



Il tram a Oslo: rinnovo ed ammodernamento

The tram in Oslo: renewal and modernization

Renzo MARINI ()*

(<https://www.medra.org/servlet/view?lang=it&doi=10.57597/IF.05.2023.ART.2>)

Sommario - Oslo sarà la prima capitale mondiale con un sistema di trasporto pubblico completamente elettrico entro il 2030. In questo contesto è stato avviato nel 2013 il cosiddetto "programma tram", che comprende:

- fornitura di 87 nuovi tram, con possibile opzione per ulteriori 60;
- ampliamento ed ammodernamento dei depositi;
- rinnovo di strade, marciapiedi, spazi urbani e binari.

Completano il sistema una moderna rete metropolitana in corso di attrezzaggio con CBTC, linee di autobus servite da una flotta di veicoli diesel, che saranno sostituiti nel breve periodo con 450 autobus elettrici, ed un complesso di servizi ferroviari suburbani che utilizzano prevalentemente l'infrastruttura della rete nazionale.

1. Storia

Oslo, il cui nome era Kristiania fino al 1925, sorge in fondo all'omonimo fiordo su una superficie di 454 km quadrati, circondata da foreste. La popolazione nel 2022 era di 702.500 abitanti, pari al 12% circa di quella del Paese.

Il primo tram a cavalli circolò nella Capitale norvegese il 6 ottobre 1875, gestito dalla Kristiania Sporveisselskab, e collegava Homansbyen, nella periferia occidentale, con la stazione ferroviaria di Oslo ovest (Vestbanen) e Grønland. La trazione elettrica arrivò nel 1894 e la rete si ampliò nei primi decenni dello scorso secolo raggiungendo la sua massima estensione nel 1939 [1][2].

Dopo la Seconda Guerra Mondiale, nel 1947, cominciarono le prime sostituzioni dei tram con autobus e nel 1960 il Consiglio Comunale decise la totale chiusura della rete tranviaria, coerentemente con una politica volta a destinare le strade nella massima misura possibile all'automobile. Alcune linee lasciarono quindi spazio alla nascente rete metropolitana (T-bane) ed agli autobus, ritenuti più "flessibili". Nel 1977, però, il Consiglio Comunale capovolse la precedente decisione e stabili di mantenere la rete tranviaria, ancora abbastanza estesa, ritenendo troppo

Summary - Oslo will be the first world capital with a fully electric public transport system by 2030. In this context, the so-called "Tram program" was started in 2013, which includes:

- supply of 87 new trams with a possible option for a further 60;
- expansion and modernization of depots;
- modernization of track infrastructure as well as upgrades of adjacent public spaces, streets and platforms.

The system is completed by a modern metropolitan network currently being equipped with CBTC, bus lines served by a fleet of diesel vehicles, which will be replaced in the short term by 450 electric buses, and a complex of suburban railway services which mainly use the infrastructure of the National Network.

1. History

Oslo, whose name was Kristiania until 1925, rises at the bottom of the homonymous fjord on an area of 454 square kilometers, surrounded by forests. The population in 2022 was 702 500 inhabitants, equal to about 12% of that of the country.

The first horse-drawn tram circulated in the Norwegian capital on 6 October 1875, operated by Kristiania Sporveis-selskab and connected Homansbyen, in the western suburbs, with Oslo West Railway Station (Vestbanen) and Grønland. Electric traction arrived in 1894 and the network expanded in the first decades of the last century, reaching its maximum extension in 1939 [1][2].

After the Second World War, in 1947, the first replacement of trams with buses began and in 1960 the City Council decided to completely close the tramway network, in line with a policy aimed at allocating the roads to the greatest extent possible for cars. Some lines therefore gave way to the nascent underground network (T-bane) and to buses, considered more "flexible". In 1977, however, the City Council reversed the previous decision and decided to maintain the still quite extensive tramway network, considering it too ex-

(*) Dirigente FS a.r.

(*) FSI Group retired executive.

OSSERVATORIO

onerosa la realizzazione di una fitta rete metropolitana, tenuto anche conto delle dimensioni della città, che in quegli anni contava circa 463.000 abitanti.

Ne conseguì un primo parziale rinnovo del materiale rotabile con i tram della serie SL79 (Fig. 1), ordinati nel 1979 e consegnati tra il 1982 ed il 1984 e successivamente nel 1989 (Fig. 2), destinati ad essere sostituiti dai nuovi SL18 (Fig. 3, Fig. 4 e Fig. 14) entro il 2024.

Negli anni '90 la rete (Fig. 5 e Tab. 1) subì importanti modifiche con l'attivazione di nuovi tratti di linea, per es. Rikshospitalet (linee 17 e 18), Aker Brygge (linea 12) e una radicale modifica dei servizi nella zona di Sinsen-Grefsen-Storo (linee 13 e 17), interessata da importanti lavori stradali. Questi imposero, tra l'altro, la realizzazione di un capolinea provvisorio "di testa" per la linea 12 a Storo, per servire la quale furono utilizzate motrici acquistate da Göteborg al prezzo simbolico di 1 Corona Norvegese ciascu-

pensive to build a dense underground network, also taking into account the size of the city, which in those years had about 463,000 inhabitants.

This resulted in a first partial renewal of the rolling stock with the SL79 series trams, ordered in 1979 (Fig. 1) and delivered between 1982 and 1984 and subsequently in 1989 (Fig. 2), destined to be replaced by new ones SL18 (Fig. 3, Fig. 4, Fig. 14) by 2024.

In the nineties the network (Fig. 5 and Tab. 1) underwent important changes with activation of new sections of the line, for example Rikshospitalet (lines 17 and 18), Aker Brygge (line 12) and a radical change of services in the Grefsen-Sinsen-Storo area (lines 13 and 17), affected by major road works. These imposed, moreover, the construction of a temporary "head" terminus for line 12 in Storo, to serve which trams purchased from Gothenburg were used at the symbolic price of 1 Norwegian Krone each (Fig. 6),



Figura 1 – Tram SL79 / I presso Ljabru.
Figure 1 – Tram SL79 / I near Ljabru.



Figura 2 – Tram SL79 / II a Holtet.
Figure 2 – Tram SL79 / II at Holtet.



Figura 3 – Tram SL18 a Disen.
Figure 3 – Tram SL18 at Disen.



(Fonte – Source: Sporveien)
Figura 4 – Tram SL18 presso il Museo Nazionale.
Figure 4 – Tram SL18 near the National Museum.

OSSERVATORIO



Trikk Tram

- Stoppes bare i pilretningen
Stop in direction of arrow only
- ▬ Begrenset driftstid, se tidtabellen
Restricted service, consult the timetable
- (T) Overgang T-bane
Metro interchange
- ▬ Overgang tog
Railway interchange
- ▬ Overgang båt
Ferry interchange
- ▬ Regional busterminal
Regional bus terminal
- ▬ Binario comune tram metro
Common track tram metro



(Fonte – Source: Sporveien)

Figura 5 – La rete tranviaria di Oslo.
Figure 5 – The Oslo tram network.

na (Fig. 6), riunite in convogli costituiti da due unità di trazione collegate in versi opposti, in modo da avere un posto di guida per ciascuna estremità.

Nello stesso periodo il parco rotabili conobbe un ulteriore rinnovo con l'alienazione degli iconici tram Høka (Fig. 7), costruiti tra il 1952 ed il 1958, e la graduale immagine in servizio degli SL95 (Fig. 8), tra il 1999 ed il

gathered in convoys consisting of two traction units connected in opposite directions, so as to have a driving seat at each end.

In the same period, the rolling stock underwent a further renewal with the withdrawal of the iconic Høka trams (Fig. 7) built between 1952 and 1958, and the gradual introduction into service of the SL95s (Fig. 8) between 1999 and

OSSERVATORIO



(Fonte – Source: Sporveien)

Figura 6 – Convoglio di due unità ex Göteborg rivolte in versi opposti.

Figure 6 – Convoy of two traction units ex Gothenbourg connected in opposite directions.

Tabella 1 – Table 1

Caratteristiche della rete tranviaria
Characteristics of the tramway network

Scartamento <i>Gauge</i>	1435 mm
Estensione <i>Extension</i>	41 km di doppio binario <i>41 km double track</i>
Lunghezza di esercizio <i>Operation length</i>	131,4 km
Numero di linee <i>Number of lines</i>	6
Numero di fermate <i>Number of stops</i>	99
Pendenza max <i>Maximum gradient</i>	55‰
Raggio min. curve <i>Minimum curve radius</i>	16 m
Tensione alla linea di contatto <i>Contact-line voltage</i>	750 V dc
Depositi <i>Depots</i>	2 (Grefsen e Holtet) 2 (Grefsen and Holtet)



Figura 7 – Tram Høka (SM53) a Majorstua.
Figure 7 – Tram Høka (SM53) at Majorstua.

2004, anch'essi destinati ad essere alienati con l'entrata in servizio degli SL18 della spagnola CAF.

Gli Høka (SM53 ed SM83) furono ritirati dal servizio nel 2000, quando la tensione alla linea di contatto fu elevata da 600 a 750 V cc.

Nei primi anni 2000 dense nubi tornarono ad addensarsi sui tram di Oslo e, mentre era in corso la consegna dei nuovi SL95, a causa delle cattive condizioni del binario venne chiusa la linea di Kjelsås (11) che verrà poi riaperta, dopo una nuova inversione di tendenza e lavori di straordinaria manutenzione, nel novembre 2004, esattamente dopo due anni.



Figura 8 – Tram SL95 al Nationaltheatre.
Figure 8 – Tram SL95 at Nationaltheatre.

2004, also destined for decommission with the introduction of the SL18s delivered by Spanish CAF.

The Høka (SM53 and SM83) were likewise decommissioned in 2000, when the voltage at the contact line was raised from 600 V dc to 750 V dc.

In the early 2000s, dense clouds returned to gather over the Oslo trams and, while the delivery of the new SL95s was in progress, the Kjelsås line (11) closed due to the bad conditions of the track, which will then be reopened, after a new inversion trend and extraordinary maintenance works, in November 2004, exactly after two years.

OSSEVATORIO

Nel 2013 la Città di Oslo avviò il cosiddetto "Programma Tram", di cui si dirà poi [3][4]. Questo rilancio riflette una tendenza generalizzata, dovuta a motivi energetici, ambientali, di capacità di trasporto, ecc., l'analisi dei quali esula dallo scopo di questo articolo ed è comunque un fenomeno presente in tutta Europa (Fig. 9).

2. Il materiale rotabile

I tram attualmente in esercizio [5] (Tab. 2) appartengono ai tipi SL79 (dotazione iniziale 40 unità, Fig. 1 e Fig. 2), SL95 (32 unità, Fig. 8) ed SL18 (87 unità in corso di consegna, Fig. 3, Fig. 4 e Fig. 14 - 21 unità consegnate ed in esercizio fino a marzo 2023). Completa il parco attivo una composizione storica motrice + rimorchio a due assi, utilizzata per servizi turistici [5] (Fig. 10).

Gli SL79/I, acquistati in numero di 25 nel 1982-1983, dopo gli anni dell'abbandono, sono unità articolate a due casse su tre carrelli, di cui due monomotori, (B'2'B'), costruite da Duewag ed AEG, dotate di regolazione elettronica mediante chopper e di frenatura elettrica, pneumatica e a pattini elettromagnetici (in emergenza).

Gli SL79/II, costruiti in numero di 15 nel 1989-1990, sono simili ai precedenti ma costruiti su licenza Duewag dalla Strømmens.

Le unità del tipo SL95 (Fig. 8), costruite da Ansaldo/Firema, poi Ansaldo/Breda, tra il 1996 ed il 2004 in numero

In 2013 the City of Oslo launched the so-called "Tram Program", which will be discussed later [3][4]. This revival reflects a generalized trend, due to energy, environmental, transport capacity, etc. reasons, the analysis of which goes beyond the scope of this article and it's in any case a phenomenon present throughout Europe (Fig. 9).

2. The rolling stock

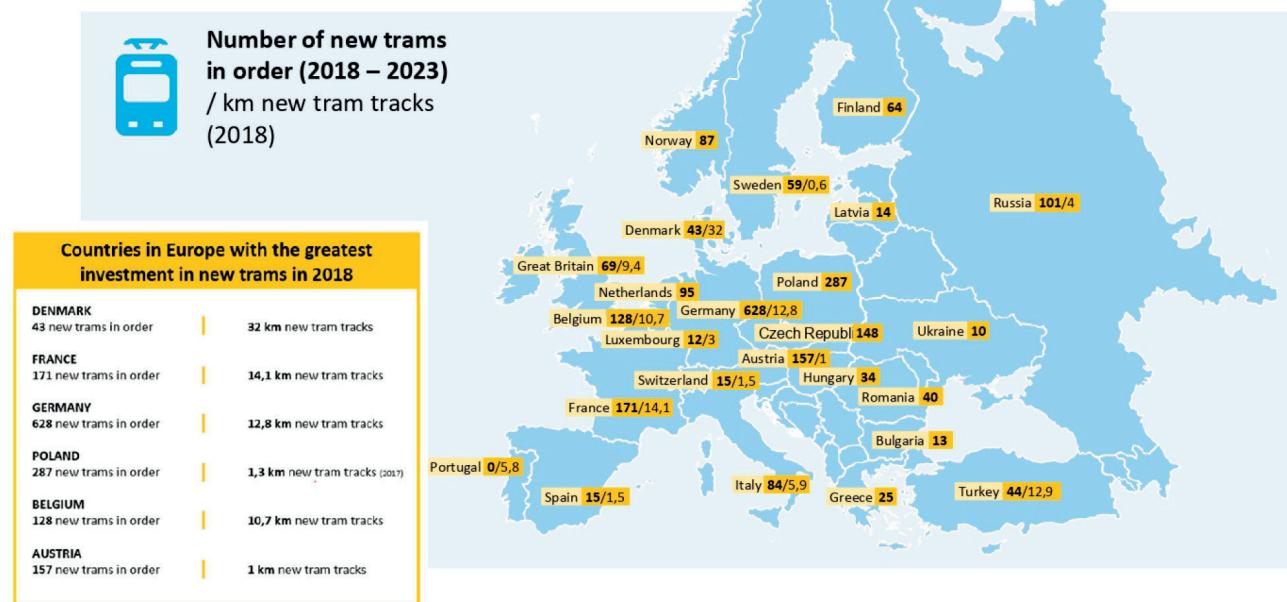
The trams currently in operation [5] (Tab. 2) belong to the types SL79 (initial number 40 units, Fig. 1, Fig. 2), SL95 (32 units, Fig. 7) and SL18 (87 units being delivered, Fig. 3, Fig. 4 and Fig. 14 - 21 units delivered and operational as per March 2023)). The active fleet is completed by an historic two-axle motor coach+trailer composition, used for tourist services [5] (Fig. 10).

The SL79/I, purchased in number of 25 in 1982-1983, after the years of abandonment, are articulated units with two bodies on three bogies, of which the extreme ones monomotor (B'2'B'), built by Duewag and AEG, equipped with electronic regulation by chopper and electric, pneumatic and electromagnetic skids (in emergency).

The SL79/II, built in number of 15 in 1989-90, are similar to the previous ones but built under Duewag license by Strømmens.

The units of the SL95 type (Fig. 8), built by Ansaldo/Firema, later Ansaldo/Breda, between 1996 and 2004 in number of 32, have three aluminum bodies with a partially

European tram expansion



(Fonte – Source: Sporveien)

Figura 9 – L'espansione dei sistemi tranviari in Europa.
Figure 9 – The expansion of tram systems in Europe.

OSSEVATORIO

Tabella 2 – Table 2

Caratteristiche dei tram
Characteristics of the trams

SL79/I	
Anni di costruzione: <i>Years of construction:</i>	1982-83
Numero iniziale di unità: <i>Initial number of units:</i>	25
Costruttori: <i>Builders:</i>	Duewag/AEG
Rodiggio: <i>Running gear:</i>	B'2'B'
Potenza oraria: <i>Hourly power:</i>	2 x 236 kW
Velocità max. <i>Maximum speed:</i>	80 km/h
Lunghezza: <i>Length:</i>	22,18 m
Larghezza: <i>Width:</i>	2,50 m
Altezza: <i>Height:</i>	3,41 m
Altezza del pavimento: <i>Floor height:</i>	0,88 m
Massa: <i>Mass:</i>	32,80 t
Capacità: <i>Capacity:</i>	137 passeggeri (di cui 71 seduti) 137 passengers (of which 71 seated)
SL79/II	
Anni di costruzione: <i>Years of construction:</i>	1989-90
Numero di unità: <i>Numbers of units:</i>	15
Costruttori: <i>Builders:</i>	ABB/Strømmens
Rodiggio: <i>Running gear:</i>	B'2'B'
Potenza oraria: <i>Hourly power:</i>	2 x 236 kW
Velocità max.: <i>Maximum speed:</i>	80 km/h
Lunghezza: <i>Length:</i>	22,18 m
Larghezza: <i>Width:</i>	2,50 m
Altezza: <i>Height:</i>	3,41 m
Altezza del pavimento: <i>Floor height:</i>	0,88 m
Massa: <i>Mass:</i>	32,80 t
Capacità: <i>Capacity:</i>	139 passeggeri (di cui 75 seduti) 139 passengers (of which 75 seated)
SL95	
Anni di costruzione: <i>Years of construction:</i>	1996-2004
Numero di unità: <i>Numbers of units:</i>	32

(segue - follows)

lowered floor (50%) and have all the driving axles ($Bo' + Bo' + Bo' + Bo'$). The traction motors are three-phase asynchronous, with IGBT inverter drive, the braking is electro-dynamic, mechanical on discs and with electromagnetic skids. They are also equipped with air conditioning.

These trams cannot run on the Briskeby line (12) which at present have curves with a small radius. However, they are able to run the section between the Øraker and Bekkestua stations of the Kolsås metro line (Fig. 5), having been equipped with an "Automatic Train Protection" type safety device. The switches of the two stations mentioned above were besides equipped with switches with movable crossing to allow the passage of wheels with the "tram wheel flange" (Fig. 11).

The new SL18 trams (Fig. 3, Fig. 4, Fig. 14) currently being supplied, will be described in relation to the Tram Program of which they form the main part, will completely replace, as mentioned, the SL79 and SL95 by 2024.

Finally, the historical composition (Fig. 10) consists of the two-axle motor coach 70 and the trailer 647, also with two axles and open platforms. The motor coach, built by Falkenried in Hamburg in 1913 and used in normal operation until 1968, then as a service vehicle, was rebuilt in 1994 on the occasion of the 100th anniversary of the Oslo tram service. The trailer was made with components of the M 71.

Since 1985, a former tram depot in Majorstuen has housed a Museum (Vognhall 5) with numerous rolling stock that have served over time in the norwegian Capital and on the suburban lines currently incorporated in the underground network (T-bane).

3. Trams in the context of transport in the Capital

The tramway network (131,4 km), with 6 lines in operation and 99 stopping points, carries about 140,000 passengers on a daily basis, 51 millions/year (Fig. 12) is closely interconnected with that of the T-bane (5 lines, 85.6 km with 101 stations, of

OSSEVATORIO

di 32, sono a tre casse in alluminio con pianale parzialmente ribassato (50%) ed hanno tutti gli assi motori (Bo'+Bo'+Bo'+Bo'). I motori di trazione sono asincroni trifase, con azionamento ad inverter IGBT, la frenatura è elettrodinamica, meccanica su dischi ed a pattini elettromagnetici. Sono inoltre dotati di condizionamento dell'aria.

Questi tram non possono circolare sulla linea per Briskeby (12) che presenta attualmente curve di raggio ridotto. Possono invece percorrere la tratta tra le stazioni di Øraker e Bekkestua della linea per Kolsås della metropolitana (Fig. 5), essendo stati dotati di un dispositivo di sicurezza del tipo "Automatic Train Protection". I deviatoi delle due stazioni dianzi citate sono stati attrezzati a loro volta con deviatoi a cuori mobili per consentire il passaggio di ruote col "bordino tranviario" (Fig. 11).

I nuovi tram SL18 (Fig. 3, Fig. 4, Fig. 14) in corso di fornitura, di cui si dirà a proposito del Programma Tram del quale costituiscono la parte principale, sostituiranno integralmente, come detto, gli SL79 e gli SL95 entro il 2024.

La composizione storica (Fig. 10), infine, è costituita dalla motrice 70 a due assi e dal rimorchio 647, anch'esso a due assi e con piattaforme aperte. La motrice, costruita da Falkenried ad Amburgo nel 1913 ed utilizzata nel normale esercizio fino al 1968, poi come veicolo di servizio, fu ricostruita nel 1994 in occasione del centesimo anniversario del servizio tranviario di Oslo. Il rimorchio a sua volta fu realizzato con componenti della M 71.

Un ex deposito tranviario, in località Majorstuen, ospita dal 1985 un Museo (Vognhall 5) con numerosi rotabili che hanno prestato servizio nel tempo nella Capitale norvegese e sulle linee suburbane attualmente incorporate nella rete della metropolitana (T-bane).

3. I tram nel contesto dei trasporti della Capitale

La rete tranviaria, 131,4 km, con 6 linee in esercizio e 99 fermate, tra-

(segue - follows) Tabella 2 – Table 2

Caratteristiche dei tram
Characteristics of the trams

Costruttori: <i>Builders:</i>	Ansaldo/Firema, AnsaldoBreda
Rodiggio: <i>Running gear:</i>	Bo'+Bo'+Bo'+Bo'
Potenza: <i>Power:</i>	840 kW
Velocità max: <i>Maximum speed:</i>	80 km/h
Lunghezza: <i>Length:</i>	33,120 m
Larghezza: <i>Width:</i>	2,60 m
Altezza: <i>Height:</i>	3,625 m
Altezza pavimento: <i>Floor height:</i>	0,35-0,62 m
Massa: <i>Mass:</i>	64,98 t
Capacità: <i>Capacity:</i>	212 passeggeri (di cui 88 seduti) 212 passengers (of which 88 seated)
SL18	
Anni di costruzione: <i>Years of construction:</i>	2020 - in corso 2020 - in progress
Numeri di unità (a regime): <i>Numbers of units (fully operational):</i>	87
Costruttore: <i>Builder:</i>	CAF
Lunghezza: <i>Length:</i>	34,166 m
Larghezza: <i>Width:</i>	2,65 m
Altezza: <i>Height:</i>	3,65 m
Altezza pavimento: <i>Floor height:</i>	0,35 m
Massa: <i>Mass:</i>	42,7 t
Capacità: <i>Capacity:</i>	220 passeggeri (di cui 46 seduti) 220 passengers (of which 46 seated)
5 casse pianale ribassato, su tre carrelli, di cui quelli estremi motori 5 bodies low floor, on 3 bogies of which the extreme with traction motors	
Velocità max: <i>Maximum speed:</i>	70 km/h
Convoglio storico (M70 + R647) Historical composition (M70 + T647)	
M 70	
Anno di costruzione: <i>Year of construction:</i>	1913
Anno di ricostruzione: <i>Year of reconstruction:</i>	1994
Costruttore: <i>Builder:</i>	Falkenried Amburgo
R/T 647	
Ricostruito con parti della M71 <i>Rebuilt with parts of the M71</i>	

Nota: con la progressiva consegna dei nuovi SL18 (21 immessi in servizio fino a marzo 2023, i vecchi tram vengono contestualmente avviati alla demolizione.

Note: with the progressive delivery of the new SL18s (21 put into service until March 2023) the old trams are simultaneously being demolished.

OSSERVATORIO



Figura 10 – Convoglio storico a Stortorvet.
Figure 10 – Historic tram in Stortorvet.

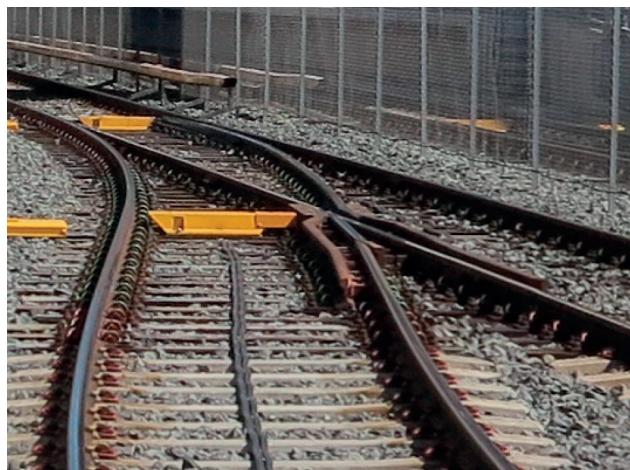


Figura 11 – Deviatoio con cuore mobile in stazione di Bekkestua.
Figure 11 – Switch with movable crossing at Bekkestua station.

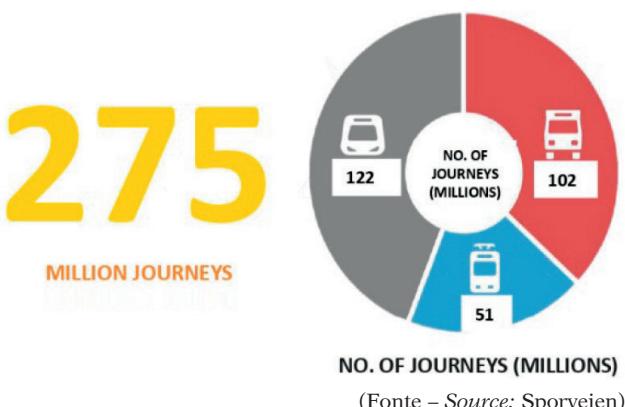


Figura 12 – Ripartizione traffico annuale fra tram, metro e bus.
Figure 12 – Annual subdivision of traffic between metro, tram and bus.

sporta circa 140 000 passeggeri/giorno, 51 milioni/anno (Fig. 12) è strettamente interconnessa con quella della metropolitana (T-bane, 5 linee, 85,6 km con 101 stazioni, di cui 17 ipogee, e circa 350.000 passeggeri/giorno) e con i servizi ferroviari suburbani (8 linee, 553 km di rete con 128 stazioni, 24,6 milioni di passeggeri/anno e circa 70 000 passeggeri/giorno).

La T-bane (Fig. 13), che ha incorporato e trasformato a suo tempo vecchie ferrovie suburbane e qualche linea tranviaria, creando progressivamente un sistema moderno ed omogeneo, è in corso di attrezzaggio con CBTC per realizzare un'automazione di livello 2 (GoA2). Il parco rotabili [6] comprende 115 convogli Siemens MX3000 di tre unità ciascuno, forniti in più riprese a partire dal 2005. Essi hanno casse in alluminio, velocità massima di 80

which 17 underground, and about 350,000 passengers/day) and with suburban railway services (8 lines, 553 km of network with 128 stations, 24.6 million passengers/year and around 70,000 passengers/day).

The T-bane (Fig. 13), which incorporated and transformed old suburban railways and some tram lines, gradually creating a modern and homogeneous system, is being equipped with CBTC to create level 2 automation (GoA2). The rolling stock fleet [4] comprises 115 Siemens MX3000 trainsets of three units each, supplied on several occasions since 2005. They have aluminum bodies, a maximum speed of 80 km/h, acceleration at start of 1.27 m/s² and are powered at 750 V dc from third rail.

The suburban railway services, which have undergone a considerable expansion in recent years, mostly concern lines of the national network and are carried out by modern rolling stock.

Alstom recently signed a contract with Norske Tog for the supply of up 200 Coradia Nordic regional trains, with a first order for 30 trainsets the delivery of which will start in 2025. They consist of six units, equipped with ETCS and with a maximum speed of 160 km/h.

The system is completed by a number of urban and suburban bus lines which, with a carrying approx. 280,000 passengers/day who, added to those of the tram and T-bane indicated above, make up 58% of the 1,330,000 daily trips in the urban area. The share rises to 74% within the municipal territory.

4. The “Tram Program”

The Program [3][4] is part of a larger project with which the Norwegian capital aims to become the first globally



(Fonte – Source: Sporveien)

Figura 13 – La rete della metropolitana di Oslo (T-bane).
Figure 13 – The Oslo metro network (T-bane).

km/h, accelerazione all'avviamento di $1,27 \text{ m/s}^2$ e sono alimentati a 750 V cc da terza rotaia.

I servizi ferroviari suburbani, che hanno conosciuto in questi ultimi anni una notevole espansione, interessano per lo più linee della rete nazionale e sono assicurati da rotabili moderni.

Recentemente Alstom ha firmato un contratto con Norske Tog per la fornitura di un massimo di 200 treni regionali Coradia Nordic, con un primo ordine di 30 convo-

emission-free city in the world by 2030. In fact, most of the ferries have been electrified and the diesel bus fleet will be replaced, in short term, by 450 electric vehicles. The circulation of non-electric private cars will be furthermore restricted.

It includes three sub-projects:

- supply of 87 new trams with a possible option for a further 60;
- expansion and modernization of depots;

OSSERVATORIO

gli la consegna dei quali avrà inizio nel 2025. Essi, composti da sei elementi, saranno equipaggiati con ETCS ed avranno una velocità massima di 160 km/h.

Completano il sistema un certo numero di linee di bus urbani e suburbani, con un traffico di circa 280. 000 passeggeri/giorno che, sommato a quelli di tram e T-bane indicati dianzi, costituiscono il 58% degli 1.330.000 spostamenti giornalieri nell'area urbana. La quota sale al 74% all'interno del territorio comunale.

4. Il "Programma Tram"

Il Programma [3][4] è parte di un progetto più ampio col quale la Capitale norvegese punta a diventare la prima città al mondo completamente priva di emissioni entro il 2030. Infatti la maggior parte dei traghetti sono stati elettrificati ed il parco degli autobus diesel verrà sostituito, nel breve periodo, con 450 mezzi elettrici. La circolazione delle auto private non elettriche, verrà inoltre limitata.

Comprende tre sub-progetti:

- fornitura di 87 nuovi tram, con possibile opzione per ulteriori 60;
- ampliamento ed ammodernamento dei depositi;
- rinnovo di strade, marciapiedi, spazi urbani e binari.

Le attività per l'acquisto dei nuovi rotabili da parte di Sporveien, l'Operatore della capitale norvegese responsabile del Progetto Tram su mandato del Consiglio Comunale, sono iniziate nel 2016. Prima della definizione delle specifiche tecniche è stata svolta un'ampia consultazione presso il pubblico, le varie associazioni dei disabili ed il personale dipendente, per soddisfare le attese degli utenti in termini di confort, quelle specifiche dei disabili ed utilizzare infine i "ritorni d'esperienza" del personale di condotta e di quello d'officina. Il contratto con la spagnola CAF, vincitrice della gara, è stato firmato nel 2018.

I primi due tram erano attesi per l'estate del 2020 ma, a causa del Covid-19, la loro consegna è stata ritardata ad ottobre dello stesso anno. Quindi le unità "pilota" sono state sottoposte alle prove e verifiche necessarie per la messa in servizio, comprese quelle connesse con le severe condizioni climatiche di Oslo, nel 2020, prima dell'avvio della produzione di serie. Il servizio in prova con passeggeri a bordo è cominciato il 31 gennaio 2022 ed è durato oltre 5 mesi. Il costo complessivo del Programma Tram è di circa 800 milioni di Euro.

Gli 87 nuovi rotabili, forniti dalla spagnola CAF, fanno parte della gamma "Urbos 100" di terza generazione, sono stati acquisiti da molti operatori di reti tranviarie e sono simili a quelli precedentemente forniti alla città francese di Nantes. Più leggeri e più silenziosi degli SL95, essi sono bidirezionali, composti da 5 moduli in alluminio a pianale basso su tre carrelli di cui quelli estremi motori e, grazie al loro maggior numero rispetto al parco attuale (72 unità) e ad una capacità maggiore (220 posti in luogo dei 212 degli SL95 e dei 137-139 degli SL79), offriranno un sensi-



(Fonte – Source: Sporveien)

Figura 14 – Tram SL18 sui cavalletti rialzo casse a Grefsen.

Figure 14 – Tram SL 18 on the lifting screws jacks at Grefsen.

- modernization of track infrastructure as well as upgrades to adjacent public spaces, streets and sideways.

The activities for the purchase of new rolling stock by Sporveien, the Operator of the Norwegian capital in charge of the Tram Program on behalf of the City Council, began in 2016. Before defining the technical specifications, extensive consultation was carried out with the public, the various associations of the disabled and employees, to satisfy the expectations of users in terms of comfort, and those specific to the disabled and finally to use "experience feedback" of the driving and workshop personnel. The contract with the Spanish CAF, winner of the tender, was signed in 2018.

The first two trams were expected for summer 2020, but due to the Covid-19 pandemic delivery was delayed to October 2020. So the "pilot" units were subjected to tests and checks for placing in operation and tested in winter conditions connected with the severe climatic conditions of Oslo in 2020, before the serial production began. Trial service with passengers commenced on 31 January 2022, and was completed over a period of 5 months. The overall cost of the Tram Program is approximately 800 millions euros.

The 87 new vehicles, supplied by the Spanish CAF, are part of the third generation "Urbos 100" range, delivered to many tram operators and similar to those previously supplied to the French city of Nantes. They are much lighter and quieter than the SL95, bidirectional, made up of 5 low floor aluminum modules on three bogies, of which the extreme

OSSEVATORIO

bile aumento della capacità di trasporto, necessaria per far fronte al costante aumento del traffico, e contribuire a realizzare l'obiettivo di 100 milioni di viaggiatori/anno entro il 2030.

Essi sono dotati di *head-up display* (HUD), che permette al manovratore di controllare velocità, prossima fermata, posizione del prossimo deviatoio senza impegnare troppo a lungo la sua attenzione per leggere le indicazioni di differenti strumenti, di radar per evitare investimenti di ciclisti e pedoni, di prese caricabatterie USB, di doppi schermi digitali a colori per l'informazione ai viaggiatori, di wi-fi e di climatizzazione. Le porte, in numero di 6 per fiancata, in luogo delle 4 convenzionali, renderanno più agevoli l'accesso e l'uscita dei passeggeri. Inoltre vi saranno quattro posti per carrozzine, (due per ciascun verso di marcia).

Fin dalla fase di prova e messa a punto dei primi veicoli, CAF ha utilizzato la piattaforma digitale LeadMind che, grazie alla disponibilità dei dati in tempo reale ed alle avanzate capacità di analisi, ha permesso di accelerare i tempi di diagnosi e di migliorarne l'affidabilità.

LeadMind consente l'accesso alle stesse informazioni all'Operatore ed al Costruttore favorendo un maggior coordinamento tra i due e permetterà la geolocalizzazione e l'acquisizione delle informazioni relative ai tram da remoto, nonché l'invio di notifiche in automatico, importanti per un esercizio nelle severe condizioni climatiche della Norvegia.

La piattaforma consentirà, infine, la manutenzione predittiva ed il controllo dei consumi d'energia.

Quanto dianzi esposto descrive un veicolo dotato di moderni dispositivi e di tecnologie solo recentemente, e non sempre, adottati in un tram che, da un lato migliorano il confort dei passeggeri (schermi informativi, prese USB, wi-fi, ecc.) e dall'altro consentono, mediante una manutenzione di tipo predittivo, migliore disponibilità ed affidabilità del parco e sensibile riduzione dei relativi costi.

Gli interventi infrastrutturali [7] comprendono estesi rinnovamenti di binari con adeguamento dell'intervia, dove necessario, contemporaneo rinnovo dei "sottoservizi" ed ammodernamento ed attrezzaggio del Deposito di Grefsen (al capolinea delle linee 13 e 17) e di quello di Holtet (lungo le linee 18 e 19).

Oltre 30 progetti sono stati realizzati o sono in corso di realizzazione nell'ambito del Programma Tram in modo coordinato con l'Agenzia per lo Sviluppo Urbano e quella per l'acqua e le fognature con rinnovo di condotte e canalizzazioni da eseguire contemporaneamente a quello dei binari e dei relativi lavori stradali.

A Grefsen, che accoglierà 44 dei nuovi tram, sono stati posti in opera cavalletti atti al rialzo simultaneo delle 5 casse di questi (Fig. 14) ed è stato installato un tornio in fossa per la riprofilatura di ruote e bordini. Binari e deviatoi sono stati integralmente rinnovati ed adeguati alle esigenze dei nuovi rotabili, una moderna catenaria rigida è stata installata ed un simulatore faciliterà la formazione dei guidatori.

ones are motorized and, thanks to their great number compared to the current fleet (72 units) and a greater capacity (220 passengers instead of the 212 of the SL95 and the 137-139 of the SL79), will offer a significant increase in transport capacity, necessary to cope with the constant increase in traffic and help achieve the goal of 100 millions travelers/year by 2030.

They are equipped with a head-up display (UHD), which allows the driver to check speed, next stop and direction of the next switch immediately without diverting his attention for too long to read the indications of the different instruments, with radar to avoid being run over by cyclists and pedestrians, USB charger sockets, double color digital screens for information to travelers, wi-fi and air conditioning. They have six doorways for easy boarding, compared with the previous standard of four doors. In addition, there will also be four places for wheelchairs (two for each direction of travel).

From the testing and final adjustment of the first vehicles, CAF used the LeadMind digital platform which, thanks to the availability of data in real time and advanced analysis capabilities, has made it possible to speed up diagnosis times and improve reliability.

LeadMind allows the Operator and the Manufacturer access to the same information and can help greater coordination between the two and will allow the remote geolocation and acquisition of information relating to trams, as well as the automatic sending of notifications, important for an operation in the harsh climatic conditions of Norway.

Finally, the platform will allow predictive maintenance, and energy consumption control.

The foregoing describes a vehicle equipped with modern devices and technologies only recently, and not always, adopted in a tram which, on the one hand improve passenger comfort (information screens, USB sockets, wi-fi, etc.) and on the other allow, through predictive maintenance, better availability and reliability of the fleet and significant reduction of the related costs.

The infrastructural interventions [7] include extensive renewal of the track with adjustment of the space between running tracks, were necessary, the simultaneous renewal of the "sub-services", and modernization and equipping of the Grefsen depot (at the terminus of lines 13 and 17) and of the Holtet depot (along lines 18 and 19).

Over 30 projects have been or are being implemented under the Tram Program in coordination with the Urban Development Agency and the Water and Sewers Agency with the renewal of pipes and channellings to be carried out simultaneously with that of the tracks and related road works.

In Grefsen, which will house 44 of new trams, lifting screw jacks for simultaneous raising of the 5 bodies of the these set up (Fig. 14) and an underfloor late was installed for the reprofiling of wheels and flanges. Tracks and switches were completely renewed and adapted to the needs

OSSEVATORIO

Ad Holtet, cui saranno assegnati i restanti 43 nuovi tram, è stato completamente rinnovato ed ampliato il dispositivo di armamento, aumentando l'estesa dei binari di stazionamento destinati ad accogliere un maggior numero di veicoli (+15 in questa prima fase). I fabbricati sono stati rinnovati ed attrezzati all'interno senza modificarne l'architettura esterna.

Come si vede, il Programma Tram è costituito da un complesso di iniziative che non si limita all'immissione nella flotta di nuovi veicoli ma ne prevede, in un contesto fortemente coordinato, l'integrale rinnovo ed il contemporaneo adeguamento dei depositi e dell'infrastruttura.

Tutti gl'interventi vengono eseguiti senza interruzioni dell'esercizio.

of the new vehicles, a modern rigid catenary has been installed and a simulator will facilitate driver training.

At Holtet, which will be assigned the remaining 43 trams, was completely renovated and expanded the tracks plan by increasing the extension of the parking tracks to allow the storage of a greater number of vehicles (+15 in this first fase). The buildings have been equipped and renovated inside without modifying the external architecture.

As can be seen, the Tram Program consists of a set of initiatives which is not limited to the introduction of new vehicles into the fleet but envisages, in a single highly coordinated context, the complete renewal and simultaneous adaptation of the depots and the infrastructure.

All interventions are performed without interruption of the operation.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] Rete tranviaria di Oslo Wikipedia/*The Oslo Tramway network*.
- [2] Wikipedia Tram in Oslo.
- [3] Del programma tram www.sporveien.com / *About the tram program* www.sporveien.com/.
- [4] Sporveien e il programma tram / *Sporveien and the tram program*.
- [5] Materiale rotabile / *Rolling stock* www.sporveien.no/ *Vognmateriell* www.sporveien.no/.
- [6] Metro Oslo MX, Norway Siemens.
- [7] Nuovi tram, strade e spazi urbani per Oslo www.sporveien.no / *New trams, streets and urban spaces for Oslo* www.fremtidensbyreise.no/.