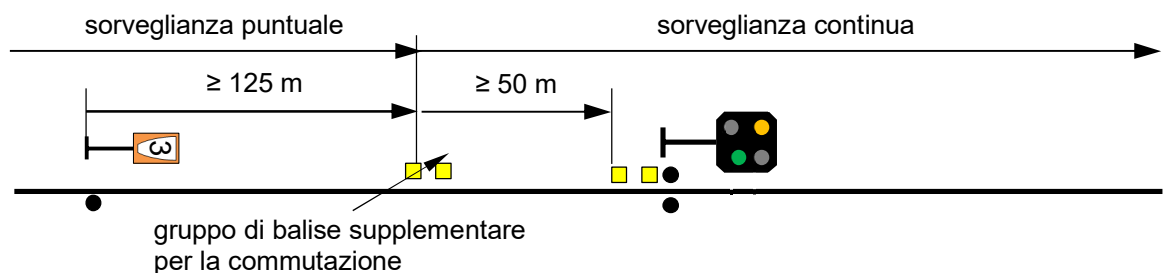


Figura 14: Cambio in caso di doppio equipaggiamento della tratta

In questo esempio, i magneti della sorveglianza puntuale esistenti sono mantenuti nella tratta con sorveglianza continua. La commutazione non può essere realizzata con il gruppo di balise presso il segnale avanzato a causa della presenza dei magneti nello stesso punto. Per questo motivo, un gruppo supplementare di balise a dati fissi deve essere installato al minimo 50 m prima del segnale avanzato per la commutazione.

La distanza minima dall'ultimo gruppo di magneti per la segnalazione di un avvertimento fino al primo gruppo di balise è di 125 m, da confermare entro 5 secondi alla



velocità di 90 km/h. Un tipico esempio di questa situazione può verificarsi a una segnalazione di rallentamento temporaneo.

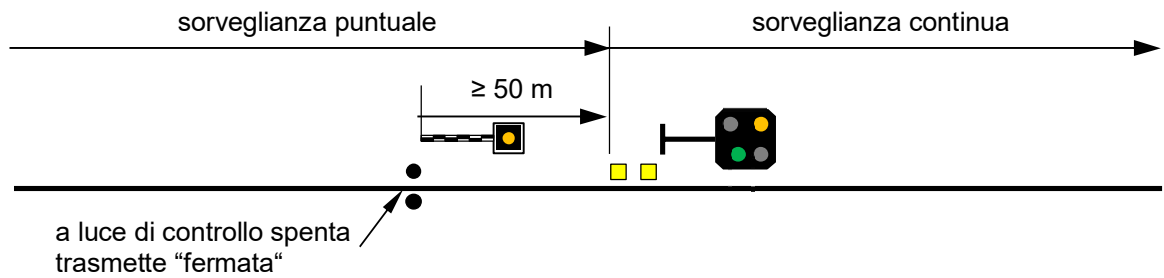


Figura 15: Cambio in caso d'equipaggiamento alternato della tratta

Quando tutti i veicoli sono muniti del sistema di sorveglianza continua, i punti della tratta vengono equipaggiati o con eurobalise o con magneti. In questo caso il cambio di sorveglianza può essere proiettato tramite il primo gruppo di balise della sezione a sorveglianza continua.

### 6.2.3 Cambio dalla sorveglianza continua alla sorveglianza puntuale

Il cambio svolto dal calcolatore di bordo dalla sorveglianza continua alla sorveglianza puntuale deve essere terminato prima del passaggio su un gruppo di magneti. Per questo motivo è prevista una distanza minima di 50 m.

Nella sorveglianza continua l'informazione fornita dai magneti viene ricevuta ma non valutata. Il passaggio dalla sorveglianza continua a quella puntuale è programmato nel telegramma dei dati del rispettivo gruppo di balise. Durante la commutazione non possono essere ricevute le informazioni dai magneti; ciò va considerato particolarmente in caso di doppio equipaggiamento della tratta.

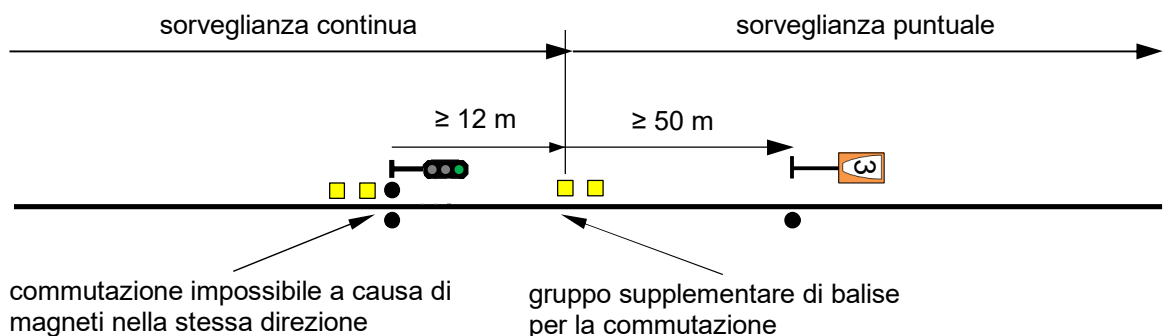


Figura 16: Cambio in caso di doppio equipaggiamento della tratta

La distanza minima dall'ultimo gruppo di magneti al gruppo di balise per la commutazione deve essere maggiore della distanza massima tra i ricettori magnetici e l'antenna ETCS di tutti i veicoli. Poiché l'antenna ETCS può essere posizionata fino a 12,5 m dietro la testa del veicolo, questa distanza non può in ogni caso essere inferiore a 12 m.

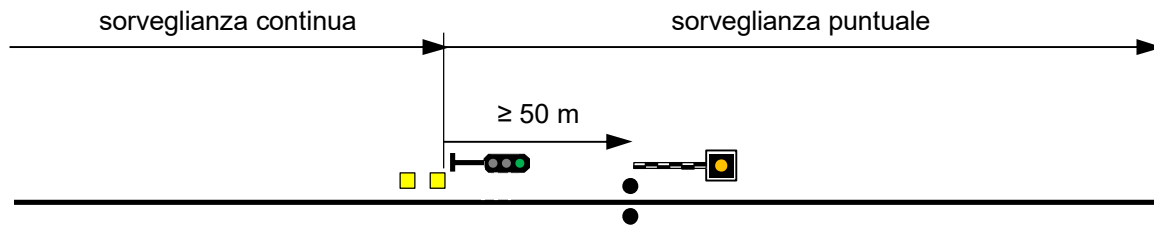


Figura 17: Cambio in caso di equipaggiamento alternato della tratta

Quando tutti i veicoli sono muniti del sistema di sorveglianza continua, i punti di tratta vengono equipaggiati o con eurobalise o con magneti. In questo caso il cambio di sorveglianza può essere effettuato tramite all'ultimo gruppo di balise della sezione a sorveglianza continua.

## 6.3 Autorizzazione al movimento (MA)

### 6.3.1 Validità dell'autorizzazione al movimento

Il settore da percorrere è progettato per ogni telegramma di dati che contiene un'autorizzazione di movimento. Solitamente l'autorizzazione al movimento corrisponde alla distanza fino al segnale principale seguente.

Prima della fine dell'autorizzazione al movimento deve essere rilevato il gruppo di balise seguente, che trasmette l'autorizzazione al movimento per la prossima sezione da percorrere. La fine dell'autorizzazione al movimento può essere costituita dall'ultimo punto d'arresto davanti a un segnale principale che indica "fermata" o da un paraurti.

Un passaggio a livello assicurato mediante una luce di controllo non ha alcuna funzione di protezione del percorso (ad es. blocco). Pertanto, anche se una luce di controllo viene percorsa nel settore, il permesso di guida viene concesso fino al raggiungimento del successivo segnale principale.

La fine dell'autorizzazione al movimento viene proiettata caso per caso come EOA (end of authority) o come LOA (limit of authority). Questa distinzione influisce sul possibile tipo di liberazione alla fine della tratta e sulla visualizzazione sul DMI.

- Con l'EOA è possibile proiettare tutti i tipi di liberazione. La velocità finale è di 0 km/h.  
Sul DMI viene visualizzato quanto segue:
- Con LOA non è possibile proiettare l'avanzamento alla fine dell'autorizzazione al movimento e la liberazione manuale. La velocità finale può essere di qualsiasi valore.  
Sul DMI viene visualizzato quanto segue:



### 6.3.2 Velocità finale al termine dell'autorizzazione al movimento

La velocità finale alla fine dell'autorizzazione al movimento e il genere della fine dell'autorizzazione al movimento sono progettate come segue:

- 0 km/h, EOA, nel caso di un
  - segnale avanzato che indica avvertimento, anche se un segnale principale e un segnale avanzato si trovano nella stessa ubicazione,
  - segnale principale che indica corsa breve,
  - segnale di binario occupato,
  - segnale avanzato spento,
  - segnale ausiliario,
  - segnale principale senza un segnale avanzato nello stesso posto, per tutte le immagini, se il segnale successivo è un segnale principale che può segnalare fermata  
ad es. ad un segnale di uscita, se la stazione successiva non ha un segnale avanzato d'entrata;
  - quando un percorso termina davanti ad un paraurti,
- 0 km/h, LOA, presso un
  - Segnale principale senza segnale avanzato nella stessa posizione per tutte le immagini. Il segnale successivo deve essere un segnale avanzato
- velocità massima segnalata, ovvero velocità massima consentita sull'impianto nel caso di
  - un segnale avanzato,
  - un segnale principale e avanzato nello stesso luogo, quando il segnale avanzato indica *via libera* o *annuncio di velocità*
  - Segnale principale che indica *via libera* o *annuncio di velocità*. Il segnale successivo deve indicare contemporaneamente una immagine

Esempi:

Quando si passa un segnale di uscita, l'autorizzazione al movimento viene concesso fino al successivo segnale principale. Finisce come LOA con velocità finale 0 km/h. Prima del segnale principale successivo è montato un segnale avanzato.

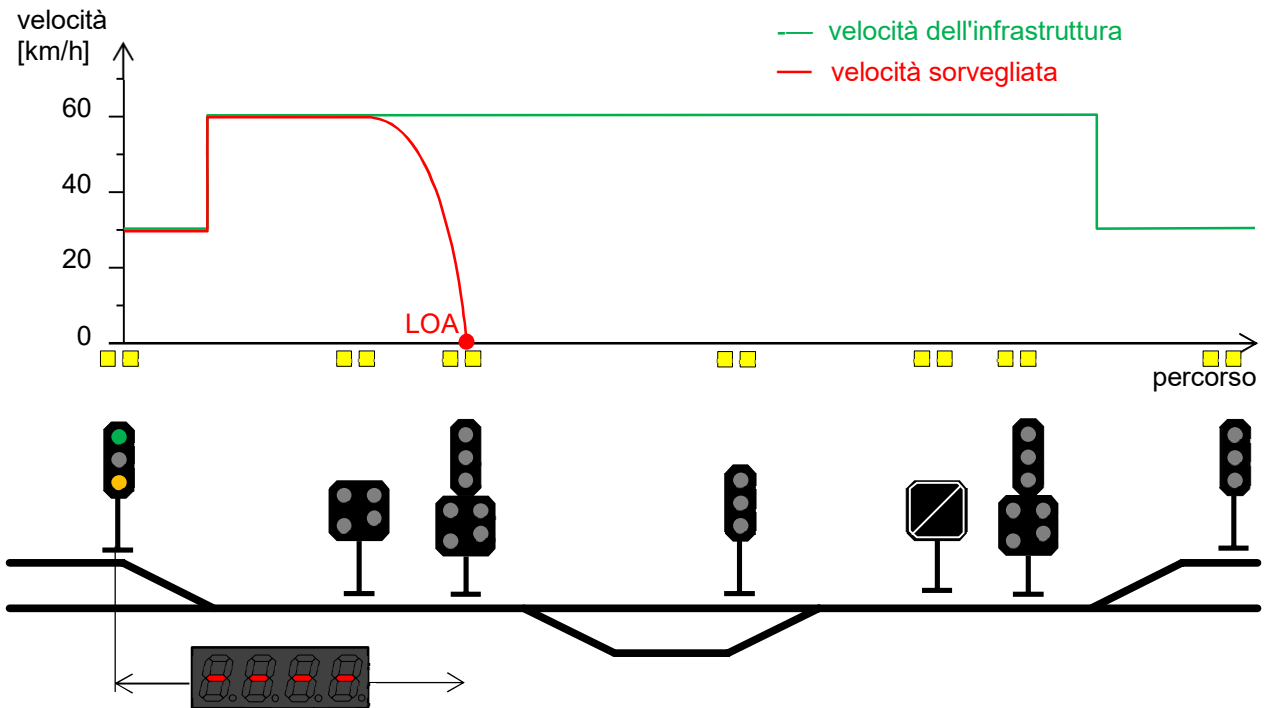


Figura 18: Autorizzazione al movimento al segnale d'uscita

Durante il transito in una stazione, l'autorizzazione al movimento viene rilasciato in ogni caso al segnale avanzato e al segnale d'entrata fino al segnale successivo. Essa termina con la corrispondente velocità massima come LOA. Al transito del segnale di uscita, l'autorizzazione al movimento viene concesso fino al successivo segnale principale. In questo caso finisce come EOA. Prima del segnale principale successivo manca un segnale avanzato.

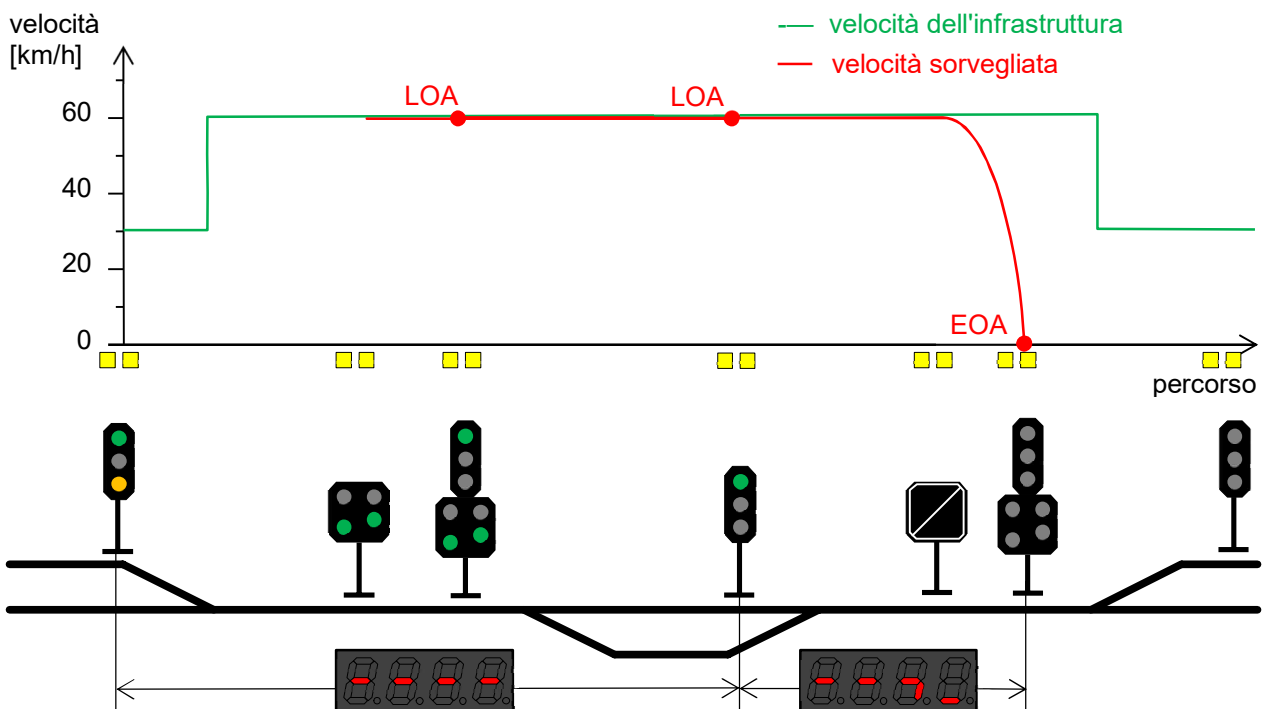


Figura 19: Autorizzazione al movimento al transito e in assenza di un segnale avanzato

In questo esempio, la liberazione avviene tramite un gruppo di balise infill in assenza di un segnale avanzato. Con l'immagine di esecuzione di *corsa breve* l'autorizzazione al movimento termina al segnale che indica arresto come EOA.

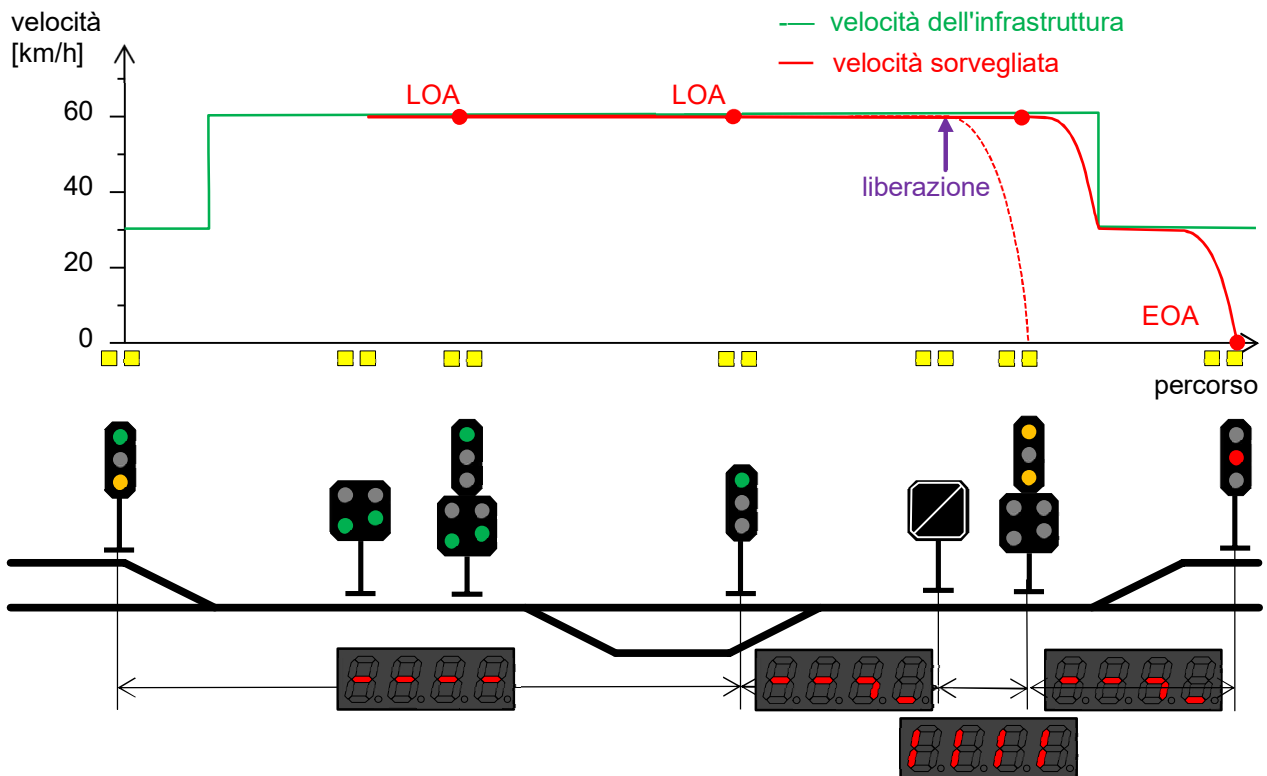


Figura 20: Autorizzazione al movimento con corsa breve

### 6.3.3 Avanzare alla fine dell'autorizzazione al movimento

Il punto di arrivo per l'autorizzazione al movimento (MA) è fissato al punto di arresto più lontano dell'itinerario del treno. Il punto di arrivo può essere progettato nella distanza di slittamento oltre il punto di arresto più lontano, per contrastare gli effetti delle tolleranze dell'odometria (ZBMS-standard).

L'avanzamento alla fine dell'autorizzazione al movimento sarà progettato con la velocità di avvicinamento se:

- al punto di arrivo non è installato un Euroloop;
- si è diretti verso un paraurti, affinché sia effettivamente possibile avanzare fino al paraurti, nonostante le tolleranze dell'odometria.

### 6.3.4 Nessuna autorizzazione al movimento

Un arresto assoluto è progettato da un telegramma nel caso:

- il segnale principale segnala *fermata*
- il segnale principale è spento.

### 6.3.5 Punti di arrivo diversi

Se sono possibili più percorsi con destinazioni diverse con la stessa immagine di corsa, viene generalmente considerata la distanza minore nel telegramma dei dati. In caso di punti di arrivo posti a distanze diverse, le eurobalise installate lungo l'itinerario correggono il percorso.

Se diversi itinerari sono segnalati con la stessa immagine di corsa, deve essere prevista una selezione di percorsi:

- se le velocità e le soglie di velocità sono uguali per tutti i percorsi, questi ultimi possono essere monitorati con lo stesso telegramma. In caso di punti di arrivo posti a distanze differenti, è sufficiente una correzione della distanza tramite le eurobalise installate sull'itinerario;
- se devono essere controllate più velocità, si deve utilizzare un'ulteriore criterio. Questa funzione deve essere considerata per tramite del cablaggio, poiché deve essere trasmessa fino all'unità elettronica di linea ETCS presso il segnale. Come criterio è possibile utilizzare, p.es.
  - l'immagine di un segnale indicante il numero del binario o la direzione,
  - la posizione di via libera di un determinato segnale basso,
  - la posizione di uno scambio;
- nel caso di apparecchi centrali elettronici (ACE), la selezione di un percorso può essere trasmessa dall'apparecchio centrale tramite la comunicazione dei dati. Ciò richiede un'adeguata progettazione dell'apparecchio centrale.

## 6.4 Profilo statico di velocità (SSP)

### 6.4.1 Velocità sorvegliata

Il sistema consente velocità fino a 160 km/h.

Nel telegramma dei dati vengono trasmesse le velocità. Il profilo statico di velocità è definito e progettato come Static Speed Profile (SSP). Esso comprende:

- la velocità massima fino alla fine dell'autorizzazione al movimento;
- la velocità richiesta alla fine dell'autorizzazione al movimento;
- fino a quattro settori sovrapponibili a velocità ridotta per ogni telegramma di dati. Se questi quattro settori non sono sufficienti, gruppi di balise supplementari possono progettare ulteriori profili di velocità.

Tutti i tipi di riduzione di velocità rispetto alla velocità massima generale sono indifferentemente definiti come velocità ridotta:

- limitazioni della velocità in curva segnalate, velocità d'entrata e d'uscita di una stazione secondo la tabella della tratta,
- velocità segnalate secondo l'immagine di segnale.

Le velocità ridotte possono estendersi anche alla sezione di tratta successiva, o il loro inizio può essere progettato nella sezione seguente.

I rallentamenti temporanei non sono generalmente programmati nel pacchetto 44 ma nel pacchetto ETCS 65.

In generale, la velocità statica sorvegliata non deve essere più restrittiva rispetto al limite di velocità consentita nelle prescrizioni di circolazione. Questo aspetto deve

essere considerato in particolare per le soglie di velocità. La velocità sorvegliata non viene segnalata al macchinista, che quindi non ha la possibilità di adattarsi a una sorveglianza più restrittiva.

Per quanto possibile, il monitoraggio di una velocità ridotta è limitato all'area rilevante per la sicurezza. Non è necessario verificare se una soglia di velocità è stata rispettata quando l'effettivo punto di pericolo è meno restrittivo.

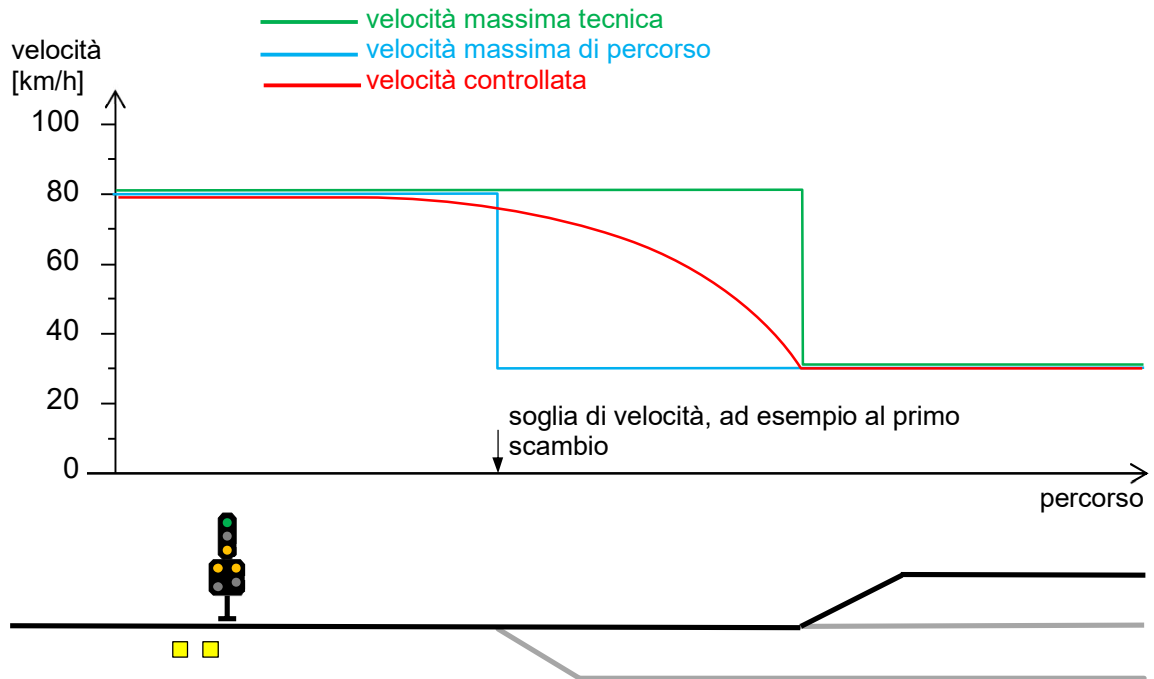


Figura 21: Soglia di velocità

Se la curva di frenatura dinamica per la riduzione di velocità in una sezione inizia prima di tale sezione, il rallentamento va progettato nella sezione precedente. In alternativa è possibile progettare una velocità richiesta alla fine della sezione che assicuri la decelerazione prima della soglia di velocità successiva.

## 6.4.2 Sorveglianza della lunghezza del treno

Durante un aumento della velocità la lunghezza del treno viene normalmente sorvegliata.

Non viene programmata una sorveglianza specifica della lunghezza del treno:

- se la riduzione di velocità è dovuta a una restrizione dell'immagine di segnale. Quando l'immagine di un segnale è inferiore a causa di entrate simultanee o di un percorso ridotto di frenatura nella sezione seguente, il treno deve poter accelerare subito dopo la commutazione del segnale;
- durante la sorveglianza di un impianto di passaggio a livello;
- alla fine di una sezione con corsa a vista:
  - al termine di una sezione di tranvia, purché la velocità non sia ulteriormente limitata dalla geometria del binario,
  - senza accesso con dislivello ai marciapiedi (PCT 300.2 n. 5.3.2)
  - per una entrata su un binario occupato. La partenza del treno non dev'essere ostacolata se il segnale d'uscita indica via libera,
  - quando si utilizza il segnale ausiliario. La partenza del treno non dev'essere ostacolata se il segnale d'uscita indica via libera.

## 6.4.3 Esempio

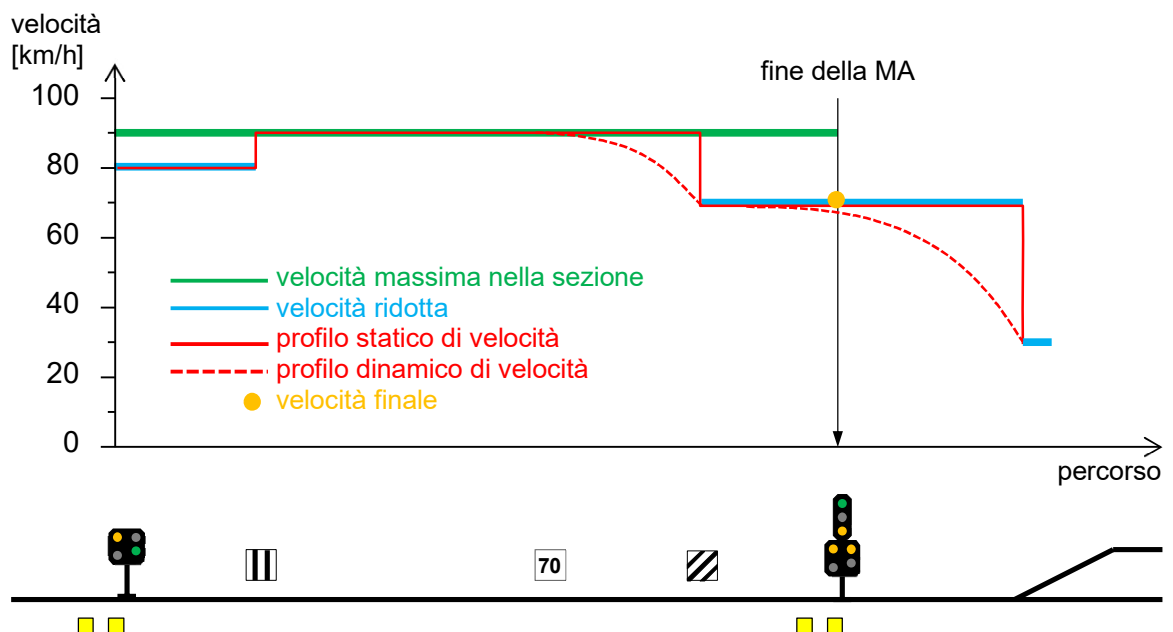


Figura 22: Esempio SSP



La velocità massima generale nel settore considerato è di 90 km/h. L'autorizzazione al movimento trasmessa dal gruppo di balise al segnale avanzato è valida fino al segnale principale seguente. La velocità finale al termine dell'autorizzazione al movimento è di 70 km/h. Sono programmate tre velocità ridotte:

- la prima velocità ridotta di 80 km/h inizia immediatamente e termina nella sezione;
- la seconda velocità ridotta di 70 km/h inizia nella sezione e termina dopo la fine della sezione,
- la terza velocità ridotta di 30 km/h inizia dopo la fine della sezione. Essa è programmata in modo che la curva di frenatura dinamica inizi prima della fine della sezione.

Il gruppo di balise presso il segnale principale trasmette l'autorizzazione al movimento nella sezione seguente con il corrispondente profilo statico di velocità (SSP). Questi nuovi dati sostituiscono quelli ancora validi trasmessi dal gruppo di balise del segnale avanzato.

## **6.5 Profilo della pendenza**

### **6.5.1 Struttura del profilo di pendenza**

Il profilo della pendenza (profilo longitudinale, gradiente GP) deve essere progettato per ogni sezione di tratta. Il profilo della pendenza deve coprire interamente la sezione fino al termine dell'autorizzazione al movimento.

Se il profilo statico di velocità deve essere progettato oltre la fine dell'autorizzazione al movimento, il profilo della pendenza deve essere prolungato almeno fino al termine del profilo statico di velocità. Ciò è necessario per un calcolo corretto delle curve dinamiche di frenatura.

Le salite sono rilevate come pendenze positive, le discese come pendenze negative. È possibile trasmettere da uno a tre gradienti per gruppo di balise e immagine di segnale.

Il profilo della pendenza viene calcolato e arrotondato secondo gli stessi principi descritti nelle prescrizioni sulla circolazione per le pendenze segnalate. Le variazioni di pendenza inferiori al 2 ‰ vengono ignorate. Il profilo della pendenza se possibile non dovrebbe essere ulteriormente semplificato.

### **6.5.2 Considerazioni da parte del calcolatore di bordo**

Il calcolatore di bordo calcola la curva di frenata sulla base della pendenza di discesa più grande rispettivamente della pendenza di salita più piccola della distanza di frenatura. Non si tiene più conto delle pendenze già arretrate rispetto alla posizione minima raggiunta, consentita dalla coda del treno.

### 6.5.3 Semplificazione del profilo di pendenza grazie alle proprietà del sistema

Se il profilo longitudinale della sezione è suddiviso in più di tre gradienti, deve essere calcolato e progettato un profilo equivalente semplificato. Nel caso di una semplificazione senza compromessi del profilo di pendenza, si considera la discesa maggiore o la salita minore del settore. Le deroghe a questo principio sono necessarie a seconda della situazione:

- in un settore, in cui non è stata calcolata una curva di frenatura prima di una soglia di velocità o di un segnale, la pendenza rilevata nel sistema non ha alcun effetto. Questa pendenza può essere ignorata. Può essere presa in considerazione la pendenza precedente o successiva valida per la curva di frenatura;
- se la pendenza deve essere ricalcolata in un settore in cui vi è una curva di frenatura, può venire calcolato il valore medio della salita o della discesa in questo settore. Il settore di una curva di frenatura corrisponde al percorso di frenatura o alla distanza del segnale avanzato più la lunghezza dei treni più lunghi;
- La discesa più grande rispettivamente la salita più piccola negli ultimi 100 m prima di un segnale principale non può essere ignorata;
- il profilo della pendenza può essere progettato individualmente per ogni senso di marcia.

### 6.5.4 Semplificazione del profilo di pendenza grazie alle curve di frenatura

In caso di profilo longitudinale irregolare, la curva di frenatura imposta sarà inizializzata di conseguenza prima o dopo. Questo accade in particolare se una forte e breve pendenza viene inclusa in un percorso di frenatura con un'inclinazione minore. La breve e ripida pendenza ha un effetto così restrittivo sul calcolo della curva di frenatura che possono verificarsi due situazioni indesiderate:

- la curva di frenatura inizia addirittura prima del segnale di avanzamento
- l'avvicinamento al punto di arrivo è possibile solo a bassa velocità.

In questo caso si raccomanda di calcolare una pendenza media e di semplificare di conseguenza il profilo longitudinale.

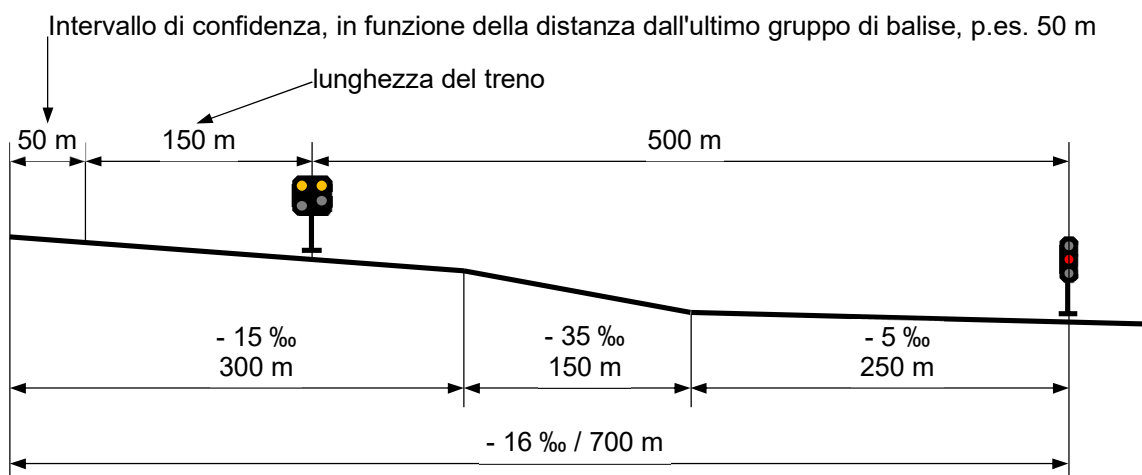


Figura 23: Pendenza media

Progettando tutte le pendenze effettive come nell'esempio sopra indicato, il sistema calcolerebbe la curva di frenatura prima del segnale in virtù di una pendenza del 35‰. Soltanto quando la posizione minima presunta della coda del treno ha raggiunto la

pendenza del 5 ‰ viene calcolata con questo valore. La curva di frenatura inizierebbe prima di quanto richiesto. Sarà calcolata una curva di frenatura ottimale se il percorso di frenatura viene progettato sulla base della pendenza media.

## 6.6 Liberazione

### 6.6.1 Principi

Il tipo di liberazione dalla curva di frenatura deve essere progettato per ogni punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento. La liberazione può avvenire tramite:

- Euroloop;
- liberazione manuale;
- avanzare con velocità di avvicinamento fino al termine dell'autorizzazione al movimento;
- gruppo di balise nel percorso di frenatura.

La scelta del tipo appropriato di liberazione dipende dalle condizioni locali e operative.

Un impedimento della partenza può essere effettuato solamente tramite un Euroloop.

Dove è installato un Euroloop sono esclusi l'avanzamento fino al termine dell'autorizzazione al movimento e la liberazione manuale.

### 6.6.2 Liberazione tramite Euroloop

Un Euroloop deve obbligatoriamente essere progettato dove occorre effettuare un impedimento della partenza:

- prima di un segnale di binario:
  - in generale, per un posto di fermata d'esercizio (marciapiede) di fronte al segnale di binario  
Se la distanza di slittamento è sufficiente a garantire un arresto sicuro prima del punto di pericolo a partire dalla velocità di liberazione, sul piano della sicurezza è possibile progettare una liberazione manuale. Questa condizione è soddisfatta solo in pochissimi casi. Vi saranno frequenti frenature imposte a seguito della mancata liberazione manuale da parte del macchinista, se questa è consentita solo in pochi luoghi. Si raccomanda di installare un Euroloop per la liberazione automatica senza necessità di manipolazione da parte del macchinista;
- di fronte a un segnale di gruppo:
  - in ogni binario, in caso di utilizzo libero del binario,
  - nella direzione di percorrenza del binario corrispondente all'uso del binario prescritto

La necessità di installare un Euroloop per gli altri segnali è basata su molteplici e determinati criteri:

- se è ammessa una liberazione manuale, i criteri d'esercizio saranno di fondamentale importanza.
  - in presenza di un Euroloop non vi sono perdite di tempo di percorrenza derivanti dal rispetto della velocità di liberazione;
- solitamente viene installato un Euroloop se la liberazione manuale non è consentita. Un'eccezione può essere costituita dal superamento del segnale tramite avanzamento con velocità di avvicinamento, se è accettabile sul piano dell'esercizio.

La lunghezza massima di un Euroloop è determinata secondo i criteri sottostanti:

- il segnale deve essere visibile in condizioni di visibilità normale (giorno, senza nebbia) all'inizio dell'Euroloop;
- l'assegnazione in modo inequivocabile del segnale al binario deve essere possibile da parte del macchinista negli impianti a più binari;
- se un segnale di ripetizione o un avvisatore della posizione di via libera precedono il segnale principale, l'inizio dell'Euroloop deve essere progettato in vista di questo segnale;
- per ragioni puramente tecniche, la lunghezza massima di un Euroloop è di 800 m.

La lunghezza minima di un Euroloop è determinata secondo i criteri sottostanti:

- l'inizio dell'Euroloop deve trovarsi prima del consueto posto di fermata dei treni più corti, in modo che l'impedimento della partenza sia efficace;
- l'inizio dell'Euroloop deve trovarsi prima del posto di fermata dei treni corti di servizio, se il punto di arrivo della curva di frenatura è progettato oltre il punto di pericolo. A seconda della situazione, l'inizio dell'Euroloop deve trovarsi chiaramente prima dell'inizio del marciapiede.

La lunghezza ottimale di un Euroloop è determinata, nel rispetto della lunghezza minima e massima, sulla base dei seguenti criteri:

- in assenza di treni in transito sarà progettata la lunghezza minima;
- in presenza di treni in transito, la velocità determina la lunghezza ottimale dell'Euroloop. Quando il segnale principale commuta da "Fermata" a "Via libera" il macchinista del treno in avvicinamento non dovrebbe più rallentare;
- poiché le sovrapposizioni spesso causano vuoti di ricezione, si raccomanda di evitare, se possibile, le sovrapposizioni di Euroloop in entrambe le direzioni in un binario;
- nell'area in cui i treni si fermano, non deve essere posata alcuna resistenza di fine cavo di un Euroloop della direzione opposta e nemmeno sulla rotaia più vicina di un binario adiacente (+ / - circa 20 m). Occorre verificare se l'Euroloop interessato può essere accorciato o se deve essere prolungato. La resistenza di fine cavo irradia con un livello superiore a quello del cavo raggiante. Il segnale dell'Euroloop della direzione opposta o del binario vicino può coprire il segnale dell'Euroloop della propria direzione di marcia nell'area della resistenza di fine cavo.

La velocità finale al termine della sezione è abrogata da un telegramma tramite Euroloop e sostituita dalla velocità valida per la sezione seguente a partire dal segnale principale. Eventuali velocità ridotte del profilo statico di velocità rimangono attive.

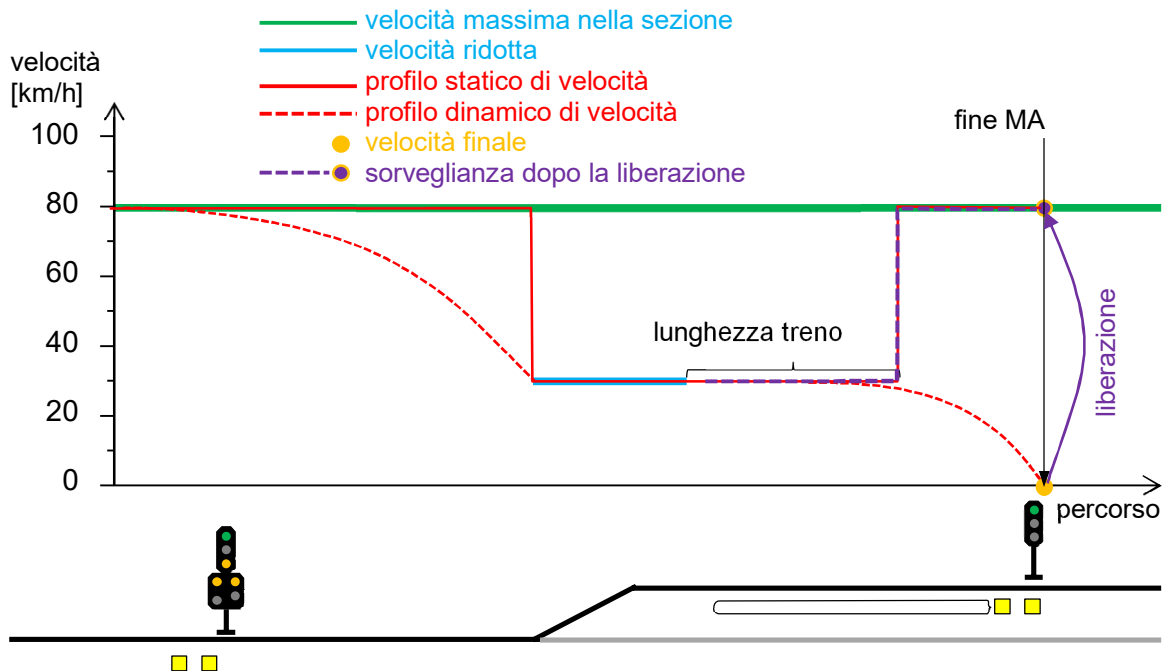


Figura 24: Liberazione tramite Euroloop

Nell'esempio di cui sopra, la velocità finale viene adeguata da 0 a 80 km/h al passaggio da *fermata* a *via libera*. La sorveglianza a 30 km/h durante il transito sullo scambio rimane attiva finché la coda del treno è transitata.

In una stazione con uso prescritto dei binari e scambi a ricaduta, non è possibile realizzare un comando specifico per il binario degli Eurobalise e degli Euroloop ai segnali di uscita. La disposizione deve essere progettata in base all'assegnazione dei binari:

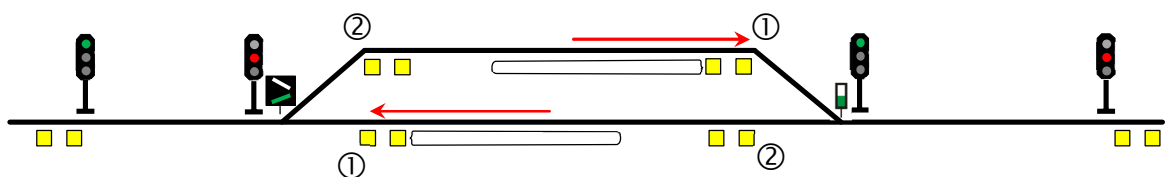


Figura 25: Disposizione in una stazione con scambi a ricaduta

Nel "binario sbagliato", l'impedimento della partenza non può essere realizzato in questi impianti. Tuttavia, in questo binario, un treno in partenza viene sorvegliato a 10 km/h quando si avvicina al gruppo di balise ②.

Di norma, l'uscita è consentita solo dal binario previsto per l'entrata. La progettazione è la seguente:

- ① Gruppo di balise a dati trasparenti ed Euroloop
  - in direzione della tratta il comando si basa sulla immagine in corrispondenza del segnale di uscita.
  - in direzione opposta viene segnalato una correzione di percorso
- ② Gruppo di balise a dati fissi
  - in direzione della tratta viene sempre trasmesso il comando di arresto
  - nella direzione opposta, vengono trasmessi una correzione di percorso e l'annuncio dell'Euroloop.

Se sono necessarie uscite da entrambi i binari, le balise di dati trasparenti devono essere installate nel binario normale della direzione opposta. Uno dei casi di applicazione è l'inversione di marcia dei treni in questa stazione. La progettazione si svolge nel modo seguente:

- al segnale di entrata che indica *via libera*, nel telegramma dati è programmato "Avanzamento al punto di arrivo consentito"
- ① Gruppo di balise a dati trasparenti ed Euroloop
    - In direzione della tratta, il comando si basa sulla immagine del segnale di uscita.
    - nella direzione opposta, viene trasmesso una correzione di percorso
  - ② Gruppo di balise a dati fissi
    - In direzione della tratta, il comando si basa sulla immagine del segnale di uscita
    - Nella direzione opposta, vengono trasmessi una correzione di percorso e l'annuncio del Euroloop. Con questo viene annulla anche l'"Avanzamento al punto di arrivo consentito".

### 6.6.3 Liberazione manuale

La liberazione manuale è consentita dove non è installato un Euroloop. La condizione di liberazione manuale è una distanza di slittamento fino al punto di pericolo sufficientemente lunga. Sono considerati particolari punti di pericolo:

- il segno di sicurezza di uno scambio;
- la punta di uno scambio;
- un impianto di passaggio a livello;
- il punto in cui si trova la coda del treno precedente durante una fermata regolare, p. es. l'inizio di un marciapiede.

La distanza di slittamento necessaria per consentire la liberazione manuale è definita in modo differenziato:

- Se non c'è un punto di fermata esplicito tra il segnale avanzato e il segnale principale, la distanza di slittamento deve soddisfare le condizioni in base all' DE-Oferr, DE 39.3.a, punto 4.3.2, ma deve essere lungo almeno 40 m.
- negli altri casi il percorso di frenatura dall'inizio della frenatura imposta fino al punto di pericolo deve essere sufficiente per consentire l'arresto alla velocità di liberazione con le usuali categorie di freno. Eventuali deroghe sono possibili in base all'analisi dei rischi locali effettivi; le deroghe devono essere dichiarate nella procedura di approvazione dei piani.

Il rischio deve essere valutato per uno scambio preso in punta, se dopo un eventuale superamento del segnale principale, il treno possa effettivamente circolare sopra uno scambio in movimento.

Un Euroloop deve essere installato o il superamento del punto di arrivo può avvenire unicamente alla velocità di avvicinamento se queste condizioni non vengono soddisfatte,

La distanza dal segnale a partire dalla quale è consentita la liberazione manuale va fissata per ogni segnale. La liberazione manuale può essere autorizzata soltanto se il segnale è visibile in condizioni di visibilità normale (giorno, senza nebbia). L'assegnazione in modo inequivocabile del segnale al binario deve essere possibile da parte del macchinista negli impianti a più binari.

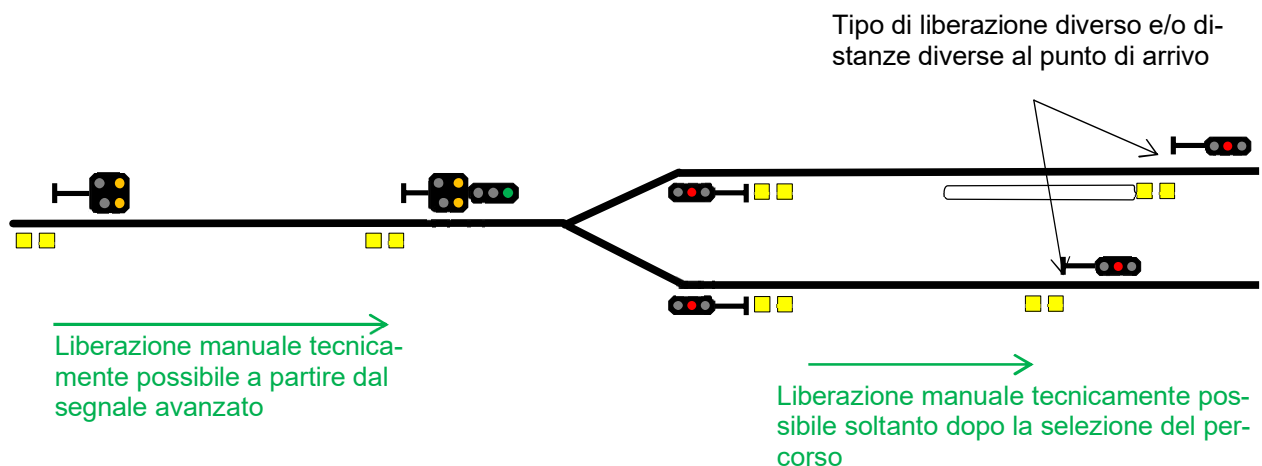


Figura 26: Progettazione della liberazione manuale

Il sistema può consentire la liberazione manuale già dal segnale avanzato. Una restrizione esiste quando con la stessa immagine al segnale avanzato, possono essere attivate più itinerari con punti di arrivo diversi. In questo caso la liberazione manuale sarà possibile solo dopo l'assegnazione del punto di arrivo.

La velocità di liberazione deve essere stabilita in maniera uniforme su tutta la rete ferroviaria. Sono da osservare i seguenti criteri:

- valore massimo 40 km/h;
- in caso di superamento del segnale d'entrata, la velocità di liberazione deve generalmente garantire la fermata prima dello scambio d'entrata;
- è spesso ragionevole mantenere la velocità valida per l'immagine 2.

#### 6.6.4 Segnale di ripetizione con binari separati

I requisiti per il contrassegno per dispositivi d'annuncio di binario libero e per la differenziazione della segnalazione in caso di segnali di ripetizione sono specificati nel documento DE Oferr, DE 39.3.a, paragrafo 2.7 e nel documento degli impianti di sicurezza R RTE 25026, paragrafo 3. Se è necessaria tale separazione, il segnale di ripetizione può indicare una immagine valida solo se l'ultimo dispositivo d'annuncio di binario libero non è occupata e se il segnale principale segnala una immagine valida. Il controllo della marcia dei treni è proiettato in base alla configurazione dell'impianto di sicurezza.

Con il segnale di ripetizione, è necessario progettare un gruppo di balise di dati trasparente con un secondo Euroloop. Questo gruppo di balise e questo Euroloop vengono attivati in base all'immagine segnalata del segnale di ripetizione.

Il collegamento del gruppo di balise e dell'Euroloop al segnale di ripetizione può essere progettato a scelta:

- Il collegamento al LEU rispettivamente al LEU Slave del segnale del binario con un modem Euroloop supplementare
  - il criterio aggiuntivo richiesto per la visualizzazione al segnale di ripetizione deve essere agganciato all'apparecchio centrale e condotto al segnale
- collegare un LEU supplementare al segnale di ripetizione
  - l'immagine visualizzata viene prelevata al segnale di ripetizione.

Quando si transita davanti al segnale di ripetizione in direzione del segnale principale, il segnale di ripetizione può passare all'*avvertimento* solo quando, nel caso di un veicolo con la parte aggiuntiva frontale (ad esempio una locomotiva di manovra), il macchinista non ha più la visuale sul segnale di ripetizione. Altrimenti, il macchinista deve aspettarsi una *fermata* al segnale principale, anche se visualizza un'immagine valida. Inoltre, l'antenna ETCS situata fino a 12 m dietro il primo asse deve aver superato il gruppo di balise al segnale di ripetizione prima che venga commutata di nuovo in *avvertimento*.

Per questi motivi, il dispositivo d'annuncio di binario libero deve essere posizionato almeno 15 m dopo il gruppo di balise.

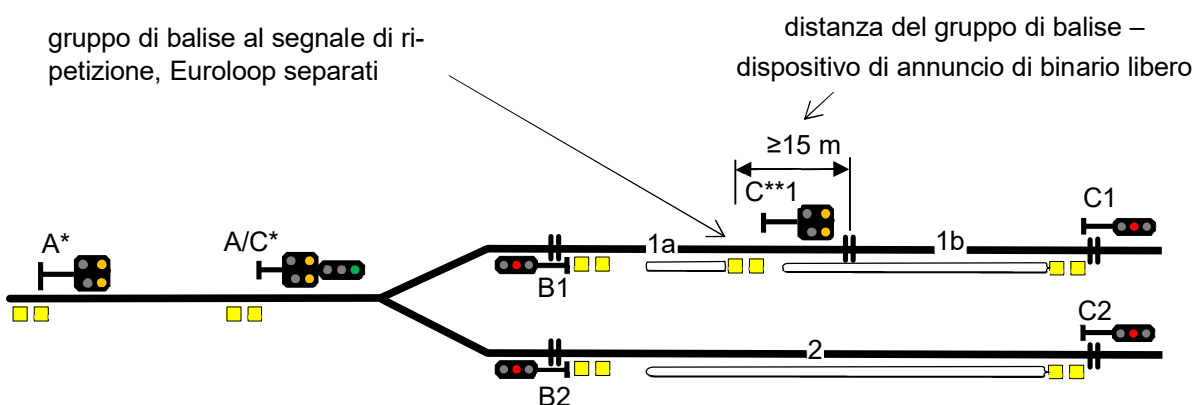


Figura 26: Apparecchiatura di un segnale di ripetizione per binari separati



La segnalazione e la progettazione del controllo dei treni sono determinate dall'occupazione del tratto di binario dopo il segnale di ripetizione:

| Binario<br>1b | Segnale di ripetizione<br>C**1 |                      |             | Segnale principale<br>C1 |                     |             |
|---------------|--------------------------------|----------------------|-------------|--------------------------|---------------------|-------------|
|               | figura                         | gruppo di<br>balise  | Euroloop    | figura                   | gruppo di<br>balise | Euroloop    |
| indipendente  | avverti-<br>mento              | fermata<br>presso C1 | fermata     | fermata                  | fermata             | fermata     |
| libero        | via libera                     | tenor figura         | liberazione | via libera               | tenor figura        | liberazione |
| occupato      | avverti-<br>mento              | fermata<br>presso C1 | fermata     | via libera               | tenor figura        | liberazione |

### 6.6.5 Avanzamento al termine dell'autorizzazione al movimento

La velocità massima di avvicinamento per avanzare al termine dell'autorizzazione al movimento deve essere progettata a 10 km/h. Nella velocità di avvicinamento il margine di superamento della curva di velocità è ridotto; di conseguenza si avrà un avvertimento non appena sarà raggiunta la velocità di avvicinamento.

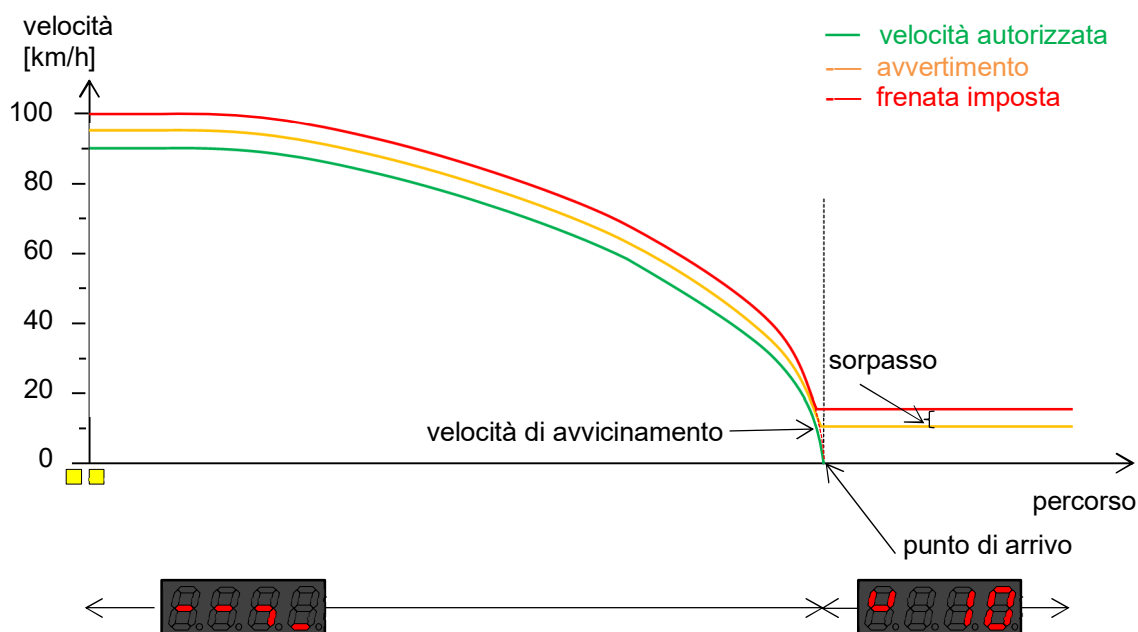


Figura 28: Avanzamento al termine dell'autorizzazione al movimento

L'avanzamento alla fine dell'autorizzazione al movimento è progettato nei seguenti casi:

- un segnale principale, al quale è progettata la liberazione manuale;
- un segnale principale, al quale non è consentita la liberazione manuale e non è installato un Euroloop;
- entrata in un binario di testa, affinché il treno possa avanzare fino al paraurti nonostante la tolleranza dell'odometria.

L'avanzamento al termine dell'autorizzazione al movimento e un Euroloop allo stesso punto di arrivo non sono ammessi.

### 6.6.6 Liberazione tramite Eurobalise nel percorso di frenatura

Un gruppo di balise nel percorso di frenatura consente una liberazione alla velocità della sezione seguente come un Euroloop. Un gruppo di balise infill è abbinabile a tutte le possibilità di liberazione, ma è ragionevole installarlo solamente dove non vi sono Euroloop.

Applicazioni tipiche:

- liberazione automatica a un segnale di ripetizione, liberazione manuale in avvicinamento al segnale principale;
- liberazione automatica in un punto preciso nell'avvicinamento al segnale principale e liberazione manuale quando il segnale commuta su "via libera" solo dopo il passaggio sul gruppo di balise;
- liberazione automatica in un punto preciso nell'avvicinamento al segnale principale e avanzamento alla velocità di avvicinamento alla fine dell'autorizzazione al movimento, quando il segnale commuta su "via libera" solo dopo il passaggio sul gruppo di balise;
- liberazione automatica dopo un posto di fermata tra il segnale avanzato e il segnale principale, quando il comando per i treni in fermata avviene sistematicamente dopo il superamento del segnale avanzato;
- nei casi in cui la liberazione manuale non può essere consentita.

## 6.7 Annunci del Euroloop

### 6.7.1 Annuncio del Euroloop

Solo un Euroloop annunciato viene valutato dall'equipaggiamento del veicolo. L'annuncio del Euroloop include il codice dell'Euroloop e la direzione di marcia corrispondente. All'assegnazione dei codici dell'Euroloop occorre osservare che due Euroloop con lo stesso codice non possono essere ricevuti contemporaneamente. Nei binari delle stazioni sono annunciati gli Euroloop di entrambe le direzioni. Sulla tratta vengono di norma annunciati solo gli Euroloop della propria direzione di marcia, poiché non è possibile modificare la direzione di marcia delle corse segnalate.

L'annuncio dell'Euroloop viene trasmesso nel telegramma dei dati dell'ultimo gruppo di balise superato prima dell'Euroloop.

Con le informazioni sul tipo di liberazione, viene trasmessa anche la distanza di compimento per la propria direzione di marcia. Ciò corrisponde alla distanza dal punto dal quale è possibile la liberazione.

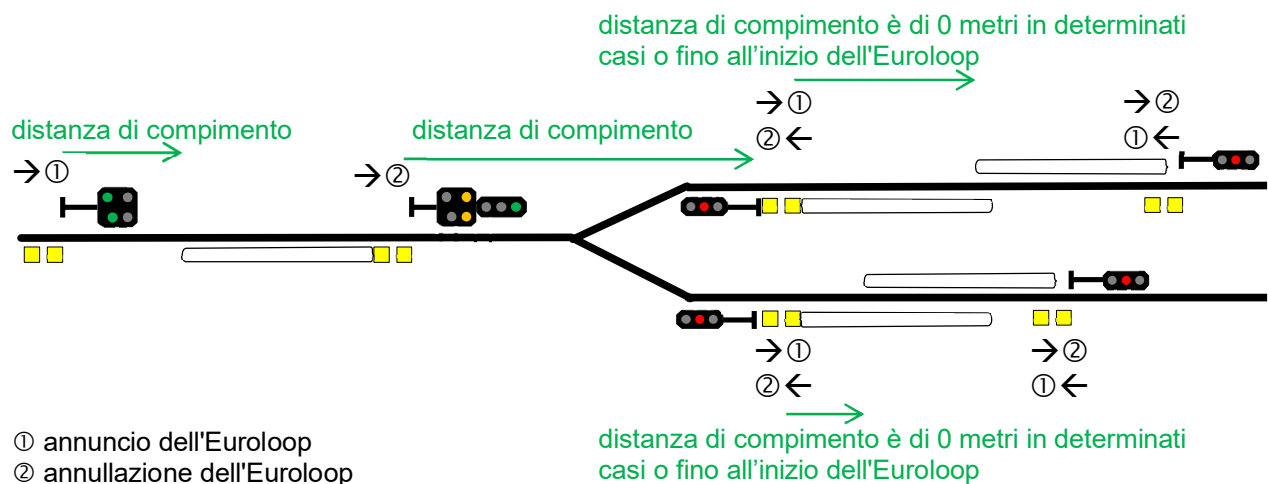


Figura 29: Annuncio dell'Euroloop

La progettazione con distanza di compimento 0 m è vantaggiosa se un Euroloop prolungato successivamente. Questo complemento può essere realizzato senza interferire con la progettazione dei punti della tratta. Se invece un treno si ferma prima dell'inizio dell'Euroloop, la continuazione della sua corsa fino all'inizio dell'Euroloop è limitata a 10 km/h come nel caso di un malfunzionamento dell'Euroloop.

La progettazione con una distanza di compimento 0 m deve essere applicata se il punto di arrivo è progettato oltre il punto di pericolo. Se un treno si ferma prima dell'inizio dell'Euroloop e, a un segnale indicante "fermata", continua ad avanzare inammissibilmente, la sua velocità sarà dapprima limitata a 10 km/h. In seguito, al ricevimento del telegramma tramite il loop si innesca immediatamente una frenatura imposta. Il superamento del punto di pericolo è quindi escluso.

### 6.7.2 Annullazione dell'Euroloop

Al passaggio sul gruppo di balise del segnale principale alla fine dell'Euroloop, nel telegramma dei dati viene progettata l'annullazione di tutti gli Euroloop.

Se viene annunciato un nuovo Euroloop, i precedenti Euroloop annunciati saranno immediatamente annullati dal software del calcolatore di bordo.

### 6.7.3 Collegamenti di scambi senza segnali principali

Se vi è un collegamento tra due segnali principali, occorre osservare che l'annullazione dell'Euroloop e l'annuncio dell'Euroloop saranno corretti di conseguenza al passaggio sui collegamenti dei binari. Se lungo il percorso previsto non si transita su gruppi di balise per i segnali principali, vanno installati gruppi di balise supplementari. Esempi tipici di questa situazione si riscontrano soprattutto:

- in una stazione di testa, se è possibile un cambio di binario alla fine della tratta;
- se due binari principali sono suddivisi con un sistema di cambio di corsia.

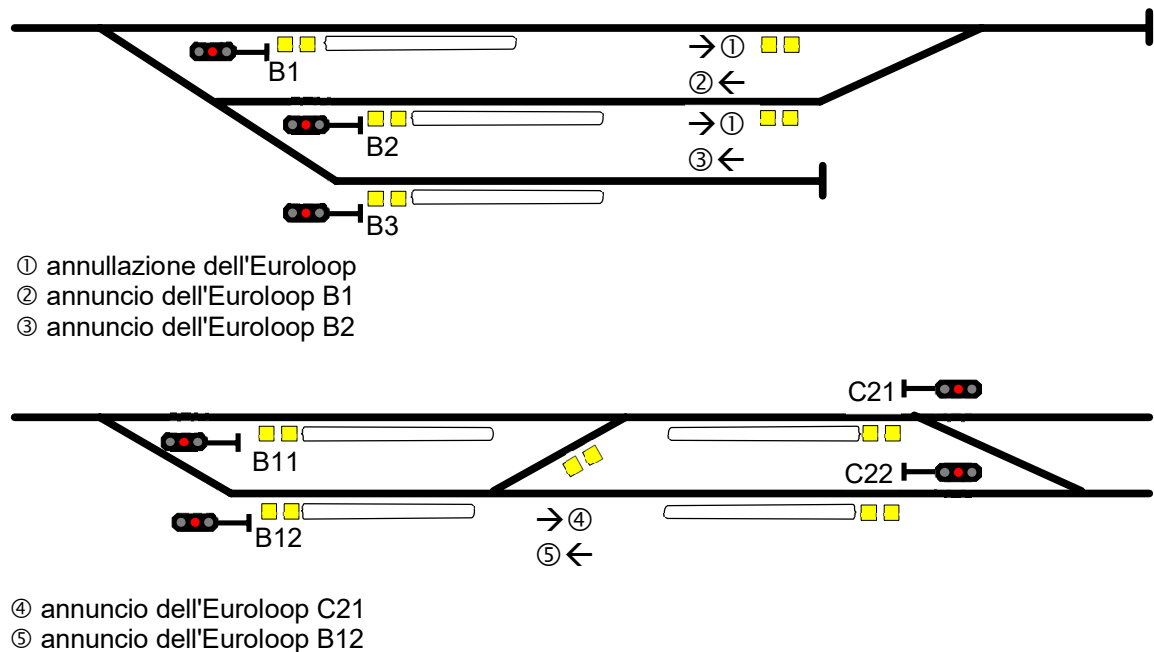


Figura 30: Collegamenti di scambi senza segnali principali

I gruppi supplementari di balise sono costituiti da due balise a dati fissi. Occorre prestarvi attenzione anche se i collegamenti dei binari interessati possono essere utilizzati solo per i movimenti di manovra.

## 6.8 Velocità massime nella sorveglianza ridotta

### 6.8.1 Velocità ridotta

La velocità ridotta si applica quando il calcolatore di bordo non dispone dei dati di tratta né del loopkey:

- dopo l'occupazione della cabina di guida e la conferma dei dati del treno;
- dopo l'uscita dal regime d'esercizio "Manovra".

La velocità ridotta corrisponde al regime d'esercizio "sotto responsabilità del personale (SR)" secondo l'ETCS e deve essere fissata restrittivamente a 10 km/h.

### 6.8.2 Circolazione senza dati di tratta

Le condizioni d'applicazione della funzione "Circolazione senza dati di tratta" devono essere fissate come disposizioni di esecuzione delle prescrizioni di circolazione dei treni da parte del gestore dell'infrastruttura. In linea di principio si applicano nei seguenti casi:

- corsa di manovra sulla tratta;
- corsa di manovra su binari di tratta sbarrati;
- prosieguo della corsa dopo il superamento di un segnale d'uscita o di blocco indicante "fermata";
- prosieguo della corsa dopo una frenatura imposta sulla tratta;
- prosieguo della corsa dopo la messa in funzione dell'equipaggiamento del veicolo o la rioccupazione della cabina di guida sulla tratta;
- prosieguo della corsa dopo una retromarcia sulla tratta.

La funzione "Circolazione senza dati di tratta" non può essere attivata dopo aver superato un segnale di entrata o di settore di binari.

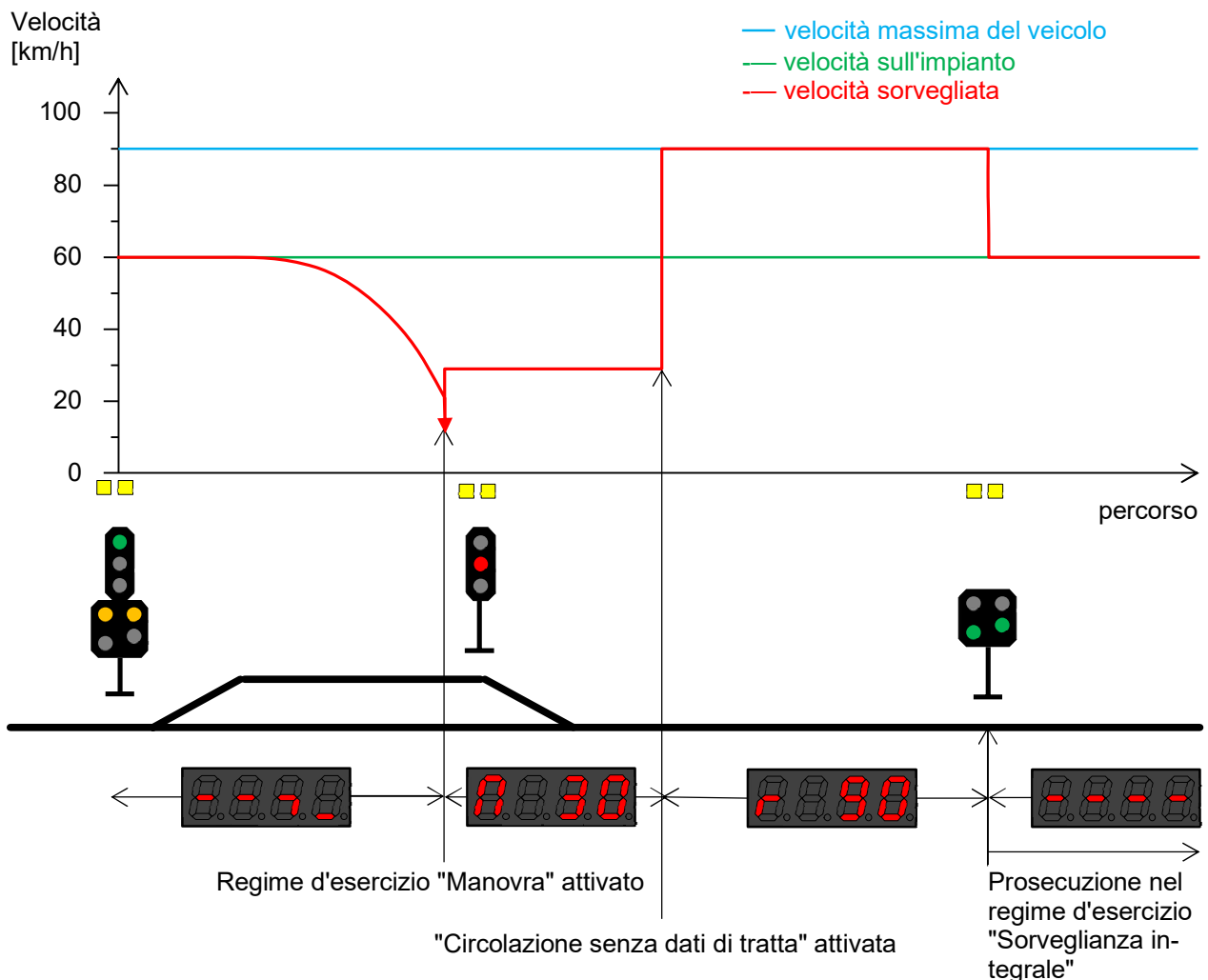


Figura 31: Circolazione senza dati di tratta

Nella funzione "Circolazione senza dati di tratta" la velocità massima del veicolo è sorvegliata fino al passaggio sul gruppo di balise seguente. Anche i gruppi di magneti che trasmettono "Fermata" sono rilevati.

## 6.9 Manovra

Nei parametri del veicolo è possibile impostare due diverse velocità massime in regime d'esercizio di manovra:

- Nel regime d'esercizio di manovra per i movimenti di manovra in stazione, la velocità massima per i movimenti di manovra in stazione deve essere proiettata in conformità alle prescrizioni sulla circolazione dei treni o alle norme esecutive PCT
- Nel regime d'esercizio di manovra per i movimenti di manovra sulla linea, la velocità massima per i movimenti di manovra sulla linea deve essere proiettata in conformità alle prescrizioni sulla circolazione dei treni o alle norme esecutive PCT.

I parametri della velocità vanno stabiliti anche all'attivazione del regime d'esercizio "Manovra" e anche alla disattivazione dello stesso.

Nel regime d'esercizio "Manovra" il passaggio può essere autorizzato con ogni telegramma di un gruppo di balise e con ogni immagine di segnale. Se la manovra non è consentita, una frenatura imposta sarà attivata immediatamente al passaggio in regime d'esercizio "Manovra".

Nel regime d'esercizio "Manovra" il passaggio è consentito in caso di:

- segnale d'uscita, di settore di binario o di blocco
  - per tutti i telegrammi di fermata, di perturbazione e di default;
- segnale d'entrata
  - per tutti i telegrammi di fermata, di perturbazione e di default,
  - per immagini del segnale relative alla corsa, a condizione che il consenso di entrata possa essere trasmesso conformemente alle disposizioni esecutive alle PCT con la disposizione su via libera segnale di entrata;
- segnale di protezione
  - per tutti i telegrammi di fermata, di perturbazione e di default,
  - per le immagini di corsa, a condizione che il segnale, a livello di commutazione, possa segnalare via libera per un movimento di manovra. Questo è generalmente il caso di un impianto di passaggio a livello dopo l'azionamento manuale;
- luci di controllo d'impianti di passaggi a livello
  - per tutti i telegrammi;
- segnali avanzati o segnali ripetitori
  - per tutti i telegrammi.

Il passaggio di un segnale chiuso può essere eseguito solamente nel regime d'esercizio "Manovra". Se al momento della partenza in qualità di treno è ancora attivo il regime d'esercizio "Manovra", al passaggio del segnale d'uscita indicante "via libera" si innesca una frenatura imposta.

## 6.10 Linking (connessione)

Lo scopo principale del linking è il rilevamento di un gruppo di balise difettose o mancanti; anche gli errori di odometria vengono rivelati dal linking. Queste perturbazioni potrebbero altrimenti rimanere inosservate.

All'interno di un settore con sorveglianza continua le eurobalise sono di regola connesse. Al linking non si dovrebbe rinunciare:

- tra un segnale avanzato e un segnale principale,
- tra i segnali principali all'interno di una stazione.
- Il linking è obbligatorio se nella sezione viene annunciato un Euroloop.
- il gruppo di balise per la luce di controllo d'un passaggio a livello deve essere obbligatoriamente collegato nella direzione di marcia corrispondente.

Lo slittamento falsifica l'odometria, questo soprattutto sulle lunghe sezioni in salita. Per questo motivo sono necessarie delle misure supplementari nei settori di binario dove lo slittamento è più frequente e più lungo, per esempio tramite:

- balise di riposizionamento supplementari;
- aumento dell'intervallo di confidenza;
- interruzione del linking (solo sulla tratta).

Un maggiore intervallo di confidenza con misurazione precisa del percorso dall'odometria fa sì che la curva di frenatura si attiva prima di una soglia di velocità e della fine dell'autorizzazione al movimento.

## 6.11 Intervallo di confidenza / finestra d'aspettativa

La distanza percorsa dal veicolo è misurata dall'odometria; eventuali imprecisioni sono causate dall'usura delle ruote nonché dallo slittamento e pattinamento. Il valore preciso di posa delle eurobalise dipende dalle misurazioni effettuate durante la progettazione. Per questi motivi la distanza percorsa può presentare divergenze rispetto all'intervallo effettivo tra due gruppi di balise.

Esempio nel caso ottimale:

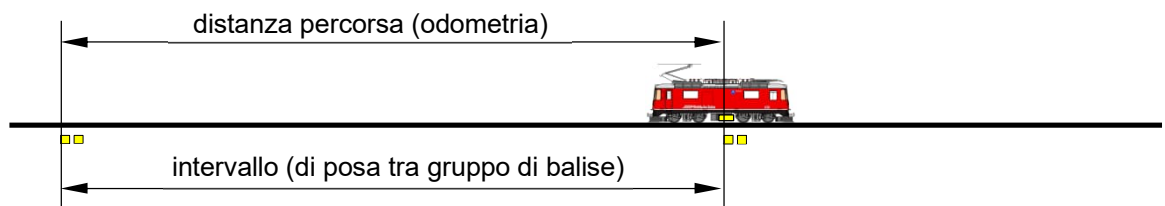


Figura 32: Confronto odometria - misurazione

L'intervallo di confidenza è calcolato in base a una tolleranza dell'odometria accettabile. Il sistema calcola continuamente l'intervallo di confidenza per approssimazione, nel modo seguente:

- fondamentalmente  $5\text{ m} + 2\%$  della distanza percorsa dopo l'ultimo gruppo di balise;
- in determinati casi, per la costante può essere stabilito un valore maggiore (al massimo  $63\text{ m} + 2\%$  della distanza percorsa);
- il calcolatore di bordo aumenta automaticamente la tolleranza, se sono rilevati pattinamenti o slittamenti.

Dopo una balise di riposizionamento, l'intervallo di confidenza viene volutamente riportato al valore effettivo e preciso di posa del gruppo di balise come segue:

- $1\text{ m} + 2\%$  della distanza percorsa dalla balise di riposizionamento;
- il valore minimo di  $1\text{ m}$  per il valore preciso di posa si applica alle balise di riposizionamento che sono installate ad esempio nel binario di arrivo all'interno della stazione.

L'imprecisione odometrica può comportare un'estensione o un'accorciamento della distanza misurata rispetto all'intervallo effettivo, presente tra due gruppi di balise ( $\pm$  tolleranza). La finestra d'aspettativa corrisponde quindi al doppio della lunghezza dell'intervallo di confidenza.

Esempio di un gruppo di balise rilevato all'interno di una finestra d'aspettativa:

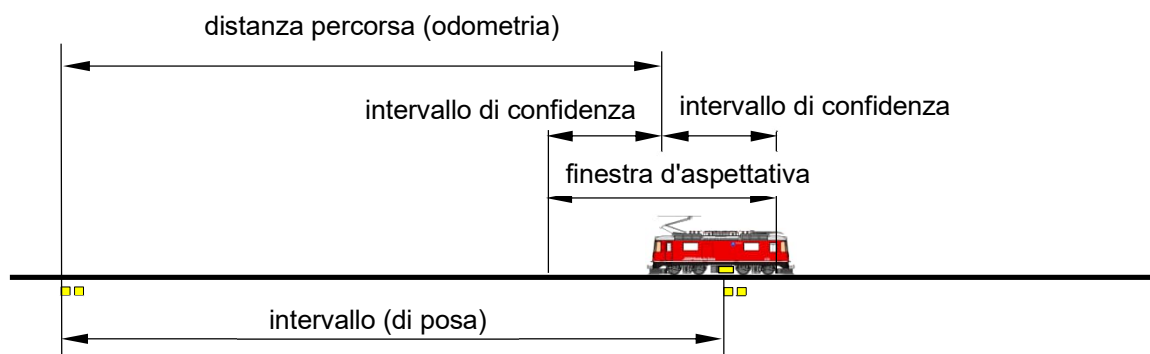


Figura 33: Gruppo di balise all'interno della finestra d'aspettativa

Un gruppo di balise viene anche valutato se viene ricevuto al di fuori della finestra d'aspettativa (dalla versione software 5.3 del calcolatore del veicolo). Ciò vale in caso di errore di collegamento, a condizione che non sia necessaria a questo punto una reazione del sistema.

Esempio di un gruppo di balise rilevato all'esterno di una finestra d'aspettativa:

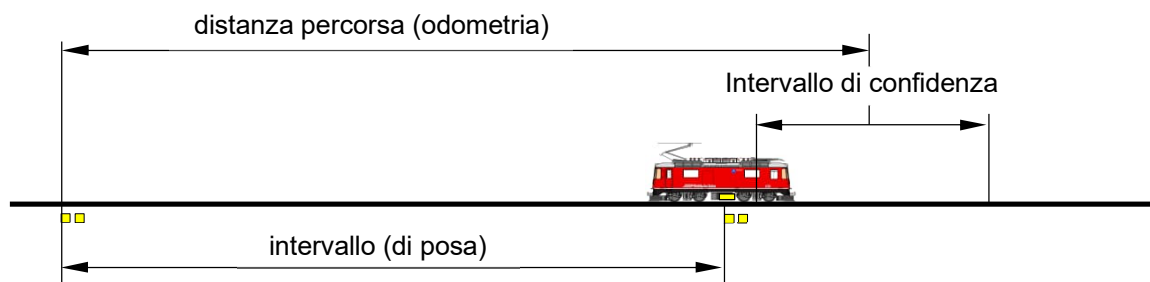


Figura 27: Gruppo di balise all'esterno di una finestra d'aspettativa



Se un gruppo di balise viene ricevuto al di fuori della finestra d'aspettativa, la reazione del sistema viene proiettata in modo diverso:

- Non si verifica alcuna risposta del sistema con un gruppo di balise che viene usato solo per la correzione della misurazione dello spostamento. Viene seguita una localizzazione precisa. L'intervallo di confidenza viene reimpostato
- Nel caso di un gruppo di balise ad un segnale avanzato, non c'è alcuna reazione del sistema. Viene eseguita una localizzazione precisa. L'intervallo di confidenza viene azzerato. I dati di tratta vengono aggiornati
- Nel caso di un gruppo di balise ad un segnale principale, viene attivata la frenatura imposta
- Nel caso di un gruppo di balise presso la luce di controllo al passaggio a livello viene attivata una frenatura imposta
- Nel caso di un gruppo di balise per il cambio del regime d'esercizio per la trazione, viene attivata una frenatura imposta.

Il sistema segnala un errore se non viene rilevata alcuna eurobalise. La reazione del sistema è progettata in modo diverso, ossia:

- in caso di un gruppo di balise che serve unicamente alla correzione dell'odometria, non avviene alcuna reazione del sistema. L'intervallo di confidenza non viene reimpostato;
- in caso di un gruppo di balise a un segnale avanzato, e. La fine dell'autorizzazione al movimento rimane invariata. Vi sarà quindi un arresto forzato prima del successivo segnale principale;
- Se il gruppo di balise era atteso ad un segnale principale, viene innescata una frenatura imposta
- Se il gruppo di balise era atteso ad una luce di controllo al passaggio a livello, viene innescata una frenatura imposta
- Se era atteso un gruppo di balise per il cambio del regime d'esercizio per la trazione, viene innescata una frenatura imposta.

## 6.12 Punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento

### 6.12.1 Calcolo del punto di arrivo

La precisione della curva di frenatura definita dal calcolatore di bordo è determinata dalla precisione dell'odometria. Per garantire in ogni caso l'arresto prima del punto di arrivo progettato, la curva di frenatura è configurata in base al punto più lontano dell'intervallo di confidenza, ossia in base alla posizione massima assunta della testa del veicolo. Pertanto l'effettivo punto di arrivo della curva di frenatura si trova sempre all'interno dell'intervallo di confidenza prima del punto di arrivo progettato.

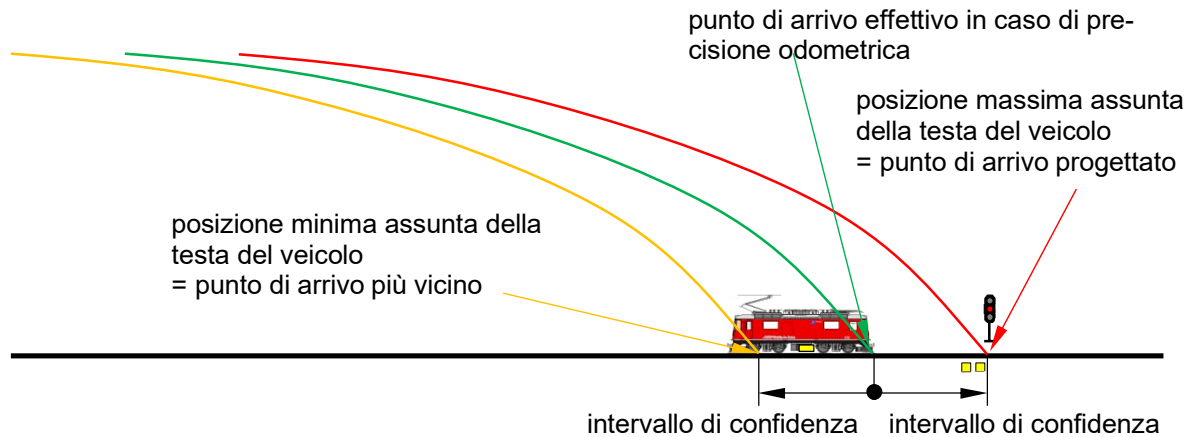


Figura 35: Calcolo del punto di arrivo

Il punto di arrivo è normalmente progettato al posto di fermata più lontano dell'itinerario (segnale principale, profilo degli scambi in caso di segnale di gruppo). Una progettazione oltre il punto di fermata più lontano sarà richiesta soltanto se questo punto deve essere raggiunto esattamente per ragioni operative, una situazione che si verifica spesso a un segnale d'uscita.

### 6.12.2 Utilizzo della distanza di slittamento

Il progetto può essere configurato, se necessario, in modo che il treno possa avanzare possibilmente senza ostacoli fino al posto di fermata più lontano nell'ambito della circolazione. Questo può accadere solo avvalendosi della distanza di slittamento esistente, purché non sia permesso avanzare alla fine dell'autorizzazione al movimento.

Entro la distanza di slittamento, è consentito spostare il punto di arrivo oltre il posto di fermata più lontano nell'ambito della circolazione finché la posizione massima assunta della testa del veicolo non supera il punto di pericolo. Ciò assicura che il treno possa sempre avanzare fino al posto di fermata più lontano.

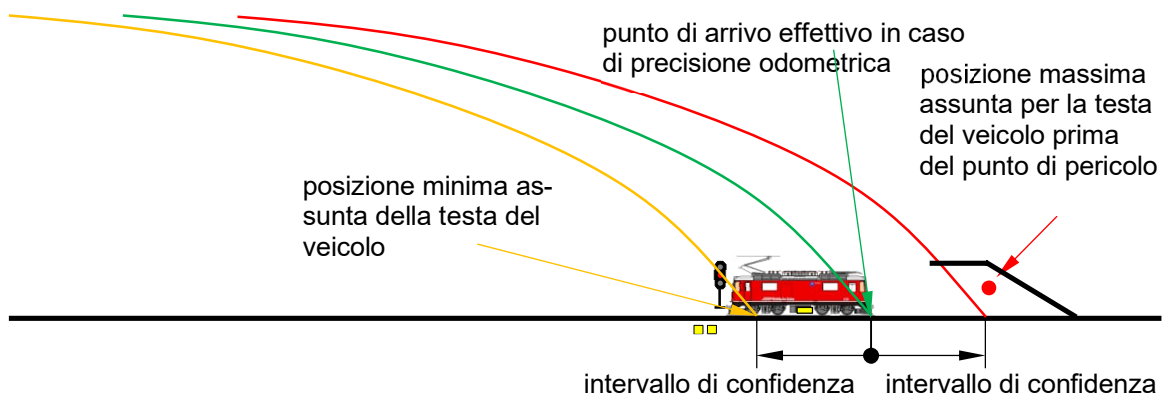


Figura 36: Punto di arrivo entro la distanza di slittamento

Il punto di arrivo deve essere progettato al più tardi prima del punto di pericolo. Sono considerati particolari punti di pericolo:

- il segno di sicurezza di uno scambio;
- la punta di uno scambio;
- un impianto di passaggio a livello;
- il punto in cui si trova la coda del treno che precede durante una fermata regolare, p.es. l'inizio di un marciapiede.

Ogni gruppo di balise collegato reimposta l'intervallo di confidenza. Se la distanza di slittamento non è sufficiente è possibile installare una balise di riposizionamento aggiuntiva a 35 m prima del punto di fermata più lontano. Con questo provvedimento, l'intervallo di confidenza è ridotto al minimo. Come balise di riposizionamento è sufficiente installare un'unica balise a dati fissi.

Se la distanza di slittamento è insufficiente, il punto di fermata deve essere adattato o il punto di arrivo va progettato oltre il punto di pericolo.

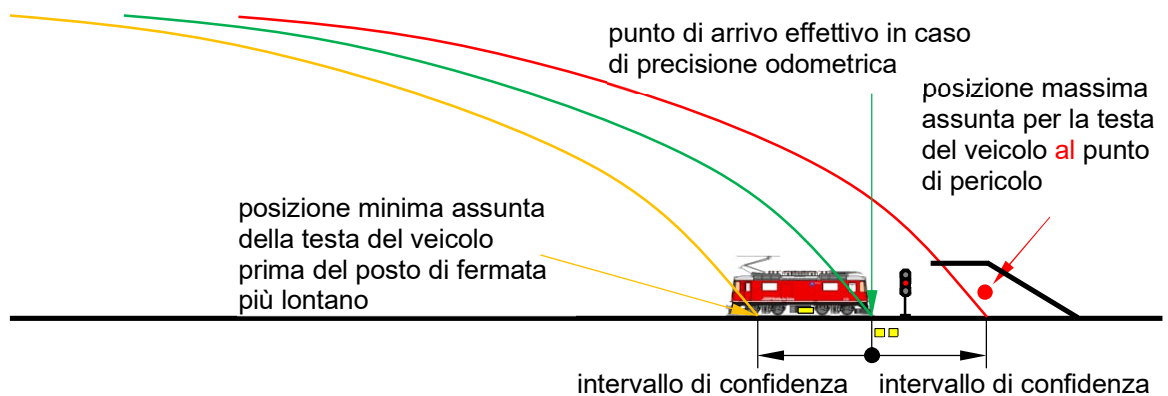


Figura 37: *Distanza di slittamento insufficiente*

### 6.12.3 Punto di arrivo oltre il punto di pericolo

Se la distanza di slittamento è insufficiente, in alcuni casi il punto di arrivo può essere progettato oltre il punto di pericolo; ciò avviene ad esempio per i segnali d'uscita. In questo caso devono essere soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- il punto di pericolo è rappresentato dal segno di sicurezza di uno scambio;
- le entrate simultanee sono escluse;
- il vincolo temporaneo che precede la disposizione di un secondo itinerario deve essere sufficiente per garantire la fermata in sicurezza del primo treno. Tale intervallo è configurato in base al R RTE 25054;
- il capomovimento può scansare il vincolo temporaneo dopo aver verificato l'arresto del treno;
- è obbligatorio un impedimento della partenza tramite Euroloop. L'impedimento della partenza deve essere attivo anche per i treni di servizio con fermata breve. Pertanto, l'inizio dell'Euroloop deve essere eventualmente progettato in modo che si trovi nettamente prima dell'inizio del marciapiede.

Questa situazione deve essere dichiarata nella procedura di approvazione dei piani.

Invece di una progettazione oltre il punto di pericolo è opportuno optare per l'installazione di una balise di riposizionamento a 35 m prima del punto di arrivo.

### 6.12.4 Paraurti al punto di arrivo

In un binario di testa deve soprattutto essere garantito che il treno possa avanzare fino al paraurti. L'intervallo di confidenza determina l'effettivo punto di arrivo della curva di frenatura prima del paraurti. L'installazione di una balise di riposizionamento prima del paraurti è consigliata al fine di ridurre i relativi impatti. Se l'ultimo gruppo di balise è installato a 150 m prima del punto di arrivo, il punto di arrivo sorvegliato più vicino si trova a 16 m prima del paraurti. Una balise di riposizionamento installata a 30 m prima del paraurti permette di ridurre questa distanza a ca. 3.5 m. Un gruppo di balise di riposizionamento può essere progettato anche a una distanza maggiore dal paraurti, onde essere utilizzato per la direzione opposta al fine di consentire la partenza di un veicolo stazionato in precedenza. L'intervallo di confidenza non risulterà ridotto di molto.

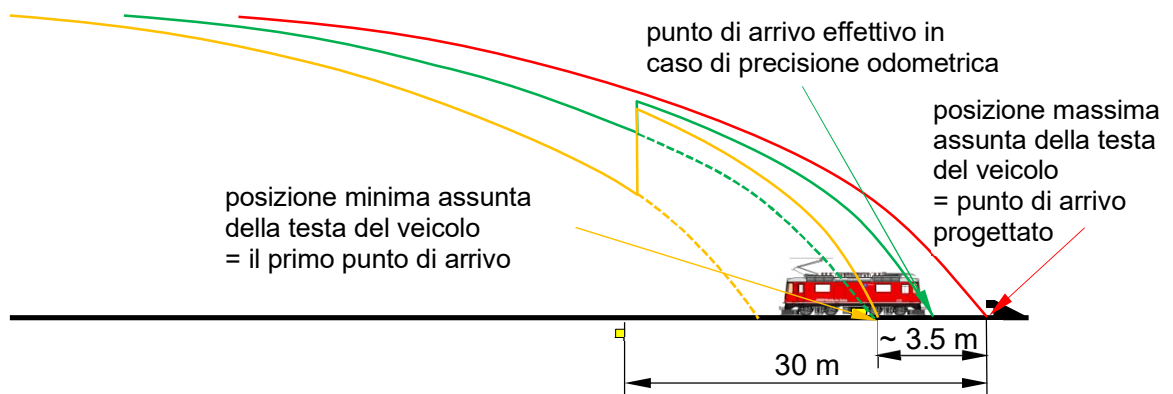


Figura 38: Balise di riposizionamento antistante il paraurti

Di regola l'avvicinamento alla fine dell'autorizzazione al movimento è progettato per consentire l'accostamento al paraurti.

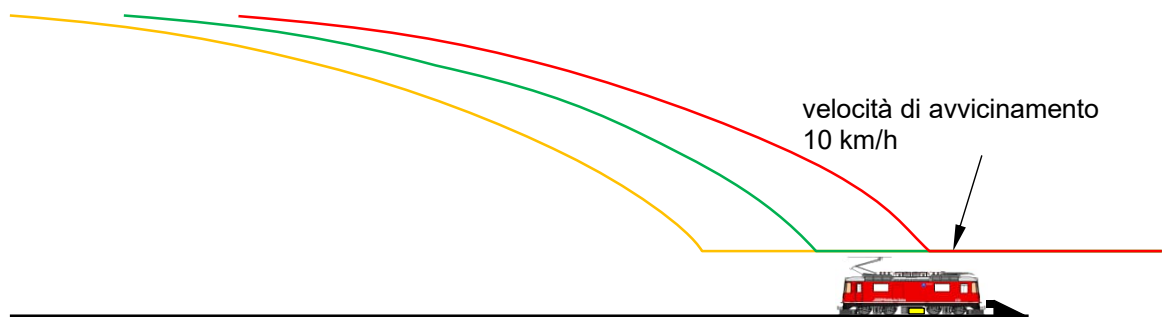


Figura 39: Velocità di avvicinamento prima del paraurti

Anche su una distanza modesta di circa 20 m, l'avanzamento verso il paraurti alla velocità di avvicinamento ritarda la fermata del treno. Questa perdita di tempo può essere considerata sproporzionata.

Un avvicinamento più rapido al paraurti è possibile se il punto di arrivo è progettato oltre il paraurti; in questo caso, però, la probabilità di un urto non può più essere esclusa dal sistema. Per questo motivo, la progettazione oltre il punto di pericolo è consigliata unicamente in combinazione con una balise di riposizionamento.

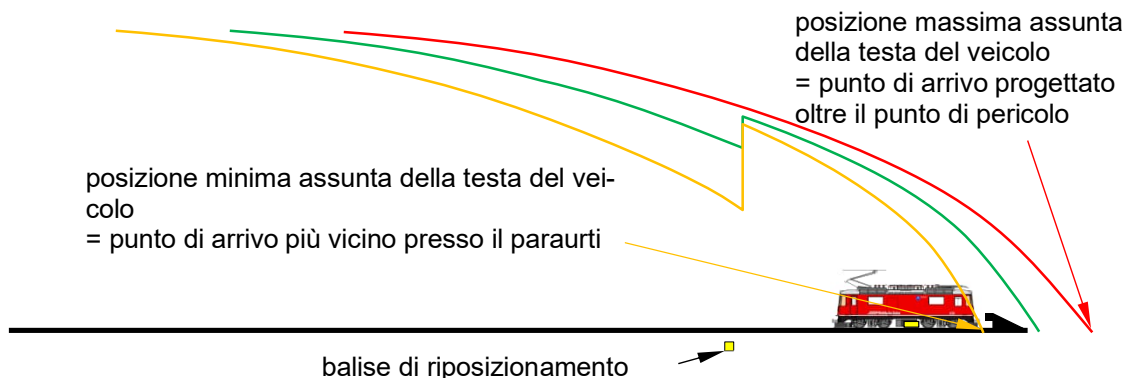


Figura 40: Punto di arrivo oltre il paraurti

Un punto di arrivo progettato oltre il paraurti deve essere dichiarato nella procedura di approvazione dei piani. Le varie opzioni di progettazione possono essere combinate al fine di raggiungere un risultato ottimale.

### 6.12.5 Adattamento della segnaletica

Se a un segnale d'uscita o a un segnale di settore di binario, il primo punto di arrivo è calcolato prima del posto di fermata più lontano, il punto di arrivo deve essere segnalato. In tal modo il macchinista può evitare frenature imposte durante l'avvicinamento al segnale.

In linea di principio questa situazione può essere evitata creando una distanza di slittamento sufficiente:

- a un segnale di binario, spostando adeguatamente il segnale;
- nel caso di un segnale di gruppo con ulteriore segnalazione mediante segnali bassi, spostando adeguatamente i segnali bassi;
- a un segnale di gruppo con segnalazione supplementare mediante segnale indicatore del numero di binario, il punto più lontano di fermata è fissato prima del segno di sicurezza dello scambio d'uscita. Un percorso d'insufficienza di frenata può essere realizzato unicamente con importanti interventi sull'impianto di sicurezza, ad esempio sostituzione con tavole di fermata per segnali di gruppo combinate con avvisatori di via libera.
- a un segnale di gruppo con segnalazione supplementare mediante tavola di fermata per segnali di gruppo, questa tavola viene spostata per ogni binario al punto di arrivo più vicino. I gruppi di balise saranno installati presso la nuova ubicazione della tavola di fermata per segnale di gruppo.

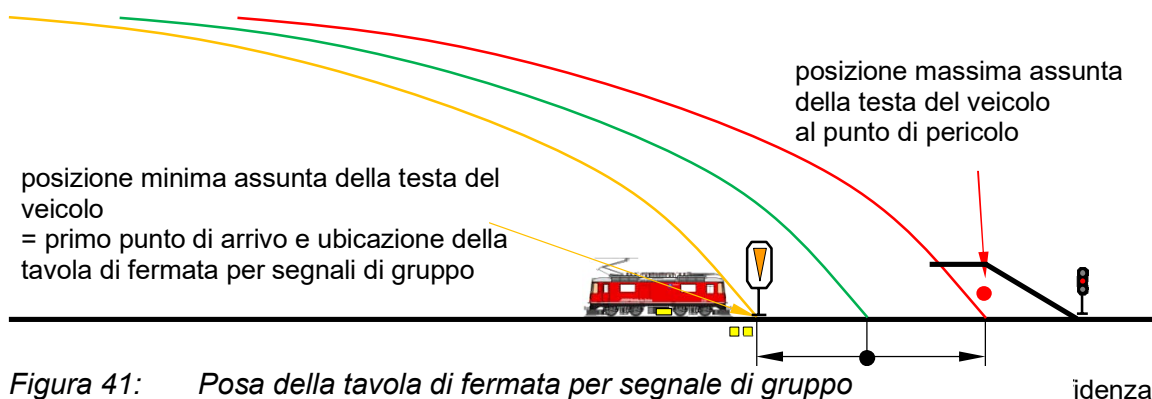


Figura 41: Posa della tavola di fermata per segnale di gruppo

La distanza di slittamento richiesta può essere minimizzata tramite l'installazione di una balise di riposizionamento 30 m prima del gruppo di balise del punto di fermata più lontano.

Se ammesso e necessario, il punto di arrivo dovrebbe essere progettato oltre il punto di pericolo.

Se lo spostamento di segnali è sproporzionato, è consentito apporre una tavola appositamente concepita al primo punto di arrivo calcolato, a condizione che:

- si tratti di un impianto di sicurezza già esistente;
- non sia possibile progettare l'avanzamento al punto di arrivo (p. es. a causa di un Euroloop);
- l'installazione di una balise di riposizionamento non sia sufficiente per progettare il primo punto di arrivo al punto di fermata più lontano
- il punto di arrivo non può essere progettato oltre il punto di pericolo (p.es. a causa di entrate simultanee).



Figura 42: Tavola di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura

Se lo spazio è limitato, la tavola di avviso può essere disposta verticalmente in caso di mancanza di spazio.

La posa delle tavole di avviso deve essere dichiarata nella procedura di approvazione dei piani. Il gestore dell'infrastruttura deve stabilire l'impiego delle tavole di avviso nelle proprie disposizioni esecutive delle prescrizioni sulla circolazione dei treni. Nell'ambito della procedura, deve essere presentata all'UFT una richiesta di deroga in merito alla segnalazione, derogante dalle prescrizioni di base, mediante tavole di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura.

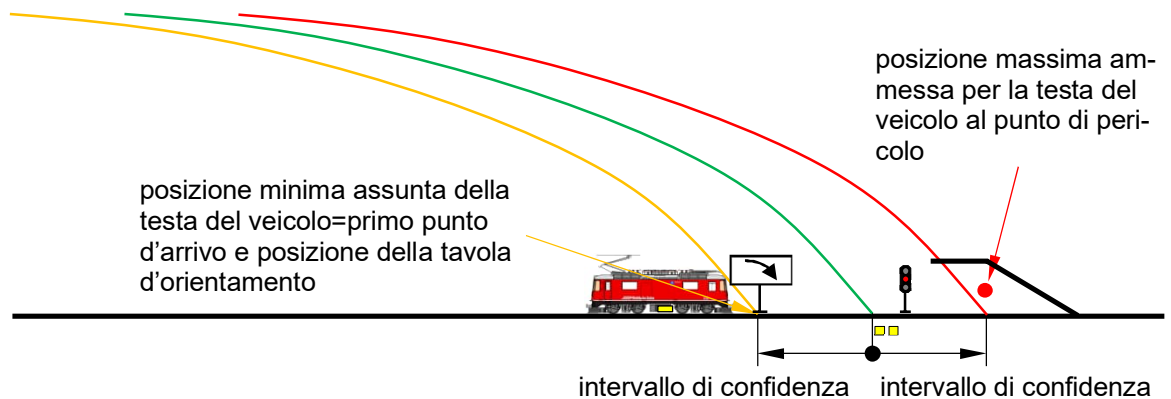


Figura 43: Posa della tavola di avviso per il punto di arrivo di una curva di frenatura

Posando una sequenza di tavole d'orientamento e tavole di fermata per segnali di gruppo non si realizza una doppia segnalazione.

### 6.12.6 Effetto dell'intervallo di confidenza sul profilo della velocità

L'intervallo di confidenza influenza ogni curva di frenatura prima di una soglia di velocità perché tale curva è basata sulla posizione massima assunta della testa del veicolo. In caso di un aumento della velocità con sorveglianza della lunghezza del treno, è determinante la posizione minima assunta della coda del treno. La velocità sorvegliata non viene visualizzata, pertanto il macchinista non ha modo di individuare quale sorveglianza sia attiva. Il macchinista deve rispettare le soglie di velocità prescritte per la circolazione.

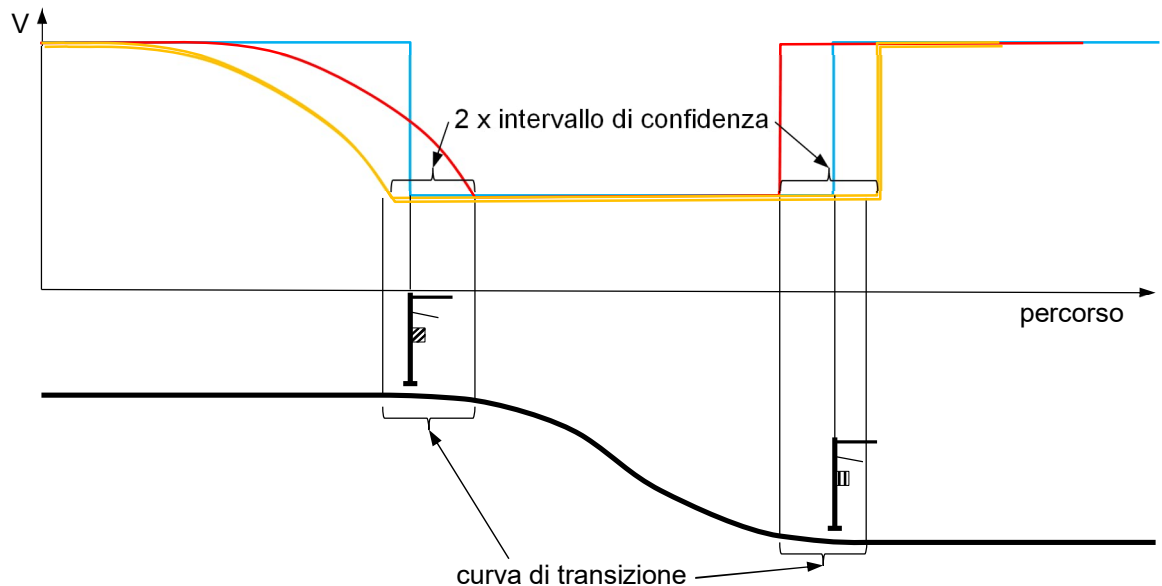


Figura 44: Progetto di limitazione di velocità

Rispettando le prescrizioni non si dovrebbe attivare nessuna reazione da parte del sistema. Per questo motivo un'ottimizzazione è inevitabile.

Nei dati del binario, la soglia di velocità è generalmente stabilita all'inizio della curva di transizione

I segnali di riduzione della velocità sono generalmente fissati sui tralicci della catenaria. Normalmente un simile traliccio si trova nella curva di transizione, mentre il traliccio seguente è a una distanza di 60 m, sul lato con velocità maggiore. I segnali di riduzione della velocità sono quindi montati nelle curve di transizione per motivi pratici.

È rilevante per la sicurezza che la velocità ridotta sia raggiunta al più tardi all'inizio del raggio della curva.

Si consiglia di progettare la soglia della velocità all'inizio rispettivamente al termine del raggio della curva e di controllare l'incidenza dell'intervallo di confidenza. La curva di effettiva frenatura non dovrebbe risultare notevolmente più restrittiva dalla segnaletica. Va osservato il cambiamento dell'intervallo di confidenza tra l'inizio e la fine di una limitazione di velocità.

Se l'ultimo gruppo di balise è arretrato di oltre 800 m prima del raggiungimento della soglia di velocità, si raccomanda di prevedere un ulteriore gruppo di balise di riposizionamento circa 200 m prima della soglia di velocità. In questo modo si compenserà l'imprecisione odometrica e ripartirà il calcolo dell'intervallo di confidenza.

Se la soglia di velocità è programmata alla punta di uno scambio, durante la progettazione è possibile spostarla in direzione del cuore dello scambio al massimo del doppio dell'intervallo di confidenza. In questo modo la frenatura può essere eseguita esattamente sulla punta dello scambio. Ciò è possibile a condizione che sia escluso il transito sulla punta dello scambio a una velocità pericolosamente elevata dovuta all'accumulo delle tolleranze.

Con la decelerazione più elevata di tutti i modelli di frenatura applicati, nella posizione massima assunta della testa del veicolo può essere tollerato un superamento della velocità massima sulla punta dello scambio del 25% al massimo.

Lo spostamento tollerabile della soglia di velocità può essere calcolato come segue:

$$s = \frac{(v \times 1.25 / 3.6)^2 - (v / 3.6)^2}{2 \times a}$$

$s$  spostamento tollerabile della soglia di velocità [m].

$a$  decelerazione massima [ $m/s^2$ ]

$v$  velocità massima nel settore dello scambio [km/h].

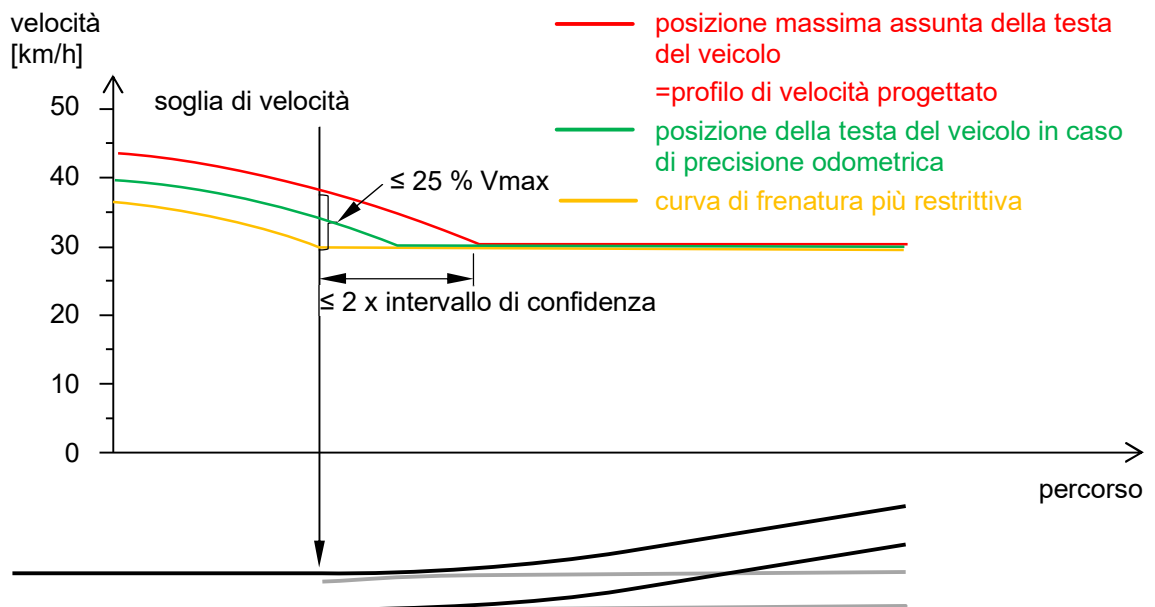


Figura 45: Progettazione sulla punta di uno scambio

La posizione massima assunta della testa del veicolo corrisponde alla curva di frenatura più permissiva. La curva di frenatura più restrittiva si ha, ad esempio, quando il diametro effettivo della ruota è significativamente inferiore al valore impostato nel sistema. In caso di precisione odometrica, la curva di frenatura si troverà al centro, tra le due curve indicate.

Se queste misure non hanno un effetto sufficiente, è necessario collocare ulteriori gruppi di balise di dati fissi per la correzione del percorso. Una verifica sistematica di questa situazione è necessaria quando la distanza tra due gruppi di balise supera 800 m.



## 6.13 Distanze di slittamento

### 6.13.1 Principio

Distanze di slittamento devono essere pianificate per motivi diversi. È imperativo che siano considerati separatamente. Le due situazioni iniziali non possono essere scambiate:

- la distanza di slittamento richiesta dal sistema in modo che il treno possa sempre circolare fino al punto d'arresto estremo nonostante la tolleranza odometrica;
- la distanza di slittamento necessaria per motivi di sicurezza durante le entrate simultanee per compensare il rischio di una frenatura insufficiente (DE-Oferr, DE 39.3a).

### 6.13.2 Distanze di slittamento richieste dal sistema

Occorre sempre programmare una distanza di slittamento minima in modo che l'arresto al punto di fermata più lontano nell'ambito della circolazione sia possibile senza impedimenti. A tal fine il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento deve essere progettato al più tardi al punto di pericolo. Tali condizioni sono adempiute a seconda della distanza percorsa dall'ultimo gruppo di balise, ossia:

- senza balise di riposizionamento  
distanza di slittamento = distanza dall'ultimo gruppo di balise • 0,04 + 12,6 m;
- con balise di riposizionamento  
distanza di slittamento = distanza dalla balise di riposizionamento • 0,04 + 4,6 m.

La distanza di slittamento richiesta dal sistema è determinata sommando:

- la tolleranza odometrica dipendente del percorso;
- la precisione di posa del gruppo di balise;
- velocità minima monitorata di 3-4 km/h al punto più lontano di fermata, a seconda del modello di frenatura.

Questa distanza minima di slittamento è necessaria anche quando non sono possibili entrate simultanee. In tal modo sarà possibile, tenendo conto dell'intervallo di confidenza, avanzare al punto di fermata più lontano senza dover eseguire la progettazione oltre il punto di pericolo.

### 6.13.3 Pianificazione delle distanze di slittamento per entrate simultanee

La sorveglianza continua assicura che alla fine di un itinerario il treno si arresti sempre prima del punto di fermata progettato. Il veicolo si arresta prima del punto di pericolo a condizione che il punto di arrivo sia progettato prima del punto di pericolo. In questo modo, secondo le DE-Oferr, DE 39.3.a, numero n. 4.3.3 è possibile progettare distanze minime di slittamento inferiori rispetto ai valori indicati nelle DE n. 4.3.2.

È consentito progettare distanze di slittamento ridotte, soltanto se:

- tutti i veicoli impiegati sono dotati di un equipaggiamento per la sorveglianza continua. La migrazione dei veicoli deve essere quindi completata;
- un Euroloop è installato di fronte al segnale di arrivo affinché possa essere attivato un impedimento della partenza.

## 6.14 Provvedimenti in caso di problemi di adesione

### 6.14.1 Comportamento dei veicoli a motore in caso di problemi di adesione

Nel caso di veicoli a motore dotati di trasmettitori di impulsi di spostamento disposti sugli assi motori, gli errori di misurazione dello spostamento si verificano spesso in condizioni di scarsa adesione (scivolamento / slittamento). Quando si percorrono salite in pendenza, possono verificarsi rapidamente superamenti indesiderati della velocità. Inoltre, possono essere rilevati gruppi di balise al di fuori della finestra di aspettativa, causando la corrispondente reazione del sistema. Il risultato è una frenatura indesiderata del sistema o addirittura una frenatura imposta.



Figura 28: Conseguenze dei problemi di adesione

Con lo sfruttamento massimo dell'adesione residua in condizioni sfavorevoli, si verifica uno slittamento di circa il 5% tra gli assi di trazione e la rotaia. Inoltre, si verificano picchi di velocità a breve termine degli assi di trazione, che possono essere evitati solo parzialmente dal controllo della adesione. La velocità misurata è di conseguenza superiore alla velocità effettiva. La distanza misurata dal calcolatore di bordo è superiore a quella effettivamente percorsa.

Nell'esempio, la curva di frenatura viene già percorsa verso la fine del permesso di guida trasmesso al segnale C, prima che venga raggiunto il gruppo di balise del segnale avanzato A\*. Nonostante i segnali indicano via libera, la marcia del treno è condizionata dal controllo della marcia dei treni. Se il valore di riferimento viene superato a causa di uno slittamento, viene attivata la frenatura imposta anche a velocità effettiva costante e consentita.

Errori più grandi di misurazione del percorso si verificano:

- quando si accelera a una velocità superiore di tratta dopo la partenza da una stazione o da una fermata
- sulle salite più lunghe.

### 6.14.2 Obiettivo

Se si utilizzano veicoli a motore con generatori di impulsi di percorso disposti sugli assi di trazione, nella progettazione si deve prestare particolare attenzione agli effetti dovuti alle difficoltà di adesione.

In generale, un errore di misurazione del percorso pari al 10% della distanza percorsa dopo aver superato l'ultimo gruppo di balise non deve attivare una frenatura imposta.

### 6.14.3 Disposizioni

In fase di progettazione, per contrastare gli effetti delle difficoltà di adesione in salita, vengono adottate le seguenti misure:

- la precisione di posa del gruppo di balise di un segnale principale (segnale di entrata o di blocco) annunciato all'ultimo segnale principale e al segnale avanzato può essere aumentata fino a un massimo di 63 m. Ciò aumenta automaticamente l'intervallo di confidenza. Questo aumenta automaticamente l'intervallo di confidenza. Per poter viaggiare fino al segnale con un'odometria esatta (senza slittamenti), il punto di arrivo deve essere proiettato di conseguenza nel tratto insufficiente di frenata, ammesso che sia consentito.
- per correggere le imprecisioni di misurazione del percorso causate dallo slittamento, si utilizzano gruppi di balise di riposizionamento supplementari. L'intervallo di confidenza viene reimpostato a ogni gruppo di balise. Gli errori di misurazione di spostamento vengono compensati. Se necessario, devono essere previsti gruppi di balise di riposizionamento.
  - su distanze più lunghe tra due gruppi di balise
  - poco prima di un gruppo di balise con l'attivazione del collegamento (segnale principale, luci di controllo di un impianto di passaggio a livello)
- un'altra possibilità è quella di interrompere il collegamento dei gruppi di balise sul tracciato. A partire dal segnale di entrata, il collegamento deve essere nuovamente garantito
- inoltre, gli effetti sui tempi di percorrenza possono essere compensati da:
  - sulle salite più lunghe, la velocità proiettata può essere superiore dell'8% rispetto alla velocità di tratta, in modo da poter guidare alla velocità d'esercizio effettiva consentita nonostante i continui slittamenti e i picchi di giri.

**6.14.4 Esempio di applicazione**

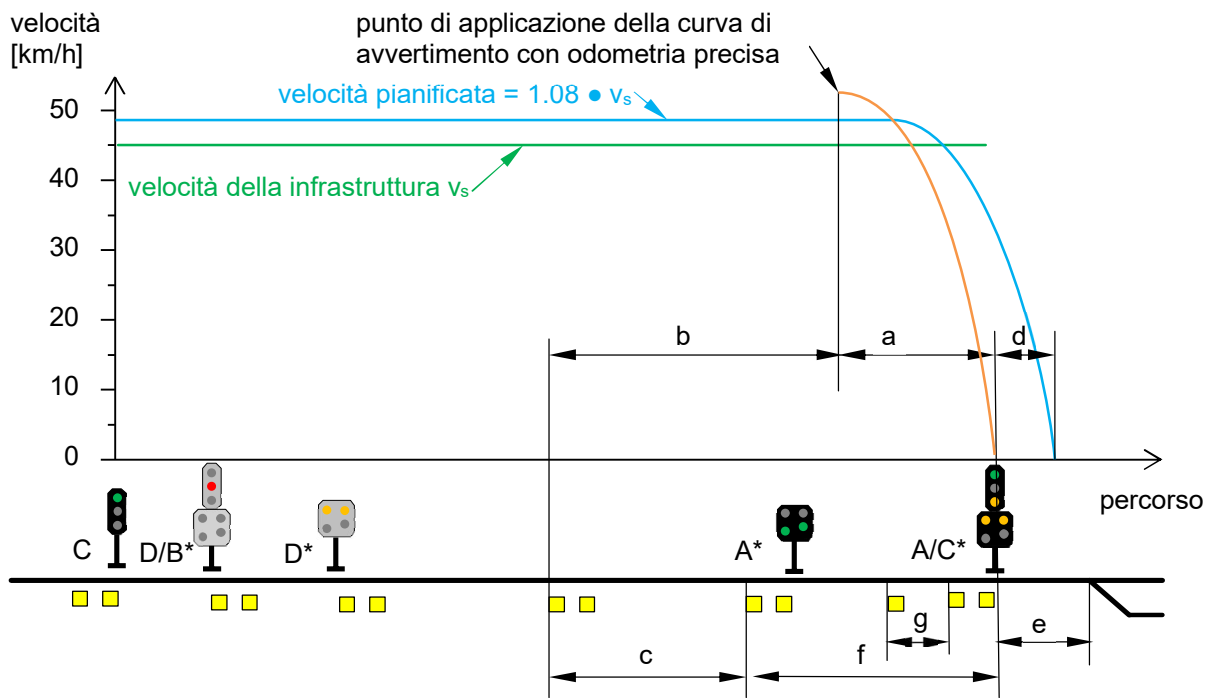


Figura 29: Pianificazione in caso di difficoltà di aderenza

Nell'esempio, la pianificazione per il segnale C deve essere adattata in base ai seguenti criteri:

- il profilo di velocità può essere proiettato con un valore superiore dell'8% rispetto alla velocità di tratta;
- dopo il passaggio del segnale C, le imprecisioni della misurazione della tratta vengono azzerate dai gruppi di balise ai segnali D/B\* e B\* e dal gruppo di balise a dati fissi sulla tratta. Per questi gruppi di balise non è prevista una reazione in caso d'errore di collegamento. Vengono inoltre verificati i dati ricevuti al di fuori della finestra di aspettativa. In questi punti di tratta non sono necessarie delle disposizioni;
- viene determinato il punto di applicazione della curva di avvertimento prima del segnale di arrivo A/C\* con un'odometria precisa e il modello di frenatura usuale (distanza a);
- si verifica se il punto di applicazione della curva di avvertimento rimane dopo il gruppo di balise al segnale avanzato A\* in caso di slittamento continuo;
  - la distanza b viene calcolata
  - in caso di slittamento continuo, la tratta b può essere percorsa solo quando è stato superato il segnale avanzato A\*. Si prevede uno slittamento del 10%. Si calcola;  
 $b \geq 1.1 \bullet c$
- per realizzare questa condizione, può essere necessario adottare un provvedimento:
  - spostare il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento dopo il segnale A/C\*. La distanza di slittamento fino al punto di pericolo deve essere sufficiente. Si applica quanto segue:  
 $d \leq e$   
di conseguenza la distanza b viene aumentata
  - proiettare un gruppo di balise supplementare per la correzione della distanza nell'avvicinamento al segnale avanzato A\* o spostare il gruppo di balise previsto più vicino al segnale avanzato A\*:  
la distanza c si riduce di conseguenza
- Al gruppo di balise appartenenti al segnale A/C\* è pianificata una reazione in caso d'errore di collegamento. Questa deve essere ricevuta entro la finestra di aspettativa. Anche con una breve distanza al segnale avanzato, è necessaria un provvedimento:
  - il parametro della precisione di posizionamento del gruppo di balise viene aumentato del 10% della distanza dall'ultimo gruppo di balise
    - questa misura ha come effetto che il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento rilasciata al segnale avanzato A\* viene anticipato nella stessa misura in caso di *avvertimento*. Per poter circolare fino al segnale A/C\*, l'autorizzazione al movimento deve essere estesa di conseguenza oltre il segnale. La distanza di slittamento al punto di pericolo deve essere sufficiente. Si applica quanto segue:  
 $d \leq e$
    - Se una soglia di velocità si trova al primo scambio o in generale prima del gruppo di balise successivo proiettato con il valore usuale di 5 m di precisione di posizionamento, questo provvedimento non è valido. Il punto di partenza della velocità ridotta verrebbe spostato in avanti di conseguenza.
  - un gruppo di balise di riposizionamento viene installato davanti al gruppo di balise per il segnale. Si applica quanto segue:  
 $0.1 \bullet f \leq g \leq 50 \text{ m.}$

- Se sulla linea è presente un gruppo di balise con reazione del sistema in caso d'errore di collegamento, ad esempio in corrispondenza di una luce di controllo per impianti di passaggio a livello, è necessario proiettare lo stesso provvedimento.

## 6.15 Restrizione dell'immagine di corsa

Alla commutazione di un segnale principale da una immagine di corsa inferiore a una superiore, occorre esaminare l'effetto di tale commutazione sulla sorveglianza di un treno in avvicinamento. La velocità sorvegliata non viene visualizzata, pertanto il macchinista non ha modo di individuare quale sorveglianza sia attiva. Il macchinista deve rispettare le soglie di velocità prescritte per la circolazione e non ha alcuna possibilità di attenersi a una sorveglianza più restrittiva dovuta al sistema.

Devono essere presi adeguati provvedimenti per escludere che il treno sia ostacolato dopo il cambiamento dell'immagine. È eventualmente necessario un Euroloop o un gruppo di balise per trasmettere al veicolo il cambiamento della velocità segnalata.

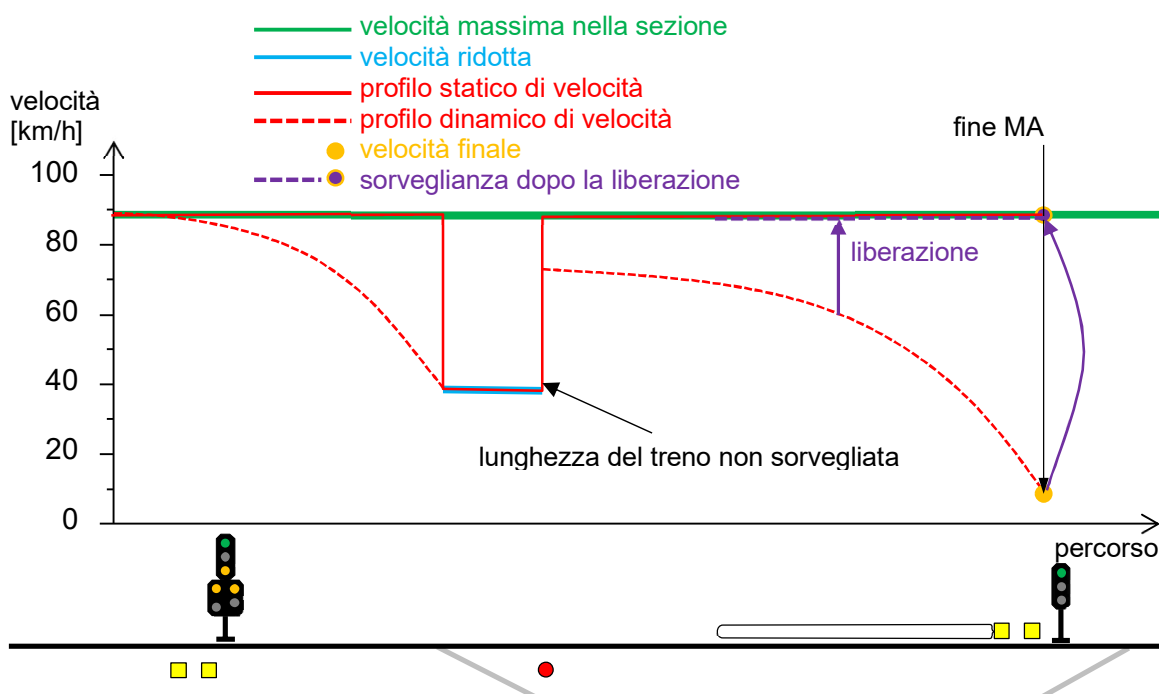


Figura 48: Restrizione dell'immagine di corsa

Nell'esempio summenzionato, al segnale di entrata è segnalata l'immagine 2 come restrizione dell'immagine. Il motivo più frequente è la lunghezza della distanza di slittamento in caso di entrate simultanee. Non vengono percorsi scambi in deviazione. Nell'esempio summenzionato, in caso di velocità segnalata al segnale d'entrata la soglia di velocità è al primo scambio. Se il segnale di uscita è passato da *fermata* a *via libera*, il macchinista può accelerare nuovamente in conformità alle prescrizioni svizzere sulla circolazione dei treni, se:

- ha riconosciuto l'immagine completa del segnale e la sua assegnazione al binario percorso,
- la testa del treno ha superato l'ultimo scambio della sezione, e
- una velocità inferiore non è sottoposta alla sorveglianza di un sistema di controllo della marcia dei treni.

Per questo motivo, la velocità segnalata viene sorvegliata per un breve tratto, dalla punta dello scambio fino al segno di sicurezza dello scambio. Viene così sorvegliato il rispetto della velocità segnalata. La fine della velocità ridotta viene raggiunta prima dell'inizio dell'Euroloop senza sorveglianza della lunghezza del treno.

## 6.16 Provvedimenti da prendere in caso di distanza troppo breve del segnale avanzato

### 6.16.1 Principio

La distanza del segnale avanzato dovrebbe consentire la frenata nell'avvicinamento del segnale principale senza oltrepassare la curva di avvertimento.

In ogni caso, la distanza del segnale avanzato deve tener conto della distanza di frenatura con una frenatura d'esercizio, al massimo una frenatura completa, con un treno intero. Una distanza dal segnale avanzato che tenga conto solo della frenatura rapida con un solo veicolo ("curve secondo Mani") non è in alcun caso sufficiente.

Solo calcolando il punto di applicazione delle curve di avvertimento e di frenatura per i comuni modelli di frenatura, tenendo conto dei parametri locali del tracciato, è possibile valutare un singolo caso individuale.

Un tempo di reazione del blocco della trazione proiettato in modo restrittivo, così come il tempo fino all'innesco della frenatura, possono portare a un avvio troppo anticipato della curva di avvertimento.

Per garantire la sicurezza, quando si pianificano le posizioni dei segnali si deve utilizzare almeno la distanza calcolata secondo il commento 4 (appendice a) dell'art. DE-Oferr, DE 52.2.

Per evitare restrizioni operative, è necessario verificare anche la formula riportata di seguito per il calcolo della distanza di frenatura per il controllo della marcia dei treni. Si deve adottare la distanza più grande tra le due.

$$s = \frac{(V_{tratta} + V_{\ddot{u}})}{3.6} * (t_r + t_v) + \frac{\left(\frac{(V_{tratta} + V_{\ddot{u}})}{3.6}\right)^2}{2 \left[ a + 9.81 \left( \frac{st}{1000} \right) \right]} + S_{\ddot{u}Max}$$

|                   |  |
|-------------------|--|
| $s$               | distanza di frenatura incluso la sporgenza del veicolo[m]            |
| $st$              | pendenza della tratta [‰]  |
| $a$               | decelerazione della frenatura [m/s <sup>2</sup> ]                    |
| $t_r$             | tempo di reazione della frenatura [s]                                |
| $t_v$             | tempo di penetrazione del freno [s]                                  |
| $V_{tratta}$      | velocità di tratta [km/h]  |
| $V_{\ddot{u}}$    | sopraelevazione [km/h]   |
| $S_{\ddot{u}Max}$ | Spostamento della punta del veicolo all'antenna ETCS del veicolo [m] |

### 6.16.2 Breve distanza del segnale avanzato

L'autorizzazione al movimento viene generalmente rilasciata fino al segnale principale successivo. L'autorizzazione al movimento emessa a un segnale principale termina con una curva di frenatura davanti al segnale principale seguente. Al segnale avanzato, questi dati sono sostituiti da una nuova autorizzazione al movimento corrispondente all'immagine di corsa.

Se la distanza del segnale avanzato è troppo breve, la curva di frenatura viene innescata alla fine dell'autorizzazione al movimento, già prima del segnale avanzato. Anche se, a seconda della situazione, la curva di frenatura imposta non viene raggiunta, la curva di avvertimento può comunque essere superata.

Le misure possibili sono:

- spostare il segnale avanzato
- ridurre la velocità sulla tratta.  
Se sono interessati solo singoli modelli di frenatura, può essere ridotta la velocità delle rispettive categorie di treno e di freno;
- posare un gruppo supplementare di balise a una distanza maggiore prima del segnale avanzato.  
Tale gruppo di balise deve trovarsi entro il raggio di visibilità del segnale avanzato e dopo il punto in cui si trova il treno, se l'itinerario è regolarmente impostato;
- installare un lungo Euroloop davanti al segnale principale in modo che l'inizio del Euroloop si trovi già prima del segnale avanzato.
  - l'inizio del Euroloop deve essere in vista del segnale avanzato
  - al superamento del segnale avanzato, il segnale principale deve già essere visibile
  - il gruppo di balise al segnale avanzato non è più necessario.

Non è consigliabile spostare il gruppo di balise del segnale avanzato a una distanza maggiore da questo segnale, perché un cambiamento dell'immagine immediatamente prima del passaggio al segnale avanzato non può essere trasmesso dopo il transito sul gruppo di balise.

### 6.16.3 Intervallo di confidenza maggiore nell'avvicinamento prima del segnale avanzato

Anche se la distanza dal segnale avanzato è teoricamente sufficiente, l'inizio della curva di frenatura alla fine dell'autorizzazione al movimento può iniziare prima del segnale avanzato.



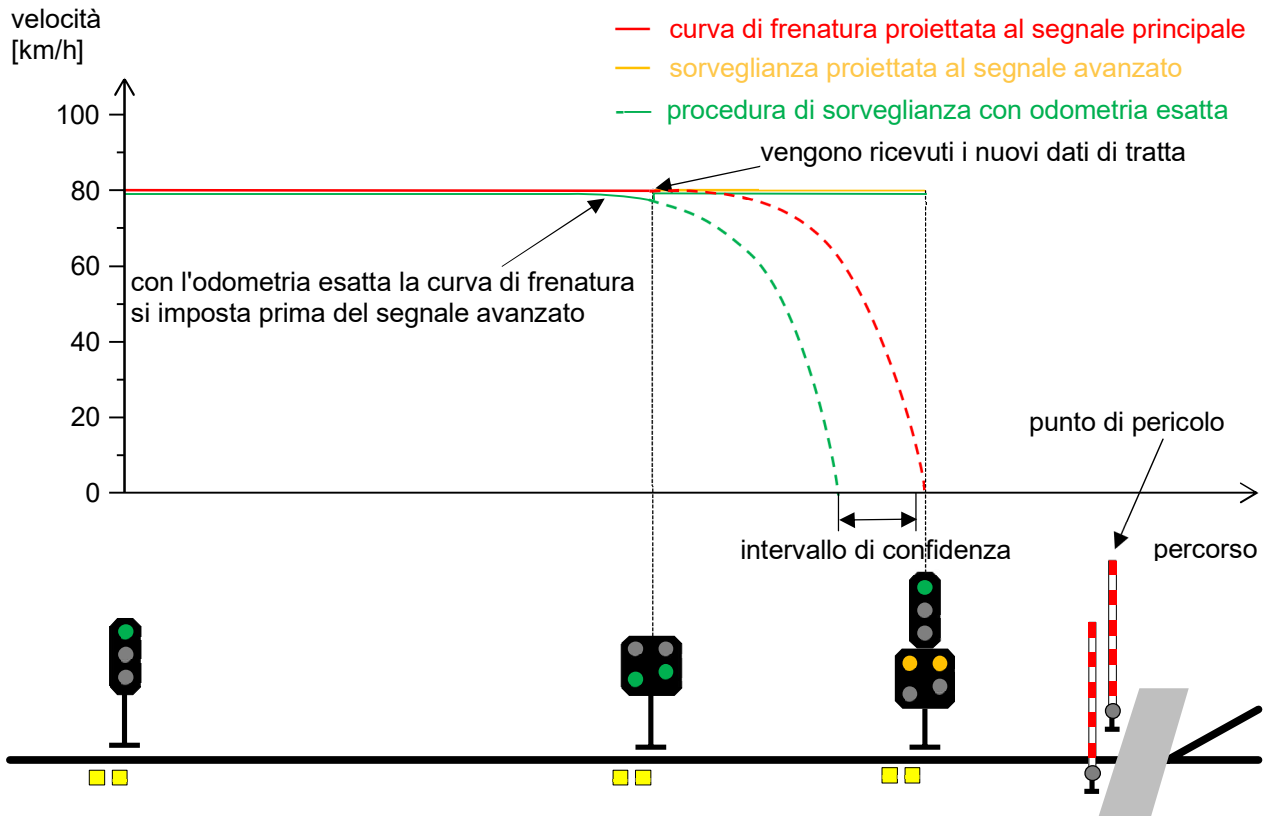


Figura 49: Effetto di un grande intervallo di confidenza

Per contrastare un inizio prematuro della curva di frenatura, nel caso di un segnale principale (ad es. un segnale di uscita) la fine dell'autorizzazione al movimento può essere spostato nel tratto insufficiente di frenata tra il segnale d'arrivo e il punto di pericolo per la lunghezza dell'intervallo di confidenza. Con una precisa odometria, l'arresto davanti al segnale di arrivo è garantito anche se il punto di tratta al segnale avanzato è difettoso.

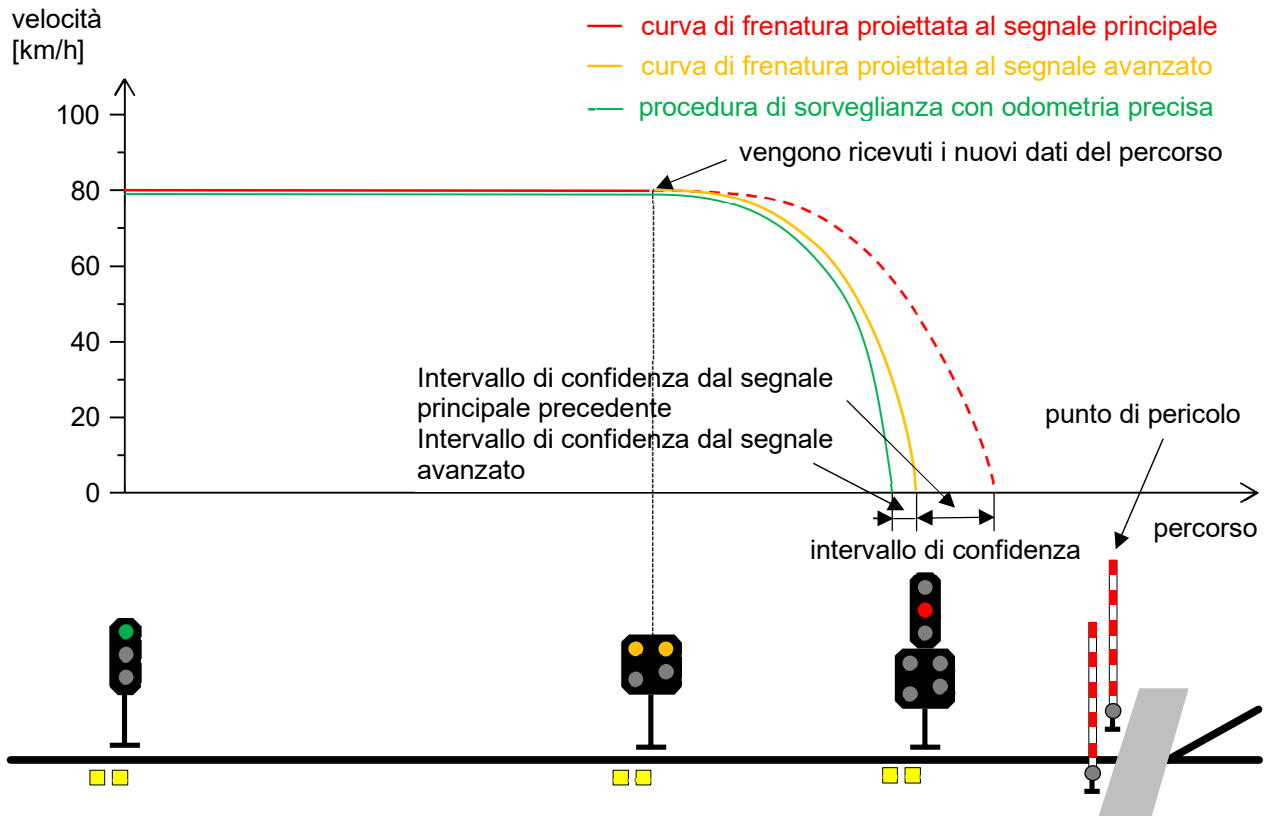


Figura 50: Misure in caso di intervallo di confidenza elevato

## 6.17 Segnale avanzato mancante

Se è montata una tavola di avviso di segnale avanzato mancante per il segnale d'entrata, a questa tavola deve essere installato un gruppo di balise, che viene collegato al LEU del segnale principale. La progettazione del gruppo di balise viene eseguita nello stesso modo in cui avviene per un vero e proprio segnale avanzato.

Ad ogni segnale principale senza segnale avanzato, l'autorizzazione al movimento all'ultimo segnale principale termina prima del segnale principale. In ogni caso deve essere annunciata una liberazione. Questa può essere progettata tramite Euroloop, un gruppo di balise infill o manualmente. In caso di distanze più lunghe tra i segnali, è importante prevedere una balise di riposizionamento sul tratto di avvicinamento al segnale principale, al fine di ridurre l'intervallo di confidenza.

## 6.18 Entrata occupata

Un'entrata occupata è progettata nello stesso modo di un'immagine di corsa:

- i parametri della velocità corrispondono alla velocità massima in base alle prescrizioni sulla circolazione dei treni;
- il punto di arrivo è fissato al posto di fermata più lontano.

In caso di selezione di un percorso viene progettato in linea di principio il percorso più breve. La distanza viene corretta dal gruppo di balise del segnale della direzione opposta, a dipendenza del binario di arrivo.

Durante la progettazione è necessario garantire, come nel caso di restrizione dell'immagine, che la continuazione della corsa dopo una fermata non venga impedita a causa della sorveglianza per l'entrata occupata. Il macchinista non può rilevare tale sorveglianza e quindi non può rispettarla. Questa situazione si verifica, ad esempio, se due treni in successione sono situati su un unico binario.

A tal fine, il profilo della velocità deve essere considerato e progettato separatamente tenendo conto di due aspetti:

- le velocità massime e le soglie di velocità risultanti dal percorso devono essere progettate completamente. In caso di un aumento di velocità, la lunghezza del treno deve essere monitorata;
- la limitazione di velocità causata dall'entrata nel binario occupato deve essere progettata, senza lunghezza del treno, solo fino all'inizio dell'Euroloop nel binario di arrivo. In questo modo il proseguimento della corsa è possibile senza limitazioni in base all'immagine di segnale successivo.

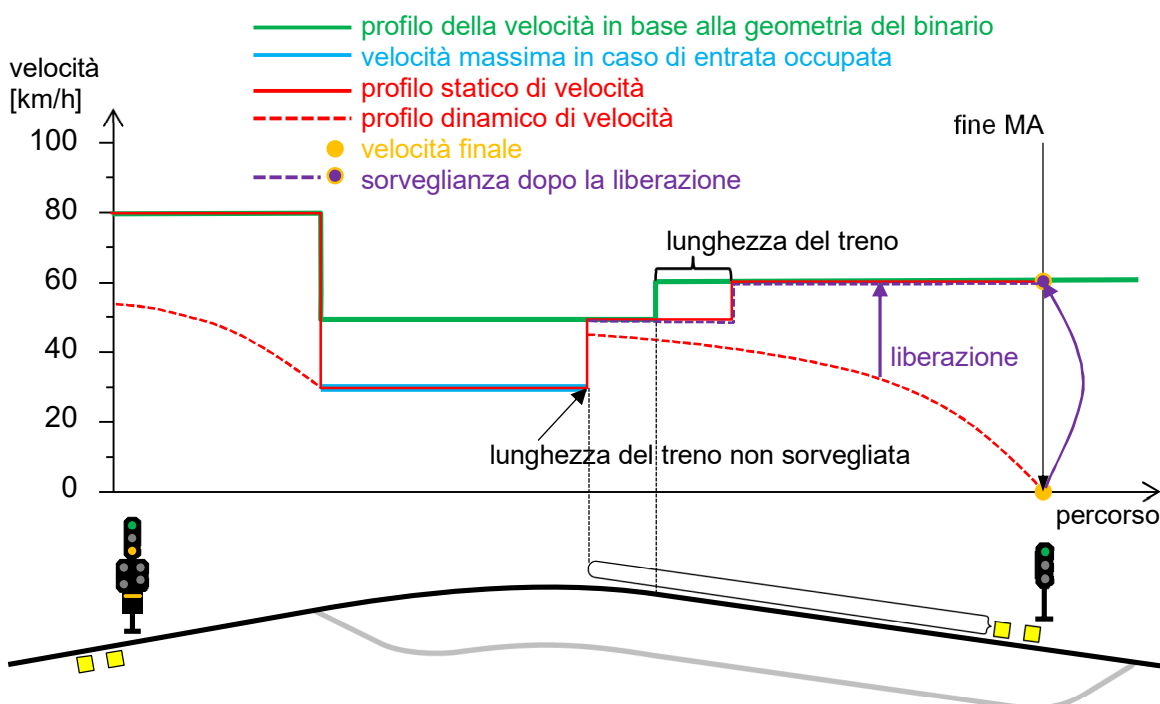


Figura 51: Entrata occupata

Nell'esempio summenzionato, la visualizzazione della sorveglianza viene associata sia all'entrata che all'impostazione del segnale di uscita. In pratica, un'entrata occupata con il segnale di uscita che segnala *fermata* e l'uscita avvengono in sequenza. A questo proposito, è necessario osservare quanto segue:

- in caso di velocità segnalata al segnale d'entrata la soglia di velocità si trova al primo scambio.
- la velocità d'entrata in stazione è di 50 km/h, 60 km/h all'uscita di consueto, la sorveglianza della velocità viene progettata in base alla velocità massima nell'itinerario percorso con sorveglianza della lunghezza del treno.
- Inoltre, in caso di entrata occupata la velocità massima viene sorvegliata a partire dalla soglia di velocità finché la testa del treno raggiunge l'inizio dell'Euroloop.

## 6.19 Entrata in stazione senza accesso con dislivello ai marciapiedi

Una limitazione di velocità all'entrata sul binario più vicino all'edificio della stazione viene progettata solo se è segnalata:

- tramite il segnale per entrate in stazioni senza accesso con dislivello ai marciapiedi (non dotate di sottopassaggi e sovrappassaggi) (PCT 300.2 n. 5.3.2), oppure
- tramite l'immagine 6, nel caso in cui sia richiesta un'entrata sul binario più vicino al fabbricato in base alle disposizioni esecutive del gestore dell'infrastruttura delle prescrizioni di circolazione dei treni.

Una velocità massima di 20 km/h è sorvegliata:

- all'inizio del marciapiede;
- a partire dal segno di sicurezza dello scambio che porta al binario, se questo è privo di marciapiedi;
- fino a metà stazione, senza sorveglianza della lunghezza del treno. In questo modo la partenza del treno dopo una fermata non è impedita.

Questa limitazione di velocità non è sorvegliata, se è indicata solo per determinati treni tramite un segno nella tabella della tratta o nell'orario di marcia.

## 6.20 Immagini di corsa in caso di perturbazione di lampada

In caso di guasto di una singola lampada di segnalazione, a seconda del tipo di apparecchio centrale, viene segnalata un'immagine più restrittiva. Eventuali immagini di corsa in caso di perturbazione di una lampada devono essere considerate nella progettazione. Se viene segnalata un'immagine per la quale non è stato progettato alcun telegramma di dati, il LEU attiva il telegramma di perturbazione. Vanno distinte due situazioni tipiche:

- un altro itinerario è segnalato con la stessa immagine di corsa indicata dall'immagine di un'immagine in caso di perturbazione di una lampada. In questo caso è necessario verificare che la progettazione sia corretta anche per l'itinerario indicato dall'immagine in caso di perturbazione di una lampada;
- le relative immagini di segnale vengono utilizzate esclusivamente in caso di perturbazione di una lampada. In questo caso deve essere eseguita la corrispondente progettazione.

In caso d'immagini di corsa in caso di perturbazione di una lampada è ammessa una progettazione permissiva. Tranne quando viene segnalato un avvertimento, la velocità finale e il profilo statico di velocità possono essere progettati come per una normale immagine di corsa.

## 6.21 Impianti di passaggio

### 6.21.1 Impianto di passaggio a livello sorvegliato con luce di controllo

A seconda della disposizione del sistema di controllo, può essere vantaggioso equipaggiare l'impianto del passaggio a livello con un LEU situato presso il sistema di controllo. A questo LEU sono collegati i gruppi di balise installate ad ogni luce di controllo. Se il sistema di controllo è disposto nell'apparecchio centrale, di solito è più adatto ad installare ogni luce di controllo con un proprio LEU.

Nel caso di un segnale principale, l'autorizzazione al movimento viene rilasciata, in linea di principio, fino al segnale principale successivo. Questo principio rimane valido anche se nella tratta sono presenti uno o più impianti di passaggio a livello sorvegliati con luci di controllo. Di conseguenza, nessuna nuova autorizzazione al movimento deve essere trasmessa ad un impianto di luci di controllo. A questo scopo, la progettazione si basa sugli stessi principi di un segnale di rallentamento temporaneo.

I gruppi di balise alle luci di controllo devono essere collegati. Esse trasmettono:

- quando le luci di controllo lampeggiano, un posizionamento (pacchetto dati ETCS 44)
- in caso di luce di controllo oscura, la necessaria sorveglianza della velocità di corsa sotto forma di TSR (pacchetto dati ETCS 65). A questo si aggiunge il posizionamento (pacchetto dati ETCS 44). Può essere visualizzato un messaggio di errore confermabile (E150) (pacchetto dati ETCS 44)
- in caso di errore di collegamento, viene attivata la frenatura imposta.

Tecnicamente, è anche possibile prevedere la progettazione dell'autorizzazione al movimento alla luce di controllo del passaggio a livello. In questo caso la luce di controllo viene paragonata dal sistema ad un segnale principale. Questa metodica non viene qui presentata in modo approfondito. Può essere utilizzata in casi giustificati e deve essere dichiarata nella procedura di approvazione del progetto.

### 6.21.2 Impianto di passaggio a livello perturbato

Presso un impianto di passaggio a livello perturbato il passaggio della testa del treno è sorvegliato alla velocità a passo d'uomo.

A tal fine si progettano:

- velocità finale di 10 km/h, 5 m prima dell'inizio del passaggio a livello;
- sorveglianza a 10 km/h, fino a metà del passaggio a livello;
- in seguito, la velocità massima sull'infrastruttura rispettivamente la velocità segnalata;
- nessuna sorveglianza sulla lunghezza del treno.

In caso di vari passaggi a livello controllati dallo stesso segnale principale o dalla stessa luce di controllo, sarà predisposta una curva di frenatura separata per ciascun passaggio a livello.

## 6.22 Segnale ausiliario

### 6.22.1 Segnale ausiliario al segnale d'entrata

Il segnale ausiliario è progettato come una normale immagine di corsa. Eventuali punti di pericolo sorvegliati sono per quanto possibile assicurati come segue:

- dal segnale d'entrata fino al primo scambio deve essere sorvegliata la velocità massima con corsa a vista, di regola 40 km/h;
- la velocità segnalata all'immagine 2 deve essere sorvegliata a partire dal primo scambio, se la soglia di velocità si trova a tale scambio;
- su tratte più lunghe con chiara visibilità e liberi da scambi, a partire da circa 300 m, la sorveglianza può essere impostata in modo più permissivo a 40 km/h;
- devono essere considerate le velocità locali inferiori;
- eventualmente si deve considerare un'ulteriore limitazione della velocità in caso di entrate su un binario occupato;
- l'arrivo è impostato sul punto di arrivo situato alla distanza più breve. La distanza viene corretta dal gruppo di balise per il segnale della direzione opposta a dipendenza del binario di arrivo;
- la velocità ridotta viene sorvegliata fino all'inizio dell'Euroloop prima dei segnali di uscita, senza sorveglianza della lunghezza del treno. Ciò significa che la partenza può avvenire dopo la liberazione da parte dell'Euroloop secondo l'immagine di corsa. La partenza non è impedita dalla velocità sorvegliata durante l'entrata tramite un segnale ausiliario;
- sugli impianti privi di segnali bassi, i passaggi a livello sono considerati perturbati e sorvegliati di conseguenza;
- sugli impianti dotati di segnali bassi, gli impianti di passaggi a livello non sono sorvegliati perché l'ultimo segnale basso prima del passaggio a livello fornisce al macchinista le informazioni valide sullo stato dell'impianto. Lo stesso vale se lo stato dell'impianto del passaggio a livello è sorvegliato tramite luci di controllo o segnale di sbarramento;
- il rilevamento dei criteri sullo stato dei passaggi a livello al solo scopo di ottimizzare la sorveglianza al segnale ausiliario è sproporzionato. Il segnale ausiliario viene utilizzato unicamente in caso di perturbazioni. Inoltre, in questi rari casi si applica la corsa a vista.

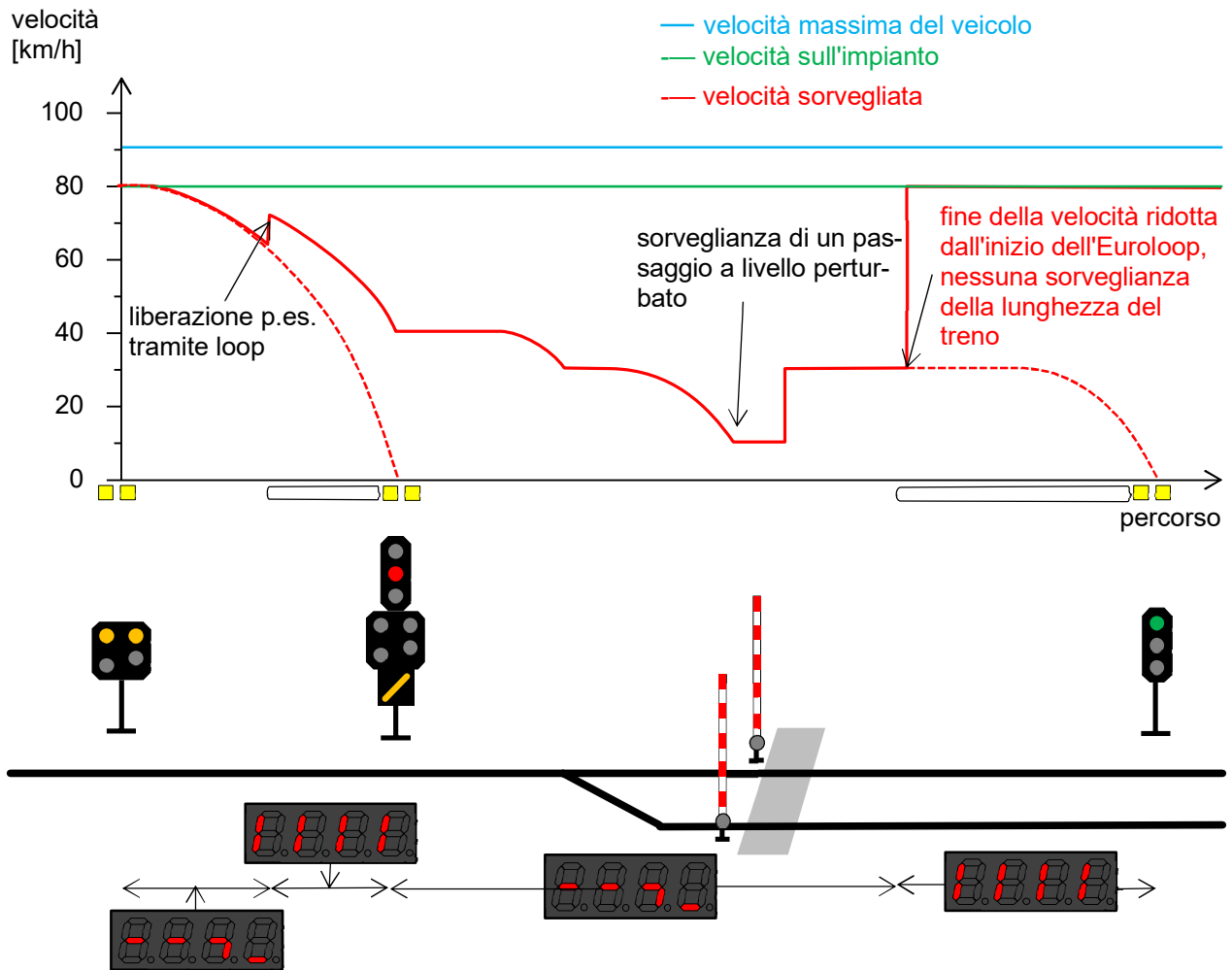


Figura 52: Segnale ausiliario

Con questa progettazione il macchinista non deve eseguire nessuna operazione aggiuntiva dovuta al controllo della marcia dei treni.

### 6.22.2 Segnale ausiliario al segnale d'uscita

Il segnale ausiliario al segnale d'uscita è progettato come una normale immagine di corsa. Eventuali punti di pericolo sorvegliati sono per quanto possibile assicurati come segue:

- nell'area di uno scambio la velocità segnalata all'immagine 2 è sorvegliata;
- sugli impianti privi di segnali bassi, i passaggi a livello sono considerati perturbati e sorvegliati di conseguenza;
- sugli impianti dotati di segnali bassi, gli impianti di passaggi a livello non sono sorvegliati poiché l'ultimo segnale basso prima del passaggio a livello fornisce al macchinista le informazioni valide sullo stato dell'impianto. Ciò accade anche se lo stato dell'impianto del passaggio a livello è sorvegliato tramite luci di controllo o segnale di sbarramento;
- dopo il passaggio sull'ultimo scambio, la velocità di tratta è sorvegliata come quando il segnale d'uscita indica "via libera";
- il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento è impostato sul segnale principale successivo.

### 6.22.3 Segnale ausiliario del sistema L con segnalazione supplementare in caso di impianto perturbato di passaggio a livello

Il segnale ausiliario al segnale di uscita è progettato come una normale immagine di corsa. Eventuali punti di pericolo sorvegliati sono per quanto possibile assicurati come segue:

- nell'area dello scambio la velocità segnalata all'immagine 2 è sorvegliata;
- gli impianti dei passaggi a livello sono considerati perturbati e sorvegliati di conseguenza;
- dopo il passaggio sull'ultimo scambio la velocità di tratta è sorvegliata come in caso di segnale d'uscita indicante "via libera";
- il punto di arrivo dell'autorizzazione al movimento è impostato sul segnale principale successivo.

## 6.23 Zona di tranvie

Nelle zone di tranvie i segnali principali e la velocità di tratta sono sorvegliati. I segnali di tranvie non collegati all'apparecchio centrale non sono sorvegliati. Le velocità delle curve di regola non possono essere sorvegliate.

Ai fini della sorveglianza si deve prestare particolare attenzione agli effetti dell'intervallo di confidenza e allo slittamento. Nelle zone di tranvie le soglie di velocità e i posti di fermata sono tendenzialmente rispettati con grande precisione. Inoltre lo spargimento di sale peggiora enormemente le condizioni di aderenza.

## 6.24 Rallentamenti temporanei

Se devono essere sorvegliati rallentamenti temporanei, la sorveglianza può essere puntuale o continua. Per attuarla, vengono installate balise temporanee non connesse per la durata del rallentamento. Normalmente, all'altezza del segnale avanzato valido per il tratto di rallentamento viene installato un gruppo di balise a dati fissi per ogni direzione:

- una sorveglianza puntuale viene realizzata con un avvertimento parametrato nel pacchetto 44. Il macchinista deve confermare l'avvertimento sul DMI oppure tramite il tasto esterno. È opportuno prevedere nei parametri del veicolo un tempo massimo di conferma per il macchinista di 5 s;
- una sorveglianza continua è realizzata con il pacchetto dei dati ETCS 65. La velocità sorvegliata può essere programmata a scaglioni di 5 km/h. Nel pacchetto dei dati 65 la distanza massima di sorveglianza è di 1360 m. Per realizzare una sorveglianza su una distanza più lunga, occorre installare un secondo gruppo di balise prima della fine della sorveglianza;
- in caso di sorveglianza continua si deve installare eventualmente un gruppo di balise all'altezza di ogni segnale di annullamento. L'annullamento del tratto di rallentamento temporaneo viene trasmesso tramite il pacchetto dei dati ETCS 66;
- entrambi i tipi di sorveglianza possono essere realizzati cumulativamente.

In caso di tratti di rallentamento segnalati a breve termine si ricorre generalmente alla sorveglianza puntuale. A tale scopo possono essere posati gruppi di balise già programmati assieme ai segnali di rallentamento depositati nei posti periferici. L'impiego delle balise è simile a quello dei magneti precedentemente utilizzati per i cantieri.



La sorveglianza continua deve essere progettata caso per caso. Tale processo e i criteri d'applicazione devono essere stabiliti dal gestore dell'infrastruttura.

## 6.25 Sorveglianza puntuale tramite eurobalise

In un settore con sorveglianza puntuale, un avviso di "avvertimento" da confermare sul DMI o tramite tasto esterno, oppure di "fermata" o "via libera" può essere trasmesso tramite eurobalise. Per la protezione di impianti di passaggio a livello o in sostituzione di magneti è possibile realizzare un controllo puntuale. Questa progettazione è meno onerosa rispetto a quella necessaria per una sorveglianza continua.

Una sorveglianza puntuale può essere così realizzata anche quando i veicoli non sono (più) equipaggiati con ricettori magnetici. Questa soluzione può essere applicata anche in caso di equipaggiamento di tratta misto, se per motivi di spazio non è possibile cambiare il tipo di sorveglianza.

## 6.26 Veicoli ricoverati

Nelle stazioni dove i veicoli vengono regolarmente ricoverati, la ripresa in servizio dei veicoli, per esempio dopo la sosta notturna, deve essere analizzata sul piano concettuale.

Dopo la messa in funzione del veicolo è obbligatorio percorrere la tratta nel regime d'esercizio "sorveglianza limitata" fino al passaggio sul primo gruppo di balise. Un impedimento della partenza è attivo unicamente tramite un Euroloop annunciato in precedenza.

Il seguente grafico mostra alcune situazioni:

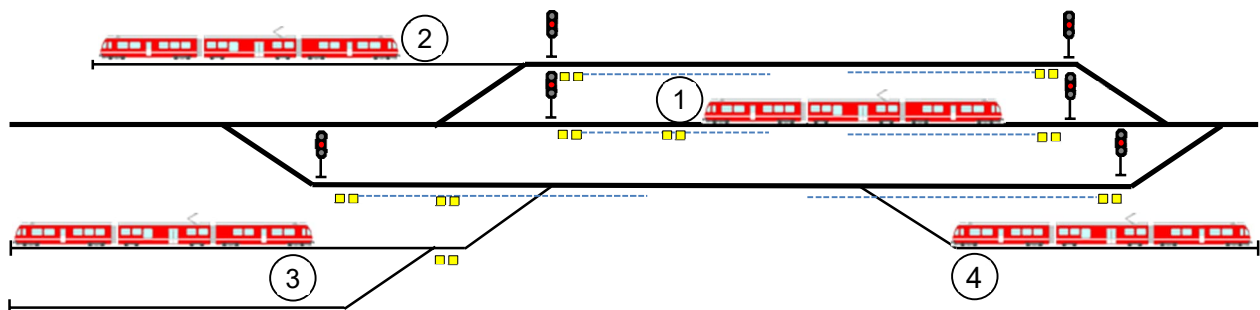


Figura 53: Situazioni di veicoli ricoverati

- ① Il veicolo è ricoverato sul binario di partenza.
- Se il veicolo è ricoverato in stato di parcheggio "Parking", l'avviso dell'Euroloop è ancora memorizzato dall'ultimo arrivo. L'impedimento della partenza è attivo in entrambe le direzioni anche dopo la sosta notturna.
  - Se il veicolo è ricoverato e fuori servizio, la partenza avviene con responsabilità del personale. La velocità ridotta, di principio 10 km/h, deve essere rispettata fino al passaggio sul primo gruppo di balise:
    - nella direzione di marcia verso destra, fino al segnale del binario;
    - nella direzione di marcia verso sinistra, il passaggio dalla velocità ridotta alla sorveglianza integrale avviene già al passaggio sul gruppo di balise prima del segnale del binario. Questo gruppo di balise deve comprendere una balise a dati trasparenti collegata al segnale del binario. Oltre all'annuncio dell'Euroloop, trasmette una liberazione se il segnale indica via libera (Infill).
- ② La corsa dal binario di ricovero avviene nel regime d'esercizio "Manovra". Al passaggio sul gruppo di balise al segnale del binario della direzione opposta vengono annunciati i Euroloop di entrambe le direzioni. L'impedimento della partenza è così attivato in entrambe le direzioni. Il treno in partenza è sorvegliato in base alla velocità segnalata.
- ③ La corsa dal binario di ricovero avviene nel regime d'esercizio "Manovra". Una balise a dati fissi, installata nella via di corsa, serve all'avviso degli Euroloop di entrambe le direzioni. L'impedimento della partenza è così attivato in entrambe le direzioni. Il treno in partenza è sorvegliato in base alla velocità segnalata.
- ④ La corsa dal binario di ricovero avviene nel regime d'esercizio "Manovra". Fino al binario di partenza non vi è transito su gruppi di balise. La partenza avviene con responsabilità del personale. La velocità ridotta, di principio 10 km/h, deve essere rispettata fino al passaggio sul primo gruppo di balise:
  - nella direzione di marcia verso destra, fino al segnale del binario;
  - nella direzione di marcia verso sinistra, il passaggio dalla velocità ridotta alla sorveglianza integrale avviene già al passaggio sul gruppo di balise prima del segnale del binario. Questo gruppo di balise deve comprendere una Eurobalise a dati trasparenti collegata al segnale del binario.

Il sistema contempla tutte le possibilità sopra elencate.

Il capo progetto deve elaborare un programma tenendo in debito conto gli aspetti relativi alla sicurezza e i requisiti operativi. Devono essere inclusi tutti gli impianti in cui i veicoli sono regolarmente ricoverati. Il programma, corredato della relativa documentazione, deve essere inoltrato per l'approvazione dei piani.

## 6.27 Cambio del regime d'esercizio per la trazione tramite un gruppo di balise

### 6.27.1 Principio

Il cambio di regime d'esercizio per la trazione deve sempre essere effettuato con un gruppo di balise a dati fissi installato per ogni direzione direttamente all'entrata e all'uscita di una tratta a cremagliera.

Un gruppo di balise a dati fissi utilizzato per il cambio del regime d'esercizio non può eseguire anche un cambio dalla sorveglianza puntuale alla sorveglianza continua. Il

gruppo di balise di un segnale per treni non può essere utilizzato anche per il cambio del regime d'esercizio.

Nel telegramma delle balise vengono trasmesse e rilasciate alle uscite digitali le seguenti informazioni sul regime d'esercizio:

- regime d'esercizio per la trazione:
  - aderenza,
  - cremagliera 1,
  - cremagliera 2,
  - cremagliera 3;
- direzione della pendenza (salita / discesa).

I settori delle cremagliere 1, 2 e 3 sono assegnati in base alla pendenza.

### 6.27.2 Effetto sul sistema di comando del veicolo

In caso di commutazione del regime d'esercizio mediante Eurobalise, il calcolatore di bordo viene utilizzato per il controllo della marcia dei treni solo come mezzo di trasmissione. Il regime d'esercizio è verificato e memorizzato nel sistema di comando del veicolo.

Lo stato di base dei regimi ad aderenza e a cremagliera viene però riletto e, se i due stati di base si discostano l'uno dall'altro dopo un periodo progettato, viene emesso un messaggio di errore sul DMI.

Quando il calcolatore di bordo viene messo in funzione, il regime d'esercizio per la trazione attuale nel sistema viene impostato in base allo stato dell'ingresso digitale per il riscontro del regime d'esercizio attivo sul veicolo.

L'inversione di marcia nella cremagliera non è prevista nel sistema. Dopo l'inversione, la direzione di pendenza viene commutata solo dopo la lettura del primo gruppo di balise con le relative informazioni del pacchetto 44.

## 6.28 Commutazione del regime d'esercizio per la trazione tramite magneti

### 6.28.1 Principio

La commutazione del regime d'esercizio per la trazione avviene con una combinazione magnetica direttamente all'entrata e all'uscita della cremagliera per ogni direzione.

Possono essere trasmessi i seguenti valori:

- regime d'esercizio per la trazione:
  - aderenza,
  - cremagliera 1,
  - cremagliera 2,
  - cremagliera 3;
- direzione della pendenza (salita / discesa).

I settori delle cremagliere 1, 2 e 3 sono assegnati in base alla pendenza.

### 6.28.2 Effetto sul sistema di comando del veicolo

Nel caso di commutazione del regime d'esercizio con magneti, la sorveglianza del regime d'esercizio viene effettuata nel calcolatore di bordo per il controllo della marcia dei treni. Dopo il cambio dall'aderenza alla cremagliera e viceversa, viene controllato che il macchinista effettui il cambio di regime d'esercizio entro un tempo progettato. In caso contrario viene innescata una frenatura forzata, che può essere disattivata solo quando il veicolo è fermo e nel regime d'esercizio corretto. Opzionalmente, il passaggio alla cremagliera 2 può essere controllato con un ingresso separato del regime d'esercizio (MGB Schöllenen). In caso contrario, i passaggi tra i regimi d'esercizio a cremagliera sono rilevati automaticamente.

Gli stati "cremagliera" e "direzione di pendenza" vengono memorizzati in modo permanente e sono nuovamente disponibili dopo l'avvio del dispositivo.

Al cambio di direzione all'interno della cremagliera viene reimpostata anche la direzione della pendenza.

Se nel settore a cremagliera il calcolatore di bordo si spegne a causa di una perturbazione, il regime d'esercizio rimane memorizzato. In deposito, il regime d'esercizio può essere riportato su "aderenza" tramite un ingresso separato.

## 6.29 Sorveglianza della velocità su tratte a cremagliera

### 6.29.1 Entrata sulla cremagliera

La progettazione deve essere effettuata in modo da evitare il più possibile una frenatura imposta all'entrata sulla cremagliera. L'entrata sulla cremagliera con le ruote dentate frenate rappresenta un rischio molto più elevato del superamento della velocità di entrata.

Generalmente la velocità di entrata, progettata a 40 km/h, non viene sorvegliata.

### 6.29.2 Salita

In linea di principio, nella progettazione dei veicoli la velocità massima può essere progettata in modo selettivo per ciascun settore delle cremagliere 1, 2 o 3.

La velocità massima è progettata in caso di salita.

### 6.29.3 Discesa

I settori di cremagliera 1, 2 o 3 sono stabiliti in base alla pendenza. Nella progettazione dei veicoli viene definita una velocità massima per ogni settore. Ciò significa che un veicolo può essere costantemente sorvegliato in base alla velocità massima della categoria di velocità 1, 2 o 3 secondo le DE-Oferr, DE 76.1.a, numero 9. A seconda della pendenza, la sorveglianza può essere progettata a tre livelli di velocità.

Il superamento di queste velocità sorvegliate provoca immediatamente una frenatura imposta.

Inoltre, è possibile progettare un profilo di velocità statico (SSP) con le consuete curve di avvertimento, di frenatura d'esercizio e di frenatura imposta.

Il sistema ZSI 127 non distingue tra la capacità di frenatura nel settore ad aderenza e quella nel settore a cremagliera. La progettazione della tratta deve essere configurata

in modo che nel settore a cremagliera i veicoli possano funzionare con i modelli di frenatura del settore ad aderenza. A questo scopo, la pendenza lato valle è progettata con 0 ‰.

#### 6.29.4 Uscita da sezione a cremagliera

All'uscita da sezione a cremagliera, la velocità massima della sezione a cremagliera precedente fino all'uscita da cremagliera viene sorvegliata fino all'uscita da cremagliera senza la sorveglianza della lunghezza del treno.

### 6.30 Telegrammi di errore (default) e di perturbazione

Quando rileva un errore, ossia un'immagine di segnale errata o non progettata, l'equipaggiamento ETCS della tratta genera un telegramma di perturbazione. Questo telegramma viene trasmesso anche tramite l'Euroloop.

Se la balise a dati trasparenti non riceve segnali dall'equipaggiamento della tratta, viene trasmesso il telegramma di default memorizzato nella balise.

I telegrammi di default non possono essere trasmessi da balise a dati fissi o da Euroloop.

La reazione in caso di telegrammi di default o di perturbazione può essere progettata in diversi modi. Normalmente viene trasmesso il telegramma più restrittivo secondo l'esercizio normale, nel modo seguente:

- segnale avanzato: autorizzazione al movimento fino al prossimo segnale principale;
- segnale principale: fermata;
- luce di controllo per impianti di passaggio a livello: in caso di luce di controllo spento.

### 6.31 Impedimento della partenza per treni a scartamento normale

Sulle tratte a tre o quattro binari è da osservare che nei veicoli a scartamento normale l'impedimento della partenza è inattivo dopo l'inversione della direzione di marcia o la messa in servizio. Tutti gli annunci di Euroloop vengono a cadere. Con l'ETCS L1LS, la partenza dopo la messa in servizio del veicolo o dopo l'inversione della direzione di marcia avviene in regime d'esercizio con responsabilità del personale e a velocità sorvegliata fino al passaggio sul primo gruppo di balise. Con l'Euro-ZUB, la partenza dopo la messa in servizio del veicolo o dopo l'inversione della direzione di marcia non è sorvegliata fino al passaggio sul primo gruppo di balise. Nell'analisi della sicurezza si deve considerare che la protezione da potenziali rischi è relativamente bassa.



## 7 Integrazione del sistema presso il gestore

### 7.1 Condizioni preliminari

I progetti concernenti il controllo della marcia dei treni sono progetti interdisciplinari complessi. Gli importanti effetti sui settori interessati richiedono un uno stretto coordinamento tra gli specialisti dei vari rami, quali:

- l'equipaggiamento della tratta, il raccordo alle infrastrutture esistenti;
- l'equipaggiamento dei veicoli, l'integrazione nei veicoli esistenti e in quelli nuovi;
- il funzionamento del sistema, i processi operativi, gli effetti secondari che insorgono nell'applicazione dei processi e delle prescrizioni in materia di circolazione dei treni.

Il funzionamento del sistema è in primo piano nella configurazione del progetto e nella strategia di migrazione e costituisce la base per la configurazione concettuale del progetto. In primo luogo è necessario definire i requisiti di sicurezza specifici per l'impresa ferroviaria che applicherà il sistema, ossia:

- cosa si deve proteggere  
tipo di sorveglianza, punti da equipaggiare;
- iter da seguire  
strategia di migrazione, realizzazione a tappe;
- fattibilità  
finanziamento, capacità ingegneristiche di progettazione, disponibilità dei veicoli e capacità per la loro trasformazione, formazione del personale.

L'equipaggiamento della tratta e quello dei veicoli possono essere realizzati in due progetti sostanzialmente indipendenti l'uno dall'altro. È tuttavia essenziale il coordinamento temporale tra i due progetti.

### 7.2 Progettazione dell'equipaggiamento della tratta

#### 7.2.1 Rilevazione dei dati locali

Il primo passo della progettazione per la tratta da parte del capoprogetto dell'impresa ferroviaria è il rilevamento dei dati locali.

Devono essere rilevate con una precisione di +/- 1 m le ubicazioni di:

- segnali principali;
- segnali avanzati;
- posti di fermata più lontani, p.es. tavole di fermata per segnale di gruppo, paraurti;
- posti di fermata di esercizio specifici;
- scambi, aghi e segni di sicurezza;
- soglie di velocità in stazione e sulla tratta;
- impianti di passaggio a livello;
- salti nella correzione del chilometraggio (profili di errore).

Inoltre sono da rilevare:

- le pendenze (precisione +/- 2 ‰) e i cambiamenti di pendenza (ubicazioni degli indicatori di pendenza);
- le velocità di tratta, incluse le velocità nelle curve;
- le velocità in stazione.

Per ogni segnale avanzato e principale occorre rilevare:

- tutte le immagini di segnale, incluse quelle di guasto;
- tutti i itinerari possibili per ogni immagine di segnale con i relativi punti di arrivo e le velocità da sorvegliare;
- inoltre, per un segnale principale:
  - il tipo di liberazione,
  - la lunghezza dell'Euroloop, oppure
  - il settore per la liberazione manuale,
  - i punti di pericolo,
  - le sorveglianze da progettare a un segnale occupato o ausiliario.

Si deve prestare particolare attenzione a eventuali restrizioni dell'immagine di corsa e al procedimento da seguire se il segnale di destinazione commuta a un'immagine di corsa superiore durante la fase di avvicinamento d'un treno. In questo caso si deve valutare in particolare se occorre sorvegliare la lunghezza del treno. Tutte le soglie di velocità in base al R 300.6, capitolo 2 devono essere sorvegliate. Non è consentito sorvegliare una velocità inferiore a quella ammessa per la circolazione, in quanto la velocità sorvegliata non viene visualizzata: la restrizione, ignota al macchinista, provocherebbe frenature imposte.

Per il produttore questi dati costituiscono la base di progettazione del sistema. In primo luogo sono definiti tutti i componenti per la tratta e le infrastrutture necessarie (armadi d'apparecchiatura, cavi, ecc.). Poi vengono stabiliti i riferimenti alle immagini di segnale ed eventuali selezioni d'itinerario.

## 7.2.2 Sopralluogo

I dati rilevati e le possibilità d'installazione sono sistematicamente esaminati nel corso di un sopralluogo. Occorre osservare in particolare:

- la precisione di tutte le ubicazioni rilevate;
- la possibilità di montaggio degli armadi d'apparecchiatura previsti;
- i tracciati dei cavi;
- la lunghezza degli Euroloop in conformità ai criteri di progettazione di lunghezza minima e massima;
- la posa dei cavi raggianti al piede della rotaia, in particolare presso ostacoli quali scambi, passaggi a livello o binari incorporati in un rivestimento;
- in caso di liberazione manuale, la distanza dalla quale il segnale principale è visibile durante l'avvicinamento.

Per effettuare con successo un sopralluogo efficiente, è essenziale prepararlo accuratamente in ogni sua parte. Nel limite del possibile tutti i dati per la progettazione sono da rilevare in anticipo. Il sopralluogo deve servire unicamente all'esame della progettazione e alla definizione di punti di dettaglio.



### 7.2.3 Piani di esecuzione, documenti di costruzione

Dopo il sopralluogo il fornitore del sistema può definire i piani di attuazione, i documenti di costruzione, gli schemi di collegamento e la documentazione per la procedura di approvazione dei piani.

Questi documenti devono essere controllati e approvati dal committente.

### 7.2.4 Procedura di approvazione dei piani

La procedura di approvazione della pianificazione deve essere condotta in conformità all'ordinanza sulla procedura d'approvazione dei piani di impianti ferroviari (OPAPIF / RS 742.142.1). I dettagli sono stabiliti nella direttiva UFT sull'articolo 3 del presente regolamento. Oltre alla consueta documentazione per l'approvazione dei piani, per un progetto sul controllo della marcia dei treni sono necessarie le seguenti informazioni specifiche:

- per le stazioni dove i veicoli sono ricoverati regolarmente: il piano di ricovero e il tipo di assicuramento alla prima partenza dopo la messa in servizio (n. 6.27);
- il punto di arrivo progettato oltre il punto di pericolo (n. 6.12.3);
- il punto di arrivo progettato oltre un paraurti (n. 6.12.4);
- quando le tavole di avviso sono montate per il punto di arrivo di una curva di frenatura (n. 6.12.5);
- se la progettazione delle luci di controllo per gli impianti di passaggio a livello viene effettuata secondo la metodologia dei segnali principali (n. 6.20.1)
- deroghe alle presenti basi di progettazione con analisi delle eventuali lacune di sorveglianza e dei relativi rischi.

Nella procedura di approvazione dei piani, le deroghe alle presenti basi di progettazione devono essere ponderate e trattate alla stregua di deroghe al RTE.

### 7.2.5 Documentazione dell'installazione

Il fornitore del sistema deve preparare la documentazione dell'installazione e consegnarla al gestore dell'infrastruttura. La documentazione dell'installazione comprende i seguenti documenti e file:

- piano della situazione / schizzo della situazione (in formato PDF)
- profili grafici delle velocità, comprese le pendenze (in formato PDF)
- contenuto del telegramma / tabelle dei pacchetti dati (in formato PDF)
- file specifici del sistema da parte del produttore per il caricamento sulle apparecchiature della tratta
- protocolli di programmazione e di prova (in formato PDF)

Se vengono apportate modifiche al sistema, la documentazione dell'installazione viene aggiornata o creata a nuovo dal fornitore del sistema.

## 7.3 Montaggio e messa in servizio

Il montaggio dell'equipaggiamento di tratta può avvenire in gran parte senza influenzare gli impianti in servizio. Tuttavia è da osservare:

- le eurobalise non ancora in funzione devono essere ricoperte da una lamiera schermante in modo da non interferire con i veicoli. Durante le corse di prova occorre assicurarsi che nessun altro veicolo dotato del sistema percorra la tratta dove le eurobalise non sono ricoperte;
- la posa dei cavi tra le lampade del segnale all'apparecchio di tratta ETCS deve avvenire a tratta sbarrata. Una verifica completa del segnale deve essere eseguita prima della rimessa in servizio del segnale stesso.

Dopo il caricamento dei dati di configurazione dell'equipaggiamento di tratta ETCS e delle eurobalise è necessaria, per controllo, la riletture dei telegrammi delle eurobalise. In questo modo si verifica il funzionamento di entrambe le apparecchiature.

Una corsa di prova deve essere eseguita su tutti i binari e in entrambe le direzioni prima della messa in servizio. In particolare sono da controllare:

- il collegamento (linking) di tutte le eurobalise collegate;
- la ricezione degli Euroloop.

Non è necessario prestare attenzione a posizioni particolari dei segnali.

Un'ulteriore corsa di prova può essere programmata per controllare i punti di arrivo (fine dell'autorizzazione al movimento) per determinati segnali o per tutti i segnali. Durante questa prova tutti i segnali principali da esaminare devono rimanere chiusi fino all'arresto del treno. A causa dell'onere che richiede, è opportuno pianificare questa corsa di prova dopo la messa in servizio.

## 7.4 Progettazione dell'equipaggiamento dei veicoli

### 7.4.1 Programma

I componenti necessari sono determinati dalla lunghezza del veicolo, dalla disposizione dell'antenna e dalla lunghezza massima del cavo dell'antenna:

- i veicoli singoli possono essere dotati di un calcolatore e di regola di una antenna;
- i veicoli a due elementi possono essere dotati per lo più di un solo calcolatore ma obbligatoriamente di due antenne;
- gli elettrotreni lunghi devono essere progettati e dotati di due equipaggiamenti separati;
- i vagoni di comando devono essere progettati e dotati di un equipaggiamento proprio. È impossibile condurre il cavo dell'antenna attraverso il dispositivo di aggancio operativamente separabile.

### 7.4.2 Parametri del veicolo

I parametri del veicolo sono stabiliti dal produttore del sistema di controllo della marcia dei treni per ogni tipo di veicolo in collaborazione con l'impresa di trasporto ferroviario.

I parametri includono tra gli altri:

- le identificazioni dell'impresa di trasporto ferroviaria e dell'ETCS;
- la definizione delle varie soglie di velocità;
- la definizione dei parametri delle curve di frenatura;
- i diversi tempi di reazione;
- le pendenze massime delle tratte;
- le commutazioni di regime d'esercizio per la trazione e le sorveglianze;
- cambio nel settore di sorveglianza.

### 7.4.3 Frenatura di sistema

Le conseguenze derivanti dalla "frenatura di sistema" sul calcolatore di bordo vengono proiettate a seconda delle caratteristiche del veicolo:

- In linea di principio, è pianificato un arresto della forza di trazione;
  - un disinserimento dell'interruttore principale non è appropriato, tra l'altro a causa dell'impedimento della partenza sull'Euroloop;
  - con i veicoli termici, il motore diesel viene disattivato al minimo dei giri. In tal modo, in determinate situazioni, non è possibile escludere una forza di trazione residua;
  - sui veicoli di trazione più vecchi, ad esempio i veicoli di trazione elettrici con controller diretti, non si può proiettare un blocco ragionevole della forza di trazione e, quindi, vi si rinuncia;
- il freno elettrico deve rimanere attivo o deve essere possibile azionarlo;
- per quanto possibile, la condotta principale viene abbassata di 1.0 - 1.5 bar durante la corsa;
  - questa funzione non può essere attuata su tutti i vari mezzi di trazione;
  - la riduzione dovrebbe avvenire solo a velocità > 0 km/h, in caso di un impedimento della partenza da parte dell'Euroloop non viene imposta alcuna frenatura. In questo modo, tra l'altro, la prova del freno non viene influenzata dall'impedimento della partenza.

### 7.4.4 Messa in servizio

Durante la messa in servizio di ogni veicolo equipaggiato devono essere verificate staticamente le funzioni di base dei componenti del sistema. Queste includono:

- le antenne tramite una balise di controllo;
- i ricevitori magnetici, se presenti, tramite magneti di controllo;
- l'elemento di servizio e di visualizzazione mediante verifica della corretta visualizzazione;
- l'effetto sul veicolo tramite prove di frenatura; per questo si deve esercitare una forza di trazione.

Inoltre, occorre effettuare una corsa di prova come controllo di sondaggio, a dipendenza delle funzioni realizzate nel sistema:

- reazione corretta del sistema al passaggio sulle Eurobalise e sugli Euroloop;
- rilevamento dei magneti;
- uscite digitali supplementari;
- cambio di regime d'esercizio aderenza – cremagliera.

## 7.5 Modelli di frenatura

### 7.5.1 Principi

I modelli di frenatura parametrizzati nel software del veicolo devono riprodurre le caratteristiche di frenatura di tutta la composizione del treno. I parametri da impostare sono:

- disinnescamento della trazione  
il tempo tra l'attivazione di una frenatura imposta fino all'esaurimento della forza di trazione;
- tempo di reazione  
la somma del tempo di propagazione fino alla coda del treno e il tempo di incremento della forza frenante in ogni singolo veicolo;
- decelerazione,  
la decelerazione media durante la frenatura.

Nel software del veicolo possono essere programmati fino a otto modelli di frenatura, che possono essere parametrizzati diversamente per ogni serie di veicolo. Devono essere pianificati almeno due modelli di frenatura. Il modello di frenatura con i parametri più bassi deve coprire il caso di disinserimento dell'unità di frenatura separabile più grande (ad es. freno di un veicolo disinserito).

Per ogni modello di frenatura i parametri possono essere impostati separatamente per una frenatura d'esercizio e per una frenatura imposta. La frenatura d'esercizio funge da supporto e non può essere realizzata con qualsiasi tipo di veicolo. Rilevante per la sicurezza è solo la frenatura imposta.

I parametri sono determinati con una pendenza dello 0 ‰. Il calcolo delle curve di frenatura nel calcolatore di bordo è adeguato di caso in caso a seconda della pendenza.

### 7.5.2 Freni a carico disponibili

Per determinare i modelli di frenatura, devono essere presi in considerazione unicamente i freni a carico disponibili nel calcolo del freno del treno.

### 7.5.3 Disinnescamento della trazione

In un veicolo motore elettrico la forza di trazione si disinnesci immediatamente all'attivazione di una frenatura imposta p.es. tramite disinserimento dell'interruttore principale o il blocco degli impulsi del convertitore. In questo caso, in fase di configurazione del controllo della marcia dei treni, il tempo per il disinnescamento della trazione può essere progettato con il valore più basso possibile per tutti i modelli di frenatura progettati. Questo valore non deve essere trascurato per i veicoli in cui la trazione non può essere disinnescata immediatamente (veicoli termici). In questo caso il valore deve essere impostato individualmente.

Durante il disinnescamento della trazione il sistema tiene conto dell'accelerazione residua.

### 7.5.4 Tempo di reazione

La forza frenante aumenta progressivamente, con l'aumento della pressione nel cilindro del freno, dopo l'innescamento della frenatura fino a quando i cilindri dei freni dell'ultimo vagone del treno sono completamente riempiti. Pertanto, il tempo di reazione è la somma dei tempi calcolati per la propagazione e per l'incremento.

Il tempo di propagazione nel treno è il tempo che intercorre dall'innesco della frenatura imposta all'abbassamento della pressione della condotta principale nell'ultimo vagone, in modo che i freni iniziano ad agire. Ciò corrisponde a un calo di 0,5 bar rispetto alla pressione nominale. Per il freno a vuoto si tiene conto di un calo di 15 cmHg rispetto alla pressione di rilascio.

Nelle prove la condotta principale deve essere svuotata tramite la valvola per la frenatura imposta. Il tempo di propagazione può essere notevolmente più lungo di una frenatura rapida. Ciò si verifica se l'apertura della valvola per la frenatura imposta non è ottimale o se nei veicoli più vecchi l'alimentazione della condotta principale non viene interrotta.

Il tempo di propagazione può essere determinato mediante prove con un treno di lunghezza massima e da fermo.

Il tempo di propagazione può essere minimizzato attraverso l'uso di valvole di accelerazione di frenatura rapida rispettivamente per il freno a vuoto con valvole di frenatura rapida.

Per determinare il tempo di incremento per ogni singolo veicolo, il tempo di carica all'80% del cilindro del freno è più rappresentativo del tempo totale di carica. Verso la fine l'afflusso d'aria viene strozzato. Il tempo di incremento della forza frenante può essere rilevato mediante prove su un veicolo singolo e da fermo.

In presenza di diversi tipi di veicoli si devono considerare i veicoli che hanno un tempo di incremento della forza frenante più lungo (p es. carri merci).

Si considera che durante il tempo di reazione vi sia un rotolamento del treno.

### **7.5.5 Decelerazione**

Il calcolo delle curve di frenatura viene eseguito con la decelerazione media progettata.

La decelerazione media non può essere equiparata alla percentuale di frenatura (centesimi di peso-freno) perché nel valore della percentuale del freno è incluso il tempo d'azione per l'incremento della forza frenante. Si applica la disposizione delle DE-Oferr ad articolo 52.2, numero 6.1.1, secondo la quale 100 centesimi di peso-freno equivalgono a una decelerazione media di 1 m/s<sup>2</sup> in caso di frenatura a 50 km/h su una tratta orizzontale, calcolando la velocità iniziale e il percorso di frenatura fino all'arresto. In questo modo viene considerato il percorso completo di frenatura, dall'innesco della frenatura fino all'arresto. Se il tempo di carica del cilindro del freno è di 2,5 s, la decelerazione che ne consegue deve essere mediamente di 1,6 m/s<sup>2</sup> per mantenere lo stesso percorso di frenatura di 96 m.

Durante la frenatura la decelerazione è considerata costante dal termine del tempo di reazione fino all'arresto.

### **7.5.6 Procedura per i treni formati con configurazioni uniformi**

Per i treni formati con configurazioni uniformi (elettrotreni con trazione singola o multipla, treni navetta composti con materiale rotabile uniforme) il modello di frenatura da applicare può essere adattato alle caratteristiche dei veicoli in questione. In caso di trazioni multiple e treni spola va considerata la composizione più lunga.

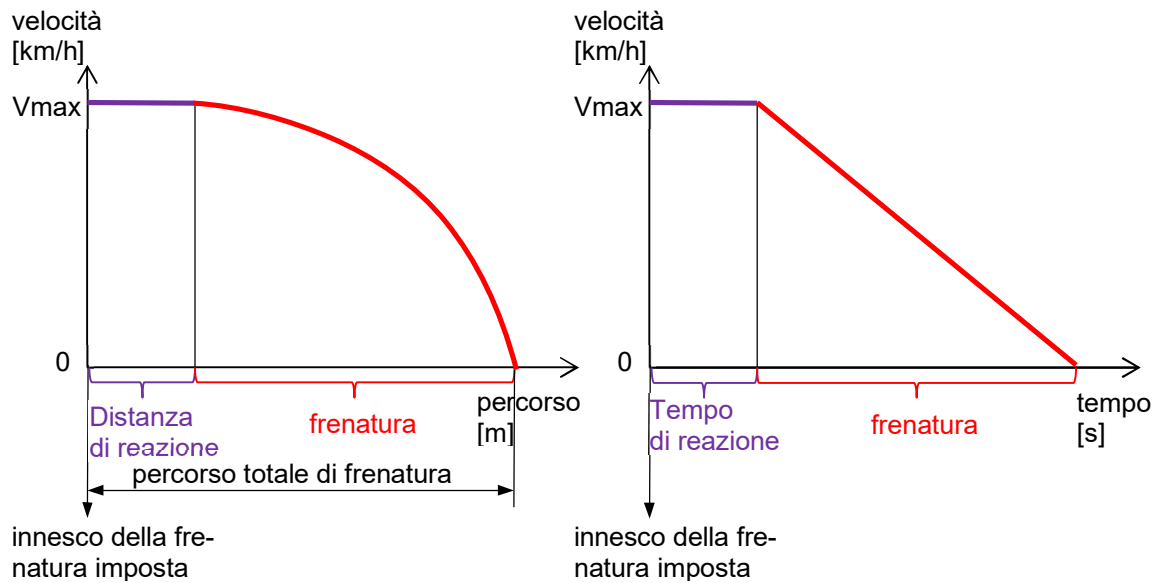


Figura 54: Frenatura imposta di treni uniformi

Il modello di frenatura può essere impostato secondo i risultati di prove di frenatura effettuate con la rispettiva composizione. È anche consentito fare riferimento ai risultati delle prove di frenatura eseguite durante l'omologazione del veicolo.

In primo luogo si deve rilevare il tempo di reazione. Come la velocità iniziale si assume la velocità massima del veicolo. La decelerazione media durante la frenatura è calcolata come segue:

$$a = \frac{v_0^2}{2(s - v_0 \times t_0)}$$

$a$  decelerazione media [ $\text{m/s}^2$ ]

$v_0$  velocità iniziale [ $\text{m/s}$ ]

$t_0$  tempo di reazione = tempo di incremento [ $\text{s}$ ]

$s$  percorso totale di frenatura [ $\text{m}$ ]

### 7.5.7 Procedura per i treni formati con configurazioni diverse

Per treni formati con configurazioni diverse i modelli di frenatura devono essere basati sul rapporto di frenatura. Il rapporto di frenatura calcolato durante la formazione del treno corrisponde all'efficacia dei freni presenti nel treno. Ogni modello di frenatura è associato a una determinata categoria di freno. Il tempo di reazione è fissato in base ai treni più lunghi. I modelli di frenatura sono progettati in modo identico indipendentemente dal tipo di locomotore.

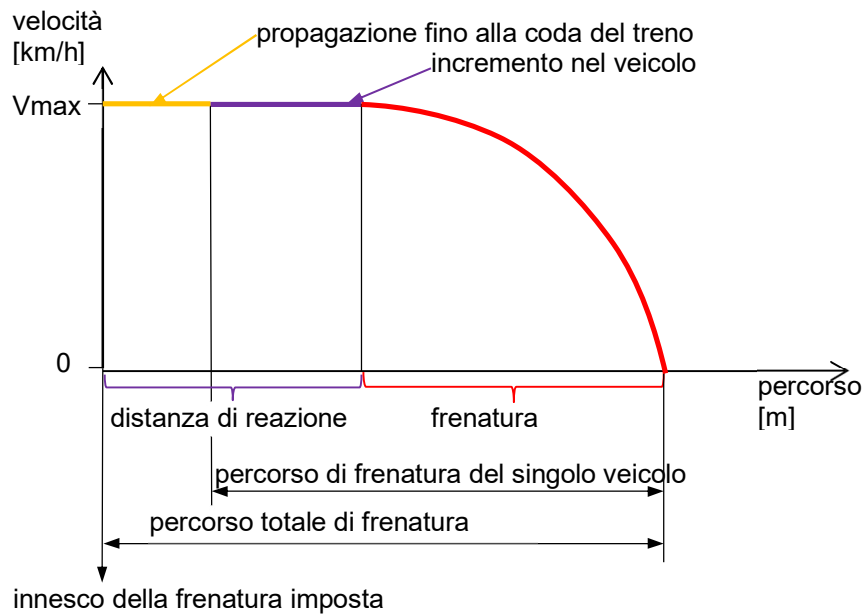


Figura 55: Frenatura imposta con treni misti

Inizialmente si devono rilevare il tempo di propagazione fino alla coda del treno e il tempo di incremento di ogni singolo vagone. Il percorso di frenatura del singolo veicolo viene determinata in base al diagramma della curva del freno di cui alle DE-Oferr, DE 52.2 foglio 9 per il rapporto di frenatura attribuito al modello di frenatura. La velocità massima della categoria di treno è definita come velocità iniziale.

La decelerazione media durante la frenatura è calcolata come segue:

$$a = \frac{v_0^2}{2(s_t - v_0 \times (t_0 + t_1))}$$

$a$  decelerazione media [m/s<sup>2</sup>]

$v_0$  velocità iniziale [m/s]

$t_0$  tempo di incremento nel singolo veicolo [s]

$t_1$  tempo di propagazione fino alla coda del treno [s]

$s_t$  percorso totale di frenatura [m]

### 7.5.8 Riduzione del tempo di reazione

È possibile calcolare solo parzialmente il tempo di reazione; in tal modo la decelerazione media calcolata sarà leggermente ridotta. A partire dalla velocità massima il percorso totale di frenatura rimane invariato, mentre da velocità inferiori essa risulta tendenzialmente inferiore.

La riduzione del tempo di reazione consente un avvicinamento più rapido al segnale.

In questo caso è necessario verificare che il punto di fermata progettato sia sempre garantito mediante prove di frenatura eseguite a partire da una velocità più bassa.

### 7.5.9 Verifica dei parametri

I parametri di frenatura devono essere verificati mediante prove di frenatura. I veicoli utilizzati a questo scopo devono presentare uno stato di manutenzione corrispondente a quello che si riscontra nel servizio normale. La composizione di prova deve raggiungere la lunghezza massima ammessa.

Le prove di frenature sistematiche devono essere eseguite su una sezione che permette la velocità massima di tratta in avvicinamento a un segnale principale. Nel percorso di frenatura, la pendenza deve essere possibilmente minima e assolutamente costante.

Accostamento al segnale principale indicante "fermata":

- alla velocità massima;
- a 2-3 velocità inferiori diverse;
- eventualmente, con vari modelli rappresentativi di frenatura. I freni del treno devono essere configurati di conseguenza (p.es. freni di singoli vagoni disinseriti selettivamente).

L'innesco della frenatura avviene tramite il controllo della marcia dei treni in caso di superamento della curva di frenatura. Si misurano:

- l'andamento della velocità durante la frenatura;
- il posto esatto di fermata rispetto a quello progettato.

## 7.6 Determinazione dei parametri del veicolo

### 7.6.1 Principio

I parametri del veicolo da impostare per la pianificazione sono elencati nella tabella seguente

Nella colonna "Principi" sono elencati i principi per la definizione dei parametri del materiale rotabile utilizzato sulla propria rete di infrastruttura. Questi parametri devono essere impostati in modo ottimale in base alle condizioni della rete infrastrutturale.

Determinati veicoli sono impiegati su diverse reti infrastrutturali. Si tratta principalmente di veicoli per la manutenzione delle infrastrutture. Per evitare di caricare una nuova configurazione ad ogni trasferimento, i parametri generalmente applicabili con determinati compromessi sono definiti nella colonna "Impiego permissivo".

### 7.6.2 Parametri del veicolo

| Descrizione  | Principi   | Impiego permissivo |
|--|--|--------------------|
| ETCS Identificazione nazionale per il controllo della marcia dei treni ZSI 127 (NID_C) | 452 e/o 453 e/o 454 secondo l'attribuzione della denominazione dei Eurobalise da parte del gestore di sistema ETCS | 452, 453 e 454     |
| Distanza di retrocessione  | ≤ 2 m  | 2 m                |
| Limite per la sorveglianza dell'arresto  | 1-2 m  | 2 m                |
| Riduzione della velocità   | 10 km/h  | 10 km/h            |



| Descrizione   | Principi  | Impiego permissivo   |
|---|---|--|
| Velocità di manovra in stazione   | Velocità massima secondo le prescrizioni sulla circolazione dei treni         | 30 km/h  |
| Velocità di manovra sulla tratta  | Velocità massima secondo le prescrizioni sulla circolazione dei treni         | 60 km/h  |
| Vmax quando si attiva il regime d'esercizio di manovra  | Raccomandazione: 10 km/h  | 10 km/h  |
| Vmax quando si abbandona il regime d'esercizio di manovra   | 10 km/h   | 10 km/h  |
| Quando si procede in modalità SH superando un gruppo di balise o una combinazione di magneti che trasmette una fermata, viene emesso un segnale acustico e la spia di manovra lampeggia | no  | no   |
| Durata della segnalazione del cicalino e del DMI durante il superamento di un gruppo di balise o l'annuncio di fermata della combinazione dei magneti in regime di manovra,             | 0   | 0  |
| tolleranza tra la velocità consentita e la velocità di avvertimento   | ≤ 5 km/h<br>si raccomanda una tolleranza graduale in funzione della velocità  | ≤ 35 km/h: 3 km/h<br>> 35 km/h /<br>≤ 55 km/h: 4 km/h<br>> 55 km/h: 5 km/h               |
| Tolleranza tra la velocità consentita e l'attivazione della frenatura di sistema  | ≤ 7 km/h<br>si raccomanda una tolleranza graduale in funzione della velocità  | ≤ 35 km/h: 4 km/h<br>> 35 km/h /<br>≤ 55 km/h: 5 km/h<br>> 55 km/h: 7 km/h               |
| Tolleranza tra la velocità autorizzata e l'innesco della frenatura imposta  | ≤ 10 km/h<br>si raccomanda una tolleranza graduale in funzione della velocità | ≤ 35 km/h: 5 km/h<br>> 35 km/h /<br>≤ 55 km/h: 7 km/h<br>> 55 km/h: 10 km/h              |
| Velocità in assenza di ricezione nell'area di un Euroloop annunciato  | 10 km/h   | 10 km/h  |
| Tempo entro il quale deve essere confermato l'arresto trasmesso dell'Euroloop   | 5 s   | 5 s  |
| Salita massima (aderenza)   | specifico per la rete   | 80 ‰   |
| Elenco di tutte le combinazioni di magneti da riscontrare   | specifico per la rete   | Selezionare i parametri di una rete. Su altre reti vengono emessi dei messaggi di errore |

| Descrizione   | Principi  | Impiego permissivo  |
|---|---|---|
| durata della visualizzazione dell'immagine "via libera" sul DMI   | ≤ 10 s<br>raccomandazione: 2 s  | 2 s   |
| Tempo massimo entro il quale un avvertimento deve essere riconosciuto   | 5 s   | 5 s   |
| durata di lampeggio del messaggio di "avvertimento" dopo la conferma da parte del macchinista   | Adottare il valore secondo il concetto del sistema precedente                             | 0   |
| Durata dell'accensione della luce di "avvertimento" entro il periodo successivo al lampeggiamento dopo la conferma da parte del macchinista | Adottare il valore secondo il concetto del sistema precedente                             | 0   |
| Numero di lampeggi della lampada di "avvertimento" dopo la conferma da parte del macchinista  | Adottare il valore secondo il concetto del sistema precedente                             | 0   |
| Selezione il regime d'esercizio di sorveglianza   | impostato in base allo stato delle apparecchiature e al concetto di migrazione della rete | 1 sorveglianza integrale<br>3 sorveglianza puntuale       |
| limite di tempo per il cambio da parte del macchinista al passaggio al regime di esercizio "unfitted".                                      | 5 s<br>se "2 nessuna sorveglianza" può essere impostata                                   | 0   |
| Attivare la sorveglianza della lunghezza del treno  | si  | si  |
| Numeri di modello di frenatura  | 2-8<br>in base al tipo del veicolo  | 2-8<br>in base al tipo del veicolo                        |
| Parametri dei modelli di frenatura  | in base al tipo del veicolo   | in base al tipo del veicolo                               |
| Attivazione della frenatura di sistema in caso di impedimento della partenza tramite Euroloop   | sì, se la frenatura del sistema ha un effetto sul veicolo                                 | sì, se la frenatura del sistema ha un effetto sul veicolo |
| Valutazione dei pacchetti ETCS 65, 66 e 141 nel regime di sorveglianza puntuale   | si  | si  |
| Conservazione dei dati di tratta dopo la frenatura imposta  | si  | si  |

## 7.7 Prescrizioni d'esercizio

Le prescrizioni d'esercizio sul sistema devono essere emesse dal gestore. Occorre disciplinare almeno l'impiego del sistema e i nessi in materia di circolazione dei treni, in conformità alle prescrizioni svizzere sulla circolazione dei treni. Gli utenti principali delle prescrizioni sono i macchinisti. Il gestore di sistema mette a disposizione un modello di prescrizioni che ogni impresa ferroviaria può riprendere e adattare alla propria situazione.

Le prescrizioni di esercizio dei singoli impianti di sicurezza vanno adeguate. In particolare occorre riportare sui piani allegati i gruppi di balise e gli euroloop.

Le prescrizioni di manutenzione del fornitore del sistema vanno riprese o adeguate alla propria situazione.

## 7.8 Istruzioni

I macchinisti devono essere istruiti prima della messa in servizio del primo locomotore dotato del sistema. La formazione deve essere adattata alle fasi di migrazione. Per esempio:

- la prima formazione avrà luogo prima della messa in servizio del primo veicolo dotato del sistema di controllo della marcia dei treni secondo lo standard ZBMS. In questa fase si presentano le basi del sistema e l'uso della sorveglianza puntuale;
- la seconda formazione si terrà prima della messa in servizio della prima tratta dotata di equipaggiamento per la sorveglianza continua. L'istruzione comprende tutte le funzioni del sistema e il modo d'uso completo;
- la terza formazione seguirà, come corso di aggiornamento, dopo le prime esperienze d'esercizio per approfondire le conoscenze del sistema.

Il personale addetto alla manutenzione degli impianti di sicurezza e dei veicoli deve essere formato dal fornitore del sistema.