

# Driving Toward Sustainability

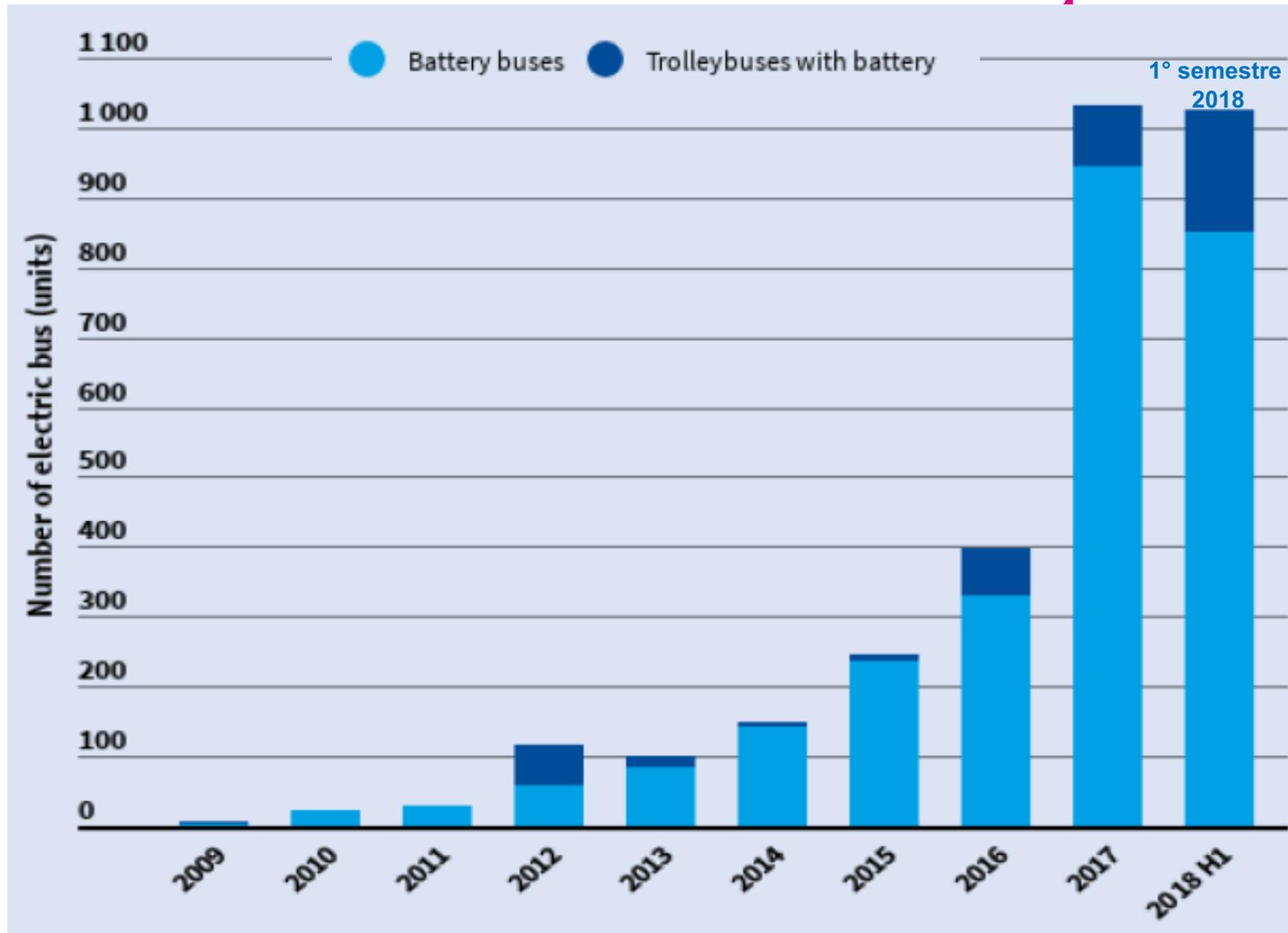
Ancona, 10 maggio 2019

## Elettrificazione del TPL e Piattaforme della mobilità

Ing. Paride Gasparini  
Direttore dell'Esercizio  
CTM Cagliari

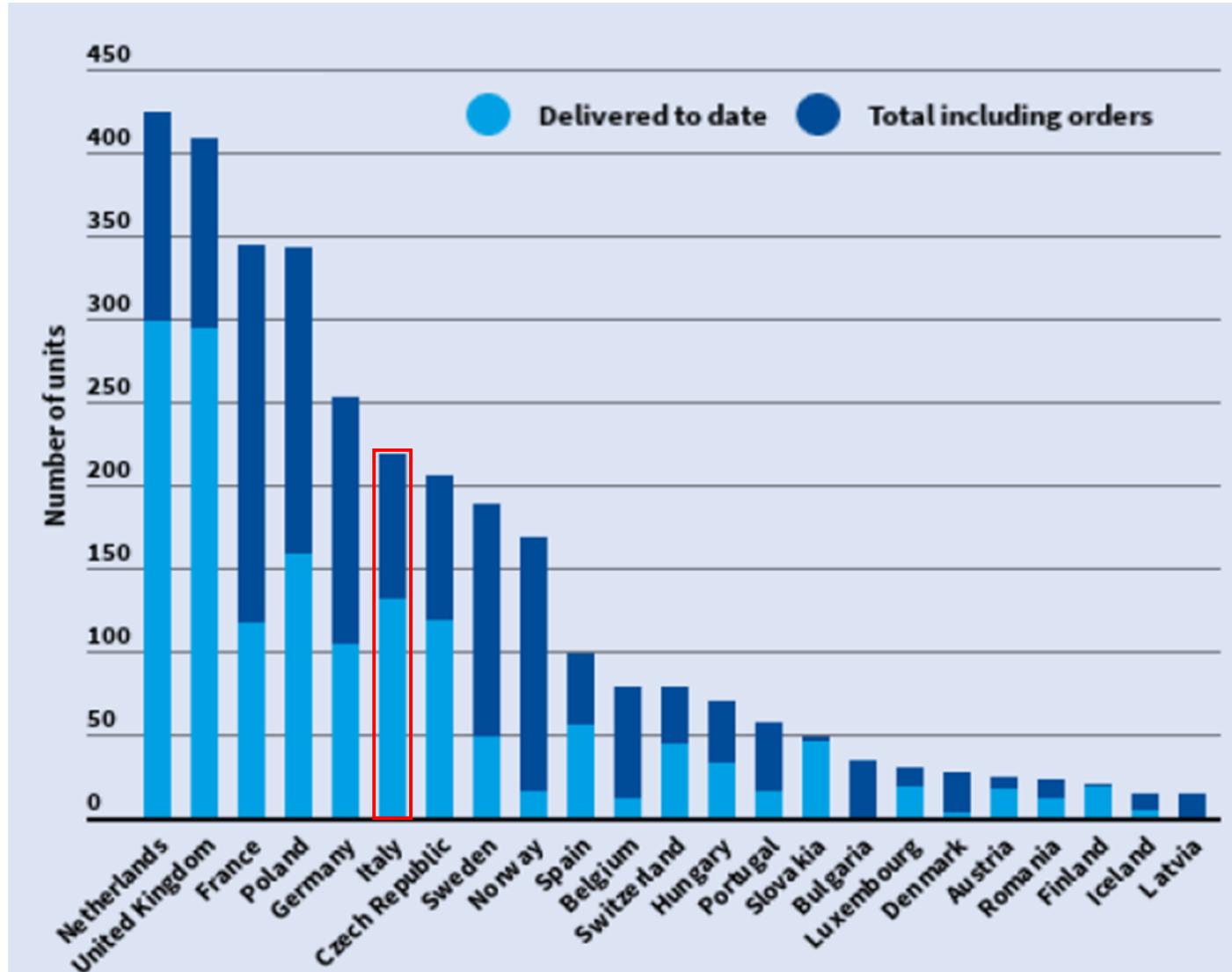


# Ordinativi di bus elettrici in Europa



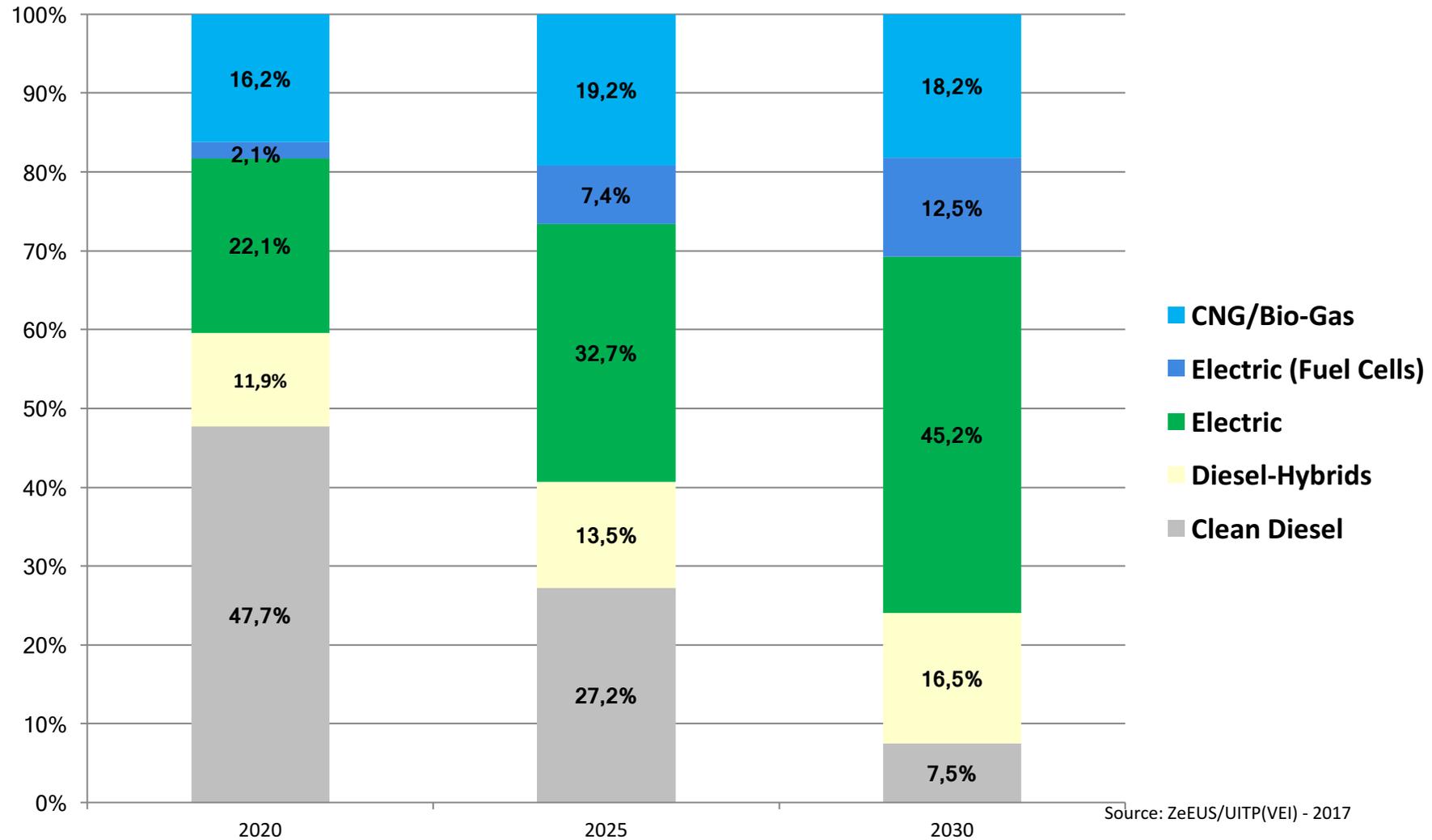
Fonte: Electric buses arrive on time - Marketplace, economic, technology, environmental and policy perspectives for fully electric buses in the EU - by Transport & Environment - Novembre 2018

# Flotta di bus elettrici in Europa per paese (con ordinativi)



Fonte: Electric buses arrive on time - Marketplace, economic, technology, environmental and policy perspectives for fully electric buses in the EU - by Transport & Environment - Novembre 2018

## Evolutioni previste del mercato autobus in Europa



# CONFRONTO TRA DIVERSE SOLUZIONI TECNOLOGICHE

Confronto autobus Diesel tradizionale vs. Full-Electric			
Parametro	Autobus Diesel	Autobus Full-Electric	Note
Costo di acquisto	+	-	
Costi di manutenzione	-	+	
Costo energia (gasolio, energia elettrica)	-	+	
Complessità powertrain	-	+	
Facilità di manutenzione	=	=	
Rimessaggio (parcheggio dedicato)	+	-	Full electric richiede stazioni plug-in
Affidabilità	=	=	Incertezza sulle batterie
Durata (vita utile)	=	=	Incertezza sulle batterie
Necessità di infrastruttura di ricarica	+	-	
Consumi	-	+	
Rumorosità	-	+	
Emissioni atmosferiche	-	+	
Autonomia	+	-	
Flessibilità di utilizzo	+	-	

+ migliorativo; = equivalente; - peggiorativo.

## *Le tipologie dei sistemi di ricarica*

Si individuano 3 macrotipologie:

- **A) Ricarica soltanto in deposito**
- **B) Ricarica in deposito e al capolinea**
- **C) Ricarica distribuita (deposito, capolinea, fermate)**

DESCRIZIONE

L'energia alle batterie di accumulo è fornita solo presso il Deposito (in generale mediante una ricarica lenta). Il trasferimento dell'energia al veicolo avviene mediante sistemi con apposito connettore (Plug) per la ricarica lenta (tipicamente 5-6 ore la notte). Il veicolo è equipaggiato con sistemi di accumulo dell'energia elettrica utilizzata per la trazione (batterie) opportunamente dimensionate per l'effettuazione del servizio. Questa modalità, infatti non prevede ricariche occasionali lungo le fermate o presso i Capolinea. L'energia accumulata durante la ricarica in Deposito è quella che serve per l'effettuazione dell'intero servizio programmato.

COMPONENTI

- Infrastruttura: punti di ricarica posizionati presso il Deposito (tipicamente ricarica lenta mediante plug)
- Veicolo (trasferimento energia): connettori (plug) per la ricarica lenta in deposito.



## DESCRIZIONE

L'energia alle batterie di accumulo è fornita presso il Deposito (in generale mediante una ricarica lenta) e presso i capolinea (mediante ricarica veloce e/o lenta).

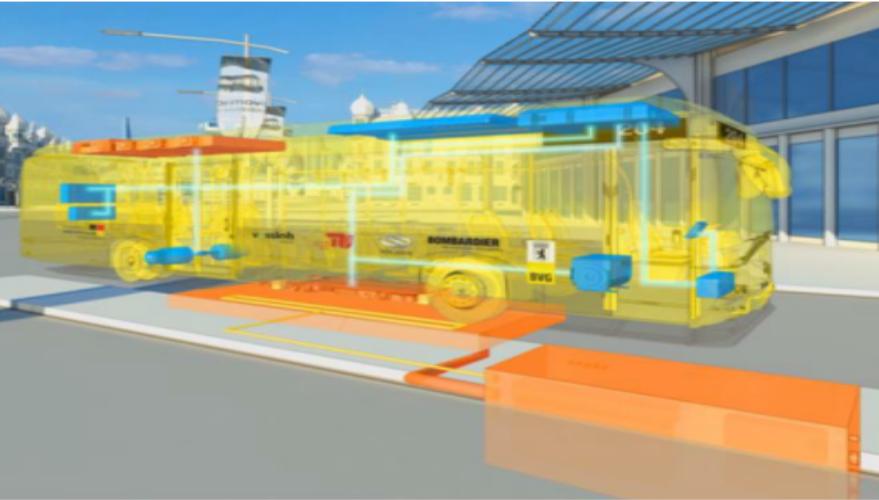
La ricarica veloce (tra i 5-10 minuti) avviene attraverso diversi sistemi, quali: accoppiamento induttivo (tramite piastre), accoppiamento conduttivo (pantografo, braccio articolato), connessione ad infrastruttura filoviaria/tranviaria (catenaria) pre-esistente.

La ricarica lenta (5-6 ore) avviene mediante sistemi con apposito connettore (Plug).

## COMPONENTI

- Infrastruttura (Deposito): punti di ricarica dotati di connettori (plug) per la ricarica lenta
- Infrastruttura (Capolinea): punti di ricarica dotati di sistema per la ricarica veloce e/o lenta.
- Veicolo (trasferimento energia): piastre, pantografo, braccio articolato, connettori per la ricarica lenta (plug)



DESCRIZIONE	<p>Si tratta di un sistema ad alimentazione discontinua nel quale l'energia, fornita da opportune stazioni fisse (punti di ricarica posizionati lungo le fermate e al capolinea), è trasferita al veicolo mediante diversi sistemi, quali: accoppiamento induttivo (tramite piastre), accoppiamento conduttivo (pantografo e braccio articolato). Il veicolo è opportunamente equipaggiato con sistemi di accumulo (batterie e/o super capacitori) dell'energia elettrica utilizzata per la trazione.</p>	
COMPONENTI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infrastruttura: punti di ricarica posizionati lungo le fermate e al capolinea</li> <li>• Veicolo (trasferimento energia): piastre, pantografo, braccio articolato, connettori per la ricarica lenta in deposito</li> <li>• Veicolo: sistemi di accumulo ausiliario e trasferimento rapido energia mediante super capacitori.</li> </ul>	  

# La Città di Cagliari

Popolazione: 154.000 ab.

Popolazione città metropolitana: 430.000 ab.

Parametro	Città di Cagliari
Giorni superamento PM10 nel 2018 (Dlgs 155/2010 consentiti 35)	49
Media annuale PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (Dlgs 155/2010 consentiti 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	25
Superamento valore limite orario NO2 nel 2018 (Dlgs 155/2010 consentiti 18)	1
Media annuale NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (Dlgs 155/2010 consentiti 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	19

Fonte: 2° rapporto Kyoto Club – Politiche di mobilità e qualità dell'aria nelle 14 città e aree metropolitane 2017-2018 (Ed. aprile 2019)



# CTM CAGLIARI

## GESTISCE IL TPL NELL'AREA URBANA DI CAGLIARI

- Popolazione servita: **385.000 ab.**
- Linee: **32**, di cui **3 filoviarie**
- Lunghezza della rete: **434 km**
- Vetture km/anno: **12.552.319**  
(1.500.000 filoviari)
- Velocità comm. media: **16 km/h**
- Frequenza media (ore di picco): **9 min**
- Parco mezzi: **271 unità**,  
di cui **239 autobus**, **32 filobus**
- Anzianità media parco: **8,8 anni**  
(**9,3 autobus**; **4,8 filobus**)

(31 dic. 2018)



## LA RETE FILOVIARIA DI CTM

**ESTENSIONE: 45,9 km**  
**36,9 km di ESERCIZIO**  
**+ 9 km di SERVIZIO**



## IL PARCO FILOVIARIO

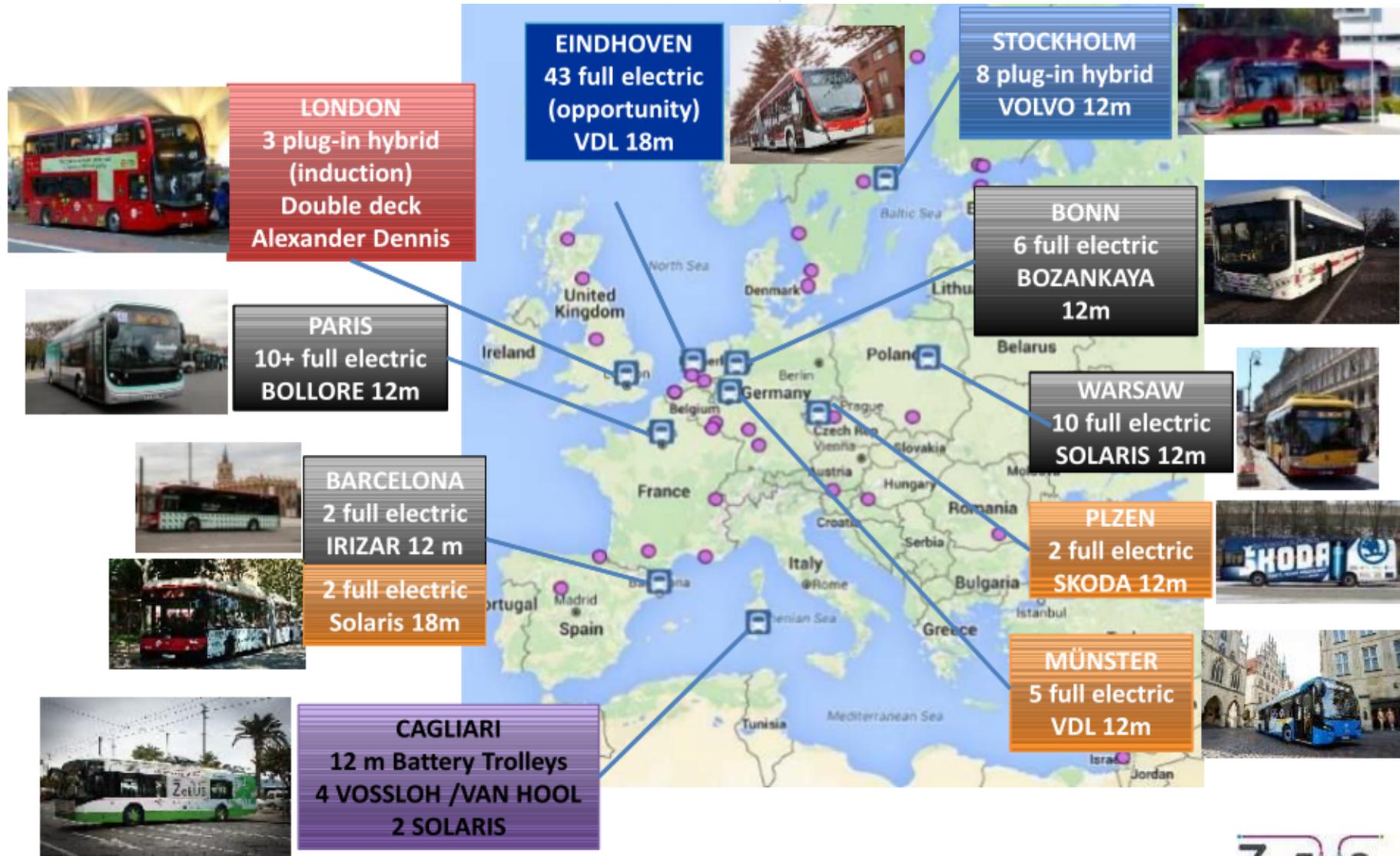
FOTO	TIPOLOGIA FILOBUS (Tutti lunghi 12 m)	N° VEICOLI
	(2012) <b>Solaris Trollino T12</b>	<b>16</b>
	(2016) <b>Solaris Trollino T12</b> full electric batterie (Nano Titanato di Litio, 37 kWh)	<b>2</b>
	(2016) <b>Kiepe Van Hool A330T</b>	<b>10</b>
	(2016) <b>Kiepe Van Hool A330T</b> full electric batterie (Nano Titanato di Litio, 23 kWh)	<b>4</b>
anzianità media: 4,8 anni	<b>Totale</b>	<b>32</b>

# Il Progetto ZeEUS – *Informazioni Chiave*



- **Obiettivi:** Test di soluzioni di elettrificazione nel cuore della rete urbana di autobus, tramite dimostrazioni dal vivo, per facilitare la diffusione sul mercato europeo di autobus elettrici.
- **Durata:** Novembre 2013 – Aprile 2018
- **Budget:** 22.5 milioni € (13.5 milioni € di cofinanziamento EU)
- **Coordinatore:** UITP, International Association of Public Transport
- **Partner:** 40 (autorità di trasporto pubblico e operatori, costruttori, fornitori, associazioni nazionali e internazionali, centri di ricerca, ecc.)
- **Siti Dimostrativi:** 10 (Barcellona, Bonn, Cagliari, Londra, Munster, Parigi, Plzen, Eindhoven, Stoccolma, Varsavia)
- **Sito del progetto** [www.zeeus.eu](http://www.zeeus.eu)
- **Contatti:** [info@zeeus.eu](mailto:info@zeeus.eu)

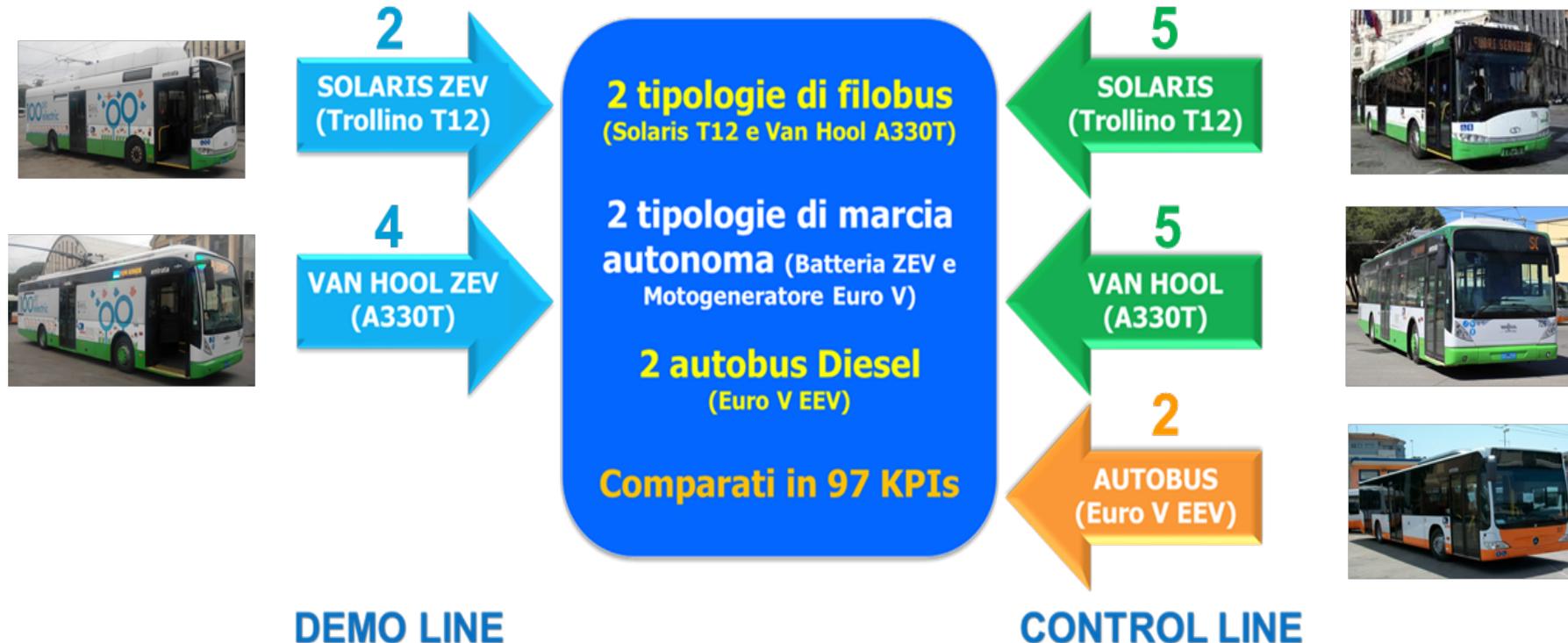
ZeEUS is co-funded by the European Commission under the 7th Research and Technological Development Framework Programme, Mobility & Transport Directorate General under grant agreement n° 605485. The ZeEUS project has been launched by the European Commission in the frame of the European Green Car and Smart Cities & Communities Initiatives.



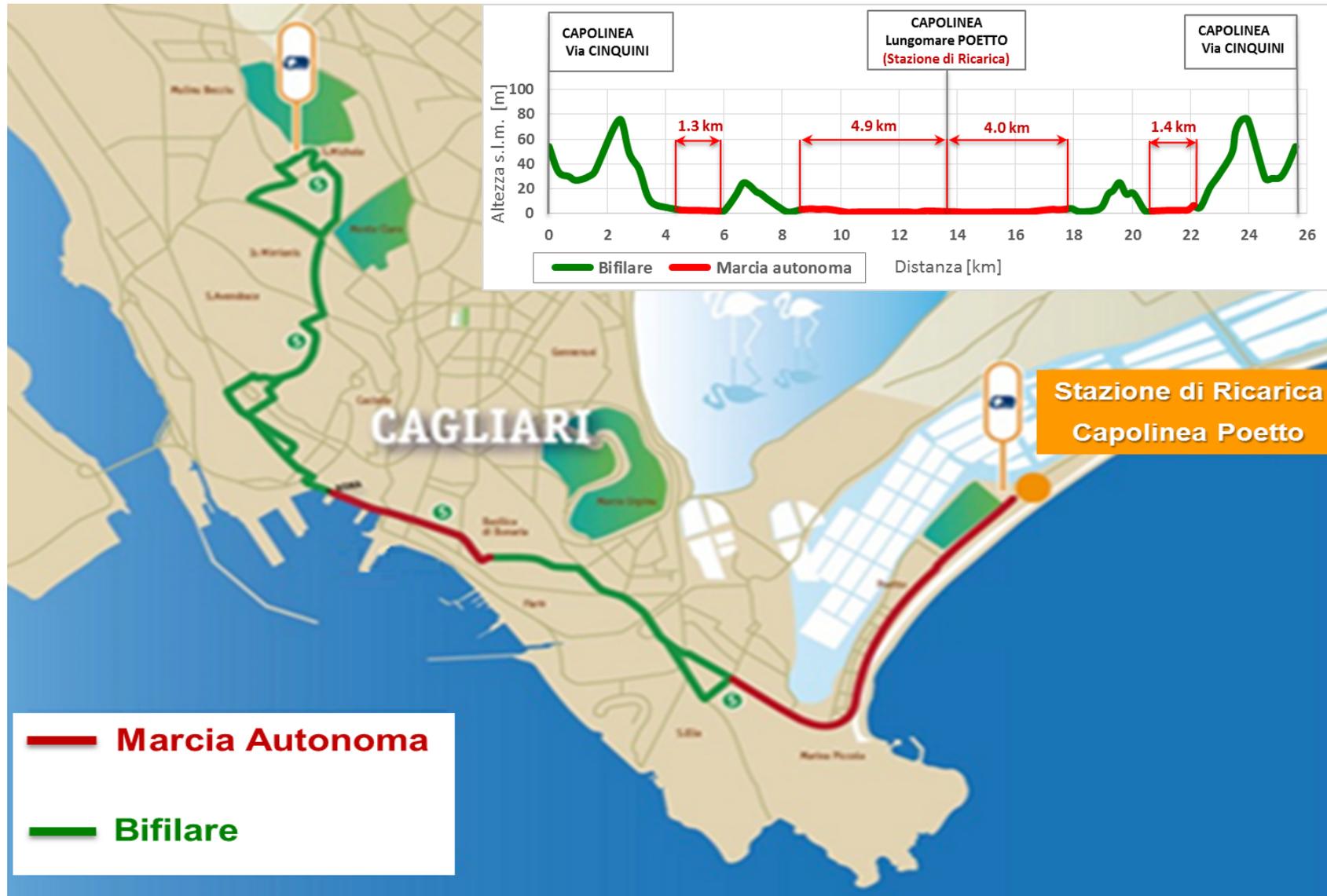
# Il Progetto ZeEUS – Demo Test di Cagliari

L' **Obiettivo**: sperimentare l'utilizzo, durante il regolare **servizio di linea**, di una flotta di **6 filobus ZEV** alimentati con innovative tecnologie per l'utilizzo in **marcia autonoma**, valutandone: **prestazioni, efficienza, affidabilità, economicità, sostenibilità ambientale**.

**Le prestazioni sono confrontate nelle stesse condizioni operative (Linea 5-ZeEUS)**, con **filobus** dello stesso modello (equipaggiati con motogeneratore Diesel) e con **autobus** tradizionali (Euro V EEV), in **97 KPI** (15 People, 18 Profit, 7 Planet, 57 Technical/Operational).



# Linea 5-ZeEUS – Configurazione Estiva



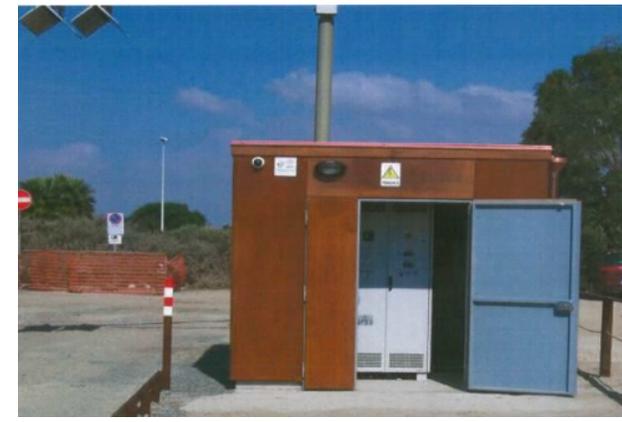
# Il Progetto ZeEUS a Cagliari

## Stazione di Ricarica – *Capolinea Poetto*

- **Quadro Raddrizzatore:**
  - Tensione di alimentazione: **400 V<sub>ca</sub> (± 5%)**,
  - Tensione nominale di uscita: **750 V<sub>cc</sub> (± 5%)**
- **Linea aerea:** lunghezza 1,5 m, 750 Vdc
- **Tegoli** per l'innalzamento automatico delle aste
- **Pedana per incarrozzamento** (larghezza 1,5 m, pendenza rampa max. 8%)
- **Videosorveglianza**

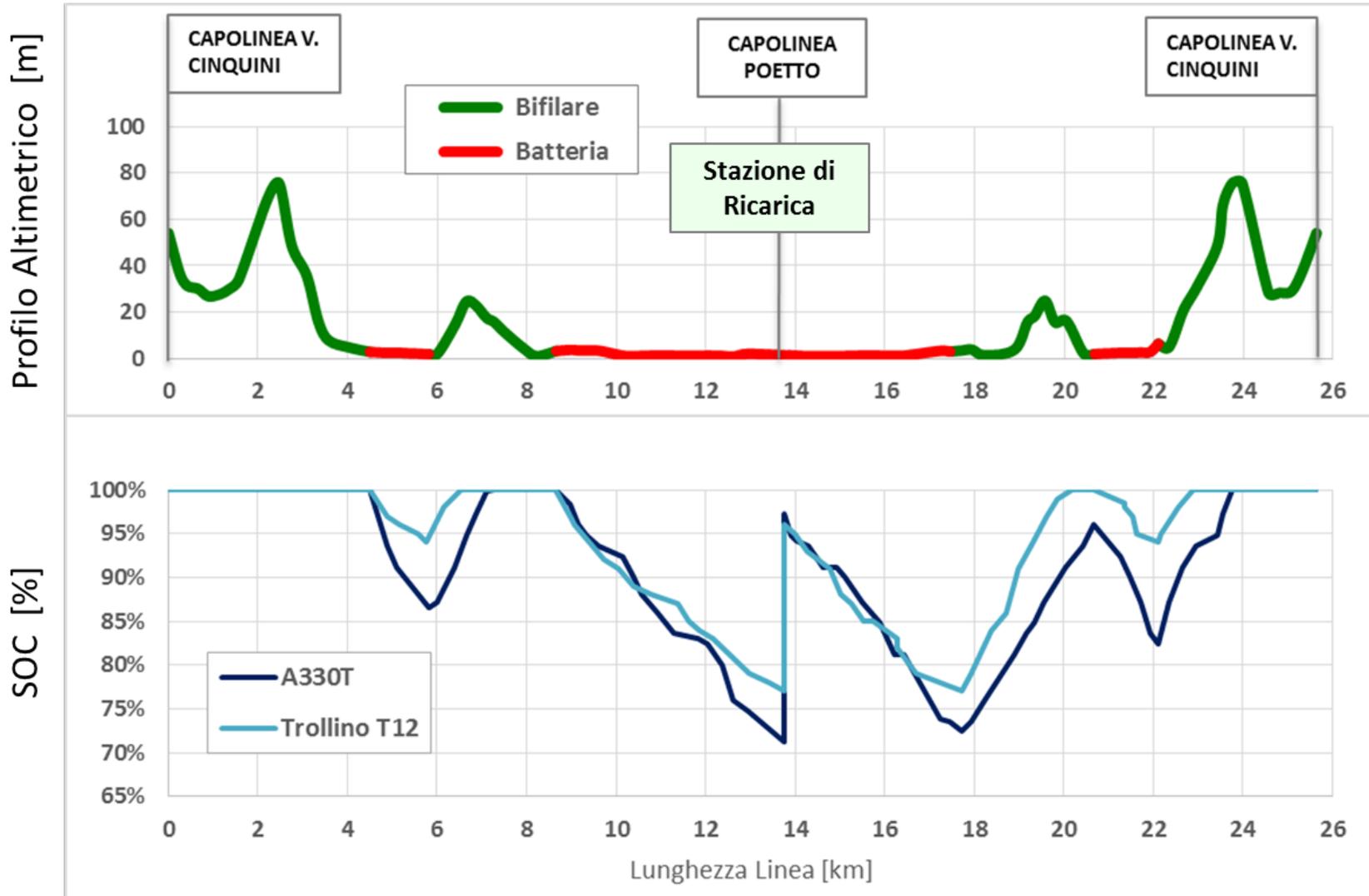


# La Stazione di ricarica al capolinea 5 ZeEUS



# Il Progetto ZeEUS a Cagliari

## CTM Demo Test – *Stato di carica batterie (SOC)*



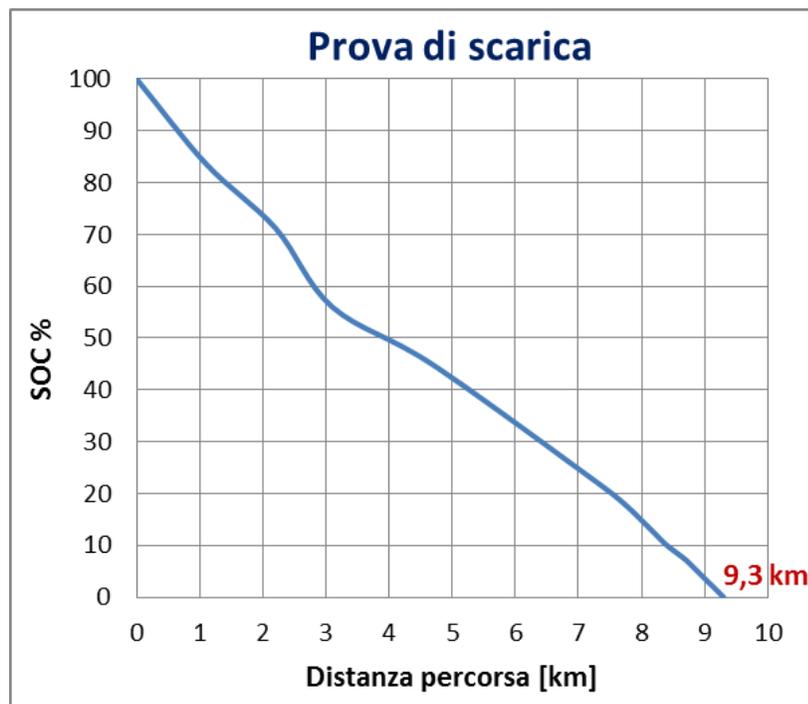
# CTM Demo Test – *Test di scarica batterie*

Percorso: **Linea 31 (Capolinea Pz. Matteotti – Quartu – Quartucciu)**

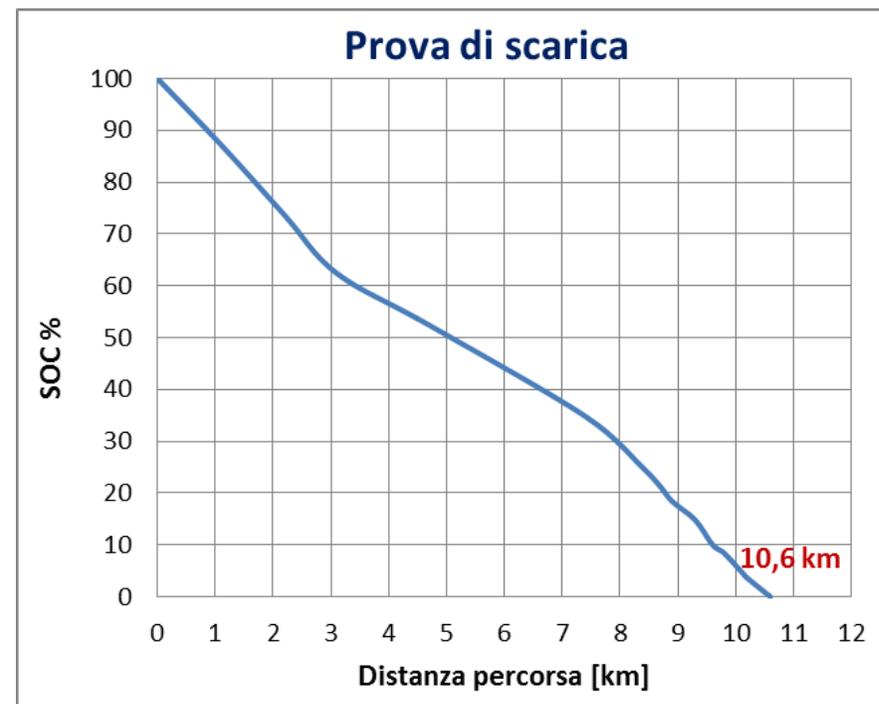
Veicolo: **Kiepe – Van Hool A330T ZEV**

Modalità di svolgimento del test: **climatizzazione e luci accese, tutte le fermate effettuate**

**Pieno**



**Vuoto**



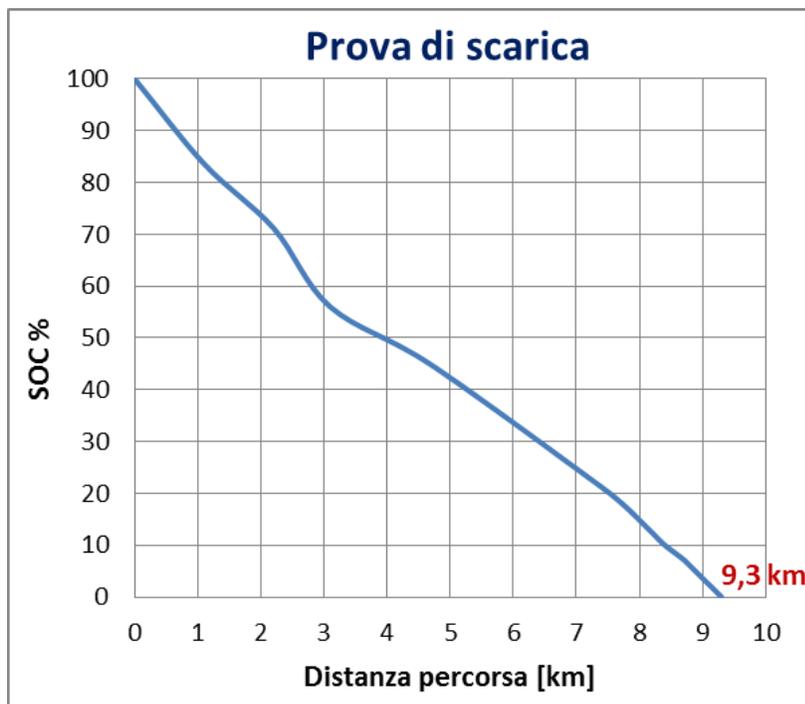
# CTM Demo Test – *Test di scarica e carica batterie*

Giorno: **22 Giugno 2016**

Percorso: **Linea 31 (Capolinea Pz. Matteotti – Quartu)**

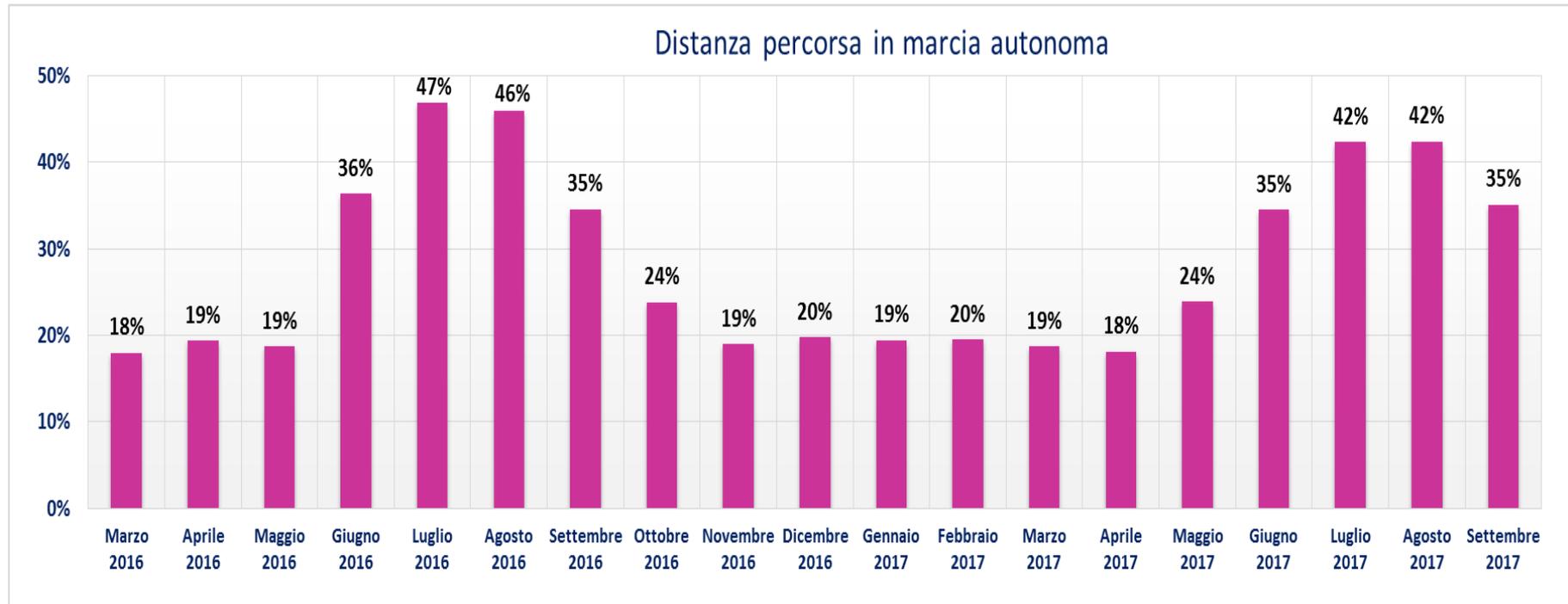
Veicolo: **Kiepe – Van Hool A330T ZEV**

Modalità di svolgimento del test: **pieno carico di passeggeri, climatizzazione e luci accese, tutte le fermate effettuate regolarmente**



## Il Progetto ZeEUS – Alcuni numeri

- ✓ **501** giorni di test (dal 5 Marzo 2016 fino al 17 Settembre 2017):
- ✓ **934.362 km percorsi** di cui:
- ✓ **95.865 km percorsi in batteria** (solo filobus ZEV)

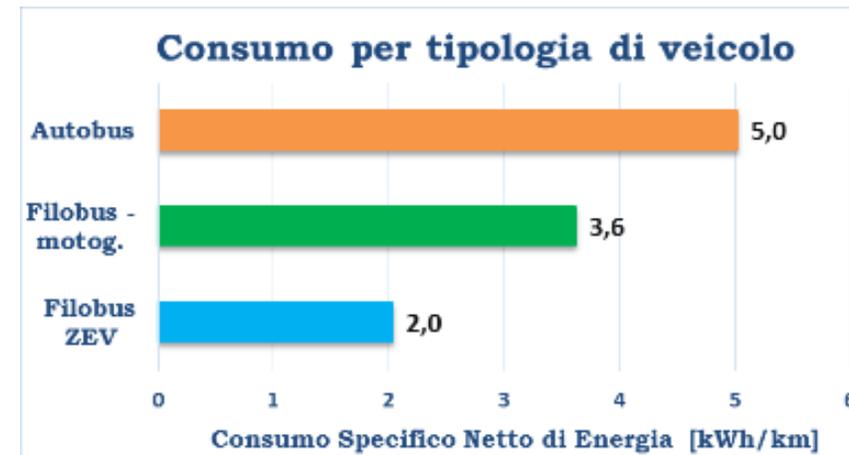


## Il Progetto ZeEUS a Cagliari – Alcuni numeri

durante il periodo della demo, i sei filobus a batteria hanno fatto rilevare:

- **livelli di affidabilità** (sino al **93%**), in linea con quelli rilevati su veicoli tradizionali di confronto;

- **migliori prestazioni in termini di consumo energetico:**



- **un risparmio** di **131.837 litri di gasolio** →  
evitata l'emissione in atmosfera di **105,1 tonnellate di anidride carbonica.**

# Il Progetto ZeEUS a Cagliari

## Cosa abbiamo appreso dalla Demo?



### Il Filobus ZEV:

- **Affidabile**
- **Meno Consumi (e costi) energetici inferiori rispetto i veicoli di confronto – anche grazie alla frenata rigenerativa**
- **No emissioni in atmosfera**
- **No rumore**
- **No problemi gestionali**
- **Alto gradimento della clientela (comfort e caratteristiche ecologiche)**

### Le Batterie di Trazione :

- **Dimensionamento (Autonomia, Peso, Carico Utile)**
- **Durata: da verificare nel tempo**
- **Trend tecnologico (+ potenza; - peso)**
- **Trend di mercato (+ diffusione; - costi di acquisto)**

# Il Progetto ZeEUS a Cagliari

Cosa abbiamo appreso dal progetto?

## La Marcia Autonoma Programmata:

➤ Pianificazione corretta

- alternanza:**
- ✓ Tratte bifilare
  - ✓ Tratte in marcia autonoma

➤ No infrastruttura:

- ✓ No impatto visivo
- ✓ No costi
- ✓ No tempi di realizzazione

➤ Stazione ricarica:

- ✓ Costi
- ✓ Tempi
- ✓ Autorizzazioni

➤ Applicabilità in contesti ambientali sensibili (es. centro storico)

- ✓ Area centrale 4-5 km in marcia autonoma
- ✓ Tratte esterne con bifilare

# Il filobus al Mare Poetto



## Piani di Rinnovo della flotta (2019-2020)

**CTM acquisterà:**

- **9 filobus ZEV (18 m): nel 2020?**

Istanza di finanziamento della Città Metropolitana di Cagliari al MIT per il **“Rinnovo e miglioramento del parco veicolare con azioni finalizzate primariamente all’incremento delle prestazioni del materiale rotabile e del servizio con aumento della capacità offerta”**

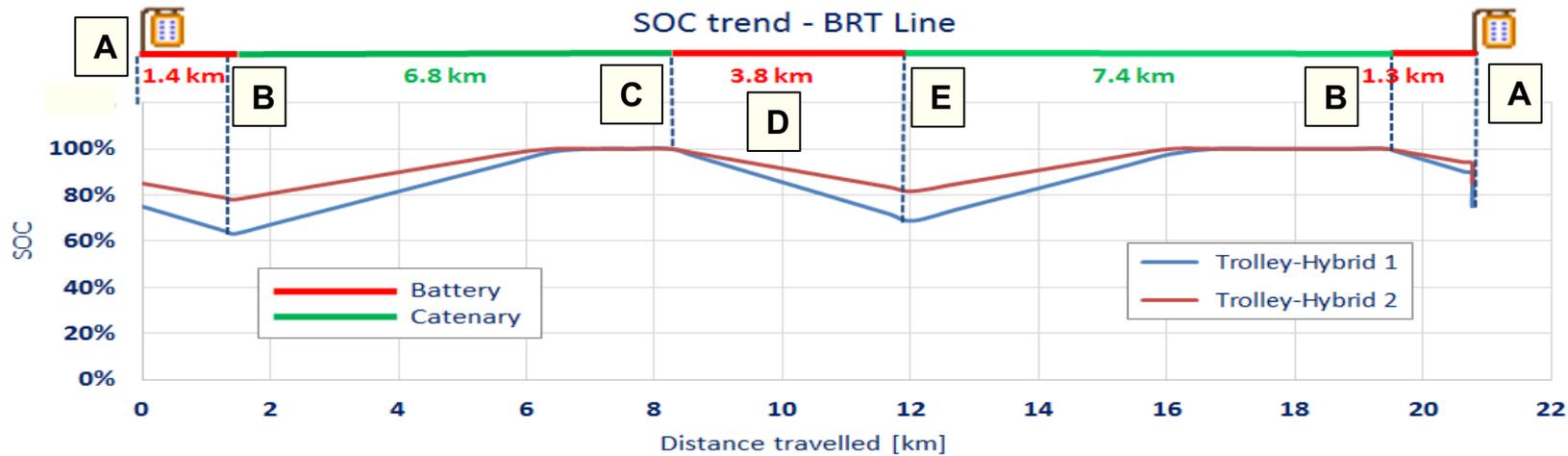
Importo progetto: 8.100.000 €

(MIT Appendice Addendum del 09/10/2018 - Finanziamento tipologia 1B)

**Area di intervento:** Aree urbane di Cagliari e Quartu S. Elena

- **3 bus ZEV (6m): aggiudicazione entro estate 2019, consegna nel 2020**  
Importo gara: 946.851 € (in autofinanziamento)
- **7 bus ZEV (6m): aggiudicazione entro 2019, consegna nel 2020;**  
Importo gara: 2.800.000 € (finanziamento MIT e in autofinanziamento)

**Area di intervento:** Centro storico (ZTL) di Cagliari e di Quartu S. Elena



# CTM - Sviluppi

## BRT con filobus All-Electric

Parametro	Valore	Unità di misura
Numero di veicoli in servizio	<b>9</b>	N°
N° di corse medie giornaliere per veicolo	<b>11</b>	N°
Velocità commerciale	<b>18,0</b>	km/h
Frequenza	<b>7,7</b>	min
Distanza giornaliera percorsa media per veicolo	<b>228</b>	km/(veicolo*giorno)
Ore di servizio medie per veicolo	<b>12,7</b>	ore/(veicolo*giorno)
Distanza totale percorsa all'anno	<b>616.721</b>	km/anno

## Linea con minibus elettrici a batteria



Via Lamarmora (centro storico di Cagliari)

## Linea 2:

- Lunghezza **2,44 km**, in batteria (**100%**)

## Caratteristiche:

- Centro storico ZTL
- Arco di servizio: **14 ore**
- Velocità operativa: **10 km/h**
- Percorrenza giornaliera per bus: **120 km**
- Percorrenza annua per bus: **38.000 km**



Profilo altimetrico percorso



## Piani di Rinnovo della flotta (2019-2020)

CTM acquisterà: **3 bus elettrici a batteria**

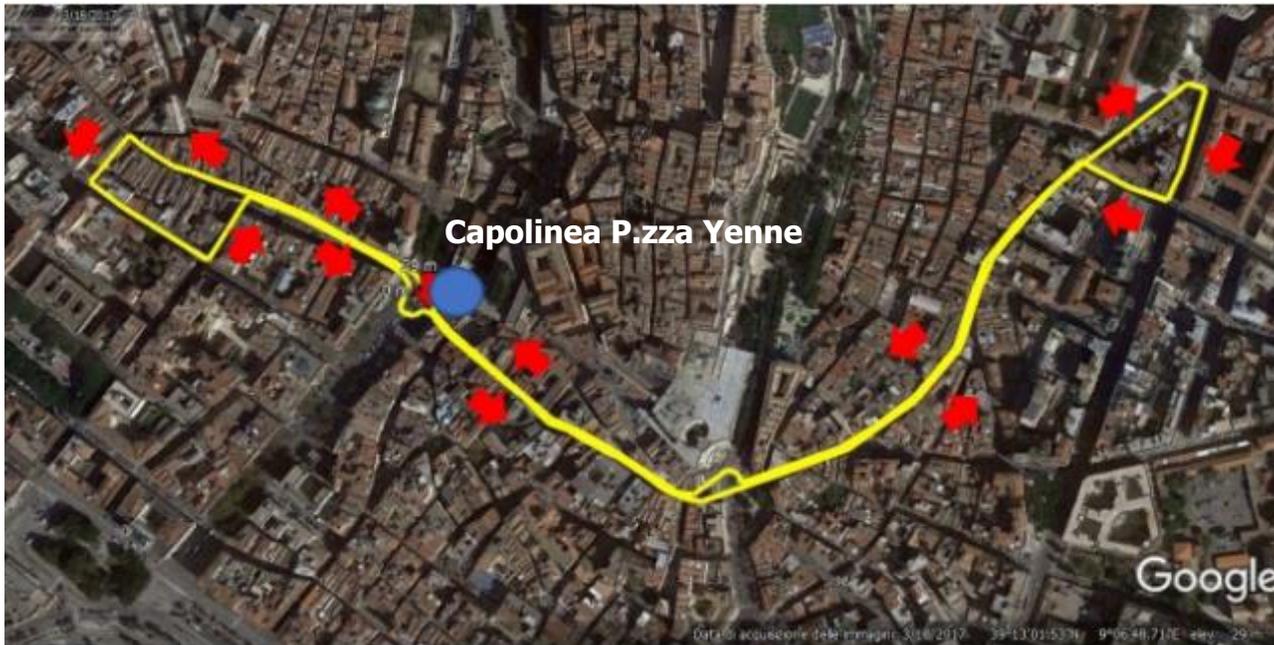
- **Lunghezza: 6 metri**
- **Autonomia programmata su esercizio giornaliero: 120 km**
- **Architettura: tipo A con sola ricarica in deposito**
- **Gara: ✓ aggiudicazione entro fine estate 2019**  
✓ **consegna entro 2020**

**Area di intervento: Centro storico (ZTL) di Cagliari**

## Linea 4:

- Lunghezza **2,8 km**, in batteria (**100%**)

## Caratteristiche:



- Centro storico ZTL
- Arco di servizio: **15 ore**
- Velocità commerciale: **13 km/h**
- Percorrenza giornaliera per bus: **200 km**
- Percorrenza annua per bus: **50.000 km**

### Profilo altimetrico percorso



# CTM - Sviluppi Full Electric

## Linea 40:

- Lunghezza **9,0 km**, in batteria (**100%**)

## Caratteristiche:

- Arco di servizio: **17 ore**
- Velocità commerciale: **13,5 km/h**
- Percorrenza giornaliera per bus: **250 km**
- Percorrenza annua per bus: **50.000 km**



## Profilo altimetrico percorso



## Piani di Rinnovo della flotta (2019-2020)

CTM acquisterà: **7 bus elettrici a batteria**

- **Lunghezza: 6 metri**
- **Architettura: tipo B con ricarica al capolinea (utilizzo della linea aerea filoviaria)**
- **Autonomia richiesta: 25 km**
- **Previsione: ✓ aggiudicazione gara entro 2019**  
**✓ consegna entro 2020**

**Area di intervento: Centro storico (ZTL) di Cagliari e di Quartu S. Elena**

# CTM - Sviluppi Full Electric



Ancona, 10 maggio 2019

## Elettrificazione del TPL e Piattaforme della mobilità



***Grazie per l'attenzione!***

**Paride Gasparini**  
**CTM S.p.A. Cagliari**

