



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Ufficio federale delle strade USTRA**

**DIRETTIVA**  
**CONTROLLO ACCESSO**  
**RAMPE**

*Linee guida di impostazione progettuale e operativa*

---

*Edizione 2018 V1.00*  
*ASTRA 15015*

## Colophon

### **Autori/Gruppo di lavoro**

Patric Jegge (USTRA N-VIM, presidenza)  
Sigrid Pirkelbauer (USTRA, N-VIM)  
Thomas Gasser (Rudolf Keller & Partner, Verkehrsingenieure AG, MuttENZ)  
Kevin Zacher (Rudolf Keller & Partner, Verkehrsingenieure AG, MuttENZ)

**Traduzione** (originale tedesco)  
Servizi linguistici USTRA (traduzione italiana e tedesca)

### **A cura di**

Ufficio federale delle strade USTRA  
Divisione reti stradali N  
Standard e sicurezza infrastrutture  
3003 Berna

### **Ordinazione**

Il documento può essere scaricato gratuitamente all'indirizzo [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

© USTRA 2018

Riproduzione consentita, salvo a fini commerciali, con citazione della fonte.

## Prefazione

Le strade nazionali (SN), originariamente progettate e costruite come arterie di scorrimento per la grande viabilità, assorbono oggi sempre più spesso anche il traffico di portata locale in corrispondenza delle principali aree urbane, contribuendo non solo a decongestionare le reti cittadine ma anche a collegare frazioni e quartieri oltre ad avvicinare i centri economici del Paese.

Il progressivo intensificarsi del traffico, ormai in crescita esponenziale sulla rete nazionale, si ripercuote sulle aree di svincolo, diventati veri punti nevralgici del sistema viario, dove si moltiplicano i disagi con code in autostrada causate da copiosi flussi in entrata o da ingorghi in uscita verso i nodi secondari intasati.

È possibile rimediare alla problematica riorganizzando la situazione alle rampe con interventi adatti a ottimizzare il funzionamento dell'asse stradale e ripristinare una circolazione sicura e regolare. In particolare, si sfruttano gli spazi di accumulo nelle aree di transizione verso la viabilità ordinaria per non compromettere le reti viarie periferiche.

La presente direttiva stabilisce i criteri di configurazione tecnica e operativa per il controllo delle rampe. È da intendersi come linea guida per i committenti e i gestori delle strade nazionali nonché per i progettisti e i fornitori da essi incaricati.

### **Ufficio federale delle strade**

Jürg Röthlisberger  
Direttore



# Indice

	<b>Colophon</b> .....	<b>2</b>
	<b>Prefazione</b> .....	<b>3</b>
<b>1</b>	<b>Introduzione</b> .....	<b>7</b>
1.1	Scopo della direttiva .....	7
1.2	Campo di applicazione .....	7
1.3	Destinatari .....	7
1.4	Entrata in vigore e cronologia redazionale.....	7
<b>2</b>	<b>Delimitazioni</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Obiettivi</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Considerazioni generali e applicazione</b> .....	<b>10</b>
4.1	Requisiti e criteri d'impiego .....	10
4.2	Osservazione del traffico e monitoraggio.....	10
4.2.1	Osservazione del traffico.....	10
4.2.2	Monitoraggio.....	10
<b>5</b>	<b>Interventi in ingresso</b> .....	<b>11</b>
5.1	Panoramica .....	11
5.2	Dosaggio rampe (ramp metering) .....	13
5.2.1	Considerazioni generali.....	13
5.2.2	Scopo .....	13
5.2.3	Impianto esterno .....	14
5.2.4	Controllo del dosaggio rampe .....	17
5.2.5	Accesso controllato a plotoni veicolari .....	24
5.2.6	Dosaggio rampe coordinato .....	25
5.2.7	Scelta del tipo di dosaggio (singolo / coordinato) .....	26
5.3	Immissione assistita (FLS per la chiusura della corsia di scorrimento) nella strada nazionale .....	28
5.3.1	Considerazioni generali.....	28
5.3.2	Segnaletica.....	28
<b>6</b>	<b>Interventi in uscita</b> .....	<b>29</b>
	<b>Allegati</b> .....	<b>31</b>
	<b>Acronimi</b> .....	<b>49</b>
	<b>Riferimenti normativi e bibliografici</b> .....	<b>50</b>
	<b>Cronologia redazionale</b> .....	<b>51</b>



# 1 Introduzione

## 1.1 Scopo della direttiva

La presente direttiva stabilisce come individuare, configurare e applicare in maniera uniforme le misure finalizzate al controllo delle rampe di svincolo delle strade nazionali svizzere. Il documento, parte integrante della raccolta di direttive per la gestione del traffico, specifica le prescrizioni della Direttiva ASTRA 15003 “Gestione del traffico sulle strade nazionali (Direttiva generale VM-NS)” [3] e va a integrare i requisiti delle normative svizzere vigenti.

## 1.2 Campo di applicazione

La direttiva si applica alla progettazione, alla realizzazione e all'utilizzo di strumenti per il controllo delle rampe sulla rete delle strade nazionali svizzere. Le prescrizioni sono destinate a uniformare gli interventi volti a ottimizzare la viabilità in presenza di rampe congestionate o a ridurre al minimo eventuali carenze di sicurezza (evidenziate da audit, incidentalità o segnalazioni di Polizia).

Il presente contesto interessa limitatamente gli ingressi e le uscite degli svincoli, mentre i nodi secondari sono oggetto di trattazione separata nella Direttiva ASTRA 15020 “Nodi secondari” [6].

## 1.3 Destinatari

La direttiva è rivolta ai committenti e ai gestori delle strade nazionali e della rete stradale secondaria nonché ai rispettivi progettisti e fornitori. È altresì vincolante per i tecnici di viabilità chiamati a valutare e a pianificare interventi di controllo delle rampe.

## 1.4 Entrata in vigore e cronologia redazionale

La presente direttiva “Controllo accesso rampe (Edizione 2018)” entra in vigore in data 01.07.2018. La “cronologia redazionale” è riportata a pag. 51.

## 2 Delimitazioni

Le rampe di accesso e di uscita fanno parte dell'elemento di rete denominato "Svincoli e nodi secondari" della Direttiva ASTRA 15003 "Gestione del traffico sulle strade nazionali (Direttiva generale VM-NS)" [3]. Costituiscono l'anello di congiunzione tra il nodo secondario e il tratto principale delle strade nazionali.

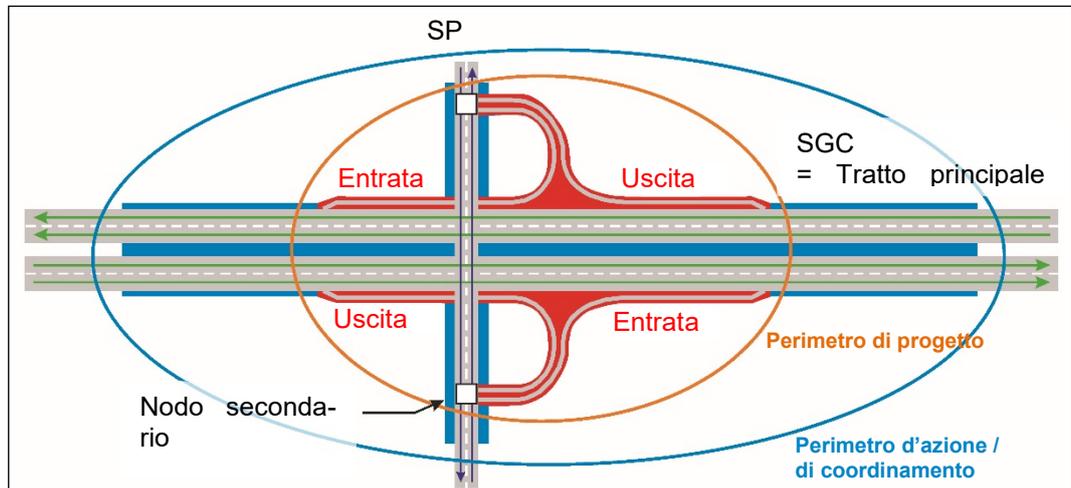


Fig. 2.1 Area d'influenza rampe di accesso / di uscita

Le attività tecniche e operative svolte nel perimetro di progetto rientrano nella competenza dell'USTRA. Il perimetro di azione e coordinamento invece, che comprende almeno il perimetro di progetto e include tutti gli altri elementi che incidono sulle condizioni di viabilità delle rampe o che ne sono influenzati – in particolare il tratto principale e le successive entrate/uscite – può estendersi abbracciando l'area condivisa con altri gestori e strutture (Cantone, città, centri commerciali, impianti per il tempo libero).

La direttiva descrive gli interventi operati sulle rampe in parola, all'interno del perimetro di progetto, tenendo conto delle interazioni con gli elementi contigui del perimetro d'azione e/o di coordinamento, tra cui le strade principali (SP), i nodi secondari e le strade a grande capacità (SGC).

### 3 Obiettivi

La gestione controllata del traffico in entrata e in uscita dalle rampe mira a ottimizzare la viabilità sul tratto principale SN migliorando così la funzionalità della circolazione generale. Vengono quindi perseguite le seguenti finalità:

- Ottimizzazione del flusso di traffico:
  - mantenendo scorrevole e possibilmente senza code la viabilità del tratto principale SN;
  - evitando o riducendo i ritardi nei tempi di percorrenza all'interno del perimetro d'azione;
  - potenziando le entrate a valle.
- Miglioramento della sicurezza stradale:
  - ottimizzando le manovre di immissione (aree di conflitto) e riducendo i cambi di corsia nell'area di svincolo del tratto principale SN (da corsia di scorrimento a corsia di sorpasso);
  - evitando la presenza di veicoli fermi sulla corsia di accelerazione e la riduzione di velocità nel cambio di corsia sulla corsia di scorrimento;
  - evitando la presenza di veicoli fermi sulla corsia di decelerazione e sulla corsia di emergenza a monte.

## 4 Considerazioni generali e applicazione

### 4.1 Requisiti e criteri d'impiego

Gli interventi di ottimizzazione ai fini degli obiettivi indicati al cap. 3 si intendono sia per le rampe esistenti che per quelle pianificate ex novo. Sono così illustrati:

- Cap. 5: Interventi in ingresso
- Cap. 6: Interventi in uscita

Le misure da realizzare vanno scelte nell'ambito dei progetti attraverso uno studio sulle varianti, che dovrà indicare lo stato reale (Z0) e quello pronosticato (Z0 + 15 anni).

Le operazioni non devono compromettere la viabilità sia sul tratto principale SN (1<sup>a</sup> priorità) che sulla rete secondaria (2<sup>a</sup> priorità) evitando di congestionare i vicini nodi.

Oltre a un adeguato flusso veicolare è necessario garantire la sicurezza sulle rampe: si consiglia l'utilizzo dell'applicazione tecnica VUGIS predisposta dall'USTRA per identificare i tratti a rischio incidente, da illustrare in fase di progettazione descrivendo le soluzioni necessarie.

A tale proposito occorre sempre inquadrare l'intero perimetro d'azione ovvero di coordinamento, ragionando in un'ottica complessiva, oltre il perimetro di progetto.

La pianificazione dei lavori richiede un coordinamento interdisciplinare fra urbanistica (studio del problema e dell'impatto) e ingegneria stradale.

### 4.2 Osservazione del traffico e monitoraggio

#### 4.2.1 Osservazione del traffico

Per il monitoraggio e la visualizzazione del flusso veicolare va previsto l'uso di telecamere, la cui disposizione deve essere concordata considerando anche altre esigenze del singolo progetto. L'impiego degli impianti video avviene in conformità alla Direttiva ASTRA 13005 "Impianti video"[2]. In assenza di installazioni elettriche (ad es. nel caso di interventi strutturali) è possibile rinunciare all'uso di videocamere previo accordo con la VMZ-CH.

#### 4.2.2 Monitoraggio

Occorre verificare l'efficacia delle misure attuate, rilevando perlomeno il numero di veicoli sul tratto principale della SN e sulla rampa di accesso. In fase operativa è necessario registrare eventi critici, guasti o reclami, documentando le modifiche applicate al sistema di controllo.

## 5 Interventi in ingresso

### 5.1 Panoramica

Una delle cause più frequenti di anomalie che periodicamente si verificano nel flusso di traffico sulle strade a grande capacità (strade a scorrimento veloce) è la riduzione della distanza di sicurezza tra i veicoli provocata dai mezzi in entrata. Spesso nelle ore di punta questo genera estese code a monte, moltiplicando la frequenza degli incidenti.

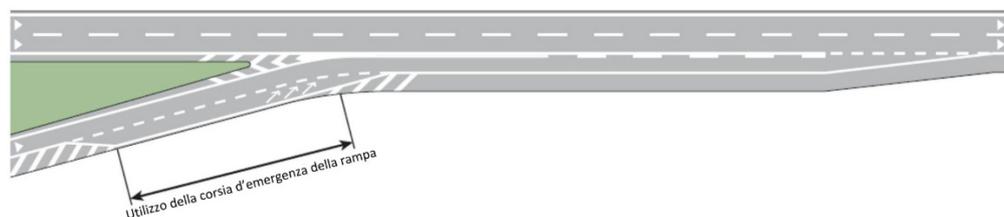
Le misure di controllo delle rampe costituiscono una soluzione relativamente rapida e più economica rispetto ai costi richiesti per la ristrutturazione o l'ampliamento di una determinata area di svincolo al fine di incrementarne la capacità. Esse trovano applicazione laddove un reale intervento di decongestionamento di un'area considerata critica nel breve o medio termine non sia realizzabile o possa riuscire solo in parte. In tale contesto ottimizzare il flusso del traffico resta l'aspetto più importante.

Nel valutare le possibili misure, occorre considerare le ripercussioni non solo per la SN ma anche in relazione alla capacità della rete delle strade cantonali confinanti. Per eliminare in toto o in parte le possibili problematiche è quindi necessario seguire un approccio di tipo organico, che tenga conto del perimetro d'azione e/o di coordinamento.

Per migliorare il flusso veicolare e la sicurezza in uno svincolo autostradale ad alta densità di traffico si possono ipotizzare diverse misure di controllo. La seguente tabella indica le possibili soluzioni nell'area di accesso e il riferimento ai capitoli della presente direttiva o a ulteriori documenti.

Tab. 5.1 Misure di controllo nelle aree di accesso

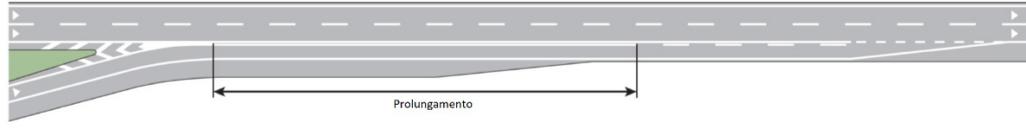
Descrizione della misura	Capitoli di riferimento della presente direttiva	Altri documenti di riferimento
Dosaggio rampe volto a evitare plotoni veicolari e/o a limitare il volume di traffico in entrata.	Capitolo 5.2	-
Semafori di corsia reversibile (FLS) per chiudere la corsia di scorrimento (entrata con aggiunta di corsia temporanea a scapito dell'asse principale della SN) e facilitare l'immissione.	Capitolo 5.3	-
Nodo secondario semaforizzato, con possibilità di regolare le correnti di traffico incolonnate in entrata sulla SGC (accesso controllato per plotoni veicolari).	Capitolo 5.2.5	Direttiva ASTRA 15020 "Nodi secondari" [6]
Chiusura temporanea dell'entrata per mantenere e/o accrescere la scorrevolezza del traffico nell'asse principale della SN.	-	Direttiva ASTRA 15012 "Dynamische Wegweisung" [4]
Display informativi (mini-PMV) come misura aggiuntiva al controllo accesso rampe: regolazione del traffico SP verso svincoli SGC adiacenti.	-	Direttiva ASTRA 15020 "Nodi secondari" [6]
Utilizzo locale e permanente della corsia d'emergenza sulla rampa per creare un ulteriore spazio di accumulo nell'ambito del controllo accesso rampe.	Capitolo 5.2.3	-



Utilizzo locale e permanente della corsia di emergenza per prolungare la corsia di accelerazione e creare un ulteriore spazio di accumulo nell'ambito di un eventuale controllo accesso rampe. Oltre alla segnaletica orizzontale è necessaria una separazione fisica.

Capitolo 5.2.3

SN 640 854 [12]  
In deroga alla norma, il prolungamento avviene nell'area di accelerazione (linea di sicurezza).



## 5.2 Dosaggio rampe (ramp metering)

### 5.2.1 Considerazioni generali

I dosaggi rampe hanno lo scopo di controllare gli afflussi all'ingresso del tratto principale della SN modulando la circolazione in maniera omogenea e adatta ai livelli di servizio del sistema stradale. L'afflusso di veicoli in entrata viene gestito attraverso un impianto semaforico. I dosaggi rampe trovano impiego sui tratti con livello di dotazione "medio" o "alto" (secondo la Direttiva ASTRA 15003 "Gestione del traffico sulle strade nazionali (Direttiva generale VM-NS)"[3]) e quindi anche in abbinamento a un sistema GHGW (limitazione dinamica della velocità e segnalazione pericoli).

Il dosaggio rampe può essere impiegato come:

- misura temporanea in attesa dell'ampliamento di una determinata area in base alle esigenze di traffico;
- misura permanente in presenza di sovraccarico occasionale (ad es. aumento di traffico sulla rampa dovuto a deviazioni o grandi eventi, come partite di calcio, concerti o fiere).

Il dosaggio rampe è giustificato quando sono presenti le seguenti due condizioni:

- traffico intenso sul tratto principale SN con intervalli di tempo troppo brevi per i veicoli in entrata provenienti dalla rampa;
- frequenti e lunghi incolonnamenti (plotoni veicolari) sulla rampa di accesso.

Gli impianti di dosaggio possono essere gestiti come sistemi singoli (isolati) oppure coordinati con impianti contigui. Occorre inoltre verificare il coordinamento di un eventuale piano semaforico del nodo secondario a monte.

### 5.2.2 Scopo

Il dosaggio rampe all'entrata serve ai seguenti scopi:

- frazionare in singoli veicoli le colonne in entrata / disperdere eventuali plotoni veicolari. In questo modo si riesce a distanziare i veicoli in misura tale da semplificare l'ingresso sul tratto principale della SN; di conseguenza si riducono le code venendo meno la tendenza a brusche manovre di frenata e gli spostamenti verso la corsia di sorpasso;
- favorire il diritto di precedenza sul tratto principale della SN;
- dosare temporaneamente l'afflusso (regolazione dei flussi in entrata): se il flusso entrante aumenta troppo o se il tratto principale è già congestionato, è possibile dosare temporaneamente il traffico in entrata coordinandolo con il livello di servizio del tratto principale. In questo modo si può evitare o almeno ritardare la formazione di code nonché la progressiva saturazione, riducendo così l'estendersi degli incolonnamenti;
- prevenire la saturazione del tratto principale, così da preservare la capacità all'ingresso successivo – soprattutto nei casi in cui sono coinvolti impianti di dosaggio rampe coordinati;
- utilizzare lo spazio di accumulo sulle rampe. È preferibile la presenza di incolonnamenti sulle rampe piuttosto che altrove: è più sicura e non va a interferire sui flussi veicolari esterni.

Il dosaggio rampe è opportuno quando:

- filtrando il traffico entrante è possibile ridurre notevolmente le anomalie presenti nel flusso veicolare e la sinistrosità sul tratto principale della SN;
- si sfrutta lo spazio di accumulo presente ovvero quello creato in via aggiuntiva sulla rampa stessa, senza tuttavia superarne i limiti;
- si evitano ripercussioni indesiderate di rilievo sulle condizioni del traffico nella rete secondaria;
- sono presenti o possono essere create le condizioni strutturali necessarie al controllo della regolazione semaforica sulle rampe.

### 5.2.3 Impianto esterno

#### Componenti

Il dosaggio rampe viene concepito come impianto semaforico ed è normalmente costituito dai seguenti componenti:

- elementi di regolazione in corrispondenza della zona di accesso (semafori sulla rampa di accesso e/o della SN nel nodo secondario ovvero nello spazio di accumulo a monte);
- sistema di rilevazione del traffico sul tratto principale della SN e all'ingresso (contatori del traffico, rilevatori di traffico in entrata e di coda);
- centralina di controllo del sistema di dosaggio;
- eventuali dotazioni aggiuntive nel nodo secondario che precede l'accesso.

#### Interventi strutturali

Per la messa in opera di dosaggi rampe, oltre alle misure legate al tipo di impianto (pozzetti e canaline passacavi, fondamenta per i supporti dei segnali ecc.) possono rendersi necessari altri interventi strutturali, la cui entità e tipologia dipendono dalle circostanze locali e vanno coordinate in base al progetto specifico. Queste le possibili soluzioni:

- prolungamento della rampa di accesso attraverso l'impiego di corsie dinamiche locali (garantendo la portata della sovrastruttura, i pozzetti delle condotte ecc.);
- creazione di piazzole d'emergenza nell'area delle corsie dinamiche locali;
- accessi ausiliari per servizi di manutenzione, soccorsi e forze dell'ordine;
- modifiche e integrazioni di sistemi di sicurezza passivi;
- separazione fisica dello spazio di accumulo dalle corsie di marcia continue della carreggiata principale, specie in caso di entrate prolungate per mezzo di corsie dinamiche locali.

Per creare un ulteriore spazio di accumulo sulla rampa esistono le seguenti possibilità, attuabili sia singolarmente che in modo combinato:

- a) Conversione della corsia d'emergenza sulla rampa di accesso: la segnaletica verticale e orizzontale va configurata in base alla figura 5.2. Le due corsie di marcia sono separate da una linea di sicurezza che consente il cambio di corsia solo in corrispondenza dell'ampliamento e dopo la linea di arresto. In caso di spazi di accumulo brevi e ben visibili la disposizione delle corsie può essere indicata tramite segnali statici. In condizioni di scarsa visibilità invece, le corsie devono essere indicate da segnali dinamici per evitare situazioni di pericolo in caso di impianto spento.

Dopo la sezione di dosaggio (linea di arresto dell'impianto ISL) occorre prevedere un ulteriore segnale che indichi la riduzione del numero di corsie.

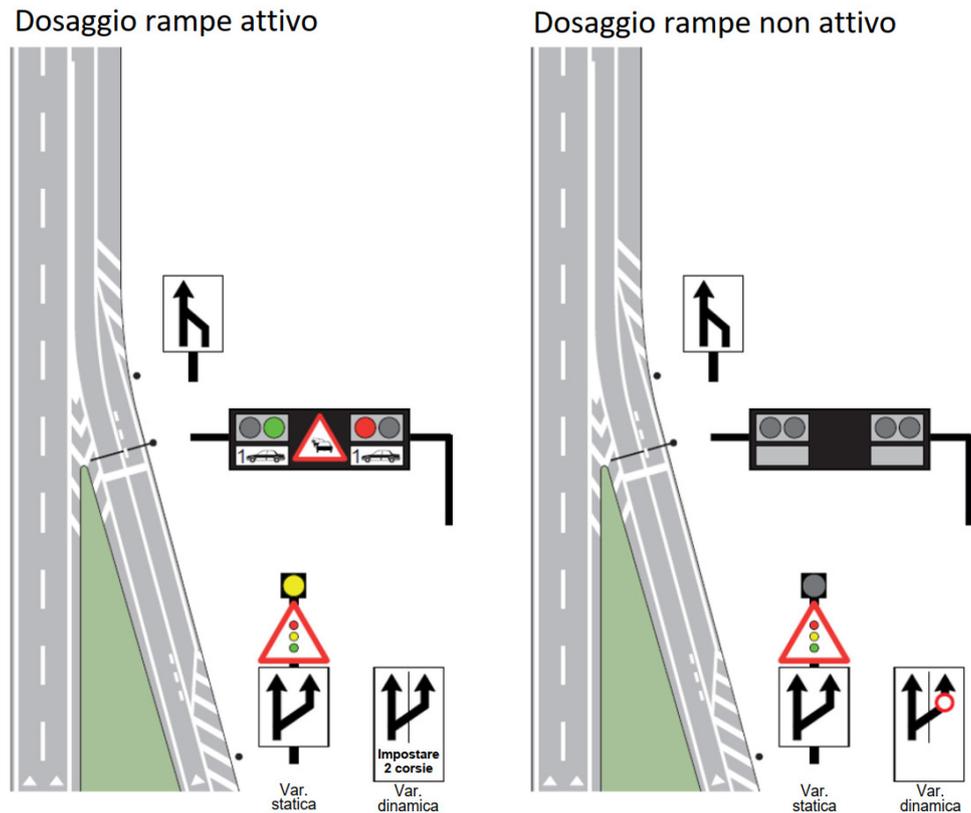


Fig. 5.2 Disposizione dei segnali e configurazione della segnaletica in caso di conversione della corsia d'emergenza sulla rampa (rampa di accesso per creare un ulteriore spazio di accumulo); variante di segnalazione statica e dinamica.

- b) Prolungamento della corsia di accelerazione a valle, così da creare uno spazio di accumulo a una corsia sufficientemente lunga da utilizzare come corsia dinamica permanente. La rampa di accesso è parallela al tratto principale della SN. Occorre altresì verificare i seguenti aspetti:
- larghezza sufficiente della rampa per i veicoli del servizio invernale;
  - accessibilità del tratto principale per veicoli di servizio in caso di eventi particolari;
  - separazione fisica della rampa dal tratto principale;
  - semafori di dosaggio rampe meno visibili dalla corsia di scorrimento.

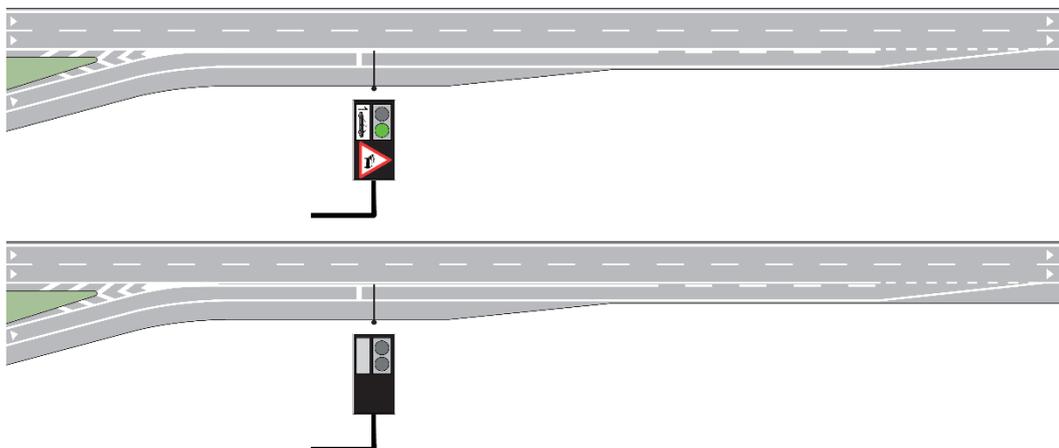


Fig. 5.3 Disposizione dei segnali e configurazione della segnaletica in caso di conversione della corsia d'emergenza sulla rampa (corsia di accelerazione per creare un ulteriore spazio di accumulo); in alto in funzione, in basso fuori servizio.

## Segnaletica

Per il dosaggio rampe, nella zona di accesso si colloca un semaforo con due campi luminosi (rosso e verde) di diametro pari a 300 mm. Oltre al semaforo occorrono anche due pannelli a messaggio variabile. Con il segnale 1.31 “Colonna” e un pannello integrativo si richiama l’attenzione sulla particolare situazione di dosaggio rampe. Il pannello integrativo si trova sotto al semaforo e riporta il simbolo “Autoveicoli leggeri” (segnale 5.20 ai sensi dell’OSStr [1]) con una cifra a sinistra corrispondente al numero di veicoli che possono entrare contemporaneamente con accesso controllato per singolo veicolo. Simbolo e cifre vengono attivati quando entra in funzione l’impianto di dosaggio, nello specifico:

- il numero 1 in caso di accesso controllato per singolo veicolo (fase di semaforo verde 2 secondi);
- il numero 2, in caso di estensione dell’accesso controllato per singolo veicolo allo scopo di ritardare un congestionamento dello spazio di accumulo esistente sulla rampa (fase di semaforo verde 3 secondi).

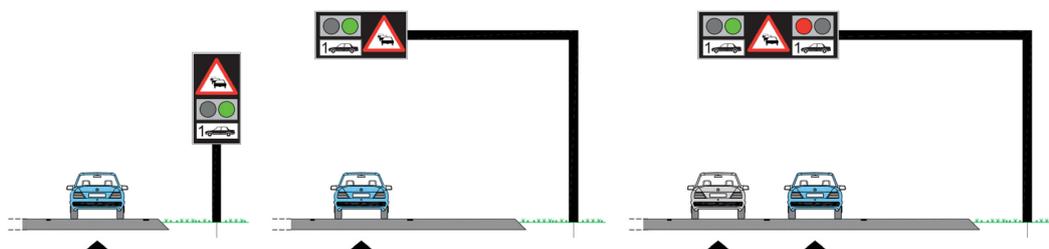


Fig. 5.4 Configurazione dei segnali in caso di accesso: a una corsia senza corsia d'emergenza (a sinistra), a una corsia con corsia d'emergenza (al centro), a due corsie (a destra) con un sistema di dosaggio rampe tramite accesso controllato per singolo veicolo.

Lo schermo di contrasto dev'essere fornito con il frontale di colore nero e il bordo bianco conforme al documento 23001-11430 “Manuale tecnico BSA, Scheda tecnica elementi di costruzione, Segnaletica, Sistemi VM, Lampeggiante, semaforo” [15].

Nello stato di base (con dosaggio rampe disattivato) i semafori e i pannelli a messaggio variabile sono spenti ovvero in posizione neutra. Il processo di attivazione e disattivazione visibile per l'utente stradale è basato sulle disposizioni della norma SN 640 807 [10].

La distanza tra il semaforo in corrispondenza della linea d'arresto e l'area di immissione alla fine della corsia di accelerazione dev'essere stabilita in modo tale che anche un autoveicolo possa raggiungere, da fermo e fino alla fine dell'area di entrata, una velocità sufficiente a inserirsi. Il metodo di calcolo è descritto nel capitolo 6 della norma SN 640 261 [8]. Con questa distanza aggiuntiva si ottiene una sufficiente separazione tra la regolazione del segnale luminoso e la successiva area di immissione nel tratto principale della SN (distanza sufficiente tra l'ISL e il segnale “Dare precedenza”).

Nell'area di entrata (normalmente all'inizio della rampa di accesso) il segnale avanzato 1.27 “Segnali luminosi” richiama l'attenzione sul dosaggio rampe. In caso di segnale avanzato di tipo statico, è necessario un lampeggiante giallo supplementare che rimanga attivo per l'intera durata del dosaggio rampe. Se per il segnale avanzato si utilizza invece un segnale variabile, il lampeggiante giallo non è necessario.

In presenza di rampe di accesso lunghe ovvero in caso di spazi di accumulo può essere opportuno installare, in via opzionale, un ulteriore segnale variabile con pittogramma 1.31 “Colonna”. Va verificata inoltre la necessità di segnalare il dosaggio attivato sul nodo secondario.

In determinate circostanze, quando si rende necessario anche un accesso controllato per plotoni a monte (con più di due veicoli in entrata per ogni fase di semaforo verde, vedi capitolo 5.2.5), si impiegheranno semafori con tre campi luminosi (rosso, giallo e verde). In questi casi non è necessario alcun pannello integrativo né occorre indicare alcuna cifra.

### Rilevazione del traffico (rilevatori)

La posizione e la funzione dei dispositivi di rilevamento traffico dipendono dalla procedura di controllo impiegata. Di seguito si terrà opportunamente conto dei requisiti funzionali della procedura di controllo definita nel capitolo 5.2.4.

Per rilevare la situazione attuale del traffico sul tratto principale della SN si installa a monte di ciascuna corsia di marcia un rilevatore (vedi Fig. 5.5). Sulla base della rilevazione per singolo veicolo a livello di campo, si predispongono a intervalli ravvicinati parametri quali intensità del traffico, velocità e grado di occupazione.

Un rilevatore di coda va previsto nella zona di entrata / nella rampa di accesso alla fine dello spazio di accumulo. Il rilevatore serve contemporaneamente anche per l'algoritmo di conteggio del traffico. In caso di spazi di accumulo molto lunghi può essere utile aggiungere un rilevatore di coda intermedio.

In corrispondenza della sezione di dosaggio, immediatamente dopo la linea d'arresto, viene installato un rilevatore di uscita in grado di determinare il volume di traffico effettivo (monitoraggio) che entra in autostrada.

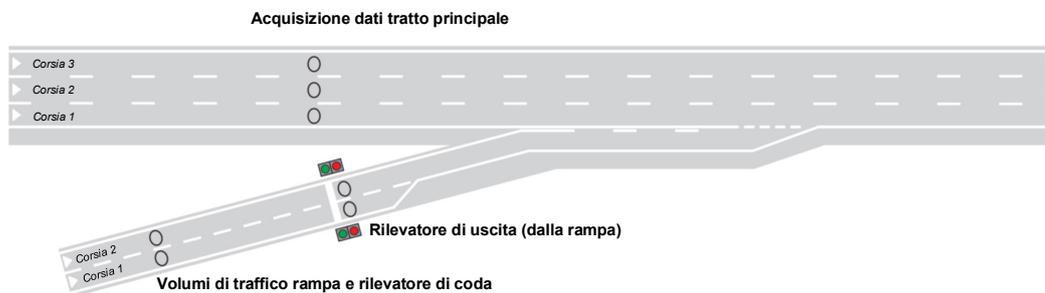


Fig. 5.5 Disposizione dei rilevatori

## 5.2.4 Controllo del dosaggio rampe

### Criteri di base

L'accesso controllato per singolo veicolo (contagocce) rappresenta la principale modalità di dosaggio, attivata sempre quando si è possibile ricavare spazio di accumulo sufficiente sulla rampa o prolungando la corsia di accelerazione (corsia dinamica locale). In questo modo, i veicoli in attesa ottengono singolarmente il verde, procedendo così uno alla volta verso la corsia di accelerazione e l'area di immissione. L'afflusso sull'autostrada viene regolato intervenendo sulla durata della fase di semaforo rosso.

I volumi di afflusso sulla rampa vengono modulati in funzione dei dati aggiornati sulla viabilità per ottimizzare i livelli tecnici di capacità nella zona di accesso. Contestualmente si tiene sotto controllo lo spazio di accumulo, monitorato con appositi sistemi, per intervenire in caso di ripercussioni sulla rete secondaria.

A dosaggio operativo il semaforo segnala una fase di verde di 2 secondi e una fase di rosso di durata variabile che non dovrebbe comunque durare più di 18 secondi per rimanere nei limiti di accettabilità per l'utenza. In tal caso il tempo di ciclo risultante è di circa 20 secondi e consente così, in caso di installazioni a una sola corsia, un afflusso minimo di 180 veicoli all'ora.



Fig. 5.6 Ripartizione della fase di semaforo verde e rosso nelle installazioni a una sola corsia con tempo di ciclo massimo (20 secondi)

La fase di rosso si può ridurre fino a un minimo di 2 secondi, con conseguente afflusso massimo pari a 900 veicoli all'ora e un tempo di ciclo pari a 4 secondi.

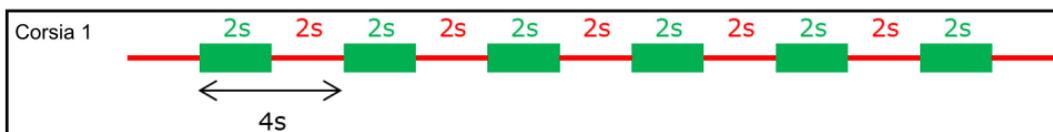


Fig. 5.7 Ripartizione della fase di semaforo verde e rosso nelle installazioni a una sola corsia con tempo di ciclo minimo (4 secondi)

Nelle configurazioni a due corsie l'afflusso massimo è di 1200 veicoli all'ora con un tempo di ciclo pari a 6 secondi (fase "tutto rosso" minimo di 1 secondo).

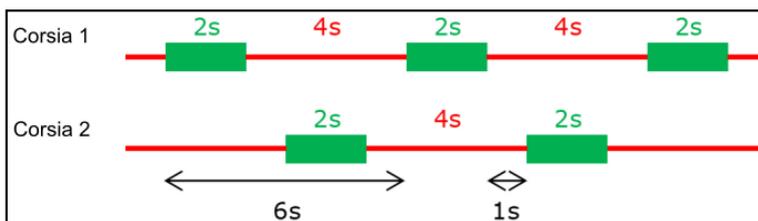


Fig. 5.8 Ripartizione della fase di semaforo verde e rosso nei sistemi a due corsie con tempo di ciclo minimo (4 secondi)

Se i volumi di afflusso sono tali da richiedere una soluzione a due corsie, tuttavia non realizzabile per caratteristiche locali, è possibile ampliare a 3 secondi la fase di verde minima specificando "2 veicoli": questo permetterebbe teoricamente una frequenza massima di 1440 veicoli all'ora cadenzata a un tempo di ciclo pari a 5 secondi.

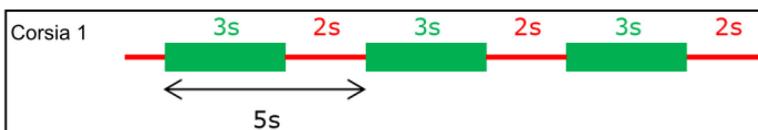


Fig. 5.9 Ripartizione della fase di semaforo verde e rosso nelle situazioni a corsia unica con fase di verde minima di 3 secondi

### Algoritmo di controllo

Come variante standard per l'algoritmo di controllo si deve utilizzare il modello McMaster. Altri algoritmi si possono utilizzare in casi eccezionali giustificati.

Le seguenti descrizioni sull'applicazione del modello McMaster si basano sul progetto di ricerca "Rampenbewirtschaftung Anforderung an Regelungsverfahren" [17].

Una possibile programmazione dell'algoritmo McMaster è descritta sotto forma di struttogramma nell'Allegato I.

Sul tratto principale, in corrispondenza dell'entrata, il modello McMaster effettua una distinzione tra stato di funzionamento regolare (scorrevole) e perturbato (coda). Il monitoraggio dei diversi parametri è riferito alla corsia di marcia. A tal fine si utilizza un algoritmo che tiene conto di un limite primario e di due limiti secondari.

Il limite primario si basa sulla correlazione tra intensità di traffico e grado di occupazione. La linea limite  $q_{bGrenz}$  tra gli stati "scorrevole" e "coda" viene calcolata tramite il grado di occupazione misurato a monte:

$$q_{bGrenz} = \alpha \times b^\beta + q_{Korrektur}$$

$\alpha$	Parametro della funzione di potenza, influenza la pendenza della linea limite
$\beta$	Parametro della funzione di potenza, influenza l'andamento della linea limite
$q_{Korrektur}$	Punto d'intersezione con l'asse y, produce uno spostamento parallelo della linea limite

La linea limite ha la forma di una funzione di potenza e viene traslata lungo l'asse verticale in base al valore di correzione.

Sulla base della linea limite l'algoritmo determina se la situazione del traffico è perturbata ("coda") o regolare ("scorrevole"). Si verifica quindi uno dei seguenti scenari:

- Situazione del traffico perturbata ("coda"):
  - l'intensità di traffico misurata a monte è inferiore a quella ricavata dalla linea limite calcolata;
  - oppure il grado di occupazione misurato sul tratto principale SN supera il valore soglia configurato;
  - oppure la velocità media misurata sul tratto principale SN è inferiore al valore soglia configurato.
- Situazione del traffico regolare ("scorrevole"):
  - l'intensità del traffico misurata a monte è superiore a quella ricavata dalla linea limite calcolata;
  - oppure il grado di occupazione misurato sul tratto principale SN ha un valore inferiore al valore soglia configurato;
  - oppure la velocità media misurata sul tratto principale SN è superiore al valore soglia configurato.

Come limiti secondari tra le due situazioni si considerano, in funzione del tempo, sia il grado di occupazione che la velocità. Per decidere se attivare il dosaggio rampe, McMaster utilizza il misuratore di stabilità. La situazione di traffico valutata per ciascun parametro viene sottoposta a conteggio, attivando o disattivando il dosaggio rampe quando il contatore raggiunge un valore configurato. Per rilevare la situazione di traffico perturbata ("coda") o regolare ("scorrevole"), è sufficiente che uno dei parametri sopra indicati superi o rimanga al di sotto del valore soglia durante un numero predefinito di intervalli.

L'iterazione per l'attivazione del dosaggio rampe avviene solo se il dosaggio stesso è disattivato. Il seguente diagramma illustra la procedura di regolazione necessaria all'attivazione:

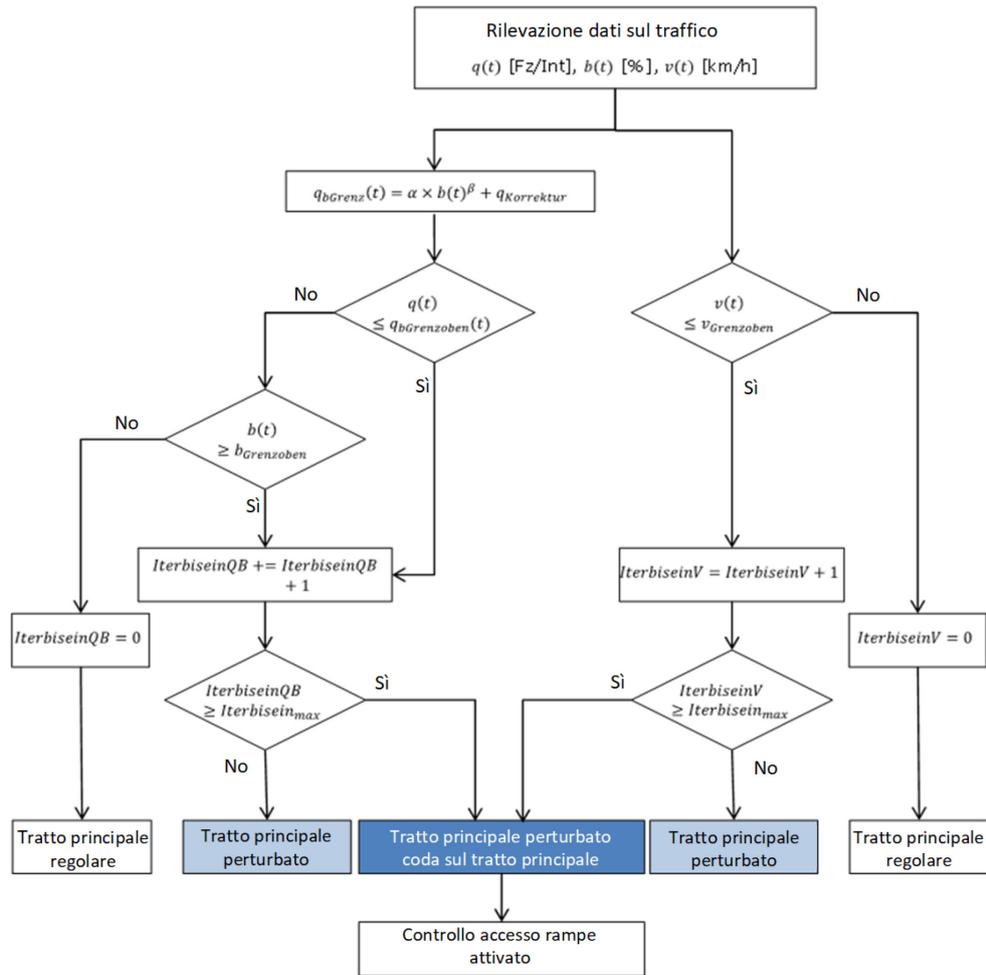


Fig. 5.10 Diagramma di flusso per l'attivazione del dosaggio rampe.

L'iterazione per la disattivazione del dosaggio rampe avviene solo se il dosaggio stesso è attivato. Il controllo accesso rampe viene nuovamente disattivato solo se nell'arco di un numero regolabile di intervalli la situazione della viabilità viene identificata come regolare ("scorrevole"). Il seguente diagramma illustra la procedura di regolazione necessaria alla disattivazione:

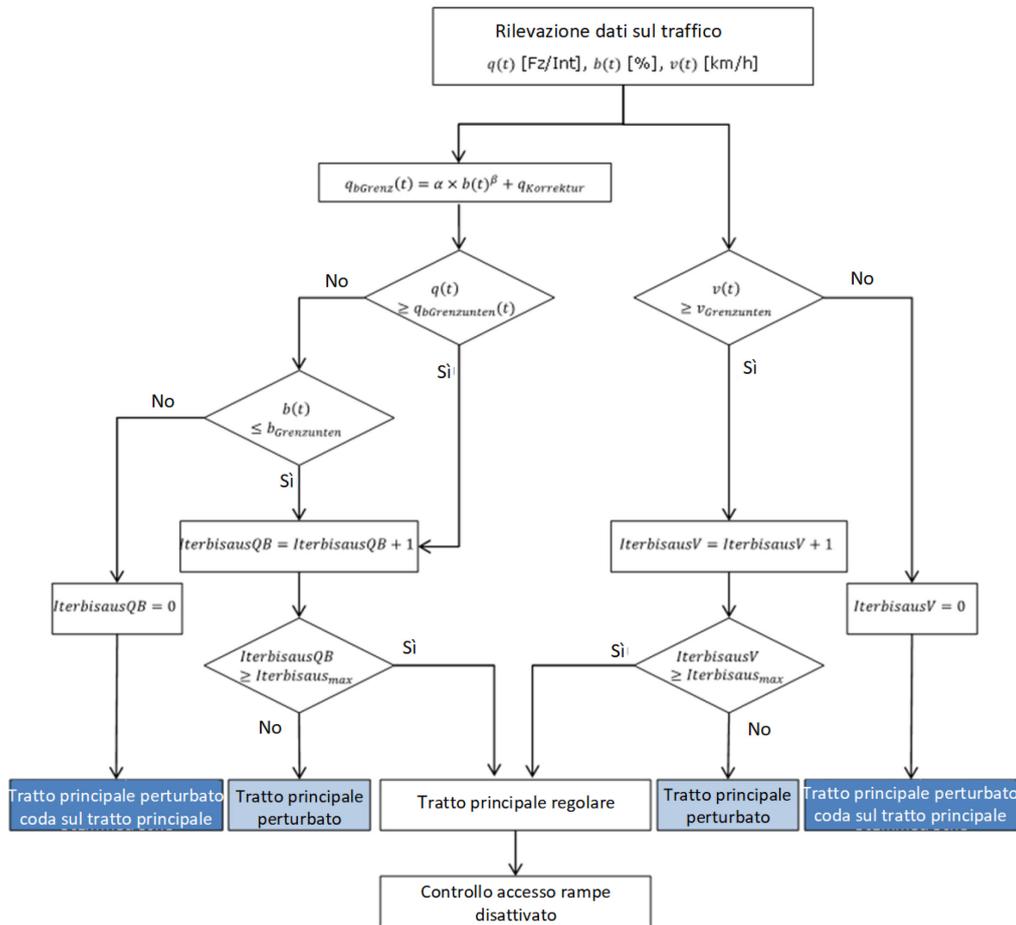


Fig. 5.11 Diagramma di flusso per la disattivazione del dosaggio rampe.

L'implementazione dell'algoritmo va adeguata alla singola situazione. Tuttavia, è possibile utilizzare i seguenti valori indicativi come base di riferimento per la configurazione:

Tab. 5.12 Parametri di impostazione base McMaster – attivazione/disattivazione

Parametro	Descrizione	Valore indicativo	Minimo	Massimo
$\alpha$	Pendenza della linea limite $q_{bGrenz}$	1.7	1	2.5
$\beta$	Andamento della linea limite $q_{bGrenz}$	0.8	0.5	1
$q_{Korrektur}$	Punto d'intersezione asse y	-2	-5	0
$q_{bGrenzunten}$ [Fz/30s]	Carico limite per traffico regolare	20	-	< $q_{bGrenzoben}$
$q_{bGrenzunten}$ [Fz/30s]	Carico limite per traffico perturbato	30	> $q_{bGrenzunten}$	-
$b_{Grenzunten}$ [%]	Grado di occupazione limite per traffico regolare	15	0	< $b_{Grenzoben}$
$b_{Grenzoben}$ [%]	Grado di occupazione limite per traffico perturbato	25	> $b_{Grenzunten}$	100
$v_{Grenzunten}$ [km/h]	Velocità limite per traffico regolare	80	> $v_{Grenzoben}$	Velocità consentita
$v_{Grenzoben}$ [km/h]	Velocità limite per traffico perturbato	60	0	< $v_{Grenzunten}$
<b>Itebisein</b>	Iterazione fino ad attivazione:			
Valore valido per gli iteratori QB e V	Valore massimo misuratore di stabilità per attivazione	10	1	-
<b>Itebisaus</b>	Iterazione fino a disattivazione:			
Valore valido per gli iteratori QB e V	Valore massimo misuratore di stabilità per disattivazione	10	1	-

In caso di rischio di formazione di code sul tratto principale SN, si stabilisce il tempo di ciclo sulla base del volume di traffico in entrata misurato sulla rampa. Questo, a sua volta, si determina sulla base di un calcolo di tendenza esponenziale dell'ultimo flusso misurato in entrata sulla rampa. In questo calcolo tendenziale si ponderano il valore attuale e quello precedente:

$$q_P = \bar{q}_0 = \alpha \times q_1 + (1 - \alpha) \times \bar{q}_{att}$$

$q_P$	Valore previsionale, costante durante l'intero periodo di valutazione
$\bar{q}_0$	Valore medio livellato esponenzialmente al momento attuale
$q_1$	Ultimo valore di misurazione (il più recente)
$\bar{q}_{att}$	Valore medio livellato esponenzialmente del calcolo precedente
$\alpha$	Coefficiente di livellamento per il valore medio $0 \leq \alpha \leq 1$

Maggiore è il coefficiente  $\alpha$ , più l'andamento della linea è equiparabile a quello attuale.

Per prevedere l'andamento della linea in modo più affidabile, si può calcolare la differenza tra l'ultimo valore e il valore medio livellato del calcolo precedente, utilizzandolo come valore correttivo:

$$q_P = \bar{q}_0 + \Delta \bar{q}_0$$

$$\Delta \bar{q}_0 = \beta \times (q_1 - \bar{q}_{att}) + (1 - \beta) \times \Delta \bar{q}_{att}$$

$\Delta \bar{q}_0$	Differenza livellata esponenzialmente al momento attuale
$\Delta \bar{q}_{att}$	Valore medio livellato esponenzialmente del calcolo precedente
$\beta$	Coefficiente di livellamento per la tendenza $0 \leq \beta \leq 1$

Successivamente si determina il tempo di ciclo in modo tale che il volume di traffico misurato nell'intervallo di tempo precedente possa entrare nell'intervallo successivo. Il valore calcolato viene sempre arrotondato al secondo pari e intero. Se il volume di traffico previsto è superiore alla capacità di dosaggio della rampa, non è possibile procedere all'attivazione. Indipendentemente da questo calcolo, il tempo di ciclo non può inoltre superare un valore massimo predefinito.

Come base per la configurazione dell'algoritmo al fine di determinare il tempo di ciclo è possibile utilizzare i seguenti valori indicativi. L'implementazione dell'algoritmo va tuttavia adeguata alla singola situazione.

Tab. 5.13 Parametri di impostazione base McMaster – determinazione del tempo di ciclo

Parametro	Descrizione	Valore indicativo	Minimo	Massimo
$\alpha$	Coefficiente di livellamento per il valore medio	0.1	0	1
$\beta$	Coefficiente di livellamento per la tendenza	0.1	0	1
$t_{u\min}$	Tempo di ciclo minimo	4	4	$[< t_{u\max}]$
$t_{u\max}$	Tempo di ciclo massimo	20	$[> t_{u\min}]$	20

Se sulla rampa si formano lunghi incolonnamenti che compromettono la viabilità sul nodo secondario, il dosaggio viene ridotto o disattivato. A tal proposito si monitorano i superamenti del limite del grado di occupazione ammesso dal rilevatore di coda. Ai fini del monitoraggio si utilizza un misuratore di stabilità che conferma l'affidabilità del rilevamento code. Quando si registra il superamento del valore limite, scattano due fasi di reazione. Se il contatore ha un valore superiore a zero, si attiva la segnalazione "Traffico perturbato sulla rampa" e si imposta un tempo di ciclo predefinito. Se il contatore supera nuovamente un valore configurato, viene emessa la segnalazione "Coda sulla rampa" e si disattiva il dosaggio. In linea di massima, tuttavia, le quantità dosate e gli spazi di accumulo dovrebbero essere coordinati e dimensionati in modo tale che in fase di operatività normale non vi sia il rischio di un congestionamento che renda necessaria la disattivazione.

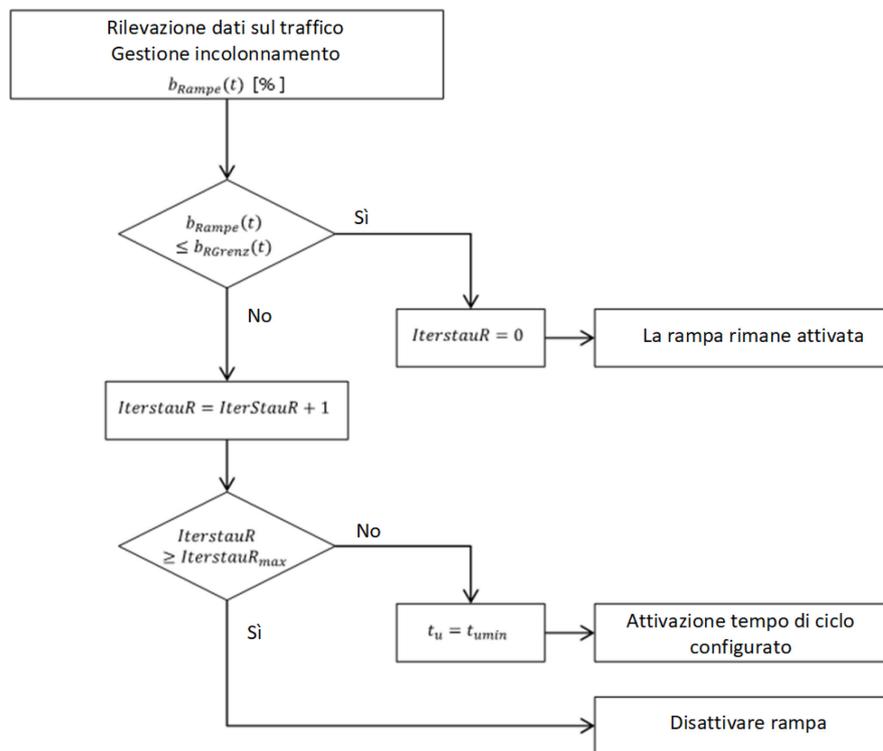


Fig. 5.14 Diagramma di flusso per la gestione degli incolonnamenti (disattivazione rampa).

A dosaggio disinserito si monitora la situazione sulla rampa per procedere alla riattivazione solo una volta risolta la coda. Anche questo processo, analogo alla disattivazione per rilevazione di coda, prevede un misuratore di stabilità:

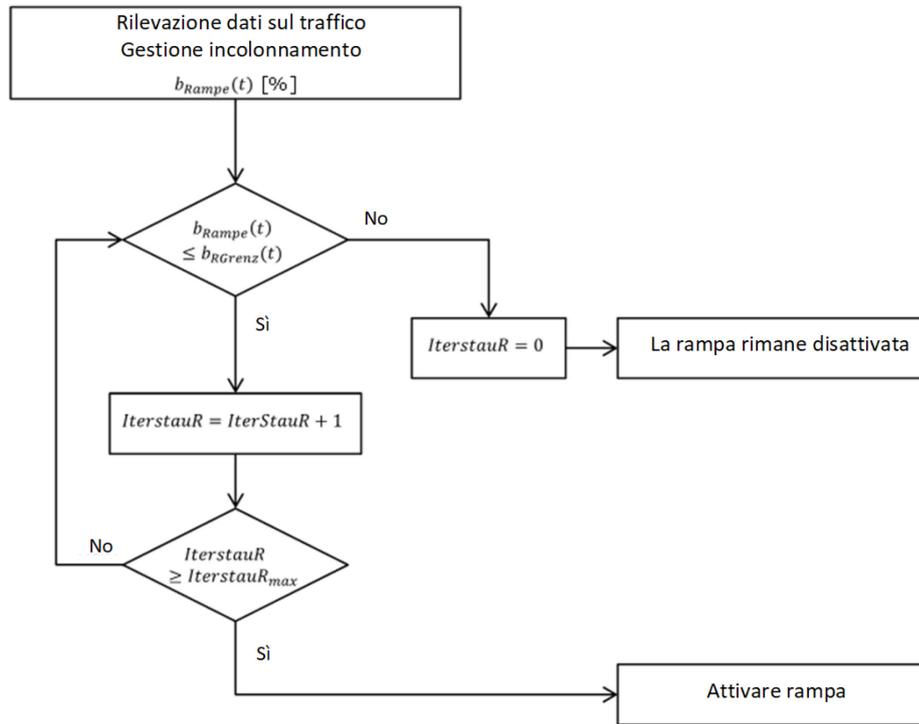


Fig. 5.15 Diagramma di flusso per la gestione degli ingorghi (attivazione rampa).

I seguenti valori indicativi per la gestione dell'incolonnamento sulla rampa di accesso si possono utilizzare come impostazione iniziale di riferimento per la configurazione dell'algoritmo. L'implementazione dell'algoritmo va adeguata alla singola situazione.

Tab. 5.16 Parametri di impostazione base McMaster – gestione ingorghi

Parametro	Descrizione	Valore indicativo	Minimo	Massimo
<b>IterstauR</b>	Iter codaR: Valore massimo misuratore di stabilità per allarme coda	2	1	-
<b>b<sub>RGrenz</sub> [%]</b>	Massimo grado di occupazione del rilevatore di coda	30	0	100
<b>Tempo di ciclo [s]</b>	Tempo di ciclo fisso in caso di coda	5	4 (0*)	t <sub>umax</sub>

\* Passa immediatamente a verde permanente fino al comando di dosaggio successivo

### 5.2.5 Accesso controllato a plotoni veicolari

Se lo spazio di accumulo sulla rampa è insufficiente o non realizzabile, il dosaggio è possibile solo a monte, in un nodo secondario semaforizzato o altro spazio di accumulo. Poiché una fase di semaforo verde di almeno 4 secondi (fase di verde minima per ISL) consente l'ingresso contemporaneo in autostrada di più veicoli, questo tipo di dosaggio equivale all'accesso controllato a plotoni, agendo sulla durata della fase di verde o rosso. Questa modalità, seppur meno flessibile ed efficace di un classico contagocce, se abbinata a quest'ultimo può servire da sistema di predosaggio.

L'accesso controllato a plotoni veicolari richiede il dosaggio di più corsie in entrata a mezzo di un convenzionale semaforo a tre luci sul nodo secondario, impostando una fase di verde variabile di almeno 4 secondi, una fase di rosso variabile di almeno 5 secondi e le immagini intermedie (giallo e rosso/giallo). Il piano dei tempi di segnalazione del nodo secondario

stabilisce i parametri come durata e sequenza delle fasi oppure le lunghezze massime d'incolonnamento da considerare nel dosaggio in entrata. La modalità a plotoni prevede una segmentazione minima delle fasi di verde originarie per lo stato senza dosaggio. La fase di rosso fra due segmenti è di 5 secondi in modo da prevenire il rischio di infrazione al semaforo. Questi accorgimenti non devono condizionare le correnti di traffico non interessate, anche prevedendo spazi di accumulo aggiuntivi per le corsie soggette a dosaggio.

### 5.2.6 Dosaggio rampe coordinato

Qualora un singolo dosaggio rampe non basti ad assicurare condizioni di fluidità soddisfacenti sulla SN, è possibile estendere l'intervento progettando un sistema coordinato di impianti installati presso gli svincoli posti a monte.

I tempi di attesa necessari agli accessi sono ripartiti su una sequenza di svincoli di un tratto autostradale (ponderati per volumi in entrata e tempi di percorrenza verso il collo di bottiglia): il dosaggio più vicino a un collo di bottiglia del tratto principale SN funge da riferimento (impianto master) e coordina gli altri impianti.

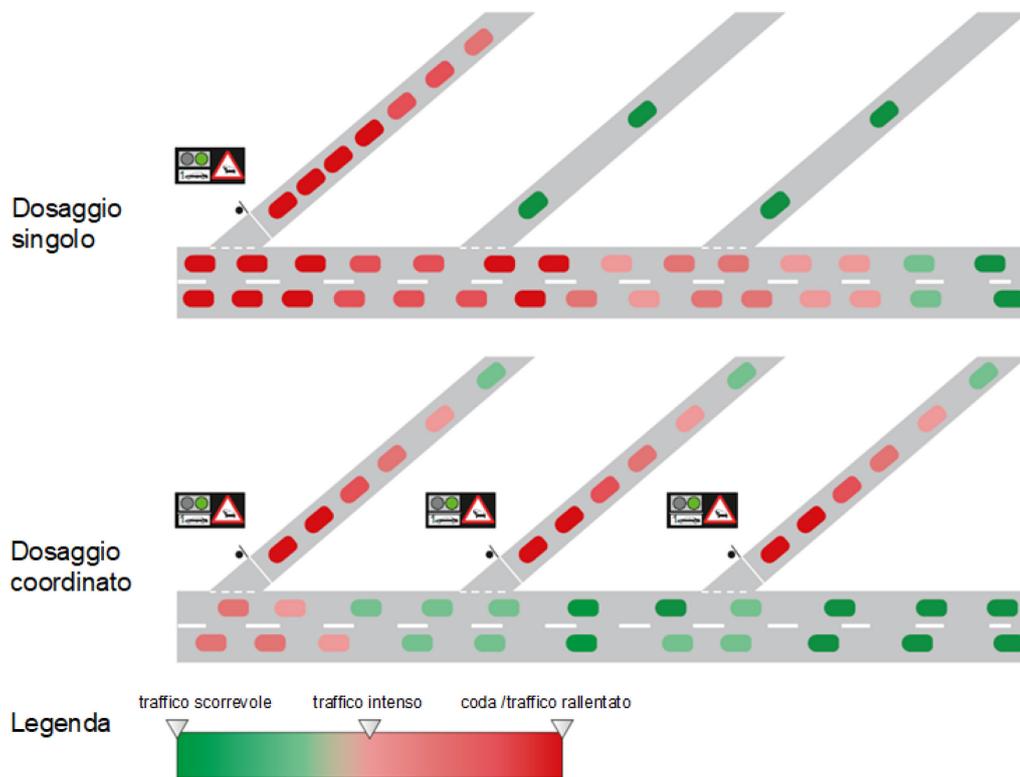


Fig. 5.17 Esempio di dosaggio rampe coordinato

## 5.2.7 Scelta del tipo di dosaggio (singolo / coordinato)

Il percorso di valutazione per il dimensionamento del dosaggio rampe e in particolare per la scelta fra sistema singolo o coordinato è rappresentato in Fig. 5.18 e illustrato nei paragrafi a seguire. Generalmente occorre effettuare uno studio di varianti.

Si determina in base ai seguenti parametri:

- volume di accumulo necessario per raggiungere il LdS D (secondo la norma SN640018a [7]) sul tratto principale della SN dopo l'ingresso:  $Q_{\text{Abfluss, vorhanden}} - Q_{\text{Abfluss, VQS D}}$ ;
- possibile volume di accumulo sullo svincolo (volume di traffico trattenuto a dosaggio massimo senza calcolare lo spazio di accumulo esistente:  $Q_{\text{Rampe, vorhanden}} - Q_{\text{bei max dosieren}}$ );
- tempo di attesa sulla rampa;
- distanza dagli svincoli successivi.

Sulla base dei parametri e delle circostanze locali, si valuta la modalità di controllo più adatta e se occorrono misure di supporto. I motivi principali di un dosaggio singolo o coordinato sono sintetizzati qui di seguito.

Motivi principali di un dosaggio singolo:

- spazio di accumulo sufficiente e volume di traffico minimo sulla rampa di accesso (tempo di attesa sulla rampa < 7 minuti);
- possibile volume di accumulo sullo svincolo superiore al volume necessario per raggiungere il LdS D sul tratto principale della SN;
- svincolo successivo troppo lontano e al di fuori dell'area di influenza.

Motivi principali di un dosaggio coordinato:

- spazio di accumulo insufficiente e volume di traffico elevato sulla rampa di accesso (tempo di attesa sulla rampa > 7 minuti);
- possibile volume di accumulo sullo svincolo inferiore al volume necessario per raggiungere il LdS D sul tratto principale della SN;
- successione di svincoli ravvicinati → Rischio elevato di spostamento di traffico, forti correlazioni tra gli svincoli.

Nel progettare uno spazio di accumulo sul nodo secondario occorre considerare i tempi di attesa dell'intero sistema (rampa e nodo secondario). Per evitare spostamenti verso la rete secondaria, è necessario limitare a livelli accettabili il tempo di permanenza sulla rampa in base alle circostanze locali. Oltre a limitare l'attesa massima a 7 minuti sulla rampa, bisognerà pertanto evitare di superare il tempo totale (nodo secondario e rampa) pari a 12 minuti. Parallelamente si deve verificare la presenza di uno spazio di accumulo sufficiente nell'area di accesso per evitare di penalizzare il nodo secondario e la rete secondaria.

Se malgrado gli interventi intrapresi nel nodo secondario lo spazio di accumulo in ingresso è ancora insufficiente, si raccomanda di valutare un dosaggio ripartito su più svincoli. Il dosaggio coordinato prevede una ripartizione dei tempi di attesa sui singoli svincoli in misura proporzionale ai rispettivi volumi in entrata. Partendo da questa base, la suddetta valutazione viene applicata alle singole rampe di accesso per definire ulteriori misure (ad es. spazio di accumulo ampliato o altra ripartizione sugli svincoli). Questo processo iterativo prosegue fino a raggiungere il volume di accumulo necessario.



Fig. 5.18 Procedura per la scelta del tipo di dosaggio rampe

## 5.3 Immissione assistita (FLS per la chiusura della corsia di scorrimento) nella strada nazionale

### 5.3.1 Considerazioni generali

Con la chiusura di una corsia di scorrimento sulla SN è possibile mantenere libera l'area di accesso per i veicoli in entrata: la manovra di immissione è significativamente agevolata per l'assenza di zone di scambio/punti di conflitto per confluenza. Questa soluzione è indicata in contesti straordinari (ad es. in occasione di grandi eventi) per gestire adeguatamente i flussi in entrata.

La chiusura della corsia di scorrimento, richiedendo sull'asse principale lo spostamento del traffico (autocarri inclusi) verso la corsia di sorpasso riduce la capacità stradale. Pertanto, nel vagliare tale misura occorre verificare che dopo l'attivazione la circolazione possa essere mantenuta scorrevole, per cui i volumi di traffico sull'asse principale e all'ingresso vanno costantemente rilevati e monitorati.

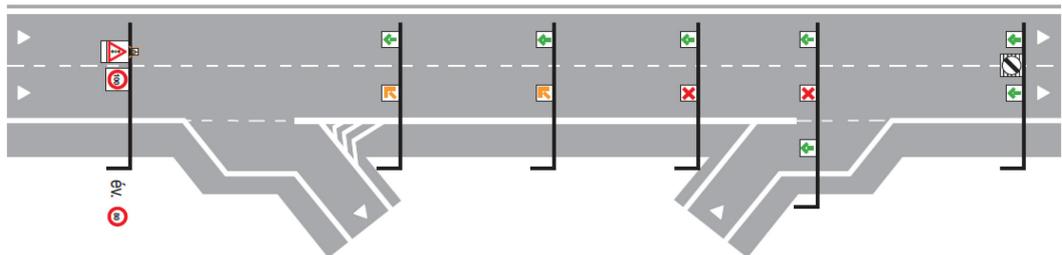
È possibile procedere:

- sulla base di fasce orarie (ad es. dalle 17:00 alle 19:00)
- con modalità automatica, in funzione dell'intensità del traffico
- con modalità manuale

La chiusura della corsia scorrimento tramite FLS è in genere competenza di VMZ-CH.

La misura va attuata solo nel contesto di sistemi FSL pianificati o esistenti.

### 5.3.2 Segnaletica



*Fig. 5.19 Semafori di corsia reversibile per la chiusura della corsia di scorrimento prima delle zone di entrata.*

Le distanze tra i singoli portali vanno previste in conformità alla norma VSS 640 802 [9].

## 6 Interventi in uscita

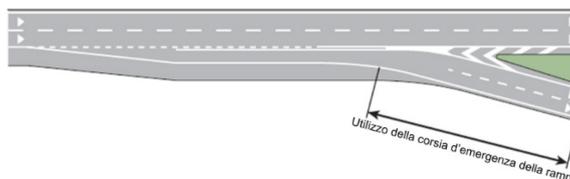
All'uscita di un'autostrada altamente trafficata, in fasi particolarmente intense possono formarsi lunghe code, idealmente concentrate e localizzate nell'area della rampa di uscita. Se il fenomeno supera la cuspide geometrica, arrivando fino alla corsia di decelerazione e oltre, è prevedibile che la situazione impatti sul flusso veicolare del tratto principale della SN e sulla sicurezza.

La capacità dell'area di uscita dipende fortemente dallo schema di nodo secondario (intersezione semaforizzata, non semaforizzata, a rotonda). Se ad esempio presso un nodo senza regolazione semaforica la manovra di svolta a sinistra è bloccata, la corrente interessata non può defluire intasando la strada fino al tratto principale della SN, dove il rischio di incidenti può essere elevato.

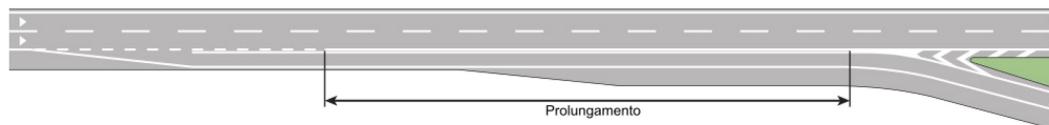
Per migliorare la fluidità del traffico e garantire la sicurezza sono indicate le seguenti misure nell'area di uscita della SN.

**Tab. 6.1 Misure di controllo delle aree di uscita**

Descrizione intervento	Altri documenti pertinenti
Schema di nodo secondario: - Adattamento schema (intersezione semaforizzata, non semaforizzata, a rotonda) - Adattamento canalizzazione (ad es. corsia supplementare) - Correnti separate (manovre di svolta) - Separazione tra traffico motorizzato (TMP), mobilità lenta (ML) e trasporto pubblico (TP)	Direttiva ASTRA 15020 "Nodi secondari" [6]
- Nodo semaforizzato e assistito (spazio di accumulo, fase di verde ampliata in uscita per evitare code a monte fino in autostrada, dosaggio)	Direttiva ASTRA 15020 "Nodi secondari" [6]
Gestione di deflussi sul nodo secondario in caso di evento critico sull'autostrada	Direttiva ASTRA 15020 "Nodi secondari" [6]
Corsia dinamica locale e permanente sulla rampa per ampliare lo spazio di accumulo (e prevenire code in autostrada)	



Se le misure conformi alla tabella 6.1 non sono sufficienti o realizzabili, è ipotizzabile una corsia dinamica locale, permanente per prolungare il tratto di decelerazione (e prevenire code sul tratto principale della SN). In deroga alla norma SN 640 854 [12] tale prolungamento avviene in corrispondenza della linea di sicurezza, da configurare in modo tale che l'incolonnamento non sconfini sul tratto principale.



**Fig. 6.2 Prolungamento dell'uscita**



## Allegati

<b>I</b>	<b>Struttogramma McMaster</b> .....	<b>33</b>
I.1	Dati McMaster .....	33
I.1.1	Dati di configurazione.....	33
I.1.2	Dati di inserimento .....	36
I.1.3	Dati interni .....	36
I.1.4	Dati emessi.....	36
I.2	LOGICA MCMaster .....	37
I.2.1	Sequenza di programma.....	37
I.2.2	Inizializzazione (#19).....	38
I.2.3	Acquisizione e predisposizione dei dati inseriti (#22, #23) .....	40
I.2.4	Elaborazione dei dati inseriti con McMaster (#24).....	44



# I Struttogramma McMaster

## I.1 Dati McMaster

### I.1.1 Dati di configurazione

Dati utilizzati per affinare il comportamento dell'algoritmo McMaster.

#### I.1.1.1 Dati dell'algoritmo

```
double alpha;
double beta;
short q_korr;
unsigned short Q_UGest;
unsigned short Q_Gest;
unsigned short B_UGest;
unsigned short B_Gest;
unsigned short V_UGest;
unsigned short V_Gest;
unsigned short i_Ein;
unsigned short i_Aus;
unsigned short i_Stau_R;
double smooth_avg;
double smooth_trend;
VSRM_Detektor_Station detektor_stationen[VSRM_MAX_DET_STATIONEN];
```

#### VSRM\_Detektor\_Station (stazione rilevatore)

```
VSRM_Detektor_Kanal kanal_liste[VSRM_MAX_DET_KANAL];
VSRM_DET_Typ typ;
```

#### VSRM\_Detektor\_Kanal (canale rilevatore)

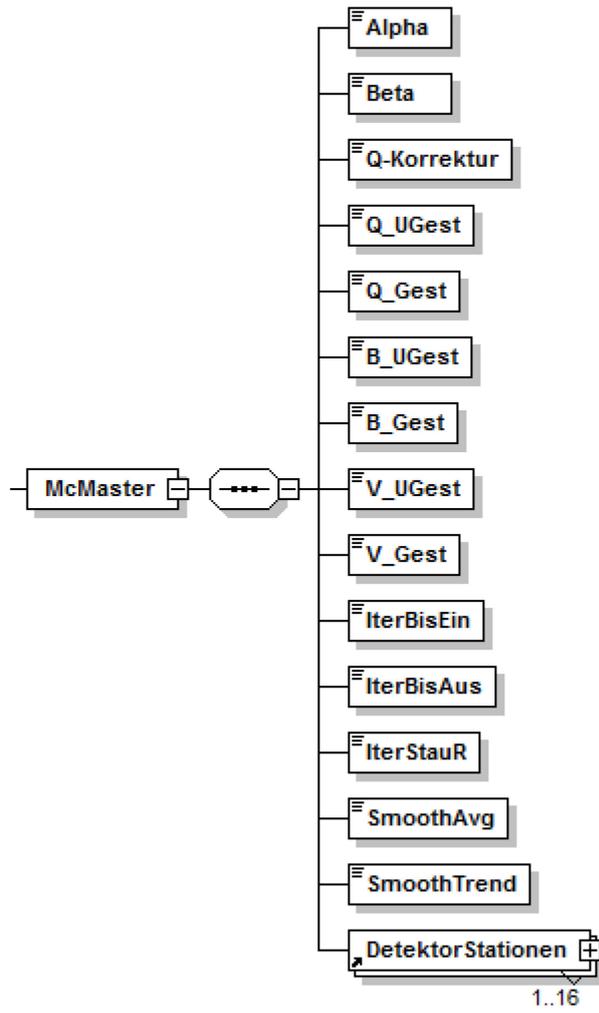
```
short int kanal_nr;
VSRM_Schalter zustand;
```

#### VSRM\_DET\_Typ (tipo di rilevatore)

```
S_UP
R_QUEUE
```

Nota: Le stazioni di rilevazione possono essere assegnate anche ai dati quadro (vedi I.1.1.2). Ciò dipende dall'implementazione dell'intero sistema.

### I.1.1.1.1 Algoritmo dei dati XML



### I.1.1.2 Dati quadro operativi

```

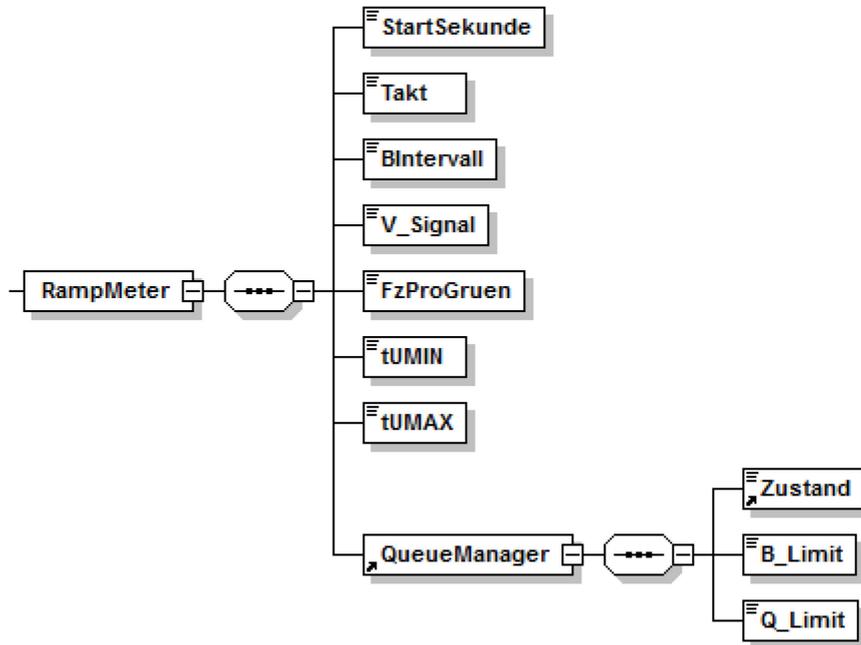
unsigned short start_sekunde;
unsigned short takt; /* Messwerte erfassen */
unsigned short t_beobachten; /* skaliert Beobachtungsintervall */
unsigned short v_signal; /* signalisierte V */
unsigned short fzProGruen;
unsigned short tU_MIN;
unsigned short tU_MAX;
VSRM_Queue_CTRL queue_control;
    
```

#### VSRM\_Queue\_CTRL

```

VSRM_Schalter zustand;
unsigned short limit_belgr;
unsigned short max_belastung;
    
```

### I.1.1.2.1 Dati quadro XML



### I.1.2 Dati di inserimento

Valori di misurazione dei rilevatori che vengono elaborati al momento dell'esecuzione dell'algoritmo.

Messwerte Stammstrecke (valori tratto principale)
<pre>double g_belgr_det; double g_impulse_det; double g_imp_r_up; double g_rQin_alt; double g_rQin_neu; double g_geschw_up; FIFO_Behaelter g_gleitend_impulse_B; FIFO_Behaelter g_gleitend_belgrad_B; FIFO_Behaelter g_gleitend_geschw_up_B;</pre>
Messwerte Rückstaumanagement (valori gestione incolonnamenti)
<pre>unsigned short g_ist_stau_R; unsigned short g_ist_kein_stau_R; unsigned short g_rampe_ein; unsigned short g_belgr_qdet; FIFO_Behaelter g_gleitend_belgrad_qdet_B;</pre>

### I.1.3 Dati interni

Dati che vengono creati provvisoriamente dall'algoritmo (ad es. risultati intermedi).

<pre>int g_zaeehler_QB ; int g_zaeehler_Q ; int g_zaeehler_B ; int g_zaeehler_V; int g_zaeehler_QB_U; int g_zaeehler_Q_U; int g_zaeehler_B_U; int g_zaeehler_V_U; int g_zaeehler_R_stau double g_rQin_alt_delta; double g_rQin_neu_delta; double g_rQin_P; FIFO_Behaelter g_gleitend_rq_prognose_B;</pre>
---

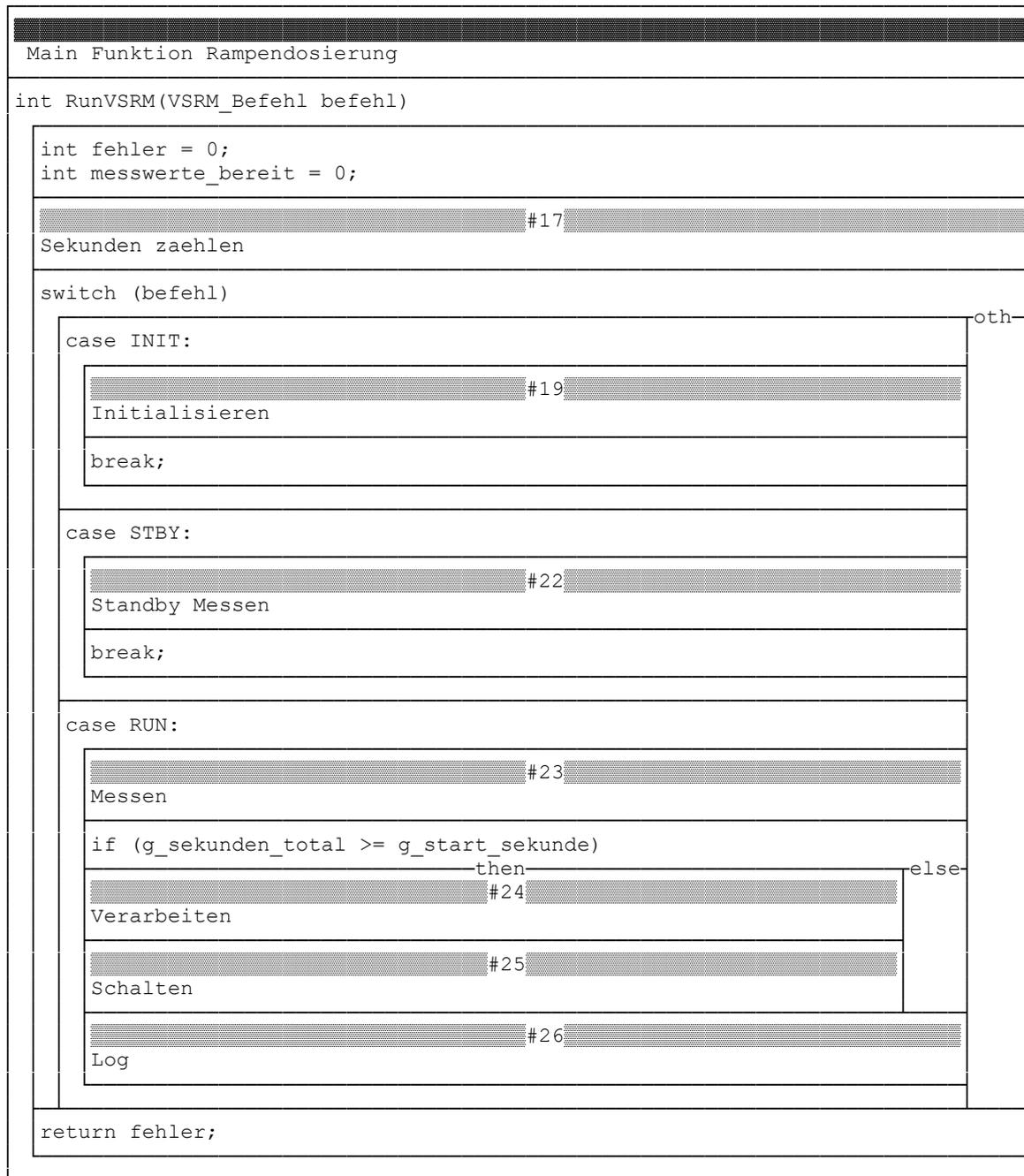
### I.1.4 Dati emessi

Dati che l'algoritmo fornisce per l'attivazione del gruppo di segnali.

<pre>unsigned short g_tU; unsigned short g_tU_MIN; unsigned short g_tU_MAX; unsigned short g_dosieren;</pre>
--

## I.2 LOGICA MCMaster

### I.2.1 Sequenza di programma



## I.2.2 Inizializzazione (#19)

Configurazione dei dati McMaster all'avvio del sistema

Dati quadro

Initialisierung
int Init()
<pre>int i = 0; int fehler = 0;</pre>
Init gemeinsame Variablen
<pre>g_sekunden_total = 0; g_start_sekunde = g_rampmeter.start_sekunde;  g_tU_MIN = inZehntelS(g_rampmeter.tU_MIN); g_tU_MAX = inZehntelS(g_rampmeter.tU_MAX); g_tU = g_tU_MIN - 10;  g_dosieren = 0;</pre>
<pre>g_abtastrate = 1; g_takt = g_rampmeter.takt; g_takt *= g_abtastrate;  g_takt_beobachten = g_rampmeter.t_beobachten; g_beobachtungszeit = g_takt_beobachten * g_takt;</pre>
Fahrstreifen Stammstrecke und Rampe
<pre>g_fs_SL = 0; g_fs_R = 0;</pre>

McMaster

<pre>g_zaeher_QB = 0; g_zaeher_Q = 0; g_zaeher_B = 0; g_zaeher_V = 0; g_zaeher_QB_U = 0; g_zaeher_Q_U = 0; g_zaeher_B_U = 0; g_zaeher_V_U = 0; g_zaeher_R_stau = 0;  g_rQin_alt_delta = 0; g_rQin_neu_delta = 0; g_rQin_P = 0;  g_belgr_det = 0;  g_impulse_det = 0;  g_imp_r_up = 0; g_rQin_alt = 0; g_rQin_neu = 0;  g_geschw_up = 0; g_ist_stau_R = 0; g_ist_kein_stau_R = 0;</pre>
--

```

g_rampe_ein = 1; /* Die RBW ist initial zugelassen */
g_belgr_qdet = 0;

g_gleitend_impulse_B.laenge = g_takt_beobachten;
g_gleitend_impulse_B.exklNull = 0;
g_gleitend_impulse_B.inhalt = NULL;
g_gleitend_impulse_B.inhalt = (double*)malloc(sizeof(double) *
g_gleitend_impulse_B.laenge );
g_gleitend_impulse_B.zaehler = 0;
g_gleitend_impulse_B.werte_zaehler = 0;
g_gleitend_impulse_B.summe = 0;

g_gleitend_belgrad_B.laenge = g_takt_beobachten;
g_gleitend_belgrad_B.exklNull = 0;
g_gleitend_belgrad_B.inhalt = NULL;
g_gleitend_belgrad_B.inhalt = (double*)malloc(sizeof(double) *
g_gleitend_belgrad_B.laenge);
g_gleitend_belgrad_B.zaehler = 0;
g_gleitend_belgrad_B.werte_zaehler = 0;
g_gleitend_belgrad_B.summe = 0;

g_gleitend_geschw_up_B.laenge = g_takt_beobachten;
g_gleitend_geschw_up_B.exklNull = 1;
g_gleitend_geschw_up_B.inhalt = NULL;
g_gleitend_geschw_up_B.inhalt = (double*)malloc(sizeof(double) *
g_gleitend_geschw_up_B.laenge );
g_gleitend_geschw_up_B.zaehler = 0;
g_gleitend_geschw_up_B.werte_zaehler = 0;
g_gleitend_geschw_up_B.summe = 0;

g_gleitend_rq_prognose_B.laenge = g_takt_beobachten;
g_gleitend_rq_prognose_B.exklNull = 0;
g_gleitend_rq_prognose_B.inhalt = NULL;
g_gleitend_rq_prognose_B.inhalt = (double*)malloc(sizeof(double) *
g_gleitend_rq_prognose_B.laenge );
g_gleitend_rq_prognose_B.zaehler = 0;
g_gleitend_rq_prognose_B.werte_zaehler = 0;
g_gleitend_rq_prognose_B.summe = 0;

for (i = 0; i < g_takt_beobachten; i++)
    SetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_impulse_B, 0);

for (i = 0; i < g_takt_beobachten; i++)
    SetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_belgrad_B, 0);

for (i = 0; i < g_takt_beobachten; i++)
    SetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_geschw_up_B,
(double)g_rampmeter.v_signal);

for (i = 0; i < g_takt_beobachten; i++)
    SetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_rq_prognose_B, 0);

// #11
Logdatei für McMaster

break;

```

### I.2.3 Acquisizione e predisposizione dei dati inseriti (#22, #23)

Predisposizione dei dati di misurazione del rilevatore per l'algoritmo McMaster.

```

int i, j, alleAus, alleAusR;
double v_up, alpha, beta, delta;
alleAus = 1;
alleAusR = 1;
alpha = 0;
beta = 0;
delta = 0;
v_up = 0;

g_fs_SL = 0;
g_fs_R = 0;

#45
Detektordaten Log

#47
Detektordaten Algorithmus

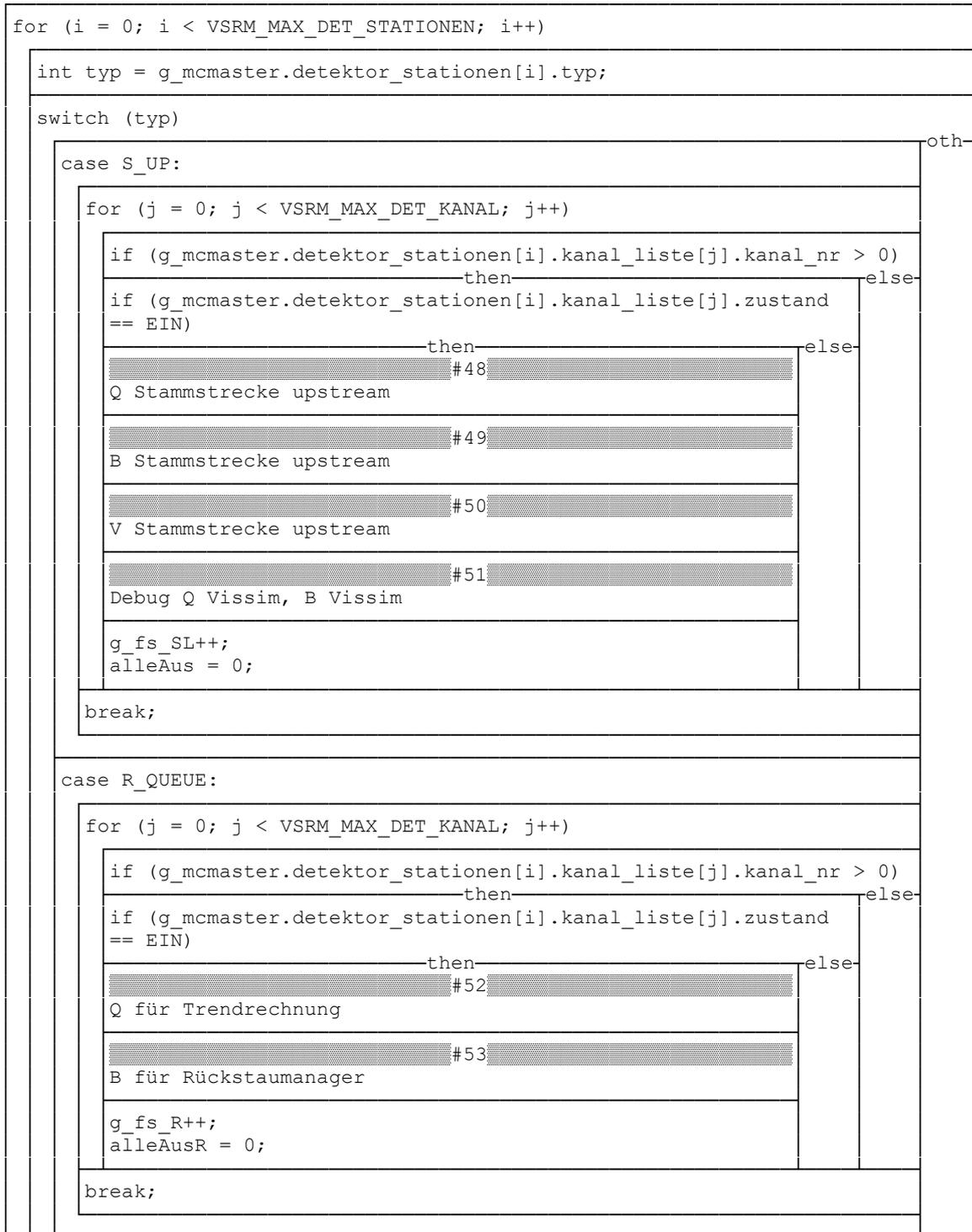
Die erfassten Werte am Ende eines Takts in das Beobachtungsfenster
eingetragen

if (g_takt > 0 && g_sekunden_total > 0 && g_sekunden_total % g_takt == 0)
    then
#54
Q, B, V Stammstrecke flussaufwärts
#55
Einfahrendes Q Rampe
#56
Rückstaumanager
#57
Debug Erfassung Takt
    else
g_fs_SL = 0;
g_fs_R = 0;
#58
Debug Erfassung über 1 Simulationsstunde

break;
    
```

### I.2.3.1 Acquisizione dei dati del rilevatore

#### #47 Algoritmo dei dati rilevatore



#48 Q tratto principale upstream

```
g_impulse_det +=
(double)d_imp(g_mcmaster.detektor_stationen[i].kanal_liste[j].kanal_nr);
d_limp(g_mcmaster.detektor_stationen[i].kanal_liste[j].kanal_nr);
```

#49 B tratto principale upstream

```
g_belgr_det +=
(double)d_belga(g_mcmaster.detektor_stationen[i].kanal_liste[j].kanal_nr);
```

#50 V tratto principale upstream

```
if (GetDC_MeanSpeed)
    then
v_up =
GetDC_MeanSpeed(g_mcmaster.detektor_stationen[i].kanal_liste[j].kanal_nr,
0);
else
if (v_up == 0)
    then
v_up = GetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_geschw_up_B);
else
g_geschw_up += v_up;
```

#52 Q per calcolo tendenziale

```
g_imp_r_up +=
(double)d_imp(g_mcmaster.detektor_stationen[i].kanal_liste[j].kanal_nr);
d_limp(g_mcmaster.detektor_stationen[i].kanal_liste[j].kanal_nr);
```

#53 B per gestore incolonnamenti

```
if (g_rampmeter.queue_control.zustand == EIN)
    then
g_belgr_qdet +=
d_belga(g_mcmaster.detektor_stationen[i].kanal_liste[j].kanal_nr);
else
```

### I.2.3.2 Trattamento dei dati del rilevatore

#54 Q, B, V tratto principale a monte

if (!alleAus)	then	else
<pre>g_impulse_det /= (double)g_takt; g_impulse_det *= 3600.0; g_belgr_det /= (double)g_takt; g_belgr_det /= (double)g_fs_SL; g_geschw_up /= (double)g_takt; g_geschw_up /= (double)g_fs_SL;</pre>		
<pre>SetGleitenderMittelwert(&amp;g_gleitend_impulse_B, g_impulse_det); SetGleitenderMittelwert(&amp;g_gleitend_belgrad_B, g_belgr_det); SetGleitenderMittelwert(&amp;g_gleitend_geschw_up_B, g_geschw_up);</pre>		
<pre>g_impulse_det = 0; g_belgr_det = 0; g_geschw_up = 0;</pre>		

#55 Q in entrata rampa

if (!alleAusR)	then	else
<pre>alpha = g_mcmaster.smooth_avg; beta = g_mcmaster.smooth_trend;</pre>		
<p>Glättung</p>		
<pre>g_imp_r_up /= (double)g_takt; g_imp_r_up *= 3600.0;</pre>		
<pre>g_rQin_neu = (alpha * g_imp_r_up) + ((1.0 - alpha) * g_rQin_alt);</pre>		
<p>Trendrechnung</p>		
<pre>delta = (double)abs(Runden(g_imp_r_up) - Runden(g_rQin_alt));</pre>		
if (delta < 0)	then	else
<pre>delta = 0;</pre>		
<pre>g_rQin_neu_delta = (beta * delta) + ((1.0 - beta) * g_rQin_alt_delta);</pre>		
<pre>g_rQin_P = g_rQin_neu + g_rQin_neu_delta; SetGleitenderMittelwert(&amp;g_gleitend_rq_prognose_B, g_rQin_P);</pre>		
<pre>g_rQin_alt = g_rQin_neu; g_rQin_alt_delta = g_rQin_neu_delta;</pre>		
<pre>g_imp_r_up = 0;</pre>		

#56 Gestore incolonnamenti

if ((!alleAusR) && g_rampmeter.queue_control.zustand == EIN)	then	else
<pre>double b_qdet; b_qdet = (double)g_belgr_qdet / (double)g_takt; b_qdet /= g_fs_R;</pre>		
<pre>SetGleitenderMittelwert(&amp;g_gleitend_belgrad_qdet_B, b_qdet);</pre>		
<pre>g_belgr_qdet = 0;</pre>		

## I.2.4 Elaborazione dei dati inseriti con McMaster (#24)

### I.2.4.1 Sequenza dell'algoritmo

```

int RunMcMaster()
{
    double alpha, beta, skalar, q_korr, qb_grenze, b_qdet;
    unsigned short Qt, Bt, Vt, qB, QrP, belgra_qdet;

    alpha = g_mcmaster.alpha;
    beta = g_mcmaster.beta;
    skalar = 120.0;
    q_korr = (double)g_mcmaster.q_korr;
    qb_grenze = 0;
    b_qdet = 0;
    Bt = 0;
    Qt = 0;
    Vt = 0;
    QrP = 0;
    belgra_qdet = 0;

    // Im Takt, nachdem das erste Beobachtungsintervall erreicht wurde

    if (g_takt > 0 && g_sekunden_total >= g_beobachtungszeit && g_sekunden_total
        % g_takt == 0)
    {
        // then
        #108
        Werte aus Beobachtungsfenster
        // #109
        Verkehrslage Stammstrecke evaluieren
        // #115
        Stauraumüberwachung
        // #116
        Umlaufzeit festlegen
    }
    // else

    #ifdef _AUSWERTEN_
    {
        // then
        g_r_count = QrP;
    }
    // else

    return 0;
}

```

#### I.2.4.1.1 Acquisizione dei dati di inserimento

#108 Valori dalla finestra di osservazione

```

double qt, bt, vt, qp;

qt = GetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_impulse_B);
Qt = (unsigned short)Runden(qt);

bt = GetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_belgrad_B);
Bt = (unsigned short)Runden(bt);

vt = GetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_geschw_up_B);
Vt = (unsigned short)Runden(vt);

qp = GetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_rq_prognose_B);
QrP = (unsigned short)Runden(qp);

```

### I.2.4.1.2 Determinare la situazione del traffico

#109 Valutare la situazione del traffico sul tratto principale

#110	
Q anhand Q-B Grenzlinie bestimmen	
if (!g_dosieren)	then
#111	else
Einschalten prüfen	
if (g_dosieren)	then
#113	else
Ausschalten prüfen	

#### Calcolare la linea limite Q-B

#110 Determinare Q sulla base della linea limite Q-B

Linie basierend auf Fz/30s	
qb_grenze = alpha * pow((double)Bt, beta);	
In Fz/h (wenn skalar == 120)	
qb_grenze *= skalar; q_korr *= skalar;	
Verschiebung y-Achse und Runden	
qb_grenze += q_korr; qB = (unsigned short)Runden(qb_grenze);	

#### Attivare comando di dosaggio sulla base del contatore QB, oppure traffico V perturbato

#112 Traffico perturbato?

Test Q - B Grenzlinie	
if (Qt <= qB)	then
g_zaeher_QB++;	else
	Test Belegungsgrad
	if (Bt >= g_mcmaster.B_Gest)
	then
g_zaeher_QB++;	else
	Verkehr ungestört
	g_zaeher_QB = 0;
Test Geschwindigkeit	
if (Vt <= g_mcmaster.V_Gest)	then
g_zaeher_V++;	else
	Verkehr ungestört
	g_zaeher_V = 0;

#111 Verificare attivazione

#112			
Gestörte Verkehrslage?			
if (g_zaebler_QB >= g_mcmaster.i_Ein    g_zaebler_V >= g_mcmaster.i_Ein)			
then		else	
Stau RBW einschalten		if (g_zaebler_QB > 0    g_zaebler_V > 0)	
		then	
g_dosieren = 1; g_zaebler_QB = 0; g_zaebler_V = 0;		else	
		if (g_zaebler_QB == 0    g_zaebler_V == 0)	
		then	
		else	
		Ungestört	

**Annullare comando di dosaggio sulla base del contatore QB, oppure traffico V regolare**

#114 Traffico regolare?

Test Verkehrsstärke ungestört			
if (Qt > qB)			
then		else	
g_zaebler_QB_U++;		Test Belegungsgrad ungestört	
		if (Bt <= g_mcmaster.B_UGest)	
		then	
		else	
		Verkehr gestört	
		g_zaebler_QB_U = 0;	
Test Geschwindigkeit ungestört			
if (Vt >= g_mcmaster.V_UGest)			
then		else	
g_zaebler_V_U++;		Verkehr gestört	
		g_zaebler_V_U = 0;	

#113 Verificare disattivazione

#114			
Ungestörte Verkehrslage?			
if (g_zaebler_QB_U >= g_mcmaster.i_Aus    g_zaebler_V_U >= g_mcmaster.i_Aus)			
then		else	
Ungestört RBW ausschalten		if (g_zaebler_QB_U > 0    g_zaebler_V_U > 0)	
		then	
		else	
g_dosieren = 0; g_zaebler_QB_U = 0; g_zaebler_V_U = 0;		if (g_zaebler_QB_U == 0    g_zaebler_V_U == 0)	
		then	
		else	
		Stau	

### I.2.4.1.3 Gestione incolonnamenti

#### #115 Monitoraggio dello spazio di accumulo

```
b_qdet = GetGleitenderMittelwert(&g_gleitend_belgrad_qdet_B);
belgra_qdet = (unsigned short)Runden(b_qdet);
```

#### Misuratore di stabilità – coda sulla rampa

if (g_rampe_ein)		else	
if (belgra_qdet <= g_rampmeter.queue_control.limit_belgr)			
then	else		
Alles OK	Stockend		
g_zaeehler_R_stau = 0;	g_zaeehler_R_stau++;		
if (g_zaeehler_R_stau >= g_mcmaster.i_Stau_R)			
then	else		
g_ist_stau_R = 2;	if (g_zaeehler_R_stau > 0)		
g_zaeehler_R_stau = 0;	then		else
	g_ist_stau_R = 1;		g_ist_stau_R = 0;

#### Misuratore di stabilità – nessuna coda sulla rampa

if (!g_rampe_ein)		else
if (belgra_qdet <= g_rampmeter.queue_control.limit_belgr)		
then	else	
Stau löst sich auf	Immer noch im Stau	
g_zaeehler_R_kein_stau++;	g_zaeehler_R_kein_stau = 0;	
if (g_zaeehler_R_kein_stau >= g_mcmaster.i_Stau_R)		
then	else	
g_ist_kein_stau_R = 2;		
g_zaeehler_R_kein_stau = 0;		

### I.2.4.1.4 Calcolo dei dati emessi (#116)

Disattivare rampa o stabilire tempo di ciclo?

if (g_ist_stau_R > 1)		
then		else
g_rampe_ein = 0; g_tU = g_tU_MIN - 10;	if (g_ist_stau_R > 0)	
	then	else
	g_tU = inZehntels(g_rampmeter.queue_control.tU);	
	Control tU kleiner als tUMIN schaltet RBW aus	
if (g_tU < g_tU_MIN)		#118 Umlaufzeit basierend auf dem prognostizierten einfahrenden Q der Rampe; Hier in Range 0 - MAX Belastung
then	else	
g_tU = g_tU_MIN - 10;		

Verificare riattivazione della rampa

if (g_ist_kein_stau_R > 1)	
then	else
g_rampe_ein = 1;	

#118 Tempo di ciclo basato su Q in entrata rampa pronosticato; qui nel range da 0 a carico MAX

if (QrP > g_rampmeter.queue_control.max_belastung    QrP <= 0)		
then		else
g_tU = g_tU_MIN - 10;	if (g_dosieren)	
	then	else
	g_tU = (3600 * g_rampmeter.fzProGruen) / QrP; g_tU = inZehntels(g_tU);	
	if (g_tU < g_tU_MIN)	
	then	else
	g_tU = g_tU_MIN;	
if (g_tU > g_tU_MAX)		g_tU = g_tU_MIN - 10;
then	else	
g_tU = g_tU_MAX;		

## Acronimi

<b>Voce</b>	<b>Significato</b>
<i>FLS</i>	<i>Semaforo di corsia reversibile</i>
<i>GHGW</i>	<i>Limitazione dinamica della velocità dinamici e segnalazione pericoli</i>
<i>ISL</i>	<i>Impianto di segnaletica luminosa (impianto semaforico)</i>
NS	Norma svizzera
OSStr	Ordinanza sulla segnaletica stradale
PMV	Pannello a messaggio variabile
<i>PUN</i>	<i>Corsia dinamica</i>
<i>PWE/h</i>	<i>Unità-autovettura/ora</i>
<i>SGC</i>	<i>Strada a grande capacità (autostrada)</i>
<i>SP</i>	<i>Strada principale</i>
<i>USTRA</i>	<i>Ufficio federale delle strade</i>
VM-CH	Gestione del traffico in Svizzera
VMZ-CH	Centrale nazionale svizzera di gestione del traffico
VSS	Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti

## Riferimenti normativi e bibliografici

### Ordinanze

- [1] Confederazione Svizzera (1979), “**Ordinanza sulla segnaletica stradale del 5 settembre (OSStr)**”, RS 741.21, [www.admin.ch](http://www.admin.ch).

### Istruzioni e direttive USTRA

- [2] Ufficio federale delle strade USTRA (2012), “**Impianti video**”, *Direttiva ASTRA 13005, V1.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [3] Ufficio federale delle strade USTRA (2016), “**Gestione del traffico sulle strade nazionali (Direttiva generale VM-NS)**”, *Direttiva ASTRA 15003, V2.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [4] Ufficio federale delle strade USTRA (2012), “**Dynamische Wegweisung (DWW)**, Grundsätze zur Gestaltung und Anordnung”, *Direttiva ASTRA 15012, V1.01*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [5] Ufficio federale delle strade USTRA (2015), “**Geschwindigkeitsharmonisierung und Gefahrenwarnung (GHGW)**, Grundsätze zu Planung und Betrieb”, *Direttiva ASTRA 15016, V1.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [6] Ufficio federale delle strade USTRA (2018), “**Nodi secondari**, Grundsätze für Planung und Betrieb”, *Direttiva ASTRA 15020, V1.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

### Norme

- [7] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2006), “**Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit – Freie Strecke auf Autobahnen**”, *SN 640 018a*.
- [8] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1999), “**Knoten – Kreuzungsfreie Knoten**”, *SN 640 261*.
- [9] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (1999), “**Verkehrsbeeinflussung; Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)**”, *SN 640 802*.
- [10] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2005), “**Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen – Rampenbewirtschaftung, Grundlagen**”, *SN 640 807*.
- [11] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2001), “**Steuergeräte für Lichtsignalanlagen – Funktionale Sicherheitsanforderungen**”, *SN 640844 -3*.
- [12] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2009), “**Markierungen – Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen**”, *SN 640 854a*.
- [13] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2006), “**Attrezzatura per il controllo del traffico – Lanterne semaforiche**”, *SN EN 12368*.
- [14] Comitato Elettrotecnico Svizzero CES (2011), “**Sistemi semaforici per la circolazione stradale**”, *SN EN 50556*.

### Manuale tecnico USTRA

- [15] Ufficio federale delle strade USTRA, “**Manuale tecnico Equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (FHB BSA)**”, 23001, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).

### Documentazione

- [16] Ufficio federale delle strade USTRA (2013), “**Gestaltung von Ausrüstungen der Anschlüsse an das Nationalstrassennetz**”, *Documentazione ASTRA 85006, V2.00*, [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch).
- [17] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2015), “**Rampenbewirtschaftung Anforderung an Regelungsverfahren**”, *Progetto di ricerca VSS 2007/302*.

## Cronologia redazionale

Edizione	Versione	Data	Operazione
2018	1.00	01.07.2018	Entrata in vigore edizione 2018 (versione originale in tedesco).

