

RTI Progettisti:



PROGETTO DEFINITIVO DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)



Intervento finanziato con risorse
FSC 2014-2020 - Piano operativo della Città
metropolitana di Bologna
Delibera CIPE n.75/2017



STUDI SPECIALISTICI INGEGNERIA DI SISTEMA RELAZIONE SULLA SICUREZZA DELL'ESERCIZIO E PROCEDURE DI GESTIONE DELLE EMERGENZE

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA
ING. BARBARA BARALDI
GEOM. AGNESE FERRO
ARCH. VIRGINIA BORRELLO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ANGELA TORTORELLA

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. SIMONE VILLA

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. SALVATORE GIUA

COMMESSA			FASE	LOTTO		WBS		DISCIPLINA		TIPO	NUMERO		REV.	SCALA	NOME FILE						
B	3	8	1	C	D	X	0	0	S	T	M	X	X	X	R	T	0	3	A	---	B381C-D-X00-STM-XXX-RT-03-A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Ago. 2023	EMISSIONE	A. SPINOSA	A. SPINOSA	S. CAMINITI
B					
C					
D					

Indice della relazione

1. PREMESSA	3
2. DEFINIZIONI.....	3
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
4. ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI SEGNALE	7
4.1 POSTO CENTRALE DI CONTROLLO (PCC)	8
4.2 POSTI PERIFERICI DI CONTROLLO DI LINEA (PPCL)	8
4.3 SISTEMA DI TRASMISSIONE TERRA / BORDO	9
4.3.1 <i>Stazione di terra</i>	10
4.3.2 <i>Scambio di messaggi dati</i>	10
4.4 CASSE DI MANOVRA DEGLI SCAMBI	10
5. MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'ESERCIZIO	12
6. GESTIONE DI UNA ANOMALIA (SEGNALE DI WARNING DA PPCL)	13
6.1 ALLARME NELLA FORMAZIONE DELLA ROTTA	13
6.2 ALLARME DA UNA SEZIONE DI LINEA.....	13
6.3 ANOMALIA NELL'OCCUPAZIONE DI UNA COMUNICAZIONE	13
6.4 SFONDAMENTO DI UN SEGNALE DI VIA IMPEDITA	15
6.5 CONDIZIONI CHE CAUSANO LO SPEGNIMENTO DEI SEGNALE TRANVIARI	18
7. GESTIONE IN SICUREZZA DELLA CIRCOLAZIONE TRANVIARIA IN RELAZIONE ALLE INTERSEZIONI CON IL TRAFFICO STRADALE.....	19
7.1 REQUISITI MINIMI FUNZIONALI DI LOCALIZZAZIONE PER L'ATTUAZIONE DELLA PRIORITÀ SEMAFORICA 20	
7.2 PROTEZIONE DEI PASSI CARRABILI	21
7.3 PROTEZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTO PEDONALI	21
8. ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA GESTIONE DELLE EMERGENZE.....	23
8.1 NORME GENERALI.....	23
8.2 ANOMALIE SEGNALATE AL PCC DAI SISTEMI DI RILEVAMENTO E RIVELAMENTO	23
8.2.1 <i>Anomalia agli impianti</i>	23
8.2.2 <i>Anomalia al sistema di segnalamento</i>	23
8.2.3 <i>Anomalia ad una vettura tranviaria in regolare esercizio</i>	24
8.2.4 <i>Evacuazione di una vettura in linea</i>	24
8.2.5 <i>Principio d'incendio a bordo</i>	25

8.2.6	<i>Rottura e caduta di un cavo della linea aerea di alimentazione.....</i>	25
8.3	DISPOSIZIONI GENERALI IN CASO DI SINISTRO.....	26
8.4	OPERAZIONI DI SOCCORSO ALLA VETTURA IN AVARIA	26
8.4.1	<i>Richiesta di soccorso.....</i>	26
8.4.2	<i>Rientro autonomo di una vettura in avaria.....</i>	27
8.4.3	<i>Malore del conducente.....</i>	27
9.	PROCEDURA RELATIVE ALLA SICUREZZA DELL'ESERCIZIO NEL SOTTOATTRAVERSAMENTO DELLA TANGENZIALE	28
9.1	MISURE DI PROTEZIONE.....	28
9.2	MISURE GIORNALIERE STANDARD PROPEDEUTICHE ALL'ATTIVAZIONE DEL SERVIZIO	28
9.3	MISURE DI SICUREZZA DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL SERVIZIO VERSO LA PRESENZA DI PERSONE E/O ANIMALI	28
9.4	MISURE DI SICUREZZA IN CASO DI RILEVAMENTO DI ALLAGAMENTO	29

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda il progetto definitivo della sezione Nord della seconda linea tramviaria di Bologna e tratta i temi della sicurezza dell'esercizio e delle procedure per la gestione delle emergenze.

2. DEFINIZIONI

1. **Impianto tranviario:** insieme della sede, delle fermate, della rete aerea, dei pali e dei tiranti di sostegno, delle sottostazioni e delle linee di alimentazione elettrica e qualunque altro accessorio ritenuto funzionale e necessario per la circolazione delle vetture tranviarie.
2. **Attraversamento:** intersezione a livello della sede di servizio con le vie di flusso degli altri veicoli stradali e dei pedoni.
3. **Sede:** piattaforma destinata alla circolazione delle vetture del tram. Lo stesso che **via di corsa**.
La sede può essere:
 - **Promiscua:** sede realizzata su strada ordinaria organizzata in corsie e soggetta alle norme di circolazione del Codice della Strada che permette il transito dei veicoli stradali e l'attraversamento dei pedoni.
 - **Propria protetta:** sede concepita per il transito esclusivo delle vetture del tram ed eventualmente dei mezzi di soccorso e dei mezzi materiali per la manutenzione. Può essere delimitata da cordoli o barriere di delimitazione laterale (transennatura, recinzioni, siepi).
4. **Gestione impianto tranviario:** insieme di tutte le attività connesse al mantenimento e/o miglioramento in piena efficienza dell'impianto di alimentazione della rete tranviaria al fine di consentire la circolazione delle vetture tranviarie, ivi comprese le procedure di disattivazione/attivazione temporanea degli impianti stessi, imputate dal gestore del servizio o da terzi richiedenti.
5. **Manutenzione:** combinazione di tutte le azioni tecniche e operative volte a prevenire i guasti o a mantenere gli impianti nelle condizioni di funzionalità.
6. **Direttore dell'esercizio (DE):** è la figura individuata dal Gestore ai sensi del D.P.R. 753/80 titolo VIII artt. 89 – 94 e titolo IX capo III artt. 101 – 102 e del D.M. 07/08/2017 al quale si rimanda integralmente.
7. **Posto Centrale di Controllo:** luogo nel quale è presente la sala di controllo per la supervisione e la telegestione dell'infrastruttura, degli impianti e dell'esercizio. È dotato di almeno due postazioni (per il principio della ridondanza) abilitate per il monitoraggio dell'esercizio e delle sottostazioni elettriche. Tali postazioni sono presidiate da due addetti, dei quali uno, nominato **Addetto all'Esercizio (AE)**, è comandato come titolare e l'altro come subordinato. Tali disposizioni sono definite a turnazione con apposito ordine di servizio.

8. **Responsabile manutenzione:** figura individuata dal Gestore all'interno della propria organizzazione responsabile del centro di rimessaggio e manutenzione delle vetture (deposito), degli impianti di trazione e delle cabine di trasformazione elettrica di alimentazione della linea.
9. **Responsabile dell'area movimento:** figura individuata dal Gestore all'interno della propria organizzazione responsabile di tutto il settore movimento.
10. **Capo area officina:** figura individuata dal Gestore all'interno della propria organizzazione che sovrintende la gestione e la manutenzione del centro di rimessaggio e manutenzione delle vetture (deposito). Nella gerarchia aziendale riferisce al Responsabile manutenzione.
11. **Capo area impianti fissi:** figura individuata dal Gestore all'interno della propria organizzazione che sovrintende la gestione e la manutenzione degli impianti di trazione e delle cabine di trasformazione elettrica. Nella gerarchia aziendale riferisce al Responsabile manutenzione.
12. **Capi operai:** una o più persone individuate dal Gestore all'interno della propria organizzazione che sorveglia e coordina le attività manutentive durante la loro esecuzione. In caso di assenza del Responsabile degli Impianti può essere designato temporaneamente allo svolgimento delle sue funzioni.
13. **Regolamento di Esercizio:** è un documento che definisce le modalità di gestione e di manutenzione ordinaria e straordinaria, periodica o per emergenza e migliorativa, degli impianti nonché la definizione delle regole che garantiscano l'efficienza sul servizio erogato.
14. **Incidente:** avvenimento inatteso che interrompe il corso regolare dell'esercizio. Può essere causato da elementi interni al sistema tranviario (veicoli, impianti, opere civili) oppure da elementi esterni.
15. **Sinistro:** evento dannoso occorso – attivamente o passivamente - ad un veicolo in regolare esercizio nella sede tranviaria. Si tratta di un particolare tipo di incidente che va a coinvolgere direttamente un veicolo e può verificarsi per l'urto accidentale con un altro veicolo in regolare esercizio o con un veicolo non adibito al servizio passeggeri; per il coinvolgimento di un pedone (urto o travolgimento).

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito una disamina delle principali norme in tema di sicurezza dell'esercizio tranviario:

- **CEI EN 50155 (CEI 9-30)** : Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Materiale rotabile – Equipaggiamenti elettronici.
- **CEI EN 50126-1 (CEI 9-58)** : Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS) Parte 1: Processo generale RAMS.

- **CEI EN 50126-2** (CEI 9-102) : Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS) – Parte 2: Approccio di sistema per la sicurezza.
- **CEI EN 50463-4** (CEI 9-156): Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Misura dell'energia a bordo treno Parte 4: Comunicazione.
- **CEI EN 50463-5** (CEI 9-157): Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Misura dell'energia a bordo treno Parte 5: Verifiche di conformità.
- **CEI EN 60310** (CEI 9-32) : Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Trasformatori e induttori di trazione su materiale rotabile.
- **UNI 11174:2014** : Materiale rotabile per tramvie e tramvie veloci - Caratteristiche generali e prestazioni.
La norma definisce i principali requisiti di sistema, di sicurezza, prestazionali e tecnici generali del materiale rotabile automotore con pavimento "basso", sia per l'intero comparto passeggeri sia per porzioni di esso, a trazione elettrica, destinato al servizio passeggeri sui sistemi di trasporto "tranvia" e "tranvia veloce" (o "metrotranvia"), come definiti nella UNI 8379. Si applica a rotabili di nuova costruzione, anche destinati all'impiego su linee tranviarie esistenti.
- **UNI 11378:2017** : Metropolitane - Materiale rotabile per metropolitane - Caratteristiche generali e prestazioni.
La norma definisce i principali requisiti di sistema, di sicurezza, prestazionali e tecnici generali del materiale rotabile automotore o trainato, a trazione elettrica, destinato al servizio viaggiatori sui sistemi di trasporto "metropolitana" e "metropolitana leggera".
- **EC 1-2018 UNI 11378:2017** : Metropolitane - Materiale rotabile per metropolitane - Caratteristiche generali e prestazioni.
Errata corregge 1 del 22/03/2018 alla UNI 11378:2017
- **UNI 11624:2016** : Metropolitane, tranvie e ferrovie non interconnesse all'infrastruttura ferroviaria nazionale - Sistemi di registrazione dati di bordo.
La norma definisce i principali requisiti funzionali e i criteri di applicazione delle apparecchiature elettroniche per la registrazione dei dati di bordo del materiale rotabile (automotrici, locomotive, carrozze, composizioni bloccate) circolanti sui sistemi di trasporto "metropolitana", "metropolitana leggera" (compresi i people mover equiparati a metropolitane o metropolitane leggere), "tranvia veloce" (o "metrotranvia") e "tranvia", come definiti dalla UNI 8379, nonché sulle ferrovie non interconnesse all'infrastruttura ferroviaria nazionale.
- **UNI 11750:2019** : Metropolitane e tranvie - Documentazione di progetto e prove di rotabili di nuova costruzione o modificati - Normativa di riferimento.

La norma individua i riferimenti normativi che devono essere considerati per la documentazione tecnica di progetto e per le prove di maggiore rilevanza agli effetti della sicurezza, ai fini dell'immissione in servizio dei veicoli destinati a circolare in normale esercizio sui sistemi di trasporto "metropolitana", "metropolitana leggera" (compresi i people mover equiparati a metropolitane o metropolitane leggere), "tranvia veloce" (o "metrotranvia") e "tranvia", come definiti dalla UNI 8379.

- **UNI EN 14363:2019** : Applicazioni ferroviarie - Prove e simulazioni per l'accettazione delle caratteristiche di marcia dei veicoli ferroviari - Prove di comportamento dinamico e statico.
La norma definisce il processo per la valutazione delle caratteristiche di marcia dei veicoli ferroviari per la rete europea su binari a scartamento normalizzato (nominalmente 1.435 mm). Oltre alla valutazione delle caratteristiche di marcia dei veicoli per i processi di accettazione, la norma definisce anche quantità e relazioni che non sono usate direttamente per scopi di accettazione. Questa informazione è per esempio intesa alla validazione di modelli di simulazione. Può anche essere utilizzata per definire condizioni di esercizio al di fuori delle condizioni di riferimento da utilizzare per l'approvazione.
- **UNI EN 15227:2020** : Applicazioni ferroviarie - Requisiti di sicurezza passiva contro la collisione dei veicoli ferroviari.
La norma specifica i requisiti di sicurezza passiva contro la collisione applicabili ai nuovi progetti di: locomotive; guida di veicoli operanti su treni passeggeri e merci; veicoli ferroviari passeggeri che operano su treni passeggeri (quali tram, metropolitane, linee ferroviarie principali).
- **UNI ISO 31000:2010** : Gestione del rischio - Principi e linee guida.
La norma fornisce principi e linee guida generali sulla gestione del rischio. Essa può essere utilizzata da qualsiasi impresa pubblica, privata o sociale, associazione, gruppo o individuo e, pertanto, non è specifica per alcuna industria o settore. La norma può essere applicata lungo l'intera vita di un'organizzazione e ad un'ampia gamma di attività, incluse strategie e decisioni, operazioni, processi, funzioni, progetti, prodotti, servizi e beni. Essa può essere inoltre applicata a qualsiasi tipo di rischio, quale sia la sua natura, sia che essi abbiano conseguenze positive o negative.

4. ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI SEGNALAMENTO

Il sistema di segnalamento presiede alle funzionalità di gestione in sicurezza degli instradamenti in linea delle vetture tranviarie. I principali componenti dell'impianto di segnalamento sono:

- Posto Centrale di Controllo (PCC);
- Posti Periferici di Controllo (PPCL);
- Sistema di trasmissione Terra / Bordo;
- Casse di manovra degli scambi.

L'apparato di segnalamento di linea (costituito dai PPCL) è costituito da una unità di elaborazione a microprocessore ridondata con grado di sicurezza minimo SIL3 (ai sensi della normativa EN-50129) che supervisiona e gestisce il segnalamento all'interno dell'area definita.

L'attività dei PPCL è svolta in modalità indipendente (*stand alone*), ovvero non necessita dell'interazione con il PCC. Tale interazione è comunque realizzata mediante sistema di comunicazione fra centro e periferia e consente la supervisione centralizzata delle attività svolte a livello periferico, nonché la possibilità di effettuare prenotazioni di instradamenti, direttamente da PCC. In caso d'interruzione della comunicazione tra PCC ed enti periferici, i PPCL continuano a svolgere le loro funzionalità di gestione degli instradamenti in sicurezza.

Il segnalamento per la tramvia è fondamentalmente basato sul principio della **marcia a vista**: il conducente del tram è responsabile dell'osservanza dei segnali disposti lungo il tracciato e della distanza tra il proprio veicolo e quello che lo precede. I segnali, quindi, aiutano il conducente nella marcia a vista ma ciò non solleva il conducente stesso dalle proprie responsabilità.

Il sistema di localizzazione è legato all'uso dei sistemi AVM, cioè di *Automatic vehicle monitoring*, in uso su numerose realtà del trasporto pubblico locale e che utilizzano la localizzazione come elemento principale del monitoraggio. La geolocalizzazione del veicolo è effettuata con il GPS, ed il meccanismo di trasmissione è garantito da una connessione dati via rete cellulare. Altre possibilità per determinare la posizione, ad esempio dove il segnale GPS non è di qualità apprezzabile, sono la navigazione stimata (*dead reckoning*), la guida inerziale o l'uso di odometri di bordo. Il sistema di localizzazione non prevede l'installazione di impianti di rilevamento (boe) lungo il tracciato.

Il sistema di priorità semaforica ha il l'obiettivo di garantire la possibilità per il tram di non dover fermarsi e ripartire agli incroci, in modo da salvaguardare il rispetto dell'orario teorico, al fine di fornire un servizio regolare agli utenti.

Il Comune di Bologna è dotato del sistema di centralizzazione degli impianti semaforici OMNIA fornito dalla ditta SWARCO-MIZAR. Il sistema attualmente in uso funziona ad attuazione di piano e, tramite il sistema AVM delle linee del trasporto pubblico, fornisce già un sistema di preferenziamento. Per conseguire i voluti obiettivi di velocità e regolarità (e, conseguentemente, anche di contenimento del costo della capacità), anche la linea tranviaria di progetto dovrà integrarsi con tale sistema di priorità semaforica, da estendersi successivamente all'intera futura rete tranviaria.

4.1 POSTO CENTRALE DI CONTROLLO (PCC)

Nel Posto Centrale di Controllo (PCC) è presente la sala di controllo per la supervisione e la telegestione dell'infrastruttura, degli impianti e dell'esercizio. La sala di controllo è dotata di un minimo di tre postazioni operative:

- a) Due postazioni (per ridondanza) adibite al monitoraggio dell'esercizio:
 - Segnalamento linea e deposito;
 - Localizzazione e controllo dell'esercizio;
 - Controllo semaforico;
 - TVCC, display di fermata e informazioni all'utenza.
- b) Una postazione per la telegestione della linea aerea di alimentazione delle vetture e le sottostazioni elettriche:
 - Supervisione e telecontrollo SSE;
 - Supervisione e controllo della rete di alimentazione linea.

Le comunicazioni dati tra il PCC e la linea (terra, con i posti periferici di linea) avvengono con una dorsale a fibra ottica tipo *Fast Ethernet*.

Il PCC è dotato di un doppio server per l'immagazzinamento in *background* dei dati raccolti. Il salvataggio è automatico ed è gestito da un software dedicato.

4.2 POSTI PERIFERICI DI CONTROLLO DI LINEA (PPCL)

Il PPCL è una periferica basata su controllore a microprocessore, le cui caratteristiche principali sono:

- controllore in sicurezza per classe di protezione AK 6 (DIN V19250 / IEC65A);
- formato modulare in sub-telai con moduli standard Europa (6HE / 84TE);
- circuiti di rilevamento presenza tram di tipo passivo;
- conformità alle vigenti normative relative alla compatibilità elettromagnetica.

I PPC sono realizzati in accordo alle specifiche BOStrab, VDE, VDV e specifiche a livello CEE con logica di controllo basata su microprocessore. La funzione dei PPCL è di garantire transiti in sicurezza in tutti i punti della linea e del deposito che possono essere potenzialmente critici, in quanto interessati da rotte incompatibili.

Le funzioni svolte dai PPCL sono:

- ricezione delle richieste di prenotazione rotta da apparati di bordo attraverso loop di comunicazione o a apparati di terra quali circuiti di binario;
- rilevamento dei convogli tramite i circuiti di binario (CDB);
- verifica delle rotte incompatibili;
- movimentazione dei deviatori mediante comando delle casse di manovra;
- controllo posizione degli aghi scambi;
- controllo e predisposizione dei segnali di stop e di indicazione di posizione deviatori;
- blocco delle rotte conflittuali;
- attuazione sequenziale delle rotte richieste e successiva liberazione.

4.3 SISTEMA DI TRASMISSIONE TERRA / BORDO

Il sistema di segnalamento è completato da un sistema elettronico per la comunicazione a brevissima distanza tra veicoli in movimento e apparati fissi (apparati di Terra). La comunicazione radio avviene tra l'antenna (*transponder*) installata sul veicolo e un loop posto sotto la superficie stradale o tra le rotaie del tracciato ferrotranviario.

Nel momento in cui un veicolo attraversa il loop, avviene lo scambio dei dati che consente l'identificazione della posizione e del codice del veicolo; se necessario, altri dati possono essere trasmessi in entrambe le direzioni.

Il sistema di comunicazione è composto di due parti:

- dispositivi mobili a bordo del veicolo, definiti **Apparati di bordo**, connessi ad un sistema di bordo di tipo computerizzato, parte della rete di bordo e in stretta connessione con il sistema AVL;
- dispositivi posizionati lungo il percorso tranviario, definiti **Apparati di terra**.

Le funzioni degli Apparati di bordo sono:

- identificazione completa del veicolo e del suo conducente;
- trasmissione di informazioni strategiche (ad esempio Ready To Start/Criteri di Priorità del veicolo).

Le funzioni degli Apparati di terra sono:

- scambio di dati con i veicoli;
- esecuzione locale di funzioni di controllo;
- trasmissione di informazioni strategiche ad un sistema centrale di controllo.

4.3.1 STAZIONE DI TERRA

La stazione di terra identifica i veicoli equipaggiati con transponder adeguato, attraverso i loop di comunicazione. Trasmette un segnale di lettura attraverso un loop e attende una risposta per un breve intervallo di tempo. Se c'è una risposta, la Stazione di terra comunica con gli apparati di Bordo del veicolo e quindi passa al loop successivo. In questo modo tutti i loop connessi vengono scansionati uno per uno.

I veicoli sono identificati univocamente da un numero di linea, un numero di corsa e da un numero del veicolo. L'identificazione di una Stazione di terra consiste in un numero di zona e un numero progressivo.

Se un veicolo si trova sopra un loop, la comunicazione inizia con lo scambio dei codici identificativi tra gli apparati del veicolo e la Stazione di terra e può essere seguito dallo scambio di altri dati.

Dopo la corretta identificazione del veicolo, la stazione di terra può svolgere determinate azioni programmate dall'utente all'arrivo e/o alla partenza di uno specifico veicolo, o di gruppi di veicoli, quali le richieste di commutazione scambio.

Quando un veicolo si posiziona sopra un loop, viene generato un messaggio di arrivo ed un messaggio analogo viene generato per indicare la partenza del veicolo.

4.3.2 SCAMBIO DI MESSAGGI DATI

Con i veicoli in transito possono essere scambiati dei messaggi di dati. Ciascun messaggio contiene l'identificativo di un veicolo al fine di poter indirizzare i messaggi in modo selettivo. I messaggi da inviare sono conservati nella stazione di terra fino a che il veicolo destinatario non attraversa il loop. In quel momento la stazione di terra si "connette" con il sistema di bordo del veicolo e i messaggi vengono trasmessi.

4.4 CASSE DI MANOVRA DEGLI SCAMBI

Per il presente progetto è previsto l'utilizzo di casse di manovra di tipo a montaggio centrale, interno ai binari, con azionamento elettroidraulico; lo spostamento degli aghi è frenato da un ammortizzatore idraulico.

La cassa è dotata di rivelatori di posizione finale aghi realizzati con *microswitch* di prossimità. La rivelazione, oltre che sulle aste di spinta, è effettuata tramite due barre di rilevamento indipendenti tra loro e trascinate, nel loro movimento, dagli aghi del deviatoio. L'assenza di blocchi meccanici sull'asta di spinta rende la cassa tallonabile e limita la velocità di transito sul deviatoio a 15 km/h.

5. MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'ESERCIZIO

La gestione della circolazione avviene su base oraria. L'**Addetto all'esercizio (AE)** avrà a disposizione un collegamento radio con ciascun veicolo per inviare le opportune informazioni al conducente. Il conducente dovrà rispettare l'orario di servizio e condurre il veicolo secondo il regime di marcia a vista.

La **marcia a vista** impone al conducente di procedere in modo da poter fermare prontamente il veicolo nel tratto di visuale libera appena se ne manifesti il bisogno. Tale guida a vista sarà integrata da dispositivi di ausilio a cui il conducente dovrà attenersi per la conduzione del veicolo, ma che comunque non sollevano il conducente dalle sue responsabilità. Il senso di normale circolazione dei veicoli prevede la marcia a destra.

L'esecuzione di ogni instradamento prevede tre fasi, ciascuna delle quali viene espletata mediante tre azioni sequenziali:

1) Prenotazione

Può avvenire in differenti modalità: ad esempio mediante occupazione di un circuito di binario o transito su un loop.

2) Verifica

Tale azione viene effettuata dal PPCL e consiste nella verifica che non siano in atto prenotazioni o attuazioni di instradamenti conflittuali con quello richiesto.

3) Attuazione

Inizia con la movimentazione del Tram e termina con l'occupazione dell'ultimo circuito di binario presente lungo la rotta. Durante l'attuazione avviene la movimentazione, da parte del PPCL, delle casse di manovra elettriche.

Dal momento in cui inizia l'attuazione di un instradamento a quando lo stesso termina, vengono bloccati tutti gli instradamenti con esso incompatibili. Una eventuale prenotazione di instradamento incompatibile con quello in atto o di una rotta già impegnata/prenotata viene presa in consegna dal PPCL, memorizzata con criterio FIFO (*First In - First Out*) e soddisfatta solo al termine dell'instradamento in atto.

Per maggiori dettagli si rimanda al documento B381-D-X00-SEG-XXX-RT-01-A.

6. GESTIONE DI UNA ANOMALIA (SEGNALE DI *WARNING* DA PPCL)

Le anomalie che possono verificarsi in regime di esercizio ordinario sono le seguenti:

- Allarme (warning) nella formazione della rotta;
- Allarme da una sezione di linea;
- Anomalia nell'occupazione di una comunicazione;
- Sfondamento di un segnale di via impedita.

6.1 ALLARME NELLA FORMAZIONE DELLA ROTTA

La condizione di allarme rotta (fig. 1) si verifica quando una rotta è attiva (prenotata o bloccata) e un deviatoio, che all'interno di tale rotta viene preso di punta, non risulta correttamente posizionato.

In tale circostanza il PPCL impone lo Stop sul segnale di via libera (Stop/Go o Stop/Go/Prenotazione) che si riferisce a tale rotta e trasmette un messaggio di allarme al PCC.

Una volta ripristinata la corretta posizione degli aghi dello scambio che aveva generato l'anomalia, l'allarme viene rimosso automaticamente se il PPC rileva un corretto transito lungo la rotta o, in alternativa, mediante comando di reset della rotta inviato dal PCC.

6.2 ALLARME DA UNA SEZIONE DI LINEA

Il PPCL verifica che:

- i circuiti di binario siano funzionanti e non siano occupati impropriamente (verifica del transito corretto di una vettura);
- i segnali riferiti a rotte incompatibili con quelle in atto indichino l'aspetto di stop;
- non ci sono guasti sul circuito relativo all'aspetto stop del segnale.

Qualora uno di questi enti non fosse nello stato di regolarità, il PPCL spegne i segnali relativi alla rotta in questione ed invia al PCC una segnalazione di allarme. Da qui, l'Addetto all'esercizio (AE) contatta il conducente informandolo della presenza di una anomalia e sulle procedure da seguire. Il PPC continua ad acquisire e memorizzare le successive richieste di rotta e procede alla loro attuazione quando l'anomalia viene rimossa.

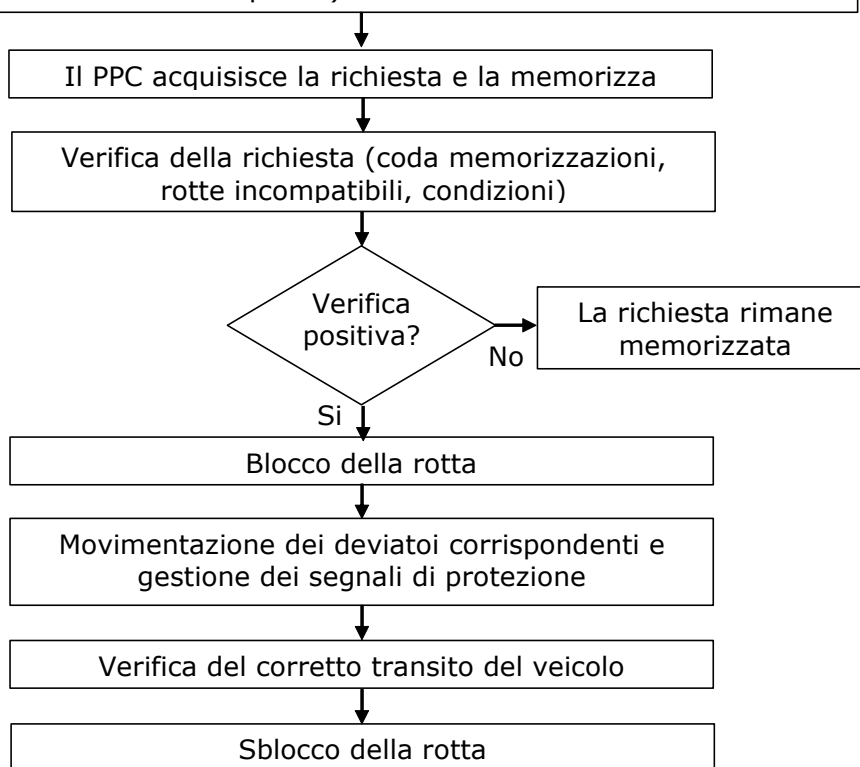
6.3 ANOMALIA NELL'OCCUPAZIONE DI UNA COMUNICAZIONE

Lo stato delle comunicazioni (scambi o deviatoi) è sempre acquisito dal PPCL più prossimo. Qualora, per un tempo superiore a un intervallo predefinito (in genere 20", modulabile sulla velocità media nella sezione) la comunicazione perde il controllo della posizione (normale o rovescio), il PPCL invia al PCC un segnale di rilevata anomalia.

Figura 1 – Formazione di una rotta e gestione della verifica di eventuali anomalie

ROTTE IN LINEA

- Su richiesta del conducente tramite manipolatore (joystick) installato nel veicolo: **sinistra, diritto, destra, RTS**
- Automaticamente lungo la linea occupando il CDB di prenotazione
- Su richiesta dell'operatore del centro di supervisione dopo che il conducente comunica via radio la sua intenzione
- Su richiesta dell'operatore del centro di supervisione dopo che il tram transita sul loop e il conducente schiaccia il pulsante RTS (ingresso e uscita dal deposito)



L'allarme di comunicazione in anomalia viene annullato automaticamente al ripristino dei segnali relativi alla posizione della comunicazione stessa. Come descritto nel paragrafo "Rotta in allarme", la condizione anomalia su una comunicazione unita alla condizione di rotta attiva (se nella rotta la comunicazione in oggetto viene presa di punta) genera un allarme di rotta.

La verifica della congruenza della posizione dei deviatori con la rotta richiesta è effettuata dal PPCL solo all'atto della predisposizione della rotta medesima. A tale scopo il PPCL:

- verifica la posizione dei deviatori nella rotta;
- invia il comando di azionamento ai deviatori motorizzati secondo lo schema previsto;
- verifica, tramite i sensori di prossimità, che i deviatori si siano posizionati in conformità al comando inviato.

Nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è riportato il diagramma di flusso delle operazioni indicate in precedenza.

6.4 SFONDAMENTO DI UN SEGNALE DI VIA IMPEDITA

Per "sfondamento" di un segnale di via impedita (STOP/GO) si intende il superamento del segnale posizionato a STOP). È interpretato dal sistema come violazione grave con possibilità di collisione tra due vetture tranviarie.

In presenza di uno sfondamento, il circuito di sicurezza di bordo (cioè, interno alla vettura) comanda il PPCL in stato di OFF LINE. In tale situazione:

- tutti i segnali di linea sono spenti;
- tutte le azioni sono congelate;
- le prenotazioni non sono né accettate né memorizzate.

Il PPCL provvederà ad inviare l'allarme di sfondamento al PCC che, oltre alla visualizzazione sui terminali operatore, provvede alla emissione di un segnale acustico di allarme a tutte le vetture in linea.

L'Addetto all'Esercizio (AE), dopo aver ricevuto la segnalazione, deve intraprendere le azioni previste dal regolamento di esercizio. Dopo avere verificato la natura dell'anomalia, l'AE può autorizzare il conducente a procedere nella corsa, al fine di liberare l'area e ricreare le condizioni di regolarità per il ripristino in sicurezza dell'esercizio. Dopo aver verificato che l'area non sia occupata da una vettura tranviaria e che tutti i circuiti di binario (di settaggio e reset delle rotte) siano liberi il sistema può essere rimesso dall'AE in modalità "on line".

Al rientro dell'allarme il PPCL riprende autonomamente il normale funzionamento e riaccende tutti i segnali di marcia a "stop". I conducenti in attesa, alla vista della riattivazione dei segnali, devono procedere a inviare la richiesta di instradamento anche se questa era già stata inviata in precedenza.

Figura 2 – Tipologie di segnali di linea



6.5 CONDIZIONI CHE CAUSANO LO SPEGNIMENTO DEI SEGNALE TRANVIARI

Il controller di linea spegne i segnali tranviari quando un circuito di binario è occupato in modo non previsto o si guasta:

- un segnale di via impedita viene sfondato (il veicolo passa nonostante il segnale di stop);
- in caso di anomalia della tensione necessaria per la normale operatività della linea (la tensione non è sufficiente);
- l'assorbimento dei segnali di stop non rientra nei limiti impostati (stato di dispersione).

Il controller effettua continuamente il monitoraggio degli apparati di segnalamento a cui è connesso ed esegue in ripetizione (ogni 30") degli **autotest diagnostici**. Il controller si comporta in modo differente a seconda del particolare malfunzionamento riscontrato, come si può vedere dagli esempi riassunti nella tabella.

Tab. 1 – Esempi di anomalie all'impianto di segnalamento, azioni del controller e modalità di riattivazione

Anomalia (esempi)	Effetto	Riattivazione
Guasto dei segnali di marcia (STOP/GO)	Commutazione automatica da operatività normale ON a OFF	Agire sul pulsante ON dopo avere ripristinato il guasto
Un segnale di marcia viene sfondato	Commutazione automatica da operatività normale ON a OFF	Agire sul pulsante ON
Un circuito di binario (CDB) è occupato indebitamente	Commutazione automatica da operatività normale ON a OFF	Agire sul pulsante ON
Guasto in un componente del controllore	Commutazione automatica da operatività normale ON a "protezione" (<i>fail-safe</i>)	Agire sul pulsante ON dopo avere ripristinato il guasto

7. GESTIONE IN SICUREZZA DELLA CIRCOLAZIONE TRANVIARIA IN RELAZIONE ALLE INTERSEZIONI CON IL TRAFFICO STRADALE

Le intersezioni tra circolazione tranviaria e traffico privato possono avvenire in tre punti e in altrettante condizioni di marcia:

1. **Intersezione:** incrocio tra sede tramviaria, correnti di traffico parallele alla sede e viabilità trasversale;
2. **Passo carrabile:** taglio della sede tranviaria necessario per l'accesso a una proprietà privata frontista rispetto alla stessa sede tranviaria;
3. **Sezione promiscua:** sezione nella quale la circolazione tranviaria avviene in modo promiscuo (senza separazione di sede) con il traffico procedente parallelamente alla sede.

Le condizioni 1 e 2 sono regolate da segnaletica luminosa stradale con asservimento all'esercizio tranviario. La condizione 3 è regolata dalle regole di distanziamento e precedenza del Codice della Strada.

Figura 3 – Protezione della via di corsa del tram rispetto ai flussi viari trasversali

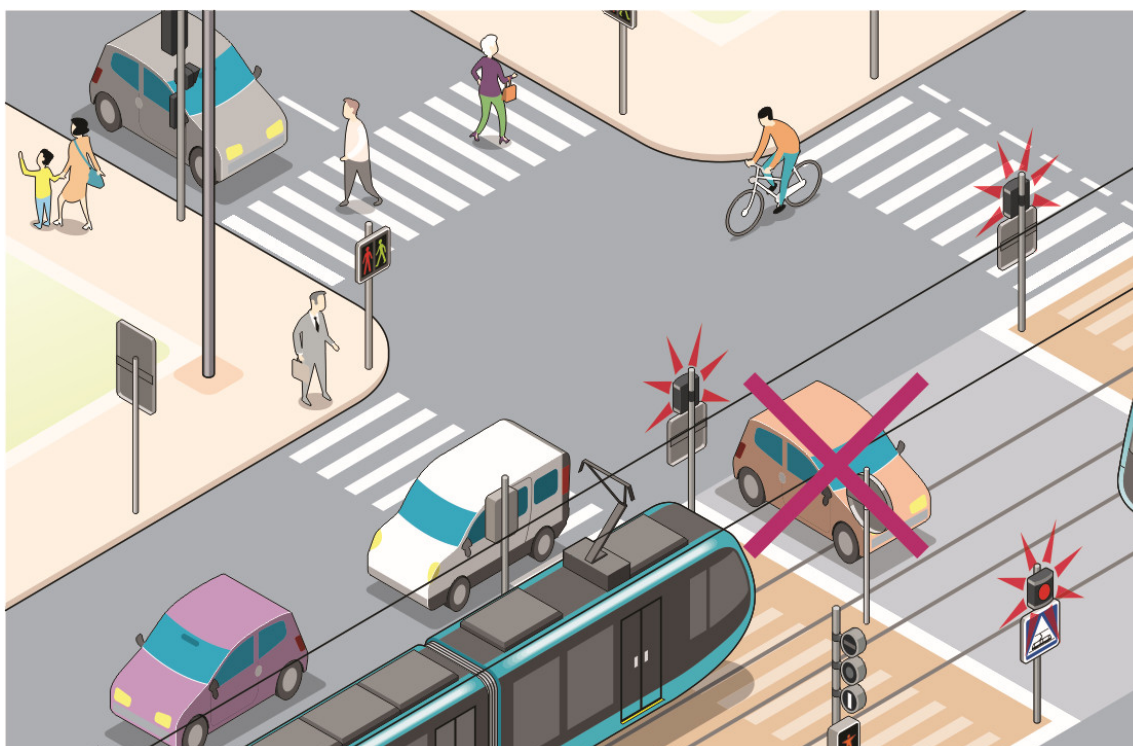
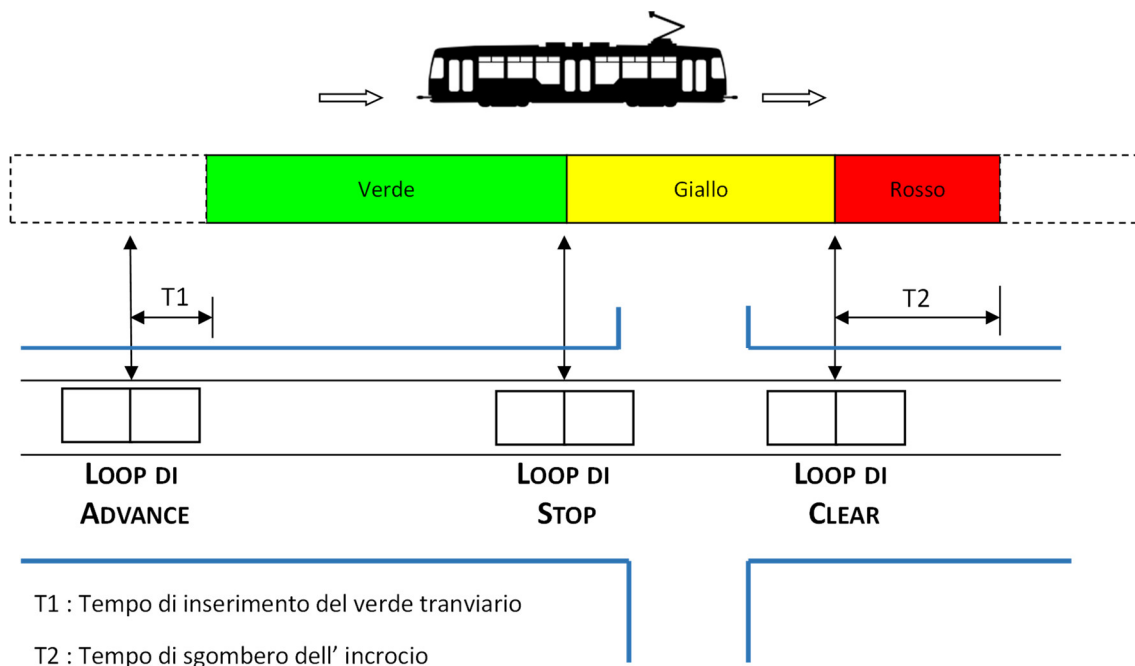


Figura 4 - Logica di regolazione del via libera al passaggio del tram



7.1 REQUISITI MINIMI FUNZIONALI DI LOCALIZZAZIONE PER L'ATTUAZIONE DELLA PRIORITÀ SEMAFORICA

Al fine di garantire che il sistema di priorità semaforica in essere presso il Comune di Bologna sia in grado concedere il segnale "*via libera*" al tram in approccio al dato incrocio semaforizzato, sono necessari i seguenti requisiti:

- L'invio delle informazioni di localizzazione deve essere effettuato con un criterio misto, ad eventi ed a tempo: viene inviata la posizione quando si verifica l'apertura e la chiusura delle porte, oppure quando siano passati 5" dall'ultima trasmissione;
- Il server di localizzazione deve essere in grado di elaborare le previsioni di arrivo ai target con una precisione di +/-10";
- Il server di localizzazione deve avere un orizzonte temporale delle previsioni almeno pari a 180" (3 minuti), per permettere alla centrale di priorità semaforica di tarare la fasatura degli impianti semaforici lungo la linea;
- Il server di localizzazione e l'intera programmazione del servizio deve avere essere basata su un grafo della linea che preveda come nodi sia le fermate che gli incroci semaforici, oltre ai punti singolari della linea quali scambi, deviatori e zone a velocità controllata;

- Il server di localizzazione deve essere in grado di comunicare con la Centrale di priorità secondo le regole di comunicazione stabilite (si veda l'elaborato B381-D-X00-SEG-XXX-RT-01);
- Il server di localizzazione dovrà essere in grado di consumare notifiche di priorità acquisita al fine di presentare nell'interfaccia AVM lo stato dei semafori e della prenotazione della priorità.

La gestione dell'asservimento deve essere dinamica, eventualmente prevedendo temporanee sospensioni in alternanza degli incroci maggiori (priorità modulabile): questo per mantenere i giusti coefficienti di frizione con il regime viario al contorno¹.

7.2 PROTEZIONE DEI PASSI CARRABILI

La particolarità di queste intersezioni risiede nel fatto che il principio di funzionamento dell'asservimento semaforico è di tipo locale cioè gestito senza intervento del PCC: l'unico dialogo remoto è quello che si attiva in caso di rilevamento di una anomalia.

In condizioni di normale svolgimento dell'esercizio, il tram che approccia un passo carrabile regolato da semaforo invia in automatico da bordo alla centralina semaforica, attraverso un ricevitore di terra, la richiesta di asservimento.

La gestione in sicurezza richiede la necessità di rilevare la presenza di un veicolo privato in stazionamento sulla sede tranviaria, tramite una spira opportunamente posizionata e connessa direttamente alla centralina semaforica.

Nel caso in cui un veicolo che ha impegnato l'incrocio con la sede tranviaria prima del sopraggiungere di un tram e che, a causa del traffico sulla sede stradale o di qualunque altra anomalia, tardi a liberarla. La spira rileva l'occupazione inibendo il segnale di marcia e quindi la possibilità di concedere il via libera al tram. In questo caso, nonostante la richiesta di priorità semaforica avanzata dal tram, il sistema di controllo impone la segnalazione di via impedita al tram sino ad avvenuta liberazione della sede.

7.3 PROTEZIONE DEGLI ATTRAVERSAMENTO PEDONALI

Tutti gli attraversamenti pedonali della sede tranviaria saranno semaforizzati con segnale di rosso e avvisatore acustico all'approssimarsi del tram (in genere quando un mezzo è a 120 metri

¹ Evitando l'onda rossa ovvero la degradazione della circolazione automobilistica

dall'attraversamento e comunque entro la distanza minima di arresto in sicurezza della vettura calcolata sulla massima velocità consentita nella sezione).

Figura 5 - Protezione della via di corsa rispetto ai flussi pedonali attraverso segnaletica luminosa integrata con avvisatori acustici

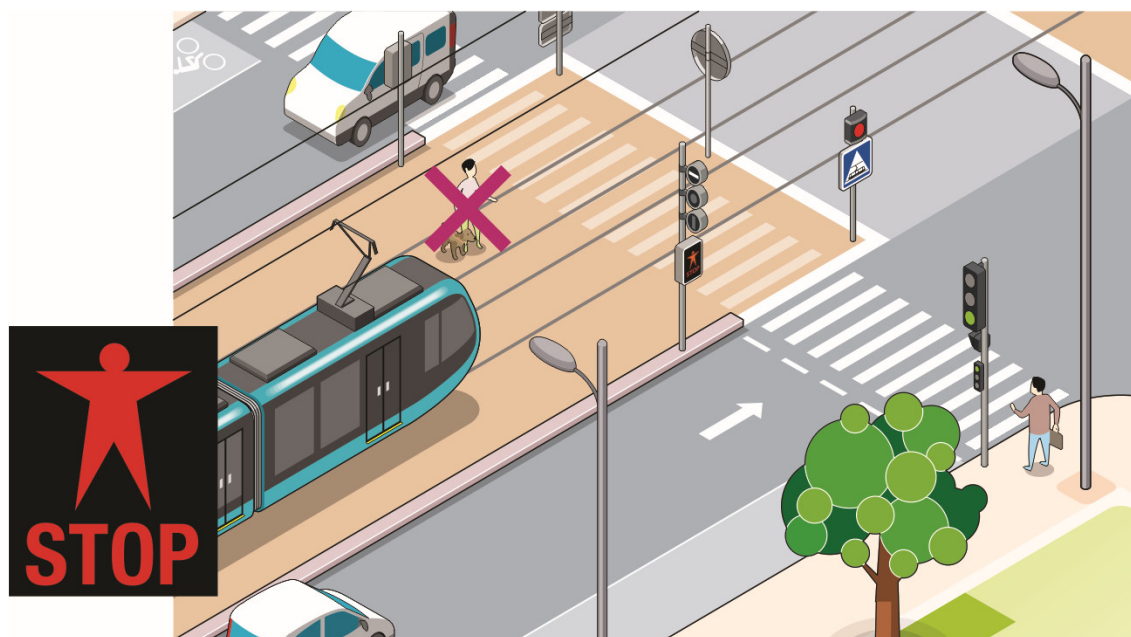


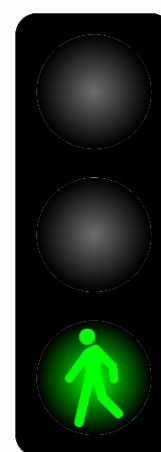
Fig. 1 – Aspetti della lanterna pedonale



1



2



3

8. ISTRUZIONI OPERATIVE PER LA GESTIONE DELLE EMERGENZE

8.1 NORME GENERALI

- Il comportamento da seguire in presenza di anomalie è regolato da specifiche norme presenti nel Regolamento d'Esercizio della linea.
- Il conducente che durante la marcia riscontri, sulla propria vettura o lungo la linea, anomalie che possono costituire un pericolo per la regolarità o per la sicurezza della circolazione deve arrestare la marcia della vettura informandone tempestivamente il Posto Centrale di Controllo (PCC).
- In caso di anomalia l'Addetto all'Esercizio (AE), a sua discrezione, dovrà impartire le disposizioni più opportune al conducente della vettura che ha segnalato l'anomalia oppure che si trova in prossimità di essa, e assumere gli altri provvedimenti che il caso richiede. Lo stesso AE provvederà tempestivamente a informare il Direttore dell'Esercizio della situazione.
- Qualora l'anomalia riguardi la via di corsa nell'altro senso di marcia, il conducente dovrà darne comunicazione immediata al Posto Centrale di Controllo affinché questi provveda a informare le vetture che procedono sulla via ostacolata. Spetterà all'Addetto all'Esercizio adottare le misure necessarie in relazione al genere di anomalia riscontrata secondo i protocolli operativi stabiliti.

8.2 ANOMALIE SEGNALATE AL PCC DAI SISTEMI DI RILEVAMENTO E RIVELAMENTO

8.2.1 ANOMALIA AGLI IMPIANTI

In caso di rivelazione anomalie dalla postazione per il telecontrollo delle Sottostazioni elettriche (SSE) o della linea di alimentazione aerea, l'Addetto all'Esercizio contatta la squadra impianti fissi, informando il Capo area impianti fissi.

8.2.2 ANOMALIA AL SISTEMA DI SEGNALAMENTO

- In caso di rivelazione anomalie dal sistema di segnalamento, l'Addetto all'Esercizio contatta la squadra tecnica specializzata:
 - Se il guasto è di tipo elettrico informando il Capo area impianti fissi;
 - Qualora il guasto sia di tipo informatico o comunque di natura non rilevabile in prima istanza, informando il Responsabile dei sistemi informativi.
- Sino a nulla-osta dell'Addetto all'Esercizio, i conducenti sono tenuti a fermare il servizio accostando la propria vettura alla banchina della prima fermata disponibile nel senso di marcia e ad attenersi di volta in volta alle disposizioni impartite dall'Addetto all'Esercizio.

8.2.3 ANOMALIA AD UNA VETTURA TRANVIARIA IN REGOLARE ESERCIZIO

- Il conducente che durante la marcia riscontri, sulla propria vettura o lungo la linea, anomalie tali da compromettere la regolarità e la sicurezza della circolazione deve arrestare la marcia della vettura informandone tempestivamente il Posto Centrale di Controllo.
- L'Addetto all'Esercizio deve impartire le disposizioni più opportune al conducente ed assumere gli altri provvedimenti che il caso richiede e provvede tempestivamente a informare il Direttore dell'Esercizio della situazione.
- Qualora l'anomalia riguardi l'altro senso di marcia, il conducente deve darne comunicazione immediata al Posto Centrale di Controllo affinché questi provveda a informare le vetture che procedono sulla via ostacolata.
- Spetterà all'Addetto all'Esercizio adottare le misure necessarie in relazione al genere di anomalia riscontrata secondo i protocolli definiti dalla presente Istruzione.
- Qualora necessario si procederà all'evacuazione della vettura procedendo come illustrato nel paragrafo seguente.

8.2.4 EVACUAZIONE DI UNA VETTURA IN LINEA

- A eccezione di quanto previsto nel caso di principio di incendio a bordo di cui al seguente paragrafo, l'evacuazione di una vettura deve essere sempre autorizzata dall'Addetto all'Esercizio.
- Una volta autorizzato, il conducente dovrà dare preventivo annuncio ai viaggiatori.
- Il conducente inviterà i passeggeri alla calma e a seguire la segnaletica di esodo disposto lungo linea (se in tratto in trincea), a disporsi lateralmente e a non invadere la sede stradale, attenendosi strettamente alle istruzioni impartite. Li indirizzerà verso la fermata più vicina o, se in un tratto in trincea, verso il punto più vicino di evacuazione della sede.
- Quando non sussiste un pericolo immediato per l'incolumità delle persone tale da consigliare l'apertura delle porte, il conducente dovrà aprire o far aprire dai viaggiatori manualmente la porta che sia la più agevole, aiutando i viaggiatori a scendere dalla vettura.
- Nel caso si sia verificata una interruzione per caduta del cavo di alimentazione, il relativo conduttore dovrà essere considerato sempre sotto tensione. L'evacuazione dalla vettura può essere effettuata solo dopo avvenuta comunicazione affermativa dell'avvenuto distacco della tensione da parte del Posto Centrale di Controllo.
- Alla ripresa della circolazione sul tratto di linea dove una vettura è stata evacuata, la prima vettura successiva dovrà viaggiare con cautela.
- Qualora il conducente di detta vettura incontrasse passeggeri che procedono a piedi nella sede fermerà la vettura, contattando l'Addetto all'Esercizio. Secondo le indicazioni dell'Addetto all'Esercizio, attenderà che questi possano uscire dalla sede oppure, qualora non fosse possibile l'evacuazione laterale della sede e solo in questo caso, per garantire la

sicurezza dei passeggeri, li inviterà a salire sulla propria vettura attraverso la porta anteriore aperta manualmente.

- Permanendo e protraendosi l'ingombro da parte di viaggiatori nella sede, le precauzioni sopra riportate dovranno essere prescritte dall'Addetto all'Esercizio a tutte le vetture procedenti nei due sensi di marcia, fino al completo sgombero della sede.
- In caso si ritenesse necessario, l'Addetto all'Esercizio segnalerà alle autorità di pubblica sicurezza la presenza non autorizzata di persone nella sede tranviaria.

8.2.5 PRINCIPIO D'INCENDIO A BORDO

- In caso di principio d'incendio a bordo, il conducente deve immediatamente azionare il pulsante di emergenza: questo apre l'interruttore, mettendo la vettura fuori tensione e comanda l'abbassamento del pantografo dalla linea aerea di alimentazione.
- Il conducente, per quanto possibile, deve:
 - aprire normalmente le porte;
 - far evacuare la vettura;
 - intervenire con l'estintore.
- Il conducente deve inoltre informare immediatamente dell'accaduto il Posto Centrale di Controllo, il quale provvederà, se del caso, a togliere tensione alla linea aerea di contatto.
- In caso si ritenesse necessario, l'Addetto all'Esercizio provvederà a far intervenire i vigili del fuoco e, se del caso, il pronto intervento sanitario, la pubblica sicurezza e la polizia urbana.

8.2.6 ROTTURA E CADUTA DI UN CAVO DELLA LINEA AEREA DI ALIMENTAZIONE

- Qualora avanzando nella marcia si noti la caduta di un cavo della linea aerea, il conducente deve immediatamente azionare il pulsante di emergenza. Questo apre l'interruttore generale di linea, mettendo la vettura fuori tensione e comanda l'abbassamento del pantografo.
- Il conducente deve prontamente arrestare la marcia della vettura e contattare il Posto Centrale di Controllo (PCC). In attesa di ricevere procedure dall'Addetto all'Esercizio, il conducente deve tranquillizzare i passeggeri invitandoli a non abbandonare la vettura.
- Dal PCC l'Addetto all'Esercizio stacca immediatamente la tensione sulla tratta interessata dall'incidente e comunica al conducente il nulla-osta a procedere qualora fosse possibile. L'Addetto all'Esercizio attiverà il personale di manutenzione degli impianti fissi che valuterà gli interventi da eseguire. La circolazione sulla tratta interessata dovrà essere interrotta fino a completamento di tali interventi: il servizio dovrà, se possibile, procedere con corse limitata al primo punto di inversione disponibile prima della sezione interessata dal danno o con servizio sostitutivo su gomma.

- Una volta completato l'intervento di riparazione, l'addetto all'Esercizio, ricevuto il nulla-osta dall'unità di manutenzione, provvederà al ripristino dell'esercizio.

8.3 DISPOSIZIONI GENERALI IN CASO DI SINISTRO

- In caso di sinistro in fermata o in linea sono assegnati all'Addetto all'Esercizio e al conducente i rispettivi compiti di seguito riportati.

a) Compiti del conducente

- informare immediatamente e dettagliatamente il PCC;
- segnalare il luogo dell'incidente;
- assistere i viaggiatori e comunicare al PCC la necessità di soccorso sanitario in caso di infortuni;
- attenersi alle prescrizioni delle istruzioni di guida e alle altre norme generali di servizio.

b) Compiti dell'Addetto all'Esercizio

- richiedere i soccorsi necessari alle varie autorità competenti;
- in caso necessario individuare un turno di riserva, inviando il conducente sul luogo dell'incidente per la sostituzione;
- richiedere l'intervento dei reparti della manutenzione interessati per riattivare la disponibilità della sede e/o il servizio;
- interrompere e/o riattivare la circolazione per tratte o su tutta la linea.
- organizzare il servizio di trasporto sostitutivo su gomma;
- abilitare/disabilitare fermate;
- inviare sul luogo dell'incidente personale qualificato per eseguire rilevamenti tecnici e amministrativi;
- coordinare le attività volte a ripristinare la circolazione delle vetture secondo le istruzioni operative per la gestione delle emergenze.

8.4 OPERAZIONI DI SOCCORSO ALLA VETTURA IN AVARIA

8.4.1 RICHIESTA DI SOCCORSO

- Quando una vettura non può proseguire la corsa a causa di un guasto, il conducente trascorso il tempo del distanziamento con la corsa seguente senza aver potuto ripristinare il funzionamento, deve comunicare il guasto e deve richiedere il soccorso al Posto Centrale di Controllo.
- Quando il conducente ha richiesto il soccorso non deve mai riprendere la marcia di sua iniziativa, ma deve attendere il soccorso seguendo le disposizioni dell'Addetto all'Esercizio.
- Dal PCC, l'Addetto all'Esercizio può ordinare alla vettura ripristinata di riprendere la marcia solo se il mezzo di soccorso non è stato inoltrato sulla via di corsa verso la vettura guasta.

8.4.2 RIENTRO AUTONOMO DI UNA VETTURA IN AVARIA

- Di regola, quando non ci siano condizioni di imminente pericolo che comportino la necessità di una immediata evacuazione sul posto, la vettura in avaria viene evacuata dai viaggiatori nella prima fermata utile procedendo nel senso di marcia, con le modalità e le cautele stabilite dal Regolamento d'esercizio.
- Quando la vettura in avaria non effettua servizio viaggiatori ma prosegue la corsa fuori servizio, prende il numero di uno straordinario assegnatogli dal PCC.
- Il conducente titolare della vettura deve esporre la scritta "Fuori servizio".

8.4.3 MALORE DEL CONDUCENTE

- Qualora il conducente di una vettura in circolazione venisse colto da malore che gli impedisca di proseguire la corsa fino alla più vicina fermata dove può essere sostituito, la vettura stessa deve essere considerata guasta. Per lo sgombero della linea si applicano le disposizioni indicate ai punti precedenti.
- Il conducente, se possibile, deve immediatamente contattare il PCC.
- Qualora sulla vettura sia presente un agente abilitato alla guida, questi deve sostituire il conducente colto da malore e condurre la vettura fino alla prima fermata dove il conducente può essere sostituito. L'agente che rileva la vettura deve avvisare il PCC del fatto e richiedere il soccorso per l'autista colto da malore nella località di servizio più conveniente.
- L'Addetto all'Esercizio avvisato dallo stesso conducente o da altri che avessero notato l'arresto della vettura per intervento del dispositivo relativo al controllo della presenza attiva del conducente, richiede l'intervento della emergenza sanitaria indirizzandolo verso il luogo o il posto di servizio in cui la vettura è ferma o nella più vicina località di servizio dalla quale sia possibile raggiungere la vettura e cura di inviare sul posto agenti che possano scortare il suddetto accesso alla linea.
- L'Addetto all'Esercizio provvede a richiedere un turno di riserva, per la sostituzione del conducente colto da malore.

9. PROCEDURA RELATIVE ALLA SICUREZZA DELL'ESERCIZIO NEL SOTTOATTRAVERSAMENTO DELLA TANGENZIALE

Il sottoattraversamento della tangenziale si colloca tra la rotonda Consiglio d'Europa e la rotonda di accesso alla tangenziale ovvero, funzionalmente, tra le fermate Saliceto (progressiva 1+572) e Della Croce Coperta (2+389) e consta di una rampa di 167 metri lato Centro, un corpo di 317 metri e una rampa di 155 metri lato Nord.

La gestione della sicurezza riguarda la compatibilità con le seguenti evenienze:

- Presenza di persone non autorizzate o animali lungo le rampe;
- Presenza di persone non autorizzate o animali all'interno del sottoattraversamento;
- Allagamento dell'interno del sottoattraversamento.

9.1 MISURE DI PROTEZIONE

L'intero corpo del sottoattraversamento, rampe incluse, è protetto da sistemi di rilevamento volti a impedire situazioni critiche per l'esercizio tranviario. In particolare:

- Copertura con telecamere per il rilevamento attivo (da PCC) e passivo (attraverso riconoscimento digitale e/o rilevamento termico) della presenza di persone non autorizzate o animali;
- Sistema di rilevamento e rivelamento (lato PCC) di un ristagno d'acqua o di un principio di eventuale sommersione della via di corsa all'interno del sottoattraversamento.

9.2 MISURE GIORNALIERE STANDARD PROPEDEUTICHE ALL'ATTIVAZIONE DEL SERVIZIO

Ogni giorno, prima dell'avvio del servizio, l'Addetto all'Esercizio da PCC verifica attraverso le immagini video e la diagnostica del rilevamento digitale che non vi siano né persone né animali che nottetempo hanno trovato rifugio all'interno del sottoattraversamento o sulle rampe. In caso di verifica positiva:

- Si allerta il personale di vigilanza affinché si rechi sul posto;
- In caso di persone, si attiva l'interfono invitando l'avventore/i ad allontanarsi immediatamente dal sito; in caso di animali si aziona il segnale di allontanamento;
- Si attende la verifica positiva in situ da parte del personale di vigilanza, prima di dare nulla-osta all'avvio del servizio.

9.3 MISURE DI SICUREZZA DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL SERVIZIO VERSO LA PRESENZA DI PERSONE E/O ANIMALI

Se, da PCC, l'Addetto all'Esercizio rileva la presenza di persone e/o animali sulle rampe o all'interno del sottoattraversamento:

- Segnala la presenza di una anomalia al conducente della vettura procedente in direzione Piazza dei Martiri e sospende temporaneamente l'esercizio abbassando tutti i segnali di protezione;
- Allerta il personale di vigilanza affinché si rechi sul posto;
- In caso di persone, si attiva l'interfono invitando l'avventore/i ad allontanarsi immediatamente dal sito; in caso di animali si aziona il segnale di allontanamento;
- Attende la verifica positiva in situ da parte del personale di vigilanza, prima di dare nulla-osta alla ripresa del servizio.

Il conducente che, non precedentemente allertato, noti la presenza di persone e/o animali sulla rampa di ingresso al sottoattraversamento o all'interno dello stesso:

- Rallenta immediatamente la vettura sino a fermarla, attivando i segnalatori acustici;
- Contatta il PCC e attende istruzioni dall'Addetto all'Esercizio.

Qualora l'ingresso si verifichi sulla rampa d'uscita e il conducente noti la persona e/o l'animale allontanarsi dalla sede, è tenuto comunque a segnalare l'accaduto all'Addetto all'Esercizio che provvede ad accertarsi che l'allontanamento non sia provvisorio e sia avvenuto in condizioni di sicurezza anche rispetto alla circolazione stradale. In caso contrario l'Addetto all'Esercizio è tenuto a segnalare l'accaduto alle Autorità.

9.4 MISURE DI SICUREZZA IN CASO DI RILEVAMENTO DI ALLAGAMENTO

In caso di attivazione del segnale di rilevamento di rischio sommersione della sede all'interno del sottoattraversamento, l'Addetto all'Esercizio predispone immediatamente la sospensione dell'esercizio abbassando tutti i segnali di protezione. In questo caso, ciascun conducente è tenuto a raggiungere la fermata più vicina nel senso di marcia, avvisando i passeggeri e consentendo la discesa degli stessi in condizioni di sicurezza.

Qualora una vettura si trovi sulla rampa in ingresso, il conducente è tenuto ad arrestare la marcia, contattando immediatamente l'Addetto all'Esercizio che, verificata la posizione della vettura e la sospensione della marcia della vettura procedente nell'altra direzione, autorizzerà la procedura di evacuazione.

Qualora la vettura si trovi sulla rampa di uscita, procederà a velocità non superiore a 25 km/h verso la fermata "Croce Coperta", arrestando la marcia in banchina.