

**Convegno CIFI „Sistemi di trasporto di
massa a completa automazione „**

**Alstom e l'esperienza sulle Metropolitane
"Driverless": le più estreme per capacità di
trasporto e pendenze**

Giuseppe Pandolfo

MKT and Sales Alstom Ferroviaria S.p.A

15/05/2009

TRANSPORT |

ALSTOM

Premessa: Migliori prestazioni e flessibilità

Gli operatori del settore metropolitano esigono livelli di prestazioni sempre più elevati e una costante riduzione dei costi dell'infrastruttura e dell'esercizio, nel rispetto degli obiettivi di sicurezza di sistemi a sempre maggiore automazione, sino a quella integrale.

Il Mercato e gli Operatori richiedono perciò sistemi di automazione e materiale rotabile ad alta affidabilità e aziende in grado di integrare le diverse tecnologie garantendo una elevata disponibilità dell'intero sistema.

Il sistema di Segnalamento e Automazione, denominato internazionalmente CBTC (Communication Based Train Control) è il sistema sul quale le più importanti aziende hanno investito sin dalla fine degli anni 90.

Alstom con il proprio sistema URBALIS™: the Networked CBTC; è oggi all'avanguardia nel campo delle metropolitane ad Automazione Integrale



Indice

1	Alstom: Fornitore globale per il trasporto urbano	Pag. 4
2	CBTC Alstom	Pag. 7
3	Progetti Alstom: Singapore NEL / CCL e Losanna	Pag. 28
4	Progetti Alstom: Milano M1.... Marmaray	Pag. 38
5	Conclusioni	Pag. 51

Il gruppo Alstom

Cosa hanno in comune questi due mezzi ?



Un treno che ha battuto il record di velocità: 574,8 km/h e si accinge a consentire una velocità commerciale di 360 km/h ?



Una piattaforma di Veicoli per applicazioni metropolitane automatiche e driverless

Ricadute tecnologiche, sperimentate su Very High Speed Train, e trasferite su rotabili metropolitani, hanno permesso su quest'ultimi l'implementazione di sottosistemi innovativi (es, motori a magneti permanenti ecc.) è già consolidati.

Alstom Italia – Attività

In Italia, Alstom nel settore ferroviario è:

Fonte Databank

- prima in termini di fatturato: 942,6 M€
- prima in termini di fatturato export: 276 M€
- prima per gamma completa di prodotto e knowhow di sistema (dall'infrastruttura al materiale rotabile)
- seconda per numero di addetti (2880 addetti)

Alstom Italia, è leader all'interno del Gruppo per:

Materiale rotabile

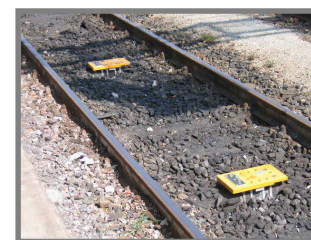
- Treni tilting - AV
- Treni regionali/suburbani



Metropolitane driverless - 23/07/2016 - P 5

Segnalamento

- Sistemi di comando e controllo per ferrovie e metropolitane (IXL)



TRANSPORT

ALSTOM

Indice

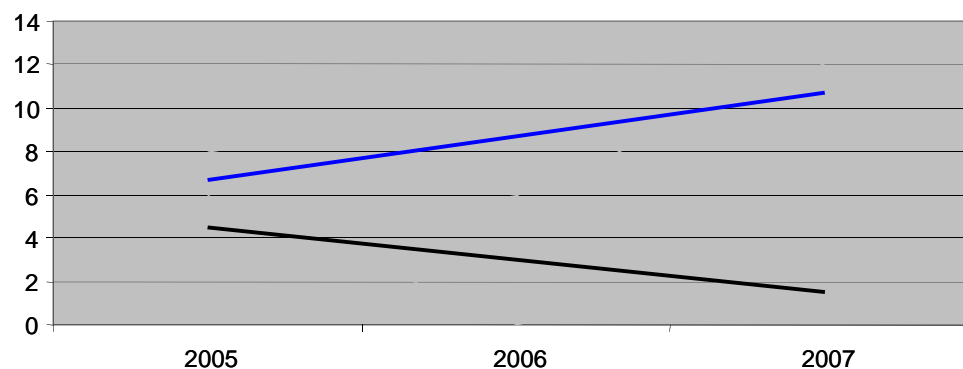
1	Alstom: Fornitore globale per il trasporto urbano	Pag. 4
2	CBTC Alstom	Pag. 7
3	Progetti Alstom: Singapore NEL / CCL e Losanna	Pag. 28
4	Progetti Alstom: Milano M1.... Marmaray	Pag. 38
5	Conclusioni	Pag. 51

Confronto tra sistema tradizionali e sistemi CBTC



- ❑ CBTC (Communication Based Train Control system) è una tecnologia consolidata scelta dai principali Operatori nel mondo.
- ❑ *Nuovi progetti CBTC dal 2005 al 2008 CBTC: Algeri, Barcellona, Beijing, Budapest, Chengdu, Dubai, Guangzhou, Helsinki, Istanbul, Londra, Losanna, Madrid, Malaga, Milano, New York, Nurimberga, Parigi, San Paulo, Seul, Shanghai, Shenyang, Shenzhen, Singapore, Taipei, Vancouver, ...*

Trends CBTC contro Blocco fisso (DTG)
(dati mondiali senza mercato Giapponese)



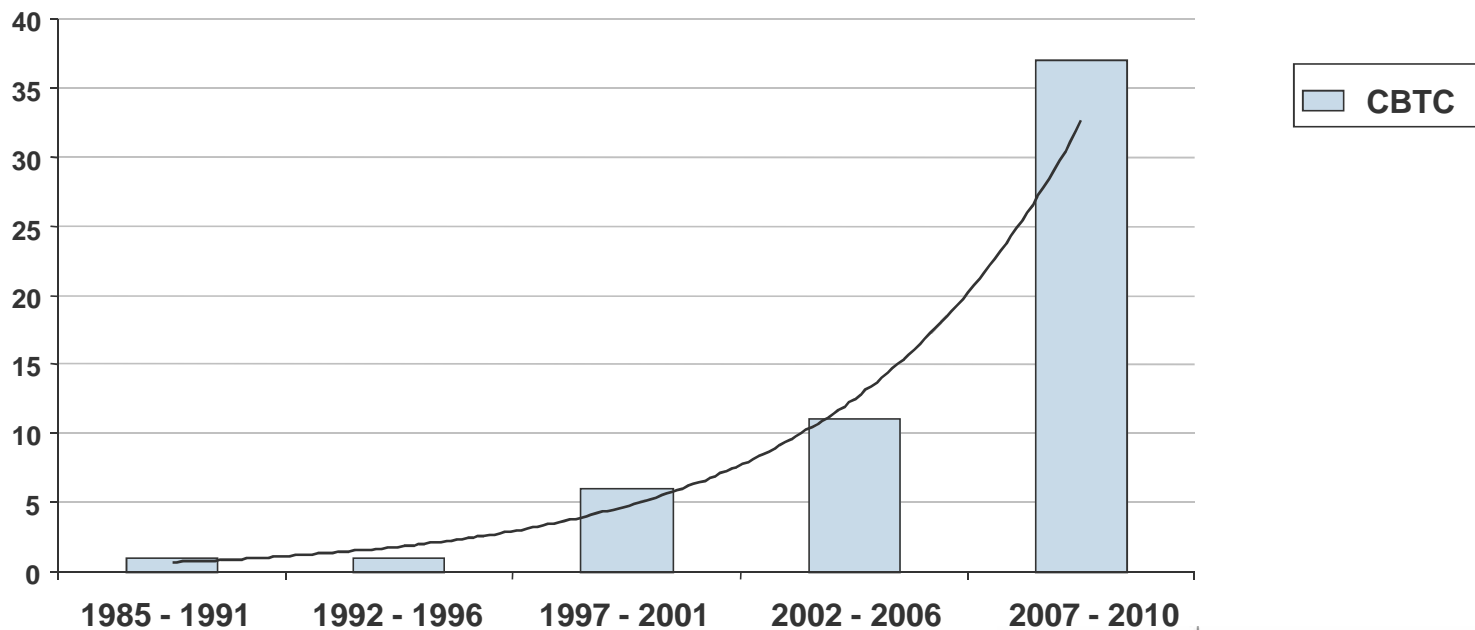
— CBTC
— Blocco fisso

CBTC: Una tecnologia matura

□ Sistemi CBTC in servizio o in esecuzione:

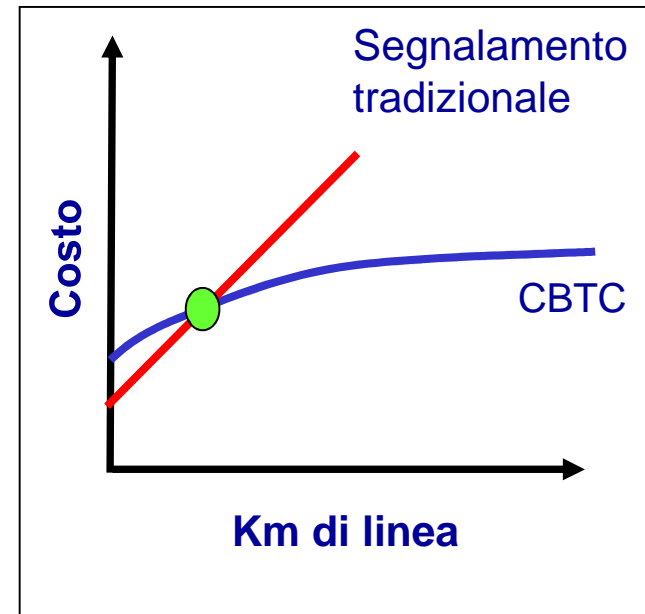
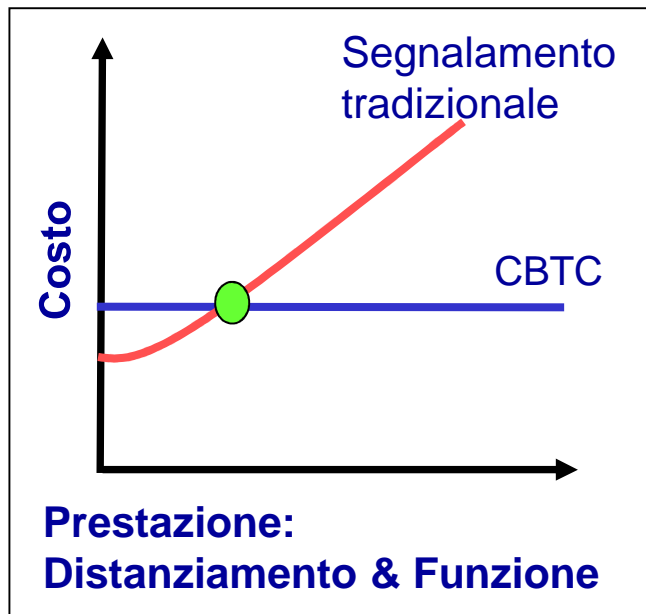
New York MRT, Londra-Jubilee Line, Madrid-Line 6, Seul-Bundang Line, HK- Pennys Bay, Beijing-Linea Aeroporto, Beijing-L2, Beijing-L10, Beijing- Linea Olimpica, Norimberga-U3, Dallas-Aeroporto APM, Seattle-Aeroporto, Londra-Dockland, Guangzhou-L3 , Guangzhou-L4 , Singapore-Circle Line, New York-JFK, San Francisco -Muni, San Francisco-Aeroporto, Detroit-APM, West Virginia, Vancouver-Sky Train, Wuhan-L1, Hong Kong -est Rail, Hong Kong-Ma On Shan, Taipei-Neihu, Singapore-NEL, Ankara-Rapid Transit, Kuala Lumpur-Putra, Lione-Line D, Parigi-Line 14

Numero di
linee in
servizio



I vantaggi dei sistemi CBTC verso i sistemi tradizionali (speed code)

Analisi qualitativa del mercato



● ⇔ Linea da 5 - 10 km

Il sistema CBTC è più performante e più competitivo dei sistemi tradizionali

Comparazione caratteristiche

Train Control

Tipo «Speed code »

Protezione continua
ATO per regolazione



ATC Avanzato (CBTC parziale)

Tipo «Distance-to-Go»
«intelligent» Train

Protezione continua
ATO per regolazione
Energy Saving
Adattabile per tutti i treni
Miglioramento frequenza

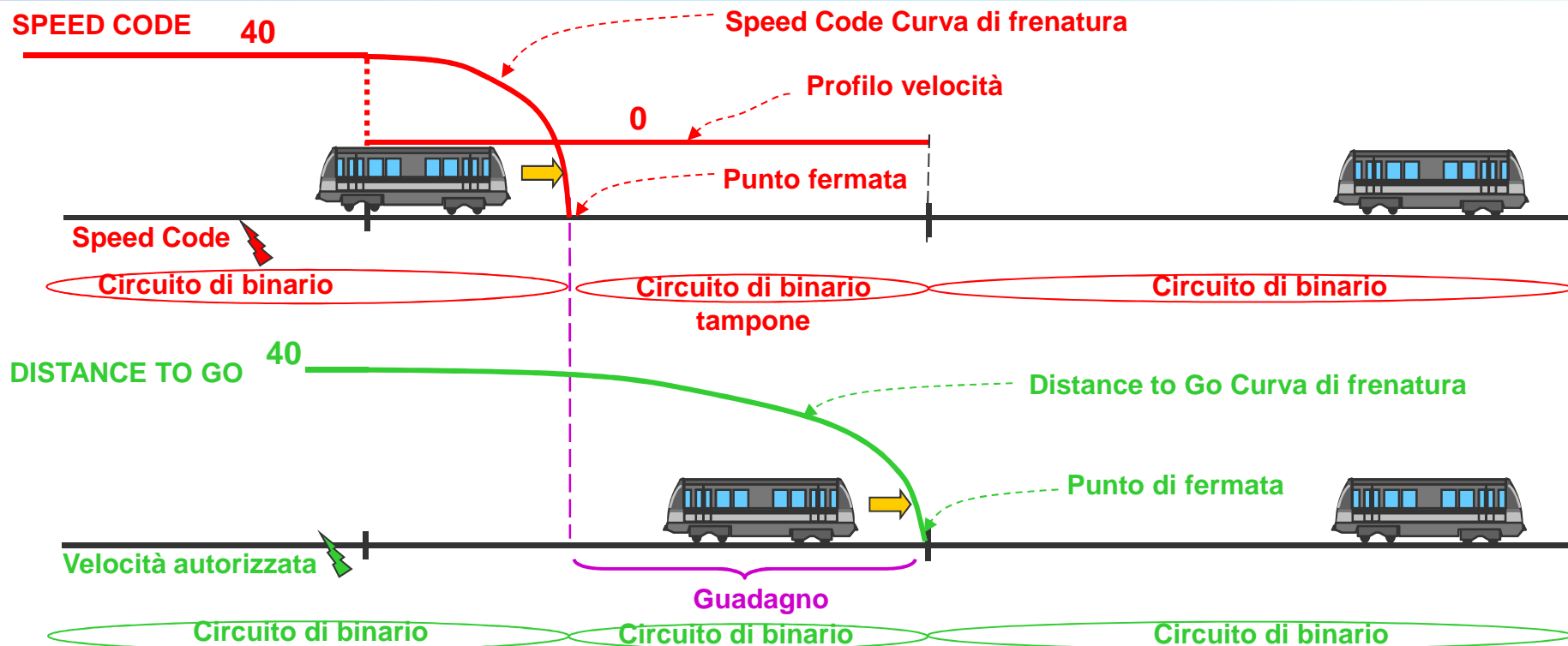


CBTC Con Guida o senza (Driverless)

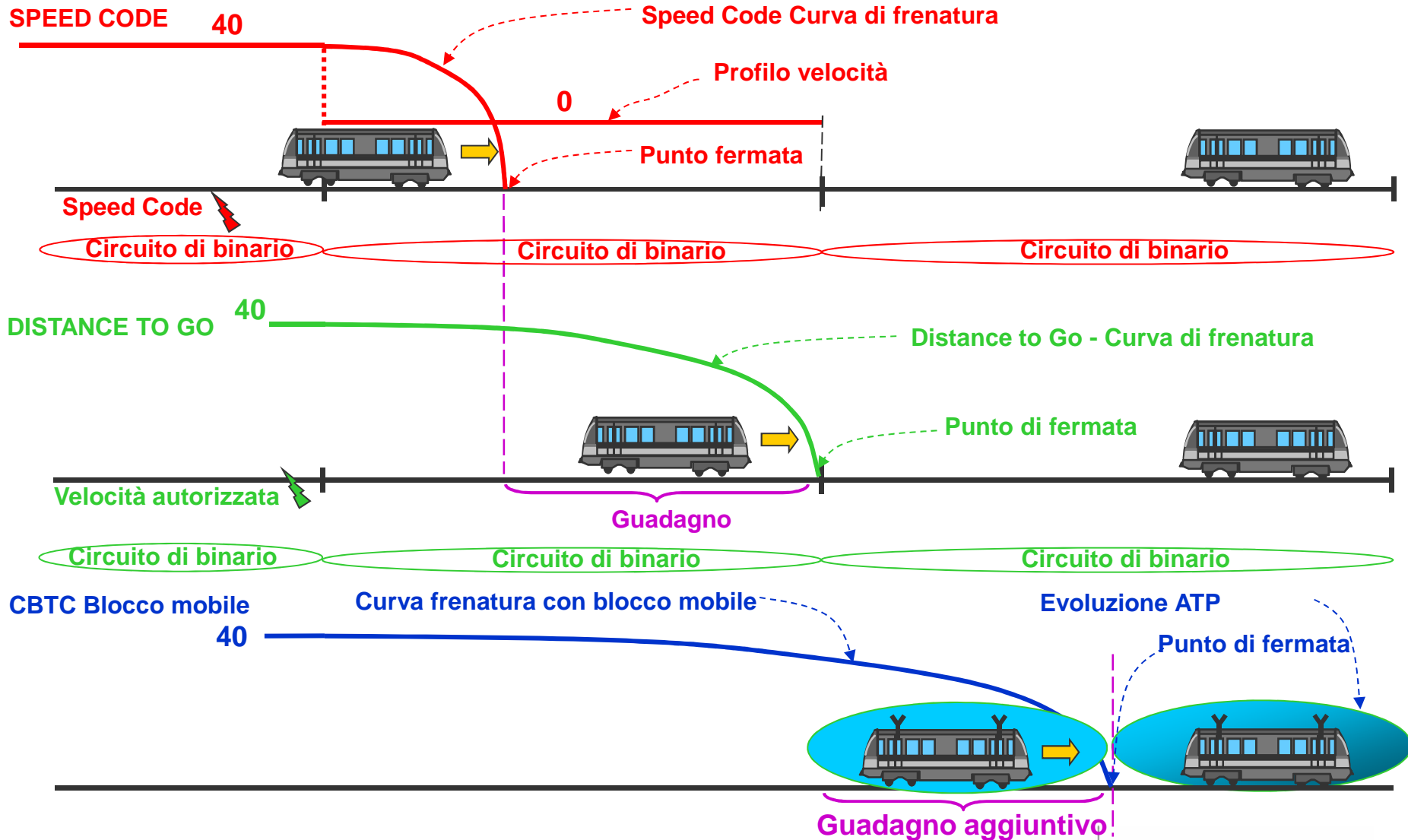
Tipo «CBTC» Blocco Mobile
Radio Standard

Protezione continua
ATO per regolazione
Energy Saving
Adattabile per tutti i treni
Miglioramento frequenza
**Ottimale per il rifacimento di
linee esistenti**
Ottimizzazione frequenza
Riduzione costi
Supporto manutenzione
Funzioni di supporto
Flessibilità operazionali
Ottimizzazione performance
Affidabilità e disponibilità

Da speed code => Distance to go => a Full CBTC con Blocco Mobile



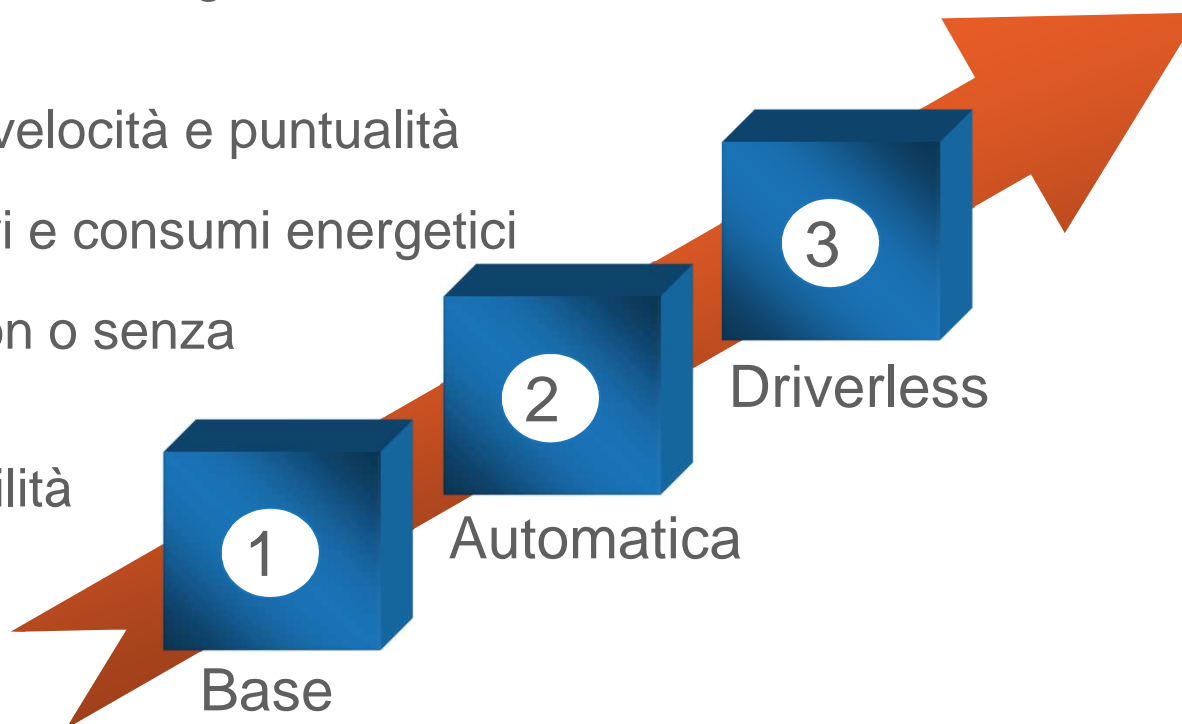
Da speed code => Distance to go => a Full CBTC con Blocco Mobile



I sistemi di segnalamento

Il sistema di segnalamento Urbalis è un sistema scalare

- Una soluzione completa e integrata per il trasporto urbano
- Incrementa capacità, velocità e puntualità
- Riduce i costi operativi e consumi energetici
- Modulare: versione con o senza macchinista
- Elevatissima disponibilità del sistema



Conformità Norme Internazionali (CENELEC)

Il CBTC URBALIS™ collegato in rete si basa sul miglioramento continuo di soluzioni consolidate

SACEM

Bordo intelligente
Blocco tradizionale,
DTG (Distance to
go)

Tecnologia
originale

1987 ...

Parigi, Hong Kong
Santiago, Istanbul
Messico

URBALIS 200

Bordo intelligente
Blocco
tradizionale, DTG

Componenti
standard
moderni
2002 ...

Delhi, Shanghai
Daegu ,
Santiago
Seoul , Madrid
Cairo

URBALIS 300 CBTC

Bordo
intelligente,
Componenti
moderni
Blocco mobile,
senza
conducente,
Radio 2,4 GHz
2003...

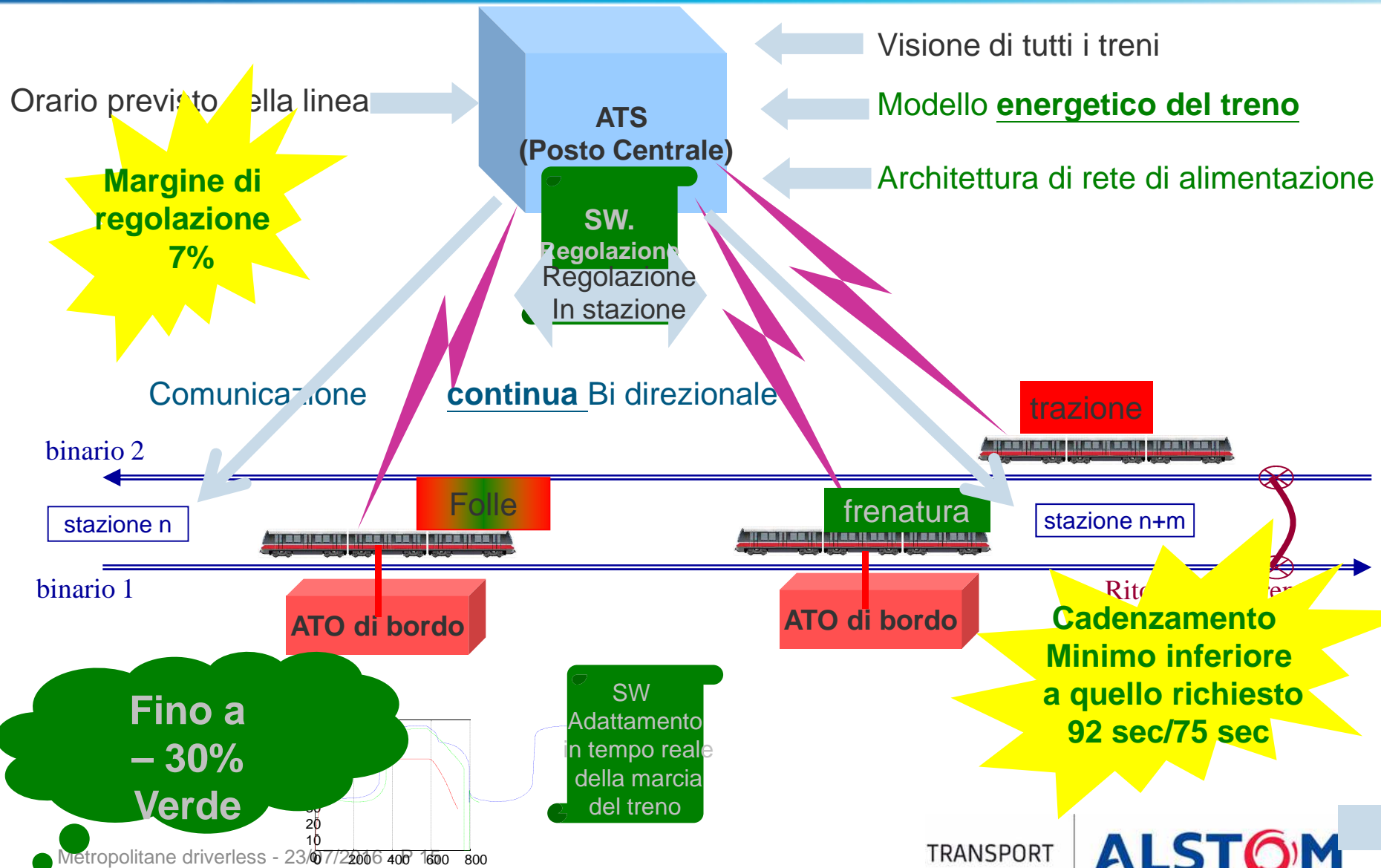
Singapore NEL
Singapore CCL
Losanna (2008)

URBALIS con rete integrata CBTC

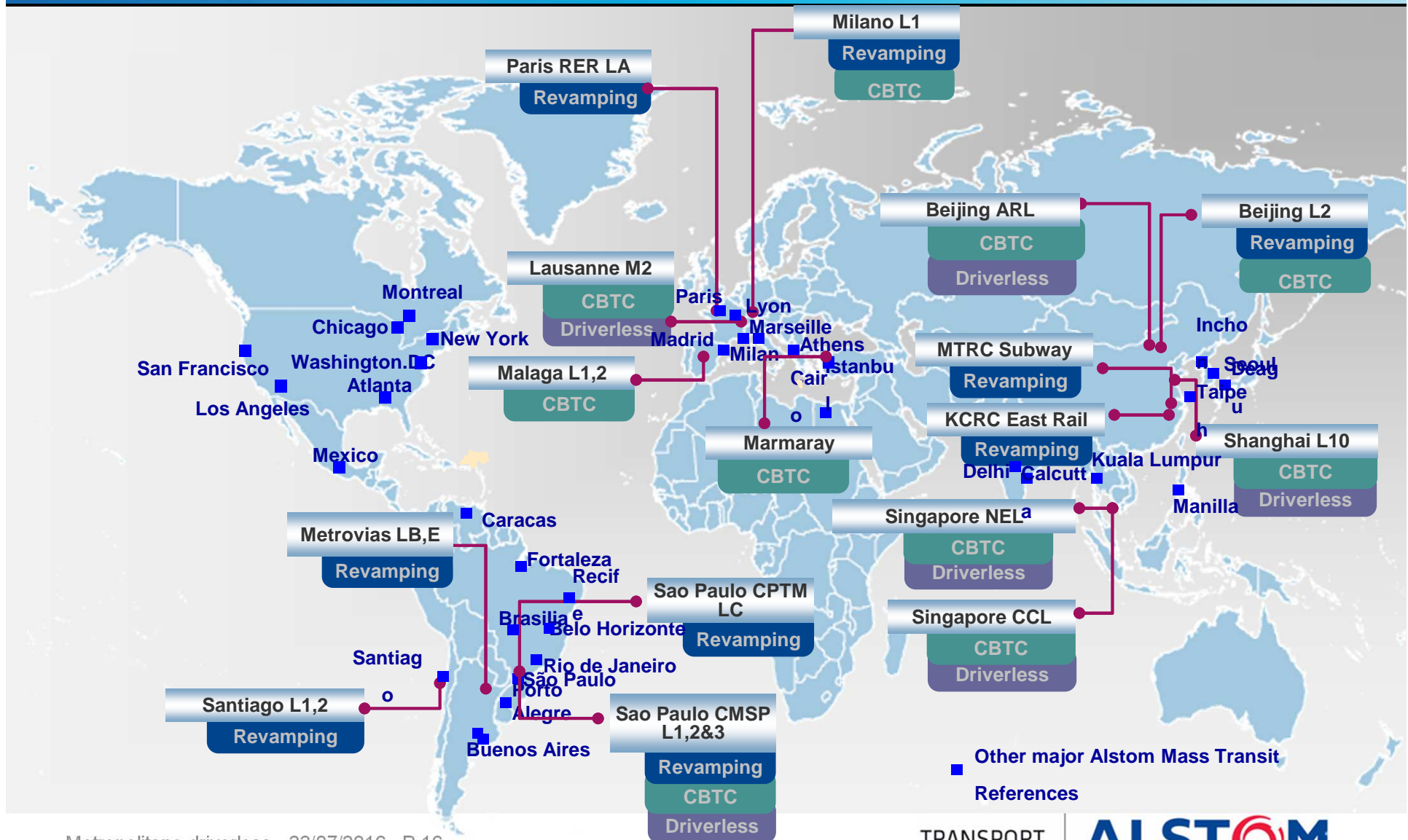
Bordo intelligente,
componenti
moderni,
Radio 2,4 GHz,
Blocco mobile con e
senza conducente,
Standardizzazione
della Radio e della
Comunicazione
Ora

Pechino L2,
Pechino ARL,
Malaga
Milano, Istanbul
Shanghai L10
San Paolo...

Risparmio energetico II Metro Verde



ALSTOM: principali progetti CBTC, per linee rinnovate e nuove metropolitane Driverless



Organizzazione Transit Alstom



URBALIS™ Networked CBTC Installabile su tutti i tipi di rotabili



□ URBALIS è stato implementato su differenti tipi di Materiale Rotabile

- dalle 2 casse da 30 m per Losanna
- alle 6 casse da 138 m per Singapore e Shanghai.....

.....sino a treni forniti da altri costruttori quali Siemens, Bombardier, Rotem, CAF...

Il sistema è adattabile a rotabili con differenti tipi di trazione, sistema frenante, EMC, ecc



METROPOLIS™: referenze

Singapore NEL

Wide, 150 cars
1998



Sao Paulo L5

Medium, 48 cars
2000



Santiago L4

Medium, 180 cars
2002



Warsaw L1

Medium, 108 cars
1998



Shanghai L5

Medium, 152 cars
2000



Shanghai L8

Medium, 168 cars
2003



Shanghai L3

Wide, 168 cars
1999



Singapore CCL

Wide, 120 cars
2002



Barcelona L9

Medium, 250 cars
2004



Buenos-Aires

Medium, 80 cars
1999



Nanjing L1

Wide, 120 cars
2002



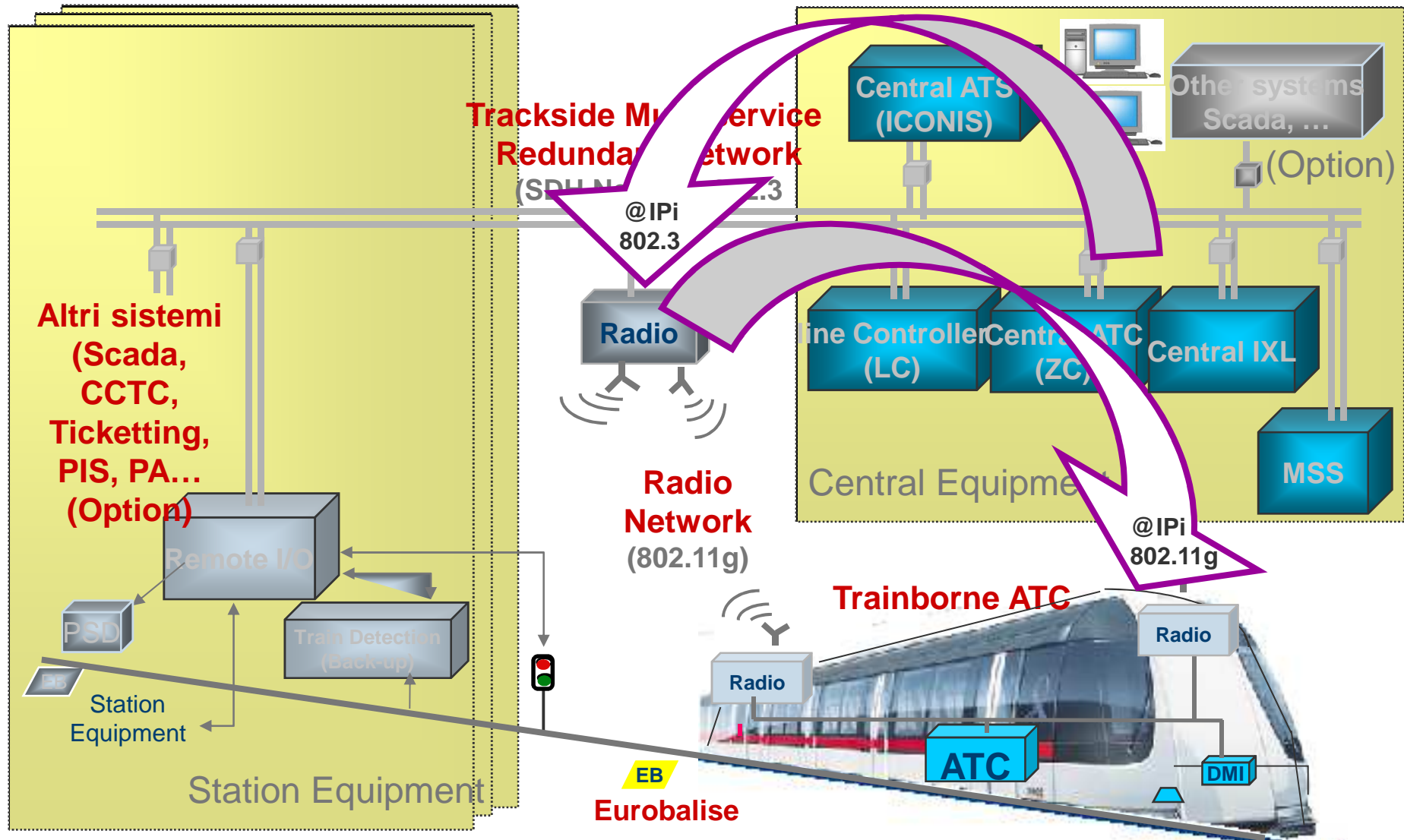
Shanghai L1

Wide, 128 cars
2004

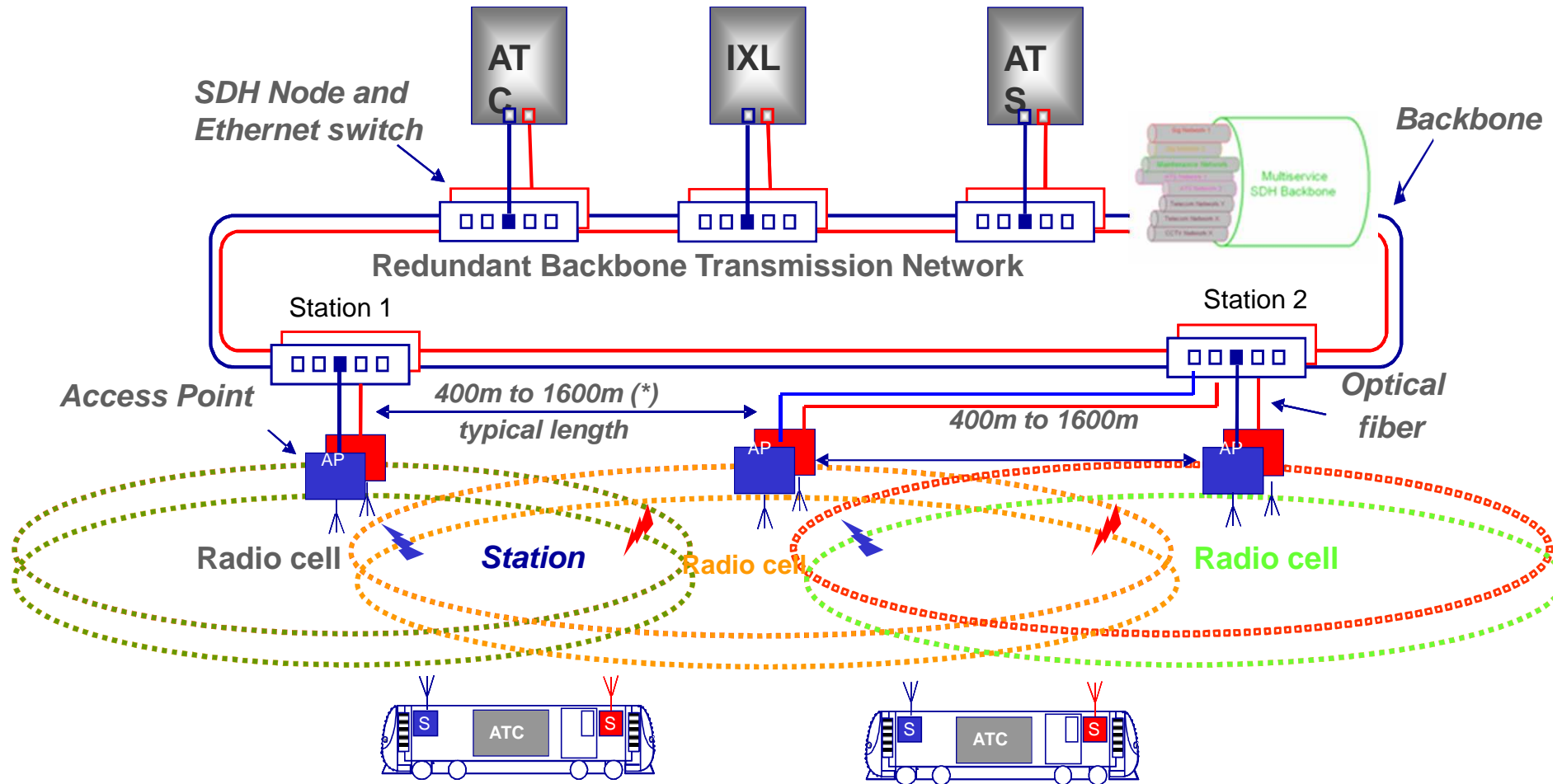


Più di 2 000 veicoli ordinati dal 1998

URBALIS™ Networked CBTC: Architettura Generale Telecomunicazioni



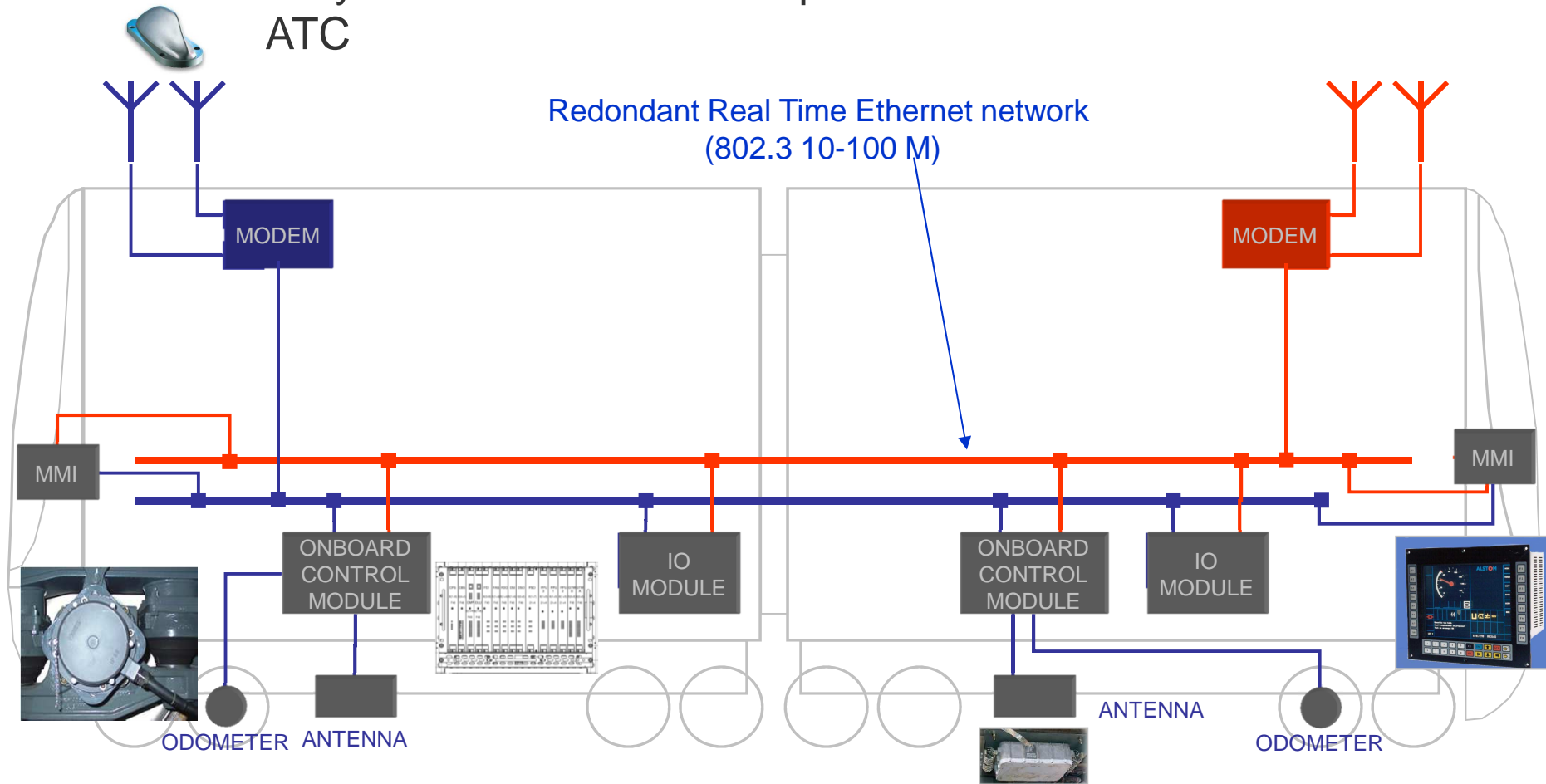
URBALIS General Architecture



Note: () Up to 1600m with Wave Guide (IAGO) or up to 400m with Free Propagation*

URBALIS™ Networked CBTC: Equipaggiamento ATC di bordo

Only 2*2 armoured twisted pair train lines for on board ATC

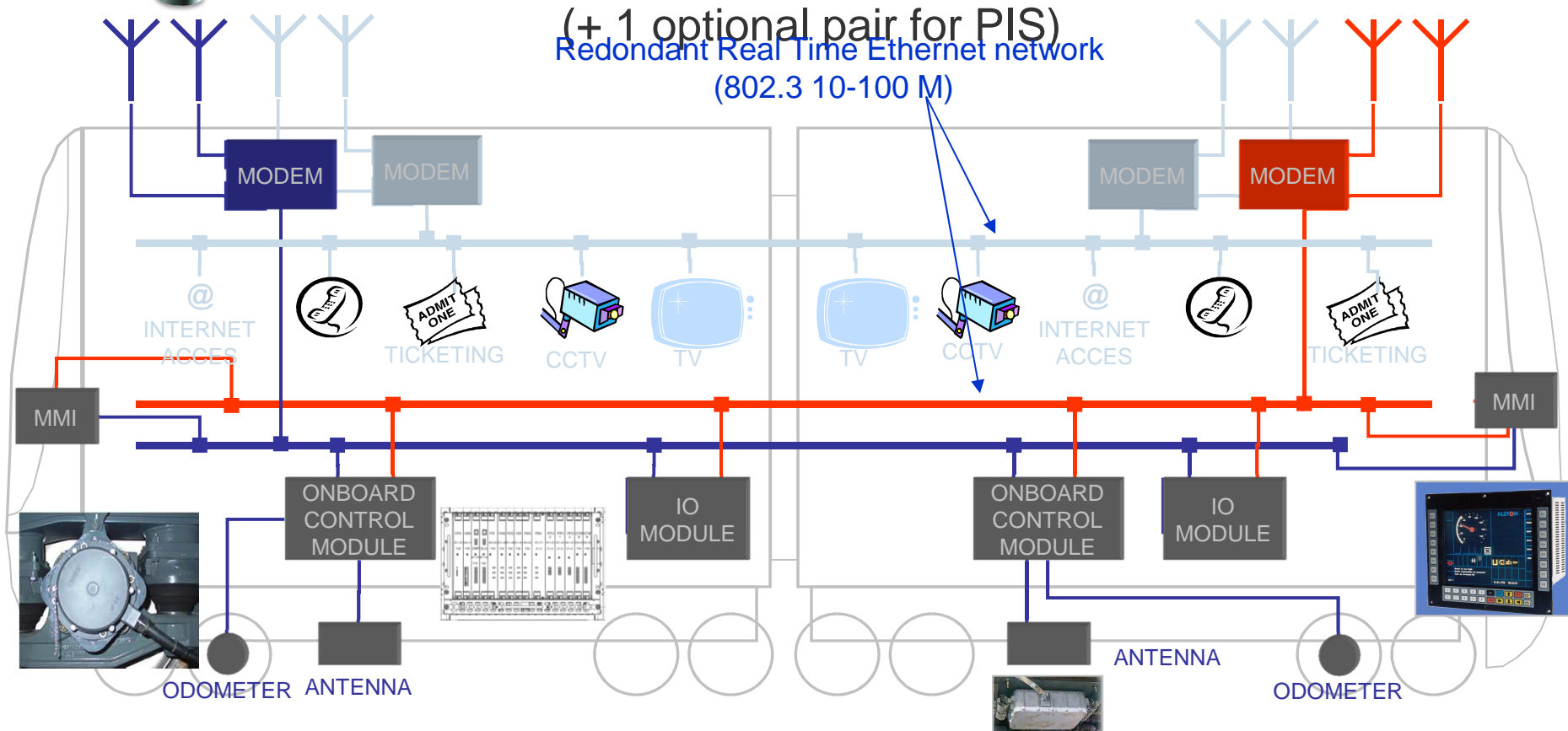


URBALIS™ Networked CBTC: Equipaggiamento ATC di bordo

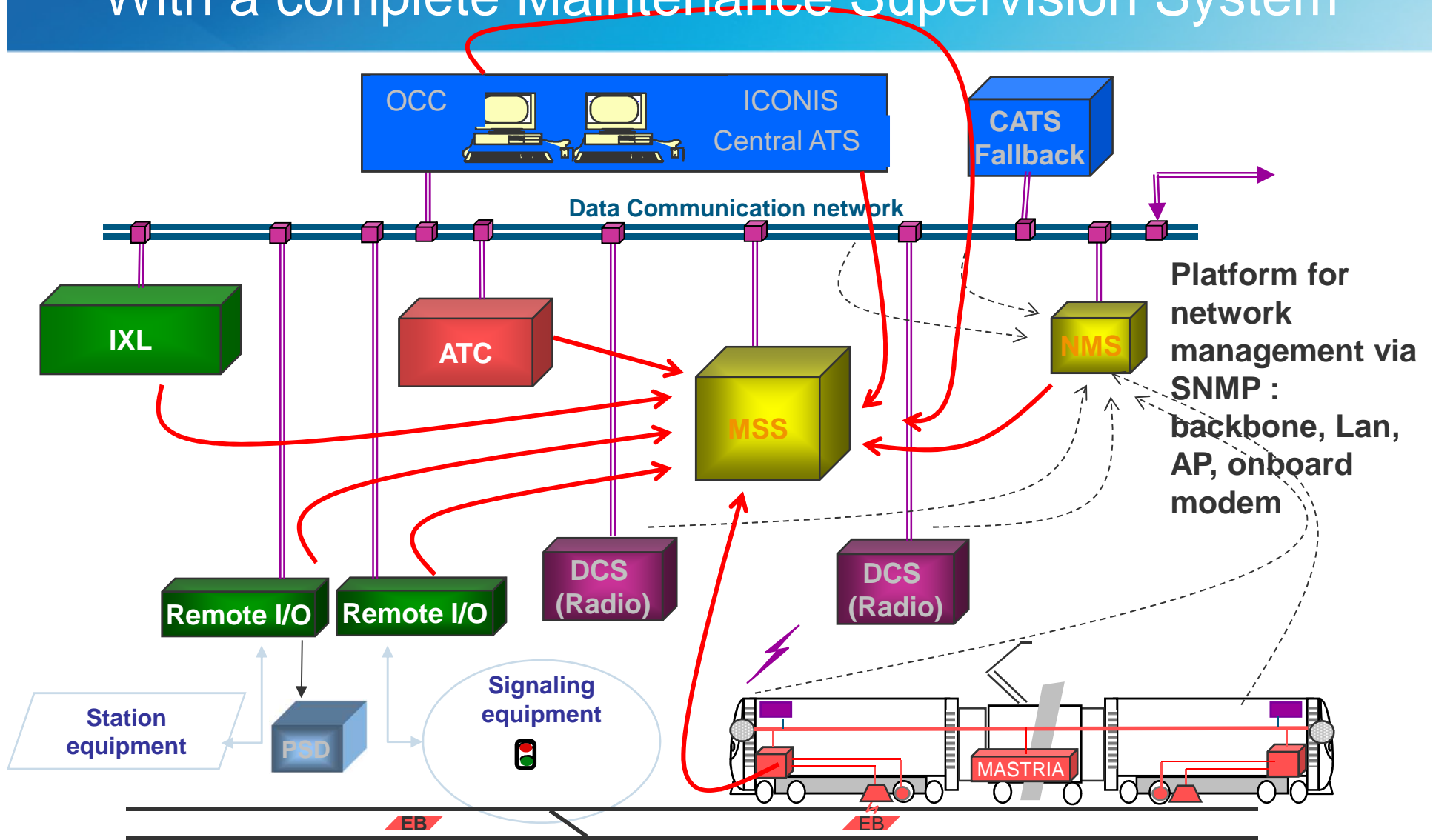
Only 2 cables of 2 armored twisted pair train lines for on board ATC

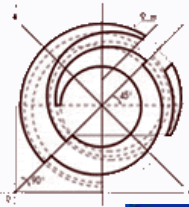


(+ 1 optional pair for PIS)
Redondant Real Time Ethernet network
(802.3 10-100 M)



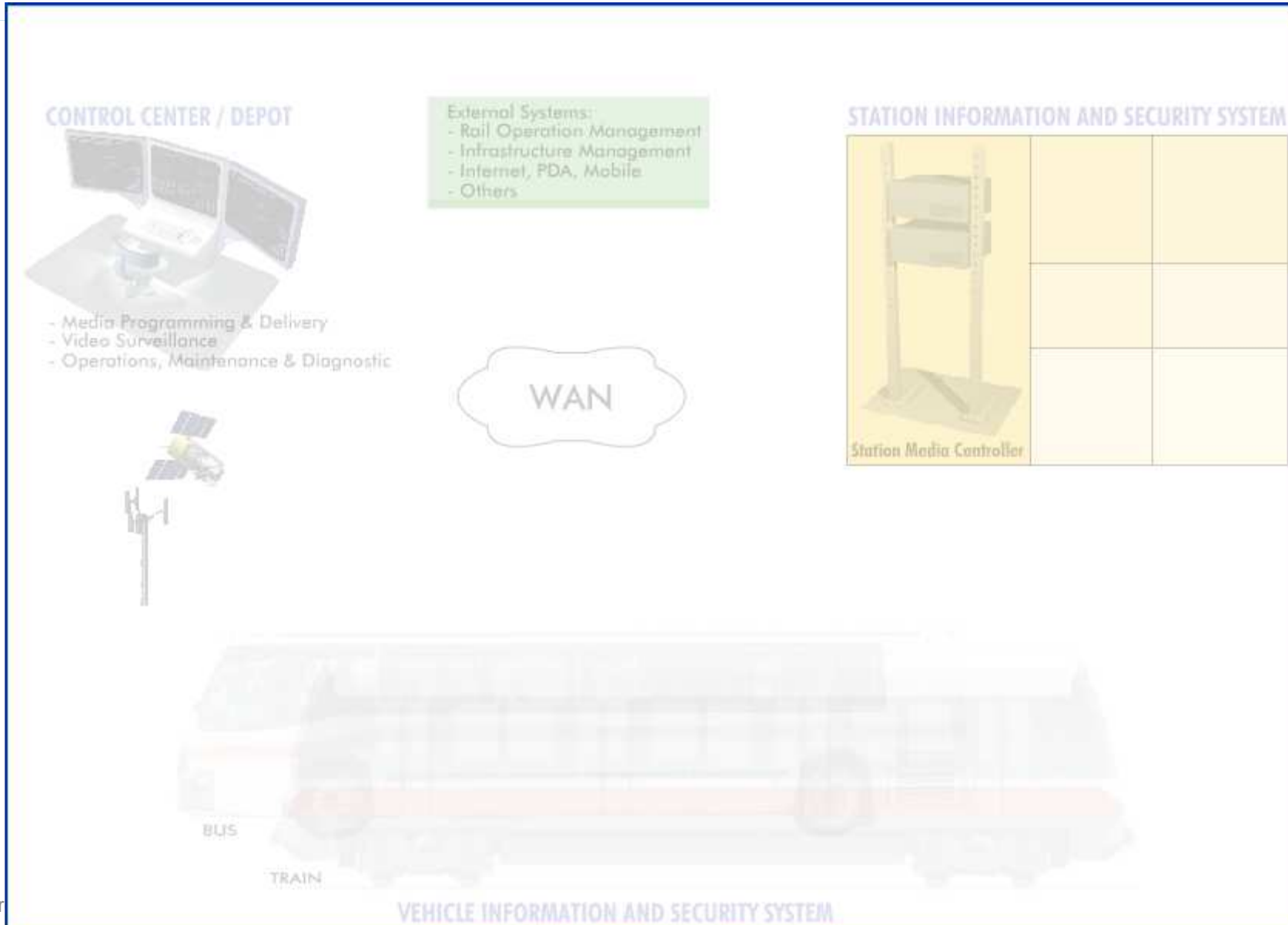
URBALIS™ Networked CBTC: With a complete Maintenance Supervision System





AGATE™ e-Media Passenger Information, Security and Entertainment System

ALSTOM

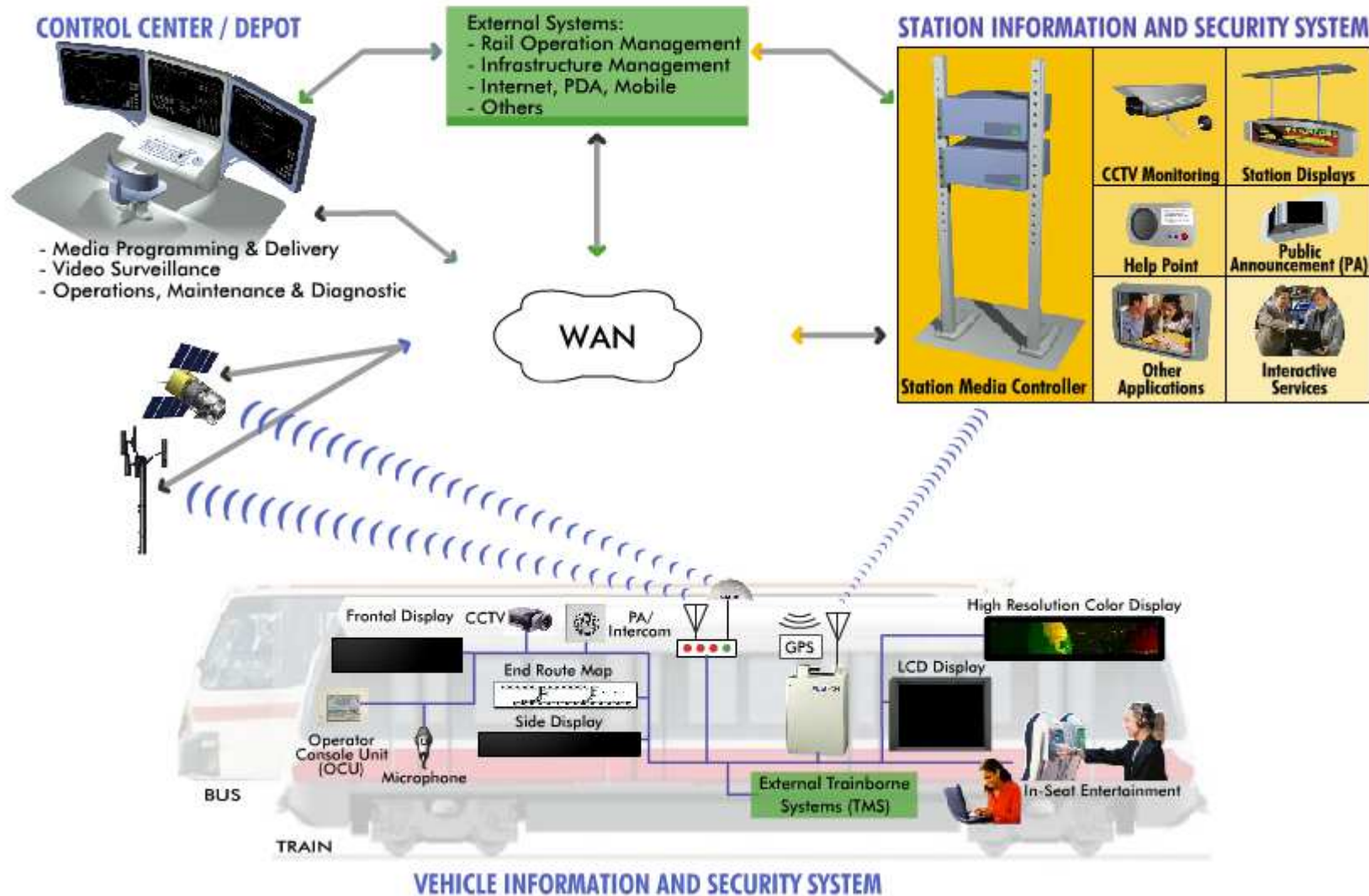


Metr

Next Slide

Telecomunicazioni: Asse essenziale di un sistema Driverless

Esempio di applicazione avanzata

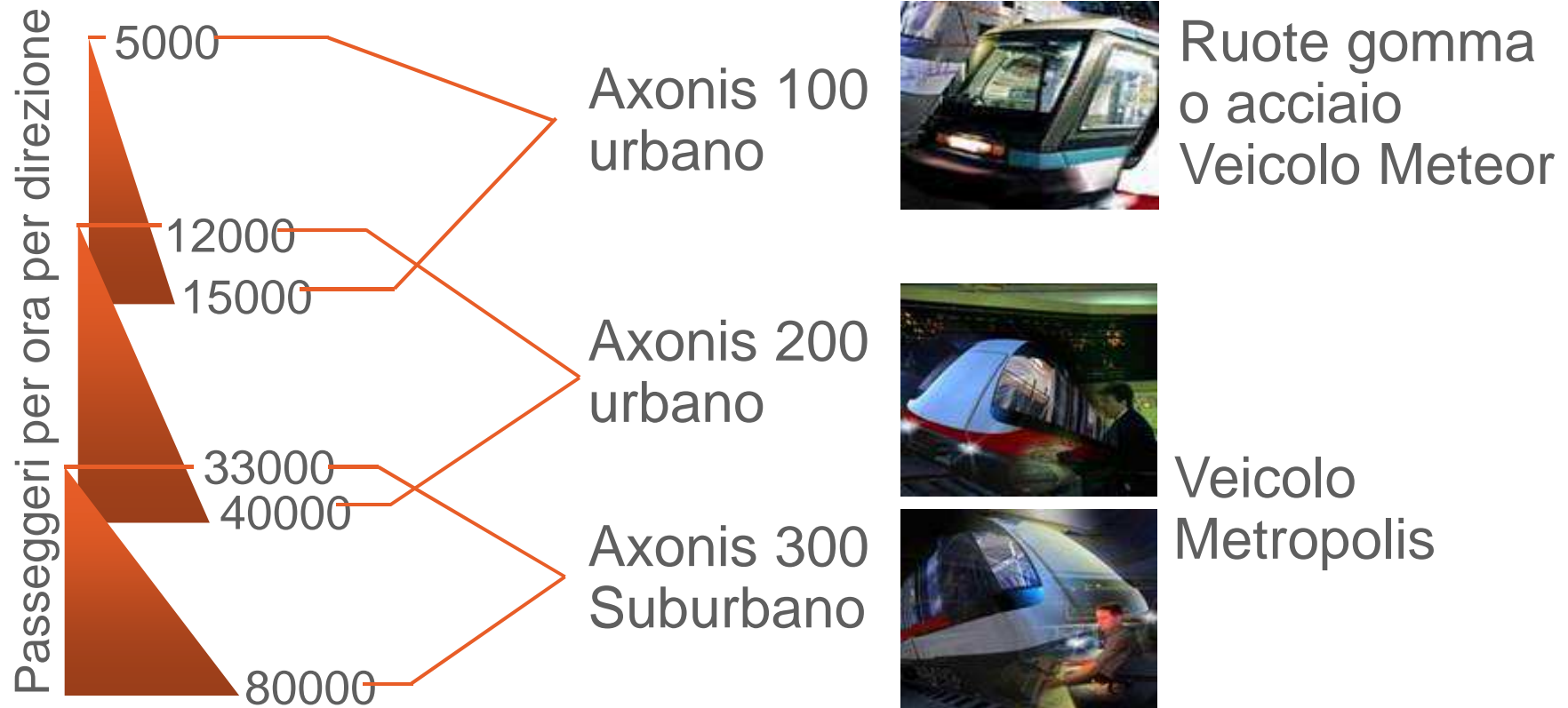


Indice

1	Alstom: Fornitore globale per il trasporto urbano	Pag. 4
2	CBTC Alstom	Pag. 7
3	Progetti Alstom: Singapore NEL / CCL e Losanna	Pag. 28
4	Progetti Alstom: Milano M1.... Marmaray	Pag. 38
5	Conclusioni	Pag. 51

Il metrò e i sistemi metropolitani

Il Sistema AXONIS Alstom



Singapore NEL: la più grande nel mondo per capacità di trasporto

Land Transport Authority



- Ruote in acciaio
- Motori AC (ONIX Drive)
- OCS (1500 V)
- Headway: 90 sec
- URBALISTM 300 CBTC
- Sistema completo a blocco mobile
- Sistema Driverless
- Porte di banchina

- Lunghezza: 20 km in tunnel
- 16 stazioni
- Capacità: 42,000 pphpd*
- 25 treni da 6 casse (Metropolis)
- Lunghezza treno: 138 m
- Larghezza treno: 3.21 m
- Posti a sedere: 300 x treno*
- Posti totale: 1050 x treno*

* 4 pax per m²

Inizio servizio:
20.06.2003

TRANSPORT

ALSTOM

CBTC operation for Singapore North-east Line NEL performance

NEL Performance

17

Key Performance Indicators	OPS KPI	Last 6 Months Average
Schedule Adherence (within 2 min)	Departure (96%)	99.42%
	Arrival (94%)	98.67%
System Availability (Actual vs Planned Mileage)	98%	99.93%
Train Loading	Less than 1,700 pax. per train during peak Hours	1,123
Service Disruption	More than 20,000 paxs in one incident	No incident
Service Disruption Frequency (more than 30 min)	Average less than 2 incidents in a rolling 4 weeks period	Zero

SBS Transit

CBTC - Alstom Track Record



出口公司
EXPORT COMPANY

3 号线北延伸工程信号系统是整个工程中一个关键项目。它为确保运营安全与提高运行能力, 保证运输畅通起着关键作用。贵公司在整个施工、调试周期较紧的情况下, 在我项目公司组织协调下, 仅用不到 7 个月时间完成了调试与安全认证工作, 比原计划提前了两个多月, 首次实现了上海轨道交通项目中 ATS 与 ATO,ATP 同步开通目标, 为运营管理部门对运行指挥管理创造了良好条件。

Line 3 North Extension Signal System is a key item in this whole project. Signal system makes significant effect for ensuring the safety operation, improving the running ability, and guarantee the transportation smoothly. In short of T&C time, with organization and cooperation of the project company, ALSTOM/CASCO completed the T&C and

and cooperation of the project company, ALSTOM/CASCO completed the T&C and safety verification less than seven months, which two months ahead of the original schedule. And it creates the first project of running ATS, ATO and ATP synchronously into the revenue service in the history of Shanghai Mass Transit Project. It provides a

We are very pleased to be informed that your signaling system has passed

So we sincerely thank ALSTOM/CASCO. Meanwhile, we also hope you can summarize

June 18, 2004

SINGAPORE North East Line

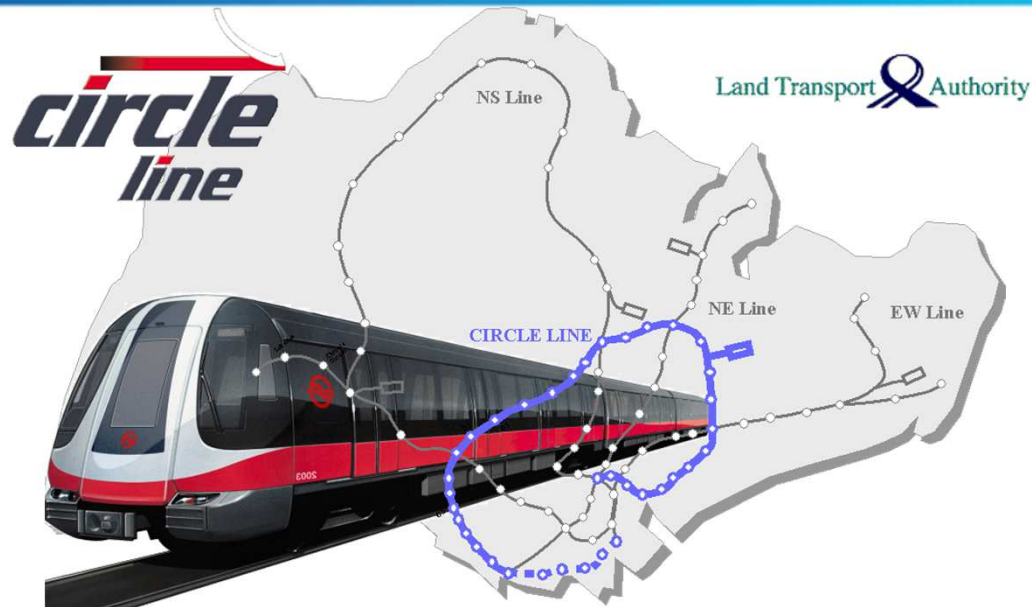
YEAR-OLD NEL DID BETTER THAN EXPECTED

Operator SBS Transit says "new line had fewer delays and above-target reliability and service availability"

Yours Sincerely

>By Goh Chin Lian Copyright © 2004 Singapore Press Holdings. All rights reserved.

Singapore CCL



- Ruote in acciaio
- AC motors (ONIX Drive)
- 3^a rotaia (750 V)
- Headway: 90 sec
- RBALISTM 300 CBTC
- Sistema completo a blocco mobile
- Sistema Driverless
- Porte di banchina

- Lunghezza: 32 km in tunnel
- 28 stazioni
- Capacità: 26 840 pphpd*
- 40 + 10 treni da 3 casse (Metropolis)
- Lunghezza treno: 70 m
- Larghezza treno: 3.21 m
- Posti a sedere: 146 per treno*
- Posti totali: 671 per treno*

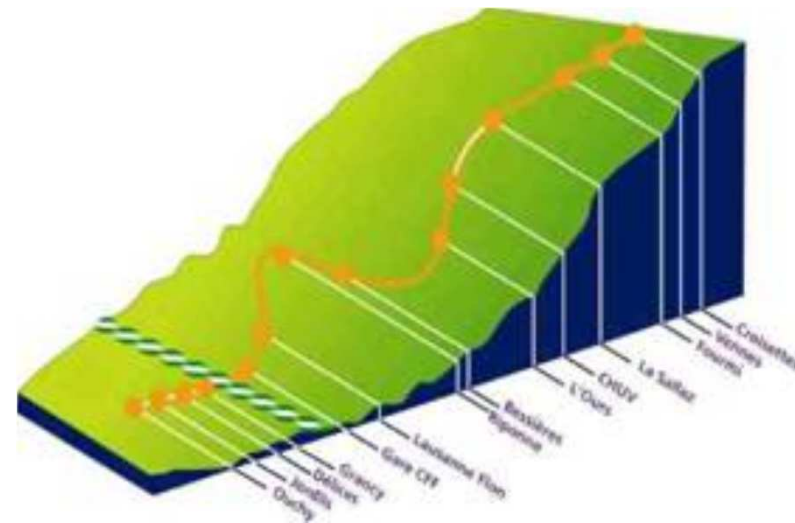
* 4 pax per m²

Inizio servizio: 2010

Metropolitana Automatica Losanna m2: La più estrema per pendenze



Definita dagli esperti nel campo dei trasporti come **“una nuova generazione di metropolitana”**.

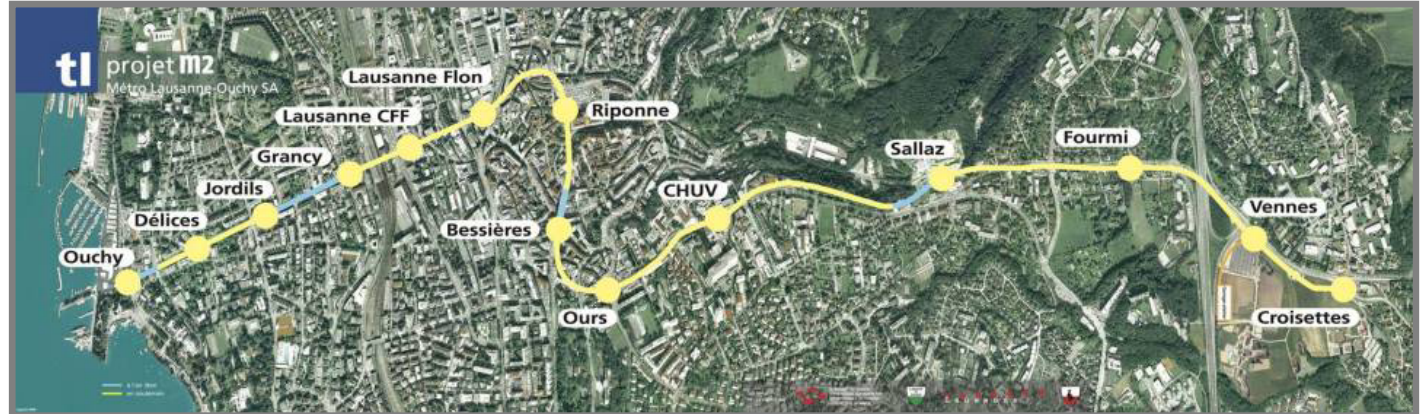


Metropolitana Automatica Losanna m2

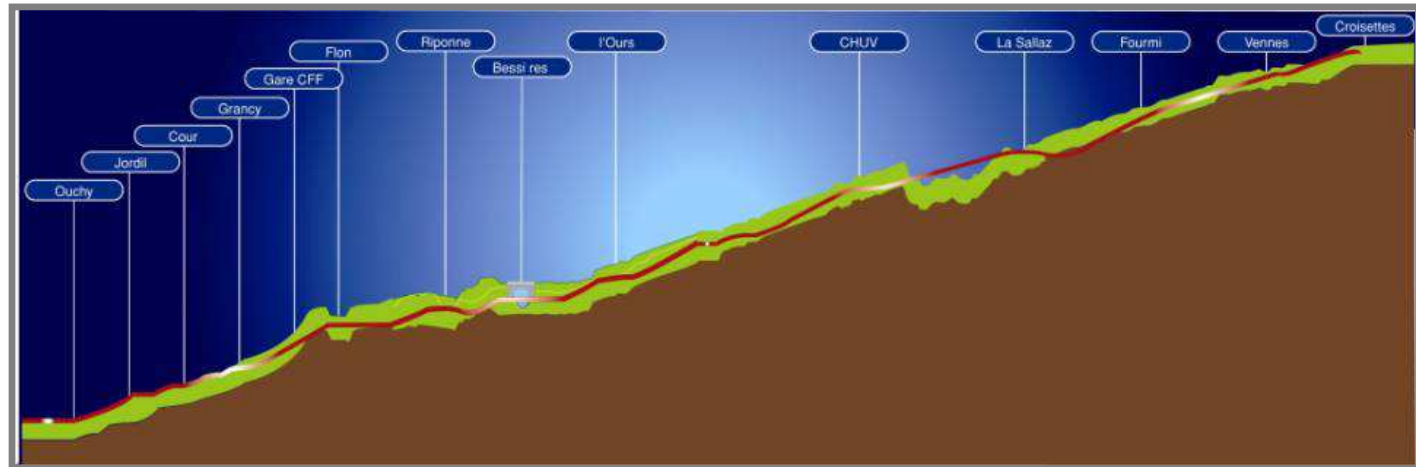


m2: La linea

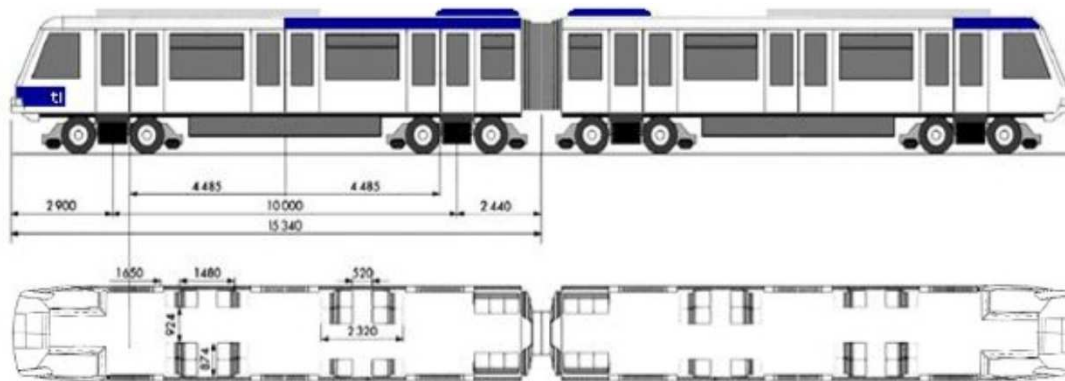
- Lunghezza: 5,9 km (di cui 5,3 km in sotterraneo)
- 14 Stazioni (di cui 12 in sotterraneo)
- Raggio minimo di curvatura: 80 m



- Gradiente medio: 5,5 %
- **Gradiente max: 12 %**
- Differenza in altezza: 338 m



m2: Il veicolo



- 15 treni a 2 carrozze
- 4 carrelli motorizzati per treno (full motorized)
- Velocità max 60 km/h
- Tensione alimentazione: 750 Vdc
- Accelerazione 1,5 m/s² con pendenza del 12%.

Lunghezza metrò	30,68 m
Lunghezza singola carrozza	15,34 m
Larghezza	2,45 m
Altezza	3,47 m
Tara	57316 kg
Capacità di trasporto	222
Posti a sedere	62



ALSTOM

Indice

1	Alstom: Fornitore globale per il trasporto urbano	Pag. 4
2	CBTC Alstom	Pag. 7
3	Progetti Alstom: Singapore NEL / CCL e Losanna	Pag. 28
4	Progetti Alstom: Milano M1.... Marmaray	Pag. 38
5	Conclusioni	Pag. 51

Metropolitana di Milano Linea 1



Metro Milano L1 – Struttura della Linea

- Lunghezza Totale = 26.8 Km
- 38 stazioni
- 56 treni di tre tipologie a 6 casse
- Frequenza attuale 150s

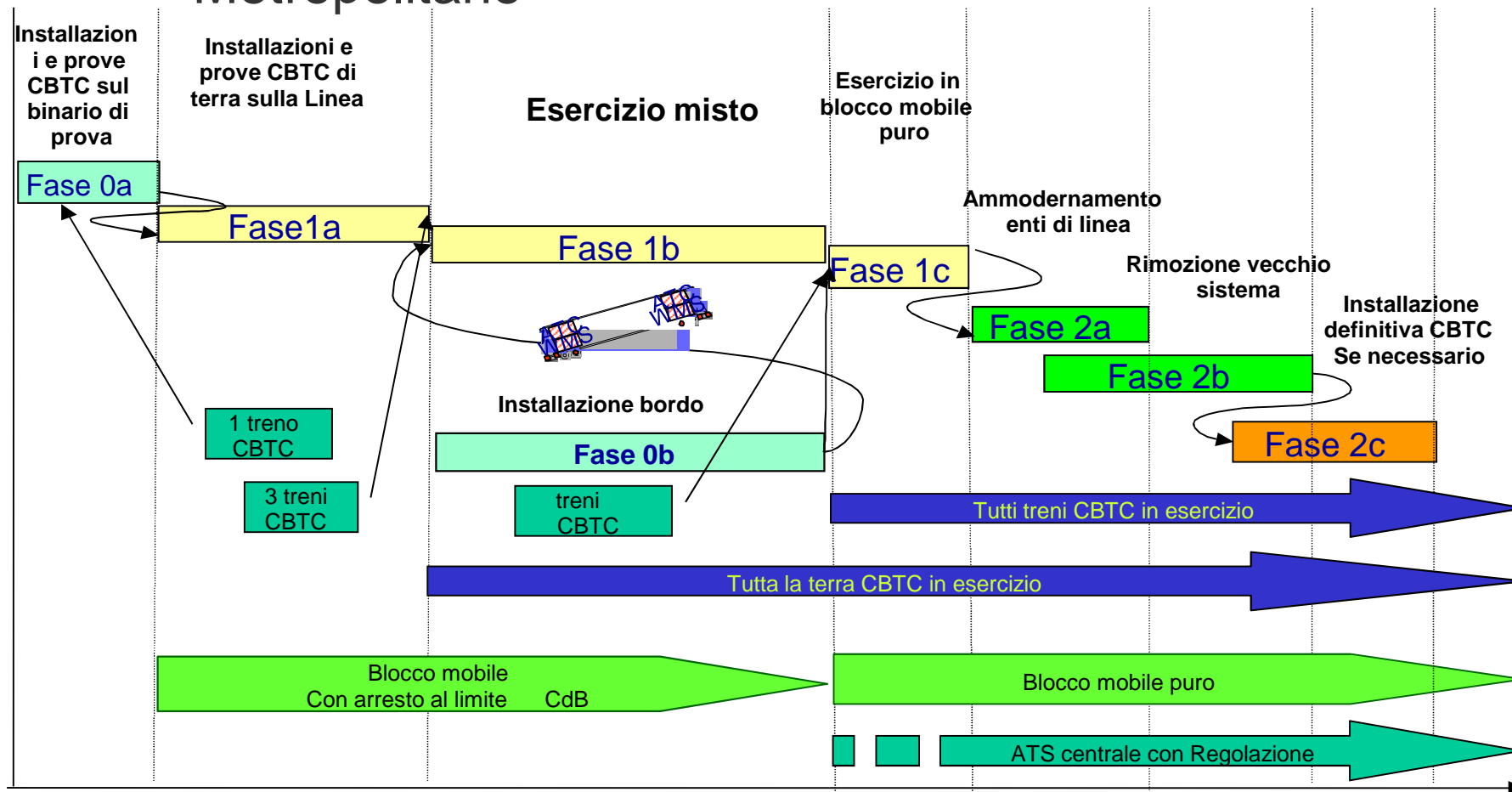


Test Track in Linea nella tratta Rho-San Leonardo

Test track nel Deposito di Precotto

Strategia di migrazione

Il progetto più complesso in Europa su linee Metropolitane



Metro Milano L1: Obiettivi contrattuali

Principali requisiti dell' intervento

- **ATC a Blocco Mobile**
- **ATO per la marcia automatica treno su linea con inversione driverless ai capilinea**
- **ATS per il comando e controllo del sistema**
- **Porte di Banchina ai capilinea**
- **Sistema ATC di bordo su tre diverse tipologie di rotabili:**
 - **27 rotabili di vecchio tipo**
 - **28 rotabili "revamped"**

▪ **Commercial Headway 75 sec. teorici e 90 sec**

operativi

TARGET -> Aumento della capacità di linea del 35 - 40%

Oggi i treni prototipo muovono i primi passi in automatico sulla tratta di prova in linea

Malaga: Tram L1 & L2 CBTC per alte-performance-Tramway



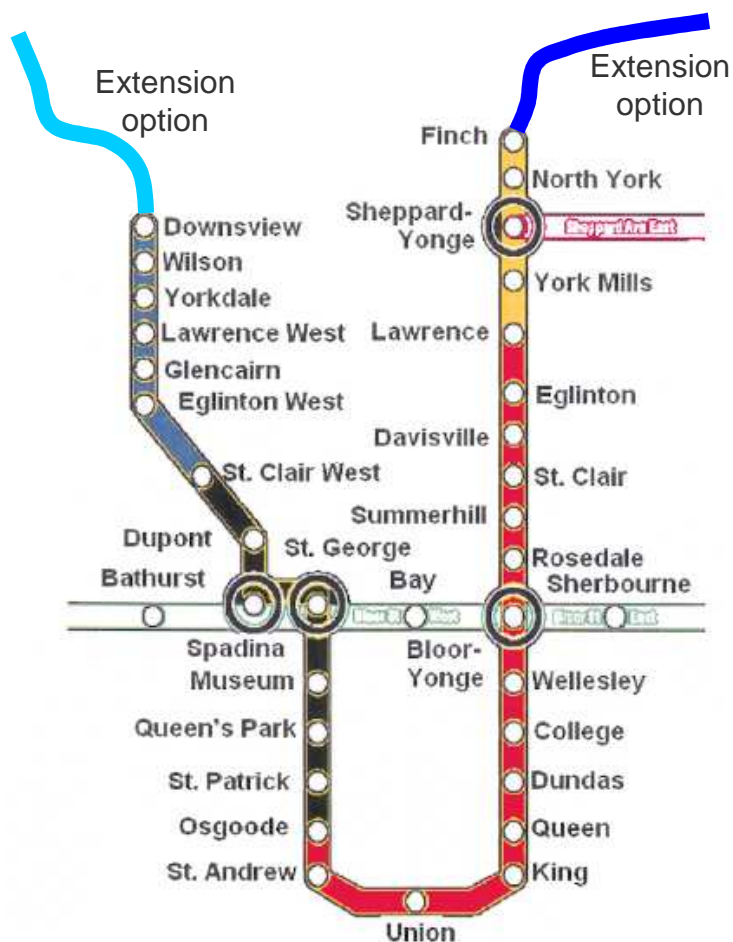
❑ Malaga L1 & L2 CBTC

13 km, 18 stations, 15 tram

Nuova linea prevista in servizio nel 2010

- Dual mode operation:
 - ATP/ATO: in tunnel
 - A vista: nel traffico in superficie
- Standard Radio in 5.8 GHz con libera propagazione

Toronto CBTC: progetto con rinnovamento ed estensione della linea



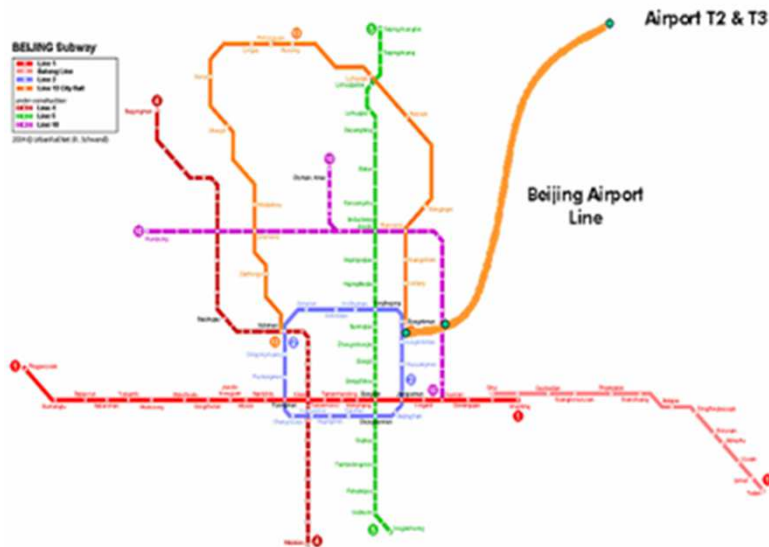
- Dati linea
 - 31 km, 32 stazioni
 - 39 nuovi treni
- Strategia di migrazione: operazione mista dettata dalla consegna dei nuovi treni
- Non incluso nello scopo del lavoro l'Interlocking
 - Il separato rinnovamento dell'interlocking era stato già deciso prima di rinnovare il sistema train control system
- Estensioni
 - Due: a nord della linea: 9 e 7km
 - Nuova lunghezza linea: 47 km

Beijing Airport Express Rail : La linea driverless più veloce al mondo



□ Beijing Airport Link CBTC

- 26 km, 4 stazioni, 2 ICC (centri di controllo integrato), 10 treni
Nuova linea in servizio per i Giochi Olimpici del 2008
- Driverless sia sulla linea che in deposito
- Motore ad induzione lineare
- Velocità Max. commerciale: **110 kph**
- Servizio multimediale attraverso il sistema di comunicazione (waveguide 2.4 GHz)
- Frequenza: 180/120s



MARMARAY: il progetto Metro-Ferroviario più complesso al mondo



□ Istanbul Marmaray CBTC

Mix tra Metrò Suburbano & Linea ferroviaria, 76 km, 41 stazioni. In servizio dal 2011

- Usando lo stretto tunnel del Bosforo
- ETCS Livello 1 su tutta la tratta
 - Per treni ferroviari
 - Frequenza 120s, treni: lunghezza 750m
- CBTC nella zona centrale dell'area suburbana,
 - 90s frequenza, 60 treni: lunghezza 215 m
- 40 km, 70,000 pphpd



Progetto MARMARAY

Europa: 19.6 km

Lunghezza : 76.3 km

Asia: 43.4 km

Attraversamento Bosforo
(BC): 13 km

Uskudar

Sirkeci

Sogutlucemesme

Yenikapi

Kazlıcesme

Tunnel
1.80 km

ATAKOY

Traffico Suburbano
+ IC / Metro
64 km

MALTEPE

PENDIK

Progetto MARMARAY

Linea: Lunghezza 76 km – 41 stazioni

- ✓ T1, T2, T3 linea in superficie 20 km (Lato Europeo): Halkali – Kazlicesme (10 stazioni)
 - ✓ T1 T2 per treni urbani/suburbani
 - ✓ T3 per traffico lunga percorrenza/merci

- ✓ T1, T2 tunnel doppio binario 13 km: Kazlicesme – Uskudar (4 stazioni)
 - ✓ Traffico locale + intercity (escluso ore di punta) + merci (solo notturni)

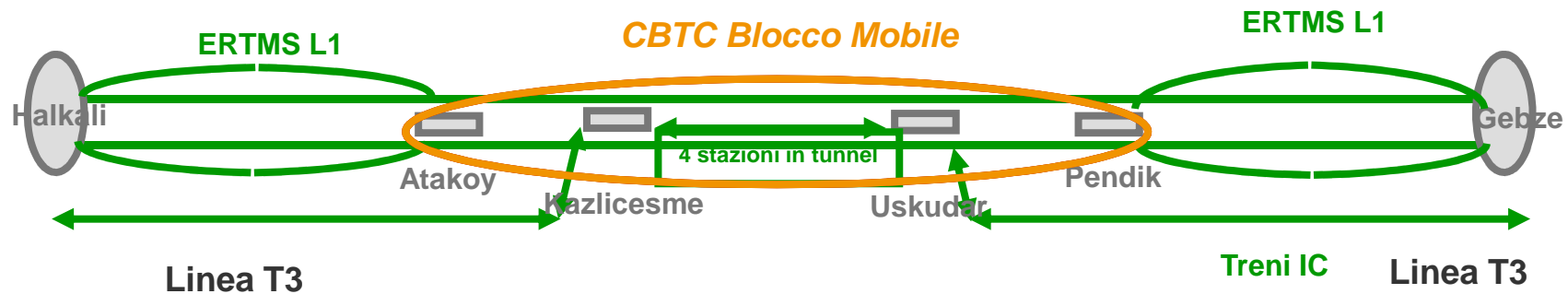
- ✓ T1, T2, T3 linea in superficie 43 km (lato Asiatico): Ibrahimaga/Sogutlucesme– Gebze (27 stazioni)
 - ✓ T1, T2 per traffico locale
 - ✓ T3 per traffico lunga percorrenza/merci

- **Distanza tra stazioni:**
 - Max. 3.688 m
 - Min. 534 m
 - Media 1.850 m

- **Posto Centrale a Maltepe, Posto Centrale “riserva” ad Halkali**

Progetto MARMARAY

- Linea T1& T2 settore Atakoy/Pendik; blocco mobile **(CBTC)**
 - Bordo : **CBTC + ERTMS L1**
- Linea T3 treno Intercity
 - Bordo: **ERTMS L1**

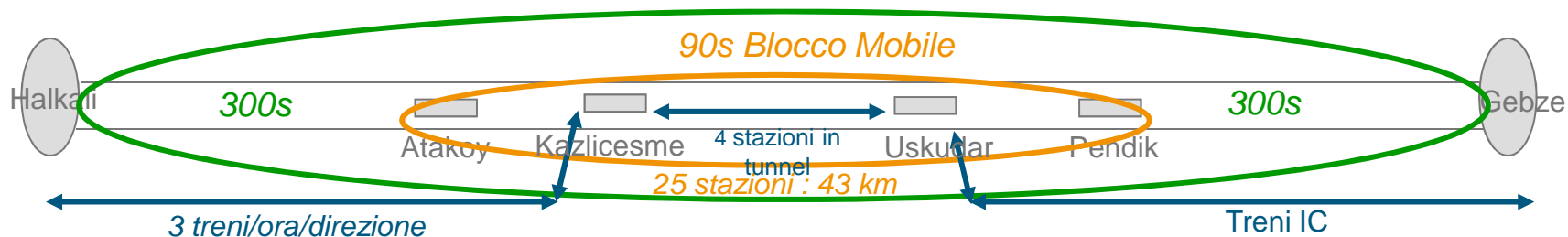


Progetto MARMARAY

Performance

Distanziamento:

- settore Atakoy/Pendik (T1 & T2)
 - con ERTMS L.1 : 150 sec.
 - con Blocco Mobile : 90 sec
- settori Atakoy_Halkali & Pendik-Gebze (T1 & T2): 300 sec.
- 300s in T3 (pari e dispari) = 3 treni/ora per direzione



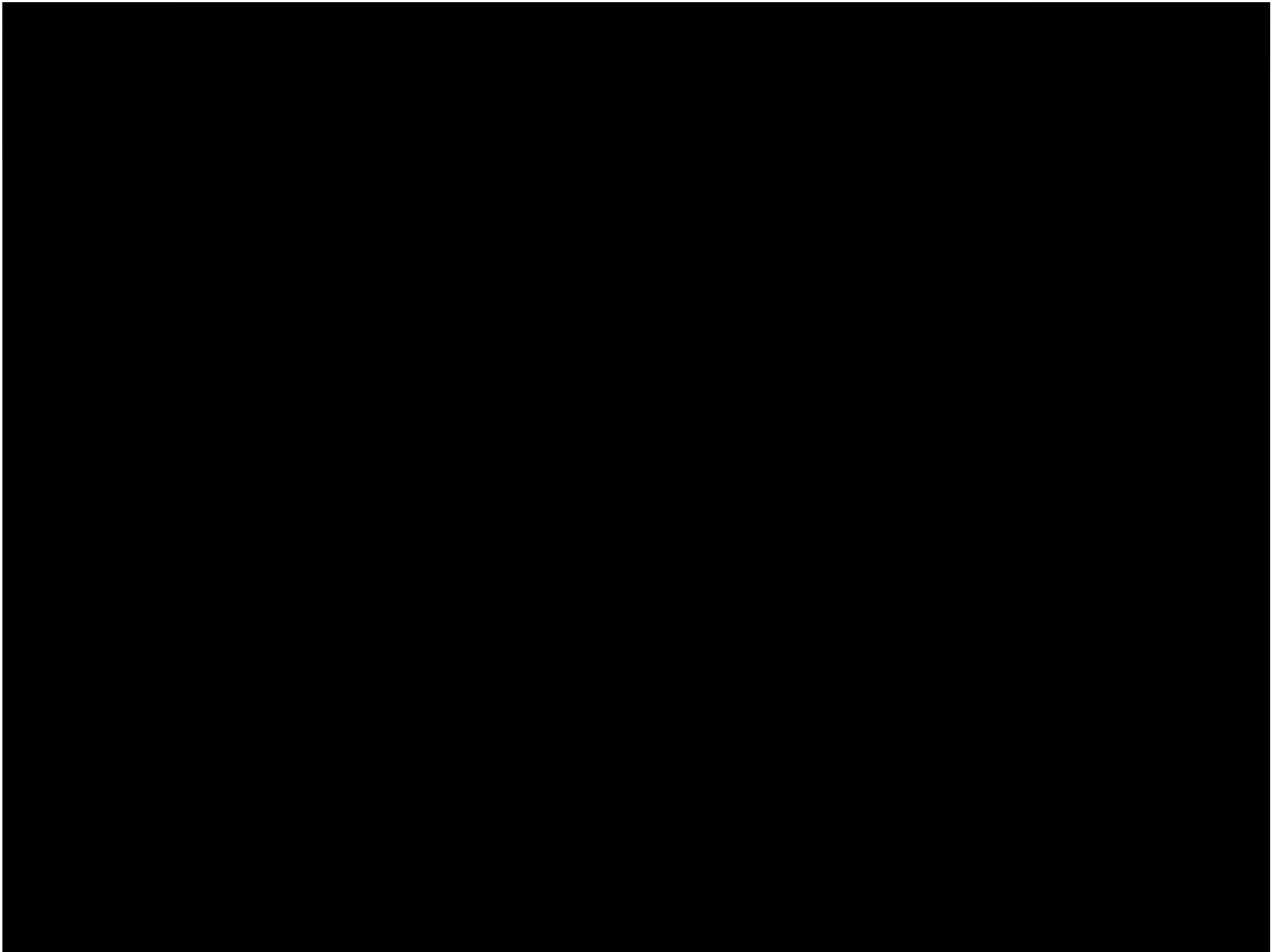
- V max di progetto: 80/100 km/h
- Precisione arresto in banchina: +/- 0,5 m al 99,9 %
- Capacità di traffico non utilizzata: 25 %

Indice

1	Alstom: Fornitore globale per il trasporto urbano	Pag. 4
2	CBTC Alstom	Pag. 7
3	Progetti Alstom: Singapore NEL / CCL e Losanna	Pag. 28
4	Progetti Alstom: Milano M1.... Marmaray	Pag. 38
5	Conclusioni	Pag. 51

URBALIS™ Networked CBTC, una soluzione flessibile

- ❑ **URBALIS può essere implementato su differenti veicoli ferroviari:**
Metropolitane, Treni regionali, LRV, con o senza guidatore
- ❑ **URBALIS soddisfa le performance di esercizio richieste anche dagli Operatori più esigenti (frequenza di esercizio, ecc..)**
- ❑ **URBALIS soddisfa i vincoli presenti nel contesto urbano:**
Rinnovamento, Ridotte dimensioni disponibili, Differenti treni
- ❑ **URBALIS soddisfa gli standard internazionali (CENELEC, IEEE)**



Thank you

www.alstom.com

TRANSPORT |

ALSTOM