

TPL, RINNOVO PARCO AUTOBUS: GOVERNANCE E IMPATTI AMBIENTALI

IL TEMA DELLA SOSTENIBILITÀ DEL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE SI INSERISCE IN UNA PIANIFICAZIONE NAZIONALE CHE RICHIEDE ALLA PA NON SOLO DI FINANZIARE, MA ANCHE DI MISURARE E RENDICONTARE RISULTATI CONCRETI E IMPATTI AMBIENTALI. LA SPESA PUBBLICA DEVE TRADURSI IN MIGLIORAMENTI OPERATIVI TANGIBILI, COME IL RINNOVO DEL PARCO MEZZI, MAGGIORE AFFIDABILITÀ E ACCESSIBILITÀ DEL SERVIZIO, OLTRE ALLA RIDUZIONE DELLE EMISSIONI

DI ERICA BIANCONI

Il tema della sostenibilità del Trasporto Pubblico Locale (TPL) si colloca oggi all'interno di uno schema più ampio di pianificazione nazionale della mobilità sostenibile, in cui la Pubblica Amministrazione non svolge solo la funzione di allocazione delle risorse, ma anche quella di misurarne e rendicontarne gli impatti. Non è più sufficiente reperire e gestire i finanziamenti, ma diventa necessario tradurre la spesa pubblica in output operativi misurabili (rinnovo effettivo del parco mezzi, incremento dell'affidabilità del servizio, miglioramento dell'accessibilità) e in risultati ambientali quantificabili, in termini di riduzione delle emissioni climalteranti e degli inquinanti locali. In questo contesto, l'8 gennaio 2026 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) ha pubblicato il decreto direttoriale della Direzione Generale TPL n. 445/2025, assegnando alle Regioni 750 milioni di euro nell'ambito del Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile (PSNMS), finalizzati al rinnovo del parco autobus destinato ai servizi di trasporto pubblico locale e regionale. La progressiva sostituzione dei mezzi più obsoleti con autobus a tecnologie a basse o nulle emissioni contribuisce al miglioramento della



RIPARTIZIONE RISORSE

REGIONE	% RIPARTIZIONE	QUOTA STIMATA
Lombardia	14,11%	€ 105.825.000
Lazio	10,93%	€ 81.975.000
Veneto	7,34%	€ 55.050.000
Emilia-Romagna	7,00%	€ 52.500.000
Piemonte	6,77%	€ 50.775.000
Toscana	5,40%	€ 40.500.000
Campania	7,33%	€ 54.975.000
Sicilia	6,46%	€ 48.450.000
Puglia	5,43%	€ 40.725.000
Calabria	3,60%	€ 27.000.000
Sardegna	3,41%	€ 25.575.000
Abruzzo	3,22%	€ 24.150.000
Molise	2,46%	€ 18.450.000
Basilicata	2,39%	€ 17.925.000
Liguria	4,02%	€ 30.150.000
Marche	3,49%	€ 26.175.000
Friuli Venezia Giulia	2,86%	€ 21.450.000
Umbria	2,35%	€ 17.625.000
Valle d'Aosta	1,43%	€ 10.725.000
Totale	100%	€ 750.000.000

Fonte: DL 81/2020 e nostra elaborazione per quota stimata

qualità dell'aria nei contesti urbani e al raggiungimento degli obiettivi nazionali di decarbonizzazione del settore trasporti.

CONTESTO NORMATIVO E RIPARTIZIONE RISORSE

Il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) ha reso disponibili 750 milioni di euro per il rinnovo dei parchi autobus nei servizi urbani, suburbani e regionali di TPL. La misura rappresenta la seconda tranche di risorse stabilite dal DI n° 81 del 14/02/2020 che, insieme ad altri due decreti interministeriali gemelli, destina circa 3,8 miliardi di euro per il periodo 2019 – 2033 a Regioni, Città metropolitane e Comuni, proprio per l'acquisizione di nuovi bus e relative infrastrutture di supporto al fine di ottimizzare la qualità del servizio per

i cittadini e promuovere la mobilità green. L'intervento si inserisce nel Piano Strategico Nazionale della Mobilità Sostenibile (PSNMS), con l'obiettivo di:

- migliorare la qualità del servizio per l'utenza,
- ridurre l'età media del parco mezzi,
- favorire la transizione verso tecnologie a basse o nulle emissioni.

Le risorse possono essere utilizzate immediatamente dalle Regioni, Città metropolitane e Comuni con oltre 100mila abitanti o con livelli critici di inquinamento per l'acquisto di autobus M2 (autobus veicoli per trasporto persone con più di 8 posti oltre al conducente e massa ≤ 5 tonnellate) e autobus M3 (veicoli per trasporto persone con più di 8 posti oltre al

conducente e massa > 5 tonnellate) e realizzazione delle infrastrutture di supporto (depositi, sistemi di ricarica elettrica, impianti di alimentazione a metano o idrogeno). Le tipologie finanziabili comprendono autobus a trazione elettrica, a metano, a idrogeno e soluzioni ibride, nel rispetto dei requisiti tecnici minimi previsti in materia di accessibilità, sicurezza, sistemi di monitoraggio e prestazioni ambientali. Il decreto definisce le modalità di erogazione, rendicontazione e monitoraggio delle risorse, con vincoli su destinazione e vincolo di reversibilità degli autobus acquisiti:

- gli autobus e le infrastrutture devono essere destinati esclusivamente a servizio di TPL nel territorio dell'ente beneficiario per l'intera vita tecnica (tipicamente 10–12 anni) con vincoli di destinazione e reversibilità;
- le spese di manutenzione non sono ammissibili, mentre le spese di gestione gara/contratto ammesse entro limiti prefissati;
- il decreto impone tracciabilità delle erogazioni con indicazione dei mezzi consegnati, dei km percorsi, riduzione di tonnellate CO₂ stimata, da correlare ai singoli capitoli di spesa
- vengono definiti elementi tecnici di gara basati su indicatori oggettivi.

La ripartizione delle risorse del secondo quinquennio 2024–2028 ricalca le percentuali di graduatoria definite dal Decreto Interministeriale n. 81/2020 (Allegato I-C e I-B), applicate al plafond complessivo di 750 milioni di euro.

DALLA DOTAZIONE FINANZIARIA AGLI OUTPUT FISICI: QUANTI AUTOBUS?

L'assegnazione delle risorse pari a 750 milioni di euro per il quinquennio 2024–2028 costituisce un plafond finanziario che, ai fini della valutazione tecnico-economica dell'investimento pubblico, deve essere tradotto in output fisici misurabili, ossia nel numero effettivo di autobus acquisibili.

La quantità di mezzi finanziabili dipende dal costo unitario del singolo autobus, comprensivo di:

- fornitura del mezzo,

- eventuali sistemi di accumulo,
- adeguamenti impiantistici,
- quota parte delle infrastrutture di supporto (depositi, sistemi di ricarica, impianti metano/idrogeno),
- spese tecniche e di gara ammissibili.

Il numero di autobus finanziabili può essere espresso come: $N_{bus} = \frac{Budget}{Costo\ unitario}$
dove:

- N_{bus} = numero di autobus finanziabili
- B = budget disponibile, nel caso nazionale = 750.000.000 €
- Costo unitario = costo medio unitario

La variabile critica è il Costo unitario che varia sensibilmente in funzione della tecnologia prescelta. Sulla base di recenti procedure di gara nazionali ed europee (GUUE), piattaforme di e-procurement della PA (incluso MEPA) e dati di mercato 2025–2026 relativi a veicoli urbani da 12 metri (categoria M3), si possono individuare i seguenti intervalli di riferimento:

- **Autobus a metano (CNG/LNG)**
Costo medio stimabile = € 300.000 – € 450.000 per unità (fornitura veicolo)
infrastruttura spesso già disponibile nei depositi TPL storici
Costo di sistema medio utilizzato per il calcolo = € 400.000 per unità equivalente
- **Autobus elettrici a batteria (BEV)**
€ 450.000 – € 600.000 per unità (fornitura veicolo) con necessità di colonnine di ricarica, potenziamento cabine MT/BT e sistemi di gestione e monitoraggio energia
Costo di sistema medio stimabile = € 600.000 – € 750.000 per unità equivalente
Costo di sistema medio utilizzato per il calcolo = € 700.000 per unità equivalente
- **Autobus a idrogeno (Fuel Cell – FCEV)**
€ 650.000 – € 900.000 per unità (fornitura veicolo) con necessità di infrastruttura dedicata per produzione/stoccaggio idrogeno
Costo di sistema medio stimabile = € 900.000 – € 1.100.000 per unità equivalente

Costo di sistema medio utilizzato per il

AUTOBUS ACQUISTABILI IN BASE ALLA TECNOLOGIA

TECNOLOGIA	COSTO MEDIO (€)	N° AUTOBUS FINANZIABILI
Metano (CNG)	400.000	~ 1.875
Elettrico (BEV)	700.000	~ 1.070
Idrogeno (FCEV)	1.000.000	~ 750

Fonte: nostra elaborazione

calcolo = € 1.000.000 per unità equivalente

Con le considerazioni fatte, possiamo definire 3 scenari tecnologici come sintetizzati in tabella.

A parità di risorse, la scelta tecnologica può determinare una variazione superiore al 100% nel numero complessivo di mezzi rinnovabili. Le tecnologie a zero emissioni locali (BEV e FCEV) comportano una minore quantità di veicoli acquisibili nel breve periodo, ma potenzialmente maggiori benefici ambientali nel ciclo di vita. La programmazione regionale non deve quindi consistere in una semplice distribuzione delle risorse, ma richiede una pianificazione a lungo termine attraverso scelte tecniche precise che incidono sulla reale efficacia dell'investimento. È necessario analizzare e trovare il giusto equilibrio tra:

- numero di autobus da sostituire nel quinquennio,
- livello di adeguatezza delle infrastrutture energetiche già disponibili presso i depositi,
- priorità ambientali del territorio, soprattutto nelle aree soggette a criticità sulla qualità dell'aria,
- sostenibilità economica complessiva dell'investimento nel medio-lungo periodo, considerando non solo il costo di acquisto ma anche i costi operativi.

Le Regioni dotate di infrastrutture metano consolidate potranno massimizzare il numero di mezzi sostituiti nel breve periodo, mentre, le Regioni che puntano a una rapida elettrificazione del trasporto Pubblico

Locale dovranno destinare una quota significativa delle risorse agli adeguamenti infrastrutturali (depositi, cabine elettriche, sistemi di ricarica), con una possibile riduzione iniziale del numero di autobus acquistabili. La scelta di elettrificare il TPL deve passare necessariamente attraverso l'integrazione con investimenti complementari in impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili presso i depositi (ad esempio impianti fotovoltaici su copertura o sistemi di accumulo), realizzati mediante strumenti di finanziamento dedicati. In questo modo, l'elettrificazione del parco mezzi può essere accompagnata da una progressiva riduzione del costo energetico operativo e da un ulteriore abbattimento delle emissioni indirette associate al ciclo di vita dell'energia utilizzata.

IMPATTI AMBIENTALI DELL'INVESTIMENTO

Per fare una stima quantitativa dell'impatto climatico associato al rinnovo del parco autobus è necessario trasformare il numero di mezzi sostituiti in tonnellate di CO2 evitate, adottando fattori di emissione coerenti con l'inventario nazionale. Per i calcoli vengono utilizzati i fattori di emissione per il trasporto stradale tratti dal dataset ISPRA basato su metodologia COPERT (kgCO2/km), mentre per i veicoli elettrici (BEV) si utilizza il fattore ISPRA dei consumi elettrici (gCO2/kWh). Ai fini della valutazione climatica, si assume come mezzo sostituito un autobus urbano diesel Euro III,

STIMA DELL'IMPATTO CLIMATICO IN BASE ALLA TECNOLOGIA

TECNOLOGIA	RIDUZIONE ANNUA PER BUS (TONCO2)	RIDUZIONE TOTALE PER BUS (12 ANNI) (TON CO2)	RIDUZIONE TOTALE PROGRAMMA (TONCO2)	COSTO PER TONNELLATA EVITATA (€ / TONCO2)
Metano (CNG)	~0	~0	~0	—
Elettrico (BEV)	45,3	543	581.000	1.290
Idrogeno (FCEV)	~0	~0	~0	—

Fonte: nostra elaborazione

rappresentativo di una quota significativa del parco obsoleto ancora circolante nel TPL. Inoltre, si assumono le seguenti ipotesi operative:

- percorrenza media annua: 60.000 km/anno
- vita tecnica del mezzo: 12 anni
- utilizzo prevalente in ambito urbano/suburbano
- sostituzione diretta di un mezzo esistente (approccio “1 a 1”).

Vengono considerate le emissioni nella fase di utilizzo del veicolo e, per i mezzi elettrici e a idrogeno, anche le emissioni indirette associate alla produzione dell’energia impiegata.

La riduzione di emissioni per singolo autobus è calcolata come:
 $\text{Riduzione CO2/km} = \text{tonCO2baseline} - \text{tonCO2scenario}$
dove:

$\text{tonCO2baseline} = \text{emissioni medie di CO2 del veicolo sostituito (kg/km)}$
 $\text{tonCO2scenario} = \text{emissioni medie di CO2 del nuovo veicolo (kg/km)}$
La riduzione annua per autobus è data da:

$\text{Riduzione CO2 annua} = (\text{tonCO2baseline} - \text{tonCO2scenario}) \times \text{Km annui}$

La riduzione cumulata su vita tecnica:
 $\text{Riduzione totale autobus} = \text{Riduzione CO2 annua} \times \text{Vita tecnica}$

La riduzione complessiva associata alla misura finanziaria è:
 $\text{Riduzione totale programma} = \text{Riduzione totale autobus} \times \text{N°autobus}$
dove N°autobus rappresenta il numero di autobus finanziabili con il plafond di 750 milioni di euro, in funzione del costo medio per tecnologia come stimato nel paragrafo precedente.

Al fine di valutare l’efficacia climatica dell’investimento, è stato inoltre calcolato un indicatore sintetico di efficienza:

$\text{Costo per tonnellata evitata} = \frac{\text{Investimento totale}}{\text{Riduzione total programma}}$
Tale indicatore consente di confrontare scenari tecnologici differenti in termini di costo implicito di abbattimento della CO₂, mantenendo costante il plafond finanziario disponibile.

La tabella evidenzia differenze sostanziali tra le tecnologie considerate in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ nel perimetro considerato.

- Lo scenario elettrico è l’unico che determina una riduzione significativa e strutturale rispetto alla baseline Diesel Euro III, grazie alla maggiore efficienza del motore elettrico e alla minore intensità carbonica dell’energia elettrica rispetto alla combustione diretta di carburanti fossili. L’assenza di emissioni allo scarico, unita alla progressiva decarbonizzazione del mix elettrico nazionale, rende tale tecnologia quella con il miglior rapporto tra investimento pubblico e tonnellate di CO₂ evitate nel periodo considerato.
- Lo scenario relativo al metano (CNG) non mostra una riduzione di CO₂ nel confronto effettuato. Questo risultato non contraddice il ruolo ambientale del CNG, ma ne chiarisce il perimetro: il beneficio principale di questa tecnologia riguarda la riduzione degli inquinanti locali (NO_x e particolato), mentre l’impatto sulla

- CO₂ dipende dal contenuto di carbonio del combustibile e soprattutto dal consumo energetico per chilometro. In ambito urbano, dove il ciclo di esercizio è caratterizzato da fermate frequenti e carichi variabili, eventuali differenze di rendimento possono compensare o superare il vantaggio teorico del combustibile.
- Per l’idrogeno (FCEV) il risultato dipende in modo determinante dalla filiera energetica: se prodotto mediante elettrolisi alimentata dal mix elettrico nazionale, l’elevato fabbisogno energetico e le perdite di conversione lungo la catena possono annullare il beneficio climatico rispetto alla baseline. Solo nel caso di produzione da fonti rinnovabili dedicate, il cosiddetto idrogeno verde, la tecnologia FCEV diventa coerente con un obiettivo di decarbonizzazione.

La sostenibilità climatica non è quindi intrinseca al veicolo in sé, ma dipende dal sistema energetico che lo alimenta; in questo contesto, l’elettrificazione diretta rappresenta, nelle condizioni attuali, l’opzione con la maggiore efficacia misurabile in termini di riduzione della CO₂ a parità di risorse pubbliche investite, un risultato ulteriormente rafforzato qualora l’energia elettrica provenga direttamente da energia elettrica autoprodotta da fonti rinnovabili o, in generale, al crescere della quota di energia rinnovabile nel mix elettrico nazionale.