

ACTUATE



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

Stato: 27.11.2014

actuate



ACTUATE

“Advanced Training and Education for Safe Eco-driving of Clean Vehicles”

Traduzione: „Formazione e istruzione avanzata per la guida ecologica sicura di veicoli puliti “

Per maggiori informazioni, visitare il sito <http://www.actuate-ecodriving.eu/>



- Progetto per l'**ottimizzazione del comportamento di guida volto a ridurre il consumo energetico**
 - Sviluppo di programmi di formazione e di misure formative generiche per la guida ecologica di veicoli elettrici nel settore locale dei trasporti pubblici.
 - Il conducente è l'individuo su cui viene posto l'accento come operatore principale per la guida ecologica.
 - Campagne motivazionali di sostegno garantiranno che i conducenti continuino ad applicare ciò che hanno appreso durante i corsi formativi.



Consorzio ACTUATE

■ Il Consorzio ACTUATE comprende

- cinque aziende di trasporto pubblico locale di **Salisburgo** (Salzburg AG, Austria), **Brno** (DPMB, Repubblica Ceca), **Parma** (TEP S.p.A., Italia), **Lipsia** (LVB) ed **Eberswalde** (BBG, entrambe in Germania) che già utilizzano veicoli elettrici
- nonché Leipziger Aus- und Weiterbildungsbetriebe (**LAB** - Istituto di formazione di Lipsia),
- il produttore belga di autobus **Van Hool** e
- **trolley:motion**, l'associazione internazionale per la promozione di sistemi di autobus elettrici a zero emissioni (Austria).
- **Rupprecht Consult** (Germania) è responsabile del coordinamento del progetto.



Contatti

■ Rupprecht Consult – Forschung & Beratung

Dr Wolfgang Backhaus

Clever Straße 13-15

50668 Köln/ Germany

Tel.: +49/221/606055-19

E-mail: w.backhaus@rupprecht-consult.eu

Web: www.rupprecht-consult.eu

■ Salzburg AG

per l'energia, il trasporto e le telecomunicazioni

Salzburger Lokalbahnen

DI Christian Osterer

Plainstraße 70

5020 Salzburg/ Austria

Tel.: +43/662/4480-1500

E-mail: salzburger_lokalbahnen@salzburg-ag.at

Web: www.slb.at

Gli autori sono responsabili esclusivamente per i contenuti di questa presentazione. Essa non rappresenta necessariamente l'opinione dell'Unione europea. EASME e la Commissione europea declinano ogni responsabilità per l'utilizzo in qualsiasi modo delle informazioni contenute nel presente documento.



Qualifica di base e formazione avanzata

- **Qualifica di base**

obbligatoria per tutti i conducenti professionisti prima dell'inizio del lavoro

- **Formazione avanzata**

deve essere fornita prova della formazione avanzata quando si lavora nell'ambito della presente professione

- ai sensi della Direttiva 2003/59/CE, la struttura della formazione avanzata comprende

- 35 ore di formazione avanzata in 5 anni
- nella maggior parte dei Paesi dell'UE, la formazione avanzata viene fornita in unità di 7 ore all'anno.

- Il presente materiale per la formazione avanzata può essere utilizzato per l'unità di formazione avanzata "Guida ecologica".



Struttura della formazione avanzata

- Introduzione e principio di funzionamento del sistema "filobus"
- Pratica di guida - Parte 1
- Guidare un filobus in modo ecologico
- Pratica di guida - Parte 2
- Aspetti sulla sicurezza dei filobus
- NB!



Introduzione



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

actuate



Guida ecologica nei servizi di linea per il trasporto passeggeri

- Guida ecologica nei servizi di linea per il trasporto passeggeri significa:
 - efficienza energetica
 - basso livello di usura e
 - guida ecosostenibile.
- La guida ecologica contribuisce
 - a preservare l'ambiente
 - a offrire un viaggio meno stressante per i passeggeri e i conducenti
 - a ridurre i costi energetici e di manutenzione



3 regole per la guida ecologica

■ Regola della sicurezza

Tutte le altre regole sono subordinate alla regola della sicurezza

■ Regola della puntualità

La puntualità è essenziale per i servizi di linea per il trasporto passeggeri e significa lasciare una fermata né con troppo anticipo né con troppo ritardo

■ Regola dell'economicità

La guida ecologica significa ridurre al minimo il consumo di energia e diminuire l'usura sul veicolo rispettando al contempo le regole sulla sicurezza e la puntualità



Fonte energetica - e-mobility (mobilità elettrica)

- Utilizzo di energia elettrica proveniente da fonti rinnovabili
- Assenza di perdite durante la conversione nella produzione di fonti di energie rinnovabili (in contrasto con il processo di raffinazione della benzina e del diesel)
- Zero emissioni a livello locale
- Possibilità di recupero energetico durante la frenatura
- Fattore di efficienza fino al 99% per i motori elettrici, ma solo fino al 35% per i motori diesel (ulteriormente inferiore per i motori a benzina e a gas)
- **Gli azionamenti elettrici sono ecosostenibili e praticamente privi di rumore**



Forze e resistenze all'avanzamento mentre un veicolo è in movimento

- La resistenza all'avanzamento agisce in modo permanente mentre un veicolo è in movimento
- La forza risultante agisce in direzione opposta al movimento, fungendo da freno
- La forza motrice del motore necessaria per superare la resistenza all'avanzamento ha un forte impatto sul consumo di energia.
- Le seguenti forze e resistenze all'avanzamento agiscono mentre un veicolo è in movimento

Resistenza e forze durante la guida

Resistenza al rotolamento

Resistenza dovuta alla pendenza

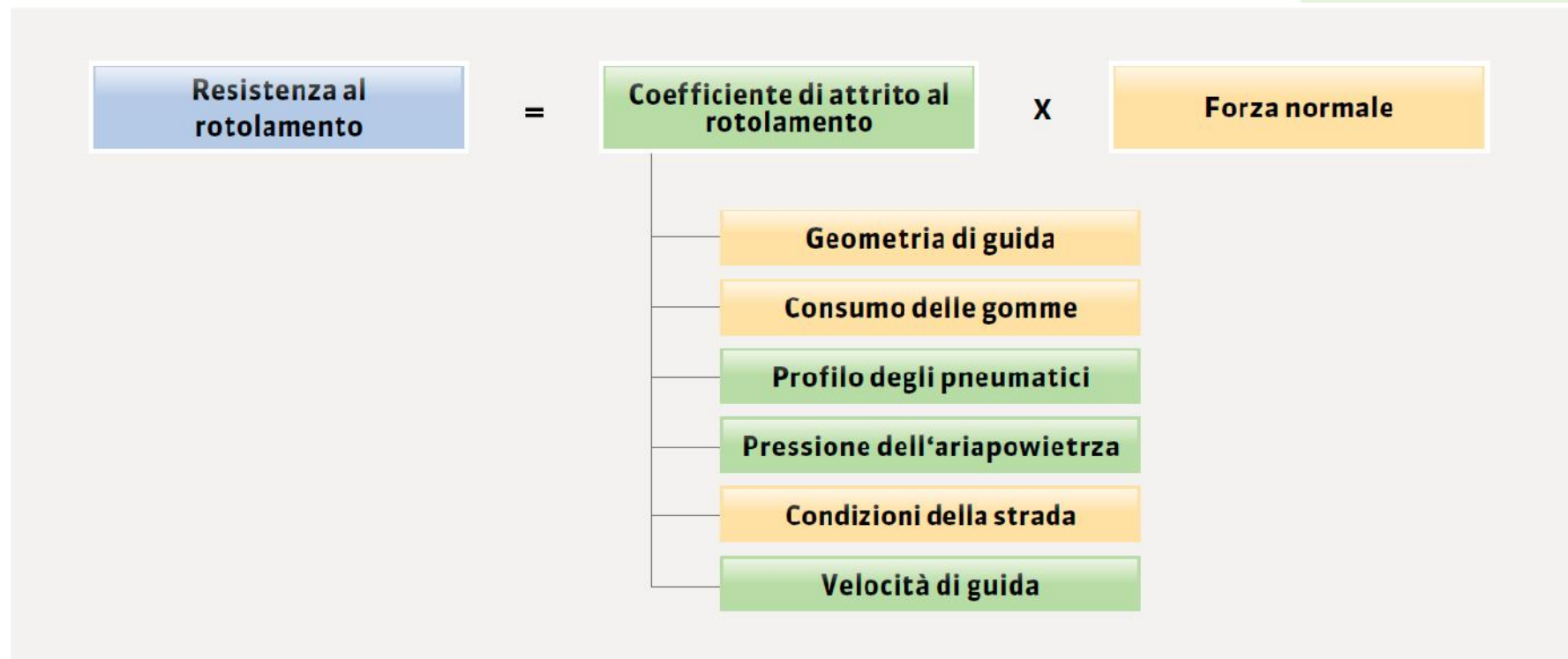
Resistenza dell'aria

Resistenza all'accelerazione



Resistenza al rotolamento (1/3)

- Indipendente dalla forza di adesione e dalla forza normale (peso del veicolo)



Resistenza al rotolamento (2/3)

- I fattori che influenzano il coefficiente di resistenza al rotolamento dipendono da

- profilo dello pneumatico (pneumatici normali o da neve)

In Austria, gli autobus devono essere dotati di pneumatici da neve dal 1 ° novembre al 15 marzo

- Pressione dello pneumatico

Una maggiore pressione del pneumatico comporta una riduzione della resistenza al rotolamento, tuttavia ha un effetto negativo sull'adesione del pneumatico e sulla comodità di viaggio.

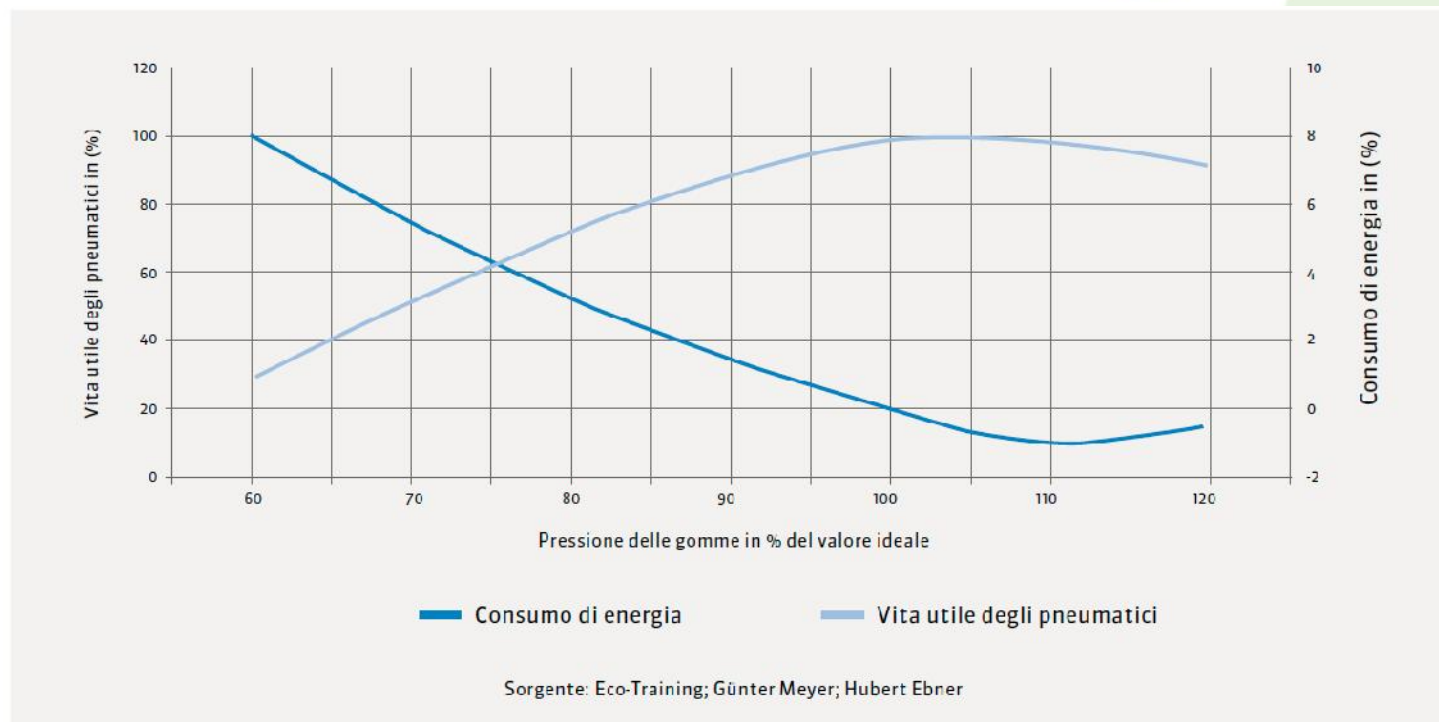
Una bassa pressione dello pneumatico comporta una maggiore resistenza al rotolamento e una maggiore usura sugli pneumatici, nonché il rischio di surriscaldamento degli stessi.

- Velocità



Resistenza al rotolamento (3/3)

- Impatto della pressione dello pneumatico sul consumo di energia e sull'usura degli pneumatici



Forza di gradiente

- ciò corrisponde alla forza necessaria per superare un dislivello verso l'alto

$$\text{Resistenza dovuta alla pendenza} = \text{Massa del veicolo} \times \text{Accelerazione di gravità (9,81 m/s}^2\text{)} \times \text{Seno della pendenza della strada}$$

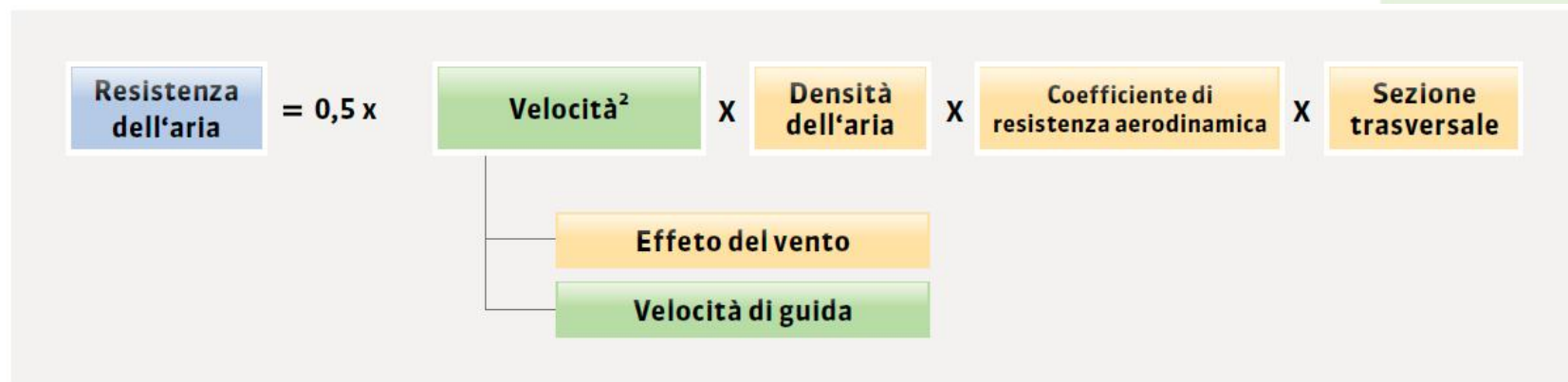
- il conducente non ha alcuna influenza sulla resistenza di grado (eccetto per quanto riguarda la selezione di una strada alternativa per i servizi non di linea)

* Coseno: funzione matematica – maggiore è il gradiente, maggiore è il presente fattore



Resistenza all'aria

- si tratta della forza necessaria per spostare l'aria

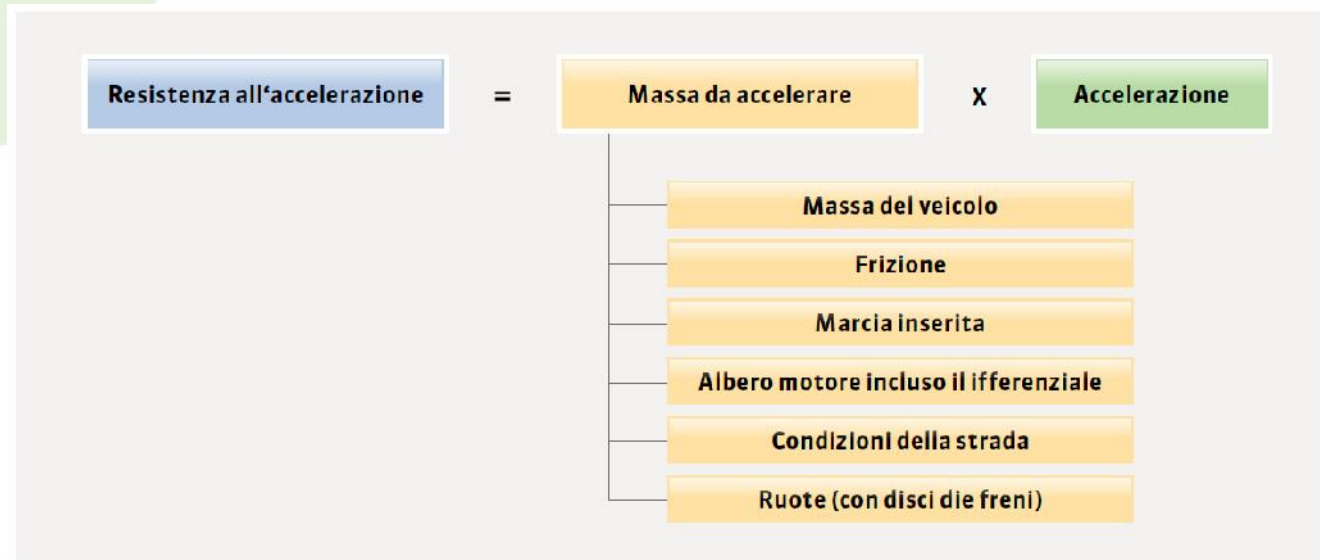


- relazione quadratica alla velocità
velocità doppia, resistenza all'aria quadrupla
- dipendente anche dalla densità dell'aria, dalla forma del veicolo (valore Cw) e dall'area della sezione trasversale del veicolo



Resistenza di inerzia all'accelerazione

- causata dall'inerzia della parti mobili installate all'interno del veicolo
- Il principio dell'inerzia descrive la tendenza di un corpo a rimanere in una data condizione a meno che non vi si eserciti una forza (motrice)



Fattori significativi

- Due fattori significativi per il funzionamento a basso consumo energetico possono essere dedotti dalle correlazioni dei singoli valori di resistenza all'avanzamento

- **prima dell'inizio di un viaggio**

ispezione della condizione del veicolo

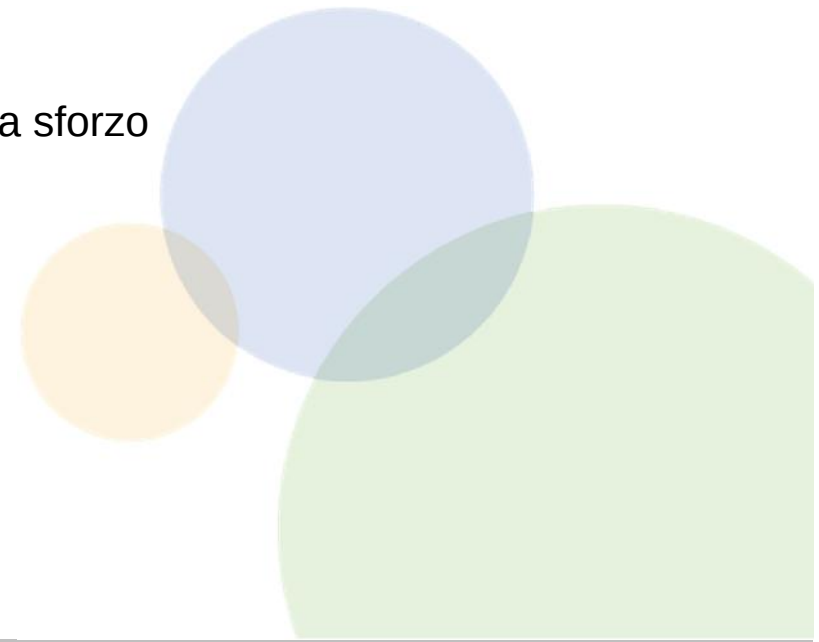
- **durante il viaggio**

scelta consapevole della velocità



Uso generico dei filobus

- Zero emissioni
 - Quasi nessun utilizzo di energia non rinnovabile
 - Basse emissioni di gas serra
- Funzionamento silenzioso
- Elevate prestazioni, accelerazione/frenatura senza sforzo
- Elevato livello di comodità di viaggio



Principio di funzionamento del sistema "filobus"



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

actuate



Informazioni generali sulla rete di fili di contatto



- Le sottostazioni dei raddrizzatori forniscono energia elettrica
Queste convertono l'energia elettrica fornita dai fornitori di energia elettrica in tensione CC e la alimentano ai singoli settori
- Settori separati da sovrapposizioni isolate
Le sovrapposizioni sono attraversate con il gruppo interruttore disattivato
- Quando il freno elettrico viene applicato, i supercapacitori assorbono l'energia elettrica recuperata (e, in una certa misura, la batteria agli ioni di litio) → Quando i supercapacitori sono completamente carichi, l'energia elettrica viene alimentata nel filo di contatto (tuttavia, un altro filobus deve trovarsi nella stessa sezione al fine di assorbire l'energia elettrica)

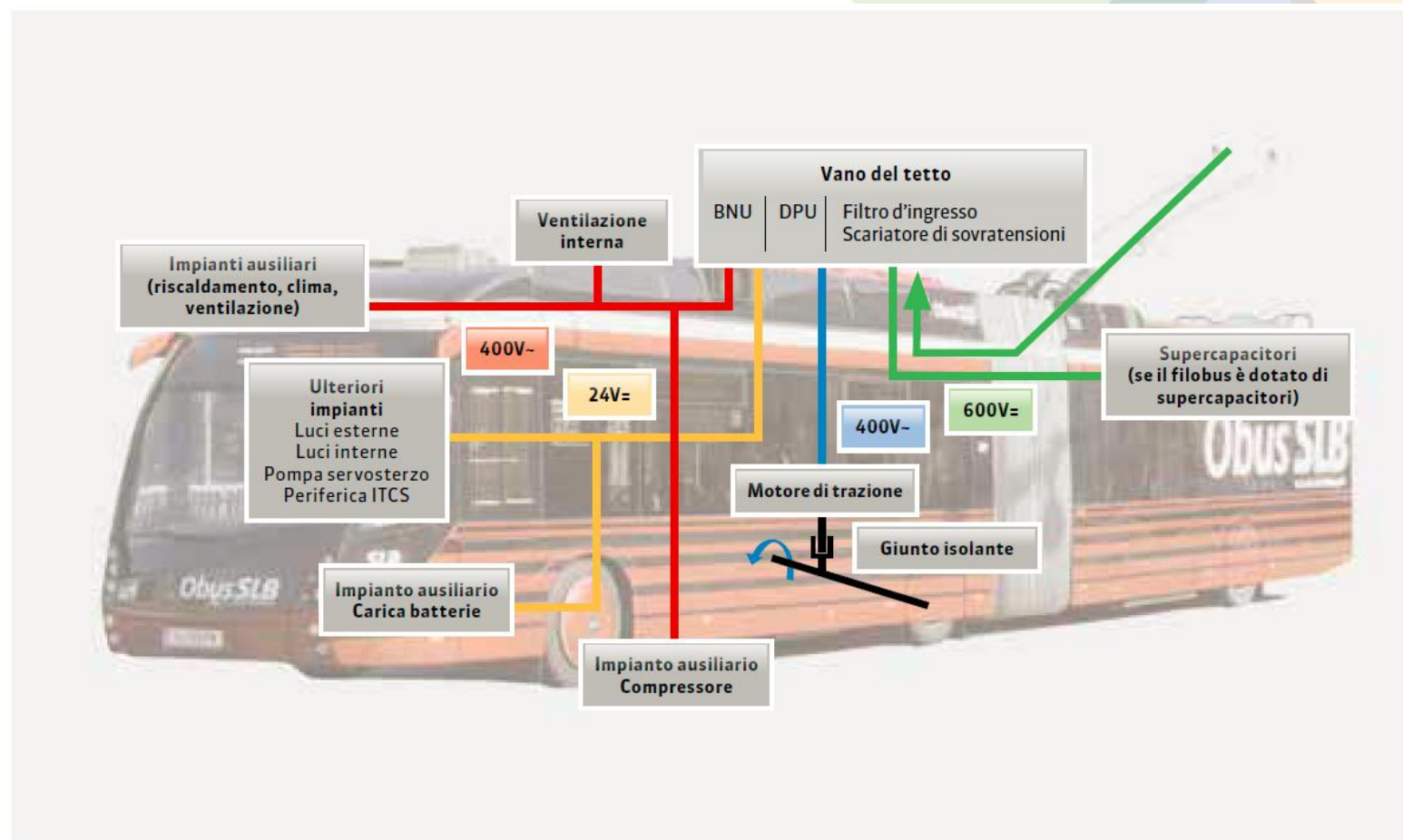


Freno elettrico

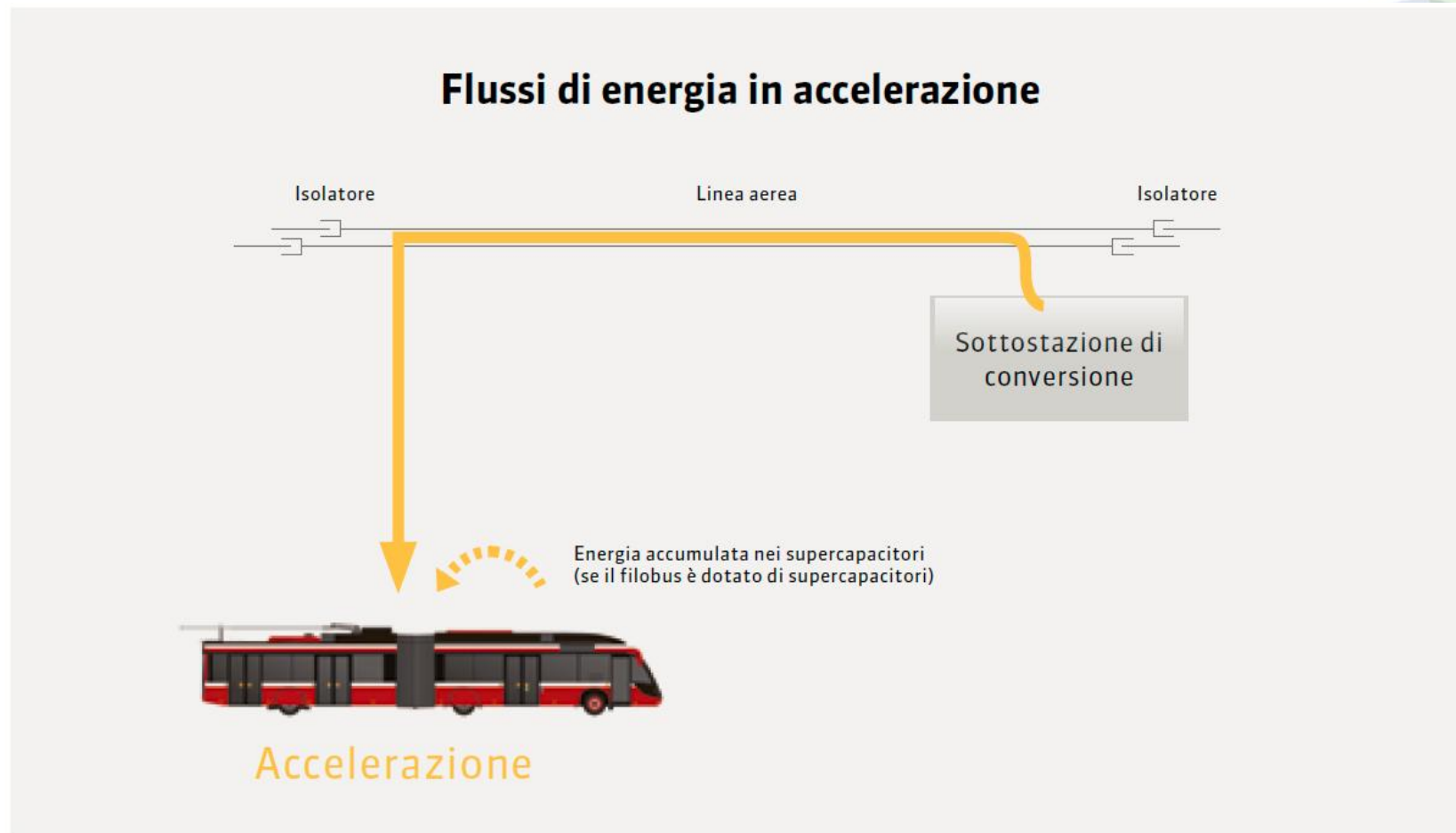
- Il motore a trazione e la resistenza elettrica sono conformi ai requisiti di legge come un freno motore
- **Recupero di energia** durante le operazioni di frenatura
- l'energia in esubero non necessaria al veicolo per le apparecchiature ausiliarie, viene alimentata nuovamente al filo di contatto
- il freno elettrico è **privo di usura e di manutenzione**



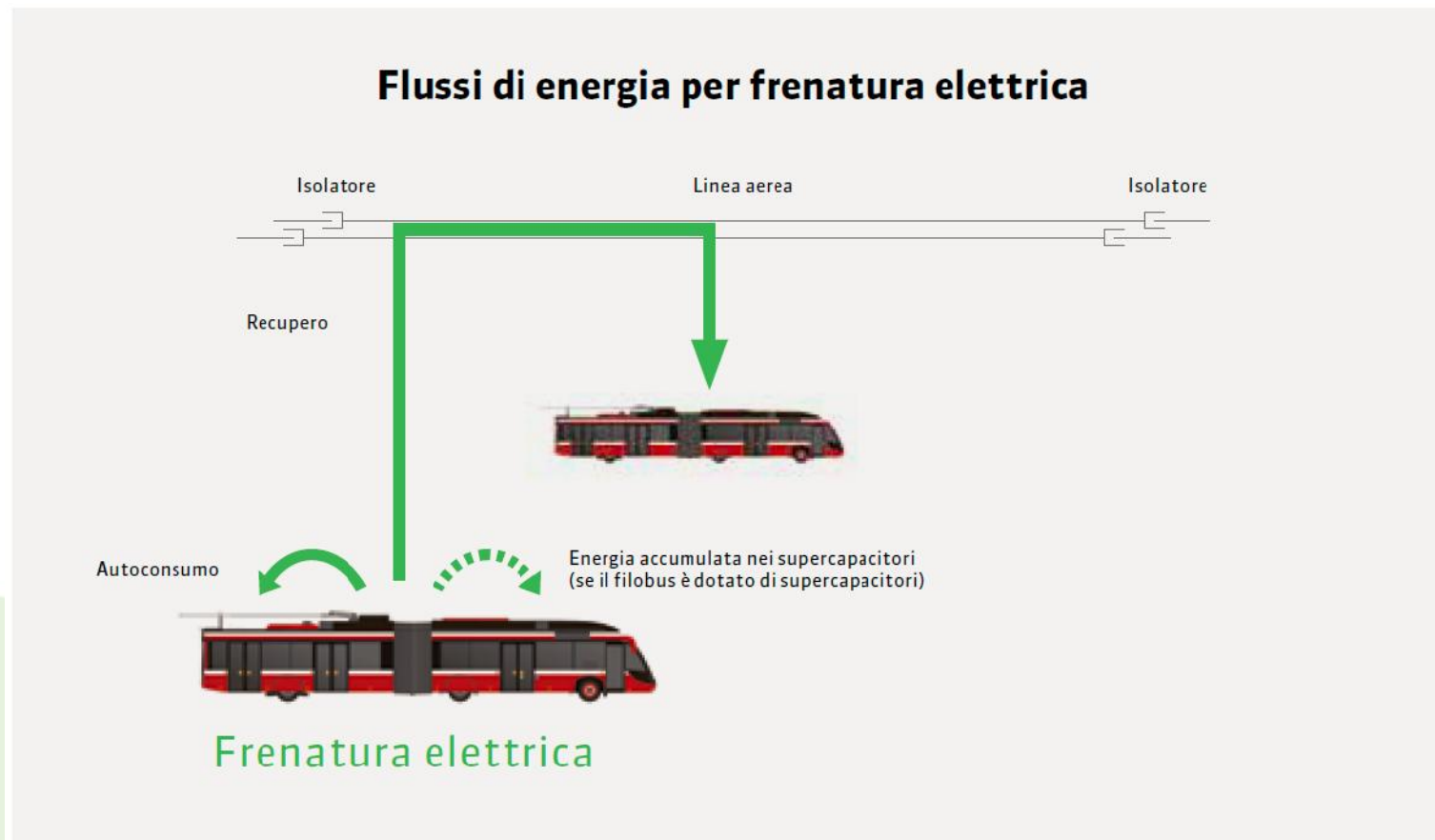
Flusso di energia nel filobus



Flusso di energia durante l'accelerazione

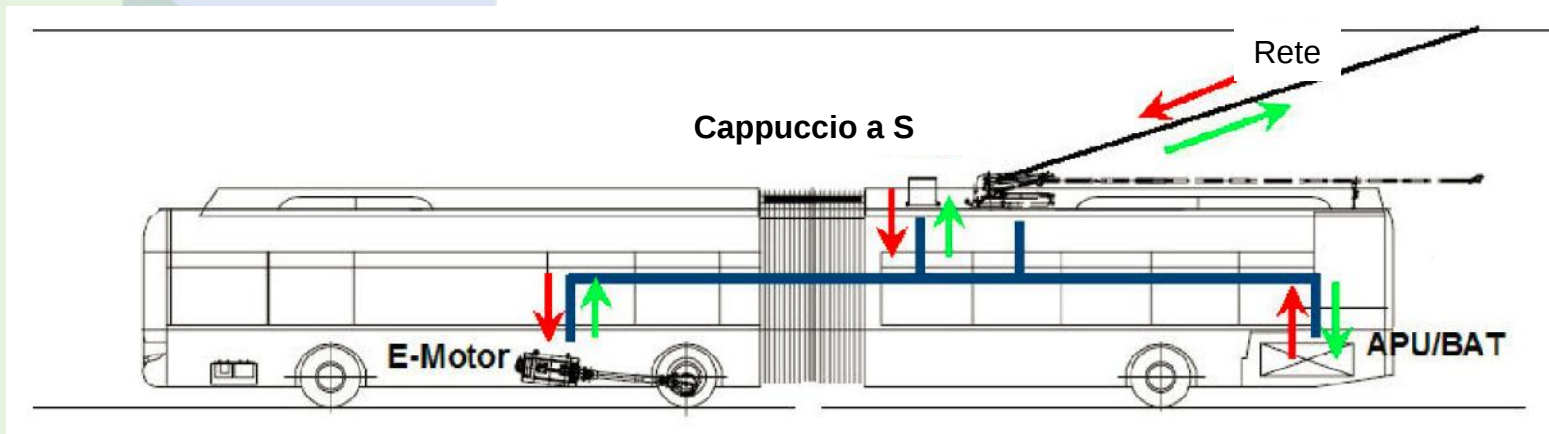


Flusso di energia durante l'applicazione del freno elettrico



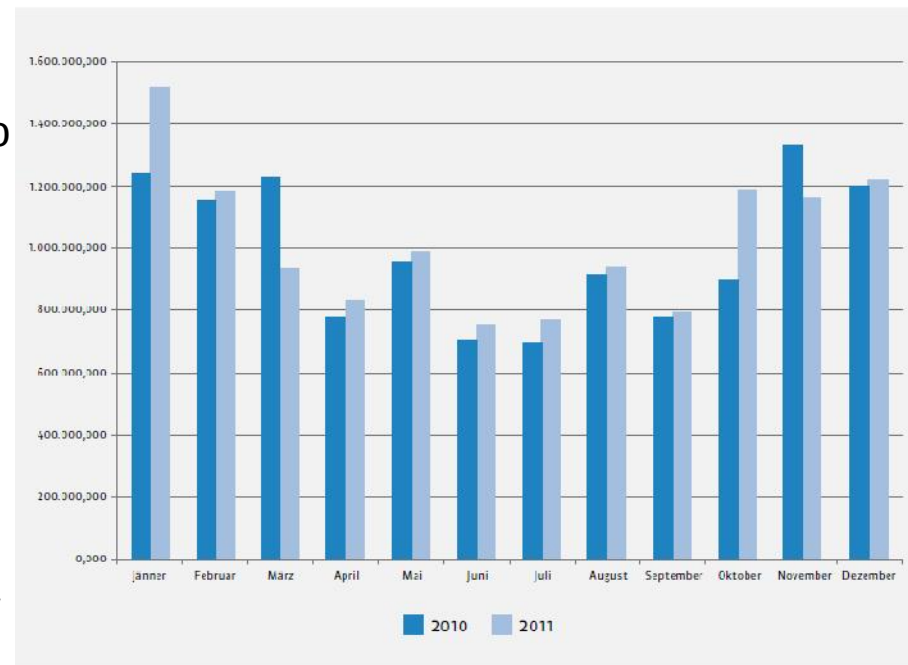
Flusso di energia durante l'accelerazione e l'applicazione del freno elettrico (con supercapacitori)

- Durante l'accelerazione, il filobus utilizza prima l'energia elettrica proveniente dai supercapacitori caricati e quindi, quando essi sono vuoti, dal filo di contatto.
- All'applicazione del freno elettrico, l'energia elettrica recuperata viene immessa nei supercapacitori (e, ove appropriato, anche alla batteria) per la conservazione.



Consumo di energia e fattori influenzanti (esempio di Salisburgo)

- consumo di energia fluttuante a causa dell'utilizzo variabile del sistema HVAC in base alle variazioni della temperatura esterna
- consumo di energia particolarmente elevato tra novembre e febbraio poiché i sistemi di riscaldamento sono costantemente in uso
- a temperature tra -4°C e $+4^{\circ}\text{C}$ il requisito medio di energia per il riscaldamento è di 13,5 kW



Differenze tra filobus e autobus diesel

- Conversione di energia attraverso la combustione di carburante diesel
- Fattore di efficienza dei motori diesel fino a un massimo del 35%
- Trasmissione di potenza attraverso il gruppo motopropulsore
 - connessione della frizione con trasmissione automatica (convertitore idraulico, disco della frizione ecc.)
 - antiscivolo con trasmissione standard (ruote dentate)
- la trazione antiscivolo è priva di perdite; tuttavia, il gruppo motopropulsore deve essere interrotto al fine di cambiare marcia
- la connessione della frizione è dissipativa
- la trasmissione nei filobus è antiscivolo



Pratica di guida - Parte 1



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

actuate



Suggerimenti sulla parte pratica della Formazione avanzata I

- Selezione di un percorso/linea "reale"
- Determinazione di una definita sequenza di conducenti
- Applicazione di un "normale comportamento di guida"
- condizioni il più realistiche possibile (per esempio, guidare dietro a un autobus di linea al fine di simulare l'avvicinamento, l'arresto e la partenza dalle fermate il più realisticamente possibile)
- Preparare le misurazioni di energia durante la guida



Guidare un filobus in modo ecologico

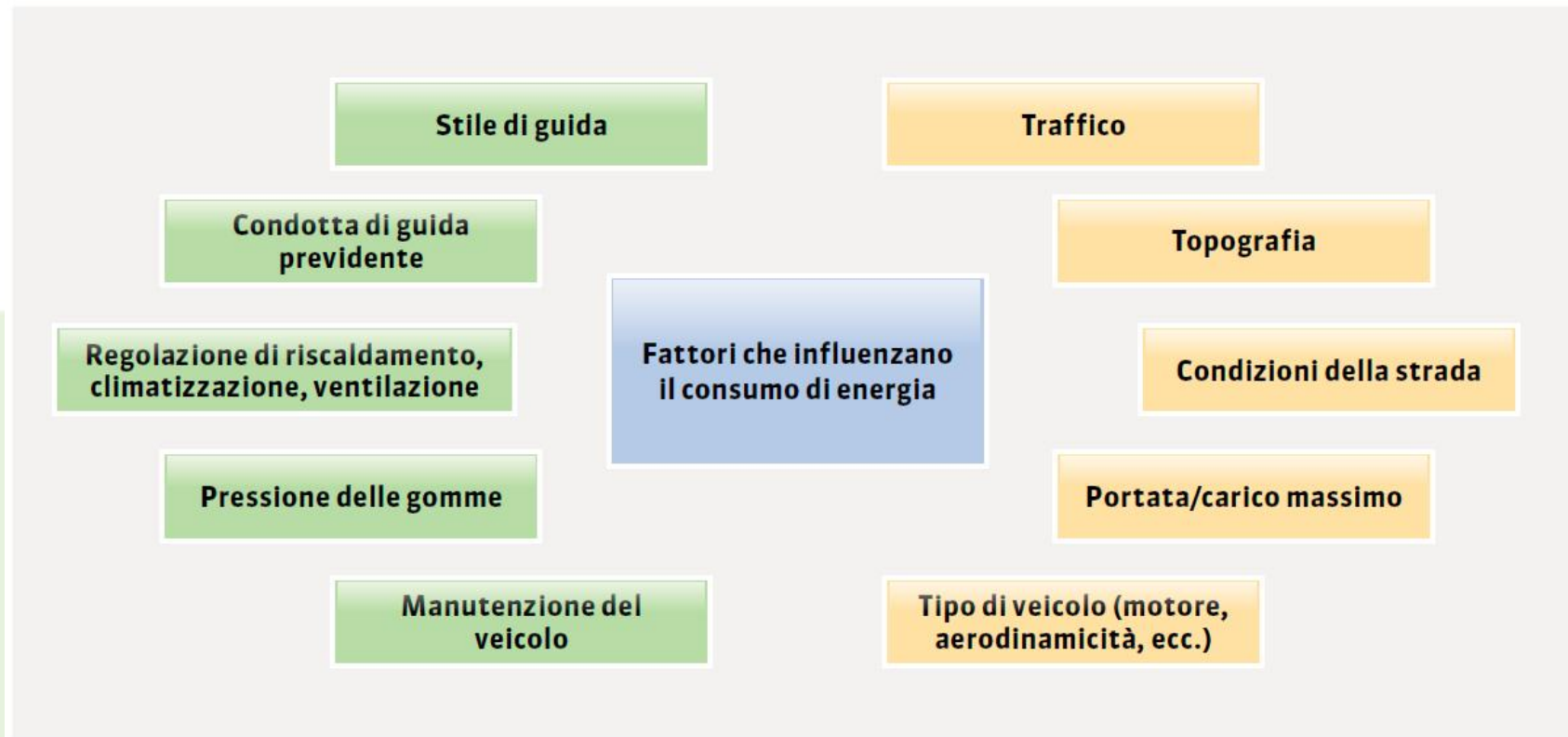


Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

actuate



Fattori che influenzano il consumo di energia



Fattori controllabili

- poiché i volumi di traffico, il percorso e l'occupazione (peso) non possono essere influenzati per i servizi di linea, i fattori
 - comportamento di guida
 - comportamento di guida responsabile
 - regolazione del sistema HVACdiventano più importanti
- la pressione degli pneumatici e la condizione del filobus possono essere verificate visivamente



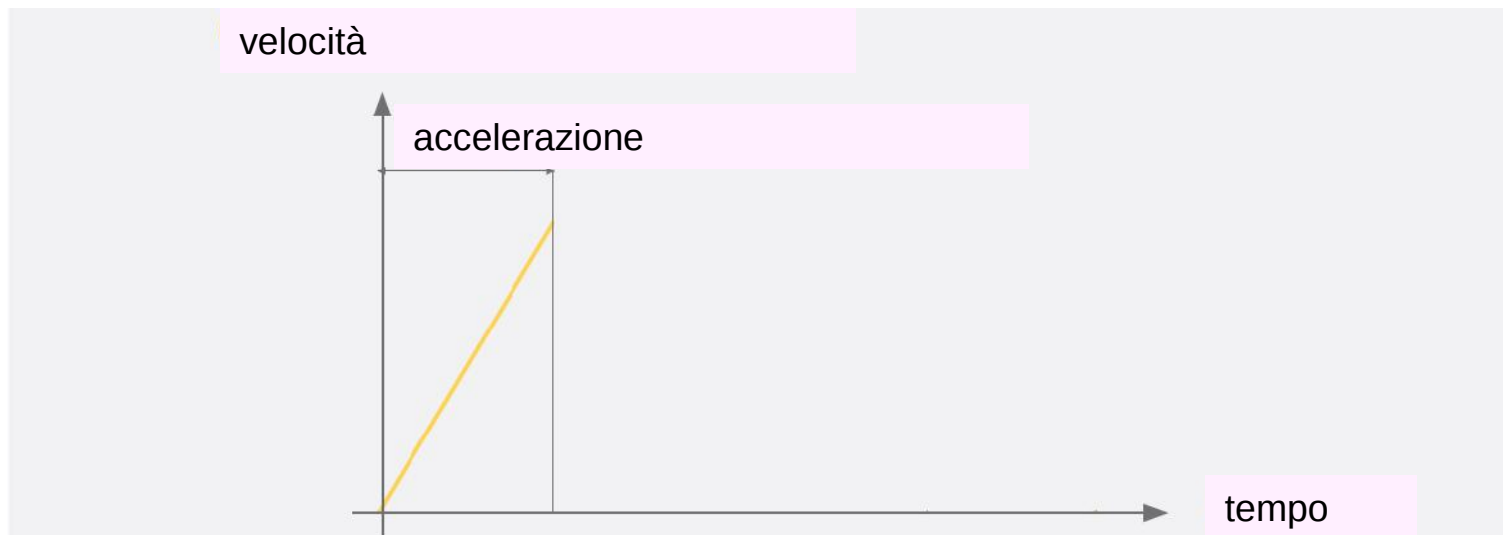
Diverse condizioni di guida

- sono possibili diverse condizioni di guida durante la guida dei veicoli
- collegamento immediato tra le condizioni di guida e il consumo di energia
- 4 diverse condizioni di guida
 - accelerazione
 - velocità costante
 - rotolamento
 - frenatura



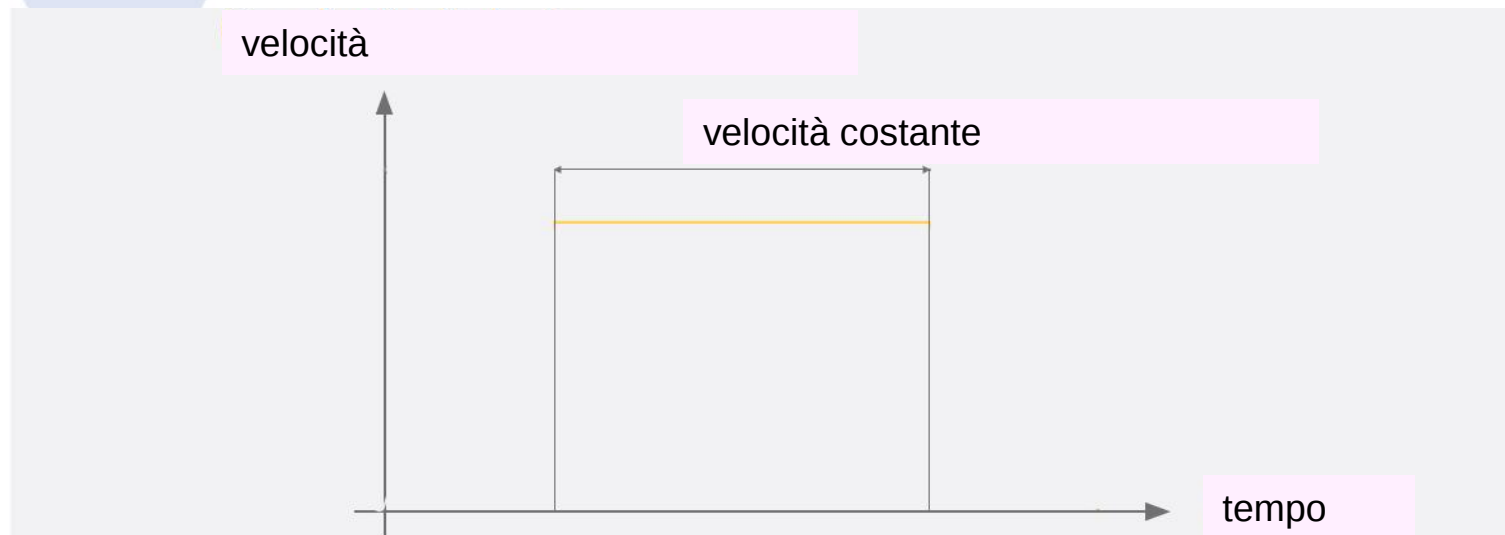
Accelerazione

- significa aumentare la velocità utilizzando l'energia
- la forza propulsiva del filobus deve essere maggiore della resistenza all'avanzamento e contraria alla direzione di marcia



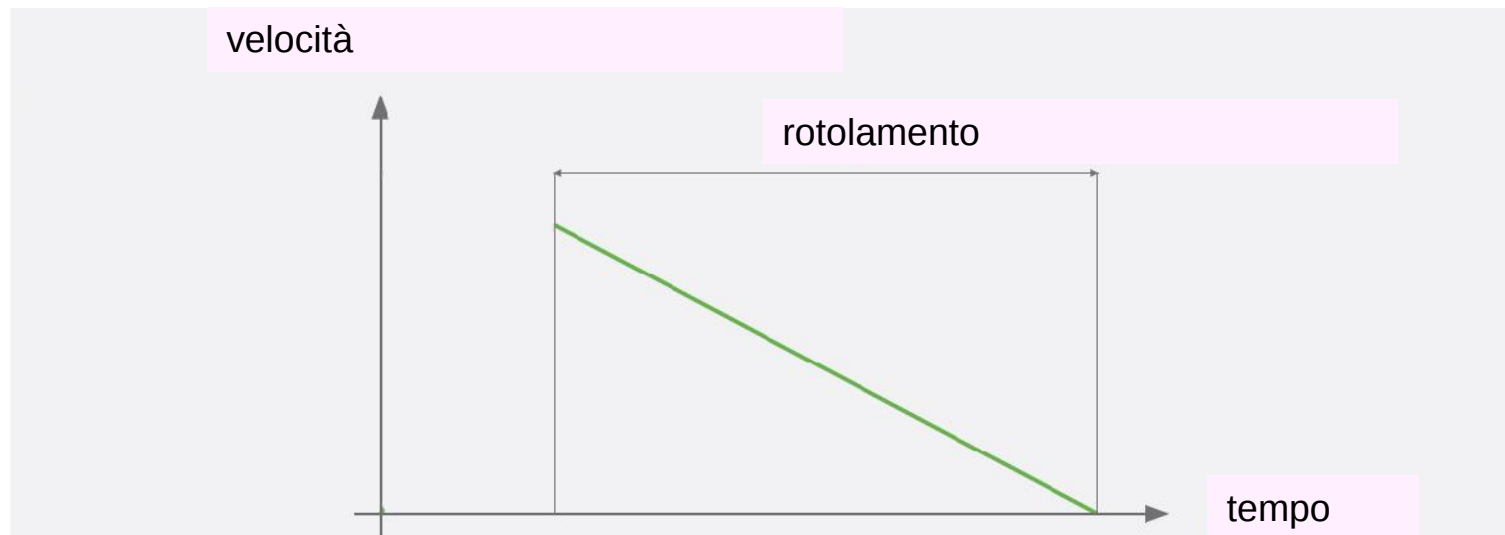
Velocità costante

- ciò significa mantenere la velocità
- ciò significa utilizzare la quantità di energia esatta in modo tale da equivalere alla resistenza all'avanzamento ed essere contrari alla direzione di marcia



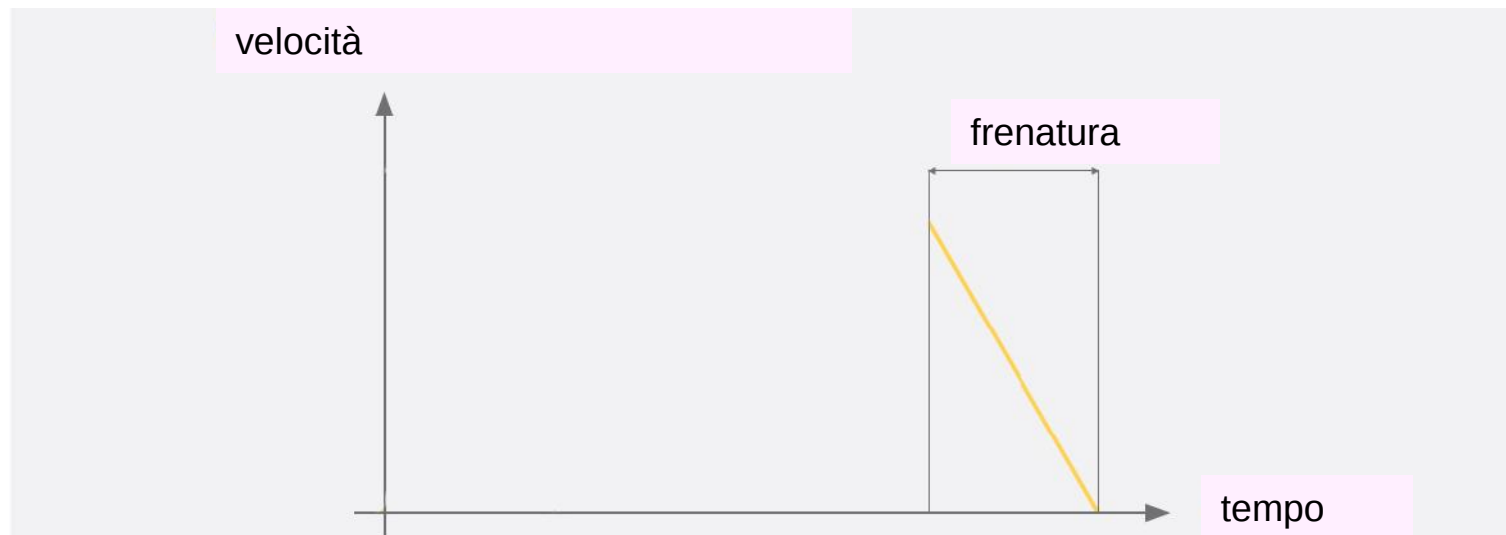
Rotolamento

- il pedale dell'acceleratore non viene utilizzato mentre il veicolo sta rotolando e non è necessaria alcuna energia perché esso si sposti in avanti
- L'apparecchiatura ausiliaria viene alimentata dall'autoeccitazione del motore
- quando il veicolo sta rotolando, la velocità cala a causa dell'effetto frenante della resistenza all'avanzamento



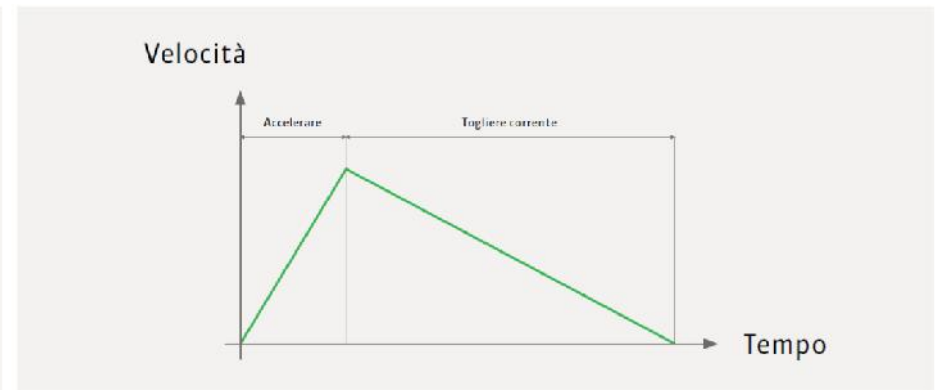
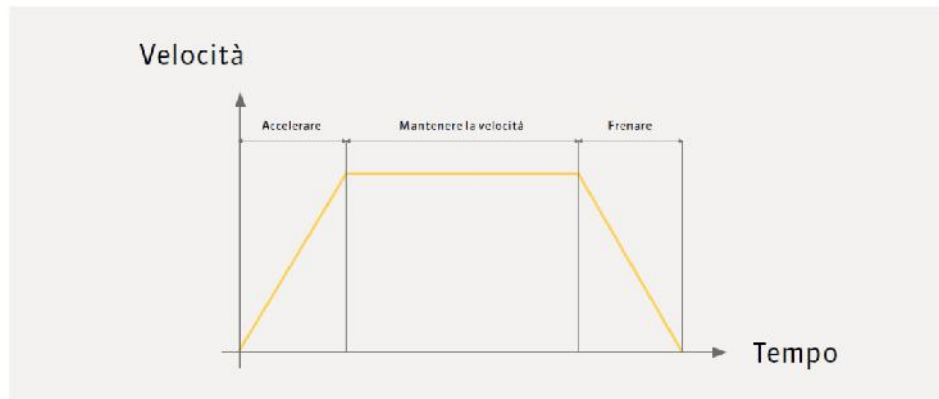
Frenatura

- frenare significa ridurre la velocità
- recupero di energia durante l'applicazione del freno elettrico
- durante la frenatura con il freno pneumatico, tutta l'energia di frenata tra il disco del freno e il cuscinetto viene convertita in calore e viene dissipata



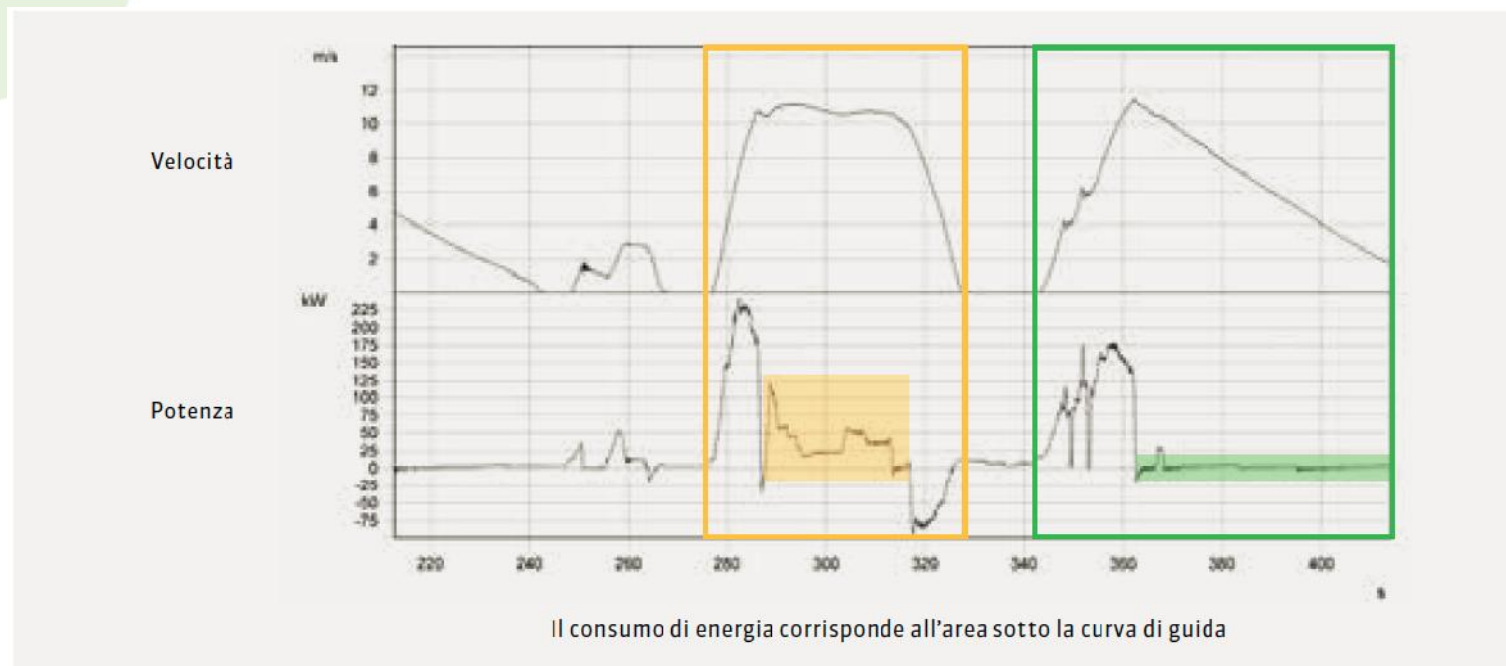
Diversi cicli di guida

- condizioni di guida in caso di risultato composto nei cicli di guida
- rappresentazione idealizzata dei cicli di guida con
 - sezione "velocità costante"
 - sezione "rotolamento"



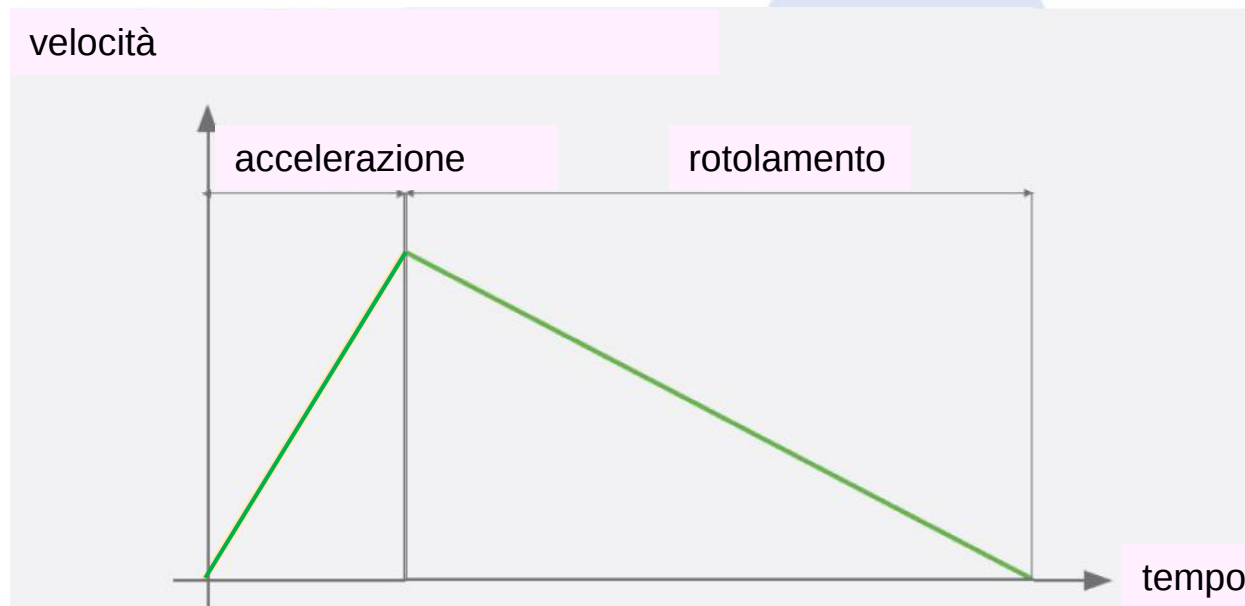
Cicli di guida attuali

- rappresentazione del consumo di energia come l'area sottostante la curva di uscita
- maggiore consumo di energia durante la velocità costante (giallo) rispetto al rotolamento (verde)



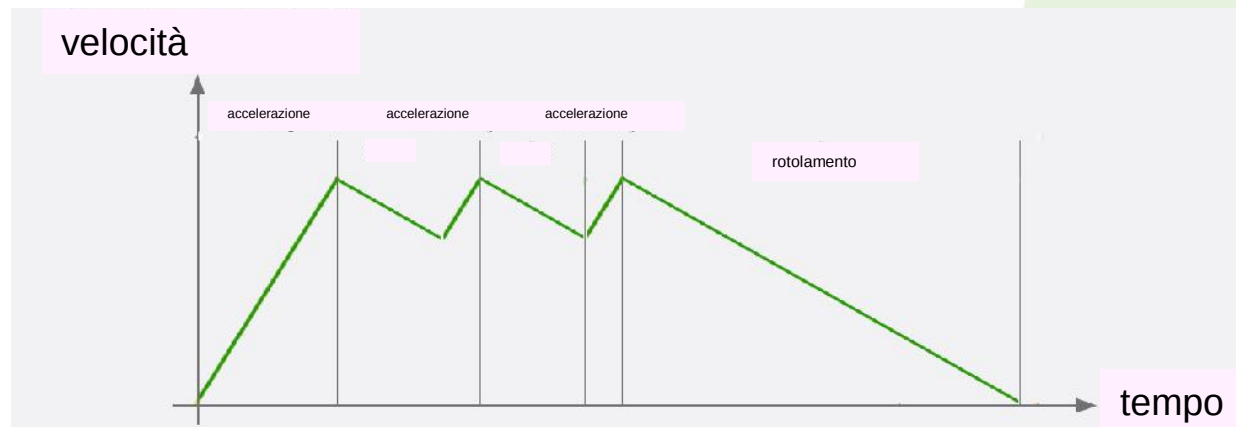
Ciclo di guida ideale

- in un ciclo di guida ideale, l'accelerazione viene seguita da una sezione di rotolamento, per arrivare a un momento di arresto al punto di fermata richiesto
- ciò può essere mostrato come un triangolo nel grafico velocità-tempo



Comportamento di guida per un ciclo di guida ideale

- accelerare il più delicatamente possibile ma comunque rapidamente
- evitare una velocità costante nel complesso
- mantenere la velocità secondo un'onda a "dente di sega" (accelerazione - rotolamento)



- sezione di rotolamento massima nel rispetto del percorso di linea
- frenare idealmente utilizzando il freno elettrico



Impatto sulla potenza del filo di contatto

- ogni **accelerazione** comporta un **calo nella potenza del filo di contatto** dovuto all'energia necessaria
- ogni **applicazione del freno elettrico** comporta un **aumento nella potenza del filo di contatto**
- Se sono utilizzati i supercapacitori, il calo o l'aumento nella potenza sono significativamente inferiori



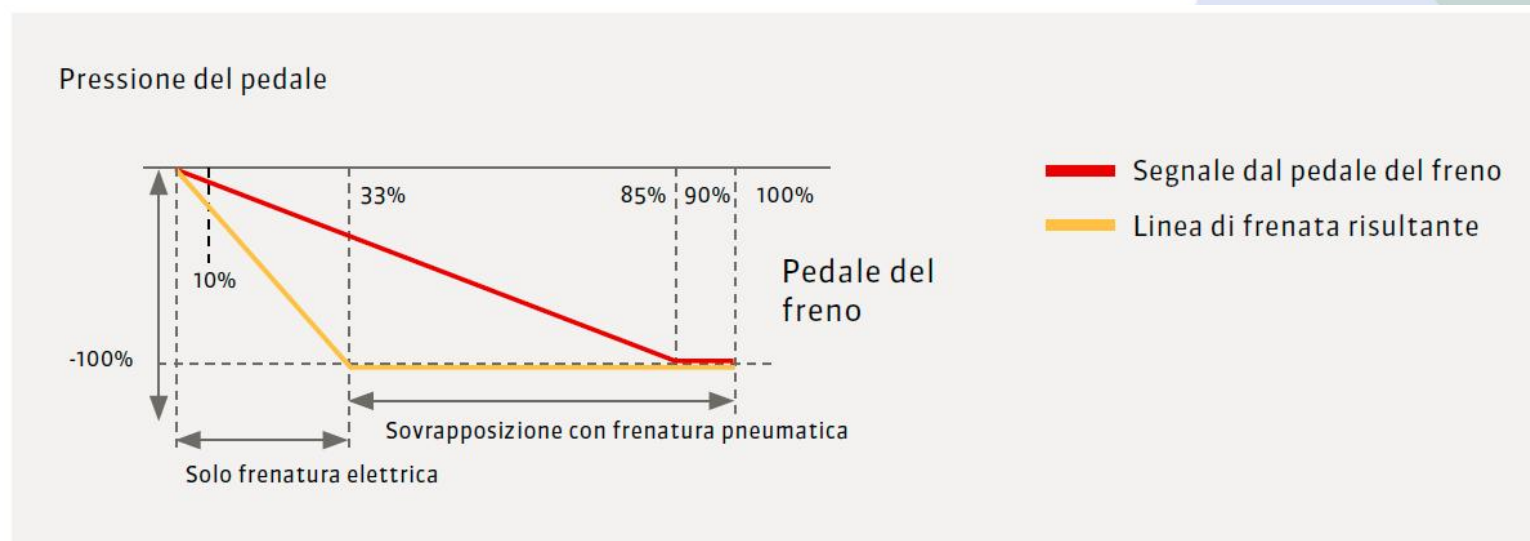
Vantaggi delle fasi di rotolamento

- non viene assorbita nessuna energia dal filo di contatto e l'apparecchiatura ausiliaria viene alimentata mediante l'autoeccitazione del motore
- usura inferiore sul freno pneumatico meccanico a causa della velocità di avvicinamento ridotta alla fermata di arresto successiva
- uno stile di guida regolare implica una maggiore comodità di viaggio per i passeggeri e il conducente
- **tuttavia, sezioni di rotolamento prolungate sono possibili esclusivamente con un comportamento di guida responsabile e il mantenimento di una distanza ben calcolata dal veicolo di fronte**



Vantaggi e funzioni del freno elettrico

- recupero di energia durante le operazioni di frenatura
- assenza di usura e di manutenzione
- elevato livello di comodità di viaggio per il conducente e i passeggeri
- il freno elettrico funziona da solo finché il pedale viene azionato, ca. 33%



Uso consapevole del riscaldamento e del condizionamento dell'aria

- evitare di aprire porte e finestre quando il riscaldamento o il condizionamento dell'aria è acceso
- durante le fermate prolungate e il cambio di turno, tenere le porte con l'apriporta chiuso oppure spegnere il riscaldamento o il condizionamento dell'aria
- il riscaldamento richiede 13,5 kW a temperature esterne tra -4°C e +4°C (esempio di Salisburgo)
- i nuovi filobus sono dotati di sistemi automatici di riscaldamento e di condizionamento dell'aria installati



Pratica di guida - Parte 2



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

actuate



Suggerimenti sulla parte pratica della Formazione avanzata II

- stesso percorso della Parte 1
- stessa sequenza di conducenti della Parte 1
- rendere le condizioni realistiche il più simili possibile a quelle della Parte 1 (se possibile)
- comportamento di guida e informazioni integrative insegnate nella sezione teorica
- ripetere le misurazioni di energia al fine di confrontare una potenziale riduzione del consumo di energia a confronto con la prima corsa pratica



Aspetti sulla sicurezza dei filobus



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

actuate



Azioni da intraprendere se il pantografo è scollegato dal filo di contatto

- fermarsi immediatamente, ma tenendo in considerazione i passeggeri
- indossare il giubbotto ad alta visibilità prima di lasciare il filobus
- deve essere eseguita un'ispezione visiva del pantografo e del filo di contatto
- quanto segue è vietato
 - toccare il polo di un'asta mentre l'altra è ancora collegata
 - toccare le parti sotto tensione del veicolo e il filo di contatto
 - arrampicarsi sul tetto del filobus
- prima di collegare il pantografo, l'interruttore principale deve essere scollegato
- in caso di guasto, è necessario informare il centro di controllo; attendere le istruzioni dal centro di controllo; deve essere inviato un rapporto scritto sull'accaduto



Azioni da intraprendere se il filo di contatto è danneggiato

- prestare particolare attenzione se parti del filo di contatto sono pendenti!
- il conducente del primo filobus che arriva sulla scena deve mettere in sicurezza l'area in caso sia presente un rischio per gli altri utenti della strada
- è vietato toccare le sezioni pendenti del filo di contatto
- se un veicolo entra in contatto con le sezioni pendenti del filo di contatto, è necessario richiedere al centro di controllo di spegnere immediatamente l'alimentazione
- se necessario, i passeggeri devono attendere all'interno del veicolo fino all'arrivo del servizio di riparazione di emergenza
- In caso di incendio, è necessario richiedere al centro di controllo di spegnere immediatamente l'alimentazione. In caso ciò non sia possibile, i passeggeri devono abbandonare immediatamente il filobus al fine di evitare archi elettrici e il manto stradale deve essere isolato stendendo materiali adeguati (per es., panni asciutti) all'uscita dei passeggeri dal veicolo



Guasto e sovraccarico dell'alimentazione

- se un'interruzione dell'alimentazione impedisce la continuazione del viaggio, utilizzare la velocità del veicolo, ovvero il relativo slancio, e parcheggiare il filobus al fine di non ostruire il traffico
- il freno di stazionamento deve essere applicato al fine di impedire al filobus di rotolare ulteriormente
- i pantografi devono essere scollegati
- i filobus dotati di azionamento ausiliario devono continuare il viaggio utilizzando l'azionamento alternativo
- interruzioni di corrente ripetute nell'arco di un periodo di tempo breve possono significare che l'alimentazione è in sovraccarico
- guidare con molta attenzione, evitare di accelerare nello stesso momento
- spegnere i sistemi di riscaldamento e di condizionamento dell'aria
- rispettare l'eventuale coordinazione delle partenze da parte del centro di controllo



NB!



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

actuate



3 regole per la guida ecologica

- **Regola della sicurezza**

Tutte le altre regole sono subordinate alla regola della sicurezza

- **Regola della puntualità**

La puntualità è essenziale per i servizi di linea per il trasporto passeggeri e significa lasciare una fermata né con troppo anticipo né con troppo ritardo

- **Regola dell'economicità**

La guida ecologica significa ridurre al minimo il consumo di energia e diminuire l'usura sul veicolo rispettando al contempo le regole sulla sicurezza e la puntualità



Comportamento di guida a basso consumo energetico con i filobus

■ 5 regole d'oro per la guida ecologica

- (1) accelerare rapidamente
- (2) evitare una velocità costante nel complesso
- (3) massimizzare il rotolamento rispettando al contempo gli orari
- (4) evitare le frenate non necessarie e, idealmente, utilizzare il freno elettrico privo di usura per il recupero dell'energia
- (5) uso consapevole del sistema HVAC in caso lo stesso non sia impostato automaticamente per il funzionamento ottimale



Fine



Grazie per l'attenzione



Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

56

actuate

