

MOBILITÀ DEL FUTURO

**Tra innovazione,
sostenibilità e regolazione**

**a cura di
Enrico Musso**

FrancoAngeli 



CONSUMERS' FORUM

ECONOMIA - *Ricerche*

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: *www.francoangeli.it* e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

MOBILITÀ DEL FUTURO

**Tra innovazione,
sostenibilità e regolazione**

**a cura di
Enrico Musso**

FrancoAngeli

Isbn e-book Open Access: 9788835191315

Copyright © 2026 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza *Creative Commons*
Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0 Internazionale
(CC-BY-NC-ND 4.0).

Eventuali link attivi e Qr code presenti nel volume sono forniti dall'Autore. L'editore non si assume alcuna responsabilità su contenuti che rimandino a siti non appartenenti a FrancoAngeli.
Sono riservati i diritti per Text and Data Mining (TDM), AI training e tutte le tecnologie simili.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore.
L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

INDICE

Prefazione , di <i>Furio Truzzi</i>	pag.	9
Introduzione , di <i>Enrico Musso, Riccardo Bozzo, Enrico Ivaldi e Luca Persico</i>	»	11
1. Evoluzione della domanda di mobilità , di <i>Enrico Musso e Tommaso Filì</i>	»	27
1.1. La domanda di mobilità come indicatore sistemico	»	27
1.2. Le radici economiche e sociali della domanda di trasporto	»	28
1.3. Evoluzioni demografiche e sociali	»	28
1.4. Trasformazioni economiche e tecnologiche	»	29
1.5. Evoluzione della mobilità delle persone	»	30
1.6. Evoluzione della mobilità delle merci	»	32
1.7. Scenari previsionali al 2050	»	33
1.8. Conclusioni	»	34
2. Infrastrutture , di <i>Claudio Ferrari e Alessio Tei</i>	»	36
2.1. Il ruolo economico delle infrastrutture di trasporto	»	36
2.2. Lo stato attuale delle infrastrutture di trasporto	»	37
2.3. La domanda di infrastrutture	»	38
2.4. Evoluzione della rete infrastrutturale esistente	»	40
2.5. Nuove infrastrutture	»	42
2.6. Conclusioni	»	43

3. Sostenibilità ed evoluzione dei veicoli , di <i>Riccardo Bozzo</i>	pag.	45
3.1. Sviluppo sostenibile e sostenibilità dei trasporti	»	45
3.2. Evoluzione dei veicoli	»	49
4. Mobility as a Service: un nuovo paradigma per la mobilità del futuro verso il 2050 , di <i>Tiziano Pavanini</i>	»	64
4.1. Introduzione	»	64
4.2. Caratteristiche di MaaS	»	66
4.3. Livelli di integrazione MaaS	»	69
4.4. Le nuove figure MaaS e scenari di governance	»	70
4.5. Roadmap di implementazione MaaS	»	73
4.6. Conclusioni	»	74
5. Integrata, ecosistemica e user-centred: prospettive di pianificazione territoriale per una città adattiva e in movimento , di <i>Ilaria Delponte e Valentina Costa</i>	»	78
5.1. Introduzione	»	78
5.2. La transizione sostenibile come driver di trasformazioni territoriali	»	80
5.3. Prospettive per la pianificazione territoriale	»	84
5.4. Conclusioni	»	85
6. Economia pubblica ed economia industriale , di <i>Enrico Musso e Tommaso Fili</i>	»	91
6.1. Le leve economiche della transizione sostenibile	»	91
6.2. L'economia pubblica della mobilità sostenibile	»	92
6.3. Strumenti fiscali e regolatori per la transizione	»	92
6.4. L'intervento dello Stato e delle amministrazioni locali	»	93
6.5. L'economia industriale del settore della mobilità	»	94
6.6. Sinergie e tensioni tra regolazione e mercato	»	94
6.7. Competitività, localizzazione e politiche industriali	»	95
6.8. Condizioni economiche e istituzionali per la mobilità del futuro	»	96
6.9. Conclusioni	»	96
7. Regolamentazione: le sfide della mobilità innovativa e sostenibile nella prospettiva regolatoria dell'Unione europea , di <i>Francesco Munari e Mario Barbano</i>	»	99
7.1. La transizione digitale: verso uno spazio unico europeo di dati sulla mobilità	»	100

7.2. La guida autonoma: dalla regolazione di settore all'AI Act	pag.	102
7.3. Mobility as a Service (MaaS): definizione dei modelli di governance...	»	104
7.4. ... e possibili scenari concorrenziali	»	106
7.5. Offerta di trasporto e prezzi personalizzati: nuove esigenze di tutela del passeggero-consumatore	»	108
7.6. La transizione verso la mobilità sostenibile: profili regolatori	»	110
7.7. (<i>Segue</i>): tutela della concorrenza e controllo degli aiuti di Stato	»	112
7.8. Conclusioni di sintesi: dalla regolazione alla politica industriale	»	115
Contributi alla ricerca	»	121
Autrici e autori	»	131

PREFAZIONE

Consumers' Forum, associazione che unisce, in un costante e costruttivo dialogo sui temi consumeristici, le principali e più importanti imprese e associazioni di imprese italiane e diciotto tra le più rappresentative associazioni dei consumatori e degli utenti – nel 2025 – del Consiglio Nazionale Consumatori e Utenti, ha fortemente voluto questo studio sulla mobilità sostenibile nella prospettiva del 2050. Per questo l'ha inserita nel programma di attività, affidandone la realizzazione a uno dei centri di ricerca accademici tra i più qualificati, il CIELI – Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica, i Trasporti e le Infrastrutture – dell'Università di Genova, diretto dal professor Enrico Musso, per offrire un ulteriore punto di vista prospettico ricco e documentato ai decisori e agli stakeholders del settore.

Uno studio-ricerca dedicato principalmente al trasporto pubblico sia su ferro che su gomma. Non un libro dei sogni, ma un lavoro che dovrebbe e potrebbe aiutare le scelte di oggi, comprese quelle in materia di *Mobility as a Service (MaaS)*, il nuovo paradigma del settore, in un quadro in movimento verso il domani non solo spaziale ma anche temporale, traguardando i prossimi 25 anni.

L'Italia, secondo le più recenti previsioni statistiche, sarà abitata nel 2050 da 52/54 milioni di persone a seconda degli effetti delle politiche di natalità e immigrazione. In ogni caso il decremento demografico si assesterà nel migliore dei casi con un meno 5/6 milioni di abitanti, il 10% circa dell'attuale popolazione. Non solo: avremo anche una popolazione sempre più fatta da anziani, cambierà profondamente la composizione anagrafica. Quella che, esaminando le fasce di età della popolazione, una volta era una piramide con la punta verso l'alto e via via si è trasformata in un romboide, diventerà sempre più simile a una piramide rovesciata. Anche solo analizzando questa variabile, e non le molte altre incidenti analizzate nello studio, che giustamente

pone al centro il benessere individuale e collettivo come fine ultimo, emergono spunti decisamente importanti in materia di tipologia dei mezzi di trasporto dagli autobus al materiale rotabile (salite e discese dai mezzi, sedute e spazi più adatti a ospitare i passeggeri) assicurando adeguati livelli di comfort della popolazione.

In una logica per così dire “mazziniana”, nel senso dell’unità di pensiero e azione, abbiamo chiesto al CIELI e a Enrico Musso, che ringraziamo per il lavoro svolto, di illustrare pubblicamente l’opera edita dalla prestigiosa casa editrice FrancoAngeli (la versione digitale è disponibile sul sito francoangeli.it, quella cartacea è acquistabile sui principali siti e-commerce e nelle librerie specializzate). Speriamo, con ciò, di offrire un contributo utile per meglio affrontare i molti e complessi temi della mobilità, nel nome di un futuro sostenibile, della conoscenza, del sapere.

Furio Truzzi
Presidente Consumers’ Forum

INTRODUZIONE

di *Enrico Musso, Riccardo Bozzo, Enrico Ivaldi e Luca Persico*

Mobilità, benessere e trasformazioni socio-economiche

Parlare di trasporti significa affrontare simultaneamente dimensioni economiche, tecnologiche, ambientali e sociali, ma anche riflettere sul loro contributo alla qualità della vita. La mobilità, infatti, non rappresenta più un semplice mezzo di spostamento, bensì una componente strutturale del benessere individuale e collettivo. Essa condiziona l'accesso ai diritti fondamentali – lavoro, salute, istruzione, partecipazione sociale – e definisce la capacità di un territorio di offrire pari opportunità ai suoi cittadini. In questo senso, la mobilità costituisce un'infrastruttura sociale del benessere.

La letteratura internazionale sul benessere, a partire dagli anni Settanta, ha superato la visione riduttiva del progresso come mero incremento di reddito. L'approccio delle capabilities elaborato da Sen (Sen, 1999) e successivamente ampliato da Nussbaum (2011) ha evidenziato come la qualità della vita consista nella libertà effettiva delle persone di realizzare le proprie potenzialità e aspirazioni. Da tale prospettiva la mobilità assume un valore intrinseco: la possibilità di muoversi liberamente nello spazio urbano è parte stessa delle libertà sostanziali dell'individuo. Laddove l'accessibilità è negata o diseguale, la cittadinanza risulta incompleta.

Indicatori multidimensionali come l'Indice di Sviluppo Umano (HDI) delle Nazioni Unite o il Better Life Index dell'OCSE hanno progressivamente incorporato dimensioni che vadano al di là della mera misurazione della ricchezza integrando con aspetti della qualità della vita legati all'ambiente, alla partecipazione civica e alla conciliazione vita-lavoro.

In Italia, il Benessere Equo e Sostenibile (BES) proposto dall'ISTAT (ISTAT, 2023), consolida questa impostazione, articolando la qualità della vita in dodici domini che includono salute, istruzione, lavoro, sicurezza, ambiente, relazioni sociali e benessere soggettivo. Tuttavia, la mobilità continua a essere considerata solo indirettamente, benché rappresenti un fattore trasversale che influisce su ciascuno di essi.

Nel contesto urbano contemporaneo, il legame tra benessere e mobilità è sempre più evidente. L'accessibilità ai servizi essenziali, la sicurezza dello spazio pubblico, la riduzione dei tempi di spostamento e la qualità dell'aria determinano in modo diretto il benessere percepito. Le città che hanno saputo integrare la pianificazione della mobilità con la progettazione degli spazi urbani – come Copenaghen, Vienna o Barcellona – mostrano livelli superiori di soddisfazione dei cittadini, coesione sociale e salute pubblica (European Commission, 2023).

La mobilità urbana diventa così una lente attraverso cui leggere le disuguaglianze e le opportunità della società. La letteratura recente ha introdotto il concetto di *mobility justice* (Sheller, 2018), che interpreta l'accesso alla mobilità come questione di equità spaziale e sociale. Disporre di mezzi e infrastrutture adeguate non solo consente di raggiungere luoghi, ma di partecipare pienamente alla vita economica e civica. Al contrario, la mancanza di accessibilità genera esclusione, isolamento e povertà di opportunità.

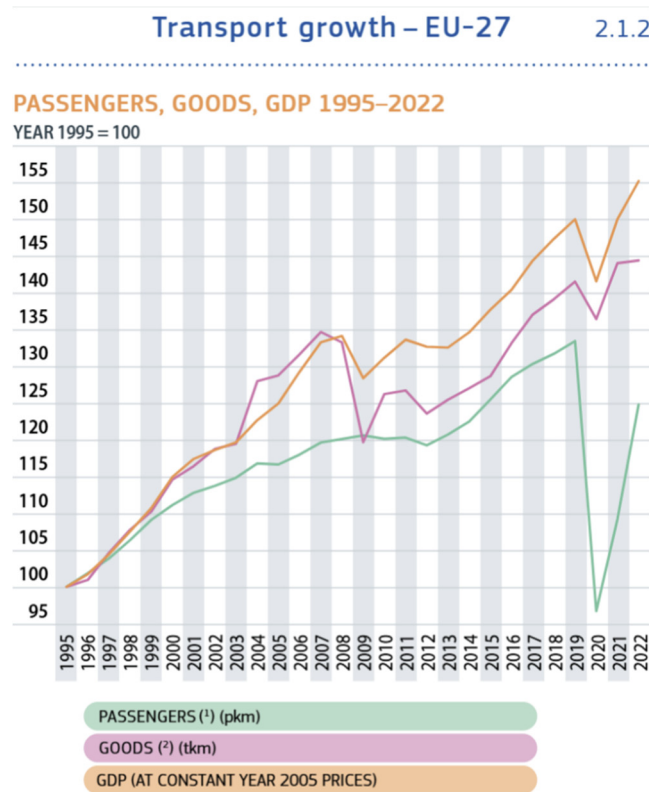
All'interno di tale quadro concettuale, i trasporti assumono un ruolo trasversale. Sul piano economico, la mobilità efficiente aumenta la produttività e la competitività dei territori, riducendo i costi di accesso ai mercati. Dal punto di vista sociale, garantisce inclusione e coesione, mentre la sua assenza genera isolamento e disuguaglianza. Sul versante ambientale, il settore dei trasporti è al tempo stesso una delle principali fonti di emissioni di CO₂ – circa un quarto del totale globale (UN 2023) – ma anche uno dei campi più promettenti per l'innovazione verde. Infine, sotto l'aspetto sanitario, la mobilità incide direttamente sull'esposizione all'inquinamento atmosferico, sugli incidenti e sull'accessibilità ai servizi di cura.

Nel XXI secolo, la sfida della mobilità urbana non è più soltanto quella di rendere gli spostamenti più rapidi o tecnologici, ma di trasformarli in uno strumento di benessere equo, sostenibile e condiviso. La mobilità del futuro sarà misura della qualità delle nostre città, specchio delle disuguaglianze e leva per ridurle: una mobilità che restituisce tempo, salute e accesso diventa, essa stessa, forma di giustizia sociale.

Scenario demografici ed economici al 2050

La costruzione di uno scenario di lungo periodo per la mobilità italiana richiede una lettura integrata delle tendenze demografiche, economiche e sociali. Storicamente, la dinamica del PIL e la domanda di trasporto hanno mostrato una forte interdipendenza: la crescita economica alimenta gli spostamenti di persone e merci, mentre le fasi recessive li riducono (European Commission, 2020). Tuttavia, nel XXI secolo tale relazione si sta progressivamente trasformando, riflettendo i cambiamenti strutturali di popolazione, lavoro e modelli di consumo.

Fig. 1 – European Commission – Mobility and Transport (in figures) – section 2.1.2 Transport growth – EU-27

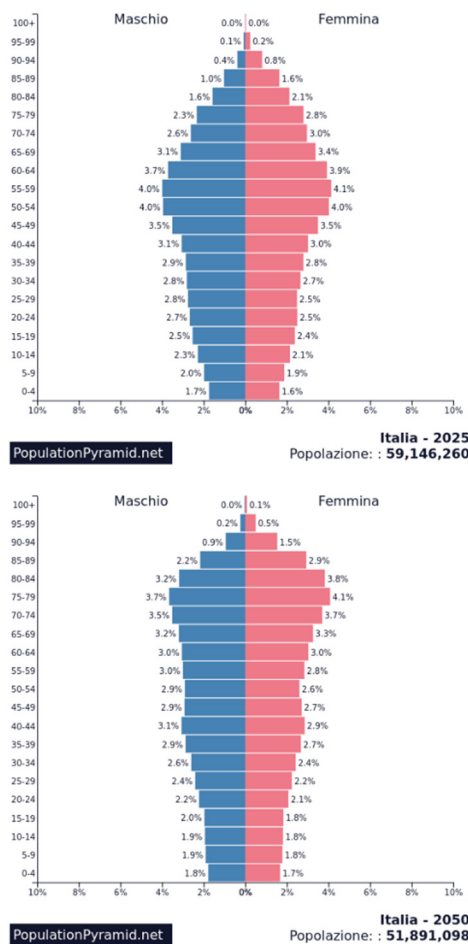


NB: ⁽¹⁾ Passenger cars, powered two-wheelers, buses & coaches, tram & metro, railways, intra-EU air, intra-EU sea.
⁽²⁾ Road, rail, inland waterways, oil pipelines, intra-EU air, intra-EU sea.

GDP: at constant year 2005 prices and exchange rates.

Nel 2025 la popolazione italiana si aggira intorno ai 59 milioni di abitanti, di cui circa 24 milioni di occupati (ISTAT, 2025). Le proiezioni demografiche dell'ISTAT (2023) e delle Nazioni Unite (UN, 2022) convergono nell'indicare, entro il 2050, una popolazione compresa tra 51 e 52 milioni. Non si tratta di un semplice calo quantitativo, ma di una trasformazione strutturale: l'età media aumenterà, la popolazione in età lavorativa si ridurrà e il peso relativo degli over 65 crescerà sensibilmente. In parallelo, le grandi aree urbane continueranno ad attrarre popolazione giovane e qualificata, mentre le aree interne e rurali sperimenteranno un ulteriore progressivo spopolamento. La Figura 2 evidenzia chiaramente tale invecchiamento.

Fig. 2 – Piramide dell'età in Italia al 2025 e 2050



Le conseguenze economiche e sociali saranno profonde. Secondo il Ministero dell'Economia e delle Finanze, la spesa pensionistica potrebbe raggiungere il 19% del PIL entro la metà del secolo, mentre la spesa sanitaria, trainata dall'aumento delle patologie croniche, potrebbe salire al 9,5% (Ragioneria Generale dello Stato, 2025). In un contesto di risorse pubbliche limitate, la crescita di tali voci rischia di comprimere gli investimenti infrastrutturali, compromettendo la modernizzazione dei sistemi di trasporto per una mobilità sostenibile. Ma proprio in questo scenario di vincoli, ripensare la mobilità come leva di benessere e inclusione diventa strategico.

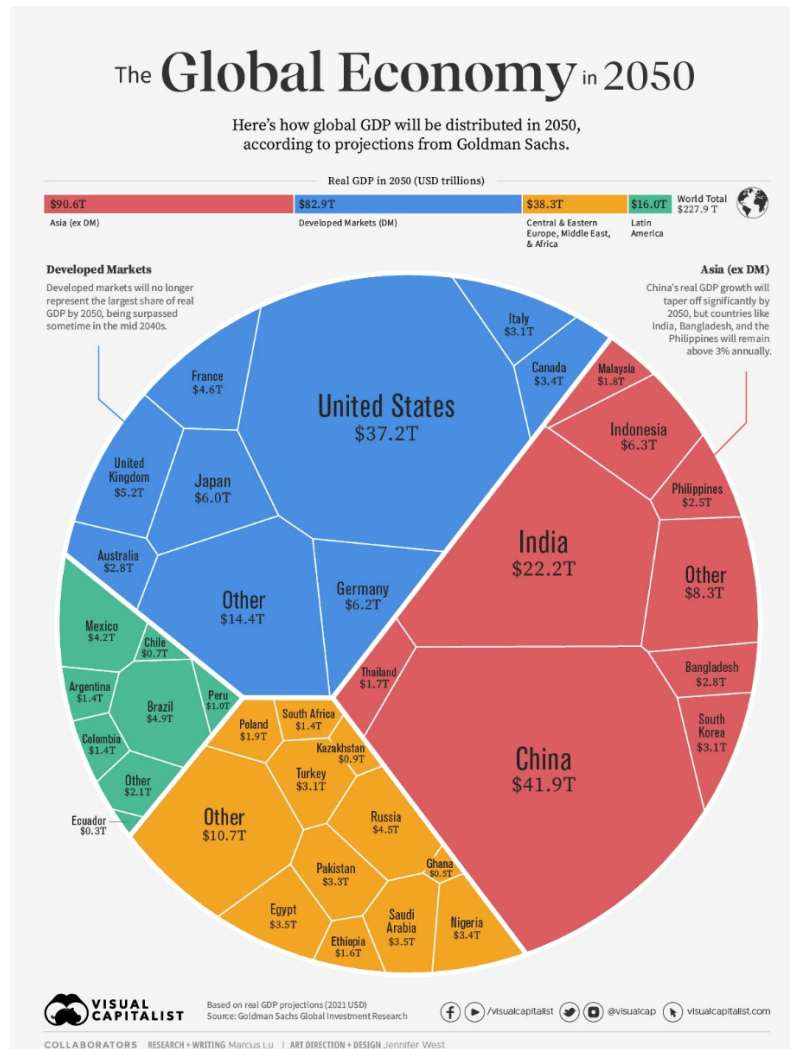
L'evoluzione demografica produrrà effetti diretti sulla domanda di mobilità. In primo luogo, la contrazione della popolazione attiva e la diffusione del lavoro ibrido ridurranno gli spostamenti sistematici casa-lavoro, mentre aumenteranno i flussi legati alla sanità, all'assistenza e al tempo libero. In secondo luogo, la crescente quota di popolazione anziana richiederà servizi di trasporto più accessibili, personalizzati e di prossimità, come navette elettriche a chiamata, microtransit e infrastrutture pedonali sicure (OECD/ITF, 2022). Infine, il progressivo invecchiamento influenzerà anche la logistica dei consumi: diminuendo la domanda di beni durevoli e crescendo quella di servizi di cura e turismo esperienziale (Ivaldi, 2023).

Dal punto di vista territoriale, l'Italia del 2050 sarà segnata da una duplice tendenza: concentrazione metropolitana e rarefazione periferica. Le città dovranno fronteggiare l'aumento di domanda di mobilità sostenibile, integrando trasporto pubblico, micromobilità e piattaforme digitali. Le aree interne, al contrario, dovranno garantire un minimo vitale di accessibilità per evitare l'isolamento dei residenti e la desertificazione sociale (Dipartimento per le Politiche di Coesione, 2025).

Le politiche pubbliche dovranno rispondere a tali sfide con una duplice strategia (Coleman e Rowtorn, 2011). Da un lato, sostenere la natalità, l'occupazione femminile e l'immigrazione qualificata per riequilibrare la piramide demografica; dall'altro, adattare il sistema dei trasporti alle nuove esigenze di una società più anziana, puntando su accessibilità universale, sicurezza e prossimità dei servizi.

A livello internazionale, le proiezioni economiche delineano uno scenario geopolitico che vede un progressivo spostamento del baricentro economico-produttivo verso l'Asia e il Sud del mondo (Visual Capitalist, 2023).

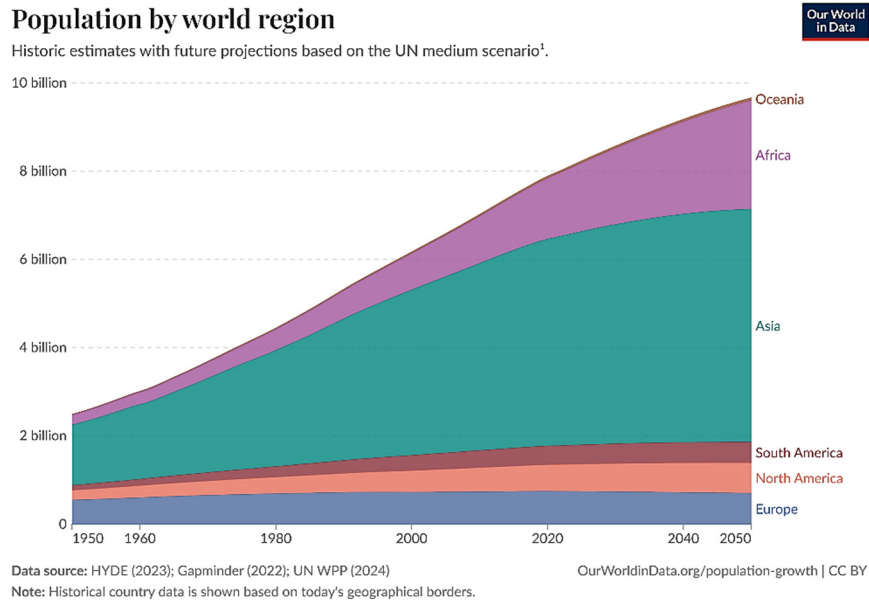
Fig. 3 – L'economia globale nel 2050



Fonte: Visual Capitalist, 2023

La Figura 4 mostra la dinamica della popolazione mondiale dal 1950 al 2100, mentre la Figura 5 illustra l'espansione della classe media globale tra il 2000 e il 2030.

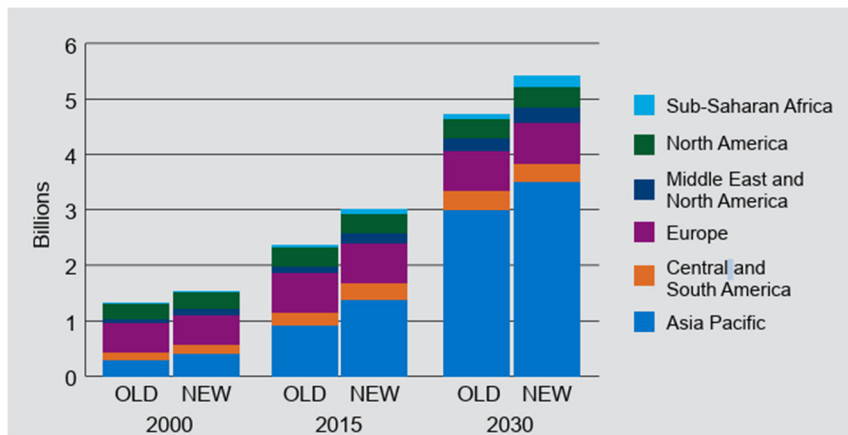
Fig. 4 – Popolazione mondiale in 1950, 2010, 2050 and 2100



1. United Nations projection scenarios The United Nations' World Population Prospects include a range of projected scenarios for population change. These scenarios rely on different assumptions for fertility, mortality, and migration patterns to project different demographic futures.
[Read more on population.un.org](https://population.un.org/)

Fonte: UN, 2019

Fig. 5 – Evoluzione della dimensione della classe media globale tra il 2000 e il 2030, con una distinzione tra stime “OLD” (precedenti) e “NEW” (aggiornate)



Fonte: OECD, 2016

Il ridimensionamento del peso relativo dell'Occidente e l'aumento della domanda asiatica ridefiniranno i flussi commerciali, accentuando il ruolo del Mediterraneo come corridoio strategico per i traffici euro-asiatici. Per l'Italia, ciò implica una duplice responsabilità: consolidare il proprio ruolo logistico nel sistema euro-mediterraneo e garantire la sostenibilità di tali processi, evitando che la competizione globale si traduca in nuove disuguaglianze interne (Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili, 2023).

La sfida che si profila non è soltanto quantitativa – meno persone, meno risorse – ma profondamente qualitativa: come assicurare una mobilità inclusiva e sostenibile in un Paese con meno abitanti, più anziani e minori risorse pubbliche, ma esposto a flussi economici globali sempre più intensi. La risposta non potrà che venire da una mobilità adattiva, capace di coniugare innovazione tecnologica, sostenibilità ambientale e giustizia territoriale.

Territorio, città e aree interne: due Italie della mobilità

Le città costituiscono il punto di massima intersezione tra trasporti, società e qualità della vita (Gehl, 2010). L'urbanizzazione crescente – che porterà entro il 2050 oltre il 75% della popolazione mondiale a vivere in aree urbane (UN-Habitat, 2025) – impone di ripensare radicalmente il rapporto tra spazi, tempi e mobilità. In Italia, le aree metropolitane concentrano oggi la maggior parte della popolazione giovane e qualificata ma anche i principali problemi strutturali: congestione, inquinamento e incidentalità stradale. Questi fattori incidono negativamente su salute, sicurezza e vivibilità, generando costi economici e sociali crescenti. L'Agenzia Europea dell'Ambiente colloca l'Italia tra i Paesi europei con il maggior numero di morti premature da inquinamento da particolato PM 2.5 (European Environment Agency, 2024). Gran parte di queste emissioni deriva dal traffico veicolare privato, ancora fortemente dipendente dai motori a combustione interna. La riduzione delle emissioni e della congestione urbana rappresenta quindi una priorità sia ambientale sia sanitaria.

Le attuali politiche di mobilità sostenibile più all'avanguardia puntano già su un approccio integrato, a diversi stadi di complessità, basato sul rafforzamento del trasporto pubblico elettrico, sul potenziamento della mobilità dolce (pedonale e ciclabile) e sulla diffusione di forme di condivisione (car, bike e scooter sharing) oltre che sull'introduzione di piattaforme digitali di gestione unificata dei servizi (Mobility as a Service). Le politiche urbane del futuro dovranno andare oltre la semplice sostituzione tecnologica del parco veicolare, puntando a una riconfigurazione spaziale e comportamentale della mobilità

urbana. L'approccio integrato più avanzato sarà quello della mobilità di prossimità, ispirato al modello della "città dei 15 minuti" (Moreno, 2020), che mira a riportare i servizi essenziali entro distanze pedonali o ciclabili. In questa prospettiva, la pianificazione della mobilità diventa anche pianificazione della vita quotidiana, fondata su prossimità, accessibilità e inclusione.

Esempi internazionali in ambito europeo come i casi di Copenaghen, Vienna e Barcellona dimostrano come l'integrazione tra pianificazione della mobilità e progetto dello spazio urbano possano generare alti livelli di soddisfazione dei cittadini, coesione sociale e migliori livelli di salute pubblica (European Commission, 2023). A livello extraeuropeo, l'esperienza di Singapore rappresenta un caso di frontiera per la governance integrata della mobilità urbana: la città-Stato ha combinato pianificazione territoriale, tariffe di congestione dinamiche e sistemi digitali avanzati per la gestione del traffico e del trasporto pubblico (Lee et al., 2016). Questo modello mostra come la tecnologia possa diventare strumento di equità e sostenibilità se accompagnata da politiche di accessibilità universale.

In Italia, iniziative come l'Area C di Milano o le ZTL ambientali di Bologna e Firenze, e le prime piattaforme sperimentali di Mobility as a Service (MaaS4Italy) dimostrano la possibilità di combinare innovazione tecnologica e sostenibilità comportamentale (C40 Cities, 2025). Tuttavia, la loro estensione richiede stabilità normativa, continuità di finanziamento e una governance metropolitana capace di integrare mobilità, energia, pianificazione urbana e salute pubblica. La sfida pertanto consiste nel trasformare la mobilità sostenibile da politica sperimentale a componente strutturale della pianificazione metropolitana (C40 Cities, 2025). Il futuro delle città italiane dipenderà dalla capacità di passare da una mobilità sostenibile come "politica settoriale" a una mobilità come architettura del benessere urbano. Ciò significa progettare spazi pubblici accessibili, intermodali e sicuri, in cui il tempo e la distanza tornano a essere dimensioni di qualità della vita.

All'estremo opposto delle aree urbane si collocano le aree interne, che rappresentano oltre il 60% del territorio nazionale e ospitano circa un quarto della popolazione italiana in comunità a bassa densità abitativa, spesso montane o collinari. Qui il problema non è la congestione ma l'isolamento. L'assenza di collegamenti adeguati con scuole, ospedali e centri produttivi alimenta lo spopolamento e l'invecchiamento della popolazione, generando un circolo vizioso di marginalità (Dipartimento per le Politiche di Coesione e per il Sud, 2025).

La Strategia Nazionale per le Aree Interne (SNAI) ha riconosciuto la mobilità come uno dei pilastri del riequilibrio territoriale (Barca et al., 2014). Garantire servizi di trasporto capillari e sostenibili è condizione necessaria

per mantenere vivo il tessuto sociale e produttivo di quelle aree marginali. Le nuove tecnologie – dai servizi di trasporto a chiamata ai minibus elettrici condivisi, dai droni per consegne di beni essenziali ai veicoli autonomi – possono rappresentare soluzioni efficaci, purché integrate in strategie pubbliche di lungo periodo. In questa direzione si muovono anche le iniziative europee sugli Smart Villages, che promuovono ecosistemi digitali per la mobilità, l'energia e i servizi di comunità (European Commission, 2024).

Investire nella mobilità delle aree interne non significa solo fornire un servizio, ma preservare capitale umano, coesione sociale e resilienza territoriale. Una mobilità capillare e sostenibile riduce l'isolamento, rafforza la cittadinanza attiva e contribuisce alla tutela del paesaggio e del patrimonio culturale. La qualità della vita dei cittadini di domani dipenderà anche dalla capacità di conciliare le due Italie della mobilità: quella urbana, chiamata a decongestionarsi e decarbonizzarsi, e quella periferica, che deve tornare accessibile e vitale.

Tecnologia, transizione verde e logistica sostenibile

Il futuro della mobilità italiana sarà profondamente segnato dalla convergenza tra transizione ecologica e innovazione digitale. Il Green Deal europeo e il pacchetto Fit for 55 hanno fissato obiettivi chiari: ridurre del 55% le emissioni di gas serra entro il 2030 e raggiungere la neutralità climatica entro il 2050 (European Commission, 2021). Poiché il settore dei trasporti è responsabile di circa un quarto delle emissioni totali, la sua trasformazione rappresenta una condizione imprescindibile per il conseguimento di tali traguardi (International Energy Agency, 2024).

La transizione verde non riguarda soltanto un cambiamento tecnologico, ma un nuovo paradigma energetico e comportamentale. La progressiva elettrificazione del parco veicolare privato e pubblico costituirà un passaggio cruciale ma complesso, dipendente dall'evoluzione delle batterie, dalla disponibilità di materie prime critiche e dalla creazione di una rete di ricarica capillare e interoperabile. Le aree rurali e periferiche dovranno essere incluse in questa transizione, evitando una “geografia a due velocità” della mobilità elettrica. Parallelamente, l'idrogeno verde e i biocarburanti avanzati diventeranno tecnologie cruciali per il trasporto pesante, marittimo e ferroviario non elettrificato. La decarbonizzazione dei trasporti non si limiterà dunque a un cambiamento di motorizzazione, ma richiederà un nuovo equilibrio tra energia, ambiente e innovazione industriale. Come osservano Creutzig et al.

(2022), la transizione verde sarà infatti efficace solo se accompagnata da un cambiamento nei comportamenti e nei modelli di consumo.

La rivoluzione digitale ridefinirà la mobilità in chiave sistemica. L'uso integrato di big data, intelligenza artificiale e Internet of Things consente già oggi di analizzare in tempo reale i flussi di traffico, prevedere congestioni e ottimizzare i percorsi. Le città europee più avanzate stanno sperimentando l'uso di modelli digitali dinamici dello spazio urbano, i cosiddetti local digital twin, per simulare l'impatto di infrastrutture, politiche tariffarie e scenari climatici (EU Mission Climate Neutral Cities, 2024). Questi strumenti permettono di passare da una pianificazione statica a una governance predittiva, capace di gestire la mobilità come sistema complesso di dati, energia e relazioni sociali. In questa direzione si muove anche l'integrazione dei servizi di trasporto attraverso piattaforme integrate di Mobility as a Service (MaaS) che permettono di pianificare, prenotare e pagare ogni spostamento tramite un unico canale, integrando treno, autobus, servizi di sharing e micromobilità (Ivaldi et al., 2025). Il progetto italiano MaaS4Italy, avviato nel quadro del PNRR, rappresenta una delle prime sperimentazioni europee su scala nazionale di integrazione digitale pubblico-privata. In questo scenario, la guida autonoma rappresenta una delle innovazioni più dirompenti. L'automazione dei veicoli, oggi in fase avanzata di sperimentazione in molte città europee (Helsinki, Parigi, Torino), promette di ridurre gli incidenti, ottimizzare la circolazione e ampliare l'accessibilità per persone anziane o con disabilità. La transizione verso veicoli autonomi di livello 4 e 5 comporta tuttavia sfide complesse: sicurezza informatica, responsabilità giuridica e accettazione sociale. Come sottolinea l'ITF (2023), il successo della guida autonoma dipenderà meno dalla maturità tecnologica e più dalla capacità istituzionale di integrarla nelle politiche urbane e di trasporto pubblico. Le implicazioni sociali di queste innovazioni sono tuttavia ambivalenti. Da un lato, un sistema di mobilità più pulito e intelligente migliorerà la qualità dell'aria, ridurrà le malattie respiratorie, limiterà i tempi di spostamento e aumenterà la sicurezza; dall'altro, la transizione tecnologica potrebbe generare nuove disuguaglianze se non accompagnata da politiche di equità. L'innovazione tecnologica dovrà pertanto essere accompagnata da una governance equa e inclusiva. Le transizioni energetiche e digitali, come detto, possono ampliare le disuguaglianze se non garantiscono accessibilità economica e territoriale. Il rischio è che i benefici della mobilità intelligente restino concentrati nelle aree metropolitane, lasciando indietro periferie e aree interne. Per questo, la politica industriale dovrà coordinarsi con quella sociale, promuovendo una transizione giusta che assicuri formazione, tariffe accessibili e infrastrutture diffuse.

Un ruolo strategico sarà giocato dal sistema logistico, componente essenziale dell'economia nazionale e della qualità della vita quotidiana. La pandemia da Covid-19 e la guerra in Ucraina hanno mostrato la fragilità delle catene globali di approvvigionamento, rendendo evidente la necessità di costruire filiere più corte, resilienti e sostenibili (OECD, 2025; Ferrari et al.).

L'Italia, grazie alla sua posizione geografica e alla rete portuale diffusa, può assumere un ruolo centrale come piattaforma logistica euro-mediterranea. I porti di Genova, Trieste, Gioia Tauro e Napoli sono nodi strategici per gli scambi internazionali, ma richiedono un deciso miglioramento dell'intermodalità, dell'efficienza ferroviaria e della digitalizzazione dei processi. Entro il 2050 sarà fondamentale riequilibrare il trasporto merci a favore della ferrovia e delle vie d'acqua interne, riducendo la dipendenza dal trasporto su gomma, ad alto impatto ambientale (ITF, 2023).

La logistica urbana sarà uno dei campi più innovativi del prossimo decennio. L'adozione di hub di prossimità, cargo-bike elettriche, veicoli autonomi per l'ultimo miglio e sistemi di tracciamento blockchain permetterà di ridurre le emissioni, migliorare la sicurezza stradale e abbattere i costi dei beni di consumo. Ma oltre all'efficienza economica, l'obiettivo dovrà essere la sostenibilità integrale del sistema logistico, in termini ambientali, sociali e territoriali. In sintesi, la trasformazione tecnologica e ambientale dei trasporti non è un fine in sé, ma un mezzo per migliorare la qualità della vita. Una mobilità digitale, decarbonizzata e giusta potrà rafforzare la competitività del Paese, ridurre le disuguaglianze e contribuire alla costruzione di un benessere collettivo e duraturo.

Inclusione, governance e prospettive di qualità della vita

La mobilità del futuro non potrà essere sostenibile se non sarà anche inclusiva. La transizione verde e digitale in corso rischia infatti di ampliare le disuguaglianze esistenti se non accompagnata da politiche attente ai diritti di accesso, alle fragilità sociali e alle differenze territoriali (ITF, 2023). La qualità della vita urbana dipenderà non solo dall'efficienza dei sistemi di trasporto, ma anche dalla capacità delle istituzioni di garantire equità, partecipazione e trasparenza nei processi decisionali.

L'inclusione nella mobilità urbana ad oggi si misura su tre dimensioni principali: economica, legata alla possibilità di accedere ai servizi a costi sostenibili; fisica, relativa alla progettazione di infrastrutture e veicoli accessibili a tutte le persone; digitale, connessa all'alfabetizzazione tecnologica e alla disponibilità di dati aperti per la cittadinanza.

Nell'era della mobilità intelligente, la digitalizzazione può essere un potente fattore di inclusione o, al contrario, un nuovo strumento di esclusione. Le piattaforme di Mobility as a Service (MaaS) e i sistemi di pagamento elettronico, se non progettati in modo accessibile, rischiano di marginalizzare fasce di popolazione anziana o a basso reddito. Per questo, l'Unione Europea promuove un approccio di universal design applicato ai servizi di mobilità, affinché ogni cittadino possa usufruirne indipendentemente da età, reddito o competenze digitali (European Commission, 2024).

La governance della mobilità urbana sta evolvendo verso modelli più aperti, collaborativi e basati sui dati. Le città stanno adottando strumenti di open data e piattaforme partecipative che consentono ai cittadini di contribuire alla pianificazione del trasporto pubblico, al monitoraggio ambientale e alla definizione delle priorità di investimento. Iniziative come l'Open Mobility Foundation o l'EU Urban Mobility Observatory promuovono la standardizzazione dei dati e la loro condivisione tra amministrazioni, imprese e cittadini, creando un ecosistema di conoscenza comune per la pianificazione urbana (Open Mobility Foundation, 2023; EU Observatory, 2024).

I concetti di transport disadvantage e di equity in transport planning (Lucas, 2012; Martens, 2017) hanno posto le basi per un approccio distributivo all'accesso alla mobilità, sottolineando come le disuguaglianze di trasporto si traducano in esclusione sociale e povertà di opportunità.

Negli ultimi anni, tale prospettiva si è evoluta nella più ampia cornice della mobility justice (Sheller, 2018), che interpreta la mobilità come diritto di cittadinanza e infrastruttura del benessere collettivo: non solo la possibilità di spostarsi, ma anche quella di partecipare pienamente alla vita urbana. Garantire giustizia della mobilità significa dunque assicurare che le politiche di decarbonizzazione e digitalizzazione non producano nuove disuguaglianze, ma restituiscano tempo, salute e accesso a chi ne dispone meno.

Un ulteriore tema emergente riguarda la trasparenza algoritmica e l'etica dei dati. Con la crescente diffusione di sistemi basati su intelligenza artificiale per la gestione del traffico, la sicurezza o la tariffazione dinamica, diventa essenziale garantire che gli algoritmi non riproducano bias discriminatori. L'AI Act europeo (European Parliament, 2024) introduce regole precise sulla trasparenza, l'affidabilità e l'accountability dei sistemi automatizzati, ponendo le basi per una governance etica della mobilità digitale.

Le città che sapranno adottare un modello di governance integrata, fondato su partecipazione civica, inclusione sociale e giustizia digitale, potranno trasformare la mobilità da problema infrastrutturale a leva di benessere territoriale.

Immaginare la mobilità italiana al 2050 significa delineare la forma della società futura. Un sistema di trasporti efficiente, accessibile e sostenibile non è soltanto un obiettivo tecnico, ma una scelta politica che incide direttamente sul benessere collettivo. La mobilità non può essere considerata un costo da contenere, bensì un investimento sul capitale umano e territoriale del Paese. Le sfide che attendono l'Italia – invecchiamento della popolazione, transizione ecologica, rivoluzione digitale, squilibri territoriali – richiedono una visione di lungo periodo, capace di integrare inclusione, sostenibilità e innovazione. Le decisioni assunte oggi in materia di infrastrutture, fiscalità e governance determineranno la qualità della vita delle generazioni future (Ivaldi, 2023).

In questo senso, la mobilità diventa un indicatore anticipatore di qualità urbana: dove le persone si muovono facilmente, in modo sicuro e sostenibile, è più probabile che vivano meglio, partecipino di più e nutrano fiducia nelle istituzioni.

Entro il 2050, l'obiettivo non sarà semplicemente ridurre le emissioni o migliorare i tempi di percorrenza, ma costruire una mobilità giusta, trasparente e condivisa, capace di sostenere la coesione sociale e il diritto alla città per tutti. Il 2050 non rappresenta pertanto un punto d'arrivo, ma un orizzonte di responsabilità collettiva. Se l'Italia saprà considerare la mobilità come un'infrastruttura sociale del benessere, potrà trasformare un settore spesso percepito come fonte di problemi in un motore di equità, coesione e sviluppo sostenibile.

Riferimenti bibliografici

- Banister, D. (2018). *Inequality in Transport*. London: Alexandrine Press.
- Barca, F., Casavola, P., Lucatelli, S. (2014). *A Strategy for Inner Areas in Italy: Definition, Objectives, Tools and Governance*. Materiali UVAL, 31, Ministero per la Coesione Territoriale.
- C40 Cities (2025). *Milan's Area C reduces traffic, pollution and transforms the city centre*. <https://www.c40.org/case-studies/milan-s-area-c-reduces-traffic-pollution-and-transforms-the-city-center/>.
- Coleman, D., & Rowthorn, R. (2011). Who's afraid of population decline? A critical examination of its consequences. *Population and Development Review*, 37(1), 217-248.
- Creutzig, F., Roy, J., Lamb, W. F., Azevedo, I. M., de Bruin, W., Dalkmann, H., ... & Wei, Y. (2022). Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being. *Nature Climate Change*, 12, 36-46.
- Dipartimento per le Politiche di Coesione e per il Sud (2025). *Piano Strategico Nazionale delle Aree Interne 2021-2027 (PSNAI)*. Aggiornato luglio 2025. Roma: Governo italiano. https://politichecoesione.governo.it/media/jhld12qn/psnai_finale_30072025_clean_ministro.pdf.

- European Commission (2020). *Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future* (COM(2020) 789 final). Brussels: European Commission.
- European Commission (2020). *Transport in the European Union: Current Trends and Issues*. Brussels: Directorate-General for Mobility and Transport.
- European Commission (2021). *Cohesion Policy 2021-2027: Investing in Europe's Regions*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2021). *Fit for 55 Package: Delivering the EU's 2030 Climate Target on the Way to Climate Neutrality*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2023). *Report on the quality of life in European cities*. Brussels: European Commission.
- European Commission (2024). *EU Missions: Climate-Neutral and Smart Cities*. Brussels: European Commission.
- European Environment Agency (2024). *Harm to human health from air pollution in Europe: burden of disease status, 2024*. Copenhagen: EEA. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/harm-to-human-health-from-air-pollution-2024>.
- Ferrari, C., Persico, L., & Tei, A. (2022). Covid-19 and seaborne trade: the Italian perspective. *Transportation Economics*, 93. DOI: 10.1016/j.retrec.2021.101162.
- Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Island Press.
- Gössling, S. (2013). Urban transport transitions: Copenhagen, City of Cyclists. *Journal of Transport Geography*, 33, 196-206.
- HYDE (2023); Gapminder (2022); UN WPP (2024). <https://ourworldindata.org/grapher/population-regions-with-projections?time=1950..2050>.
- International Energy Agency (2024). *CO₂ Emissions in 2023 – Analysis*. Paris: IEA. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/33e2badc-b839-4c18-84ce-f6387b3c008f/CO2Emissionsin2023.pdf>.
- ISTAT (2023). *Previsioni della popolazione residente e delle famiglie 2023-2050*. Roma, Istituto Nazionale di Statistica.
- ISTAT (2023). *Rapporto BES 2023: Benessere Equo e Sostenibile in Italia*. Roma: Istituto Nazionale di Statistica.
- ISTAT (2025). *Rapporto annuale sulla situazione del Paese*. Roma: Istituto Nazionale di Statistica.
- ITF (2023). *ITF Transport Outlook 2023*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/b6cc9ad5-en.
- Ivaldi E. (2023) The great asymmetry. *Aspenia*, 2, 23.
- Ivaldi E., Pavanini T., & Musso E. (2025). Integrating Mobility as a Service and Tourism: a Review of the World's Top Travel Apps International. *Journal of Transport Economics*, 4. DOI: 10.19272/202506704002.
- Lee, S. K., Kwon, H. R., Cho, H., Kim, J., & Lee, D. (2016). *International Case Studies of Smart Cities: Singapore, Republic of Singapore*. Washington, DC: Inter-American Development Bank – Korea Research Institute for Human Settlements. DOI: 10.18235/0000461.
- Lucas, K. (2012). Transport and social exclusion: Where are we now? *Transport Policy*, 20, 105-113.

- Martens, K. (2017). *Transport Justice: Designing Fair Transportation Systems*. London: Routledge.
- Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili (MIMS) (2023). *Strategie per le infrastrutture, la mobilità e la logistica*. Allegato al Documento di Economia e Finanza 2023. Roma: Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibili. https://www.dt.mef.gov.it/modules/documenti_it/analisi_programmazione/documenti_programmatici/def_2023/DEF-2023-Allegato-MIT.pdf.
- Moreno, C. (2024). *The 15-Minute City: A Solution to Saving Our Time and Our Planet*. John Wiley & Sons, Inc. DOI: 10.1002/9781394308774.
- Nussbaum, M. (2011). *Creating Capabilities: The Human Development Approach*. Harvard University Press.
- OECD (2016). *Perspectives on Global Development 2012: Social Cohesion in a Shifting World*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/persp_glob_dev-2012-en.
- OECD (2025). *OECD Supply Chain Resilience Review: Navigating Risks*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/94e3a8ea-en.
- Ragioneria Generale dello Stato – Ministero dell’Economia e delle Finanze (2025). *Le tendenze di medio-lungo periodo del sistema pensionistico e socio-sanitario* (Rapporto n. 26). Roma: Ministero dell’Economia e delle Finanze.
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- Sheller, M. (2018). *Mobility Justice: The Politics of Movement in an Age of Extremes*. Verso.
- UN-Habitat (2025). *Annual report 2024*. New York: United Nations.
- United Nations (2022). *World Population Prospects 2022: Summary of Results*. New York.
- United Nations Environment Programme (2023). *Transport – Energy and Climate*. <https://www.unep.org/explore-topics/energy/what-we-do/transport>.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights* (ST/ESA/SER.A/423). New York: United Nations. <https://www.populationpyramid.net/>.
- Visual Capitalist (2023). *The Global Economy in 2050: GDP Forecasts by Country. Based on data from Goldman Sachs Global Investment Research*. <https://www.visualcapitalist.com/the-global-economy-in-2050-gdp-forecasts-by-country>.

EVOLUZIONE DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ

di *Enrico Musso e Tommaso Fili*

1.1. La domanda di mobilità come indicatore sistemico

La domanda di mobilità rappresenta uno degli indicatori più sensibili delle trasformazioni in atto nelle società contemporanee. Essa riflette, in modo immediato e tangibile, i cambiamenti demografici, economici, tecnologici e ambientali che ridefiniscono l'organizzazione degli spazi, i tempi di vita e di produzione, le relazioni tra i territori e le persone. L'evoluzione della domanda di trasporto, in termini di movimento di persone e di merci, rappresenta dunque un elemento di grande rilievo per comprendere l'evoluzione dei processi di sviluppo sostenibile e l'evoluzione del sistema economico globale. Come ampiamente evidenziato anche nella teoria economica dei trasporti, la domanda di trasporto rappresenta, in effetti, una domanda derivata, ovvero non nasce come esigenza autonoma, ma come esigenza di rispondere a esigenze lavorative, produttive, relazionali, di consumo, che richiedono la presenza di beni o persone in luoghi diversi da quelli di provenienza (Musso, 2024). Tale trasporto, dunque, si verifica ogni volta in cui la differenza di valore, per il trasporto di merci, oppure di utilità, per il trasporto di persone, associata al raggiungimento di una determinata destinazione, è superiore al costo, monetario e non monetario, del trasporto medesimo. Questo approccio di differenza di valore, alla base anche dei tradizionali modelli di domanda di trasporto, è ancora valido oggi, ma si trova a operare in un contesto radicalmente diverso da quello precedente, contraddistinto da una maggiore complessità e da fattori di discontinuità strutturale. Ciò comporta l'analisi della trasformazione della domanda di mobilità, in particolare con orizzonte di medio-lungo periodo, ovvero l'individuazione della trasformazione della domanda di mobilità con orizzonte di previsione 2050, identificando i principali *driver* evolutivi e le possibili

traiettorie di trasformazione della domanda medesima. In questo capitolo, infatti, si distingue tra la mobilità delle persone e quella delle merci, entrambe attraversate da processi di trasformazione.

1.2. Le radici economiche e sociali della domanda di trasporto

Il punto di partenza per comprendere l'evoluzione della domanda di trasporto è la sua natura di funzione economica derivata, che lega in modo diretto il valore o l'utilità dello spostamento al costo complessivo necessario per realizzarlo. La domanda si manifesta quando la differenza di utilità tra la situazione di partenza nel luogo A e quella di arrivo nel luogo B ($U_B - U_A$) è maggiore del costo generalizzato del trasferimento (CTAB). Tale costo non si limita evidentemente al mero esborso monetario, ma include anche – quando non soprattutto, e in particolare nel trasporto delle persone – il tempo di viaggio, il disagio, il rischio e l'incertezza associati allo spostamento. In questa prospettiva, la domanda di trasporto non è mai un fenomeno isolato, bensì il riflesso di un sistema di relazioni economiche e sociali in continua evoluzione. Ogni trasformazione nei modelli di produzione, nei sistemi insediativi, nei comportamenti di consumo o nei paradigmi tecnologici si traduce, in modo più o meno diretto, in una variazione dei flussi di mobilità. Nel corso del XX secolo, l'aumento della domanda di trasporto è stato sostenuto dai processi di industrializzazione, urbanizzazione, e, più in generale, di globalizzazione. In ogni caso, a partire dagli anni duemila, la somma di digitalizzazione, crisi ambientale, e cambiamenti demografici iniziò a generare nuove dinamiche: la domanda di trasporto non cresce più in misura proporzionale al PIL e alla popolazione, ma piuttosto tende a diversificarsi, frammentarsi e, in certi casi, a contrarsi, con importanti differenze settoriali e territoriali.

1.3. Evoluzioni demografiche e sociali

Le trasformazioni demografiche rappresentano uno dei principali fattori di cambiamento nella domanda di mobilità (Burlando et al., 2025). L'Europa e l'Italia in particolare stanno attraversando un processo di invecchiamento della popolazione senza precedenti, accompagnato da un calo della natalità e da flussi migratori selettivi. L'aumento della quota di popolazione anziana modifica profondamente le esigenze di spostamento: da un lato si riducono i viaggi sistematici per lavoro e studio, dall'altro cresce la domanda di mobilità legata ai servizi alla persona, alla salute e al tempo libero. La maggiore

età media registrata, infatti, determina anche una diversa percezione dei costi di trasporto, con maggiore sensibilità verso fattori di accessibilità, di confort, di sicurezza (Wong et al., 2017; Leung et al., 2025). Contemporaneamente, la trasformazione dei modelli familiari, e delle loro organizzazioni abitative, con nuclei più piccoli, maggiore percentuale di soggetti in coppia, mobilità residenti inferiore, ridefinisce anche la struttura dei flussi di spostamento.

Un altro elemento che introduce significative modificazioni nella struttura della domanda di trasporto è l'insieme delle profonde trasformazioni intervenute o tuttora in corso nella organizzazione del lavoro. In particolare, la crescita del lavoro da remoto, e le diverse forme di occupazione ibride, che hanno subito una accelerazione decisiva a partire dalla pandemia di Covid-19. Si è ridotta la necessità di spostarsi quotidianamente, e sempre negli stessi orari, per raggiungere luoghi di lavoro o di studio. Ciò a sua volta comporta, da un lato, una riduzione o una completa modificazione degli spostamenti pendolari. Dall'altro, una molto maggiore dispersione, sia nello spazio che nel tempo, degli spostamenti. La domanda è molto meno concentrata nelle ore di punta, ed è invece più orientata verso la flessibilità.

Un ulteriore aspetto rilevante per la domanda di mobilità è, infine, la polarizzazione territoriale degli insediamenti. Le grandi aree metropolitane continuano ad attrarre insediamenti abitativi e produttivi dall'esterno. Ma al loro interno coesistono aree caratterizzate da molto diverse densità insediative. Il fenomeno genera due modelli di mobilità per certi versi opposti. Da un lato, all'interno dei contesti urbani si registrano flussi intensi, multimodali e tecnologicamente evoluti. Dall'altro, nelle aree rurali, interne e montane, la domanda dipende fortemente – ancora e più di prima – dal mezzo privato, e la scarsa possibilità di attivare alternative efficienti di trasporto pubblico limita la transizione verso una mobilità più sostenibile. Infine, la crescente attenzione alla qualità della vita e all'impatto ambientale degli spostamenti sta modificando le preferenze individuali. Si affermano comportamenti più orientati alla mobilità sostenibile, alla condivisione dei mezzi e alla mobilità e intermodalità dolce (pedonale, ciclabile, micromobilità elettrica), che introducono nuovi criteri di scelta basati non solo sul costo generalizzato ma anche su valori sociali e ambientali.

1.4. Trasformazioni economiche e tecnologiche

È in corso una profonda ridefinizione della domanda di trasporto indotta da elementi riconducibili a diverse innovazioni di prodotto e di processo: la propulsione elettrica, l'automazione e l'*internet of things* (veicoli connessi e

veicoli autonomi), l'uso massiccio dei *big data* e dell'intelligenza artificiale nella programmazione dei trasporti, la riorganizzazione in funzione dell'utente propria dei servizi di *Mobility as a Service* (Taamneh e Makahleh, 2025; Ivaldi et al., 2025; e Zemmouchi-Ghomari, 2025).

La tecnologia consente di ridurre il c.d. “costo generalizzato” del trasporto, cioè il costo complessivo comprendente sia gli elementi monetari che quelli non monetari, come il tempo, il disagio e i rischi connessi allo spostamento. Ma contemporaneamente crea nuove forme di domanda indotta, legata alla maggiore accessibilità di nuovi servizi prima non disponibili.

A sua volta, la transizione ecologica sta introducendo nuovi elementi di complessità, legate al principio di “internalizzare i costi esterni” del trasporto, cioè di far pagare il costo dell'inquinamento, degli incidenti, della congestione ai soggetti che, rispettivamente, producono o utilizzano il trasporto, anziché alla collettività. In tal modo la quantità di trasporto che permetterà l'incontro fra la domanda e l'offerta sarà quella ottimale, e il costo del trasporto coinciderà con la sua utilità. La conseguenza sono le politiche dei trasporti imperniate sulle misure per la decarbonizzazione, le restrizioni alle emissioni, le strategie (europee, in particolare) volte al raggiungimento della c.d. “neutralità climatica” entro il 2050. Tutto questo condiziona fortemente la scelta delle soluzioni di trasporto da parte della domanda, e incentiva maggiormente il trasporto collettivo rispetto a quello individuale, così come incentiva i trasporti ferroviari e marittimi rispetto a quelli stradali e aerei, normalmente più inquinanti.

L'interazione fra obiettivi ambientali e sviluppo tecnologico definisce dunque un nuovo equilibrio tra costi privati e costi sociali del trasporto, incidendo sui comportamenti degli utenti e sull'allocazione delle risorse pubbliche.

1.5. Evoluzione della mobilità delle persone

L'evoluzione della mobilità delle persone nei prossimi decenni sarà infatti il risultato di una complessa e articolata combinazione di fattori sia strutturali che contingenti.

In termini quantitativi, la tendenza sarà a una crescita complessivamente più lenta rispetto al passato, ma con differenze rilevanti tra aree urbane e rurali. Nelle aree urbane densamente popolate la domanda di mobilità sarà tendenzialmente alta e crescente, ma cambieranno i modi per soddisfarla: più trasporto pubblico di maggiore efficacia (qualità) rispetto al passato; maggiore ricorso alla mobilità condivisa e ai servizi a chiamata; meno mobilità

individuale con mezzi privati. Al di fuori dei contesti a maggiore densità, e in particolare dove la domanda si presenta spazialmente dispersa, l'evoluzione della ripartizione modale sarà più lenta. Tuttavia, miglioramenti sul fronte della sostenibilità saranno comunque ottenuti attraverso la riduzione o l'azzeramento delle emissioni, e la maggiore sicurezza dei veicoli.

Il concetto di “costo generalizzato”, come definito nel precedente paragrafo, deve essere utilizzato anche per interpretare queste tendenze, poiché gli utilizzatori del trasporto attribuiscono importanza al tempo e alla comodità dello spostamento, spesso più che al prezzo. La diffusione di sistemi integrati di informazione e di prenotazione e pagamento, da parte sua, riduce il tempo d'accesso e aumenta la prevedibilità del servizio, rendendo il trasporto più apprezzato e contribuendo a favorire scelte che siano al tempo stesso più efficienti e più sostenibili.

Nel medio-lungo periodo, cioè con un orizzonte temporale che riguarda il 2050, dall'insieme degli elementi delineati dovrebbero scaturire tre principali tendenze.

In primo luogo, la parziale dematerializzazione degli spostamenti. Il lavoro a distanza e la fruizione online di molti servizi sostituiranno in molti casi il movimento delle persone, e a volte anche delle cose, con “trasporto di informazioni”, riducendo comunque i volumi in gioco in modo significativo.

In secondo luogo, la modificazione, spaziale e temporale, della domanda di mobilità, e la conseguente riorganizzazione della mobilità stessa. La flessibilità nelle forme e negli orari del lavoro distribuiranno gli spostamenti in archi temporali più lunghi e meno congestionati.

Infine, la progressiva personalizzazione delle soluzioni di trasporto attraverso il ricorso sistematico alla multimodalità, con l'utilizzo sequenziale di veicoli e/o di modi di trasporto diversi che da un lato meglio soddisfa l'esigenza individuale di mobilità, dall'altro promuove l'impiego di soluzioni di trasporto collettivo laddove i flussi lo giustifichino, selezionando e dimensionando le soluzioni stesse all'entità dei flussi di volta in volta interessati. Una tendenza tanto più efficacemente perseguita quando più è possibile organizzare un ciclo complesso di mobilità con il supporto di piattaforme digitali e infrastrutture integrate.

In parallelo a queste tendenze di fondo, tuttavia, molti elementi di disparità territoriale e sociale rimarranno presenti: le aree interne e i piccoli centri, meno serviti e abitati in larga parte da popolazioni anziane, presenteranno ancora una forte dipendenza dal trasporto privato (Pavanini, 2025). Ciò pone la sfida di assicurare diritti di mobilità universali in contesti a bassa domanda con soluzioni flessibili come i servizi a chiamata e altre soluzioni di mobilità flessibile.

1.6. Evoluzione della mobilità delle merci

La mobilità delle merci si trova oggi al centro di una riorganizzazione di portata globale. La logistica moderna è il riflesso diretto delle trasformazioni della produzione e del consumo: globalizzazione, digitalizzazione, automazione e sostenibilità ne stanno ridefinendo struttura e geografia. La logistica just-in-time (dagli ultimi decenni del XX secolo) e, più recentemente, l'esplosione dell'e-commerce hanno aumentato la frequenza e la frammentazione delle spedizioni, determinando – in particolare la seconda – una crescita significativa della domanda di trasporto a breve raggio e nei centri urbani, spesso a scapito dell'efficienza complessiva. Nella transizione all'economia postindustriale le città dei paesi di più antica industrializzazione sono divenute, da centri manifatturieri esportatori di prodotti, centri importatori di beni di consumo. Un altro elemento di rilievo è la crescente rilevanza del tempo di consegna come componente del costo generalizzato del trasporto merci. La compressione dei tempi imposta dai modelli di consumo "on demand" spinge verso soluzioni rapide, ma spesso più costose e inquinanti (Gong et al., 2024).

In parallelo, e per ragioni diverse, le catene globali di valore si stanno regionalizzando. La pandemia, i nuovi equilibri geopolitici e la crisi energetica hanno spinto molte imprese a ripensare la propria dipendenza dai fornitori distanti geograficamente e in parte anche "geopoliticamente". Tutto ciò ha molto accelerato i processi di *reshoring*, *nearshoring* e *friendshoring*. Il che comporta un accorciamento delle distanze medie di trasporto, ma anche un'ulteriore complessità logistica con nodi di scambio più numerosi e reti più capillari. L'automazione della *supply chain*, dai magazzini robotizzati ai veicoli autonomi e ai droni, potrebbe ridurre i costi operativi e migliorare l'accuratezza, ma richiede sempre più ingenti investimenti infrastrutturali e digitali.

Da ultimo, l'attenzione per il costo ambientale dei modelli logistici dà luogo a crescenti pressioni per una transizione verso modi di trasporto meno impattanti: dalla strada alla ferrovia, alle vie d'acqua e alle soluzioni intermodali a basse emissioni. Le politiche europee in materia di Green Deal e di corridoi TEN-T favoriscono questa riconversione, che potrebbe incidere notevolmente sulla struttura della domanda logistica entro il 2050.

Anche per questo motivo, oltre che per quanto precedentemente argomentato, una sfida per il futuro sarà senza dubbio individuare e perseguire un equilibrio ragionevole tra velocità/efficacia, e quindi adattabilità del sistema logistico, e sostenibilità ambientale.

1.7. Scenari previsionali al 2050

L'evoluzione della domanda di trasporto dall'oggi al 2050 sarà quindi il frutto di un complesso intreccio tra demografia, tecnologia, economia, e politica ambientale.

Dal punto di vista demografico, anche con riferimento alle tendenze emergenti negli stili di lavoro e di vita, l'invecchiamento della popolazione, la tendenza all'urbanizzazione selettiva, i nuovi paradigmi organizzativi della produzione e del lavoro daranno luogo, congiuntamente, a una domanda di mobilità sempre più segmentata, con una riduzione degli spostamenti sistematici e un aumento di quelli occasionali o legati all'utilizzo del tempo libero.

Sotto il profilo tecnologico, con particolare riferimento alle innovazioni riconducibili alla "rivoluzione digitale", l'integrazione tra il trasporto fisico e il digitale ridurrà il costo generalizzato medio del trasporto, ma creerà una nuova domanda indotta, soprattutto da e per le (grandi) città.

Dal punto di vista ambientale, la transizione ecologica perseguirà un obiettivo di neutralità climatica destinato inevitabilmente a modificare sia le preferenze che la produzione/offerta di logistica, spingendo progressivamente, sia attraverso le scelte politiche (lato dell'offerta) che per la mutata sensibilità individuale (lato della domanda), verso modalità e infrastrutture meno inquinanti.

Sul piano dell'economia globale, che fronteggia oggi una crescente esigenza di flessibilità e capacità di adattamento, le catene logistiche tenderanno a privilegiare l'affidabilità e la prossimità rispetto al mero costo, con effetti incerti e di non facile lettura o precisione sui volumi complessivi e sulle percorrenze del trasporto merci.

A livello governance e pianificazione, infine, la crescente disponibilità di dati e di strumenti di simulazione (*digital twin*) permetterà di modellizzare la domanda con maggiore precisione e di ottimizzare le reti in funzione della sostenibilità.

La mobilità futura promette dunque di essere più flessibile, selettiva, e sempre più fortemente "mediata" dalle tecnologie digitali. Le grandi quantità del trasporto non scompariranno, ma probabilmente registreranno mutamenti di scala e di qualità. Minori volumi per persona, maggior valore per unità trasportata, maggiore integrazione tra modi e funzioni. La domanda tenderà a trasformarsi da una logica puramente quantitativa e di costo a una logica in cui tali elementi diventeranno prerequisiti per perseguire una maggiore efficacia e flessibilità dei servizi.

1.8. Conclusioni

L'evoluzione della domanda di trasporto fino al 2050 evidenzia diversi elementi di transizione che possiamo definire strutturali. Dalla crescita quantitativa che ha dominato l'industrializzazione del passato, e lo sviluppo del trasporto nelle, da e per le città industriali a partire dal secolo XIX, si è in parte già passati, ma ancor più si passerà a una fase in cui la mobilità diventa un bene selettivo, caratterizzato da crescenti opportunità tecnologiche ma altresì soggetto a crescenti vincoli ambientali e sociali. La sfida per le politiche dei trasporti sarà garantire un equilibrio fra l'accessibilità, la competitività economica, la sostenibilità, l'equità e coesione territoriale. La domanda di mobilità continuerà a essere non un fenomeno passivo o una mera conseguenza di modelli macroeconomici, ma un motore della trasformazione sociale: cambia perché cambiano i bisogni, ma allo stesso tempo influenza la forma e la dimensione delle città, la loro qualità della vita, la struttura delle economie, l'ambiente. Conoscere, interpretare e intercettare le traiettorie ideali della domanda di mobilità è dunque essenziale non solo per la pianificazione dei trasporti, ma per il progetto di società sostenibile del XXI secolo.

Riferimenti bibliografici

- Burlando, C., Ivaldi, E., Pavanini, T., & Traversa, S. (2025). SilverBus: enhancing mobility for seniors through demand responsive transport: a pre-post experimental study. *Transportation*, 1-27.
- Gong, C., Song, H., Chen, D., Day, S. J., & Ignatius, J. (2024). Logistics sourcing of e-commerce firms considering promised delivery time and environmental sustainability. *European Journal of Operational Research*, 317(1), 60-75.
- Ivaldi, E., Pavanini, T., & Musso, E. (2025). Integrating Mobility as a Service and Tourism: a Review of the World's Top Travel Apps. *International Journal of Transport Economics. Rivista internazionale di economia dei trasporti*, LII, 4, 463-501.
- Leung, A., Burlando, C., & Pavanini, T. (2025). Market segmentation and willingness to pay for public transport annual passes among older adults: insights from Genoa, Italy. *Research in Transportation Business & Management*, 58, 101243.
- Musso, E. (2024). *Trasporti. Economia, storia, imprese, ambiente*. Torino: Giappichelli.
- Pavanini, T. (2025). Rural Demand Responsive Transport - Current Developments and Analysis of a Case Study in an Italian Inner Area. SpringerBriefs in *Operations Management*. Springer Cham. eBook ISBN 978-3-031-91395-2.

- Taamneh, M. M., & Makahleh, H. Y. (2025). The prospects of adopting electric vehicles in urban contexts: A systematic review of literature. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 31, 101420.
- Wong, R. C. P., Szeto, W. Y., Yang, L., Li, Y. C., & Wong, S. C. (2017). Elderly users' level of satisfaction with public transport services in a high-density and trans-it-oriented city. *Journal of Transport & Health*, 7, 209-217.
- Zemmouchi-Ghomari, L. (2025). Artificial intelligence in intelligent transportation systems. *Journal of Intelligent Manufacturing and Special Equipment*, 6(1), 26-42.

2

INFRASTRUTTURE

di *Claudio Ferrari e Alessio Tei*

Lo stato delle infrastrutture rappresenta un elemento cruciale per la sostenibilità e l'efficienza dei sistemi di mobilità. L'Italia si confronta oggi con una rete viaria e ferroviaria in larga parte vetusta, spesso inadeguata rispetto agli standard di sicurezza, capacità e resilienza richiesti dalle trasformazioni in atto. L'innalzamento dell'età media delle infrastrutture, unito alla mancanza di continuità nella manutenzione straordinaria, pone l'urgenza di una riqualificazione strutturale e funzionale diffusa. Parallelamente, la sfida infrastrutturale non è soltanto fisica, ma anche tecnologica. Per rispondere a una domanda di mobilità sempre più complessa, integrata e digitalizzata, sarà fondamentale promuovere l'ammmodernamento dei nodi e delle reti attraverso sistemi di trasporto intelligenti (ITS – *Intelligent Transport Systems*). Questi strumenti consentono una gestione più efficiente del traffico, un miglioramento della sicurezza, una riduzione delle emissioni e una più efficace integrazione modale, contribuendo a rendere il sistema dei trasporti più dinamico, adattivo e resiliente.

Il capitolo analizza le principali criticità infrastrutturali del Paese, individuando i fabbisogni prioritari in termini di investimento, e approfondisce le potenzialità offerte dall'adozione di tecnologie avanzate, con particolare riferimento a sistemi di monitoraggio, gestione del traffico, informazione all'utenza e automazione.

2.1. Il ruolo economico delle infrastrutture di trasporto

Le infrastrutture di trasporto sono parte del capitale fisso sociale e in quanto tali la loro dotazione rappresenta una precondizione necessaria per lo sviluppo economico.

Dal punto di vista dell'analisi economica, vi sono due modi in cui si può stimare l'impatto degli investimenti in infrastrutture sulle variabili macroeconomiche del PIL o del reddito o dell'occupazione: ritenendole un input che entra nelle funzioni di produzione delle imprese così come gli altri input di produzione (capitale e lavoro) oppure come una dotazione territoriale che favorisce in egual misura tutte gli agenti economici che possono giovarsene. La letteratura sul tema è vastissima, a partire dalle iniziali stime di Aschauer (1989) – per una rassegna si possono vedere De Palma et al. (2011) e Ferrari et al. (2019) –, e concorde nel ritenere che un effetto positivo vi sia anche se circa l'intensità di tale effetto i risultati sono più variegati e risentono dei diversi contesti e periodi temporali considerati.

Questo genere di indagini, basandosi sugli importi investiti, trascura una serie di elementi che caratterizzano le infrastrutture come la loro efficacia, ovvero la capacità di rispondere alla domanda di mobilità, e l'efficienza degli investimenti, ovvero la capacità degli interventi di generare benefici superiori ai costi di realizzazione e gestione, esternalità incluse, lungo l'intero arco temporale di vita dell'infrastruttura.

L'investimento in infrastrutture non implica quindi necessariamente sviluppo, occorre investire nelle infrastrutture che davvero servono e soprattutto serviranno la domanda futura di mobilità.

2.2. Lo stato attuale delle infrastrutture di trasporto

Stando agli ultimi dati pubblicati dal Conto Nazionale dei Trasporti (2022-23) la dotazione infrastrutturale italiana al 2022 si compone di circa 16.800 chilometri di linee ferroviarie e 169.837 chilometri di strade (il dettaglio è riportato nella Tabella 1). Nel 2000 l'estensione della rete ferroviaria era di poco superiore a 16 mila chilometri, di cui circa 1000 sono quelli dedicati alla rete AV/AC e quella stradale a 155 mila. Si evidenzia già da queste prime cifre come in poco più di due decenni a fronte di una crescita della estesa autostradale di quasi il 17% vi sia stata una contrazione della rete stradale di quasi il 35%, mentre con riferimento alla rete ferroviaria è cresciuta del 25% quella a doppio binario (grazie alla rete ad alta velocità), a fronte di una contrazione del 7% della rete a semplice binario.

Tab. 1 – Estesa delle principali infrastrutture di trasporto

	2000	2022
Rete ferroviaria		
- A doppio binario	6.156	7.731
- A semplice binario	9.818	9.098
Rete stradale		
- Autostrade	6.478	7.558
- Altre Strade di interesse nazionale	46.556	30.045
- Strade Regionali e Provinciali	146.280	132.234
Metropolitane	n.d.	215

Fonte: Conto Nazionale dei Trasporti edizioni 2005 e 2022-23

Quindi, se si esclude la rete ferroviaria ad alta velocità che porta ad un saldo netto quasi nullo, la rete stradale registra una contrazione che mette in risalto la necessità di interventi per mantenere la rete esistente, considerato che la domanda si presenta in crescita.

Com'è noto, l'offerta infrastrutturale si può espandere, ma in tempi mediamente lunghi e a fronte di consistenti investimenti, soprattutto quando si parla delle cd. grandi infrastrutture. Se a tali caratteristiche si aggiunge la lunga vita utile emerge chiaramente l'importanza di dotarsi di strumenti di pianificazione degli interventi infrastrutturali basati su scenari capaci di incorporare i macro-trend della domanda e soprattutto flessibili, cioè capaci di adattarsi ai cambiamenti, molto più rapidi, che caratterizzano la domanda di mobilità. Domanda di mobilità che in misura sempre maggiore sceglie i servizi di trasporto sulla base di due principi: la sostenibilità e la digitalizzazione.

2.3. La domanda di infrastrutture

Lo studio della domanda che si rivolge al sistema infrastrutturale si può ricondurre a (Blauwens et al., 2008):

- modelli macroeconomici che si basano su dati aggregati, come il noto modello a 4 stadi;
- modelli microeconomici che incorporano le scelte comportamentali degli agenti e si basano sulla teoria dell'utilità casuale;
- modelli cd. *activity-based*, che grazie alla microsimulazione studiano le singole scelte di viaggio e di percorso per convertirle in una serie di azioni discrete.

Rimandando alla letteratura l'analisi e discussione dei diversi modelli sopra accennati, e considerato quanto già emerso nel capitolo che precede, qui ci si limita a ricordare come a livello macro le principali determinanti della domanda di infrastrutture di trasporto siano i trend relativi a: popolazione, produzione di beni e servizi, stili di vita. Di questi tre macro-trend il primo è facilmente stimabile nel medio-lungo periodo e per l'Italia, come si è visto nel capitolo introduttivo, si stima che la popolazione al 2050 sarà inferiore a quella attuale di circa 9 milioni (al netto di eventuali saldi netti migratori) e che il calo riguarderà le fasce di età più mobili, cioè i giovani e le persone in età di lavoro. Per quanto riguarda la produzione di beni e servizi, la domanda di trasporto legata ad essi dipende dall'andamento del reddito e della produzione nonché dalla organizzazione delle catene di fornitura. Circa questo trend non è semplice fare previsioni a medio-lungo termine perché dipende da molteplici variabili, ma per alcune di esse alcune ipotesi si possono fare. Poiché la crescita economica dipende (anche se non esclusivamente) dalla popolazione¹, in particolare la componente della popolazione attiva, è piuttosto facile immaginare che se questa è in diminuzione l'impatto sull'economia in termini reali sarà dello stesso segno, a meno di significativi incrementi della produttività del lavoro. Inoltre, negli ultimi decenni lo sviluppo della cd. iperglobalizzazione ha moltiplicato la domanda di trasporto generata da ogni unità di bene prodotto, ma a partire dalla crisi economica del 2008-09 i processi di produzione e le catene di fornitura si sono andati orientando verso logiche di near-shoring, re-shoring e, più recentemente, di friend-shoring (come suggerisce anche lo studio effettuato a fine 2024 dalla *Multilateral Investment Guarantee Agency* per la Banca Mondiale) che sembrano aver innescato un lento processo di de-globalizzazione che potrebbe avere come effetto una riduzione della domanda di trasporto. A fronte di ciò, la crescita dell'e-commerce determina una maggiore domanda di trasporto, quindi non è facile comprendere quale sarà l'effetto netto. Infine, il terzo macro trend, relativo agli stili di vita, riguarda il comportamento degli utenti dei servizi di trasporto. Anche per questo trend è molto complesso fare delle previsioni a medio-lungo termine, ma alcune considerazioni si possono azzardare a partire dalle indagini che il MIT ha cominciato a fare dallo scoppio della pandemia (MIT, 2025). Da esse emerge come lo spostamento medio sia di circa 10 chilometri al giorno e si stima che oltre il 43% delle persone si muova per meno di 25 chilometri, quindi per una distanza che spesso resta circoscritta all'interno delle aree urbane e metropolitane e che in parte può essere coperta attraverso forme di mobilità attiva (bicicletta, monopattino, etc.). Il confronto

¹ Si fa riferimento al tasso di crescita naturale dei modelli di crescita di Harrod e Domar.

tra il primo trimestre del 2025 e lo stesso periodo del 2019 mostra una crescita del traffico pesante su tutta la rete stradale e di quello passeggeri nella sola rete autostradale. Ne consegue che, assumendo che queste tendenze possano proseguire per tutto il periodo che qui si considera, occorre lavorare su due fronti: da un lato garantire collegamenti interurbani veloci ed efficienti, dall'altro soddisfare la mobilità urbana con soluzioni basate sulla reale integrazione tra servizi e modi di trasporto diversi secondo una logica di co-modalità, cioè massimizzando l'utilità derivante dagli spostamenti e al contempo minimizzando i costi, sociali oltre a quelli privati, degli spostamenti.

2.4. Evoluzione della rete infrastrutturale esistente

Un quarto di secolo è un periodo di tempo relativamente breve quando lo si applica alle infrastrutture di trasporto per osservare cambiamenti significativi nell'estesa della rete. Si potrebbe infatti stilare un lungo elenco di opere infrastrutturali che sono state approvate e incluse nei documenti di programmazione, ma che a distanza di venticinque anni non sono ancora state aperte al traffico² a causa delle difficoltà, non solo tecniche, legate alla realizzazione di nuove opere.

Si può quindi immaginare che entro il 2050 sarà completata la rete AV/AC ferroviaria e che saranno completati i lavori sia sulla rete sia ferroviaria che autostradale che avranno potuto fruire del finanziamento, almeno parziale, del PNRR. Inoltre, entro l'orizzonte temporale oggetto di questo volume gli interventi più rilevanti sulla rete infrastrutturale riguarderanno il completamento dei lavori di potenziamento dei valichi alpini, l'apertura della Torino-Lione e stando a recenti dichiarazioni del Governo dovrebbe essere realizzato il ponte sullo Stretto di Messina.

Questi interventi sulla componente "hardware" della rete infrastrutturale saranno accompagnati da massicci interventi sulla componente "software" tesa a rendere smart la rete esistente. Per infrastrutture intelligenti (smart) si intendono infrastrutture dotate di apparati tecnologici in grado di permettere la comunicazione tra l'infrastruttura e i veicoli (V2I – *vehicle-to-infrastructure*) in modo da aumentare i livelli di sicurezza delle varie forme di mobilità e per-

² Si pensi alla linea AV/AC Torino-Lione che viene proposta tra le opere prioritarie dal Consiglio europeo di Essen del 1994; ai lavori del cd. Terzo Valico genovese, opera inserita nel Programma di Infrastrutture Strategiche nel 2001 e approvata dal CIPE nel 2006, che sono iniziati nel 2012 si prevede possano finire nel 2027; o, infine, alla cd. Variante di valico della autostrada A1 che inclusa nel Piano Generale dei Trasporti del 1986 è stata aperta al traffico nel 2015.

mettere un più efficace utilizzo della capacità infrastrutturale. Si tratta quindi di preparare le infrastrutture di trasporto alla circolazione di veicoli autonomi, in grado non solo di muoversi in maniera autonoma, ma di adeguare la guida allo stato dinamico dell'infrastruttura che si percorre di volta in volta.

La rete ferroviaria già da tempo ha intrapreso questo percorso, si pensi ai sistemi per la ripetizione dei segnali in macchina, alla possibilità di gestire il traffico circolante da un unico posto centrale, all'adattamento dei sistemi di blocco della circolazione alla effettiva lunghezza di ogni singolo convoglio, fino alla presenza di treni metropolitani che già oggi viaggiano senza conducente. Per quanto riguarda la rete stradale i tempi saranno decisamente più lunghi, data la maggiore complessità dei flussi da gestire e delle molteplici interferenze che si generano nel traffico urbano e della mole di investimenti che si rendono necessari, e dipenderanno anche dall'accettazione da parte dei consumatori dei veicoli autonomi.

Ad oggi non è facile dire quando si avrà un parco circolante di soli veicoli autonomi in grado di interconnettersi tra loro e con l'infrastruttura, ma senza dubbio questa è la direzione su cui punta l'industria produttrice di veicoli e stando ad un recente sondaggio questo sembra essere in linea con le attese di circa il 60% dei consumatori italiani che non rigettano la possibilità di vedersi alla guida di un veicolo autonomo entro i prossimi 10 anni (IAA Mobility index, 2025). Per l'infrastruttura, il vantaggio dato dalla guida autonoma, come si spiega meglio nel capitolo che segue, consiste nella possibilità di ridurre lo *spacing* (cioè la distanza tra un veicolo e quello che lo precede) e conseguentemente nell'aumentare la capacità dell'infrastruttura. In altri termini, si potrà espandere l'offerta di capacità infrastrutturale senza (necessariamente) costruire nuove infrastrutture e aumentare il relativo consumo di suolo, ma investendo (massicciamente) sulla tecnologia che ne regola la fruizione. Con ricadute positive anche sulla sicurezza della circolazione.

Le possibili conseguenze di uno scenario di questo tipo sono molteplici. Soffermandoci soltanto su quelle che hanno un impatto sulle infrastrutture si può evidenziare prima di tutto che l'incremento di capacità delle strade renderà più semplice, in ambito urbano, riservare parte della carreggiata per il trasporto pubblico o per le forme di mobilità dolce aumentando l'efficienza del primo e la sicurezza delle seconde, con ricadute positive sulla domanda per queste forme di mobilità. Inoltre, si ritiene che l'avvento delle automobili autonome ridurrà il parco veicolare privato, a vantaggio di forme di condivisione dell'auto, e conseguentemente la domanda di stalli per il parcheggio consentendo così di recuperare spazi per altri utilizzi o anche solo per la socialità (si pensi alla possibilità per i cittadini di riappropriarsi delle piazze che sono oggi usate come parcheggi).

Sempre in ambito urbano, la crescente digitalizzazione del settore favorirà lo sviluppo di piattaforme MaaS (*Mobility as a Service*) e di varie forme di intermodalità (con biciclette, monopattini, taxi, servizi a chiamata, etc.) e di sincromodalità³; in tal senso gli interventi si dovranno concentrare soprattutto sui terminali, i nodi della rete, per rendere il più fluido possibile il passaggio da una rete all'altra riducendo il costo generalizzato (che include costo monetario, tempo e comfort) del trasbordo.

Perché tutto ciò si traduca in realtà, oltre, e forse più, che lavorare sul fronte delle tecnologie, ormai sostanzialmente pronte, occorrerà intervenire sugli aspetti regolamentari, di pianificazione e di governance per tradurre quella che oggi appare come una possibilità in una realtà concreta in grado di cambiare radicalmente le forme in cui si svilupperà in futuro la mobilità urbana.

2.5. Nuove infrastrutture

Accanto alle reti infrastrutturali che già utilizziamo abitualmente, nel prossimo futuro vedremo svilupparsi anche nuovi tipi di infrastrutture.

In campo ferroviario, le reti a levitazione magnetica potranno consentire ulteriori avanzamenti sul fronte della velocità del trasporto interurbano; anche se ad oggi sembrano svilupparsi non tanto in una logica di rete bensì per collegare specifiche relazioni. Questa nuova modalità potrebbe interessare i grandi aeroporti, che se di nuova costruzione tendono a non essere molto vicini alle aree abitate, per collegarli al centro città (come già avviene per l'aeroporto di Shanghai). Al di là dei costi di realizzazione, il principale limite alla diffusione su ampia scala di questo genere di infrastruttura consiste nella mancata interoperabilità con la rete ferroviaria tradizionale e con quella ad alta velocità che ne limita l'impatto economico (non generando economie di rete). Sul fronte delle linee ferroviarie tradizionali si investirà sulla velocizzazione delle linee esistenti anche per contrastare l'effetto polarizzante tipico dei collegamenti ad alta velocità (che tendono a ridurre - e per alcuni servizi ad azzerare - le fermate intermedie).

Tra le nuove infrastrutture che si stanno rapidamente sviluppando e che iniziano a concentrare importanti investimenti vi sono i vertiporti, ovvero aree adibite al decollo e atterraggio verticale di veicoli che in futuro potranno anche essere autonomi. Ad oggi sono presenti solo alcune sperimentazioni

³ Per sincromodalità si intende la possibilità che la decisione circa la scelta del servizio e modo di trasporto, così come di una qualche combinazione tra più servizi e modalità, venga effettuata nel momento stesso in cui sorge la necessità dello spostamento in ragione delle reali condizioni di resa dei servizi in quel momento.

che servono a testare l'utilità e le criticità da risolvere per rendere possibile la diffusione di questa nuova forma di mobilità. Si ritiene che l'uso di queste infrastrutture e servizi riguarderà inizialmente servizi di soccorso, ma si ipotizza che il loro utilizzo possa progressivamente ampliarsi per includere servizi turistici e servizi logistici. Si tratta di una tipologia di infrastruttura che necessita di minori investimenti rispetto alle altre che sono considerate in queste pagine e pertanto se i vantaggi che promette di creare verranno verificati dai pilot in corso, potrà diffondersi piuttosto rapidamente. Questo nuovo servizio di mobilità può rappresentare una possibile opzione per gli aeroporti minori che offrono quasi esclusivamente collegamenti domestici, quindi di corto raggio, che in futuro soffriranno della competizione portata da collegamenti terrestri veloci, soprattutto ferroviari.

Un altro tipo di infrastruttura su cui si stanno facendo degli esperimenti pilota è quello basato sulla tecnologia Hyperloop, che sostanzialmente prevede lo spostamento di veicoli, sia per il trasporto di persone sia per le merci, all'interno di tunnel in condizioni di bassa pressione che grazie all'utilizzo della levitazione magnetica permettono ad appositi veicoli (*pod*) il raggiungimento di velocità simili a quelle che caratterizzano il trasporto aereo. Si tratta di una tecnologia affascinante ma che deve superare importanti ostacoli per la sua diffusione: al di là degli alti costi di realizzazione dell'infrastruttura, i lunghi tempi di realizzazione (soprattutto se si pensa ad una rete e non a singoli collegamenti), la mancata interoperabilità con le altre infrastrutture di trasporto e la competizione con altre modalità e servizi di trasporto rendono ad oggi difficile immaginare una sua ampia diffusione nel volgere di un paio di decenni.

2.6. Conclusioni

Entro il 2050, stando agli obiettivi che le diverse istituzioni internazionali e una parte significativa dei singoli paesi si sono dati, dovremmo usare sistemi di trasporto ad impatto zero sull'ambiente.

Lo sviluppo e l'adeguamento delle infrastrutture di trasporto sarà pertanto indirizzato al perseguimento di questo obiettivo tutt'altro che semplice conseguire.

Anche per consentire il raggiungimento di questo obiettivo, in futuro le infrastrutture di trasporto saranno sempre più ricche di tecnologia. Essa servirà a garantire il loro ottimale utilizzo, sulla base della gestione ottimale in *real time* del traffico e la loro efficace manutenzione attraverso la realizzazione di *digital twin* che permetteranno un efficace reporting delle perfor-

mance delle infrastrutture e il tempestivo intervento per far fronte ad eventuali scostamenti dalla situazione ritenuta ideale, conseguendo in tal modo anche una maggiore resilienza della rete infrastrutturale ad eventuali disruption di natura casuale o volontaria.

I maggiori investimenti nelle componenti software delle infrastrutture consentiranno di poter far fronte a eventuali crescenti livelli di domanda, se si verificheranno, stante il trend demografico discendente e una crescita economica non particolarmente vivace che caratterizzano il nostro paese, senza che ciò determini necessariamente infrastrutture addizionali con il relativo impatto sull'uso del suolo, ma con un sensibile miglioramento della qualità, non soltanto in senso ambientale, degli spostamenti e della qualità di vita.

Riferimenti bibliografici

- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.
- Bergantino, A. S., Intini, M., & Tangari, L. (2021). Influencing factors for potential bike-sharing users: An empirical analysis during the COVID-19 pandemic. *Research in Transportation Economics*, 86, 1-11.
- Blauwens, G., De Baere, P., & Van de Voorde, E. (2008). *Transport Economics*, 3rd ed. Anversa: de Boeck.
- de Palma, A., Lindsey, R., Quinet, E., & Vickerman, R. (eds.) (2011). *A Handbook of transport Economics*. Cheltenham UK: Edward Elgar.
- Ferrari, C., Bottasso, A., Conti, M., & Tei, A. (2019). *Economic Role of Transport Infrastructure. Theory and Models*. Amsterdam: Elsevier.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, MIT (2024). *Conto Nazionale dei Trasporti 2022-23*. Roma.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, MIT (2025). *Osservatorio sulle tendenze della mobilità di passeggeri e merci (I trimestre 2025)*. Roma.
- Multilateral Investment Guarantee Agency (2024). *Shifting Shores: FDI Relocations and Political Risk*. Washington DC.
- Ricchetti, C., & Rotaris, L. (2023). Piste ciclabili, infrastrutture verdi e uso della bicicletta: lo stato dell'arte. *Rivista di Economia e Politica dei Trasporti (Re-PoT)*, n. 1.

3

SOSTENIBILITÀ ED EVOLUZIONE DEI VEICOLI

di *Riccardo Bozzo*

La transizione verso una mobilità sostenibile non può prescindere dall'evoluzione dei veicoli, sia sotto il profilo energetico sia in termini di digitalizzazione e nuovi servizi. Tra le tendenze più significative si evidenzia l'estensione della propulsione elettrica, sostenuta dai rapidi progressi nella tecnologia delle batterie, dall'ampliamento delle reti di ricarica e da un quadro normativo sempre più orientato alla decarbonizzazione del settore dei trasporti. Parallelamente, la centralità del software nella progettazione dei veicoli è destinata a crescere. Tecnologie come la guida autonoma, l'intelligenza artificiale, i sistemi cooperativi e le comunicazioni *Vehicle-to-Everything* (V2X) stanno ridefinendo l'interazione tra veicolo, conducente e infrastruttura. Si va sempre più verso una mobilità interconnessa, in cui il veicolo diventa un nodo attivo e intelligente della rete di trasporto. In questo contesto di rapida innovazione, si prevede anche l'emergere di nuove categorie di veicoli, spesso progettati per servizi di nicchia o esigenze specifiche – come la micromobilità urbana, i veicoli modulari per la logistica dell'ultimo miglio, o mezzi automatizzati per ambiti industriali e rurali.

Il capitolo offre una panoramica sulle principali tendenze tecnologiche e ambientali legate all'evoluzione del veicolo, analizzandone gli impatti sulla sostenibilità complessiva del sistema mobilità, nonché le implicazioni per la pianificazione e la regolazione pubblica.

3.1. Sviluppo sostenibile e sostenibilità dei trasporti

I molteplici aspetti dello sviluppo sostenibile

Lo sviluppo sostenibile è quello sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri.

Siamo nel 1987 e Gro Harlem Brundtland, presidente della Commissione mondiale su Ambiente e Sviluppo (World Commission on Environment and Development, WCED) presenta il rapporto “Our common future” (“Il futuro di tutti noi”), che include la soprastante definizione di sviluppo sostenibile, ancora oggi ampiamente utilizzata.

Nel rapporto si identificano le tre preoccupazioni principali che si intrecciano nello sviluppo sostenibile: ambientale, economica e sociale. Queste tre dimensioni sono interconnesse e devono essere considerate congiuntamente per garantire un futuro sostenibile per le generazioni presenti e future. Quindi, già cinquant’anni or sono era chiaro che la sostenibilità non era limitata al cosiddetto “green”, cioè alla sola sostenibilità ambientale. È un concetto molto più articolato, come reso ben evidente dall’agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile adottata dall’Assemblea Generale dell’ONU il 25 settembre 2015. L’Agenda 2030 rappresenta un programma d’azione per le persone, il pianeta e la prosperità ed è stata sottoscritta dai governi dei 193 Paesi membri dell’ONU. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile, sinteticamente rappresentati nella figura sottostante, in un grande programma d’azione per un totale di 169 ‘target’ o traguardi, da raggiungersi entro il 2030.

Persone, Pianeta, Prosperità, Pace e Partnership sono le cinque “P” dello sviluppo sostenibile, che mirano a garantire un futuro equilibrato, inclusivo e sostenibile per tutti, affrontando le sfide sociali, ambientali ed economiche.

Come già evidenziato nel rapporto Brundtland, la risoluzione dell’ONU ribadisce che le interconnessioni dei 17 Obiettivi dello Sviluppo Sostenibile sono di importanza cruciale nell’assicurare che lo scopo dell’Agenda venga realizzato.

Senza entrare nel merito dei 17 goal e 167 target dell’Agenda, importa qui sottolineare che ragionare in termini di sviluppo sostenibile implica affrontare molteplici aspetti tra loro interconnessi, da considerare congiuntamente. È questo un concetto che vale anche quando si desidera realizzare un sistema della mobilità delle persone e delle merci più sostenibile di quello attuale.

Fig. 6 – I goal dell’Agenda 2030

17 Sustainable Development Goals [SDGs] dell’Agenda 2030 ONU in sintesi



Fonte: Organizzazione Nazioni Unite

La sostenibilità nei trasporti

Una definizione di trasporto sostenibile si trova in un documento dell’Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU, 2016):

Sustainable transport is the provision of services and infrastructure for the mobility of people and goods – advancing economic and social development to benefit today’s and future generations – in a manner that is safe, affordable, accessible, efficient, and resilient, while minimizing carbon and other emissions and environmental impacts.

La definizione conferma che anche nel voler perseguire un sistema dei trasporti più sostenibile si debbono prendere in considerazione molteplici aspetti¹. Peraltro, nello stesso documento vengono messi in evidenza alcuni legami tra la definizione sopra riportata e i goal e target dell’Agenda 2030.

¹ Ovviamente esistono molteplici documenti, anche più recenti, cui fare riferimento in termini di sostenibilità dei sistemi di trasporti. A solo titolo di esempio si veda la “Strategia

In linea di principio, sarebbe opportuno stimare l'impatto sui 17 goal dell'Agenda 2030 dell'ONU di proposte regolatorie, programmatiche o di indirizzo relative alla mobilità. Tale approccio è raramente seguito anche perché di non banale attuazione in quanto non sempre sono disponibili le informazioni necessarie, tantomeno quantitative. Vedremo un esempio di queste difficoltà valutative nel paragrafo dedicato all'elettrificazioni dei veicoli.

Più comune è stimare l'impatto del sistema dei trasporti mediante la stima dei costi esterni generati. Nell'Handbook on the External Costs of Transport (Commissione Europea, 2020) si legge:

I costi esterni del trasporto non sono generalmente sostenuti dall'utente e quindi non vengono presi in considerazione quando prende una decisione in merito al trasporto.

In altri termini sono costi generati dall'utente del trasporto ma da lui non sostenuti e che quindi ricadono sulla collettività.

L'ultimo aggiornamento dell'Handbook è del 2019 su basi dati del 2016 e stima i costi esterni relativi alle seguenti categorie: incidentalità, emissioni inquinanti, emissioni climalteranti, emissioni acustiche, congestione, produzione dell'energia (*well to tank*), danni all'habitat. Esistono altre categorie di esternalità non prese in considerazione.

I costi esterni totali stimati per il 2016 e relativi all'UE a 28 paesi erano di circa 840 miliardi di euro all'anno, di cui circa 820 miliardi generati dalla sola modalità di trasporto stradale. Il contributo italiano era stimato in 117 miliardi di euro all'anno.

Ancorché gli importi sopra riportati siano stime, inevitabilmente affette da ampi intervalli di incertezza, e siano basate su dati 2016 è ben evidente la necessità di intervenire per ridurre le esternalità.

Lo scenario al 2050 descritto nei prossimi paragrafi relativo ai veicoli cerca quindi di tenere conto dei trend di evoluzione tecnologica, fornendo alcune valutazioni su come la stessa evoluzione possa concorrere a ridurre i costi esterni e possa risultare in linea, o meno, con gli obiettivi dell'agenda 2030 dell'ONU.

per una mobilità sostenibile e intelligente: mettere i trasporti europei sulla buona strada per il futuro" della Commissione Europea, che contiene dieci iniziative "faro" di cui cinque dedicate specificatamente alla mobilità sostenibile (https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5e601657-3b06-11eb-b27b-01aa75ed71a1.0005.02/DOC_1&format=PDF).

Una “sostenibilità” ignorata: la spesa delle famiglie per i trasporti

Come riportato nello Statistical PocketBook 2024, EU transport in figures (Commissione Europea, 2024), nel 2022 le famiglie nell'UE-27 hanno speso in beni e servizi legati ai trasporti 1.025 miliardi di euro, pari a circa il 12,5% del loro consumo totale. Circa il 26% di questa somma (circa 265 miliardi di euro) è stato utilizzato per l'acquisto di veicoli, il 59% (603 miliardi di euro) è stato speso per il funzionamento dei mezzi di trasporto personali (ad esempio, per acquistare carburante per l'auto) e il resto (158 miliardi di euro) è stato speso per servizi di trasporto (ad esempio, biglietti di autobus, treni, aerei).

Come negli altri paesi dell'UE, anche in Italia la spesa delle famiglie per i trasporti è rilevante essendo la terza voce di spesa dopo quelle relative alla casa e all'alimentazione. Il Conto Nazionale delle Infrastrutture e dei trasporti 2022-2023 (MIT, 2024), evidenzia che nel 2022 le famiglie italiane hanno speso per i trasporti circa 122 miliardi, circa il 12% del totale dei consumi, in linea con la media registrata nella UE. Solo 14 miliardi sono relativi a servizi di trasporto; quindi, la maggior parte della spesa è stata per l'acquisto di mezzi di trasporto e per la loro gestione.

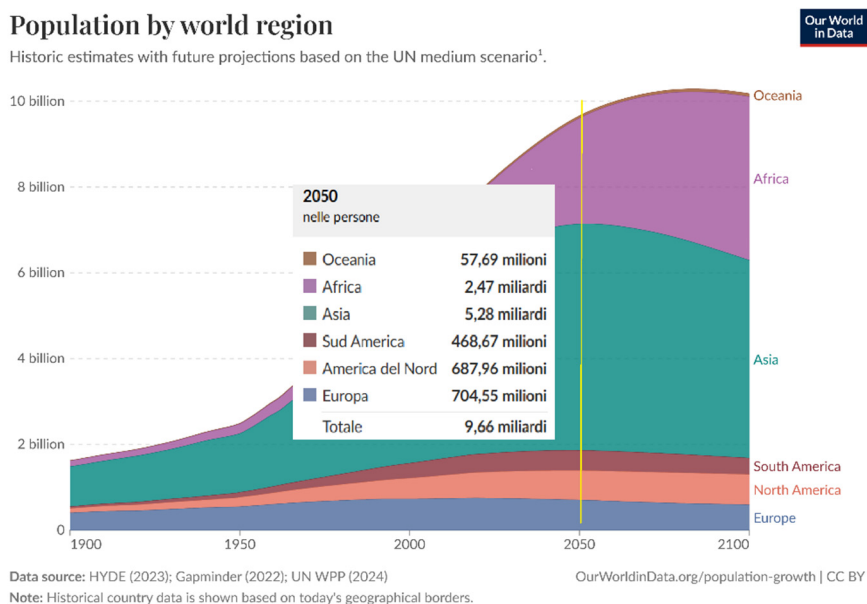
Guardando al futuro, sarebbe quindi estremamente interessante sviluppare soluzioni e politiche di mobilità che consentano di ridurre la spesa delle famiglie relativa al possesso di veicoli propri, in particolare tenendo conto che in media le auto intestate a privati percorrono poco più di 10.000 km all'anno, restando per larga parte del tempo ferme. Per avere una idea del costo annuale di una vettura, la Fiat Panda, l'auto più venduta in Italia nel 2024 e in assoluto una delle più economiche, comporta, secondo l'ACI, un costo dell'ordine di 0,37 euro a km, quindi in media oltre 3.700 euro all'anno.

3.2. Evoluzione dei veicoli

Verso il 2050

Nel 2050 la popolazione mondiale dovrebbe raggiungere i circa dieci miliardi di abitanti. Di questi circa otto miliardi vivranno nel continente asiatico e africano, come visibile nella figura sottostante (Our World in Data, 2025).

Fig. 7 – Evoluzione della popolazione mondiale per aree geografiche



Fonte: <https://archive.ourworldindata.org/20260119-065148/grapher/population-regions-with-projections.html> (archived on January 19, 2026)

Si stima inoltre che circa il 70% della classe media mondiale vivrà nel continente asiatico, mentre nel 2020 circa il 70% della classe media mondiale viveva in Europa, Stati Uniti e Giappone. Ciò significa che la domanda e l’offerta mondiale di beni sarà largamente dipendente da persone viventi in aree geografiche diverse da quelle cosiddette occidentali. Ciò non vuol dire che gli Stati Uniti, i paesi dell’Unione Europea, Giappone e Corea non potranno in parte indirizzare domanda e offerta di beni e tecnologie, ma sicuramente avranno un peso sui mercati ridotto rispetto al passato. Esistono diversi esempi di questa tendenza già in atto, basti pensare al dominio cinese nell’ambito delle tecnologie relative alle fonti di energie rinnovabili e alle vetture elettriche.

Questa premessa appare necessaria per chiarire che quanto immaginato in termini di prospettive al 2050 sarà fortemente dipendente da equilibri economici e geopolitici esterni ai paesi dell’Unione Europea, probabilmente anche a prescindere dai contesti regolatori che l’Unione Europea intenda darsi.

Inoltre, si prevede che al 2050 più di due terzi della popolazione mondiale vivrà in aree urbane; quindi i modelli di mobilità saranno fortemente condizionati dall'esigenza di garantire la mobilità nelle aree urbane e suburbane cercando di soddisfare i diversi aspetti di sostenibilità legati a ridotta incidentalità, emissioni climalteranti o inquinanti prossime a zero, limitata congestione, e così via. In altri termini cercando di garantire una buona qualità della vita nelle città e megalopoli. Già oggi, oltre il 60% di tutti i chilometri percorsi sono in ambito urbano e si prevede che la quantità di spostamenti all'interno delle aree urbane triplicherà entro il 2050.

Garantire una mobilità urbana sostenibile, richiederà sempre più risorse, politiche e pianificazioni di lungo periodo con attento sviluppo del trasporto pubblico anche integrato con quello privato. Troppo spesso le politiche di regolazione della mobilità e gli investimenti sulla mobilità sono stati dettati dall'esigenza di superare le criticità che via via si presentano cercando di non perdere consenso elettorale. Governance, politiche e incentivi svolgono un ruolo importante nel plasmare i sistemi di trasporto e mobilità e governano, su scale diverse, lo sviluppo e l'implementazione di diverse tecnologie e modalità di trasporto. Senza politiche coraggiose, basate su una visione a lungo termine e accompagnate da adeguate risorse economiche, l'offerta tecnologica, qualunque essa sia, non potrà, da sola, garantire una maggiore sostenibilità e resilienza delle città. In altri termini, la qualità della vita nelle città dipende anche dalla condizione di mobilità, in carenza di una mobilità di qualità la città perde attrattività nel tempo. Politiche e governance dovrebbero fornire un contesto di più alto livello all'interno del quale gli strumenti di piano o i piani strategici (quali i PUMS, Piani Urbani della Mobilità sostenibile) trovano attuazione.

Ovviamente pianificare a decine di anni di distanza non è banale. Oggi-giorno tutti noi usiamo gli smartphone, nel mondo si stima ce ne siano circa 7,21 miliardi. Eppure, sono passati meno di 20 anni dalla presentazione di Steve Jobs del primo iPhone nel gennaio 2007, il primo modello di smartphone di Apple che ha rivoluzionato il settore con il suo schermo tattile, l'interfaccia utente e la combinazione di funzioni di iPod, telefono e navigazione Internet in un unico dispositivo. Questo semplice esempio ci induce ad effettuare previsioni con cautela su come saranno i veicoli e, allargando il campo, le soluzioni di mobilità tra 25 anni, nel 2050.

Allo stato attuale possiamo dare per scontato che intorno al 2050 ci sarà un'ampia diffusione di EV, veicoli elettrici², sebbene con differenze tra le

² Nelle statistiche sono spesso compresi all'interno degli EV sia i BEV, Battery Electric Vehicles, cioè i veicoli elettrici puri senza un propulsore termico, sia i PHEV, Plug-in Hybrid

varie aree geografiche, e che gli SDV, Software Defined Vehicles, con diffusa presenza dell'IA, saranno la normalità. Inoltre la guida autonoma sarà più diffusa, almeno in alcuni ambiti ben definiti. Su altri aspetti le tendenze sono molto più difficili da interpretare. Nel seguito si prova quindi a immaginare come potrebbe evolvere la mobilità veicolare nei prossimi anni, assumendo anche di poter fare qualche volo pindarico.

L'elettrificazione dei veicoli

Partiamo dall'inquadramento del mercato attuale. Si stima che il parco veicolare leggero globale (auto e veicoli commerciali leggeri, escludendo i mezzi a due e tre ruote) superi 1,5 miliardi di unità. L'analisi geografica del parco circolante evidenzia la massiccia base di ICE esistente: l'Asia/Oceania detiene la quota maggiore con 619 milioni di veicoli, seguita dall'Europa con 431 milioni (di cui 282 milioni nell'UE) e dal Nord America con 370 milioni.

Nel 2024, le vendite totali di auto a livello globale hanno raggiunto circa 74.6 milioni di unità con le vendite di auto elettriche che hanno superato i 17 milioni a livello globale, raggiungendo una quota di mercato superiore al 20%. La percentuale è fortemente dipendente dal mercato cinese dove sono state vendute 11 milioni di auto elettriche.

Nonostante l'accelerazione nelle vendite, l'elettrificazione rappresenta ancora una frazione limitata del parco auto totale. Alla fine del 2024, lo stock totale di auto elettriche BEV ed elettriche plug-in PHEV circolanti a livello globale ha raggiunto quasi 58 milioni di unità. In relazione a un parco totale che supera il miliardo e mezzo di veicoli, questa cifra si traduce in una penetrazione di circa il 3.5% nel parco veicoli leggeri globale. Sebbene questo rappresenti un traguardo significativo rispetto agli anni precedenti, il dominio dei veicoli ICE/HEV, che rappresentano oltre il 96% dello stock, sottolinea la lentezza intrinseca del tasso di sostituzione della flotta.

Questa disuguaglianza (vendite EV al 22% contro uno stock EV al 3.5%) riflette il lungo ciclo di vita tipico dei veicoli (15-20 anni). Anche un rapido passaggio al 100% di vendite EV richiederebbe oltre un decennio per sostit-

Electric Vehicles, con batteria ricaricabile dall'esterno mediante colonnine o wall box, dove convivono propulsione elettrica e termica. Con HEV si intendono le vetture ibride, che possono presentare architetture e tensioni di funzionamento molto diverse. In genere si distingue tra veicoli mild hybrid, dove il motore termico è sempre acceso durante il moto, e full hybrid, che possono spostarsi anche per qualche km con motore termico spento. Negli HEV le batterie sono di piccole dimensioni (fino a circa 2 kWh) e sono ricaricate dal motore termico o mediante rigenerazione durante i rallentamenti. Con ICE, Internal Combustion Engine, ci si riferisce in genere a gruppi propulsivi classici, con il solo motore termico.

tuire completamente la flotta ICE esistente. Ne consegue che gli obiettivi di riduzione delle emissioni e il raggiungimento del picco della domanda di petrolio per trazione non dipendono solo dalla stimolazione della domanda di nuovi EV, ma anche dall'implementazione efficace di politiche che incentivino la dismissione anticipata dei veicoli ICE più obsoleti e inquinanti.

Quando si pensa ai vantaggi derivanti dall'elettrificazione dei veicoli, e delle auto in particolare, si parla spesso di veicoli a emissioni zero per lo più riferendosi alle emissioni di gas climalteranti³ legate all'utilizzo dei combustibili fossili. In realtà c'è un poco di confusione in merito, legata anche a errati messaggi provenienti dagli organi di informazione.

Le emissioni su scala mondiale dei gas climalteranti ammontano ad oltre 50 miliardi di tonnellate all'anno. Circa il 14% derivano dal sistema dei trasporti, e il solo trasporto su gomma concorre con circa il 12%. Su scala Unione Europea a 27 paesi, il settore dei trasporti è responsabile per circa il 26% di emissioni di gas climalteranti. A questo 26% la modalità di trasporto su gomma concorre per circa un 73% e, infine, all'interno del 73% le autovetture contribuiscono per circa il 60%. In sintesi, nell'UE-27 circa l'11% delle emissioni è legato al consumo di combustibili da parte degli autoveicoli. Corrisponde grosso modo allo 0,7% delle emissioni totali su scala mondiale. Per avere un parametro di confronto, lo 0,7% è grosso modo anche il contributo dell'Italia alle emissioni mondiali totali, mentre l'UE-27 concorre per circa il 6% del totale. Queste percentuali ci dicono che, se da una parte le politiche per ridurre le emissioni di gas serra sono sicuramente auspicabili, è altresì vero che, se non vengono applicate su larga scala, i risultati ottenuti sono minimi.

Inoltre, se consideriamo l'intero ciclo di vita del prodotto (dall'estrazione delle materie prime necessarie per la produzione alla dismissione a fine vita dei veicoli) diverse fonti ci dicono che, a tecnologie attuali, una vettura elettrica consente un risparmio in termini di emissioni di gas climalteranti di circa il 50% rispetto ad una vettura termica di classe equivalente. Quindi siamo ben distanti da emissioni zero climalteranti.

Non avendo combustione termica, durante l'uso i veicoli elettrici si avvicinano a circa zero emissioni inquinanti (PM, NO_x; SO_x, ecc.), con intuitivi vantaggi specie in ambito urbano in termini di qualità dell'aria. Ovviamente

³ I principali gas climalteranti, responsabili dell'innalzamento della temperatura media terrestre, sono l'anidride carbonica CO₂, il metano, il protossido di azoto, e alcuni gas fluorurati. Sono gas in larga parte derivante dall'uso di combustibili fossili, e da altra attività antropiche. Chi desiderasse approfondire il tema può fare riferimento a "La fisica del cambiamento climatico" di Lawrence M. Krauss, Raffaello Cortina Editore, 2022. Le emissioni di gas climalteranti vanno distinte dalle emissioni di gas inquinanti in senso stretto, in quanto tossiche per la salute degli esseri viventi. Sono gas inquinanti il monossido di carbonio (CO), i particolati (PM₁₀, PM_{2,5}), il biossido di zolfo (SO₂), gli idrocarburi incombusti (HC), l'ozono (O₃), ecc.

ogni riduzione delle emissioni inquinanti è auspicabile e benvenuta, anche se è bene ricordare, come evidenziato dagli annuali rapporti dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA, 2025) che il traffico veicolare, specificatamente delle autovetture, non è il principale responsabile delle emissioni inquinanti tossiche.

Inoltre, nell'ottica di una sostenibilità olistica, come intesa per esempio nell'agenda 2030 dell'ONU, vi sono ancora aspetti non sempre trasparenti legati ai processi di estrazione e raffinazione delle materie prime necessarie per la produzione delle batterie e in particolare alle cosiddette materie rare: sfruttamento delle persone, inquinamento di terreni e falde acquifere, ecc.⁴

In sintesi, la strada verso l'elettrificazione dei veicoli è tracciata ed auspicabile per diverse ragioni, non ultimo il rendimento energetico della propulsione elettrica molto migliore rispetto a quello della propulsione termica, ma con tempistiche più lunghe rispetto a quelle ipotizzate ancora pochi anni or sono, con diffusione diverse nelle varie aree geografiche e con alcuni aspetti, e relative criticità, che andrebbero meglio analizzati.

In prospettiva, molta della competitività e accettabilità della propulsione elettrica è legata ai futuri sviluppi tecnologici delle batterie. Più che le tecnologie e le chimiche in senso stretto, all'utente interessano la riduzione dei costi per kWh, i tempi di ricarica della batteria, l'aumento della densità energetica in Wh/kg per ridurre la massa e i volumi dei veicoli a parità di autonomia. E ovviamente peserà nelle scelte il costo dell'energia elettrica per le ricariche. Come noto i prezzi dell'energia in Italia sono significativamente più elevati di quelli registrati in altri paesi. A solo titolo di esempio si può vedere quanto riportato dal sito Charge Planner (Charge Planner, 2025) che confronta i prezzi medi per la ricarica, IVA esclusa, praticati in diversi paesi.

Senza pretesa di esaustività si possono fare alcuni cenni su ciò che è atteso in prospettiva nel prossimo decennio.

Il costo del pacco batteria, che storicamente ha rappresentato uno dei maggiori ostacoli alla diffusione dei veicoli elettrici, sta subendo un rapido e costante declino. Il costo medio per kWh, che nel 2021 si attestava intorno ai \$160, è proiettato a scendere drasticamente fino a una media di \$80 per kWh entro il 2030. Questa tendenza di riduzione dei prezzi è talmente accelerata che alcune analisi ipotizzano che i prezzi possano dimezzarsi già entro il 2026, superando le aspettative precedenti. Il raggiungimento della soglia critica di \$80/kWh entro il 2030 fa ipotizzare che il costo di un veicolo elettrico sarà inferiore a quello di uno equivalente con motore termico. Una bat-

⁴ Sul tema si può vedere Guillaume Pitron (2024), *La guerra dei metalli rari*. Roma: Luiss University Press.

teria da 100 kWh, che garantirebbe una autonomia reale dell'ordine di 500 km, costerebbe quindi circa 8000 \$.

In termini di densità energetica, l'obiettivo per il mercato di massa dei veicoli passeggeri ad alta autonomia (oltre 500 km di range) è raggiungere diverse centinaia di Wh/kg in energia specifica. Per avere un raffronto, la prima Ferrari a propulsione elettrica avrà un pacco batterie da 122 kWh con una densità energetica complessiva di 195 Wh/kg e di 305 Wh/kg per la singola cella della batteria. È possibile che intorno al 2050 si possano raggiungere densità energetiche dell'ordine di 1 kWh/kg grazie a chimiche e tecnologie diverse da quelle attuali.

Una delle innovazioni più attese è l'adozione delle batterie allo stato solido (Solid-State Batteries, SSB) in quanto costituiscono un potenziale game-changer tecnologico del prossimo decennio. Le SSB sostituiscono l'elettrolita liquido infiammabile delle Li-ion convenzionali con un elettrolita solido. Questo cambiamento offre vantaggi legati alla maggiore densità energetica, maggiore sicurezza (l'elettrolita solido elimina il rischio di fuga termica associato agli elettroliti liquidi) e a ricariche più veloci. Sebbene la tecnologia sia matura a livello di laboratorio, la transizione alla produzione di massa introduce sfide che ne stanno posticipando l'adozione.

In merito alla velocità di ricarica è utile ricordare che essa è limitata dall'architettura elettrica del veicolo e dalle capacità termiche della batteria. Sono già state presentate architetture a 1000 V e colonnine di ricarica con potenza di 1000 kW in CC, permettendo di trasferire potenze molto più elevate con correnti inferiori, riducendo le perdite di calore e accelerando significativamente il processo di ricarica. Tali architetture sono però destinate a vetture di fascia alta nel breve termine ed è difficile ipotizzare al momento un'ampia diffusione di colonnine con potenze di 1000 kW.

Più interessante sarebbe la diffusione capillare di sistemi di ricarica in AC, che facilitino la ricarica durante la sosta anche a chi non ha la possibilità di ricaricare in un box o a casa propria, magari cercando di integrare i punti di ricarica nell'arredo urbano. Per esempio, A2A sta testando i City Plug Lamp, lampioni dotati di prese per la carica dei veicoli elettrici, mentre in Germania Rheinmetall ha integrato i punti di erogazione dell'energia nel marciapiede in modo da ricaricare direttamente a bordo strada. In prospettiva anche la ricarica wireless induttiva per trasferire energia tramite campi elettromagnetici potrebbe risultare interessante, eliminando la necessità di cavi e consentendo la ricarica semplicemente parcheggiando sopra una base annegata nello stallo del parcheggio.

La guida autonoma

Lo considero un problema risolto. Sappiamo esattamente cosa fare e ci arriveremo tra qualche anno.

Questo è quanto dichiarava Elon Musk, CEO di Tesla, alla conferenza sui processori grafici di Nvidia Corp. a San Jose, in California nel 2015.

In realtà, a distanza di dieci e più anni siamo ancora ben distanti da una guida autonoma che non sia di tipo sperimentale e confinata ad alcuni contesti. È corretto dire che, se Musk è stato forse il più prolifico ed ottimista nelle sue dichiarazioni, anche altri rappresentanti di case automobilistiche sono stati inizialmente troppo fiduciosi sui tempi di sviluppo della guida autonoma.

Per comprendere lo stato attuale e le previsioni future della guida autonoma, è essenziale partire dalla standardizzazione della Society of Automotive Engineers (SAE), che classifica l'automazione su una scala da Livello 0 (automazione assente) a Livello 5 (Completa automazione, in pratica il conducente può non essere presente e il veicolo potrebbe non avere i classici organi di controllo, come il volante o i pedali). Attualmente in Italia sono commercializzati veicoli fino al livello L2, con sistemi più o meno sofisticati di ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) che rendono la guida più sicura e confortevole, ma dove è sempre richiesta l'attenzione da parte del guidatore che resta l'unico responsabile di ciò che succede. In termini di sviluppo, l'attenzione strategica si concentra sui livelli che rappresentano il vero salto di paradigma: il Livello 3 (Guida Condizionale, il guidatore può distarsi e dedicarsi ad altre attività ma deve essere sempre pronto a riprendere il controllo del veicolo nel caso questo lo richieda) e il Livello 4 (Guida Elevata, la guida è completamente automatizzata in contesti limitati, per esempio servizi di robotaxi in aree ristrette della città).

Attuare l'automazione da L3 in su rappresenta una sfida non solo tecnologica in quanto richiede anche un adeguato contesto normativo e assicurativo, con la chiara definizione dei profili di responsabilità⁵.

Nonostante le sfide normative e di accettazione, l'automazione rappresenta una traiettoria di investimento irreversibile. I driver di crescita principali per il mercato della guida autonoma sono molteplici e interconnessi. In

⁵ La possibilità di legalizzare la guida autonoma L3 è stata sbloccata a livello internazionale grazie alle modifiche apportate alla Convenzione di Vienna sulla circolazione stradale da parte dell'UNECE. Queste modifiche, entrate in vigore dal luglio 2022, stabiliscono che quando il veicolo utilizza un sistema di guida automatica si può considerare soddisfatto il requisito della convenzione di avere un conducente, a condizione che tale sistema sia conforme alle regolamentazioni tecniche nazionali e agli strumenti giuridici internazionali applicabili.

primo luogo, c'è la forte domanda di maggiore sicurezza, in quanto, consentendo di eliminare l'errore umano, si dovrebbero ridurre drasticamente gli incidenti stradali che annualmente causano oltre 1,3 milioni di vittime a livello globale. È appena il caso di ricordare che ridurre l'incidentalità e le vittime sulle strade è un aspetto di sostenibilità, peraltro ricorrente in alcuni indicatori target dell'Agenda 2030 dell'ONU.

Per avere un esempio dell'attuale avanzamento nei sistemi di guida autonoma si può fare riferimento al Mercedes-Benz Drive Pilot che offre un L3 con la possibilità, in condizioni operative specifiche, di distogliere lo sguardo dalla strada. Il sistema opera in condizioni di traffico moderato o intenso, su autostrade approvate e certificate, e a velocità che possono raggiungere i 95 km/h. Per garantire la ridondanza e la sicurezza necessarie, il sistema impiega una vasta gamma di sensori avanzati, tra cui radar, telecamere, sensori a ultrasuoni e, fondamentale, il Light Detection and Ranging (LiDAR). Quando il Drive Pilot è attivo, il veicolo è automatizzato e il conducente può sfruttare funzionalità di intrattenimento sul display centrale, come guardare video o giocare, purché rimanga pronto a riprendere il controllo quando richiesto dal sistema.

Secondo una analisi di Mckinsey (Mackinsey, 2025), entro il 2035, la guida autonoma potrebbe generare un fatturato compreso tra 300 e 400 miliardi di dollari.

Dai veicoli connessi e cooperativi agli SDV-Software Defined Vehicles

Nella già citata comunicazione della Commissione Europea “Strategia per una mobilità sostenibile e intelligente: mettere i trasporti europei sulla buona strada per il futuro” viene dato ampio spazio all'esigenza di digitalizzare il sistema dei trasporti in particolare all'interno della iniziativa Faro 6 (trasformare in realtà la mobilità multimodale connessa e automatizzata) e della iniziativa 7 (innovazione, dati e intelligenza artificiale per una mobilità intelligente). Nella comunicazione si legge, tra l'altro che:

- L'UE deve sfruttare pienamente le soluzioni digitali intelligenti e i sistemi di trasporto intelligenti (ITS). I sistemi connessi e automatizzati hanno enormi potenzialità per migliorare profondamente il funzionamento dell'intero sistema dei trasporti e contribuire al raggiungimento dei nostri obiettivi di sostenibilità e sicurezza.
- L'Europa deve cogliere le opportunità presentate dalla mobilità connessa, cooperativa e automatizzata (CCAM) al fine di rendere realtà la trasformazione digitale del settore dei trasporti, l'UE deve garantire che siano posti in

essere gli abilitatori digitali fondamentali, tra cui i componenti elettronici per la mobilità, le infrastrutture di rete, le risorse cloud-to-edge, le tecnologie e la governance dei dati, nonché l'intelligenza artificiale.

- L'intelligenza artificiale (IA) sta diventando determinante per l'automazione dei trasporti in tutti i modi di trasporto.
- La trasformazione digitale del settore dei trasporti e della mobilità richiede ulteriori sforzi in relazione a disponibilità, accesso e scambio di dati.

In un contesto così innovativo e ricco di sfide si inserisce la trasformazione in atto dell'industria automobilistica, guidata dalla convergenza tra mobilità, connettività e digitalizzazione, trasformazione che culmina nei Software-Defined Vehicle (SDV).

In una ricerca IBM (IBM, 2025), si mette in luce che lo SDV trascende la tradizionale funzione di mezzo di trasporto, affermandosi come una piattaforma hardware intrinsecamente adattiva, connessa e intelligente, dove la differenziazione e il valore operativo sono determinati primariamente dal software. Questa transizione rappresenta un cambiamento di paradigma radicale per le case automobilistiche, spostando la competizione dall'eccellenza meccanica alla supremazia nel dominio del software. La ricerca IBM prevede che entro il 2030, una quota pari al 90% di tutte le innovazioni relative ai veicoli deriverà dal software. L'evoluzione degli SDV è legata alla riorganizzazione dell'architettura elettrica/elettronica del veicolo. I sistemi automobilistici tradizionali sono caratterizzati da architetture distribuite, dove ogni funzione principale era controllata da una piccola, dedicata Electronic Control Unit (ECU). Questo approccio ha portato a complessità nel cablaggio, integrazione rigida e difficoltà negli aggiornamenti post-vendita. L'obiettivo fondamentale della trasformazione è la riduzione di queste decine di ECU indipendenti, arrivando a una architettura zonale dove vengono utilizzati pochi performanti computer centrali (HPC) capaci di eseguire contemporaneamente molteplici funzioni. La centralizzazione del calcolo semplifica l'architettura del cablaggio, e aumenta la flessibilità anche tramite gli aggiornamenti over-the-air (OTA) da remoto del software fornendo così nuove funzionalità e miglioramenti delle prestazioni e della sicurezza. Questa flessibilità permette maggiori possibilità di personalizzazione dei veicoli e di abbonarsi a funzionalità diverse anche dopo l'acquisto del mezzo. Ovviamente anche l'AI ha e avrà un ruolo sempre più rilevante negli SDV. L'architettura centralizzata degli SDV è concepita per supportare l'AI e il Deep Learning, per esempio essenziali per addestrare reti neurali per i veicoli autonomi (AV).

I SDV consentiranno, come in qualche caso già avviene, agli utenti di acquistare o abbonarsi a funzionalità dopo l'acquisto del veicolo (FoD, Fea-

tures on demand), per esempio legate a funzionalità di guida autonoma più avanzate, a servizi web, financo alla possibilità di aumentare le prestazioni della vettura. In pratica la vettura è predisposta per tutta una serie di servizi o upgrading attivabili pagando anche a distanza di tempo dall'acquisto. Ovviamente questo scenario apre interessanti prospettive per le case automobilistiche, con flussi economici ricorrenti post-vendita.

Non è detto che però il mercato sarà, almeno in una fase iniziale, così favorevole ad acquistare servizi per i quali il veicolo è già predisposto in partenza e quindi a pagare per attivarli. Forse si potrebbe ipotizzare che strategie commerciali di questo tipo abbiano maggiore successo verso la clientela orientata al noleggio a lungo termine, e quindi già psicologicamente predisposta a pagare rate mensilmente.

Un nuovo modello di business?

Come già accennato, la diffusione degli SDV potrebbe spostare lo storico modello di business delle case automobilistiche: più che sulla vendita del veicolo la redditività potrebbe arrivare dalla vendita di nuove funzionalità, servizi e aggiornamenti, anche OTA (over the air). Le case quindi avrebbero minore necessità di vendere veicoli per di più in mercati spesso saturi. Inoltre la propulsione elettrica, rispetto a quella termica, necessita di minori interventi manutentivi e, tecnologie delle batterie permettendo, si potrebbe quindi ipotizzare che tra venti o trent'anni la vita utile dei veicoli sia ben superiore ai circa 200 o 300.000 km, tipicamente considerati il limite attuale in condizioni di corretta manutenzione. Magari si potrebbero introdurre delle fasi di revamping dei veicoli, già a tal fine progettati, con lo scopo di aggiornare alcune componenti meccaniche sempre presenti (p.e. sospensioni e sistemi frenanti), rigenerare alcune componenti più usurate e magari aggiornare anche esteticamente alcuni dettagli. In pratica, con costi ben inferiori all'acquisto di un veicolo nuovo, il proprietario potrebbe avere sempre un veicolo aggiornato, sicuro e anche gratificante esteticamente.

Qualora fattibile, un approccio del genere consentirebbe anche di ridurre le emissioni climalteranti legate al ciclo di vita del veicolo e ridurrebbe l'esigenza di materie prime o riciclate per la fabbricazione di nuovi veicoli.

Per avere un'idea del fabbisogno di materia ci si può riferire ai dati EPA (<https://www.epa.gov/automotive-trends/explore-automotive-trends-data>). Il peso medio di un veicolo moderno, includendo tutte le classi (dalle berline ai SUV e ai veicoli elettrici), è stimato nel 2024 di circa 2.000 kg, mentre nel 2000 era di circa 1700 kg.

Un esempio: nel 1975 la Volkswagen Golf era lunga circa 3,7 metri, larga 1,6 m e aveva una massa di circa 800 kg; nel 2025 la Golf è lunga circa 4,3 metri, larga quasi 1,8 m e ha una massa compresa tra i 1400 e i 1600 kg circa a seconda del propulsore adottato. La ID.3, una EV Volkswagen equipollente alla Golf, presenta masse che variano a seconda del modello da 1700 a 1900 kg.

Certo le due Golf del 1975 e del 2025 non sono neanche lontanamente confrontabili per sicurezza, prestazioni e comfort, ma il fenomeno di crescita dimensionale delle vetture ha interessato tutti i modelli e la tendenza verso l'aumento della massa media per veicolo è anche legato alla crescente popolarità dei SUV e nonché dall'integrazione di pacchi batteria pesanti nei veicoli elettrici a batteria o BEV.

Moltiplicando la massa media per il volume di veicoli prodotti nel 2024, si ricava che l'industria produce ogni anno una massa totale di veicoli che si aggira intorno ai 157 milioni di tonnellate. È appena il caso di ricordare che le materie prime necessarie implicano processi di estrazione, raffinazione e lavorazione, con grandi dispendi di energia e spesso causa di inquinamento atmosferico e delle acque. E per avere una idea di come l'uomo abbia sfruttato le risorse terrestri si può osservare che gli oggetti creati dall'uomo utilizzando diverse materie prime stanno superando in peso la biomassa terrestre, cioè la massa di tutti gli esseri viventi animali o vegetali. Tutte le infrastrutture e i manufatti della vita quotidiana realizzati dall'uomo pesano oggi più di mille miliardi di tonnellate e la quantità di nuovi materiali prodotti ogni settimana equivale al peso corporeo medio di tutti gli 8 miliardi di persone.

Inoltre, l'energia media richiesta per la produzione di veicoli è di 42 MJ/kg per veicolo, dove l'estrazione mineraria e i processi di produzione dei materiali rappresentano il 68% del consumo totale (Sato, Nakata, 2020).

I precedenti sintetici dati ben illustrano l'opportunità di allungare la vita dei veicoli nell'ottica di una maggiore sostenibilità.

L'esigenza di una visione olistica della mobilità

Secondo l'annuario statistico dell'ACI (ACI, 2025) in Italia il rapporto autovetture/popolazione residente è in crescita e pari a 701 auto × 1000 abitanti.

Le vetture circolanti attualmente in Italia sono circa 41,3 milioni (erano 32,5 milioni nel 2000), con una età media, sempre più alta, di 13 anni e le auto Euro 0-3, che hanno almeno 19 anni, sono poco meno di 1 su 4, il 24% circa del totale.

Anche nei centri maggiori vi è una quota significativa di veicoli circolanti appartenenti alle categorie emissive più vecchie (CNR, 2023).

Inoltre, nel 2023, quasi il 65% degli spostamenti complessivi è stato soddisfatto dalle “quattro ruote” (ISFORT, 2024).

La sintesi dei dati presentati sin qui ci dicono che:

- due terzi degli spostamenti degli Italiani avviene in auto, con veicoli in larga parte anziani, inquinanti e privi di ADAS avanzati;
- le vetture più recenti presentano ingombri e masse rilevanti risultando poco idonei agli spostamenti nelle città;
- la terza voce di spesa delle famiglie italiane è fortemente dipendente dal possesso di veicoli;
- la congestione stradale nelle cittadine in assenza di politiche adeguate è destinata ad aumentare.

Ne consegue l’esigenza di nuovi modelli di mobilità, in parte già noti, basati sul rafforzamento del trasporto pubblico di qualità, sull’incentivare la mini e micromobilità, anche dedicandole spazi adeguati, sulla promozione della mobilità condivisa, ecc. Sono modelli che richiedono contesti normativi “ad hoc”, investimenti economici, diffusione di approcci culturali nuovi. Non rientra in questo capitolo approfondire il tema dei nuovi modelli di mobilità, però ci si può chiedere come questi potrebbero promuovere la diffusione di veicoli più idonei agli spostamenti in ambito urbano, in altri termini più sostenibili.

Se pensiamo alla micromobilità ci si riferisce al trasporto tramite veicoli leggeri, tra cui biciclette, e-bike, monopattini elettrici (e-scooter) e ciclomotori elettrici a due ruote, utilizzati per spostamenti a breve distanza. Questi veicoli possono essere a propulsione umana o elettrici e possono essere privati o condivisi. McKinsey (McKinsey, 2025), stima che il mercato globale della micromobilità possa raggiungere i 550 miliardi di dollari nel 2035, triplicando all’incirca il valore attuale.

A livello di esempio, una ricerca di IMARC Group (IMARC, 2025) valuta che il mercato globale delle sole e-bike sia stato di oltre 26 miliardi di dollari nel 2024 e che supererà i 45 miliardi di dollari entro il 2033, con un CAGR del 6,22% dal 2025 al 2033.

Anche per le e-bike è lecito attendersi che la crescita del mercato sarà accompagnata con progressi nelle tecnologie delle batterie, in analogia a quanto avverrà nel comparto automotive, con servizi evoluti nella gestione dei servizi condivisi e nella gestione delle flotte condivise, servizi anche agevolati dalla diffusione della IA e dall’inserimento in piattaforme MaaS.

Nell’ottica di ridurre l’impatto della mobilità basata sulle attuali autovetture private, sembra logico prevedere lo sviluppo di soluzioni di mini-mobilità per esempio basati sui veicoli di categoria L6 e L7 (le cosiddette microcar) e di E-car di cui si sta recentemente discutendo su scala europea. Quest’ultime

sarebbero veicoli elettrici di cui sono ancora da definire le caratteristiche, ma di massima assimilabili alle famose kei-car giapponesi. Private o condivise avrebbero dimensioni, masse, autonomie e potenze limitate ma adeguate ai tipici spostamenti giornalieri in area urbana o suburbana. Per avere un termine di riferimento le attuali kei-car giapponesi devono avere lunghezza massima di 3,40 m, larghezza massima di 1,48 m, altezza massima di 2 m e cilindrata del motore non superiore a 660 cc, con una potenza massima di 64 CV. Oltre a essere più economiche rispetto a vetture tradizionali, le kei-car in Giappone usufruiscono di regimi di tassazione favorevoli e, per chi abita a Tokyo, non è necessario per il loro acquisto dimostrare di avere un posto auto in cui parcheggiarla, obbligo esistente per una vettura tradizionale.

Una e-car o kei-car sarebbe idonea per la maggior parte degli spostamenti, mentre in caso di saltuari viaggi più lunghi si potrebbe ricorrere al noleggio.

In prospettiva l'accesso ai centri urbani potrebbe essere consentito solo a soluzioni di micro e mini-mobilità, privata o condivisa, supportate da una forte integrazione con i sistemi di TP, magari tramite la realizzazione di *mobility hub*, cioè punti della rete di trasporto (p.e. in prossimità di stazioni) che integrano diverse modalità: dal trasporto pubblico di massa, alla mobilità condivisa, alla micromobilità (UITP, 2025). Tramite i *mobility hub* si garantirebbe il trasferimento tra le modalità agevolando la connettività del primo e ultimo miglio. Tra l'altro le società di TP potrebbero avere un ruolo proattivo nella gestione dei *mobility hub* e dei servizi tesi ad agevolare gli spostamenti di primo e ultimo miglio, anche attraverso i MaaS.

Sitografia

- ACI (2025). <https://aci.gov.it/comunicati-stampa/annuario-statistico-2025-tutti-i-numeri-delle-auto-in-italia>.
- Charge Planner (2025). <https://chargeplanner.retailsonar.com/blog/ev-charging-in-frastructure-europe>.
- CNR (2023). https://iia.cnr.it/wp-content/uploads/2023/05/rapporto_mobilitaria_2023.pdf.
- European Commission (2020). <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9781f65f-8448-11ea-bf12-01aa75ed71a1/language-en>.
- European Commission, DG Move (2024). <https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/c99d5d85-8c3a-11ef-a130-01aa75ed71a1>.
- IBM (2025). <https://www.ibm.com/it-it/think/topics/software-defined-vehicle>.
- IMARC (2025). <https://www.imargroup.com/e-bike-market>.
- ISFORT (2024). https://www.isfort.it/wp-content/uploads/2024/11/21_Rapporto-Mobilita_Sintesi.pdf.

- ISPRA (2025). <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/rapporti/italian-emission-inventory-1990-2023-informative-inventory-report-2025>.
- McKinsey (2025). <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/autonomous-drivings-future-convenient-and-connected>.
- McKinsey (2025). <https://www.mckinsey.com/features/mckinsey-center-for-future-mobility/focus-areas/new-forms-of-mobility>.
- MIT (2024). <https://www.mit.gov.it/node/20030>.
- Our World in Data (2025). <https://ourworldindata.org/grapher/population-regions-with-projections>.
- UITP (2025). <https://www.uitp.org/wp-content/uploads/sites/7/2025/04/Policy-Brief-Mobility-hubs-web.pdf>.

(Sitografia aggiornata a dicembre 2025).

Riferimenti bibliografici

- Sato, F. E. K., & Nakata, T. (2020). Energy Consumption Analysis for Vehicle Production through a Material Flow Approach. *Energies*, 13(9), 2396. DOI: 10.3390/en13092396.
- ONU (2016). *Mobilizing sustainable transport for development, Analysis and Policy Recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2375Mobilizing%20Sustainable%20Transport.pdf>.

MOBILITY AS A SERVICE: UN NUOVO PARADIGMA PER LA MOBILITÀ DEL FUTURO VERSO IL 2050

di *Tiziano Pavanini*

4.1. Introduzione

La mobilità urbana è diventata sempre più una sfida per le amministrazioni locali, con problemi legati a congestione del traffico, riduzione delle aree verdi, inquinamento acustico e atmosferico e predominanza delle auto private (Sanchez-Sepulveda et al., 2024). Queste difficoltà hanno origine dai modelli di pianificazione degli anni '60 del secolo scorso, che davano priorità alle automobili e alle reti stradali, marginalizzando le infrastrutture pedonali e ciclabili (Bircu et al., 2024). Di conseguenza, oggi le città devono fare i conti con le esternalità negative generate da questo approccio incentrato sull'auto (van Essen et al., 2019).

Una delle risposte innovative a questi problemi è l'ascesa della mobilità condivisa (o *sharing mobility*). Questo modello riflette i nuovi atteggiamenti degli utenti, in particolare tra le giovani generazioni, che sono meno interessate al possesso di un'auto (Hjorthol, 2016). Al contrario, apprezzano l'accesso temporaneo e flessibile ai veicoli, che offre sia convenienza economica che adattabilità (Giacon, 2018). Anche le crisi hanno svolto un ruolo importante nel cambiamento dei comportamenti di mobilità: eventi come la crisi finanziaria del 2008-2010 e la pandemia di Covid-19 hanno agito da catalizzatori per il passaggio alla mobilità sostenibile. Le generazioni più giovani sono particolarmente sensibili a questi cambiamenti, poiché tendono a preferire soluzioni di spostamento rispettose del clima.

L'evoluzione tecnologica del settore dei trasporti ha consentito dunque alla luce di questi cambiamenti, la crescita della Mobility as a Service (MaaS): una piattaforma integrata che combina diverse modalità di trasporto in un unico servizio di facile utilizzo. Il suo scopo principale è quello di so-

stituire le auto private con opzioni sostenibili, riducendo così l'inquinamento, gli incidenti stradali e i costi sanitari.

Allo stesso tempo, consente ai pedoni di riappropriarsi degli spazi urbani precedentemente dominati dai veicoli. Inoltre, integrando più servizi in un unico sistema, MaaS elimina la necessità per gli utenti di passare da un'app all'altra per pianificare, prenotare e pagare i viaggi (cosiddetto “*app-hopping*”) (Ferrari et al., 2021).

A supporto di ciò, un sondaggio condotto in Europa tra il 2019 e il 2020 ha confermato la disponibilità dei cittadini ad abbracciare tale innovazione tecnologica¹. I dati hanno rivelato che più della metà degli intervistati utilizza già app di mobilità sul proprio smartphone e la grande maggioranza si affida a pianificatori di percorso (es. Google Maps) sia nella propria città che quando viaggia all'estero. Circa il 30% utilizza già app collegate al trasporto pubblico, dimostrando una forte familiarità con il digitale, e quasi il 70% dei partecipanti ha espresso interesse verso un'unica app di mobilità integrata, confermando il potenziale successo di MaaS in Europa (FIA, 2020).

La ricerca sulla Mobility as a Service è solo all'inizio, data la natura innovativa di questa tecnologia. Per inquadrarla meglio e comprenderne appieno le dinamiche Arias-Molinales e Garcia-Palomares (2020) hanno individuato le cosiddette “5 Ws”²: “cosa” è il MaaS e come può essere definito esattamente, “dove” si sta sviluppando e “quando”, “come” questo tipo di ecosistema può essere implementato e soprattutto “perché” è utile supportarne la diffusione. In questo contributo cercheremo di affrontare questi punti, al fine di fornire una visione la più possibile chiara ed esaustiva.

Innanzitutto, occorre definire il termine MaaS, reso popolare per la prima volta nel 2014 nel corso del decimo congresso europeo sui sistemi di trasporto intelligenti tenutosi ad Helsinki, Finlandia. A quel tempo, MaaS fu descritta come

un sistema in cui una gamma completa di servizi di mobilità è fornita ai clienti dagli operatori della mobilità (Heikkilä, 2014).

Una definizione più completa è stata fornita qualche anno più tardi da Kamargianni e Goulding (2018):

un sistema di gestione e distribuzione della mobilità centrata sull'utente, multimodale, sostenibile e intelligente, in cui un fornitore di MaaS riunisce le offerte

¹ Studio condotto da Automobile Club Association intervistando 22.406 persone in 10 paesi membri del *EU Mobility Observatory*: Austria, Bulgaria, Danimarca, Francia, Italia, Kosovo, Portogallo, Slovenia, Spagna e Ungheria.

² Dall'inglese “*what*”, “*where*”, “*when*”, “*how*” e “*why*”.

di più fornitori di servizi di mobilità (pubblici e privati) e fornisce agli utenti finali l'accesso ad esse attraverso un'interfaccia digitale, consentendo loro di pianificare e pagare la mobilità senza soluzione di continuità.

Dunque, in estrema sintesi, il funzionamento di una piattaforma MaaS prevede che l'utente, attraverso un'unica applicazione installata sul proprio smartphone, abbia a disposizione un servizio che gli consenta di pianificare lo spostamento e di scegliere quale mezzo di trasporto utilizzare per ciascun tragitto. L'utente, come vedremo più in dettaglio, ha l'opzione di pagare per il singolo viaggio oppure di usufruire di abbonamenti mensili o di tariffe unificate per più mezzi di trasporto differenti, godendo in questo modo di una soluzione realmente *tailor made*.

4.2. Caratteristiche di MaaS

I servizi di trasporto

Per raggiungere l'obiettivo prefissato, è indispensabile mettere a sistema tutti i fornitori di servizi di trasporto, o *Mobility Service Providers* (MSPs), presenti in un dato contesto, sia pubblici (es. autobus, tram e treni) che privati come il *car sharing*, il *bike sharing* o i servizi di noleggio di automobili. In futuro, nell'ottica di estendere l'operabilità di MaaS anche al di fuori dei confini urbani, possono essere integrati anche servizi di trasporto di lungo raggio quali pullman, treni regionali o ad alta velocità, aerei, traghetti e navi. A titolo di esempio, in Tabella 1 sono raffigurati tutti i servizi di trasporto sia pubblici che privati presenti in Jelbi, la MaaS app di Berlino, uno dei casi di maggiore successo a livello globale e con la maggiore presenza di operatori.

Tab. 2 – Tutti i MSPs dell'app Jelbi a Berlino

Categoria	Operatori	Numero operatori
Trasporto pubblico	Autobus, Metro, Traghetti, Tram	1
E-scooter sharing	Voi, Lime, TIER, Bolt	4
Bike sharing	Nextbike, Lime, TIER, Bolt	4
Cargo bike sharing	Sigo, Avocargo	2
E-moped sharing	Emmy	1
Car sharing	Miles, Mobileeee, Sixt Share, Flinkster, Share Now	5
Taxi	Taxi Berlin	1

La tariffazione

La piattaforma MaaS prevede due tipologie di tariffazione distinte, mettendo a disposizione degli utenti un pacchetto di mobilità, definito “*bundle*”, oppure una tariffa a consumo (“*pay-as-you-go*” o “PAYG”) (Ho et al., 2021). Nel primo caso, l’utente sottoscrive un abbonamento, tipicamente mensile, per disporre di un certo ammontare predefinito di servizi di trasporto, espressi in chilometri o minuti. Qualora invece l’utente non intendesse acquistare un pacchetto predeterminato di servizi di trasporto, non sapendo quantificare a priori il proprio utilizzo, egli ha la possibilità di optare per una tariffa a consumo, pagando per l’effettivo utilizzo dei mezzi di trasporto. In Tabella 3 sono rappresentate le diverse opzioni tariffarie proposte da Whim, una delle prime e più importanti MaaS app al mondo (ora non più attiva). L’utente può scegliere tra tre diversi pacchetti di mobilità mensili con fasce di prezzo differenti a seconda dei servizi di trasporto inclusi nell’offerta. Inoltre, come detto, l’utente può sempre optare per un’opzione *pay-as-you-go* senza doversi abbonare al servizio.

Tab. 3 – Piani tariffari di Whim a Helsinki

Piano	Prezzo	Trasporto pubblico	Bici / Taxi (5km)	Auto a noleggio
Whim Urban 30	€59,7 / 30 giorni	Abbonamento HSL ³ 30 giorni	Bici: illimitato, Taxi: €10	€49/giorno
Whim Weekend	€249 / 30 giorni	Abbonamento HSL 30 giorni	Bici: illimitato, Taxi: -15%	Incluso solo nei weekend
Whim Unlimited	€499 / mese	HSL viaggi illimitati	Bici: illimitato, Taxi: illimitato	Illimitato
Whim to Go	Pay as you go	Pay as you go	Bici: non incluso, Taxi: pay as you go	Pay as you go

Il caso di Maas Global, società proprietaria di Whim, è particolarmente emblematico nell’ecosistema della *sharing mobility* e di MaaS in particolare (Maas, 2022). La *startup* di Helsinki è stata pioniera nel settore e ha lanciato la sua app di MaaS già nel 2017, dimostrando di credere fermamente nel potenziale di questa tecnologia. Nel corso degli anni ha esteso la propria presenza anche a Tokyo, Anversa, Vienna, Turku e Birmingham e ha tracciato la strada per molte altre iniziative di MaaS a livello globale (es. Jelbi a Ber-

³ HSL (Helsingin Seudun Liikenne), Autorità regionale dei trasporti di Helsinki.

lino e Floya a Bruxelles). Nonostante il suo successo iniziale però, l'azienda ha dichiarato fallimento nel 2024 a causa dell'insostenibilità del proprio modello di business e, in questo, i *bundles* proposti hanno giocato un ruolo chiave. Nel tempo è emerso come i comportamenti degli utenti indicassero una predilizione per le tariffe a consumo piuttosto che l'acquisto di un abbonamento alla mobilità, evitando in questo modo di vincolarsi ad una sottoscrizione e di pagare in anticipo per i propri spostamenti. Il *business model* di MaaS Global però, fermamente incentrato sull'offerta di *bundles*, anche piuttosto onerosi come il pacchetto *Whim Unlimited* da 499€ al mese, non si è rivelato sostenibile finanziariamente nel lungo periodo comportando il collasso dell'azienda. L'esempio di Whim è rilevante per comprendere l'importanza per i gestori MaaS di proporre soluzioni di mobilità bilanciate e che siano realmente *tailor made* sui comportamenti e le esigenze degli utenti, pena l'esclusione dal mercato.

L'integrazione di diverse attività

Altra caratteristica chiave di MaaS riguarda la capacità di integrare diverse attività all'interno di un'unica piattaforma digitale. Come detto, le funzioni base di questo strumento riguardano pianificazione, prenotazione e pagamento dello spostamento direttamente dal proprio *device* elettronico. Oltre a ciò, è possibile aggiungere ulteriori servizi alla piattaforma che arricchiscono ulteriormente l'esperienza di utilizzo degli utenti (es. previsioni meteo, informazioni sul traffico *real-time*, informazioni sul riempimento dei veicoli, etc.).

Gli attori

L'ecosistema MaaS prevede la presenza di tre attori chiave: gli utenti, che domandano la mobilità di trasporto, i fornitori di tali servizi e i gestori della piattaforma. Oltre a questi soggetti, data la complessità organizzativa e tecnologica di MaaS, è necessario che altri *stakeholders* contribuiscano al corretto funzionamento del sistema (es. amministrazione locale, aziende di gestione dei dati, società che si occupano dei pagamenti digitali, società di *cybersecurity*, etc.). Tabella 4 raggruppa queste categorie.

Tab. 4 – Attori dell'ecosistema MaaS

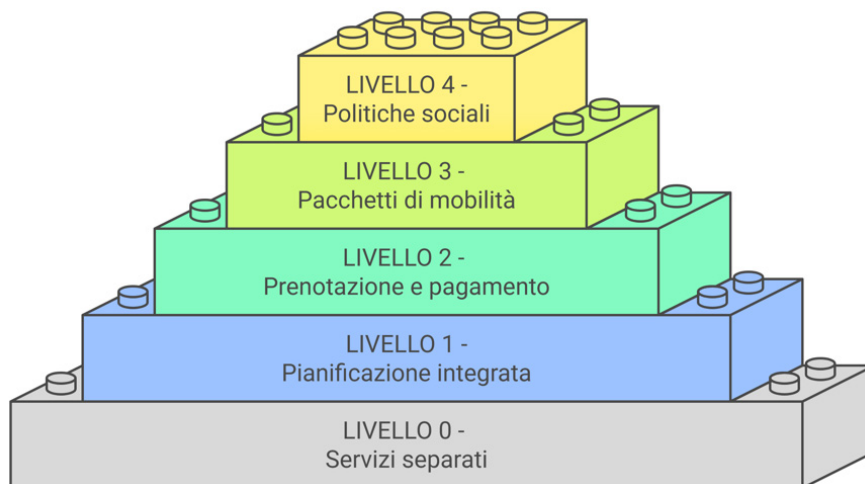
Categoria	Stakeholder
Utenti	Cittadini, pendolari, turisti
Mobility Service Providers (MSPs)	<ul style="list-style-type: none"> • Operatori di trasporto pubblico (autobus, metro, tram, treni, traghetti) • Car sharing, scooter sharing, bike sharing • Servizi taxi e ride-hailing (Uber, Lyft, ecc.) • Operatori di micromobilità (biciclette, monopattini elettrici) • Servizi di parcheggio e park & ride • Operatori ferroviari a lunga percorrenza • Compagnie aeree e marittime (voli, traghetti, crociere)
Fornitori tecnologici	<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppatori di piattaforme e app MaaS • Fornitori di sistemi di pagamento • Fornitori di dati (mappe, GPS, traffico in tempo reale, meteo) • Fornitori di <i>cybersecurity</i> e gestione dati
Istituzioni e regolatori	<ul style="list-style-type: none"> • Governi nazionali • Amministrazioni locali e regionali • Autorità di regolamentazione dei trasporti • Enti sovranazionali (es. Commissione Europea)
Attori economici e sociali	<ul style="list-style-type: none"> • Investitori e venture capital • Sindacati e associazioni di categoria • Associazioni di utenti e consumatori • Settore turistico (hotel, agenzie di viaggio, enti turistici) • Imprese private (adozione MaaS aziendale)
Infrastrutture e servizi complementari	<ul style="list-style-type: none"> • Gestori di strade e autostrade • Fornitori di energia (stazioni di ricarica elettrica, carburanti) • Gestori di hub intermodali (aeroporti, stazioni ferroviarie, porti) • Fornitori IoT e <i>smart city</i>

4.3. Livelli di integrazione MaaS

Ciò che determina lo sviluppo di una piattaforma MaaS sono i suoi livelli di integrazione (Sochor et al., 2018), così come rappresentati in Figura 8. Il livello zero corrisponde alla situazione tipica dei contesti privi di MaaS in cui i servizi di mobilità si presentano separati e l'utente deve utilizzare più app per poter svolgere le attività fondamentali legate al proprio spostamento quali pianificazione, prenotazione e pagamento. Il livello 1 prevede l'integrazione delle informazioni relative a tempi e costi di viaggio ed è il caso

tipico di *Multimodal Travel Planner* quali Google Maps (Google) o Mappe (Apple). A questo stadio gli utenti possono esclusivamente pianificare il proprio viaggio sull'app ma devono poi ricorrere ad altre piattaforme per prenotazione e pagamento. Il livello 2 è considerato il primo vero step per considerare uno scenario MaaS: oltre all'integrazione delle informazioni, a questo stadio è possibile anche prenotare e pagare il proprio viaggio direttamente all'interno dell'app. La sostanziale differenza con il livello successivo risiede nel fatto che al livello 2 i servizi di mobilità vengono venduti separatamente, mentre al livello 3 gli utenti possono usufruire di pacchetti di mobilità (*bundles*) e sottoscrivere i relativi abbonamenti. L'ultimo livello prevede l'inclusione di politiche sociali all'interno della piattaforma: ciò si traduce in incentivi e premi forniti agli utenti che decidono di optare per soluzioni di trasporto a basso impatto ambientale. Non esistono attualmente a livello globale piattaforme MaaS di livello 4.

Fig. 8 – Livelli di integrazione MaaS



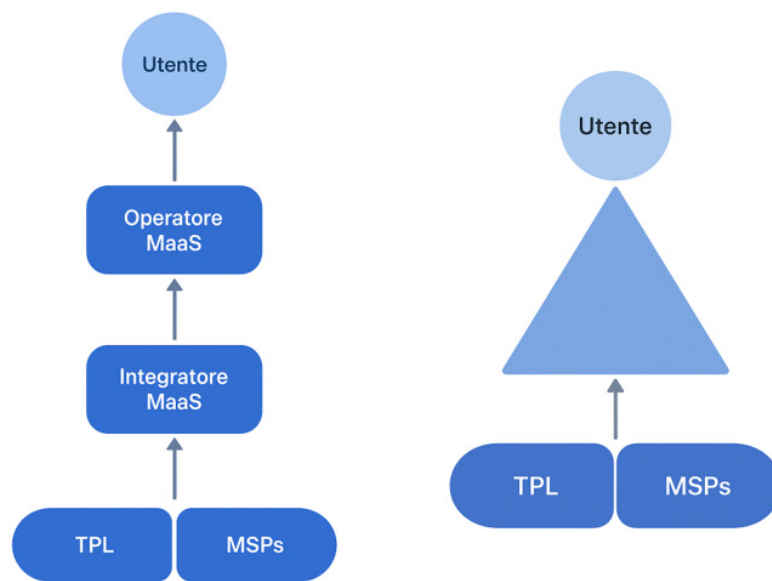
Fonte: elaborazione autore basata su Sochor et al. (2018)

4.4. Le nuove figure MaaS e scenari di governance

Rispetto al livello 0 e 1, ovvero scenari in cui non esistono intermediari tra utenti e MSPs, in un ecosistema MaaS sono due le nuove figure che entrano a far parte del sistema (Smith et al., 2018). Nella catena del valore en-

trano in gioco gli integratori e gli operatori MaaS. I primi, a diretto contatto con i MSPs, riuniscono tutte le offerte di servizi di trasporto e gestiscono le attività di integrazione tecnica, di gestione dei contratti e di compensazione finanziaria. Dopodiché, forniscono quanto raccolto agli operatori MaaS, i quali confezionano queste offerte direttamente agli utenti finali, consentendo loro di pianificare, prenotare e pagare l'uso del trasporto pubblico e di altri servizi di mobilità, attraverso un'unica interfaccia (Figura 9).

Fig. 9 – Nuove figure MaaS e scenario tradizionale



Fonte: elaborazione autore basato su Smith et al. (2018) e Ferrari et al. (2021)

Smith (2020) è stato uno dei primi autori a identificare tre possibili scenari di *governance* per una piattaforma MaaS: uno scenario in cui entrambi i ruoli di integratore e operatore MaaS sono assorbiti da privati e guidati dal mercato (*market-driven*), uno interamente a controllo pubblico (*public-controlled*) e uno di compromesso pubblico-privato (*public-private*), dove il ruolo di integratore MaaS è assunto dal soggetto pubblico e quello di operatore MaaS da attori privati. Le caratteristiche principali, le responsabilità e le tesi a supporto di ciascuno scenario di *governance* sono riportate in Tabella 5.

Tab. 5 – Scenari di governance in MaaS

Scenario di governance	Responsabilità	Caratteristiche principali	Tesi a supporto
Market-driven (guidato dal mercato)	Entrambi i ruoli (integratore e operatore MaaS) sono assunti da soggetti privati (incumbent o start-up).	Il settore pubblico mantiene la gestione del TPL tradizionale e consente ai privati di vendere i biglietti in formato digitale. Deve anche adattare la propria offerta tariffaria per facilitare l'integrazione.	I privati sono considerati più efficienti nel creare soluzioni innovative. Il libero mercato permette al MaaS di competere efficacemente con il mezzo privato.
Public-controlled (a controllo pubblico)	Entrambi i ruoli sono assunti dal settore pubblico, che sviluppa, finanzia e gestisce la piattaforma.	Il pubblico può non avere tutte le competenze e ricorrere a fornitori privati per alcuni aspetti tecnici.	Assicura il primato del TPL e promuove obiettivi di sostenibilità. Il pubblico è orientato all'interesse collettivo, a differenza del privato focalizzato sul profitto.
Public-private (misto pubblico-privato)	Il settore pubblico è l'integratore; il ruolo di operatore è svolto da attori privati.	Equilibrio tra pubblico e privato. Il pubblico facilita l'integrazione e riduce i costi per i privati.	Il pubblico funge da garante tecnico e contrattuale, prevenendo squilibri di potere. Minori barriere d'ingresso per gli operatori privati.

Fonte: elaborazione autore basata su Smith et al. (2020)

A seconda dello scenario di *governance* di riferimento, Kronsell e Mukhtar-Landgren (2018) individuano quattro ruoli che può assumere il soggetto pubblico nelle diverse fasi di sviluppo di un ecosistema MaaS: quella iniziale di sviluppo, in cui l'idea di MaaS deve concretizzarsi in un servizio operativo a tutti gli effetti, la fase centrale di diffusione, dove gli utenti iniziano la conoscenza con il servizio, e quella finale di utilizzo, che si verifica quando la piattaforma MaaS è ormai entrata a far parte delle scelte di mobilità quotidiane degli utenti.

Nel caso di uno scenario completamente pubblico (*public controlled*), il soggetto pubblico agisce come Promotore MaaS, occupandosi della progettazione, del finanziamento e della gestione della piattaforma in tutte le sue fasi, dalla creazione alla diffusione e all'esercizio. In uno scenario misto pubblico-privato (*public-private*), l'ente pubblico diventa Partner MaaS, partecipando a *partnership* sperimentali, supportando l'innovazione privata e fungendo da mediatore nella condivisione di dati e biglietti. Nello scenario *market-driven*, esso assume il ruolo di Abilitatore MaaS, creando le condizioni normative e istituzionali favorevoli allo sviluppo del servizio da parte degli attori privati, soprattutto nelle fasi iniziali. Infine, esso può adottare un atteggiamento

giamento attendista, il cosiddetto “*laissez-faire*” o “non ruolo”, lasciando piena libertà d’azione agli operatori privati per osservare i risultati e intervenire successivamente, se necessario.

4.5. Roadmap di implementazione MaaS

Per una corretta implementazione di MaaS occorre che tutti i soggetti coinvolti collaborino pienamente tra loro creando i presupposti necessari alla realizzazione di un servizio di mobilità così complesso. Aaltonen et al. (2020) hanno individuato gli elementi preliminari essenziali affinché vengano create le condizioni necessarie per un pieno sviluppo di questa tecnologia (Tabella 6).

Tab. 6 – Presupposti per la creazione di MaaS

Categoria	Descrizione
Prerequisiti	Coinvolgono fattori strutturali come la densità demografica, la maturità digitale degli utenti, la disponibilità di dati (traffico, geolocalizzazione, dati finanziari e di utilizzo), la presenza di numerosi operatori di mobilità (MSPs) e un’infrastruttura digitale avanzata in grado di supportare grandi volumi di dati in tempo reale.
Governance dei dati	Riguarda l’integrazione tecnica tra sistemi eterogenei dei diversi attori coinvolti, la definizione chiara dei diritti di proprietà e di accesso ai dati, e la garanzia di sicurezza e funzionalità nella gestione delle informazioni. È essenziale stabilire chi ha il diritto di gestire e accedere al sistema dati completo.
Resilienza del sistema	Consiste nella capacità del sistema MaaS di resistere a shock esterni, come crisi sanitarie o attacchi informatici. Vanno quindi definiti protocolli per la sicurezza informatica, la tutela della privacy dei passeggeri e misure sanitarie per situazioni di emergenza.

Fonte: elaborazione autore basata su Aaltonen et al. (2020)

Per quanto riguarda i *driver* e le barriere all’implementazione di MaaS individuati da Aaltonen et al. (2020), tra i principali fattori trainanti vi rientrano le politiche pubbliche atte a rendere meno conveniente l’uso dell’auto privata, come la creazione di zone a traffico limitato, la riduzione dei parcheggi e l’introduzione di limiti di velocità urbani. A questi si aggiungono gli incentivi economici per la transizione alla mobilità elettrica e condivisa, maggiori sovvenzioni per l’uso di combustibili alternativi e gli investimenti in infrastrutture digitali per rafforzare la stabilità della connessione internet. Giocano un ruolo importante anche due fenomeni esplosi a seguito della recente pandemia da Covid-19, ovvero la diffusione dell’*e-commerce* e l’aumento della pratica dello *smart working*, che riducono la domanda di pendolarismo.

Al contrario, le principali barriere sono la mancanza di un modello di business ben definito per il MaaS, una limitata disponibilità di servizi di trasporto alternativi, l'inerzia decisionale delle amministrazioni locali, la scarsa comunicazione tra gli attori coinvolti, un quadro normativo ancora incerto, la mancanza di fondi pubblici e la limitata capacità tecnica delle pubbliche amministrazioni di gestire progetti complessi e digitalmente avanzati. Questi ostacoli possono rallentare significativamente l'adozione e la diffusione di MaaS, soprattutto in contesti urbani meno digitalizzati o con un'offerta di mobilità meno articolata.

4.6. Conclusioni

Il futuro di MaaS è ancora tutto da scrivere. Uno strumento di questo tipo si presta all'integrazione con diversi settori, nell'ottica di concentrare più servizi in un'unica app e rendere l'esperienza per gli utenti sempre più fluida e immersiva⁴ (Hensher e Hietanen, 2023). Questo è il caso, ad esempio, di super-app come WeChat (Cina), Grab (Singapore) o Gojek (Indonesia), vere e proprie piattaforme multifunzione che combinano servizi di *ride-hailing*, di pagamenti digitali, di finanziamenti, di *food delivery*, di prenotazioni alberghiere e di molto altro.

Tra le possibili integrazioni di MaaS, grandi potenzialità emergono, secondo gli studi, dalla combinazione dei servizi di mobilità con il settore del turismo (Hossain et al., 2022; Martinčević et al., 2022; Leung et al., 2023; Vovk et al., 2024; Zunaeca et al., 2025; Björkman e Malhado, 2025).

Come riportano Ivaldi et al. (2025), Helsinki è stata la prima città europea a sviluppare tale concetto puntando sul turismo cinese, sempre più numeroso e con un forte potere di spesa, spesso in transito verso altre destinazioni europee. Per migliorare l'esperienza turistica, le autorità locali hanno avviato una collaborazione con Tencent sviluppando il MyHelsinki WeChat Mini Program, che integra consigli locali, mobilità e la possibilità di pagare per tutto direttamente da smartphone, così da rendere la permanenza più semplice e personalizzata (Karvonen, 2018). Altri esempi europei includono l'app Mio Trentino (in Trentino-Alto Adige), che offre informazioni turistiche e pianificazione dei trasporti ma senza funzioni di prenotazione e pagamento (MaaS livello 1) (Leung et al., 2022), e Ylläs Tiketti in Lapponia finlandese, un progetto di MaaS livello 2 che consentiva acquisti integrati di

⁴ Una piattaforma MaaS che include anche altri servizi oltre al mero trasporto viene definita MaaF (Mobility as a Feature) da Hensher e Hietanen (2023).

biglietti ed eventi ma interrotto nel 2019 per insufficienza di finanziamenti (Teppo, 2019; Leung et al., 2022). A livello globale, diversi grandi eventi hanno sperimentato applicazioni MaaS dedicate, come l'Expo Dubai 2020 e gli Hangzhou 2022 Asian Games (Zhao et al., 2023), tutte focalizzate sulla pianificazione degli spostamenti dei visitatori. Questi casi dimostrano come il MaaS non sia limitato al trasporto urbano quotidiano, ma possa diventare un elemento chiave anche nel turismo e nella gestione sostenibile di grandi eventi (Jung et al., 2020; Ranjbarnia et al., 2024).

Il futuro della Mobility as a Service (MaaS) da qui al 2050 rimane del tutto imprevedibile, trattandosi di una tecnologia ancora agli albori, con modelli di business e governance non ancora pienamente definiti. È tuttavia evidente che il suo potenziale va ben oltre la mera gestione degli spostamenti urbani (Leung et al., 2022; Hensher e Hietanen, 2023), come dimostra il caso del turismo, dove MaaS è già stata integrata con servizi culturali e di intrattenimento. La capacità di un'unica piattaforma di concentrare diverse funzioni apre scenari di utilizzo quotidiano ancora difficili da immaginare, che potrebbero estendersi all'organizzazione della vita urbana e dei servizi pubblici. L'evoluzione dell'intelligenza artificiale (IA), sempre più pervasiva, giocherà un ruolo decisivo nella personalizzazione delle esperienze e nell'ottimizzazione della gestione dei flussi di mobilità (Nayeem et al., 2024; Rouky et al., 2025). L'IA consentirà a MaaS di diventare uno strumento predittivo, adattivo e integrato con ogni aspetto della vita digitale degli utenti. In questo senso, i confini tra trasporti, turismo, commercio e servizi pubblici tenderanno a sfumare. Le possibilità di integrazione appaiono quindi infinite e, proprio per questo, il percorso del MaaS resta una delle incognite più affascinanti nel panorama della mobilità futura.

Riferimenti bibliografici

- Aaltonen, S., Wiren, M., Koponen, A., López Covaleda, H. Y., & Sarlin, L. (2020). Guidelines on How to implement MaaS in local contexts. *Civitas Eccentric Deliverable*, (D3), 4.
- Arias-Molinares, D., & García-Palomares, J. C. (2020). The Ws of MaaS: Understanding mobility as a service from a literature review. *IATSS Research*, 44(3), 253-263.
- Bircu, C., Pozzer, G., Cavallaro, F., & Nocera, S. (2024). Exploring the prospects and challenges of sustainable urban mobility. *Journal of Transport and Land Use*, 17(1), 401-422.
- Björkman, C., & Malhado, A. (2025). Assessing the Feasibility of Mobility as a Service on Reducing Car-Dependent Tourism in the Åland Islands. *International Journal of Tourism Research*, 27(3), e70038.

- Ferrari, C., Musso, E., Pavanini, T., & Tei, A. (2021). Introduzione alla Mobility as a Service: lo stato dell'arte in Italia e best cases europei. *Rivista di Economia e Politica dei Trasporti*, 3, art. 3.
- FIA (2020). How do Europeans use Apps to move around cities? <https://www.fiaregion1.com/europeans-and-mobility-apps/> [1.10.2025].
- Giacon, M. (2018). *La Sharing Mobility*. Tesi di laurea, Università Cà Foscari, Venezia.
- Heikkilä, S. (2014). *Mobility as a Service – A Proposal for Action for the Public Administration, Case Helsinki*. Master's thesis, Aalto University, Aalto, Finland.
- Hensher, D. A., & Hietanen, S. (2023). Mobility as a feature (MaaS): rethinking the focus of the second generation of mobility as a service (MaaS). *Transport Reviews*, 43(3), 325-329.
- Hjorthol, R. (2016). Decreasing popularity of the car? Changes in driving licence and access to a car among young adults over a 25-year period in Norway. *Journal of Transport Geography*, 51, 140-146.
- Ho, C. Q., Hensher, D. A., & Reck, D. J. (2021). Drivers of participant's choices of monthly mobility bundles: Key behavioural findings from the Sydney Mobility as a Service (MaaS) trial. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 124, 102932.
- Hossain, S. F. A., Ahsan, F. T., Nadi, A. H., Ahmed, M., & Neyamah, H. (2022). Exploring the role of technology application in tourism events, festivals and fairs in the United Arab Emirates: Strategies in the post pandemic period. In *Technology Application in Tourism Fairs, Festivals and Events in Asia* (pp. 313-330). Singapore: Springer Singapore.
- Ivaldi, E., Pavanini, T., & Musso, E. (2025). Integrating Mobility as a Service and Tourism: a review of the world's top travel apps. *International Journal of Transport Economics*, LII/4. DOI: 10.19272/202506704002.
- Jung, S., Kum-Biocca, H. H., Biocca, F., Hong, S., Shin, M., & Hu, H. (2020, July). Evaluating global integrated transportation application for mega event: Role of trust and exchanging personal information in mobility as a service (maas). *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 575-584). Cham: Springer International Publishing.
- Kamargianni, M., & Goulding, R. (2018, November). The mobility as a service maturity index: Preparing the cities for the mobility as a service era. *Transport Research Arena*, 7. Zenodo.
- Kamargianni, M., & Matyas, M. (2017). The business ecosystem of mobility-as-a-service. *Transportation Research Board*, 96.
- Karvonen, E. (2018). *Helsinki as a Tourist Destination for Chinese Travellers*.
- Kronsell, A., & Mukhtar-Landgren, D. (2018). Experimental governance: The role of municipalities in urban living labs. *European Planning Studies*, 26(5), 988-1007.
- Leung, A., Baumeister, S., Pavanini, T., Matsumoto, Y., Le, T., & Scott, P. (2022). The best of both worlds? In Linking tourism and transport functions in MaaS – A review of selected European and Asian-Pacific exemplars. ICoMaaS 2022. *Proceedings from the 3rd ICoMaaS Conference*, Tampere, Finland (29-30 November 2022).

- Leung, A., Burke, M., & Scott, P. (2023). Tourism MaaS – The case for regional cities. *Research in Transportation Business & Management*, 49, 101017.
- Maas, B. (2022). Literature review of mobility as a service. *Sustainability*, 14(14), 8962.
- Martinčević, I., Brlek, P., & Domjan Kačarević, N. (2022). Mobility as a Service (MaaS) as a sustainability concept for tourist destinations. *Sustainability*, 14(12), 7512.
- Nayeem, M. A., Alam, M. J., Habib, M. A., & Rahman, M. S. (2024). An agent-based simulation modeling framework for Mobility-as-a-Service (MaaS). *Case Studies on Transport Policy*, 18, 101294.
- Ranjarnia, B., Leung, A., Burke, M. I., & Scott, P. (2024). Developing a Brisbane 2032 MaaS Solution: Learnings from a narrative review. *Australasian Transport Research Forum 2024 Proceedings*, 27-29 November, Melbourne, Australia.
- Rouky, N., Benmoussa, O., Fri, M., Abourraja, M. N., & Ben-Bouazza, F. E. (2025). Artificial Intelligence Applications for Smart and Sustainable Mobility as a Service Concept: A Systematic Literature Review. *Future Transportation*, 5(3), 122.
- Sanchez-Sepulveda, M. V., Navarro, J., Fonseca-Escudero, D., Amo-Filva, D., & Antunez-Anea, F. (2024). Exploiting urban data to address real-world challenges: Enhancing urban mobility for environmental and social well-being. *Cities*, 153, 105275.
- Smith, G. (2020). Making mobility-as-a-service: Towards governance principles and pathways (Doctoral dissertation, Chalmers Tekniska Hogskola (Sweden)).
- Smith, G., Sochor, J., & Karlsson, I. M. (2018). Mobility as a Service: Development scenarios and implications for public transport. *Research in Transportation Economics*, 69, 592-599.
- Sochor, J., Arby, H., Karlsson, I. M., & Sarasini, S. (2018). A topological approach to Mobility as a Service: A proposed tool for understanding requirements and effects, and for aiding the integration of societal goals. *Research in Transportation Business & Management*, 27, 3-14.
- van Essen, H., Van Wijngaarden, L., Schrotten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., ... & El Beyrouty, K. (2019). *Handbook on the external costs of transport* (No. 18.4 K83. 131). Brussels: European Commission.
- Vovk, I., Tson, O., Vovk, Y., Vovk, Y., & Rozhko, N. (2024). Mobility as a Service for tourism: Challenges and opportunities for meeting the needs of tourists in urban environments. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 9.
- Zhao, Z., Sun, Y., He, Y., & Li, Y. (2023). The application potential of Mobility as a Service (MaaS) at mega events: A case study of Hangzhou 2022 Asian Games. *Journal of Cleaner Production*, 427, 139211.
- Zunaeca, I. P. A. D., Widnyani, I. A. P. S., & Dewi, N. D. U. (2025). Policy Analysis of MaaS (Mobility-as-a-Service) in the Context of Sustainable Tourism in Ubud Tourist Destination. *Jurnal Dialektika: Jurnal Ilmu Sosial*, 23(2), 509-518.

INTEGRATA, ECOSISTEMICA E USER-CENTRED: PROSPETTIVE DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE PER UNA CITTÀ ADATTIVA E IN MOVIMENTO

di *Ilaria Delponte e Valentina Costa*

5.1. Introduzione

La pianificazione spaziale e territoriale ormai da più di una decade sta tentando di guidare la transizione sostenibile traguardando due obiettivi prioritari (Hurlimann et al., 2021): la mitigazione degli impatti delle attività antropiche ed il miglioramento della capacità adattiva del territorio nei confronti degli eventi climatici estremi.

Pur essendo stati identificati come obiettivi complementari da perseguire congiuntamente, dalla pubblicazione del rapporto Bruntland ad oggi, la prima componente ha mantenuto un ruolo prioritario e prevalente, rispetto all'adattamento (De Lotto et al., 2023) in ragione della sua capacità di agire direttamente sui driver del cambiamento climatico.

Questo è ancor più vero se si parla di pianificazione dei trasporti e della mobilità. In questo senso, infatti, la transizione sostenibile costituisce l'obiettivo guida della maggior parte delle iniziative, Piani Urbani della Mobilità Sostenibile (PUMS), in primis. La decarbonizzazione promossa dall'iniziativa della Commissione Europea, tuttavia, passa per l'integrazione di due componenti fondamentali: progettazione di infrastrutture e servizi a supporto dello shift modale verso alternative di trasporto meno impattanti e politiche di uso del suolo che agevolino tale passaggio (Sieber and Krauss, 2024).

In questo senso, si comprende come la trasformazione che si traguarda sia sempre meno mobility-oriented, e sempre più accessibility-oriented, aprendo dunque spazi di manovra per un ripensamento degli spazi urbani in un'ottica inclusiva e adattiva (van der Craats et al., 2025).

Al tempo stesso, non sono solo le finalità perseguite dalla pianificazione a cambiare: anche il rapporto domanda ed offerta di trasporto, specialmente

in ambito urbano, sta subendo profonde modifiche rispetto ai modelli tradizionalmente conosciuti. L'affermazione del paradigma user-centred gioca in questo senso un ruolo fondamentale (Costa e Delponte, 2024).

Come anticipato nell'ambito del quadro più ampio dei PUMS, infatti, una maggiore sensibilità nei confronti delle differenti esigenze di mobilità, insieme con la necessità di progettare servizi di mobilità sostenibile attrattivi ed efficaci, in grado di spostare significative quote di utenti dal trasporto privato a forme di mobilità collettiva e/o condivisa, hanno portato ad un cambio di prospettiva che vede nel servizio stesso uno strumento che deve essere plasmato e personalizzato da parte dell'utente e non più un dato rispetto al quale organizzare il resto delle attività.

Un simile cambiamento richiede un'offerta di mobilità urbana diversificata e ridondante, in grado di incontrare necessità e preferenze di ognuno, ma in questo modo si sta pianificando altresì un sistema di trasporto maggiormente adattivo e resiliente, in grado di rispondere a disruption di vario genere senza perdere funzionalità (Mattsson e Jenelius, 2015).

Ciò richiede altresì il contributo dei diversi stakeholders del territorio che, a vario titolo, devono tentare di supportare tale cambiamento di paradigma: se le amministrazioni e gli enti territoriali hanno infatti il principale ruolo di coordinamento e guida di una simile transizione, attraverso la realizzazione di nuove infrastrutture e l'implementazione di servizi innovativi di mobilità, anche aziende e attori del territorio sono chiamati a svolgere il proprio ruolo attraverso gli strumenti del Mobility Management (MM) e delle politiche di welfare (Gorges and Holz-Rau, 2021).

In questo senso, si comprende come gli orizzonti della pianificazione spaziale e dei trasporti, si stiano ampliando per travalicare i tradizionali confini di settore ed integrare strumenti e linguaggi nuovi.

Il presente contributo nasce dunque proprio dall'idea di approfondire come le prospettive della pianificazione spaziale e dei trasporti al 2050 possano essere sempre più integrate in un'ottica di ecosistema territoriale e di personalizzazione dell'esperienza.

In questo senso, la sezione successiva si focalizzerà sul ruolo del processo di transizione sostenibile come motore di trasformazione del territorio. Sarà poi fornito un focus sugli impatti e le prospettive per la pianificazione di tali dinamiche per chiudere con alcune riflessioni conclusive traguardando gli scenari di pianificazione della mobilità al 2050.

5.2. La transizione sostenibile come driver di trasformazioni territoriali

Una volta definito dunque il perimetro della ricerca, è possibile concentrarsi sui tre attributi che si delineano come caratterizzanti il sistema di pianificazione di trasporti e mobilità dei prossimi decenni: i. integrata, ii. ecosistemica e iii. user-centred.

i. L'accessibilità come lente per integrare pianificazione trasporti e territorio

Il tema dell'integrazione risulta senza dubbio prioritario per comprendere la sempre maggiore rilevanza che la pianificazione dei trasporti sta assumendo a scala urbana e territoriale. Uno dei meriti attribuiti all'introduzione dei PUMS è infatti rappresentato dal cambiamento fondamentale rispetto alla pianificazione tradizionale dei trasporti, che si concentrava sul miglioramento della mobilità dei veicoli (in termini di velocità) e sulla fornitura di infrastrutture sufficienti per far fronte all'aumento del traffico (il paradigma "prevedere e fornire") (Rye et al., 2024).

Il PUMS pone infatti l'accento sul raggiungimento di una vasta gamma di obiettivi sociali, incentrati sull'accessibilità, ovvero la possibilità di raggiungere opportunità e destinazioni, piuttosto che sul semplice spostamento (Rupprecht Consult, 2019). Si persegue così obiettivi di pianificazione che favoriscano l'accessibilità territoriale principalmente attraverso l'integrazione delle soluzioni di mobilità con l'organizzazione spaziale, spesso articolata attraverso il concetto di Triple Access Planning (TAP) (Lyons and Davidson, 2016).

Tale concetto si traduce nella convinzione che nella pianificazione dei trasporti o nella pianificazione della mobilità urbana sostenibile non sia possibile isolare e pianificare solo il sistema dei trasporti o anche solo le interazioni tra trasporti e uso del territorio. È necessario pianificare traguardando un triplice obiettivo: la mobilità fisica (intesa come motorizzata), la dimensione della prossimità spaziale (e il ruolo associato della mobilità attiva) e la connettività digitale nel fornire un accesso in grado di sostenere la prosperità economica e il benessere sociale, riducendo altresì gli impatti dal punto di vista ambientale.

L'inscindibile legame tra queste componenti si riflette nelle principali innovazioni che stanno investendo la sfera della mobilità e dei trasporti.

Non si fatica infatti a intravedere una simile trama della progettazione della città dei 15 minuti, concettualizzata per la prima volta da Carlos Moreno (2019) ed oggi paradigma cui ogni città fa riferimento al fine di ripensare il sistema urbano di offerta dei servizi (Song et al., 2024), nonché la

configurazione e la qualità degli spazi pubblici (Bocca, 2021). In questo senso, infatti, il tema della prossimità ha acquisito dallo scoppio dell'emergenza pandemica una rilevanza sempre maggiore che si è riflessa nella valorizzazione dell'accessibilità sia in ambito urbano (Staricco, 2022) che per aree rurali e periferiche (Martínez Sánchez-Mateos and Ruiz Pulpón, 2021).

Ma l'integrazione e l'attenzione alle tre componenti dell'accessibilità emergono altresì dalla progressiva affermazione dei sistemi di trasporto urbano multimodali e delle piattaforme di Mobility-as-a-Service (MaaS). Anche in questo caso, infatti, l'obiettivo è quello di pianificare servizi integrati di mobilità fisica sostenibile – trasporto pubblico, servizi di sharing, etc. – che siano aggregati all'interno di un'unica piattaforma digitale in grado di agevolare l'utente nella scelta di soluzioni multimodali (Hoess et al., 2025), ma che siano rese competitive rispetto all'auto privata grazie ad efficaci e user-friendly spazi di interscambio individuati strategicamente all'interno della città. I MaaS Hubs rappresentano in questo senso un'efficace rappresentazione di questa stratificazione: luoghi fisici che aggregano servizi e funzioni che sono però accessibili a partire da un'esperienza digitale (Geurs et al., 2024), e che possono rappresentare una preziosa occasione per ripensare e riqualificare spazi pubblici generalmente critici dal punto di vista della vivibilità (Costa e Soraggi, 2024).

Simili innovazioni permettono tuttavia di ampliare la riflessione agli impatti che progettualità ed interventi afferenti alla sfera dei trasporti possono produrre sul territorio, dal punto di vista di ripensamento della città pubblica, delle connessioni e dei servizi. In questo senso, l'obsolescenza di un'infrastruttura (Kim e Brown, 2025), o la necessità di creare nuove nodalità urbane (Hansel, 2025), così come la chiusura al traffico veicolare di alcuni tratti stradali (Menzina e Vugule, 2020), possono rappresentare preziose opportunità per aumentare la resilienza e la capacità adattiva delle nostre città.

Ciò che emerge dunque trasversalmente da tale lettura è dunque un bisogno crescente di riconfigurare servizi e polarità sul territorio, così da assicurare universalmente migliorate condizioni di accesso in ragione di un assetto urbano e territoriale organicamente concepito, dove un significativo sforzo di pianificazione possa permettere una sempre più agevole mobilità a cittadini e city-users.

ii. Il coinvolgimento degli attori del territorio come parti di un ecosistema urbano

È ancora una volta la pandemia da Covid-19 ad aver tracciato la strada per la pianificazione della mobilità dei prossimi decenni. La necessità, infatti, di controllare e regolare i flussi in maniera molto più puntuale che in passato ha portato

forse per la prima volta ad interrogarsi in merito agli attori in grado di incidere fattivamente sugli spostamenti quotidiani di chi vive e si muove in città.

È così che l'allora Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile (MIMS) individua in aziende, scuole ed enti gli interlocutori privilegiati per la strutturazione di un'articolata politica di Mobility Management (MM) (MIMS, 2021a). Si sviluppa così, in discontinuità con le tradizionali forme di pianificazione, PUMS compreso, che pur prevede momenti di coinvolgimento degli attori del territorio in ottica di pianificazione partecipata (Jordová and Brůhová-Foltýnová, 2021), una forma nuova di governance dal basso.

Aziende ed enti al di sopra dei cento dipendenti sono chiamati a nominare un Mobility Manager ed a formulare un Piano Spostamento Casa-Lavoro (PSCL) che supporti la transizione sostenibile degli spostamenti sistematici compiuti dai dipendenti. Al Mobility Manager d'Area, tipicamente nominato nell'ambito del Comune capoluogo, compete poi la raccolta dei PSCL elaborati sul territorio di competenza per poterli mettere a sistema e sviluppare azioni coordinate a scala urbana.

Se gli assi di azione proposti dai PSCL non rappresentano un elemento di particolare novità (MIMS, 2021b), si parla di riduzione dell'uso dell'auto privata, di limitazione degli spostamenti "parassiti", di promozione della mobilità dolce e collettiva, ciò che rappresenta un elemento di indubbio interesse è l'innovazione del processo (Costa et al., 2025).

Abbandonando un approccio pianificatorio verticistico o quantomeno che vede il coinvolgimento degli attori del territorio come un momento consultivo, ma non decisionale, si afferma così un modello in cui il piano – o meglio, i piani – vengono proposti, definiti e progettati in forma corale, solo in un secondo momento un soggetto sovraordinato assolve al compito di integrare ed allineare le scelte su scala più ampia.

Come in un ecosistema, aziende, scuole ed enti svolgono la propria parte, con l'obiettivo di convergere verso finalità ed assi di azione comuni al fine di creare "massa critica" e catalizzare i finanziamenti stanziati dal Ministero e direzionati dalla struttura di MM d'Area. Il beneficio connesso alla definizione di strategie condivise è forse l'elemento che fa comprendere maggiormente l'indirizzo che la pianificazione della mobilità sta assumendo: in un'ottica di risorse limitate, ma anche di ambiziosi obiettivi di transizione sostenibile, la capacità di perseguire obiettivi comuni costituisce il principale valore aggiunto.

In questo senso, un elemento di ulteriore interesse necessita di essere evidenziato. L'iniziativa istituzionale ha infatti posto l'accento sulla standardizzazione del processo di raccolta dati preliminare alla redazione del PSCL, ma anche della definizione del piano stesso (MIMS, 2021b).

Un simile requisito dovrebbe infatti agevolare il MM d'Area nella composizione del quadro conoscitivo complessivo di come la città si muove e di come intende farlo nel prossimo futuro.

La necessità di dati per alimentare una pianificazione efficace e mirata viene così affrontata coinvolgendo direttamente i soggetti responsabili di una quota significativa – la componente sistematica – degli spostamenti generati quotidianamente.

La prospettiva ecosistemica chiama così in causa tutti gli attori del territorio, deputati a svolgere un ruolo ben preciso e commisurato alla sua capacità di azione nell'ambito della mobilità cittadina.

iii. Pianificazione tailor-made dei servizi di mobilità: il paradigma user-centred

Come richiamato in introduzione, le sfide connesse alla decarbonizzazione ed alla transizione sostenibile dei sistemi di trasporto appaiono quantomai ambiziose e richiedono un diffuso e massivo coinvolgimento di quanti più utenti possibili (Commissione Europea, 2024). In questo senso, il dato relativo alla quota di spostamenti compiuti in Italia con forme di mobilità sostenibile nel 2023 (ISFORT, 2024) non può che apparire poco incoraggiante – non si raggiunge il 20% del totale.

In questo senso, appare evidente come sia necessario ricorrere a soluzioni inedite per spostare quantomeno una quota di tale utenza verso alternative di mobilità sostenibili. La direzione è sempre più quella di contrastare la tradizionale critica mossa al trasporto pubblico, quella di un servizio tendenzialmente rigido e poco responsivo (Mulley e Nelson, 2009), con la definizione di un'offerta di mobilità sempre più flessibile e su misura.

Si affermano così i servizi di condivisione in modalità free-floating (Mattia et al., 2019), che permettono di trovare un mezzo, sia esso bicicletta, scooter, monopattino o auto, nelle vicinanze nel momento esatto in cui si ha necessità, ma anche i servizi di ride-hailing, ormai sempre più diffusi, nonostante le iniziali e persistenti resistenze.

Ciò che prevale è l'ottica dell'utente al centro, non è più lui a doversi adattare, ma è l'offerta di mobilità che gli deve andare incontro.

Ma cosa vuol dire questo per il trasporto pubblico (Cohen et al., 2017)?

Le risposte sono sostanzialmente due: ridurre la distanza con l'utente attraverso app e piattaforme di travel planning e MaaS (Santos e Nikolaev, 2021) e flessibilizzare l'offerta attraverso servizi flessibili (Melo et al., 2024), o una combinazione di entrambe (Delponte e Costa, 2022).

Un simile sforzo non è però privo di costi, soprattutto quando si tratta di provider di trasporto pubblico: la flessibilizzazione consente infatti di ridurre

i costi operativi di tratte poco frequentate (Delponte e Costa, 2023), ma si traduce nell'implementazione di servizi a chiamata, tanto più onerosi quanto più "personalizzabili" da parte dell'utente.

In questo senso, la sfida della mobilità urbana del futuro sembra proprio da rintracciare nell'annosa ricerca di un trade-off tra personalizzazione, diversificazione, attrattività dell'offerta e la necessità di pianificare e programmare una struttura di servizio che possa beneficiare di economie di scala ed assi di forza.

Si configura così una rete a doppio strato: con la definizione di collegamenti portanti ad alti livelli di performance, su cui si innestano rami minori, flessibili e personalizzabili che permettano di sopperire a quello scarto di flessibilità tipicamente offerto dal mezzo privato.

5.3. Prospettive per la pianificazione territoriale

Quanto illustrato brevemente nella trattazione precedente consente di evidenziare un aspetto caratteristico delle trasformazioni che stanno interessando la pianificazione della mobilità e dei trasporti e che, presumibilmente, la guideranno verso il 2050.

Si sta assistendo ad un forte cambiamento per quanto riguarda il ruolo e le relazioni tra gli attori del territorio: si va verso l'implementazione di processi organicamente ed intrinsecamente partecipati e concertati, in cui enti ed istituzioni hanno sempre più un ruolo di integrazione e regia complessiva del processo.

Appare dunque di interesse osservare come in un certo senso questa stagione per la pianificazione spaziale e territoriale possa richiamare alcuni tratti distintivi di quella relativa ai cosiddetti Programmi Complessi.

Quando, tra la fine degli anni ottanta e l'inizio della decade successiva, si presentava con urgenza la necessità di accompagnare il processo della deindustrializzazione per far sì che i grandi vuoti lasciati dalla transizione verso il terziario non fossero occasione di degrado e di abbandono, ma anche che i quartieri di edilizia pubblica che erano sorti proprio per coloro che nell'ambito di tali aziende avrebbero dovuto operare fossero finalmente dotati di quei servizi di base che gli anni settanta avevano a lungo promesso, ma mai finalizzato, la pianificazione spaziale aveva trovato la soluzione ancora una volta nella collaborazione ecosistemica e nell'integrazione.

Le dimensioni pubblica e privata, a lungo poste in contrapposizione dalla pianificazione tradizionale, nell'ambito dei Programmi Complessi si ritrovano l'una accanto all'altra. Al fine di superare un momento di enormi tra-

sformazioni per i centri urbani, si è tentato di aprire nuove strade di collaborazione che coinvolgessero soggetti privati – al fine di contribuire alla fattibilità tecnico-economica dei progetti di rigenerazione urbana – ma anche degli stessi cittadini, per uscire dalla logica stringente top-down che aveva informato le procedure di pianificazione nei cinquant’anni precedenti.

Analogamente, in questo caso, al fine di far fronte ad un nuovo cambio di paradigma, quello della città che deve affrontare la transizione sostenibile e migliorare la propria capacità adattiva nei confronti di eventi climatici estremi, la via da intraprendere appare quella di una risposta organica dei differenti attori che compongono l’ecosistema urbano e che, similmente ad allora, trovano nell’integrazione tra i differenti interventi di settore – allora si trattava di progettare distretti multi-purpose, oggi di integrare mobilità e città pubblica, servizi ed aree naturali – la strategia per dare forma ad una realtà che ancora non c’è, ma che le iniziative europee e nazionali – Fitfor55, in testa – hanno delineato all’orizzonte del 2050.

Tale strategia si rivela chiave non solo per gli ambiti urbani, ma anche, in un’ottica più ampia di sviluppo territoriale sostenibile, per le aree periferiche e marginali, poste di recente al centro di importanti iniziative istituzionali, quali la Strategia Nazionale delle Aree Interne o quella relativa alle Green Communities.

Anche in questo caso, infatti, l’affermazione di un approccio alla pianificazione che vada oltre la mera sfera della mobilità, ma che traguardi un’accessibilità diffusa, progettata con il coinvolgimento degli attori del territorio in una prospettiva user-centred può rappresentare l’opportunità di rilanciare aree tradizionalmente meno competitive attraverso lo sviluppo di progettualità organiche di riconfigurazione del sistema dei servizi essenziali, ma anche della definizione di servizi che non mirino all’efficienza come criterio cardine, quanto piuttosto all’inclusione ed al supporto di più ampie progettualità territoriali.

Anche in questo senso, si intravede all’orizzonte del 2050 una progressiva integrazione su area vasta dei criteri di pianificazione emersi nello sviluppo del presente contributo, declinati successivamente in ragione del peculiare sistema territoriale di riferimento, sia esso propriamente urbano, costiero o dell’entroterra, in continuità con quanto promosso altresì dal Piano Territoriale Regionale della Liguria.

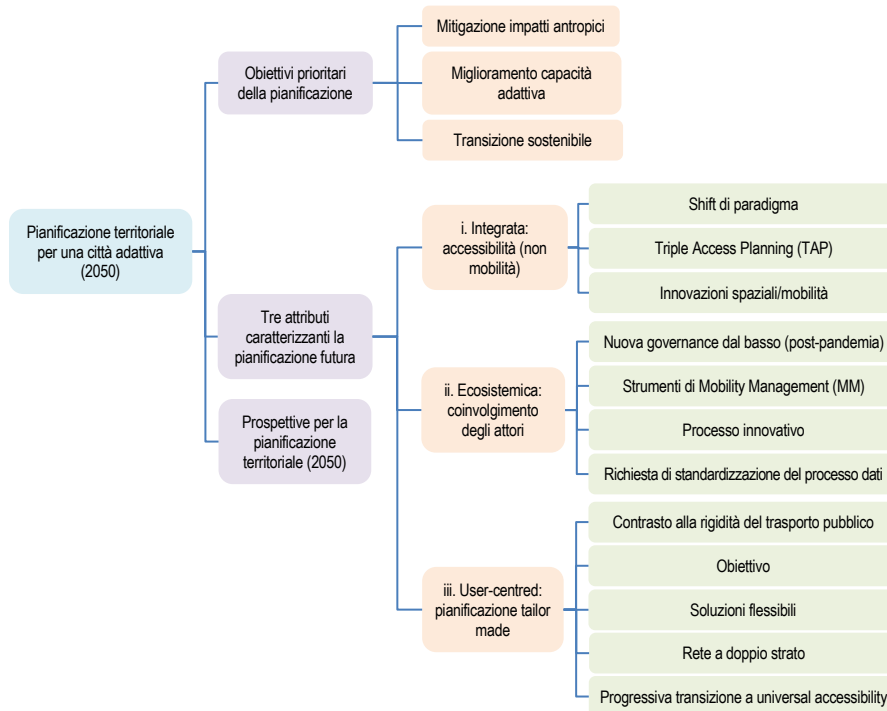
5.4. Conclusioni

Questa breve trattazione ha così permesso alle autrici di prospettare alcune delle tendenze che la pianificazione spaziale e dei trasporti potrebbero seguire nella strada che ci conduce al 2050.

In particolare, oltre alle parole chiave menzionate anche nel titolo del presente contributo, si ritiene di particolare interesse fornire alcuni spunti di riflessione che le integrano con riferimento alle ricadute operative sul territorio di un simile cambio di prospettiva e di paradigma (Fig. 10).

- L'integrazione dei tradizionali approcci di settore, già testimoniato con riferimento al contesto ligure, tra le altre cose, dall'approvazione della Legge Regionale sulla Rigenerazione Urbana (LR 23/2018), che collega simili processi al recupero del territorio agricolo ed all'accrescimento della capacità adattiva del territorio, ma anche con la riforma degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale, con l'introduzione del Piano delle Infrastrutture e dei Servizi (LR 6/2021), dove nell'ambito dell'inventario dei servizi da integrare sul territorio, si affacciano nuove declinazioni di servizi alla cittadinanza, quali ad esempio gli spazi di co-working, per contribuire al recupero di spazi dismessi, agendo contemporaneamente sull'accessibilità territoriale e la possibilità di raggiungere le nuove destinazioni in modo sostenibile.
- Nella logica ecosistemica, dinamiche alla scala micro devono essere tenute in considerazione, come componenti di un quadro più complesso e ampio. Il cambio di paradigma passa per il comportamento di ognuno e per il suo contributo a favore della transizione sostenibile. Così, l'introduzione di servizi di mobilità user-centred, ricuciture urbane nell'ottica dell'adattamento al cambiamento climatico, ma anche l'elaborazione dei piani spostamento casa-scuola e casa-lavoro da parte delle singole realtà del territorio devono essere coordinate ed indirizzate verso il perseguimento dei più generali obiettivi di transizione del territorio, espressi ed integrati da un organo di regia sovraordinato.
- La prospettiva user-centred garantisce di andare incontro alle esigenze di ognuno, senza sviluppare soluzioni di mobilità segreganti nell'ottica di un approccio sempre più orientato alla universal accessibility. Appare dunque di prioritario interesse spostarsi progressivamente dalla tendenza tradizionale ad individuare formule one-fits-all, all'individuale di profili di mobilità, di classi di comportamento, sulla scorta della grande mole di dati resi disponibili dalle nuove tecnologie.

Fig. 10 – Schema per una pianificazione integrata, ecosistemica e user-centred al 2050



Fonte: elaborazione degli autori

Appare infine evidente come trasversalmente a tali tendenze si collochi una galassia di tecnologie e strumenti che possono supportare coloro che da qui al 2050 saranno chiamati a svolgere tali attività di policy-making e pianificazione. Nell’ambito del presente contributo, si è però deciso di concentrarsi non tanto sugli abilitatori di tale trasformazione, quanto sullo sforzo che, dal punto di vista scientifico e decisionale, comunità e territori dovranno compiere in vista di obiettivi estremamente ambiziosi, che, proprio per questo non possono che chiamare in causa tutti coloro che vivono, popolano e transitano su un territorio.

Riferimenti bibliografici

- Bocca, A. (2021). Public space and 15-minute city. A conceptual exploration for the functional reconfiguration of proximity city. *TeMA*, 14(3), 395-410.
- Cohen, Y., Makri, S., Reymann, S., & Kaparias, I. (2017). *User-centred design in public transport: Discovering mobile user needs*.

- Commissione Europea (2024). *Sustainable & smart mobility*. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/eu-mobility-transport-achievements-2019-2024/sustainable-smart-mobility_en.
- Costa, V., & Delponte, I. (2024). User-centred mobility management and social inclusion. Urban insights from the University of Genoa. *TeMA: Territorio Mobilità e Ambiente*, 17.
- Costa, V., & Soraggi, D. (2024, September). May Mobility-as-a-Service Lead to More Sustainable Urban Patterns? Examining Spatial Regenerative Potential of Mobility. In *New Challenges for Sustainable Urban Mobility: Volume II: Proceedings of the XXVI International Conference on Living and Walking in Cities*. 2023 (p. 255). Springer Nature.
- Costa, V., Campanini, F., & Delponte, I. (2025). Shared practices and experiences of University Mobility Management. Exploring scalability at the municipal level. *Transportation Research Procedia*, 90, 320-327.
- De Lotto, R., Delponte, I., Venco, E., Pietra, C., & Costa, V. (2023, June). Problem Setting on Energy Risk and Climate Change Adaptation: Topics and Tools. In *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 89-103). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Delponte, I., & Costa, V. (2022). Metropolitan MaaS and DRT Schemes: Are They Paving the Way Towards a More Inclusive and Resilient Urban Environment?. In *Transforming our World through Universal Design for Human Development* (pp. 304-311). IOS Press.
- Delponte, I., & Costa, V. (2023). Ligurian Internal Areas and Demand Responsive Transport: an innovative approach to tackle social exclusion and to re-design sustainable accessibility. *Transportation Research Procedia*, 69, 179-186.
- Geurs, K., Grigolon, A., Münzel, K., Gkiotsalitis, K., Duran-Rodas, D., Büttner, B., ... & Klementsitz, R. (2024). The Smarthubs integration ladder: a conceptual model for the categorisation of shared mobility hubs. *Transport Reviews*, 44(1), 112-139.
- Gorges, T., & Holz-Rau, C. (2021). Transition of mobility in companies – A semi-systematic literature review and bibliographic analysis on corporate mobility and its management. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 11, 100462.
- Hansel, J. (2025). Governing mobility hubs in the sustainable urban mobility transition: Dynamics of stability and change. *Transport Policy*, 163, 323-334.
- Hoess, A., Lautenschlager, J., Sedlmeir, J., Fridgen, G., Schlatt, V., & Urbach, N. (2025). Toward Seamless Mobility-as-a-Service: A. Hoess et al. *Business & Information Systems Engineering*, 67(2), 149-170.
- Hurlimann, A., Moosavi, S., & Browne, G. R. (2021). Urban planning policy must do more to integrate climate change adaptation and mitigation actions. *Land use policy*, 101, 105188.
- ISFORT (2024). *21° Rapporto sulla mobilità degli italiani. C'è bisogno di una scossa*.

- Jordová, R., & Brůhová-Foltýnová, H. (2021). Rise of a new sustainable urban mobility planning paradigm in local governance: Does the SUMP make a difference? *Sustainability*, 13(11), 5950.
- Kim, Y., & Brown, R. D. (2025). Climate-Sensitive Street Design: Evaluating Summer Pedestrian Activity and Behavioral Thermal Adaptation on the High Line, NYC. *Building and Environment*, 113203.
- Lyons, G., & Davidson, C. (2016). “Guidance for Transport Planning and Policy-making in the Face of an Uncertain Future”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 88: 104-116. DOI: 10.1016/j.tra.2016.03.012.
- Martínez Sánchez-Mateos, H. S., & Ruiz Pulpón, Á. R. (2021). *Closeness is not accessibility: Isolation and depopulated rural areas in the proximity of metropolitan urban areas, a case-study in inland Spain*.
- Mattia, G., Mugion, R. G., & Principato, L. (2019). Shared mobility as a driver for sustainable consumptions: The intention to re-use free-floating car sharing. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117404.
- Mattsson, L. G., & Jenelius, E. (2015). Vulnerability and resilience of transport systems – A discussion of recent research. *Transportation research part A: policy and practice*, 81, 16-34.
- Melo, S., Gomes, R., Abbasi, R., & Arantes, A. (2024). Demand-responsive transport for urban mobility: Integrating mobile data analytics to enhance public transportation systems. *Sustainability*, 16(11), 4367.
- Menzina, E., & Vugule, K. (2020). Importance and planning of pedestrian streets in urban environment. *Landscape Architecture and Art*, 16, 80-86.
- Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile (2021a). Decreto Interministeriale n. 179 del 12 maggio 2021
- Ministero delle Infrastrutture e della Mobilità Sostenibile (2021b). Decreto Direttoriale Interministeriale MITE-MIMS n. 209 del 4 agosto 2021 – Linee guida per la redazione e l’implementazione dei PSCL.
- Moreno, C. (2019). The 15 minutes-city: for a new chrono-urbanism! – Pr Carlos Moreno. Carlos Moreno. <http://www.moreno-web.net/the-15-minutes-city-for-a-new-chrono-urbanism-pr-carlos-moreno/>
- Regione Liguria (2018). Legge regionale 29 novembre 2018, n. 23 – Disposizioni per la rigenerazione urbana e il recupero del territorio agricolo.
- Regione Liguria (2021). Legge regionale 3 maggio 2021, n. 6 – Modifiche alla Legge Regionale 4 Settembre 1997, N. 36 (Legge Urbanistica Regionale).
- Rupprecht Consult (2019). *Guidelines for Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan* – Second Edition. https://www.eltis.org/sites/default/files/sump-guidelines-2019_mediumres.pdf.
- Rye, T., Lyons, G., Svensson, T., Lenferink, S., Mladenović, L., Piras, F., & Witzell, J. (2024). Uncertainty and Triple Access Planning in European Sustainable Urban Mobility Plans: a long way to go yet? *Transportation Planning and Technology*, 1-23.
- Santos, G., & Nikolaev, N. (2021). Mobility as a service and public transport: a rapid literature review and the case of Moovit. *Sustainability*, 13(7), 3666.

- Sieber, N., & Krauss, K. (2024, April). Improvement of SUMP-Methodology for Climate Mitigation. In *Transport Research Arena Conference* (pp. 114-119). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Song, L., Kong, X., & Cheng, P. (2024). Supply-demand matching assessment of the public service facilities in 15-minute community life circle based on residents' behaviors. *Cities*, 144, 104637.
- Staricco, L. (2022). 15-, 10-or 5-minute city? A focus on accessibility to services in Turin, Italy. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100030.
- van der Craats, J., van Lierop, D., & Duran-Rodas, D. (2025). Social inclusion in sustainable urban mobility plans (SUMPs): The case of shared mobility in Utrecht, the Netherlands. *Journal of Transport Geography*, 126, 104234.

6.1. Le leve economiche della transizione sostenibile

La transizione verso un sistema di mobilità sostenibile, efficiente e inclusivo rappresenta una delle sfide economiche più complesse del XXI secolo. Tale transizione non può prescindere da una visione integrata delle leve economiche pubbliche e industriali, poiché il sistema dei trasporti costituisce un settore ad altissima interdipendenza tra regolazione, mercato, innovazione tecnologica e infrastruttura fisica. L'intervento pubblico, attraverso la regolazione, la spesa e la fiscalità, e l'evoluzione dei mercati industriali, mediante investimenti, strategie di filiera e innovazione, si intrecciano nel determinare l'efficienza e equità e la sostenibilità complessiva del sistema logistico. Storicamente, l'economia dei trasporti si è fondata su una dialettica costante fra "fallimenti di mercato" e "fallimenti dello stato". Sotto il primo profilo, la mobilità produce esternalità ambientali e sociali che il mercato per definizione non include nelle proprie valutazioni e nella ricerca dell'equilibrio. Sotto il secondo profilo, le politiche pubbliche, se non ben calibrate, possono generare inefficienze allocative, iniquità e sprechi. La sfida odierna consiste nel ricomporre questa tensione in una logica di governance condivisa, capace di coniugare l'attenzione ai valori sociali e ambientali, cui la regolazione pubblica dovrebbe tendere, con l'efficienza competitiva propria del settore privato, in un contesto di innovazione tecnologica e di vincoli climatici sempre più stringenti.

6.2. L'economia pubblica della mobilità sostenibile

L'economia pubblica fornisce il quadro teorico per comprendere il ruolo dello stato nella correzione dei fallimenti del mercato e nella promozione di obiettivi collettivi di efficienza e equità. Nel settore dei trasporti, le esternalità negative – inquinamento atmosferico, congestione, incidentalità, consumo di suolo – costituiscono un tipico caso di inefficienza allocativa che richiede interventi correttivi. Il principio di fondo è quello dell'internalizzazione dei costi esterni (Vierth e Merkel, 2022; Abreu et al., 2023), attraverso strumenti fiscali e regolatori che incorporino nel prezzo del trasporto, o per meglio dire nel suo “costo generalizzato” (che è il costo non solo monetario sopportato direttamente dall'utente) l'intero costo sociale dello spostamento.

Tra i principali strumenti vi sono la tassazione ambientale e i pedaggi intelligenti, progettati per far pagare agli utenti un contributo proporzionato all'impatto ambientale e al livello di congestione prodotto, oltre a contributi e incentivi selezionati con l'obiettivo di favorire la crescita dei veicoli elettrici, dei biocarburanti, del trasporto pubblico e della mobilità condivisa; a questi si affiancano politiche di investimento pubblico in infrastrutture sostenibili, come linee ferroviarie, piste ciclabili e hub intermodali, e in innovazione tecnologica, e meccanismi di fiscalità progressiva e redistribuzione territoriale con l'obiettivo di garantire l'accessibilità e la coesione sociale. L'obiettivo non è solo la riduzione dell'impatto ambientale, ma anche il riequilibrio complessivo del sistema in funzione di obiettivi plurali come inclusione, competitività, innovazione e capacità di adattamento.

6.3. Strumenti fiscali e regolatori per la transizione

Le politiche fiscali applicate al settore dei trasporti interessano tre dimensioni: il prezzo relativo, l'investimento pubblico e la redistribuzione. La tassazione dei carburanti fossili, i pedaggi stradali e le imposte sull'emissione di gas inquinanti sono strumenti di tassazione detta “*pigouviana*” (Pigou, A.C., 1920), ovvero imposte correttive finalizzate a colmare il divario esistente tra il cosiddetto “costo privato” e il “costo sociale”. La loro efficacia è però subordinata all'impiego di una domanda di trasporto con alta elasticità di domanda e ampia disponibilità di alternative sostenibili, condizioni queste rare. Parallelamente stanno emergendo strumenti di regolazione della domanda di trasporto sempre più sofisticati come i pedaggi dinamici e la tariffazione differenziata per fasce orarie o aree urbane (ad esempio *congestion charge* e *low emission zones*). Essi, supportati da strumenti digitali di rileva-

zione e di pagamento dei pedaggi, consentono di modulare il comportamento degli utenti in tempo reale, ottimizzando l'uso delle infrastrutture.

Gli incentivi diretti, come ad esempio bonus per l'acquisto di veicoli elettrici o per l'utilizzo del trasporto pubblico, costituiscono l'opposto "positivo" della tassazione. La loro efficacia è massima quando sono utilizzati in strategie integrate che combinano sostegno economico, informazione e disponibilità di infrastrutture adeguate. Un altro importante aspetto della economia pubblica della mobilità sostenibile è rappresentato dalla prevedibilità della politica. Infatti, gli investitori e i cittadini in generale dovrebbero poter contare su stabilità nel tempo per orientare le proprie scelte di consumo e di investimento. La instabilità normativa, al contrario, genera incertezza e rallenta la transizione. Per questo motivo, la coerenza intertemporale e la continuità degli incentivi sono componenti essenziali di una strategia efficace.

6.4. L'intervento dello Stato e delle amministrazioni locali

Il ruolo dello Stato nella transizione della mobilità è duplice: è al contempo regolatore e attore economico. Lo Stato regola e incentiva; partecipa direttamente alla produzione di beni pubblici (nel campo delle infrastrutture, della ricerca, dei servizi). Nello scenario multilivello, gli enti locali assumono un ruolo fondamentale perché è proprio nello spazio urbano che si manifesta la mobilità. Le città sono al contempo i luoghi della massima congestione e i luoghi dei laboratori più avanzati di innovazione (Jin et al., 2021).

Gli enti locali possono agire su più fronti, dalla tariffazione (del trasporto pubblico locale, della sosta, della circolazione privata attraverso forme di *road pricing*), alla zonizzazione e regolazione (circolazione, zone a sosta o traffico limitati, limiti di velocità, aree pedonali), alla promozione della mobilità dolce e/o sostenibile (pedonale, ciclistica, mezzi elettrici, mobilità condivisa), alla programmazione (piani di mobilità, come i Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile o PUMS, o altri strumenti urbanistici), alle grandi scelte infrastrutturali.

L'equilibrio fra intervento statale e autonomia locale è cruciale per evitare sovrapposizioni fra i livelli decisionali e garantire efficacia all'intero sistema. Un sistema policentrico o plurilivello di *governance* può consentire di adattare gli strumenti alle caratteristiche territoriali, ma richiede coordinamento, interoperabilità e capacità amministrativa per evitare ridondanza e inefficienza.

6.5. L'economia industriale del settore della mobilità

Parallelamente al proprio ruolo pubblico, anche l'industria afferente alla mobilità attraversa una trasformazione strutturale. Le filiere produttive, dal settore automobilistico alla logistica, dal trasporto ferroviario all'aerospazio, sono al centro di almeno due importanti e fenomeni: la digitalizzazione dei processi produttivi e la decarbonizzazione e transizione energetica. Le innovazioni di prodotto (veicoli elettrici, connessi, autonomi), le innovazioni di processo (fabbriche intelligenti, stampa 3D, *internet of things*), e quelle organizzative o di modello di business (servizi di mobilità integrata, MaaS, abbonamenti multimodali) stanno modificando significativamente la struttura del mercato, le barriere all'ingresso, la distribuzione del potere di mercato e – in prospettiva – del valore.

Le principali direttrici di cambiamento generano importanti effetti collaterali (peraltro non tutti e non sempre di segno positivo), e includono, principalmente:

- l'elettrificazione e la formazione di nuove catene del valore energetiche, con una crescente integrazione tra industria automobilistica ed energetica;
- la digitalizzazione e “piattaformizzazione”, che riducono i costi marginali e favoriscono economie di rete, ma generano anche rischi di concentrazione monopolistica;
- l'automazione e l'intelligenza artificiale, che aumentano la produttività e la sicurezza, ma pongono sfide occupazionali e regolatorie;
- l'economia circolare e la sostenibilità industriale, che spingono le imprese a ripensare l'intero ciclo di vita dei prodotti e dei materiali.

In questo contesto, il decisore politico e il legislatore non agiscono più isolati, poiché il settore privato diventa sempre più non solo un possibile beneficiario di incentivi, ma anche un promotore dell'innovazione attraverso gli investimenti guidati da (legittime) prospettive di profitto. Queste dinamiche avvengono in un contesto di crescente incertezza, in cui l'intensità degli investimenti in capitale (di tipo materiale e immateriale) e l'alea legato all'innovazione tecnologica suggeriscono il ricorso a logiche condivise, quali partenariati pubblici privati, e a strumenti finanziari ad hoc (*green bonds*, fondi di transizione, finanza di progetto sostenibile).

6.6. Sinergie e tensioni tra regolazione e mercato

La relazione tra economia pubblica ed economia industriale ha luogo sullo sfondo di un obiettivo più ampio di perseguimento della mobilità so-

stenibile. Da un lato, l'economia pubblica ha come obiettivi l'equità e la sostenibilità; dall'altro, il mercato mira all'efficienza e al profitto. L'equilibrio si può raggiungere se le politiche pubbliche riescono a favorire l'innovazione privata senza distorcerne gli incentivi intrinseci e la logica del profitto. Mentre, all'opposto, la tensione si manifesta o cresce quando la regolazione diventa troppo vincolante o – peggio – imprevedibile (una cosa non esclude l'altra, purtroppo). Un esempio paradigmatico è la politica degli incentivi per l'auto elettrica: se bene articolata, essa accelera la transizione e sostiene l'industria; se male progettata, essa genera effetti regressivi o distorsioni di mercato (Liu et al., 2023), con retroazioni potenzialmente nocive del mercato verso il decisore politico. Inoltre, la liberalizzazione dei servizi di trasporto (autobus, taxi, sharing) può aumentare la concorrenza e ridurre i costi, ma anche generare dumping sociale o congestione se non accompagnata da adeguati strumenti di governance (Bulkova et al., 2023). La sfida è quindi stabilire regole del gioco trasparenti e stabili, capaci di orientare gli operatori verso obiettivi collettivi senza sostituirsi alle forze di mercato, ma anzi favorendone le caratteristiche più positive, come la spinta all'innovazione e la ricerca della qualità indotta dall'ambiente concorrenziale. L'efficienza dinamica – cioè, la capacità del sistema di innovare nel tempo – diventa il nuovo criterio di valutazione delle politiche economiche dei trasporti.

6.7. Competitività, localizzazione e politiche industriali

La integrazione dell'economia pubblica e industriale riveste un ruolo fondamentale nella competitività. La localizzazione della produzione legata alla mobilità, come i veicoli elettrici, le batterie, la componentistica e le infrastrutture digitali, dipende dalla presenza di capitale umano, infrastrutture fisiche, fonti energetiche e politiche industriali integrate. La fase critica in cui versa l'Europa e l'Italia è legata alla riconversione industriale della filiera automobilistica, che richiede investimenti massicci in ricerca, formazione e innovazione, ma anche strumenti di tutela provvisoria dalla concorrenza extraeuropea (Simonazzi, 2025). Le politiche industriali sono quindi chiamate a bilanciare la necessità di aperture e autonomia strategica, con la valorizzazione della crescita degli ecosistemi produttivi regionali con alta specializzazione. La politica dei cluster e dei distretti dell'innovazione è una risposta adeguata (Yang e Dai, 2025) poiché integra università, imprese e amministrazioni in reti di collaborazione che riducono i costi di transazione e accelerano la diffusione tecnologica. In questo contesto, le strategie di reshoring

e nearshoring sono legate all'esigenza di ridurre la vulnerabilità delle catene globali del valore.

6.8. Condizioni economiche e istituzionali per la mobilità del futuro

La mobilità del futuro richiederà una nuova architettura economica e istituzionale, basata su tre pilastri: sostenibilità, digitalizzazione e inclusione. In particolare, sul piano economico, sarà necessario integrare gli strumenti basati sul prezzo, i sistemi di incentivi e i meccanismi di regolazione, nell'ambito di un disegno coerente. Penalizzare le esternalità del trasporto è in realtà un premio all'efficienza del mercato, intesa come migliore allocazione possibile delle risorse disponibili. Sul piano industriale, questo favorisce la flessibilità produttiva e la neutralità tecnologica, orientando la produzione verso i risultati auspicati ma senza vincolare troppo presto il mercato a tecnologie naturalmente in via di sviluppo.

In questo contesto, le istituzioni hanno il compito di garantire, in primo luogo, la stabilità e affidabilità del quadro normativo, e, ove sono in gioco politiche fiscali, la stabilità, prevedibilità e – per quanto possibile – continuità degli incentivi, necessari ad avviare e consolidare comportamenti “virtuosi” da parte degli attori privati. In secondo luogo, le istituzioni dovrebbero assicurare il miglior possibile coordinamento multilivello tra Stato, Regioni e governi degli enti locali (aree metropolitane, città, aree rurali e montane, etc.) (Bianchi e Richiedei, 2023). Infine, un alto livello di trasparenza e *accountability* nel quadro dei partenariati pubblico-privato sarà cruciale per un efficace coinvolgimento degli attori privati. Quest'ultimo elemento, in particolare, è cruciale per il coinvolgimento di attori privati di primo livello, in uno scenario industriale e finanziario prevalentemente internazionale. Solo un quadro istituzionale chiaro e stabile potrà contribuire a stimolare o attrarre investimenti a lungo termine e a sostenere innovazioni (Yaskov e Smiesova, 2025). In questo senso, la governance economica della mobilità sostenibile assume anche un carattere costitutivo della competitività nazionale, in particolare nel contesto geografico europeo.

6.9. Conclusioni

La transizione verso un sistema di mobilità sostenibile che sia al tempo stesso efficace ed efficiente comporta una con-vergenza di politiche pubbli-

che e dinamiche industriali, e richiede inoltre il sempre maggiore coinvolgimento dell'utenza, le cui caratteristiche sono, come abbiamo visto, in continua e profonda evoluzione. L'economia pubblica fornisce gli strumenti per correggere le esternalità e assicurare equità; l'economia industriale mobilita risorse, innovazione e capacità produttiva. Solo l'integrazione di queste diverse dimensioni può generare un corretto equilibrio tra regolazione, mercato e benessere. O ancora, se si preferisci, tra obiettivi ambientali, competitività economica e qualità della vita. Il futuro della mobilità dipenderà in buona parte dalla capacità di governare queste interazioni in modo coordinato, trasparente e orientato al lungo periodo e al benessere comune. Ciò significa non solo costruire infrastrutture o promuovere tecnologie, condizioni necessarie ma non sufficienti rispetto all'ambizioso obiettivo, ma anche ripensare le regole del gioco economico che orientano la produzione e il consumo di mobilità. Se così immaginata, la politica dei trasporti può diventare una politica economica a tutti gli effetti: uno strumento, cioè, capace di guidare e stimolare la trasformazione industriale, contenere le disuguaglianze e costruire una società più sostenibile, coesa e orientata al bene comune.

Riferimenti bibliografici

- Abreu, H., Santos, T. A., & Cardoso, V. (2023). Impact of external cost internalization on short sea shipping – The case of the Portugal-Northern Europe trade. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 114, 103544.
- Bianchi, S., & Richiedei, A. (2023). Territorial Governance for Sustainable Development: A multi-level governance analysis in the Italian context. *Sustainability*, 15(3), 2526.
- Bulkova, Z., Gasparik, J., Zitricky, V., & Abramovic, B. (2023). Tendering of rail transport services in Slovakia. *Bus. Logist. Mod. Manag.*, 23, 391-410.
- Jin, P., Mangla, S. K., & Song, M. (2021). Moving towards a sustainable and innovative city: Internal urban traffic accessibility and high-level innovation based on platform monitoring data. *International Journal of Production Economics*, 235, 108086.
- Liu, Y., Zhao, X., Lu, D., & Li, X. (2023). Impact of policy incentives on the adoption of electric vehicle in China. *Transportation research part A: policy and practice*, 176, 103801.
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*. Mcmillan.
- Simonazzi, A. (2025). The bumpy road of the European automotive industry towards sustainable mobility. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali*, 1-12.

- Vierth, I., & Merkel, A. (2022). Internalization of external and infrastructure costs related to maritime transport in Sweden. *Research in Transportation Business & Management*, 44, 100580.
- Yang, N., & Dai, X. (2025). Innovation District-Case Study Hangzhou. *Advances in the Integration of Technology and the Built Environment: Select Proceeding of Architecture Across Boundaries 2024*, 593, 410.
- Yaskov, Y., & Smiesova, V. (2025). The impact of the institutional environment on the investment attractiveness of the national economy: international experience. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 4, 206-216.

REGOLAMENTAZIONE: LE SFIDE DELLA MOBILITÀ INNOVATIVA E SOSTENIBILE NELLA PROSPETTIVA REGOLATORIA DELL'UNIONE EUROPEA

di *Francesco Munari e Mario Barbano*

La regolamentazione nel settore della mobilità svolge un ruolo cruciale nel definire il quadro entro cui si muovono attori pubblici e privati, influenzando scelte infrastrutturali, tecnologiche, economiche e comportamentali. In un contesto segnato dalla transizione ecologica, dalla digitalizzazione e dall'emergere di nuovi modelli di servizio – come la mobilità condivisa, autonoma e a zero emissioni – le norme devono continuamente adattarsi per favorire l'innovazione, garantendo al contempo sicurezza, accessibilità e sostenibilità. La regolamentazione della mobilità non si limita alle norme stradali o alla disciplina del trasporto pubblico, ma coinvolge un ecosistema normativo complesso, che spazia dalle regole sull'interoperabilità dei sistemi digitali, alla governance dei dati, dalle tariffe ambientali alla gestione degli spazi pubblici, fino agli standard per i veicoli autonomi e connessi. Una sfida chiave è rappresentata dalla necessità di armonizzare i diversi livelli istituzionali – europeo, nazionale, regionale e locale – affinché l'azione regolatoria sia coerente, tempestiva e in grado di accompagnare l'evoluzione del settore. È inoltre sempre più necessario adottare approcci regolatori flessibili e adattivi, in grado di rispondere alle rapide trasformazioni tecnologiche senza creare barriere all'ingresso o distorsioni di mercato.

Questo capitolo si propone di analizzare le principali direttrici della regolazione della mobilità nella prospettiva del diritto dell'Unione europea, esplorando le opportunità offerte dalla normazione proattiva e le criticità derivanti da approcci obsoleti o frammentati. Particolare attenzione sarà riservata agli ambiti emergenti – come la regolazione dei servizi MaaS, della guida autonoma, dei veicoli a propulsione alternativa e della gestione dei dati – per delineare un quadro normativo coerente con le esigenze della mobilità del 2050.

7.1. La transizione digitale: verso uno spazio unico europeo di dati sulla mobilità

La digitalizzazione incide in modo trasversale sull'evoluzione della mobilità. Il progressivo aumento dei sensori a bordo dei veicoli e integrati nell'infrastruttura consente di raccogliere grandi quantità di dati (*big data*), con implicazioni per l'intero ecosistema industriale.

I *big data*, opportunamente analizzati tramite algoritmi, consentono di migliorare l'efficienza e la sicurezza dei trasporti sotto vari profili, inclusi il monitoraggio dei consumi, verifiche sullo stato del veicolo e dell'infrastruttura, prevenzione di sinistri e riduzione dei costi di assicurazione. I dati così raccolti sono, inoltre, essenziali per addestrare i sistemi di intelligenza artificiale impiegati nella guida autonoma e per valutare l'efficacia delle politiche di settore, incluse le strategie di decarbonizzazione.

Per poter essere impiegati efficacemente, i *big data* richiedono la definizione di un quadro regolatorio volto a favorire l'interoperabilità dei dati e la loro circolazione. Pertanto, la legislazione di riferimento si colloca necessariamente al livello dell'Unione europea, in quanto solo la prospettiva del mercato unico – e delle relative libertà fondamentali – consente di superare le frammentazioni esistenti non solo in funzione dei modi di trasporto, ma anche delle articolazioni territoriali di ciascuno Stato membro (Commissione, 2023a, p. 3; cfr. Letta, 2024; Draghi, 2024).

In questo contesto, l'Unione europea ha sviluppato una strategia di transizione digitale del settore volta a favorire, da un lato, la mobilità connessa, cooperativa e automatizzata (*Cooperative, Connected and Automated Mobility*, CCAM), e, dall'altro, la circolazione dei dati (Commissione, 2020a, parr. 56 ss.). Questo approccio trova riscontro nel quadro normativo, che combina tradizionali misure di armonizzazione settoriale con le disposizioni contenute negli atti "orizzontali" in materia di regolazione dei dati.

Per quanto concerne il primo profilo, si segnalano: i) la direttiva sui sistemi di trasporto intelligenti (Dir. 2010/40/UE, come modificata dalla dir. 2023/2661/UE) e i relativi atti attuativi in materia di servizi di informazione sul traffico in tempo reale e servizi di informazione sulla mobilità (Reg. delegati (UE) 2015/962 e 2017/1926 della Commissione); ii) lo sviluppo del sistema europeo di gestione del traffico ferroviario (*European Railway Traffic Management System*, ERTMS, v. art. 38.3 Reg. (UE) 2010/1315); iii) la digitalizzazione delle informazioni riguardanti il trasporto merci (Reg. (UE) 2020/1056).

La disciplina sulla regolazione dei dati si colloca, invece, nel solco della Strategia europea per i dati e della comunicazione sullo spazio unico europeo

di dati sulla mobilità (Commissione, 2020b; Id., 2023), e trova espressione nel regolamento sulla *governance* dei dati e quello sui dati (rispettivamente, Reg. (UE) 2022/868, *Data Governance Act*, DGA e Reg. (UE) 2023/2854, *Data Act*, DA). Queste disposizioni prevedono la creazione di uno spazio unico europeo di dati sulla mobilità con l'obiettivo di migliorare tecniche di raccolta, analisi e condivisione dei dati. Il suddetto spazio è caratterizzato da un servizio di intermediazione che organizza i dati e ne garantisce l'accesso ai portatori di interesse a condizioni non discriminatorie e senza pregiudicare la disponibilità dei dati in capo a chi li ha generati (cfr. cons. n. 27 DGA). Seppure i dati sulla mobilità costituiscano uno spazio a sé, sono previste azioni di collegamento tra settori diversi.

La normativa europea sullo spazio dei dati richiede interventi attuativi al livello sia dell'Unione, che degli Stati membri (Commissione, 2025a; Carotti, 2024, p. 291). Sotto quest'ultimo profilo, l'Italia sconta un tendenziale ritardo, ma alcuni passi avanti sono stati compiuti attraverso l'istituzione, nell'ambito del PNRR, della Piattaforma Digitale Nazionale Dati, avente l'obiettivo di rendere le diverse basi dati pubbliche tra loro interoperabili. Per quanto concerne specificatamente i servizi di mobilità svolti su concessione, l'obbligo per i concessionari di fornire al concedente in formato aperto i dati dei servizi prestati agli utenti, può avere ricadute significative sotto il profilo della circolazione (art. 50-*quater* D.Lgs. n. 82/2005).

Alla luce del quadro così delineato, è possibile delineare alcune prospettive future. Innanzitutto, occorre tener conto delle discipline orizzontali sulla regolazione dei dati che possono trovare applicazione nel settore di interesse, quali il regolamento sulla tutela dei dati personali (Reg. (UE) 2016/679, GDPR), il regolamento sulla libera circolazione dei dati non personali (Reg. (UE) 2018/1807) e la direttiva 'open data' sui dati del settore pubblico (Dir. 2019/1024/UE). Si delinea, in particolare, una tensione di fondo tra il *favor* verso la circolazione che caratterizza la disciplina dello spazio europeo dei dati e il modello del consenso previsto nel GDPR, che ha mostrato nel tempo una tendenziale inefficacia pur aumentando i costi per le imprese europee (Draghi, 2024). Di interesse, in tal senso, l'approccio regolatorio adottato in sede di revisione della direttiva sui sistemi di trasporto intelligente, ai sensi della quale l'allineamento alla disciplina di tutela della *privacy* deve avvenire mediante specifiche misure adatte al contesto di riferimento (cfr. art. 6-*bis* e 7.5 Dir. 2010/40/UE e s.m.i.).

In secondo luogo, la progressiva integrazione tra sistemi di dati, così come tra infrastruttura fisica e digitale, richiede la definizione di livelli adeguati di cibersicurezza. In tale ottica, si evidenzia un tendenziale ampliamento del novero di imprese operanti del settore sottoposte ad obblighi rafforzati in forza

del diritto dell'Unione, quali i gestori di infrastrutture di ricarica e costruttori di veicoli a motore (Dir. (UE) 2022/2555, NIS 2). In tale prospettiva, occorre rafforzare il principio di *cybersecurity by design* e l'obbligo di tener conto delle esigenze di cibersecurity durante l'intero ciclo di vita del prodotto (Reg. (UE) 2019/2144, cfr. cons. n. 27 Reg. (UE) 2024/2847).

In terzo luogo, la circolazione dei dati deve essere garantita in coordinamento con le altre strategie rilevanti dell'Unione, in particolare quella sui servizi *cloud*, indispensabili per la realizzazione degli spazi comuni di dati, nonché quella sui *data center*. Alla luce delle attuali tensioni geopolitiche, lo sviluppo di capacità adeguate all'interno dell'Unione pare oramai ineludibile: in tal senso, la proposta di *Cloud and AI Development Act*, attualmente in fase di elaborazione da parte della Commissione, potrebbe fornire una prima significativa risposta (Commissione, 2025b; Marcelin, 2025).

Da ultimo, ai fini di un'efficace attuazione concreta, lo spazio europeo dei dati della mobilità deve potersi fondare su una solida struttura di *governance*. In termini generali, il legislatore dell'Unione delinea un sistema in cui il settore pubblico regola e governa il processo, mentre le imprese private intervengono a monte, fornendo i dati, e, soprattutto, a valle, nella fase di sfruttamento. Al riguardo, la disponibilità di dati e algoritmi può favorire la concentrazione di potere di mercato e la creazione di barriere all'entrata, con conseguenti ricadute sulla concorrenza tra le imprese e il benessere dei consumatori, come sarà evidenziato più avanti (*infra*, 3-4).

7.2. La guida autonoma: dalla regolazione di settore all'AI Act

La guida autonoma rappresenta una delle frontiere più avanzate dell'evoluzione della mobilità al 2050. Come anticipato, i veicoli autonomi operano grazie a sistemi di intelligenza artificiale (AI) capaci di analizzare in tempo reale i dati raccolti da sensori e sistemi di navigazione (es. GPS) e prendere le decisioni necessarie per gestirne il movimento. La classificazione SAE (*Society of Automotive Engineers*) individua sei livelli di automazione, che vanno da 0, privo di automazione, a 5, caratterizzato da automazione totale; il livello 3 rappresenta una fase di transizione, con passaggio dal controllo umano diretto alla guida automatizzata condizionata (in dettaglio sull'evoluzione tecnologica del settore, v. R. Bozzo, *Sostenibilità ed evoluzione dei veicoli*, *supra*, cap. 3).

Sotto il profilo normativo, la guida autonoma richiede adattamenti significativi al quadro normativo vigente, al fine di supportare l'innovazione senza pregiudizio per la sicurezza degli utenti e la tutela dei valori fondamentali. A livello internazionale, si segnala il ruolo della Commissione economica per l'Europa

delle Nazioni Unite (UNECE). In seno all'UNECE si è deciso nel 2016 di modificare la Convenzione di Vienna sulla circolazione stradale del 1968, al fine di consentire l'impiego di tecnologie di guida automatizzata, ferma la garanzia costituita dalla possibilità di intervento del conducente. Nello stesso anno, il regolamento UN n. 79 è stato modificato per rimuovere la limitazione di velocità di 10 km/h per i veicoli autonomi. L'UNECE ospita anche il Forum mondiale per l'armonizzazione delle regolamentazioni sui veicoli all'interno del quale è attivo un gruppo di lavoro *ad hoc* (*Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles*, GRVA WP.29). Di recente, il GRVA ha elaborato un progetto di regolamentazione tecnica globale per i sistemi di guida automatizzata, che può rappresentare un primo passo significativo verso l'armonizzazione normativa del settore (UNECE, 2025).

Al livello dell'Unione europea, la guida autonoma è, innanzitutto, riconducibile ai sistemi di intelligenza artificiale “ad alto rischio” ai sensi del Regolamento sull'Intelligenza Artificiale (Reg. (UE), 2024/1689, AI Act), in virtù dell'incidenza di tale tecnologia sulla sicurezza complessiva del veicolo (art. 6.1 e All.I AI Act). La disciplina di riferimento, tuttavia, è contenuta nella legislazione di settore, in particolare, il regolamento sui requisiti di omologazione per garantire la sicurezza generale dei veicoli, che stabilisce un primo quadro normativo UE per veicoli automatizzati e completamente automatizzati (art. 11 Reg. (UE) 2019/2144). Ai sensi di quest'ultima disposizione, la Commissione è chiamata a definire – mediante atti di esecuzione – specifiche tecniche per i sistemi che sostituiscono il conducente nel controllo del veicolo, nonché gli altri sistemi che caratterizzano la guida autonoma. Il problema del coordinamento tra la prospettiva regolatoria “orizzontale” sull'AI e quella settoriale sull'omologazione dei veicoli è affrontato da una norma di “raccordo” dell'AI Act, che richiede alla Commissione di tener conto, nell'adozione degli atti di esecuzione di cui sopra, degli obblighi di conformità, trasparenza e supervisione umana previsti dall'AI Act per i sistemi ad alto rischio (v. art. 2.2 e 109 AI Act). A poco tempo dall'entrata in vigore dell'AI Act, non è possibile stabilire oggi se tale approccio sarà sufficiente per garantire un quadro normativo coerente e potrebbero rendersi necessari interventi giurisprudenziali al fine di chiarire i rapporti tra i due atti normativi. Peraltro, pare meritevole di ulteriore approfondimento anche il rapporto tra normativa sull'AI e direttiva sui sistemi di trasporto intelligente, la quale prevede l'adozione di specifiche per lo sviluppo e l'attuazione di sistemi di trasporto intelligenti cooperativi (C-ITS, v. art. 2.1.d Direttiva ITS), ma non è espressamente richiamata dall'AI Act.

In prospettiva futura, è opportuno evidenziare l'introduzione nell'AI Act di una disciplina dedicata agli spazi di sperimentazione normativa per l'IA (c.d. *regulatory sandboxes*, v. art. 57 AI Act). I *sandbox* offrono un ambiente con-

trollato per lo sviluppo e il collaudo di sistemi di IA innovativi prima del loro lancio sul mercato, con l'obiettivo di migliorare la certezza giuridica, promuovere l'innovazione e sostenere la conformità normativa; in tale contesto, le autorità pubbliche competenti forniscono orientamenti e supervisione, mentre i produttori possono avvalersi delle sperimentazioni svolte nei *sandbox* per dimostrare la loro conformità (Rugani, 2024). La possibilità di applicare ai sistemi di guida autonoma la disciplina dei *sandbox* (cfr. art. 2.2 e All. 1 AI Act) potrebbe delineare un nuovo approccio regolatorio, suscettibile di essere esteso anche allo sviluppo di altri sistemi a garanzia della sicurezza e della resilienza dei trasporti e della mobilità (cfr. art.59.1.a.iv AI Act).

La normativa dell'Unione è poi integrata da quella interna per la sperimentazione dei veicoli autonomi su strada, nella quale sono specificati criteri tecnici e individuati *iter* autorizzativi specifici (Decreto MIT n. 70/2018) e si prevedono incentivi allo sviluppo delle infrastrutture intelligenti in grado di integrare con i veicoli automatizzati (art. 1, co. 73 L. 27 dicembre 2017, n. 205). Parallelamente, è tutt'ora aperto il dibattito sull'eventuale aggiornamento del Codice della Strada (D.Lgs. 285/1992) per adeguarlo alla nuova realtà.

Peraltro, le potenzialità di utilizzo di sistemi di intelligenza artificiale nei trasporti non si limitano alla mobilità stradale: ne è esempio la mobilità aerea innovativa (IAM), che ricomprende operazioni con velivoli di nuova concezione (senza pilota – UAS, a decollo e atterraggio verticale – VTOL, a propulsione elettrica, ecc.) per la mobilità aerea di persone e merci, basati su un'infrastruttura integrata aerea e terrestre (Commissione, 2022a). L'Unione europea e l'Italia sono all'avanguardia nello sviluppo di un quadro regolatorio capace di supportare l'espansione dell'IAM (Ibidem; ENAC, 2021), con elevate ricadute sulla mobilità urbana del futuro (EASA, 2021; Barbano, Costa, 2023). Tali tendenze evolutive paiono, quindi, destinate a rinforzarsi reciprocamente.

7.3. Mobility as a Service (MaaS): definizione dei modelli di governance...

La mobilità come servizio (*Mobility as a Service*, MaaS) costituisce un'applicazione concreta dell'economia digitale al settore della mobilità, con enormi potenzialità di crescita nei prossimi decenni (in misura del 30% annuo fino al 2030, fino a decuplicare il valore attuale circa 11-12 miliardi di dollari: Markets and Markets, 2023; in dettaglio sulle prospettive di carattere economico, v. T. Pavanini, *Mobility as a Service (MaaS)*, *supra*, cap. 3).

La MaaS introduce un nuovo concetto di mobilità, fondato su due elementi: l'integrazione di servizi di trasporto pubblici e privati (autobus, taxi,

car-sharing, e-bike, ecc.) e l'offerta di tali servizi in forma aggregata su un'unica piattaforma digitale (*app*), accessibile via smartphone con un unico sistema di pagamento (Cambini, Sabatino, 2024, p. 266 ss.). Al centro del sistema MaaS vi è l'utente, destinatario di soluzioni di mobilità flessibili e personalizzate. La MaaS presenta immediate ricadute sullo sviluppo della mobilità urbana, ma, in prospettiva futura, è in grado di incidere altresì sui trasporti extra-urbani e regionali (ad es., il trasporto a chiamata) e quello a lunga percorrenza (ad es., biglietto integrato AV-aereo, noleggio auto, ecc.). L'Europa è all'avanguardia di questa trasformazione, come testimoniato dal successo conseguito da app come Whim (Finlandia) e Qixxit (Germania).

Dal punto di vista regolatorio, le caratteristiche innovative del servizio (*disruptive* nella logica dell'economia digitale), richiedono un complessivo ripensamento delle regole da applicare e dei modelli di *governance*. Da una parte, gli interventi normativi possono contribuire a rafforzare la certezza del diritto a beneficio degli investitori privati e dell'espansione del mercato. Dall'altra parte, però, un approccio regolatorio troppo rigido può pregiudicare l'innovazione e la qualità dell'offerta, impedendo alle imprese europee del settore di conseguire le economie di scala indispensabili per competere con i propri concorrenti globali (in particolare, le *big tech* statunitensi come Google e Uber).

In questo contesto, lo Stato può supportare l'offerta di servizi MaaS non solo mediante i tradizionali strumenti offerti dalla regolazione dei servizi di trasporto, ma anche intervenendo sulle tecnologie abilitanti, mediante regole che definiscano l'utilizzo dei dati (*supra*, par. 1) e l'accesso alla piattaforma. Allo stesso modo, i dati raccolti dai servizi MaaS possono contribuire ad una più efficace pianificazione delle infrastrutture di trasporto pubblico.

Sotto il profilo della *governance*, pare condivisibile l'adozione di un modello misto pubblico-privato, in cui la pubblica amministrazione è chiamata a definire le regole di accesso alla piattaforma e a garantire una concorrenza equa tra gli operatori privati che forniscono i singoli servizi di trasporto. In confronto, un modello interamente privato potrebbe stimolare maggiore concorrenza sulla qualità del servizio, ma determinerebbe un incentivo a indirizzare gli utenti verso soluzioni di trasporto più remunerative per il gestore della piattaforma, a discapito degli obiettivi sociali propri del TPL. Per converso, un modello interamente pubblico risponderebbe meglio alla finalità sociale, ma a costo di rendere il servizio meno incline all'innovazione e meno attrattivo per gli investitori privati.

Nella prospettiva italiana, il modello pubblico-privato pare rispondere meglio alle caratteristiche del mercato della mobilità, nel quale le imprese pubbliche di TPL continuano a svolgere un ruolo centrale. In conformità agli

obiettivi del PNRR, è stato elaborato il progetto *Mobility as a Service for Italy* che, nell'ambito della strategia Italia digitale 2026 si propone di: i) favorire sperimentazioni MaaS nei territori, ii) creare una piattaforma aperta per i dati di mobilità, in grado di mettere in relazione gli operatori del settore e fornire un unico punto di accesso nazionale, iii) potenziare la digitalizzazione del trasporto pubblico, con particolare attenzione per i sistemi di pagamento e i titoli di viaggio. Nell'ambito del progetto si delinea un modello di ecosistema MaaS aperto, in cui lo Stato assume un duplice ruolo di soggetto regolatore e abilitatore: nella prima veste, esso definisce normative e standard comuni per l'interazione tra tutti i soggetti nell'ecosistema; la funzione abilitatrice, invece, è svolta mediante il finanziamento e la creazione di una piattaforma aperta, il *Data and Service Repository for MaaS* (DSRM) (MITD, 2022). Rispetto a modelli di *governance* incentrati sul settore privato, l'approccio adottato dal progetto in esame pare in grado di ridurre le barriere all'ingresso per gli operatori, favorendo una concorrenza basata sulla qualità dell'offerta, nonché una maggiore capacità di adattamento alle esigenze di pianificazione pubblica. Allo stesso tempo, però, emergono dei rischi legati alla dipendenza da finanziamenti pubblici e dalla ricezione di dati da parte del TPL (Cambini, Sabatino, 2024, p. 274).

7.4. ... e possibili scenari concorrenziali

La circostanza che, seppur integrati in un unico ecosistema, i singoli servizi di trasporto competano tra loro presenta ricadute significative per l'applicazione del diritto della concorrenza, in relazione al divieto di abuso di posizione dominante (art. 102 TFUE), nonché al divieto di intese restrittive della concorrenza (art. 101 TFUE). Nella prospettiva di analisi al 2050, pare quindi opportuno delineare possibili scenari futuri, evidenziando l'incidenza dei modelli di *governance* sulla loro evoluzione.

Per quanto concerne il divieto di abuso di posizione dominante (art. 102 TFUE) possono configurarsi condotte di sfruttamento qualora il gestore della piattaforma che operi anche nel mercato a valle dei servizi di mobilità decida di favorire i propri servizi rispetto a quelli di operatori terzi. Si ripropone, in tal caso, uno scenario ben noto nel settore della *platform economy*, laddove la posizione dominante in un mercato a monte viene utilizzata per creare un indebito vantaggio competitivo nel mercato a valle (c.d. *self-preferencing*; v. Munari, 2024). Al riguardo, utili indicazioni potrebbero emergere dalla giurisprudenza e la prassi decisionale a livello europeo (ad es., caso *Google*

Shopping, C-48/22 P), nonché a livello nazionale (ad es., caso *Amazon FBA* in Italia, A528).

Il rischio di condotte di questa natura potrebbe essere particolarmente significativo laddove il ruolo di gestore della piattaforma sia attribuito a *incumbent* che forniscono servizi TPL. Pertanto, in prospettiva futura, pare preferibile optare per un modello di governance in cui il gestore della piattaforma non fornisce servizi di trasporto o, quale soluzione *second best*, introdurre meccanismi di controllo da parte di regolatori indipendenti.

Inoltre, qualora sia i servizi MaaS siano sviluppati da *start-up* innovative in competizione con operatori “storici”, questi ultimi potrebbero adottare politiche di prezzo volte a disincentivarne l’uso, impedendo in ultima analisi il raggiungimento delle economie di scala necessarie per rendere l’offerta di servizi MaaS competitiva. Questo scenario potrebbe manifestarsi non tanto nel MaaS urbano, in cui è indispensabile l’integrazione dell’operatore TPL, quanto piuttosto nell’erogazione di servizi di mobilità su scala regionale o nazionale.

Sotto il profilo dell’interoperabilità dei dati e dell’integrazione dei sistemi nella prestazione dei servizi di mobilità, il caso *Android Auto* fornisce alcune indicazioni utili per esaminare le dinamiche concorrenziali proprie degli ecosistemi MaaS. In *Android Auto*, infatti, l’AGCM ha sanzionato Google per illecito rifiuto di contrarre, avendo negato a Enel X (JuicePass) l’interoperabilità tra il proprio servizio Maps adattato all’utilizzo in auto e l’applicazione di geolocalizzazione e di pagamento di colonnine di ricarica elettrica sviluppata da Enel (AGCM, 2021; Barbano, 2021). Il suddetto rifiuto è stato qualificato come condotta abusiva escludente ai sensi dell’art. 102 TFUE e il provvedimento dell’AGCM è stato sottoposto al vaglio del giudice amministrativo italiano (TAR Roma, Lazio n. 3584/2023; Cons. St. n. 8398/2025) e della Corte di giustizia dell’Unione europea (C-233/23), che ha fornito importanti precisazioni circa le condizioni alle quali il rifiuto di un’impresa in posizione dominante di garantire l’interoperabilità tra la sua piattaforma digitale e un’applicazione terza può essere abusivo e produrre effetti anticoncorrenziali.

Per quanto concerne, invece, il divieto di intese, particolare attenzione deve essere prestata alla natura commercialmente sensibile dei dati scambiati attraverso la piattaforma. La condivisione di dati relativi al prezzo praticato da ciascun operatore MaaS, infatti, potrebbe condurre all’imposizione di prezzi sovra-competitivi; in tal caso, l’intesa potrebbe essere facilitata dal ruolo di coordinamento svolto dalla piattaforma, secondo lo schema del cartello a raggiera (*hub-and-spoke*). Nel caso dei servizi di mobilità erogati quali Servizi di interesse economico generale (SIEG) come quelli TPL, tut-

tavia, resterebbe la possibilità di far riferimento alla deroga alle regole di concorrenza di cui all'art. 106, par. 2 TFUE. Al di fuori dei SIEG, i guadagni di efficienza resi possibili dalla MaaS potrebbero anche giustificare l'applicazione della deroga al divieto di intese di cui all'art. 101, par. 3 TFUE.

Il problema della fissazione dei prezzi dei servizi MaaS si inserisce nel contesto più ampio delle strategie imprenditoriali consentite dall'utilizzo di algoritmi di prezzo, che saranno approfondite di seguito.

7.5. Offerta di trasporto e prezzi personalizzati: nuove esigenze di tutela del passeggero-consumatore

La fissazione di prezzi dinamici, ossia suscettibili di mutare continuamente al variare della domanda e dell'offerta dei concorrenti, rappresenta oramai una prassi standard nel settore del trasporto aereo e si sta progressivamente estendendo ad altre forme di trasporto a medio-lungo raggio, sia su strada (es., pullman di linea), che ferroviario (v., ad es., per il segmento AV, Corbo, 2026). In prospettiva al 2050, questo scenario è destinato a rafforzarsi ulteriormente, grazie anche alle potenzialità offerte dall'impiego di algoritmi e dalla disponibilità di dati degli utenti.

L'uso di algoritmi di prezzo, infatti, consente di raggiungere un livello crescente di automazione nella definizione del prezzo finale (Commissione, 2017; Ipsos-ICite, 2020). Alcuni algoritmi di prezzo consentono, inoltre, all'impresa di stabilire un prezzo diverso per categorie specifiche di acquirenti, tenendo conto dei dati in loro possesso, fino a personalizzare il prezzo sulla base della disponibilità a pagare di ciascun utente. La discriminazione di prezzo perfetta, pertanto, non costituisce più uno scenario ipotetico, ma appare tecnicamente possibile già oggi e realizzabile nel prossimo futuro (OECD, 2018; Rott et al., 2022).

In virtù delle suddette caratteristiche, l'uso di algoritmi di prezzo solleva criticità sotto il profilo *antitrust*, in particolare per quanto concerne il divieto di intese restrittive della concorrenza (art. 101 TFUE). Al riguardo, sono identificati tre possibili scenari: i) algoritmi impiegati per monitorare un'intesa già raggiunta e punire eventuali trasgressioni; ii) condivisione dello stesso algoritmo tra più concorrenti, così da favorire il mantenimento del prezzo sopra-competitivo (cartello a raggiera o *hub-and-spoke*); iii) algoritmi sviluppati dai concorrenti in modo indipendente decidono autonomamente (attraverso l'IA) di non competere sul prezzo in quanto tale strategia garantisce il maggior profitto (Stucke, Ezechia, 2016; Manzini, 2019). Se i primi due casi sono comunque riconducibili agli illeciti antitrust del mondo "analogico", il terzo pone,

invece, maggiori difficoltà in quanto al confine tra pratica concordata (vietata) e collusione tacita, (di per sé lecita, v. Blockx, 2024).

Ancora più complesso è l'inquadramento sotto il profilo *antitrust* della discriminazione di prezzo perfetta. Poiché l'impresa cerca di applicare il prezzo massimo che l'acquirente è disposto a pagare (prezzo di riserva presunto), la finalità di tutela del benessere del consumatore propria di questa disciplina è posta in discussione; da una parte, infatti, aumenta la platea di coloro che possono accedere al bene ma, dall'altra, si ha un trasferimento di *surplus* dall'acquirente al produttore (Maggiolino, 2016; Woodcock, 2017; Munari, 2026). L'imposizione di "condizioni dissimili per prestazioni equivalenti" da parte di un'impresa dominante può costituire un abuso vietato ai sensi dell'art. 102, lett. c) TFUE, ma solo esso se si realizza nei rapporti commerciali e determina un pregiudizio alla concorrenza.

Al riguardo, è di particolare interesse l'indagine conoscitiva recentemente conclusa dall'AGCM in materia di tariffe per i collegamenti aerei da e per le Isole maggiori (IC56). Il Rapporto finale dell'indagine del dicembre 2025 non evidenzia, allo stato attuale, criticità significative nel mercato in questione sotto il profilo della collusione algoritmica e della personalizzazione dei prezzi, ma dimostra che le tecnologie alla base di tali condotte sono già *market-ready* e potrebbero minacciare il benessere dei consumatori nel prossimo futuro (AGCM, 2025).

Sebbene la collusione algoritmica sia possibile per l'impiego di intelligenza artificiale, il c.d. *AI Act* non fornisce soluzioni in proposito, limitandosi a stabilire in un considerando che esso "non dovrebbe incidere sulle pratiche vietate dal diritto dell'Unione, ivi incluso dal diritto in materia di protezione dei dati, non discriminazione, protezione dei consumatori e concorrenza" (cons. n. 45, Reg. (UE) 2024/1689). Pertanto, occorre esplorare un approccio di tipo regolatorio, da realizzarsi in particolare attraverso la tutela della *privacy* e del passeggero-consumatore (v. Munari, 2026; Barbano, 2025). Poiché ad oggi manca una disciplina specifica del fenomeno, pare auspicabile in ottica di lungo periodo un complessivo ripensamento degli strumenti a tutela del passeggero-consumatore, al fine di garantire *standard* di tutela minimi al di là del modo di trasporto utilizzato. Tale approccio "multimodale" alla tutela del passeggero appare ancor più opportuno alla luce della prospettata espansione dei sistemi MaaS oltre l'ambito urbano.

Così delineate le principali sfide in relazione alla digitalizzazione, è ora opportuno esaminare le questioni regolatorie connesse alla decarbonizzazione dei trasporti, in particolare sotto il profilo della tutela della concorrenza e degli aiuti di Stato.

7.6. La transizione verso la mobilità sostenibile: profili regolatori

La decarbonizzazione dei trasporti costituisce un elemento fondante della strategia di riduzione delle emissioni climalteranti dell'Unione europea, in ossequio agli impegni assunti nell'accordo di Parigi sul clima, adottato nell'ambito della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici. Pertanto, l'Unione europea si propone di obiettivo di ridurre le emissioni di gas a effetto serra derivanti dai trasporti del 90% (rispetto al 1990) entro il 2050 (v. cons. 30 e art. 2, regolamento (UE) 2021/1119).

Ridurre le emissioni nel settore dei trasporti, tuttavia, è particolarmente complesso non solo per ragioni tecnologiche – si tratta di un settore industriale c.d. *hard-to-abate* – ma anche sotto il profilo economico, a causa della difficoltà di internalizzare nel costo del trasporto le esternalità ambientali negative ad esso connesse. In prospettiva di lungo termine, occorre riorientare modelli imprenditoriali e abitudini dei consumatori, il che presuppone un insieme di diverse soluzioni di tipo regolatorio. Nell'ambito del pacchetto legislativo *Pronti per il 55*, l'Unione ha adottato diverse misure volte alla decarbonizzazione dei trasporti al fine di conseguire l'obiettivo intermedio di riduzione delle emissioni del 55% (rispetto al 1990) entro il 2030 (Commissione, 2021a).

In questo ambito, la misura maggiormente dibattuta è stata la revisione degli *standard* di emissioni per veicoli leggeri (auto e furgoni), con l'obbligo dal 2035 di vendere solo veicoli nuovi a zero emissioni ovvero a zero emissioni nette al funzionamento (es. elettrici, idrogeno a celle, ecc.). La definizione di un orizzonte temporale certo è di per sé utile per orientare imprese e consumatori. Tuttavia, il *phase out* dei veicoli a combustione interna si sarebbe dovuto introdurre solo all'esito di una strategia industriale volta ad accompagnare la trasformazione del settore automobilistico e limitare l'impatto sociale della misura stessa. La rigidità della disposizione, invece, ha amplificato la perdita di competitività del settore rispetto ai concorrenti globali (come la Cina); conseguentemente, la Commissione ha recentemente proposto di ridimensionare il vincolo in questione e ha elaborato un piano d'azione *ad hoc* per il settore, contenente misure sia regolatorie sia di tipo economico (Commissione, 2025c).

In parallelo alla misura sui veicoli nuovi, il pacchetto *Pronti per il 55* ha introdotto il regolamento sullo sviluppo dell'infrastruttura per i combustibili alternativi (Reg. (UE) 2023/1804, AFIR). Tale regolamento si propone di rafforzare la diffusione, accessibilità e interoperabilità delle infrastrutture di ricarica elettrica e di rifornimento per combustibili alternativi. Ai sensi dell'AFIR, gli Stati membri sono tenuti a installare stazioni di ricarica rapida per veicoli leggeri e stazioni di rifornimento di carburanti alternativi per veicoli pesanti a partire dai collegamenti tra nodi strategici della rete transeuropea di trasporto

TEN-T. Inoltre, il regolamento AFIR: i) definisce norme comuni in materia di trasparenza, obbligando i gestori di infrastrutture a fornire agli utenti i dati statici e dinamici rilevanti, inclusi i requisiti di pagamento per i servizi di ricarica; ii) delega la Commissione ad adottare atti delegati al fine di garantire l'interoperabilità dell'infrastruttura, individuando le relative specifiche tecniche. Emerge, quindi, una convergenza tra obiettivi di digitalizzazione di transizione energetica del settore, con effetti di rinforzo reciproco.

Il legislatore dell'Unione è intervenuto, inoltre, sulla disciplina del sistema di scambio di quote di emissione (EU Emission Trading System – EU ETS), che prevede di ridurre gradualmente le emissioni mediante un meccanismo basato sul mercato (*cap-and-trade*, Direttiva 2003/87/CE). Per quanto di interesse, oltre all'estensione dell'ETS ai settori del trasporto marittimo e aereo, è stato introdotto un nuovo sistema ETS 2 che include anche trasporto su strada in quanto non coperto dal meccanismo tradizionale. L'ETS 2 si applicherà a partire dal 2027 in relazione non ai singoli conducenti-consumatori, bensì ai fornitori di carburanti fossili (distributori, importatori, ecc.), i quali saranno tenuti ad acquistare quote di emissione in base alla quantità di CO₂ generata dai carburanti venduti. Nell'ottica di lungo periodo, la misura favorisce l'internalizzazione dei costi ambientali e la riduzione del divario di prezzo tra carburanti fossili e carburanti alternativi. Tuttavia, non si possono trascurare le criticità nel breve-medio periodo in termini di aumento dei costi della mobilità privata, con rischio di effetti regressivi per utenti a basso reddito e residenti delle aree in cui non vi sono alternative al trasporto individuale. A tal fine, l'introduzione dell'ETS 2 avviene in parallelo all'istituzione del Fondo sociale per il clima, il quale prevede stanziamenti a favore degli utenti vulnerabili; tali finanziamenti sono erogati attraverso i Piani sociali per il clima elaborati da ciascun Stato membro. Questa soluzione riflette il più generale principio di una transizione equa e inclusiva, essenziale per l'effettività nel lungo periodo delle politiche di decarbonizzazione.

Infine, nella transizione verso la mobilità sostenibile occorre tener conto delle emissioni generate dall'intera catena del valore, rafforzando il coordinamento con le discipline di altri settori, quali l'energia e la sua tassazione al fine di ridurre i fenomeni di *carbon lock-in*, nonché dell'estrazione di materie prime critiche e del loro riciclaggio, indispensabile per produrre batterie e altri componenti essenziali in modo sostenibile e garantire la resilienza dell'industria in caso di *shock* esterni (cfr. Rosanò-Grieco, 2024; Barbano, 2026).

7.7. (Segue): tutela della concorrenza e controllo degli aiuti di Stato

La decarbonizzazione del settore dei trasporti dell'Unione europea richiede lo stanziamento ingenti investimenti, pari, secondo le stime più recenti, a circa 150 miliardi di euro all'anno dal 2025 al 2030 e a 869 miliardi di euro all'anno dal 2031 al 2050 (Draghi, 2024, p. 214). A tal fine, è opportuno esaminare le soluzioni offerte dalla politica della concorrenza e degli aiuti di Stato per mobilitare le risorse necessarie, rispettivamente da parte delle imprese e del settore pubblico.

In entrambi i casi, la tradizionale *ratio* economica che caratterizza queste discipline deve conciliarsi con le nuove priorità climatiche, in ossequio al principio di integrazione della tutela ambientale nelle altre politiche dell'Unione (art. 11 TFUE, v. Munari-Schiano di Pepe, 2012; Montini, 2021).

In ambito *antitrust*, l'analisi incentrata sul benessere del consumatore, caratteristica distintiva degli ultimi decenni di *enforcement*, è messa in dubbio da gradualità aperture a parametri non-economici, quali la sostenibilità o l'equità (elemento, quest'ultimo, già evidenziato in relazione ai prezzi personalizzati: *supra*, par. 4). In questo contesto, si sono progressivamente affermati nella prassi i c.d. "accordi di sostenibilità", ossia determinate restrizioni alla concorrenza strumentali al conseguimento di obiettivi non economici meritevoli di tutela (*standard* ambientali, condizioni di lavoro, ecc.); a seconda dei casi, tali fattispecie sono qualificate al di fuori dell'ambito di applicazione del divieto di intese (cfr. giurisprudenza *Albany*, C-67/96) ovvero riconducibili alla deroga di cui all'art. 101.3 TFUE. Tale prassi è stata recepita negli orientamenti delle autorità nazionali della concorrenza di alcuni Stati membri (ad es., ACM, 2023), nonché negli orientamenti della Commissione sugli accordi di cooperazione orizzontale (Commissione, 2023b). Tali orientamenti consentono, a determinate condizioni di escludere gli accordi di standardizzazione dall'ambito di applicazione del divieto di intese, in quanto cooperazioni volontarie tra imprese per innalzare il livello di tutela ambientale. Nel settore di riferimento tali accordi possono consentire alle imprese di cooperare per sostenere i maggiori costi derivanti dall'impiego di *standard* più elevati oppure per sviluppare tecnologie innovative per le quali sarebbe troppo rischioso investire individualmente. Allo stesso modo, occorre un'analisi particolarmente attenta del mercato rilevante e delle previsioni concrete degli accordi in questione da parte delle autorità della concorrenza al fine di evitare fenomeni di "greenwashing" (Hahn-May, 2024). Di interesse in prospettiva futura è anche l'affermarsi della prassi delle lettere di orientamento informale (Commissione, 2022b), mediante la

quale la Commissione chiarisce la propria posizione di *enforcer* pubblico in relazione a problemi nuovi. In tal senso, si segnalano le recenti lettere in materia di accordi di sostenibilità per ridurre le emissioni in alcuni porti europei (AT.40976), nonché per la negoziazione congiunta di accordi di licenza nel settore automobilistico (AT.40979); in entrambi i casi, sono formulate considerazioni che possono trovare applicazione al di là del settore concreto di riferimento.

Per quanto concerne, invece, la prospettiva dell'intervento pubblico nell'economia, è opportuno ricordare che una misura statale qualificabile come aiuto (art. 107.1 TFUE) può essere nondimeno autorizzata qualora si applichino le deroghe individuate dai Trattati (per approfondimenti sotto il profilo economico v. E. Musso, *Economia pubblica ed economia industriale*, *supra*, cap. 6). Nel caso delle deroghe che dichiarano compatibili con il mercato interno gli aiuti decarbonizzazione dei trasporti, rilevano: i) gli aiuti allo sviluppo di «talune attività ... economiche» in misura corrispondente al comune interesse (inclusa la finalità di tutela ambientale, art. 107.3.c TFUE); ii) gli aiuti per la realizzazione di un importante progetto di interesse comune europeo (*Important Project of Common European Interest*, IPCEI, art. 107.3.b TFUE), nonché iii) gli «aiuti richiesti dalle necessità del coordinamento dei trasporti» (art. 93 TFUE). L'esame in dettaglio del complesso quadro di orientamenti e prassi in materia esula dagli obiettivi del presente capitolo; è opportuno, tuttavia, evidenziare in questa sede alcune linee evolutive di fondo, in linea con le considerazioni svolte nei paragrafi precedenti (in dettaglio, v. Munari, Cellerino, 2014; Barbano, 2026).

Per quanto concerne gli aiuti di cui all'art. 107.3.c TFUE, si evidenzia la tendenza a superare un approccio di dettaglio, orientato a favorire la diffusione di specifici beni – quali, ad esempio, mezzi di trasporto a basse emissioni e infrastrutture di ricarica – caratteristico degli aggiornamenti di *policy* introdotti dalla Commissione nell'ambito del Green Deal Europeo (v. CEEAG: Commissione, 2022c; revisione GBER: Reg. (UE) 2023/1315). A partire dal Patto per l'industria pulita, infatti, la Commissione ha inaugurato una prospettiva più ampia, volta a ricomprendere l'intera catena del valore e a stimolare investimenti in mercati ancora embrionali, come quello dei carburanti sostenibili (CI-SAF: Commissione, 2025d e STIP: Commissione, 2025c).

Tale tendenza pare confermata anche dal recente rinnovato interesse per gli aiuti IPCEI, che consentono di rafforzare la cooperazione transfrontaliera tra Stati membri in relazione investimenti pubblici di rilievo strategico per l'Unione (Commissione, 2021b). Sotto questo profilo, gli esempi di prassi relativi alla mobilità ad idrogeno (Hy2Move) e allo sviluppo di batterie (Batteries e EuBatIn), così come il progetto in materia di carburanti sostenibili

per il trasporto marittimo e aereo attualmente in fase di elaborazione (Commissione, 2025c), potranno fornire utili riferimenti in tecnologie per la mobilità che non sono ancora sviluppate in misura sufficiente da attirare adeguati capitali privati. Peraltro, anche gli strumenti di progettazione e coordinamento offerti dalla Commissione nell'ambito del proprio *IPCEI Design Support Hub* possono contribuire al consolidamento futuro di questa tendenza (cfr. Draghi, 2024; Letta, 2024).

Per quanto concerne, invece, gli aiuti al coordinamento dei trasporti, essi contribuiscono al passaggio a modi di trasporto più sostenibili (c.d. *shift modale*), stabilendo un punto di raccordo cruciale tra politica degli aiuti, tutela dell'ambiente e politica dei trasporti *tout court*. Al riguardo, la consolidata prassi decisionale della Commissione annovera misure per ridurre i costi del trasporto merci alternativo al trasporto su gomma, quali trasporto marittimo a corto raggio, fluviale e ferroviario (nel caso dell'Italia, c.d. "marebonus" e "ferrobonus"). In prospettiva, la futura adozione del regolamento di esenzione per categoria nel settore dei trasporti (*Transport Block Exemption Regulation*, TBER) e degli orientamenti per il trasporto terrestre e multimodale (*Land and Multimodal Transport Guidelines*, LMTG) – le cui bozze sono attualmente oggetto di consultazione – pare in grado di rafforzare ulteriormente il trasporto multimodale sostenibile, in particolare in ambito ferroviario e di vie navigabili interne.

In prospettiva più ampia, l'emergere nella prassi del criterio della "assenza di danno significativo all'ambiente" (*Do No Significant Harm* – DNSH) quale parametro di valutazione della compatibilità dell'aiuto al mercato interno e l'introduzione di meccanismi che condizionano l'erogazione dell'aiuto al conseguimento di obiettivi ambientali da parte delle imprese di trasporto beneficiarie possono contribuire a garantire la coerenza complessiva della disciplina in esame (Barbano, 2026).

Le linee evolutive sopra evidenziate testimoniano plasticamente la progressiva evoluzione del controllo degli da meccanismo statico di divieto a strumento dinamico volto a favorire l'erogazione di "aiuti buoni" (Munari, 1996; Schepisi, 2021; Pezzoli, 2022). Poiché, tuttavia, gli aiuti riflettono la diversa capacità di spesa dei singoli Stati membri, non si possono trascurare i rischi di frammentazione del mercato interno. In quest'ottica, pare significativo lo sviluppo di strumenti finanziari innovativi capaci di combinare investimenti pubblici e privati, caratterizzante sia il Piano di investimenti per i carburanti sostenibili sia il piano di azione per il settore automobilistico (Commissione, 2025c, p. 9; Commissione, 2025e, p. 12).

7.8. Conclusioni di sintesi: dalla regolazione alla politica industriale

L'analisi svolta ha evidenziato alcuni elementi evolutivi di fondo della regolazione della mobilità verso l'orizzonte del 2050. Le sfide principali possono essere ricondotte a due direttrici fondamentali, quella della digitalizzazione e quella della sostenibilità. Per conseguire tali obiettivi strategici, l'Unione europea deve dotarsi di un quadro regolatorio coerente con i propri valori e in grado di adattarsi alla rapida evoluzione dei mercati e del contesto geopolitico.

Per quanto concerne la transizione digitale, particolare attenzione deve essere prestata alla definizione della governance e all'adozione di regole comuni volte a superare gli ostacoli alla interoperabilità dei dati. Emergono alcune tensioni di fondo tra circolazione dei dati, rispondente alla logica del mercato unico e tutela della *privacy*; quest'ultima disciplina richiede un certo adattamento alle peculiarità del settore, come evidenziato dalla riforma della direttiva sui sistemi di trasporto intelligente del 2023. Nell'orizzonte del 2050, la disponibilità di dati svolgerà un ruolo essenziale per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale alla base dei servizi di guida autonoma, come dimostra – su un piano differente – l'attuale corsa alla raccolta di dati generati dai droni militari. Conseguentemente, dall'efficacia dell'architettura dello spazio europeo dei dati di mobilità dipenderà anche la competitività delle imprese europee del settore automobilistico.

L'uso dei dati apre la strada a nuove tecnologie, quali la guida autonoma, che rappresenta una sfida per la regolamentazione, in particolare per le esigenze di coordinamento tra disciplina dell'intelligenza artificiale e normativa di settore. Si delineano, peraltro, scenari regolatori innovativi, come lo sviluppo dei *regulatory sandbox*, e l'integrazione con la mobilità aerea avanzata.

Allo stesso modo, i dati consentono l'affermarsi di nuovi modelli imprenditoriali, esemplificati dai servizi *Mobility as a Service*. L'integrazione dell'offerta di servizi, tuttavia, presenta significative ricadute sotto il profilo concorrenziale: in assenza di adeguate garanzie di indipendenza del gestore della piattaforma, potrebbe concretizzarsi il rischio di consolidare posizioni dominanti degli *incumbents* tradizionali (operatori pubblici TPL) ovvero di aprire la strada ai *gatekeeper* digitali, a danno delle *start-up* europee che stanno emergendo quali *leader* del settore. Sotto questo profilo, il caso *Android Auto*, seppur riguardante un ecosistema di mobilità diverso dalla MaaS, delinea quali potrebbero essere alcuni scenari futuri in assenza di regolazione.

Nella prospettiva della domanda, la disponibilità di dati consente alle imprese di trasporto di perfezionare le proprie strategie di prezzo dinamico, fino

a poter giungere alla discriminazione di prezzo perfetta. Seppure quest'ultimo scenario non trovi ancora riscontro nella prassi delle autorità di *public enforcement*, è comunque verosimile la sua concretizzazione nel medio periodo. Tale fenomeno si scontra con una certa inadeguatezza degli strumenti regolatori attualmente a disposizione e, probabilmente, richiede un ripensamento del tradizionale approccio economico basato sulla massimizzazione del benessere sociale a favore di considerazioni di equità nei rapporti tra i soggetti coinvolti. Pertanto, la prospettiva di intervento più opportuna pare quella della tutela del consumatore e nella previsione di meccanismi volti a garantire trasparenza al momento delle scelte di acquisto dei servizi di mobilità.

Per quanto concerne, infine, la prospettiva della decarbonizzazione, si assiste al progressivo rafforzamento del quadro regolatorio volto a favorire l'abbandono dei combustibili fossili. La svolta recente in tema di veicoli leggeri nuovi, tuttavia, dimostra come misure rigide non siano di per sé sufficienti, ma debbano collocarsi in un contesto normativo capace di sostenere le imprese nell'affrontare i necessari investimenti.

Nel complesso, la politica della concorrenza e quella degli aiuti di Stato svolgono un ruolo complementare, anche se la *policy* recente della Commissione pare delineare un passaggio ulteriore, ossia la definizione di una prima politica industriale di settore a livello europeo. Tale sviluppo non potrà prescindere dalla misurazione attenta dei risultati conseguiti dalle politiche finora realizzate e dall'analisi delle specifiche esigenze di mobilità di ciascun territorio, in un'ottica di leale cooperazione tra l'Unione, gli Stati membri e le loro articolazioni interne.

Riferimenti bibliografici

- ACM (2023). Policy rule ACM's oversight on sustainability agreements, ACM/UIT/596876, 4.10.2023.
- AGCM (2021). FBA Amazon, A528. *Boll.*, 49, 30.11.2021.
- AGCM (2025). IC56 – Algoritmi di prezzo nel trasporto aereo passeggeri sulle rotte nazionali da e per la Sicilia e la Sardegna. *Boll.*, 1, 16.12.2025.
- Barbano, M. (2021). Verso un antitrust 4.0? I GAFAM e I Big Data all'esame dell'AGCM. *Diritto del Commercio Internazionale*, 4, 657 ss.
- Barbano, M. (2025). Algoritmi di prezzo: l'indagine conoscitiva dell'AGCM sulle tariffe aeree nella prospettiva del diritto dell'Unione europea. *Quaderni AISDUE*, 1, 225 ss.
- Barbano, M. (2026). Aiuti di Stato e decarbonizzazione dei trasporti: una prospettiva integrata. In C. Schepisi, *La sostenibilità ambientale attraverso il diritto della concorrenza*. Napoli, forthcoming.

- Barbano, M. (2026). Environmental Sustainability and 'Circular Economy' in EU Legislation and Policies: The Internal Market Perspective. In G. Palmisano (ed.). *Environmental sustainability as a protected collective interest in international and EU law*, Rome, forthcoming.
- Barbano, M., & Costa, V. (2023). *Implementing Urban Air Mobility in a Multi-Level Regulatory Framework: Perspectives from the EU, Proceedings of the 2023 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*. Warsaw.
- Blockx, J. (2024). Dawn of the Robots: First Cases of Algorithmic Collusion. In L. Calzolari et al. (eds.). *Public and private enforcement of EU competition law in the age of big data*. Torino: Giappichelli.
- Cambini, S. (2024). Mobility as a Service: modelli di governance, concorrenza e prime applicazioni. In M. Sebastiani et al. (eds.). *Trasformazioni e sviluppo del sistema della mobilità, scenari prospettici, PNRR e strategia UE per una mobilità sostenibile*. Rapporto SIPOTRA 2022-2023, p. 266 ss.
- Carotti, B. (2024). I dati e la mobilità: gli spazi comuni europei. In M. Sebastiani et al. (a cura di). *Trasformazioni e sviluppo del sistema della mobilità, scenari prospettici, PNRR e strategia UE per una mobilità sostenibile*. Rapporto SIPOTRA 2022-2023, p. 285 ss.
- Commissione europea (2017). *Final report on the E-commerce Sector Inquiry*, SWD (2017) 154final.
- Commissione europea (2020a). *Sustainable and Smart Mobility Strategy*, COM(2020) 789 final, 9.12.2020.
- Commissione europea (2020b). *Una strategia europea per i dati*, COM(2020) 66 final, 19.2.2020.
- Commissione europea (2021a). *"Pronti per il 55 %": realizzare l'obiettivo climatico dell'UE per il 2030 lungo il cammino verso la neutralità climatica*, COM(2021) 550 final, 14.7.2021.
- Commissione europea (2021b). *Criteri per l'analisi della compatibilità con il mercato interno degli aiuti di Stato destinati a promuovere la realizzazione di importanti progetti di comune interesse europeo*, 2021/C 528/02.
- Commissione europea (2022a). *Strategia 2.0 per i droni per un ecosistema intelligente e sostenibile di aeromobili senza equipaggio in Europa*, COM(2022) 652 final, 29.11.2022.
- Commissione europea (2022b). *Orientamento informale per questioni nuove o irrisolte relative agli articoli 101 e 102 del trattato sul funzionamento dell'Unione europea sollevate da casi individuali (lettere di orientamento)*, 2022/C 381/07.
- Commissione europea (2022c). *Disciplina in materia di aiuti di Stato a favore del clima, dell'ambiente e dell'energia 2022 (CEEAG)*, 2022/C 80/01.
- Commissione europea (2023a). *Creazione di uno spazio unico europeo di dati sulla mobilità*, COM(2023) 751 final, 29.11.2023.
- Commissione europea (2023b). *Linee direttrici sull'applicabilità dell'articolo 101 del trattato sul funzionamento dell'Unione europea agli accordi di cooperazione orizzontale*, C(2023) 4752 final, 17.7.2023.

- Commissione europea (2025a). *Orientamenti sui dati dei veicoli, che accompagnano il regolamento (UE) 2023/2854 del Parlamento europeo e del Consiglio (regolamento sui dati)*, C/2025/5026.
- Commissione europea (2025b). *Cloud and AI Development Act, Invito a presentare contributi per una valutazione d'impatto*, Ares(2025)2878100.
- Commissione europea (2025c). *Piano di investimenti per i trasporti sostenibili*, COM(2025) 664 final (STIP).
- Commissione europea (2025d). *Disciplina per le misure di aiuto di Stato a sostegno del patto per l'industria pulita*, C(2025) 7600 final (CISAF).
- Commissione europea (2025e). *Piano d'azione industriale per il settore automobilistico europeo*, COM(2025) 95 final, 5.3.2025.
- Corbo (2026). *Frecce Trenitalia e il dynamic pricing. Diritto dei Trasporti*. <https://www.dirittodeitrasporti.it/frecce-trenitalia-e-il-dynamic-pricing/>.
- Draghi, M. (2024). *The future of European competitiveness, Part B: In-depth analysis and recommendations*, Brussels, 2024.
- EASA (2021). *European Union Aviation Safety Agency, Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe*, Cologne, May.
- ENAC (2021). *Ente Nazionale per l'Aviazione Civile, Piano Strategico Nazionale AAM (2021-2030) per lo sviluppo della Mobilità Aerea Avanzata in Italia*. https://www.enac.gov.it/sites/default/files/allegati/2021-Set/01_Piano%20Strategico%20Nazionale%20AAM_ENAC_web.pdf.
- Hahn, R., & May, A. (2024). *The danger of greenwashing*. In J. Haucap et al. (eds.). *Competition and Sustainability*. Elgar.
- Ipsos-ICite (2020). *European enterprise survey on the use of technologies based on artificial intelligence*. Report for the European Commission.
- Letta, E. (2024). *Much More Than a Market: Empowering the Single Market to deliver a sustainable future and prosperity for all EU Citizens*. Brussels.
- Maggiolino, M. (2016). *Big Data e prezzi personalizzati. Concorrenza e Mercato*, 23, 135.
- Manzini, P. (2019). *Algoritmi collusivi e diritto antitrust europeo. Mercato, concorrenza e regole*, 163 ss.
- Marcelin, T. (2025). *European Parliamentary Research Service, Cloud and AI development act*. EPRS Briefing, PE 779.251.
- Markets and Markets (2023). *Mobility as a service, Global forecast to 2030*. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/mobility-as-a-service-market-78519888.html>.
- MITD (2022). *Indirizzi per l'attuazione del progetto Maas for Italy*, Roma, 29.08.22.
- Montini, M. (2021). *The European Green Deal from an Environmental Protection Perspective: the Missing Role of the Environmental Integration Principle*. In K. Graaf et al. (eds.). *Grensoverstijgende rechtsbeoefening: Liber amicorum Jan Jans*, Uitgeverij.
- Munari, F. (1996). *Il diritto comunitario dei trasporti*. Milano: Giuffrè.
- Munari, F. (2024). *Competition on Digital Markets: An Introduction*. In L. Calzolari et al. (eds.). *Public and private enforcement of EU competition law in the age of big data*. Torino: Giappichelli.

- Munari, F. (2026). La tutela della parte debole nei negozi commerciali al tempo dei predatori digitali: l'ennesima sfida per l'unione europea? *Mercato Concorrenza Regole*, forthcoming.
- Munari, F., & Cellerino, C. (2014). Commento agli artt. 107-109 del Trattato sul Funzionamento dell'Unione Europea. In A. Tizzano (a cura di). *Trattati dell'Unione Europea*, 2^a ed. Milano: Giuffrè.
- Munari, F., & Schiano di Pepe, L. (2012). *Tutela transnazionale dell'ambiente*. Bologna: il Mulino.
- OECD (2022). *Personalised Pricing in the Digital Era*. Paris, 2018.
- Pezzoli A. (2020). La politica della concorrenza ai tempi del virus e la rilegittimazione dell'intervento pubblico. *Mercato Concorrenza Regole*.
- Rosano, A., & Grieco, C. (2024). Il Critical Raw Materials Act e la sostenibilità ambientale: non è tutto "oro" quel che luccica? *Quaderni AISDUE*, n. spec. 2025, 1 ss.
- Rott P. et al. (2022). *Personalised Pricing, Study Requested by the IMCO committee of the European Parliament*, PE 734.008.
- Rugani, G. (2024). La promozione di strumenti di co-regolazione dell'intelligenza artificiale nell'AI Act, con particolare riferimento alle regulatory sandboxes. In F. Ferri (a cura di). *La nuova disciplina UE sull'intelligenza artificiale*, fasc. spec. *Quaderni AISDUE*, 2, p. 143 ss.
- Schepisi, C. (2021). Aiuti di Stato ... o aiuti tra Stati? Dal Temporary Framework al Recovery Plan nel "comune interesse europeo". *Rivista della Regolazione dei Mercati*, p. 110 ss.
- Stucke, M., & Ezechia, A. (2016). *Virtual competition: the promises and perils of the algorithm-driven economy*. Cambridge.
- UNECE (2025). *Draft Global Technical Regulation on Automated Driving System (ADS)*, GRVA-WS05-03/Rev. 1.
- Woodcock, R. (2017). Big Data, Price Discrimination, and Antitrust. *Hastings Law Journal*, 68, 1385.

CONTRIBUTI ALLA RICERCA

MOBILITÀ 2050. IL SINDACATO NON PUÒ ESSERE SPETTATORE

La complessità della attuale fase economica e sociale del paese, determinata anche dalle contingenti dinamiche di natura internazionale, sta continuando ad aggravare una condizione di cronica criticità del Trasporto Pubblico Locale.

Le cause sono da ricercarsi, oltre che nell'aumento dei costi e nella diminuzione dei ricavi da traffico, ancora oggi sottostimati rispetto al periodo pre-covid, nelle problematiche strutturali legate alla storia di questo settore, quali la stratificazione normativa, l'assenza di una riforma di settore, la frammentazione degli asset industriali, la spinta costante alla privatizzazione del servizio che privilegia la messa a gara piuttosto che l'affidamento in house, la composizione degli eventuali bandi di gara basati sul frazionamento dei bacini territoriali e l'insufficienza delle risorse del FNT (Fondo Nazionale Trasporti) in un settore fortemente dipendente da risorse pubbliche, che hanno esposto ancora di più il sistema agli effetti negativi della crisi economica.

Affrontare con successo le criticità sopra elencate significa dare una risposta in termini di rilancio del paese, partendo proprio da una nuova concezione del trasporto pubblico, intermodale, ecologico più rispondente alle richieste di aumento della domanda, in particolare nelle zone più disagiate – periferiche. Trasporto come elemento di crescita e sviluppo delle aree depresse, con maggiore attenzione e rispetto per le condizioni dei lavoratori e delle lavoratrici che devono operare in sicurezza.

L'assenza di un modello che superi l'attuale sistema di nanismo industriale, fatto di piccole aziende che producono chilometri in compartimenti stagni con un servizio limitato e perimetrato non sinergico e a sistema con la rete complessiva, è uno degli elementi frenanti all'aumento della qualità e della quantità di trasporto pubblico locale per i cittadini perché ostacola l'intensificazione dell'offerta, la pianificazione della rete, il governo delle relazioni industriali e la gestione del personale. Le istituzioni devono orientare le scelte favorendo le aggregazioni delle imprese attorno a soggetti industriali grandi e pubblici, che privilegino gli interessi della cittadinanza e del mondo del lavoro, garantendone diritti e sicurezza, tenendo conto del CCNL di categoria e favorendo investimenti su nuovi mezzi e convogli metro ferroviari ecosostenibili e più sicuri.

Per ciò che concerne il FNT, è di fondamentale importanza un'azione di messa in sicurezza dal punto di vista normativo, attraverso un forte intervento di investimento pubblico e strutturale. L'obiettivo deve essere quello di riallineare

la quota economica a disposizione all'importo di almeno 6 miliardi, per consentire una congrua risposta rispetto alle esigenze operative del settore, una gestione efficace e costruttiva delle fasi di rinnovo contrattuale e il rilancio di un sistema che possa garantire qualità del servizio offerto ed effetto trascinamento sul fattore lavoro.

Parlare di **mobilità sostenibile al 2050** significa parlare di futuro e di scelte da compiere oggi riconoscendo che il **trasporto** è uno degli assi portanti di questo futuro. Investire in **nuovi treni elettrici e ibridi**, rafforzare le **politiche green delle imprese ferroviarie**, puntare sull'efficienza energetica e sulla riduzione delle emissioni non è solo una scelta ambientale: è una scelta industriale, sociale e di giustizia tra i territori.

Il treno è il mezzo collettivo **meno inquinante**, più sicuro e più sostenibile. Ma per essere davvero centrale deve essere inserito in una **visione integrata della mobilità**, capace di ridisegnare le grandi aree metropolitane e di connettere città, periferie e aree interne. Il trasporto su gomma non deve competere con il ferroviario, ma esserne **complemento naturale**. Oggi, troppo spesso, assistiamo a una concorrenza inefficiente tra treni e autobus che lascia sguarnite intere zone del Paese: territori non raggiunti dal trasporto pubblico o stazioni isolate, senza collegamenti adeguati non generano sostenibilità ma acuiscono le disuguaglianze.

Accanto alla trasformazione dei sistemi di trasporto, c'è una trasformazione altrettanto profonda che riguarda il **lavoro**. La **digitalizzazione**, la **guida automatica**, l'**intelligenza artificiale** stanno già cambiando il paradigma e continueranno a farlo. Molti mestieri del Novecento non esisteranno più, mentre nasceranno nuove professionalità, nuove competenze, nuove esigenze lavorative. Questa è la grande sfida dei prossimi vent'anni.

In questo scenario, il **sindacato** non può essere spettatore. Deve essere **attore protagonista del cambiamento**, capace di governarlo, di accompagnare le transizioni, di tutelare chi lavora oggi e di dare diritti a chi lavorerà domani. Ambiente, sostenibilità, innovazione e **tutela dei diritti dei lavoratori** non sono obiettivi in contrasto: sono parti della stessa visione.

Questa è la **nuova missione del sindacato**: stare dentro le grandi trasformazioni socioeconomiche, con uno sguardo lungo, con responsabilità e con la forza di chi vuole costruire un futuro più giusto, più sostenibile e più inclusivo per tutti garantendo livelli occupazionali e retributivi per i lavoratori e lavoratrici del settore e diritto alla mobilità per la cittadinanza.

Amedeo D'Alessio
Segretario Nazionale FILT CGIL

IL CENTRO DI GRAVITÀ RESTA LA PERSONA

La mobilità e il trasporto pubblico locale stanno attraversando un cambiamento epocale: una trasformazione profonda, dettata dalla convergenza tra accelerazione tecnologica e nuovi paradigmi socio-economici.

Oggi, l'innovazione nei sistemi di alimentazione e la rivoluzione digitale – culminata nelle applicazioni dell'Intelligenza Artificiale e dell'automazione – si intrecciano con i mutamenti del mercato del lavoro e dell'economia globale. Questo scenario ha trasformato la mobilità in un ecosistema complesso, capace di attrarre gli interessi di attori che, in passato, orbitavano in settori molto distanti dal nostro.

In questo contesto, la transizione energetica e la guida autonoma configurano un vero e proprio “paradosso tecnologico” per il TPL: se da un lato offrono efficienze potenzialmente senza precedenti, dall'altro impongono riorganizzazioni aziendali, la ridefinizione dei modelli di business e l'acquisizione di competenze tecniche fino a ieri inedite.

Si è innescato un processo evolutivo che sta già ibridando le categorie storiche di “pubblico” e “privato” con le quali abbiamo interpretato il settore finora. È ragionevole immaginare che, nell'arco di un decennio, questa distinzione sarà superata. Il mezzo di trasporto sta diventando una *commodity*, una soluzione intercambiabile il cui valore non risiede più nel possesso o nella natura del veicolo, ma nell'efficacia del servizio e nella sostenibilità del modello operativo.

In questo contesto di cambiamenti, il centro di gravità resta la persona, le comunità e i territori. Per questa ragione, quando penso alla mobilità del 2050, vedo un sistema fatto di soluzioni collettive e condivise, ma dotate di una flessibilità tale da rispondere alle esigenze dei singoli individui. Una mobilità a zero emissioni, sicura per i passeggeri e per i lavoratori, interconnessa non solo tra i mezzi, ma con le infrastrutture e con i cittadini stessi, per garantire un flusso costante di dati utile al perfezionamento continuo del servizio. Pensando al futuro immagino una realtà di trasporto sempre più capillare e accessibile, capace di ricucire i territori e di generare nuove opportunità di sviluppo per l'intera società e le attività economiche.

Andrea Gibelli

Presidente ASSTRA, Presidente FNM

LA MOBILITÀ DEVE ESSERE VERAMENTE INTEGRATA

La mobilità sostenibile e integrata non è soltanto una questione ambientale o tecnologica: è una scelta che incide direttamente sulla qualità della vita delle persone ed è parte integrante di un diritto fondamentale che deve essere garantito a tutti. È il tempo che perdiamo ogni giorno nel traffico, è l'aria che respiriamo, è la sicurezza con cui accompagniamo i nostri figli a scuola o torniamo a casa la sera.

Per Assoutenti, promuovere una mobilità sostenibile e integrata significa immaginare città più vivibili, meno congestionate e più giuste, dove spostarsi non sia una fonte di stress ma un elemento di benessere. Oggi, invece, milioni di cittadini, sia che usufruiscano del mezzo pubblico sia che utilizzino un proprio veicolo, trascorrono ore bloccati nel traffico o affrontano spostamenti lunghi e inefficaci, con un impatto evidente sulla salute, sul lavoro e sulle relazioni personali.

La mobilità deve essere veramente integrata, perché il diritto allo spostamento non può interrompersi a metà del percorso. Se un cittadino prende un autobus o un treno per raggiungere una destinazione, deve poter contare su un ultimo tratto di collegamento efficiente e sostenibile: che sia un monopattino, una bicicletta, un servizio di sharing o un altro mezzo leggero. Solo così il trasporto pubblico diventa realmente funzionale e accessibile. La mobilità sostenibile non può essere frammentata: deve essere un sistema unico, continuo e coordinato, capace di accompagnare le persone dal punto di partenza fino alla destinazione finale.

La transizione verso una mobilità più green è necessaria, ma deve essere accompagnata da sicurezza, infrastrutture adeguate, integrazione dei servizi e consapevolezza. L'innovazione, da sola, non basta. Lo vediamo ogni giorno con la micromobilità: monopattini utilizzati senza casco, parcheggiati in modo disordinato o guidati in modo pericoloso dimostrano che senza regole chiare, educazione e integrazione con il trasporto pubblico, il cambiamento rischia di peggiorare la qualità dello spazio urbano invece di migliorarla.

Crediamo in una mobilità elettrica integrata, sostenuta da sistemi intelligenti e organizzati, capaci di rendere l'energia davvero al servizio delle persone. L'accumulo energetico è una leva fondamentale per evitare sprechi,

rendere il sistema più efficiente e permettere una diffusione dell'elettrico accessibile a tutti. In questa direzione guardiamo con interesse a soluzioni innovative come le batterie al sodio, che possono contribuire a ridurre i costi, aumentare la sicurezza e rendere la transizione più equa.

Il nostro sogno per il 2050 è una mobilità sostenibile dove il TPL e il "ferro" restituiscano tempo alle persone, riducano le disuguaglianze territoriali e migliorino concretamente la vita quotidiana. Una mobilità sostenibile, integrata e umana, che non si limiti a ridurre le emissioni, ma che garantisca davvero il diritto di muoversi in modo sicuro, continuo e alla portata di tutti.

Gabriele Melluso
Presidente Assoutenti

VERSO IL 2050: LA MOBILITÀ COME DIRITTO E SCELTA SOCIALE

Per l'ADOC¹ il 2050 rappresenta il traguardo di un percorso di metamorfosi profonda della nostra società. Affinché questo sogno diventi realtà, è necessario colmare il divario tra la sensibilità ambientale delle persone e le barriere strutturali ed economiche che oggi ne frenano l'azione. I dati parlano chiaro: l'Italia detiene il record negativo europeo con 684 autovetture ogni 1.000 residenti, (560 media UE). Non è solo un numero, è il sintomo di un deficit di alternative. Da una nostra indagine (ADOC, 2024)² emerge un'Italia a due velocità. Nonostante oltre la metà delle famiglie si dichiarino favorevole alla sostenibilità, i comportamenti reali non sono coerenti. Questo scollamento è causato da un servizio pubblico percepito come inadeguato; la necessità di percorrere lunghe distanze in tempi ridotti e l'alto costo per il rinnovo dei veicoli privati.

La visione per la mobilità al 2050 si poggia su un approccio multivettore: non solo auto elettrica, ma un'integrazione intelligente tra trasporto su ferro, mobilità dolce, sharing mobility e mezzi a basse emissioni. Affinché questa transizione avvenga realmente, il servizio pubblico deve trasformarsi in una colonna vertebrale efficiente e capillare, diventando un'alternativa concreta e preferibile all'auto privata. Inoltre, il passaggio alla mobilità verde non può però prescindere dall'equità economica: i costi del cambiamento non devono ricadere solo sui consumatori. In questo contesto, l'inclusione è imprescindibile: è fondamentale il coinvolgimento attivo dei cittadini e delle associazioni, oltre a un adeguato sostegno economico e un potenziamento dei servizi, oggi carenti soprattutto al Sud. In assenza di questi elementi, il sogno della sostenibilità rischia di rimanere irrealizzabile.

¹ Associazione Difesa e Orientamento dei Consumatori.

² ECONOMIA∞CIRCOLARE E CONSUMI SOSTENIBILI – Comportamenti delle famiglie, criticità ed efficacia della risposta pubblica, di Eures, Adoc, Cittadinanzattiva, Federconsumatori, Udicon, Unc (2024).

Per l'ADOC, la mobilità sostenibile al 2050 vuol dire restituire spazio alle persone nelle città, ridurre l'inquinamento acustico e atmosferico e garantire spostamenti sicuri. La sfida è passare dal "dover usare l'auto" al "poter scegliere come muoversi".

Anna Rea
Presidente ADOC

IL FUTURO DIPENDERÀ DALLE DECISIONI CHE ASSUMIAMO OGGI

Guardare al 2050 non significa evocare un'utopia, ma riconoscere che il futuro dipenderà dalle decisioni che stiamo assumendo oggi, in coerenza con il piano industriale di Trenitalia e dell'intero Gruppo FS. Il futuro della mobilità sarà determinato dagli interventi che stiamo realizzando su rete, servizi e tecnologie lungo tre direttrici di sviluppo: ampliamento del reticolo ad Alta Velocità, rafforzamento dell'intermodalità e digitalizzazione dei servizi.

Per l'Alta Velocità, i piani 2025-2029 prevedono il potenziamento delle direttrici AV/AC e il completamento di nuove tratte, con un aumento della popolazione servita e l'ingresso di ulteriori Frecciarossa 1000. L'adozione dell'ERTMS sulla rete core europea permetterà sistemi di controllo armonizzati e maggiore interoperabilità, condizione essenziale per lo sviluppo di servizi cross-border più regolari e coerenti con i corridoi TEN-T.

Per l'intermodalità, gli indirizzi strategici puntano a migliorare la connessione tra ferro e gomma attraverso nodi di scambio più funzionali, maggiore affidabilità delle coincidenze e servizi integrati fin dalla progettazione. L'obiettivo è costruire un sistema in cui treni regionali, autobus, servizi a chiamata, micromobilità e trasporto aereo operino come un'unica rete, capace di offrire soluzioni competitive rispetto al mezzo privato.

La digitalizzazione rappresenta un ulteriore elemento strutturale. L'utilizzo di tecnologie avanzate abiliterà una manutenzione predittiva più efficace, a beneficio di puntualità e affidabilità. L'evoluzione dei sistemi informativi e di vendita consentirà aggiornamenti tempestivi, soluzioni personalizzate in caso di disservizi, canali più accessibili, processi di acquisto semplificati e un servizio di caring più capillare. Nel lungo periodo, la digitalizzazione permetterà modelli di servizio basati su dati e una gestione del viaggio più uniforme lungo l'intero percorso.

Il percorso verso il 2050 è già avviato. Proseguendo con coerenza e con coraggio negli interventi programmati, potremo garantire un sistema di mobilità integrato, interoperabile e in linea con le esigenze del Paese in evoluzione.

Gianpiero Strisciuglio
Amministratore Delegato Trenitalia, Presidente AGENS

AUTRICI E AUTORI

Mario Barbano Ph.D. (CIELI), avvocato in Genova (Studio Legale Barbano); assegnista di ricerca (Università di Genova); docente a contratto di diritto della navigazione e dei trasporti (Università di Genova) e di diritto dell'Unione europea (Università LUMSA, Roma).

Riccardo Bozzo, professore presso la Scuola Politecnica dell'Università di Genova ha sviluppato la sua attività di ricerca nel campo delle tecnologie elettriche e dei sistemi di trasporto. È stato direttore del Dipartimento di Ingegneria Elettrica, membro di Giunta del CIELI, membro del Comitato Tecnico Scientifico del Polo d'Innovazione della Regione Liguria TRANSIT.

Valentina Costa Ph.D. (CIELI), assegnista di ricerca presso il Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica i Trasporti e le Infrastrutture dell'Università di Genova e cultrice della materia in Tecnica urbanistica di base presso il Dipartimento di Architettura e Design dell'Università di Genova.

Ilaria Delponte, dottore di ricerca e docente in Tecnica e Pianificazione Urbanistica presso l'Università di Genova, Visiting Professor alla World Maritime University di Malmö e alla Panthéon Sorbonne di Parigi. Tra i suoi interessi di ricerca si annoverano la mobilità urbana, la pianificazione energetica e dei trasporti. <https://rubrica.unige.it/personale/UkNGW1lq>

Claudio Ferrari, Ph.D., professore ordinario di Economia Applicata, presidente del Centro del Mare dell'Università di Genova e della Società Italiana di Economia dei Trasporti e della logistica (SIET).

Tommaso Fili dottorando (CIELI), cultore della materia in Economics of Cruise, Ferry and Yachting Industries presso il Dipartimento di Economia dell'Università di Genova e assistente alla didattica a contratto presso l'Università IULM di Milano.

Enrico Ivaldi professore associato di Statistica Sociale presso l'Università IULM. È membro dell'Editorial Board di numerose riviste scientifiche internazionali di classe A. I suoi interessi di ricerca riguardano la misurazione multidimensionale del benessere e della qualità della vita, la costruzione e validazione di indicatori compositi, l'analisi delle disuguaglianze socio-economiche e la valutazione della sostenibilità in prospettiva comparata e spazio-temporale.

Alfonsina Patrizia Modesti, dottoressa in Scienze Politiche. Segue da diversi anni tematiche consumeriste gestendo il presidio della relazione con le Associazioni dei consumatori in TIM e nell'ambito dell'Organo Istituzionale di garanzia della conciliazione paritetica dove ricopre il ruolo di vicepresidente. Da luglio 2024 è anche vicepresidente di Consumers' Forum.

Francesco Munari, ordinario di diritto dell'Unione europea nell'Università di Genova. I suoi principali interessi riguardano il diritto dell'Unione europea, in particolare i profili della concorrenza, aiuti di Stato e regolazione dei mercati; il diritto portuale, marittimo e dei trasporti. Per ulteriori informazioni. <https://giurisprudenza.unige.it/node/1699>.

Enrico Musso, professore ordinario di Economia dei Trasporti (Università di Genova), direttore del Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica e Trasporti e le Infrastrutture, editor-in-chief dell'International Journal of Transport Economics e co-presiede il gruppo Maritime Transport and Ports della World Conference on Transport Research Society.

Tiziano Pavanini, Ph.D. (CIELI), assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (DAStU) del Politecnico di Milano, cultore della materia in Economics of Cruise, Ferry and Yachting Industries presso il Dipartimento di Economia dell'Università di Genova e membro del Comitato Tecnico e Scientifico del CIELI.

Luca Persico è professore associato di Economia Applicata presso il Dipartimento di Economia dell'Università di Genova e membro del Consiglio Direttivo del Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica, i Trasporti e le Infrastrutture. I suoi interessi di ricerca riguardano l'analisi econometrica applicata all'economia dei trasporti, alle infrastrutture e alle politiche di settore.

Roberto Tascini, da gennaio 2025 segretario generale di Consumers' Forum, ha studiato Scienze Politiche, europeista convinto, dopo una esperienza sindacale nella UIL, dal 1995 si è occupato di consumerismo ricoprendo molteplici incarichi all'interno di ADOC fino a rivestire, dal 2015 al 2022, il ruolo di presidente.

Alessio Tei, PhD, è professore associato in Economia Applicata presso l'Università di Genova. Tra i suoi interessi di ricerca vi sono l'economia dei trasporti, l'effetto dell'innovazione sulle economie locali e sui processi in-

dustriali e la valutazione degli investimenti in infrastrutture. Coordina il laboratorio ME4F – Mobility and Energy for the Future – finanziato dal Centro Nazionale sulla Mobilità Sostenibile (MOST).

Furio Truzzi, sociologo e ricercatore impegnato nelle organizzazioni sociali da oltre 40 anni. Esponente di spicco delle associazioni consumeriste, presiede Consumers' Forum dal luglio 2024. Per ulteriori informazioni: <https://www.consumersforum.it/l-opinione/5608-consumers-forum-rinnovate-le-cariche-furio-truzzi-presidente-alfonsina-patrizia-modesti-vice-presidente-roberto-tascini-segretario-generale.html>

Vi aspettiamo su:

www.francoangeli.it

per scaricare (gratuitamente) i cataloghi delle nostre pubblicazioni

DIVISI PER ARGOMENTI E CENTINAIA DI VOCI: PER FACILITARE
LE VOSTRE RICERCHE.



Management, finanza,
marketing, operations, HR

Psicologia e psicoterapia:
teorie e tecniche

Didattica, scienze
della formazione

Economia,
economia aziendale

Sociologia

Antropologia

Comunicazione e media

Medicina, sanità



Architettura, design,
territorio

Informatica, ingegneria

Scienze

Filosofia, letteratura,
linguistica, storia

Politica, diritto

Psicologia, benessere,
autoaiuto

Efficacia personale

Politiche
e servizi sociali



FrancoAngeli

La passione per le conoscenze

FrancoAngeli

a strong international commitment

Our rich catalogue of publications includes hundreds of English-language monographs, as well as many journals that are published, partially or in whole, in English.

The **FrancoAngeli**, **FrancoAngeli Journals** and **FrancoAngeli Series** websites now offer a completely dual language interface, in Italian and English.

Since 2006, we have been making our content available in digital format, as one of the first partners and contributors to the **Torrossa** platform for the distribution of digital content to Italian and foreign academic institutions. **Torrossa** is a pan-European platform which currently provides access to nearly 400,000 e-books and more than 1,000 e-journals in many languages from academic publishers in Italy and Spain, and, more recently, French, German, Swiss, Belgian, Dutch, and English publishers. It regularly serves more than 3,000 libraries worldwide.

Ensuring international visibility and discoverability for our authors is of crucial importance to us.

FrancoAngeli



torrossa
Online Digital Library

Il volume propone una riflessione sistemica e multidisciplinare sul futuro della mobilità in Italia con orizzonte al 2050, collocandola al centro delle trasformazioni demografiche, economiche, sociali, tecnologiche e ambientali che attraversano il Paese. Partendo dalla consapevolezza dell'elevata incertezza che caratterizza le proiezioni di medio-lungo periodo, lo studio non mira a delineare uno scenario univoco, ma a costruire una cornice interpretativa capace di individuare macro-tendenze rilevanti e nodi critici per le politiche pubbliche e le strategie industriali.

Attraverso l'analisi degli scenari demografici ed economici al 2050, il volume evidenzia come l'invecchiamento della popolazione, la contrazione della forza di lavoro, la polarizzazione territoriale e la transizione ecologica possano profondamente ridefinire la domanda di mobilità delle persone e dei beni. I contributi presentati affrontano in modo integrato questioni fondamentali come l'evoluzione della domanda di mobilità, le infrastrutture, la sostenibilità, l'innovazione dei veicoli, il paradigma Mobility as a Service, la pianificazione urbana e territoriale, le politiche pubbliche e il quadro regolatorio. L'obiettivo principale è quello di interpretare la mobilità non solo come un settore tecnico o infrastrutturale, ma come infrastruttura sociale del benessere, di inclusione, competitività e sostenibilità.

Questo volume, frutto di uno studio promosso da Consumers' Forum in collaborazione con il CIELI (Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica, i trasporti e le Infrastrutture) dell'Università di Genova e coordinato dal suo direttore Enrico Musso, si rivolge a decisori pubblici, studiosi, operatori del settore, associazioni e stakeholder istituzionali interessati a comprendere le sfide e le opportunità della mobilità futura, offrendo strumenti analitici e spunti di policy per proiettare scelte consapevoli e responsabili nel lungo periodo.

Enrico Musso (1962) è ordinario di Economia dei Trasporti presso il Dipartimento di Economia dell'Università di Genova e dirige il Centro Italiano di Eccellenza sulla Logistica, i trasporti e le Infrastrutture. È editor-in-chief dell'*International Journal of Transport Economics* e co-presiede il gruppo Maritime Transport and Ports della World Conference on Transport Research Society. Ha diretto master e programmi di dottorato ed è stato professore ospite in numerose università italiane e straniere.