

MOBILITÀ AEREA INNOVATIVA E TRASPORTO URBANO:
LA *URBAN AIR MOBILITY* E SUE PROSPETTIVE DI IMPLEMENTAZIONE

Cinzia Ingratoci *

SOMMARIO: 1. Mobilità intelligente e trasporto aereo – 2. *Advanced Air Mobility* (AAM) e *Urban Air Mobility* (UAM) – 3. Questioni inerenti alla regolazione della *Urban Air Mobility* – 4. Problematiche e soluzioni operative di mobilità intelligente sviluppate per il trasporto su strada. L'esperienza delle *Smart Roads* in Italia – 5. Conclusioni.

1. – L'automazione è al centro del dibattito scientifico e culturale dell'epoca in corso, in tutti i campi del sapere, ed è noto come i progressi registrati in tale ambito rivestano particolare interesse nel settore dei trasporti, per la capacità di sviluppare modelli più sicuri ed inclusivi di mobilità, in grado di ridurre le principali esternalità del sistema (quali l'incidentalità, la congestione, l'inquinamento) ¹ e rispondere alle esigenze di una società che richiede maggiore qualità e rapidità nei servizi, anche a tutela di fasce crescenti della popolazione che necessitano di assistenza negli spostamenti.

L'implementazione di veicoli autonomi nella mobilità urbana costituisce un progetto di interesse generale per i numerosi benefici che può fornire, ma pone al tempo stesso problematiche specifiche, di natura etico-sociale oltre che giuridica, per la tutela dei diritti individuali, la gestione dei conflitti e,

* Professore ordinario di Diritto della navigazione, Università degli Studi di Messina. Componente dell'unità dell'Università di Messina del Prin 2022 (CUP J53D23009300006 – codice identificativo PRIN_2022F4FLSF_001) “*ATM, Drones and D.A.N.T.E. (Digitalization, Artificial Intelligence and New Technologies for Environment)*”. Il presente contributo è frutto di attività di ricerca finanziata dal Prin sopracitato.

Autore corrispondente: prof.ssa Maria Piera Rizzo, *Principal Investigator* del Prin.

¹ Per un quadro generale delle questioni giuridiche inerenti alla circolazione di veicoli autonomi, v. *L'automazione nei trasporti marittimi, aerei e terrestri*, numero speciale della rivista *Diritto dei trasporti* 1/2019, anche per la bibliografia richiamata.

285

Supplemento “*ATM, Drones and Digitalization,
Artificial Intelligence and New Technologies for Environment*”

Rivista di diritto dell'economia, dei trasporti e dell'ambiente, ISSN 1724-7322



specialmente, l'individuazione delle responsabilità connesse alla circolazione di tali mezzi innovativi ².

L'Unione Europea è intervenuta in materia già con la direttiva 2010/40 UE ³, che reca un quadro comune per la diffusione di sistemi intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con le altre modalità. Le modifiche, apportate da ultimo ⁴ al testo normativo europeo, mirano a rafforzare l'impegno comune a sostegno di un'architettura immateriale condivisa, che valorizzi le potenzialità dell'innovazione a supporto della mobilità, con

² Sul tema delle *driverless car*, v. S. Pollastrelli, *Driverless cars: i nuovi confini della responsabilità civile automobilistica e prospettive di riforma*, in E. Calzolaio (a cura di), *La decisione nel prisma dell'intelligenza artificiale*, Milano, 2020, 109 ss.; M. Ferrazzano, *Dai veicoli a guida umana alle autonomous cars. Aspetti tecnici e giuridici, questioni etiche e prospettive per l'informatica forense*, Torino 2019; S. Vantin, *Automobili a guida autonoma: un'inedita opportunità per le persone con disabilità fisiche*, in *Smart roads e driverless cars: tra diritto, tecnologie, etica pubblica*, a cura di S. Scagliarini, Torino, 2019, 55 ss.; T. Casadei, G. Zanetti, *Tra dilemmi etici e potenzialità concrete: le sfide dell'autonomous driving*, in *Smart roads e driverless cars: tra diritto, tecnologie, etica pubblica*, cit., 41 ss.; M. M. Comenale Pinto, E. G. Rosafio, *Responsabilità civile per la circolazione degli autoveicoli a conduzione autonoma. Dal grande fratello al grande conducente*, in *Dir. Trasp.* 1/2019, 395 ss.; M. Roe, *Who's Driving That Car: An Analysis of Regulatory and Potential Liability Frameworks for Driverless Cars*, *Boston College Law Review* 60, no. 1 (2019) 317-348; A. Taeihagh, H. Si Min Lim (2019) *Governing autonomous vehicles: emerging responses for safety, liability, privacy, cybersecurity, and industry risks*, in *Transport Reviews* 103-128; T. Liivak, *Liability of a Manufacturer of Fully Autonomous and Connected Vehicles under the Product Liability Directive*, in *International Comparative Jurisprudence* (2018) Vol. 4, Issue 2, 178-189; Emad Abdel Rahim Dahiyat, *From Science Fiction to Reality: How will the Law Adapt to SelfDriving Vehicles?* in *Journal of Arts and Humanities*, Vol. 07, Issue 09, 2018, 34-43; S. Li, H. Zhang, S. Wang, P. Li and Y. Liao, *Ethical and Legal Dilemma of Autonomous Vehicles: Study on Driving Decision-Making Model under the Emergency Situation of Red-Light Running Behaviors*, in *Electronics* (2018) 7, 264; M.C. Gaeta, *La protezione dei dati personali nell'Internet of things: l'esempio dei veicoli autonomi*, in *Diritto dell'informazione e dell'informatica* 1/2018, 147-179; C. Severoni, *Prime considerazioni su un possibile inquadramento giuridico e sul regime di responsabilità nella conduzione dei veicoli a guida autonoma*, in *Dir. Trasp.* 2/2018, 340 ss.; D. A. Crane, K. D. Logue, B. C. Pilz, *A Survey of Legal Issues arising from the Deployment of Autonomous and Connected Vehicles*, 23 *Mich. Telecom. & Tech. L. Rev.* 191 (2017); V. Ilková, A. Ilka *Legal Aspects of Autonomous Vehicles – an Overview*”, Proceedings of the 2017, 21st International Conference on Process Control (PC) Štrbské Pleso, Slovakia (2017) June 6-9; M.C. Gaeta, *Automazione e responsabilità civile automobilistica*, in *Resp. civ. e previdenza*, 2016, 1718-1750; J. S. Brodsky, *Autonomous Vehicle Regulation: How an Uncertain Legal Landscape May Hit the Brakes on Self-Driving Cars*, in *Berkeley Technology Law Journal*, vol. 31, *Annual Review* 2016, 851-878; L. Butti, *Auto a guida autonoma: sviluppo tecnologico, aspetti legali e etici, impatto ambientale*, in *Riv. giur. ambiente* 2016, 435-452. Per una prospettiva nazionale v. pure Associazione Nazionale Assicurazioni (ANIA), *Smart roads, veicoli connessi ed autonomi. Mobilità e assicurazione nel prossimo futuro: Rc*

particolare riguardo alle applicazioni *on demand* ed ai servizi coordinati su offerte multimodali ⁵.

I «sistemi di trasporto intelligenti» (di seguito ITC) sono definiti dalla direttiva (art. 4, n. 1) come quelli in cui trovano applicazione le tecnologie dell'informazione e della comunicazione, relativamente al settore stradale, alle infrastrutture ed alle dotazioni funzionali alla gestione del traffico e della mobilità (veicoli e utenti compresi), anche per le necessarie connessioni con altri modi di trasporto.

L'ITC è, dunque, un sistema ad elevato contenuto di tecnologia, basato su strutture di supporto in grado di fornire servizi digitali, ma che non richiede necessariamente l'utilizzo di veicoli totalmente autonomi ⁶, sebbene le utilità assicurate dalle applicazioni di intelligenza artificiale (IA) siano una parte integrante del modello. Sulla base della definizione introdotta dalla citata direttiva quadro, il nucleo essenziale della nuova filosofia ITC sembra,

auto o Rc prodotti?, Discussion paper, ottobre 2017, on www.ania.it.

³ Direttiva 2010/40/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 7 luglio 2010, sul quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto (GU L 207 del 6.8.2010, pag. 1).

⁴ Direttiva (UE) 2023/2661 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 novembre 2023, che modifica la direttiva 2010/40/UE sul quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto.

⁵ Cfr. artt. 2 e 3 dir. 2010/40/UE come modificata e emendata.

⁶ Secondo la classificazione delineata dalla *National Highway Transport Safety Administration* (NHTSA) statunitense nel 2016, possiamo distinguere sei livelli di automazione, partendo dal livello "0" che indica il veicolo tradizionale in cui l'operatività è garantita esclusivamente dalla persona fisica alla guida. In dettaglio, il livello uno indica soluzioni per l'assistenza alla guida. Il veicolo può assistere il conducente con alcune funzioni, come il *cruise control* adattivo ecc.; il secondo livello indica l'automazione parziale, una situazione oggi molto diffusa in cui la tecnologia assiste il conducente, assumendo il controllo del veicolo in alcune limitate situazioni (centramento della corsia); il livello tre indica una «automazione condizionale» che riguarda alcune modalità di guida, ma con controllo e monitoraggio globale della situazione di guida da parte del conducente; il quarto livello comporta una elevata automazione per numerose modalità di guida, che consente al veicolo di sterzare, frenare, accelerare ecc., ma di solito il mezzo non assume decisioni dinamiche e, dunque, non è autonomo; il quinto livello, al momento in fase sperimentale, prevede una automazione completa per tutte le modalità di guida. In quest'ultimo caso si utilizza la nozione di veicolo autonomo o senza conducente. In argomento v. pure USA Department of Transportation - National Highway Traffic Safety Administration - NHTSA, *Guide lines for the development and deployment of driverless vehicles*, 2016. Vedi anche ONU, *Economic and Social Council, Reference document with definitions of Automated Driving* (WP.29) and the *General Principles for developing a UN Regulation on automated vehicles*, 23 aprile 2018, *World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations*.

infatti, consistere essenzialmente nella interoperabilità dei sistemi e dei processi tecnologici che li sostengono, in grado di garantire uno scambio di dati in tempo reale e suggerire all'operatore (o anche al mezzo, in caso di totale automazione o *machine learning*) decisioni adeguate sulla base di una conoscenza situazionale costantemente aggiornata e molto approfondita.

I «servizi digitali di mobilità multimodale»⁷ forniscono, infatti, informazioni sul traffico e gli elementi del viaggio, quali l'ubicazione di strutture di trasporto, orari, disponibilità o tariffe per più modalità (consentendo anche l'effettuazione di prenotazioni o pagamenti, o l'emissione di biglietti), con l'effetto di definire uno spazio comune di funzioni a supporto della circolazione di persone e cose⁸, alla base del concetto di *Mobility as a Service* (MaaS)⁹.

Quando il sistema ITS consente agli stessi utenti (veicoli, anche di diversa tipologia, operatori e destinatari finali del servizio) di interagire scambiando messaggi sicuri e affidabili, attraverso un'architettura di tipo cooperativo, si parla di «*Cooperative-ITS* (C-ITS)»¹⁰.

La direttiva disciplina le modalità di acquisizione e condivisione dei dati nei settori prioritari dell'informazione per la sicurezza e della mobilità multimodale (viaggi, trasporti e gestione del traffico), con le coperture geografiche specificate nei suoi allegati (III e IV) per prestazioni rese disponibili su tutto il territorio dell'Unione.

In estrema sintesi, il modello muove dal presupposto che la soluzione più efficace per fronteggiare problemi determinati (congestione, inquinamento, incidentalità) consista nella realizzazione di un ecosistema a rete di compo-

⁷ Art. 2, comma 1, n. 24, dir. 2010/40/UE.

⁸ Il punto nazionale di accesso ai dati ed ai sistemi di accessibilità dei dati in formato digitale rappresenta l'interfaccia istituita dallo Stato membro per l'accesso unico ai dati (art. 5) secondo le specifiche di cui all'art. 6 della dir. 2010/40/UE.

⁹ Con il termine «*Mobility as a Service*» si intende un servizio digitale che consente all'utente di pianificare il proprio viaggio prenotando tutti i servizi di mobilità necessari per raggiungere la destinazione finale mediante l'utilizzo di un'unica piattaforma. In argomento v. J. Reyes García, G. Lenz, S. Haveman and G. Bonnema, *State of the Art of Mobility as a Service (MaaS) Ecosystems and Architectures—An Overview of, and a Definition, Ecosystem and System Architecture for Electric Mobility as a Service (eMaaS)*, in *World Electric Vehicle Journal*, 2019, 11(1), 7. <https://doi.org/10.3390/wevj11010007>; S. Hietanen, *Mobility as a Service. The new transport model?*, in *ITS & Transport Management Supplement. Eurotransport*, Vol. 12(2), 2014, 2-4.

¹⁰ Art. 4, comma 1, n. 19, dir. 2010/40/UE.

menti tecnologiche e digitali in grado di procedere alla rilevazione validata, alla gestione ed alla condivisione di dati inerenti sia agli spostamenti di persone e cose, sia all'ambiente in cui essi si svolgono; sulla base di tali dati è possibile modulare l'organizzazione di un'offerta di servizi per la mobilità per ciò stesso intelligenti, indicati con il termine di *smart mobility*¹¹. Quest'ultima funzione presenta indubbi vantaggi di tipo economico, ambientale, ma anche solidaristico-sociale, specie nei paesi maggiormente industrializzati e con più alta aspettativa di vita, e perciò rappresenta la principale sfida di amministrazioni regionali e locali per il disegno di città che ambiscono, esse stesse, a divenire sempre più *smart*¹².

L'applicazione in ambito urbano di questo modello è oggi circoscritta al comparto terrestre (e, in parte, marittimo) con una misurata considerazione degli aeromobili, ritenuti per loro natura adatti a ricoprire distanze maggiori rispetto a quelle proprie di una circolazione di tipo locale. Nondimeno, la grave congestione del traffico e il degrado ambientale degli agglomerati urbani sono divenuti criticità prioritarie per le principali metropoli del mondo, mettendo in crisi la gestione tradizionale dei trasporti basata sulle modalità stradale o ferroviaria. In tale quadro, un ruolo strategico nella progettazione dei futuri scenari di trasporto inter ed intra-urbano è affidato certamente alle potenzialità del mezzo aereo¹³, supportato dalle più recenti innovazioni tecnologiche che hanno interessato i veicoli *manned* e *unmanned*¹⁴.

¹¹ Il riferimento al concetto di *Smart mobility* è contenuto nella Comunicazione della Commissione su «*Sustainable and Smart Mobility Strategy – Putting European Transport on Track for the Future*», COM (2020) 789 def. Per essa si intendono un complesso di soluzioni finalizzate a migliorare l'efficienza, l'economicità e la sostenibilità degli spostamenti grazie a proposte strutturali e funzionali come *sharing economy*, noleggio *on demand*, veicoli a ridotto impatto ambientale e sempre più tecnologici, mobilità leggera.

¹² D. Bruno, S. Palmieri, R. Palomba, F. D'Alessandro, M. Bisson, *Infrastrutture di mobilità intelligenti e sostenibili. Un nuovo sistema di connessioni urbane*, in *International Journal of Architecture, Art and Design*, 15, 2024, 286-295.

¹³ Plötner, Kay & Al Haddad, Christelle & Antoniou, Constantinos & Frank, F. & Fu, Mengying & Kabel, S. & Llorca, Carlos & Moeckel, Rolf & Moreno, Ana & Pukhova, Alona & Rothfeld, Raoul & Shamiyeh, Michael & Straubinger, Anna & Wagner, H. & Zhang, Q., *Long-term application potential of urban air mobility complementing public transport: an upper Bavaria example*, in *CEAS Aeronautical Journal*, 2020.

¹⁴ Cfr. Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale, al Comitato delle Regioni, *Strategia 2.0 per i droni per un ecosistema intelligente e sostenibile di aeromobili senza equipaggio in Europa*, del 29 novembre 2022, COM (2022) 652,

2. – La comunicazione della Commissione europea dell'11 dicembre 2019, dal titolo «*Il Green Deal europeo*»¹⁵, evidenzia il ruolo sempre più importante della mobilità multimodale, automatizzata e connessa che, grazie ai sistemi innovativi resi possibili dalla rivoluzione digitale, è in grado di favorire nuovi servizi sostenibili, efficienti, a minor impatto ambientale e sociale. La Comunicazione anticipa l'intervento europeo sulla mobilità intelligente¹⁶, ponendo l'accento sulla necessità di un cambio di passo nel sistema dei trasporti, essenziale per conseguire gli ambiziosi risultati in tema di neutralità climatica avuti di mira dall'Unione¹⁷.

In tale quadro, la locuzione «mobilità aerea avanzata» (*Advanced Air Mobility*, di seguito AAM)¹⁸ identifica un trasporto aereo che, grazie all'uso di speciali velivoli e all'automazione di specifiche funzioni, è in grado di offrire tra-

def. La Commissione descrive la propria visione ed il contributo che i droni possono assicurare ad un trasporto più sostenibile, dichiarando al § 18, secondo trattino, che «la mobilità aerea urbana diventerà parte integrante del futuro ecosistema urbano di mobilità intelligente multimodale e le infrastrutture di terra e aeree che consentono tali servizi di trasporto saranno ampiamente diffuse e integrate».

¹⁵ Comunicazione della Commissione dell'11 dicembre 2019, COM (2019) 640 def.

¹⁶ Cfr. le citate Comunicazioni della Commissione COM (2020) 789 def. e COM (2022) 652 def.

¹⁷ Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale, al Comitato delle Regioni, *Un percorso verso un pianeta più sano per tutti. Piano d'azione dell'UE: verso l'inquinamento zero per l'aria, l'acqua e il suolo*, 12 maggio 2021, COM (2021) 400 final. Il § 2.1.5 della citata COM (2019) 640 def., indica nei trasporti le attività responsabili di un quarto delle emissioni di gas a effetto serra dell'UE, con un impatto in continua crescita. Per conseguire la neutralità climatica è quindi necessario ridurre le emissioni prodotte dai trasporti del 90% entro il 2050, raggiungendo un equilibrio sostenibile che metta gli utenti al primo posto e fornisca loro le alternative più economiche, accessibili, sane e pulite rispetto alle attuali abitudini in materia di mobilità.

¹⁸ Il concetto, sviluppato originariamente dalla *National Aviation Authority* americana, è stato successivamente adottato dalla *Federal Aviation Authority* (di seguito FAA) statunitense. Esso è contenuto nel *Senate Bill* n. 516 (*Advanced Air Mobility Coordination and Leadership Act*) del Congresso degli Stati Uniti d'America. L'*Advanced Air Mobility Coordination and Leadership Act* (PL. 117-203, 136 Stat. 2227, del 17 ottobre 2022), definisce l'*Advanced Air Mobility* (AAM) come «a transportation system that moves people and property by air between two points in the United States (U.S.) using aircraft with advanced technologies, including electric aircraft, or electric vertical takeoff and landing (eVTOL) aircraft, in both controlled and uncontrolled airspace»: così FAA, *Advanced Air Mobility implementation Plan*, versione 1.0, giugno 2023, in <https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/AAM-I28-Implementation-Plan.pdf>.

sferimenti di persone e merci tra luoghi non attualmente serviti dall'aviazione. Essa non indica una singola innovazione, ma piuttosto un insieme di soluzioni ad alto valore di tecnologia, applicate all'ecosistema dell'aviazione¹⁹. Ulteriore elemento che connota la AAM è la prospettiva intermodale²⁰, in grado di migliorare l'accessibilità dei territori, la qualità dell'ambiente e la sicurezza dei cittadini nella maniera più efficiente ed efficace possibile.

La AAM costituisce l'architettura in cui si inseriscono specifiche soluzioni di «*Innovative Air Mobility*» (di seguito IAM), locuzione che individua il nuovo paradigma funzionale destinato a rivoluzionare i sistemi di trasporto, integrando mezzi aerei di nuova generazione, come droni e veicoli elettrici a decollo e atterraggio verticale (eVTOL), nell'infrastruttura esistente²¹. La IAM consente di sperimentare un trasporto aereo di passeggeri e di merci anche in ambienti densamente popolati e edificati, grazie a sistemi di guida automatizzata e alternative al tradizionale aeromobile, di maggiore manovrabilità ed a minor impatto ambientale.

L'*European Air Safety Agency* (EASA)²² ha, da ultimo, sviluppato l'*Innovative Air Mobility (IAM) Hub*, una piattaforma digitale che riunisce tutti gli attori coinvolti nel sistema europeo del trasporto aereo (comprese le autorità nazionali e locali, i produttori e gli operatori) con l'obiettivo di facilitare l'imple-

¹⁹ Nel caso di veicoli eVTOL, l'aereo può essere alimentato da sistemi elettrici ibridi, batterie o da celle a combustibile a idrogeno e essere dotato, o meno, di pilota a bordo.

²⁰ ENAC, Piano Strategico Nazionale (2021-2030) per lo sviluppo della Mobilità Aerea Avanzata in Italia, visionabile in <https://www.enac.gov.it/pubblicazioni>. La definizione di Mobilità Area Avanzata ivi contenuta (p. 10) fa riferimento a «l'insieme dei servizi di trasporto innovativi effettuati in un'ottica intermodale con sistemi aerei elettrici prevalentemente a decollo e atterraggio verticale [...] con o senza pilota a bordo [...] o autonomi – unitamente alle relative infrastrutture – in grado di migliorare l'accessibilità e la mobilità delle città, delle aree metropolitane e dei territori, la qualità dell'ambiente, della vita e della sicurezza dei cittadini». Si rileva che la nozione sovrappone, in qualche modo, il concetto di *Advanced Air Mobility* e quello di *Urban Air Mobility*, di cui *infra* nel testo.

²¹ Così COM (2022) 652 def., cit. punto 15.

²² Cfr. reg. (UE) 2018/1139 del Parlamento europeo e del Consiglio del 4 luglio 2018 recante norme comuni nel settore dell'aviazione civile, che istituisce un'Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea e che modifica i regolamenti (CE) n. 2111/2005, (CE) n. 1008/2008, (UE) n. 996/2010, (UE) n. 376/2014 e le direttive 2014/30/UE e 2014/53/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, e abroga i regolamenti (CE) n. 552/2004 e (CE) n. 216/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (CEE) n. 3922/91 del Consiglio.

mentazione sicura, protetta, efficiente e sostenibile delle operazioni IAM²³. Il concetto di *Innovative Aerial Services* (IAS) è strettamente collegato e descrive le diverse tipologie di attività che, in forza del citato regolamento (UE) 2018/1139, rientrano nella competenza regolatoria di EASA, inclusive delle operazioni condotte con droni (sorveglianza, mappatura ed altri) e della mobilità aerea innovativa.

Nel quadro dei servizi di IAM, la *Urban Air Mobility* (di seguito UAM) costituisce un'applicazione dedicata a passeggeri e merci in ambiente urbano.

Secondo la definizione adottata dalla *Federal Aviation Administration* (FAA)²⁴, la nozione di UAM sarebbe strettamente circoscritta ai trasporti su aree densamente popolate, caratterizzandosi per l'utilizzo di un ambiente operativo di tipo cooperativo, definito *Extensible Traffic Management* (xTM), in grado di integrare la fornitura dei tradizionali servizi del traffico aereo (ATS) con prestazioni rivolte a veicoli di piccole dimensioni, ad elevata tecnologia, abilitati ad operare nello spazio aereo inferiore.

Più ampia è la visione dell'EASA, che definisce la UAM come «a new air transportation system for passengers and cargo in and around densely populated and built environments, made possible by electrical vertical take-off and landing aircraft (e-VTOL) equipped with new technologies such as enhanced battery technologies and electrical propulsion»²⁵; dunque un sistema

²³ La piattaforma contiene cinque aree: droni e veicoli e-VTOL con informazioni sui droni; veicoli elettrici a decollo e atterraggio verticali autorizzati per operazioni in Europa; sezione normativa; schede informative: un archivio di conoscenze essenziali, migliori pratiche e approfondimenti; informazioni operative e dati geografici. V. il sito <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/drones-air-mobility-landscape/innovative-air-mobility-hub>.

²⁴ *Federal Aviation Administration* (FAA), *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), *Urban Air Mobility Concept Operation*, (UAM ConOps), Version 2.0, 26 Aprile 2023, visionabile in https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/Urban%20Air%20Mobility%20%28UAM%29%20Concept%20of%20Operations%202.0_0.pdf. In dottrina v. B Hill, *UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4. NASA Technical Reports Server. NASA. Retrieved 29 June 2021*, <https://ntrs.nasa.gov/citations/20205011091>.

²⁵ EASA, *Urban Air Mobility*, visionabile in www.easa.europa.eu/light/topics/urban-air-mobility; nel documento EASA, Opinion No 03/2023 del 31 agosto 2023, *Introduction of a regulatory framework for the operation of drones enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the initial airworthiness of those unmanned aircraft systems operated in the specific category*, 7, in <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/opinions/opinion-no-032023#>, la IAM è definita, enfatizzando la sua funzionalità rispetto ai sistemi multimodali, come «the safe, secure and sus-

operante nelle aree urbane e nei loro dintorni, in grado di migliorare la connettività all'interno delle città e tra le regioni.

Nello stesso senso, il recente regolamento sui «requisiti nazionali per le operazioni, lo spazio aereo e le infrastrutture per gli aeromobili con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA)», adottato dall'Ente Nazionale dell'Aviazione civile (ENAC)²⁶ per l'Italia, definisce la UAM come «un sottoinsieme di operazioni IAM in cui almeno un segmento del volo è condotto in un'area congestionata (urbana)».

In tale quadro, una ulteriore estensione del concetto potrebbe coinvolgere il contesto rurale²⁷, dove i trasporti terrestri sono spesso caratterizzati da scarsa accessibilità e tempi di attesa e di viaggio prolungati, criticità rispetto alle quali il mezzo aereo potrebbe fornire risposte adeguate anche in termini di migliore connessione tra periferie, aree suburbane e zone agricole di prossimità. Del resto, le numerose ricerche scientifiche sulle applicazioni IAM in ambito urbano – finanziate anche a livello europeo²⁸ nel quadro della *joint venture Single European Sky Atm Research* (SESAR-JU)²⁹ – sviluppano soluzioni innovative per voli operati nello spazio aereo inferiore su aree non necessariamente ad elevata densità abitativa, offrendo una visione dinamica del concetto di UAM³⁰.

tainable air mobility of passengers and cargo enabled by new-generation technologies integrated into a multimodal transportation system», mentre la Urban Air Mobility (UAM) rappresenta «the subset of IAM operations conducted in to, within or out of urban environments», dunque anche al di fuori dell'ambiente urbano. La nozione è in linea con la visione di IAM sviluppata dalla Commissione nella citata Comunicazione COM (2022) 652 def., punto 15.

²⁶ Reg. ENAC, Requisiti nazionali per le operazioni, lo spazio aereo e le infrastrutture per gli aeromobili con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA), 3 maggio 2024, di cui *infra* nel testo.

²⁷ L. Frank, N. Dirks, G. Walther, *Improving rural accessibility by locating multimodal mobility hubs*, in *Journal of Transport Geography*, Volume 94, 2021, 103111, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103111>

²⁸ Il riferimento è ai progetti FF2020, AiRMOUR e AURORA, finanziati dall'UE, consorziati con l'obiettivo di predisporre un ecosistema di soluzioni di mobilità aerea urbana. La rete collaborativa intende anche sensibilizzare le parti interessate ed il pubblico rispetto alle soluzioni prospettate e migliorarne l'accettazione. Il progetto AiRMOUR, finanziato nell'ambito del programma di ricerca Orizzonte 2020 dell'Unione Europea, ha sviluppato una guida completa che descrive in dettaglio le strategie per l'integrazione di successo dell'IAM negli ambienti urbani.

²⁹ In argomento, v. per tutti C. Ingratoci voce n.136, *Single European Sky ATM Research (SESAR)* in *Elgar Concise Encyclopedia on Aviation Law*, a cura di A. Masutti P. Mendez de Leon, Edward Elgar Publishing Limited 2023, 470 ss., <https://www.elgaronline.com/>

³⁰ Lo studio avviato da AIRBUS considera i voli merci e passeggeri operati in aree densamente

Al di là della diversa estensione della nozione, l'elemento comune a tutte le definizioni surrichiamate è il collegamento tra i servizi di UAM ed il ricorso a soluzioni innovative³¹, necessarie per l'esercizio di attività aerea in spazi connotati da specifici rischi, che sollecitano soluzioni ragionevoli sul piano ambientale, ma anche economico e sociale. La UAM rappresenta, infatti, una componente strategica delle politiche di sostenibilità applicate al settore dei trasporti e costituisce parte integrante del *Sustainable Urban Mobility Plan*, sviluppato secondo un approccio integrato³².

Sembra utile, quindi, soffermarsi sui caratteri di tale modello, a livello operativo, individuandone gli elementi essenziali, identificativi e comuni a tutte le possibili applicazioni del servizio, al fine di distinguere questa dimensione della mobilità da concetti in parte sovrapponibili, ma certo più ampî e/o funzionalmente differenti, come quelli di AAM o IAM³³. Le operazioni di UAM, infatti, richiedono un più diretto coinvolgimento delle comunità locali e regionali, chiamate a fornire un contributo decisivo in termini di organizzazione dei servizi, essendo rappresentative delle esigenze di mobilità dei cittadini da un canto, e dall'altro in grado di meglio valutare i livelli di accettazione sociale ed integrazione con gli altri modi di trasporto,

popolate attraverso droni e aero-taxi, incluse le operazioni a pilotaggio remoto e quelle totalmente autonome; Honeywell considera inclusi nel concetto di UAM i servizi merci e passeggeri erogati a domanda nell'ambito di un sistema dedicato di veicoli e infrastrutture *self-sustaining*, che include le comunicazioni tra i diversi elementi coinvolti. Per un approfondimento v. M. Tojal, H. Hesselink, A. Fransoy, E. Ventas, V. Gordo, Y. Xu, *Analysis of the definition of Urban Air Mobility. How its attributes impact on the development of concept*, in *Transportation Research Procedia*, 59 (2021), 4.

³¹ E. C. Pinto Neto, D. M. Baum, J. R. de Almeida, J. B. Camargo and P. S. Cugnasca, *A Trajectory Evaluation Platform for Urban Air Mobility (UAM)*, in *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 23, no. 7, 9136-9145, 2022, doi: 10.1109/TITS.2021.3091411.

³² In tal senso v. già la citata Comunicazione della Commissione COM (2022) 652 def., punto 52, dove si legge che gli Stati membri «dovrebbero sfruttare strumenti quali i piani di mobilità urbana sostenibile come meccanismo per integrare nella pianificazione della mobilità urbana le soluzioni alternative di erogazione di servizi offerte dalla mobilità aerea urbana e contribuire ad affrontare le sfide in materia di mobilità per l'intera area urbana funzionale, prevedendo anche sinergie con i piani spaziali, energetici e climatici». In argomento v. pure *Airspace, Security and Defence Industries Association of Europe (ADS), Urban Air Mobility and Sustainable Development, White Paper on How to Assess a contributor to sustainable development: a framework toward transitioning to sustainability driven business models*, gennaio 2023, in www.ads-europe.org.

³³ M. Tojal, H. Hesselink, A. Fransoy, E. Ventas, V. Gordo, Y. Xu, *Analysis of the definition of Urban Air Mobility*, cit., 3-13.

alla luce dei sistemi di mitigazione del rischio adottati e delle soluzioni proposte per ridurre l'inquinamento acustico e visivo ³⁴.

Le possibili declinazioni della UAM sono, in estrema sintesi, riconducibili alla eventuale diversa considerazione di tre elementi fondamentali: *a*) la tipologia di mezzi utilizzati; *b*) il settore di attività; *c*) la delimitazione in senso orizzontale e verticale degli spazi impegnati.

Sub *a*), la UAM è sicuramente un'opzione consentita dal progresso tecnologico, ma non richiede necessariamente l'automazione avanzata del veicolo utilizzato, potendo avvalersi di mezzi *manned* e *unmanned*, anche se un'enfasi speciale è posta – in prospettiva futura – verso i veicoli del tutto autonomi. Secondo le risultanze emerse dallo studio AMU-LED, condotto nel quadro dell'iniziativa SESAR JU ³⁵, i servizi passeggeri UAM saranno realizzati, almeno in una prima fase, con veicoli e-VTOL con pilota a bordo. I veicoli *unmanned* troveranno invece applicazione in mercati diversi, come quelli del trasporto di merci o della logistica, o altre applicazioni di lavoro aereo. La compresenza negli stessi spazi di veicoli diversi, *manned* e *unmanned*, pone l'ulteriore problema di garantire una integrazione sicura dei mezzi in ambiti ristretti dello stesso spazio aereo inferiore. Le tipologie di mezzi potenzialmente utilizzabili sono, di norma, classificate sulla base del loro *design* (aerotaxi, VTOL, *fixed-wing*, *multirotor*), delle dimensioni e delle modalità di propulsione utilizzate. Queste ultime, tutte di tipo *green* (elettrico, a idrogeno), presentano diversi livelli di funzionalità in rapporto alla potenziale durata, alla facilità di eventuali rifornimenti ed alla connessa esigenza di prevedere adeguate strutture di servizio.

Un ulteriore criterio di classificazione dei veicoli, potenzialmente utilizzabili per servizi UAM, ha riguardo ai livelli di rischio correlati alle singole operazioni, secondo le indicazioni contenute nel reg. 2019/947/UE ³⁶, a norma del

³⁴ Comunicazione della Commissione COM (2022) 652 def., punto 52, cit.

³⁵ SESAR AMU-LED, *Large Experimental Demonstration*, <https://www.sesarju.eu/projects/AMU-LED>

³⁶ Regolamento di esecuzione (UE) 2019/947 della Commissione, del 24 maggio 2019, relativo a norme e procedure per l'esercizio di aeromobili senza equipaggio. A norma dell'art. 3, le operazioni UAS sono suddivise nelle categorie «aperta», «specifica» o «certificata» definite rispettivamente agli articoli 4, 5 e 6 dello stesso regolamento e soggette alle seguenti condizioni: a) le operazioni UAS nella categoria «aperta» non sono soggette ad autorizzazione operativa preventiva né ad una dichiarazione operativa da parte dell'operatore UAS prima che l'operazione abbia luogo; b) le operazioni UAS nella categoria «specifica» necessitano di un'autorizzazione operativa rilasciata

quale queste ultime sono distinte in «aperte», cioè liberamente accessibili, «specifiche» e «certificate». In tale quadro, i veicoli possono essere distinti ancora in «*High Performing Vehicles (HPVs)*», autorizzati ad operazioni certificate (come gli aero-taxi) e sottoposti a servizio di comunicazione, navigazione e sorveglianza, e «*Standard Performing Vehicles (SPVs)*» che operano, di norma, in categoria aperta o specifica, con requisiti e prestazioni meno elevate.

Come meglio vedremo nel paragrafo seguente, le Istituzioni europee sono di recente intervenute in materia, chiarendo che le operazioni realizzate con veicoli e-VTOL, con pilota a bordo, sono classificate come «certificate» ogni qual volta il mezzo è utilizzato per il trasporto di persone su aree urbane³⁷.

Sub *b*), l'attenzione delle Istituzioni (nazionali e dell'Unione Europea) e degli operatori è prioritariamente rivolta ai servizi commerciali di trasporto di persone e cose, ma le soluzioni innovative adottate nel contesto della UAM possono supportare anche ulteriori mercati economicamente rilevanti, come i servizi di sorveglianza, *first response*, soccorso, lavoro aereo, turismo. Alcuni studi individuano, infatti, numerosi segmenti di attività (oltre 38) in cui i sistemi di UAM potrebbero trovare una proficua applicazione³⁸. Come osservato in dottrina, «whether these business solutions are included in the definition of Urban Air Mobility or not, their operation would still take place in urban areas, requiring the coordination and cooperation of all types of vehicles carrying out the missions»³⁹. Pertanto, rispetto al ramo di attività, una nozione più ampia di UAM risulta preferibile, sia sul piano strettamente operativo, che a livello strategico: sotto il primo profilo perché essa consente una visione olistica di tutti i mezzi presenti in un determinato spazio, indipendentemente dalle attività esercitate; rispetto alla funzione incentivante, perché la presenza di diversi mercati opzionabili è in grado di attrarre maggiori investimenti privati.

dall'autorità competente a norma dell'articolo 12 o di un'autorizzazione ricevuta conformemente all'articolo 16 o, nelle circostanze di cui all'articolo 5, paragrafo 5, di una dichiarazione che deve essere presentata da un operatore UAS; c) le operazioni UAS nella categoria «certificata» necessitano della certificazione dell'UAS a norma del regolamento delegato (UE) 2019/945, della certificazione dell'operatore e, se del caso, della licenza del pilota remoto.

³⁷ V. *infra* il paragrafo che segue.

³⁸ Booz, Allen, Hamilton, NASA, *Urban Air Mobility market study, Final report*, 21 novembre 2018, <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20190001472/downloads/20190001472.pdf>.

³⁹ M. Tojal, H. Hesselink, A. Fransoy, E. Ventas, V. Gordo, Y. Xu, *Analysis of the definition of Urban Air Mobility*, cit., 6.

In tal senso, il Piano strategico nazionale per lo sviluppo della mobilità aerea avanzata ⁴⁰, adottato dall'Ente Nazionale dell'Aviazione Civile (ENAC) per l'Italia, individua quattro applicazioni *target* che comprendono: 1) il trasporto di persone in ambiente urbano ed extra urbano (aero-taxi; *airport shuttle*, aerei turistici); 2) il trasporto di merci generiche e materiale biomedicale; 3) ispezione e mappatura di aree e infrastrutture; 4) supporto all'agricoltura.

Sub *c*), in rapporto agli spazi aerei impegnati, l'analisi delle definizioni surrichiamate pare offrire una nozione ampia di UAM che includa non solo i collegamenti strettamente urbani, ma anche quelli di connessione da e verso il centro. Le attività riguarderebbero il movimento di veicoli nello spazio aereo inferiore che sovrasta le zone abitate, più o meno densamente, e dunque anche le periferie urbane, le zone di espansione e quelle di collegamento. Del resto, il concetto di «ambiente urbano» non è univoco e trova una diversa estensione da Paese a Paese, oltre che da disciplina a disciplina.

Ne risulta una nozione di UAM flessibile ed in evoluzione, fortemente incisa dai progressi tecnologici e dalla sperimentazione di mercato, in grado di utilizzare diverse tipologie di veicoli per la realizzazione di molteplici servizi, commerciali e non, nello spazio aereo inferiore, nell'ambito di aree geografiche di dimensione urbana e interurbana.

3. – Pur trattandosi di un modello di mobilità ancora in via di definizione, specialmente sul piano regolamentare, è opinione diffusa che la UAM svolgerà un ruolo fondamentale nel fronteggiare la crescente domanda di trasporto urbano nei prossimi decenni.

L'idea di utilizzare veicoli volanti per gli spostamenti all'interno delle città non è, in realtà, del tutto nuova. Un sistema di mobilità aerea a servizio di tragitti brevi, su centri abitati, è già presente a partire dagli inizi del secolo scorso, sia pure limitatamente a trasporti speciali. Successivamente, tra gli anni quaranta e cinquanta del Novecento, gli elicotteri emergono come mezzo promettente anche per i servizi interurbani, pur se la loro diffusione rimane ostacolata dai costi elevati, dal rumore eccessivo dei mezzi e da alcuni problemi di sicurezza che ne hanno confinato l'utilizzazione ad attività di lavoro e di logistica sanitaria. E ciò anche in considerazione del fatto che le possibilità di integrazione di tali veicoli nei sistemi di mobilità terrestri, ovvero la loro

⁴⁰ Vedi *supra* nota 20.

capacità di realizzare singoli segmenti di un viaggio più ampio, è pressoché nulla.

Il percorso evolutivo della UAM riceve oggi nuovo slancio proprio dai progressi realizzati dalla tecnologia, e dall'*Information Technology* (IT) in particolare, che offrono mezzi in grado di essere integrati in un sistema multimodale di tipo urbano e garantire sicurezza, comfort, sostenibilità ambientale e una riduzione delle esternalità (specie in termini di rumore).

Le modalità di sperimentazione dei nuovi veicoli a decollo e atterraggio verticale sono, oggi, oggetto di un attento dibattito riguardo alla necessità di definire un ambiente di regolazione idoneo, che assicuri gli *standard* di affidabilità e il rigore propri dell'aviazione commerciale, ma allo stesso tempo flessibile⁴¹, in grado di promuovere gli investimenti privati in alcuni settori strategici, indicati dalle Istituzioni europee come segmenti prioritari di intervento⁴².

L'utilizzazione commerciale dei veicoli e-VTOL pone alcuni problemi di carattere operativo, dall'individuazione delle regole dell'aria applicabili, alla gestione di fattori come l'incidenza diretta dei venti sulla rotta e sulla durata dei sistemi di propulsione, cui si aggiungono elementi di accettazione sociale⁴³, anche in rapporto alla migliore integrazione dei voli urbani con i sistemi di *smart mobility* già esistenti⁴⁴.

Per il vero, l'implementazione di sistemi di UAM potrebbe già avvalersi di molte delle norme poste dal legislatore dell'Unione in materia di sicurezza della navigazione aerea, anche in relazione all'esercizio di *Unmanned Aerial System* (UAS)⁴⁵; da una parte, infatti, i veicoli e-VTOL sono qualificati co-

⁴¹ Y. Liu, C. Lyu, F. Bai et al (2024), *The role of intelligent technology in the development of urban air mobility systems: A technical perspective. Fundamental Research*, In Press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fmr.2023.08.006>.

⁴² Cfr. la Comunicazione COM (2022), 652 def., § 18, cit.

⁴³ L'EASA ha condotto uno studio approfondito sull'accettazione sociale della *Urban Air Mobility* in Europa, evidenziando criticità, opportunità e strumenti funzionali all'avvio di una implementazione in concreto dei servizi: cfr. *Study on the Societal Acceptance of Urban Air Mobility in Europe*, 19 maggio 2021, www.easa.europa.eu/UAM. Il problema dell'accettazione sociale dei nuovi sistemi di mobilità aerea urbana è sottolineato anche dalla Commissione nella citata COM (2022) 652 def.

⁴⁴ L.A. Garrow, B. J. German, C. E. Leonard, *Urban air mobility: A comprehensive review and comparative analysis with autonomous and electric ground transportation for informing future research*, in *Transportation Research*, 28 settembre 2021, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103377>, anche per i numerosi riferimenti bibliografici.

⁴⁵ Il riferimento è, limitatamente alle regole di maggiore rilevanza, al citato reg. (UE) 2018/1139 del Parlamento europeo e del Consiglio del 4 luglio 2018 recante norme comuni nel

me aeromobili⁴⁶, mentre dall'altra la UAM, relativamente ai servizi di logistica, trasporto di cose e, in prospettiva, anche di persone, utilizzerà in misura crescente i sistemi *unmanned* a pilotaggio remoto e/o autonomi con utilizzo di applicazioni di IA⁴⁷.

Allo stesso tempo, corre l'obbligo di segnalare che la navigazione aerea in funzione UAM presenta caratteristiche *sui generis*, perché destinata a svolgersi in spazi caratterizzati dalla presenza di ostacoli ben più numerosi, e spesso meno prevedibili, rispetto a quelli che interessano i voli tradizionali in fase di crociera, con un maggiore rischio di danni a persone e cose sulla superficie. Si impone, quindi, un'attenta riflessione sull'adeguatezza di una mera trasposizione ai servizi UAM delle norme di cui al citato reg. 1139/2018 UE e connesse disposizioni di attuazione e di esecuzione⁴⁸.

settore dell'aviazione civile; al reg. delegato (UE) 2019/945 della Commissione del 12 marzo 2019 relativo ai sistemi di aeromobili senza equipaggio e agli operatori di paesi terzi di sistemi aeromobili senza equipaggio; al reg. di esecuzione (UE) 2019/947 della Commissione del 24 maggio 2019 relativo a norme e procedure per l'esercizio di aeromobili senza equipaggio. Non ci si soffermerà su tali provvedimenti, essendo oggetto di analisi in specifici contributi contenuti in questo Volume.

⁴⁶ Vedi art. 8 *ter* del reg. (UE) n. 1178/2011, come modificato dall'art. 1 del reg. di esecuzione (UE) 2024/1111 della Commissione del 10 aprile 2024 che modifica il regolamento (UE) n. 1178/2011, il regolamento di esecuzione (UE) n. 923/2012, il regolamento (UE) n. 965/2012 e il regolamento di esecuzione (UE) 2017/373, per quanto riguarda la definizione dei requisiti per l'esercizio di aeromobili con equipaggio con capacità di decollo e atterraggio verticale. Il predetto art. 8 *ter*, nella formulazione novellata, dispone che l'aeromobile con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA) «è un aeromobile a motore, più pesante dell'aria, diverso da un velivolo o un aerogiro, in grado di effettuare il decollo e l'atterraggio verticale (VTOL) per mezzo di unità di sollevamento/spinta utilizzate per fornire portanza durante il decollo e l'atterraggio». V. pure il doc. EASA, Opinion No 03/2023 del 31 agosto 2023, *Introduction of a regulatory framework for the operation of drones enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the initial airworthiness of those unmanned aircraft systems operated in the specific category*, cit., punto 24, in cui si precisa che «VCA are considered an emerging type of aircraft that will need to develop over time». Nello stesso senso v. art. 2 del regolamento ENAC del 3 maggio 2024 di cui *infra* nel testo.

⁴⁷ *European Union Aviation Safety Agency, Artificial Intelligence Roadmap. A human-centric approach to AI in aviation*, febbraio 2020, easa.europa.eu.

⁴⁸ V. *supra* nota 45. L'EASA, nella sua Opinion No 03/2023 del 31 agosto 2023, *Introduction of a regulatory framework for the operation of drones enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the initial airworthiness of those unmanned aircraft systems operated in the specific category*, cit., 24, precisa che «it is not only the novelties in aircraft design that justify the development of specific operating requirements for VCA, differentiating from those applicable to aeroplanes and helicopters. This is the entire network of interconnected systems and elements that underpin the technological advancements used to boost urban air mobility (UAM), including new in-

Basti pensare ai possibili ostacoli sulle traiettorie di decollo e di lancio, alla necessità di adeguare la distanza minima di separazione tra veicoli che presentano una minore dinamicità e condividono spazi più ristretti⁴⁹, all'esigenza di prevedere le conseguenze del vento sulle traiettorie nel passaggio tra edifici molto alti (*urban canyons*)⁵⁰ e di individuare uno standard minimo di riserve di energia⁵¹ o, ancora, gestire i problemi connessi alla ricezione del segnale GPS in aree oscurate da fabbricati; fattori specifici che si aggiungono alle questioni più generali inerenti all'accettazione sociale del nuovo modello di mobilità, per ragioni di sicurezza individuale (incolumità, *privacy*)⁵² e ambientale (*visual pollution*, rumore)⁵³.

Sul punto è comunque utile distinguere tra la fase di avvio del progetto, che sarà verosimilmente caratterizzata da un numero limitato di voli operati con veicoli «certificati»⁵⁴, gestibili attraverso l'adeguamento della normativa in essere, e la situazione a regime, che porrà l'obbligo di coordinare operazioni UAM a più elevata frequenza in aree congestionate, all'interno

frastructure solutions and new personnel competencies».

⁴⁹ La distanza fissata attualmente (5 miglia nautiche) è proibitiva per le operazioni urbane e va dunque immaginata una diversa regolamentazione, più flessibile; la letteratura suggerisce, sul punto, tre diversi approcci: una separazione fissa, una dinamica in base alle caratteristiche del mezzo e una «non standardizzata» basata su di un approccio «see and avoid» o il suo equivalente tecnologico «sense and avoid». Questo approccio presenta diversi problemi in caso di eccessivo traffico.

⁵⁰ Si tratta di un fenomeno complesso di difficile valutazione al momento della programmazione del volo e ben più variabile rispetto al meteo.

⁵¹ La necessità di mantenere la posizione contrastando la forza del vento incide sulla durata della batteria del mezzo; gli effetti negativi delle condizioni meteo, in generale, sono maggiori alle basse quote anche per la mancanza di spazi adeguati a correggere la rotta.

⁵² Il timore generalizzato delle collettività per i voli a bassa quota potrebbe essere aggravato da elevati livelli di conflittualità dovuti a eventuali limitazioni alle proprietà private, molto più diffuse che non nel momento attuale, anche perché relative ad aree fortemente urbanizzate.

⁵³ L'inquinamento acustico durante il volo è un'altra grande sfida affrontata dalla progettazione degli UAV. Mentre i livelli di rumore degli UAV sono generalmente inferiori a quelli degli altri mezzi di trasporto, gli eVTOL possono avere un impatto negativo sulla qualità della vita dei residenti nelle aree urbane densamente popolate. In particolare, il rumore generato durante il decollo, l'atterraggio e il sorvolo può disturbare il riposo dei residenti circostanti, con conseguenti problemi di salute fisica e mentale, nonché una ridotta efficienza lavorativa. Uno studio (Afari e Mankbadi) basato sul controllo attivo del rumore propone alcune tecnologie di riduzione, come eliche a bassa rumorosità e materiali fonoassorbenti, per mitigare l'impatto del rumore eVTOL sulle aree urbane.

⁵⁴ Così Comunicazione della Commissione COM (2022) 652 def. punto 58.

di spazi condivisi da veicoli diversi, *manned e unmanned*⁵⁵.

In vista di tale integrazione, e sulla base delle indicazioni fornite dall'EASA nel citato parere n. 3/2023⁵⁶, il reg. (UE) della Commissione n. 1111/2024 ha posto le fondamenta del quadro regolatorio applicabile alle operazioni con velivoli a decollo e atterraggio verticale o con droni, in ambito urbano, apportando alle norme esistenti le integrazioni necessarie per abbracciare i nuovi concetti di mobilità aerea.

In particolare, nel reg. (UE) n. 1178/2011⁵⁷ è stata integrata la nozione di veicolo a decollo e atterraggio verticale (VCA) (art. 8 *bis*) e sono state inserite norme specifiche (art. 4 *septies*) per l'abilitazione per tipo di veicolo VCA, consentendo ai richiedenti titolari di una licenza di pilota commerciale per velivoli (CPL(A)) o elicotteri (CPL(H)) di ottenere un'abilitazione per tipo VCA, nel rispetto delle condizioni previste dalla stessa disposizione. Requisiti più stringenti, incluso un determinato numero minimo di ore di volo, riguardano il rilascio dell'abilitazione di istruttore VCA.

Il reg. (UE) n. 923/2012⁵⁸ è stato integrato, nel suo art. 2, dalle definizioni di aerogiro⁵⁹, elicottero⁶⁰ e aeromobile con capacità di decollo e atterraggio verticale⁶¹. Rispetto a tali veicoli, il regolamento novellato introduce

⁵⁵ Così EASA, Opinion No 03/2023 del 31 agosto 2023, *Introduction of a regulatory framework for the operation of drones enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the initial airworthiness of those unmanned aircraft systems operated in the specific category*, cit., 9-10.

⁵⁶ Cfr. *supra* nota 25.

⁵⁷ Reg. (UE) n. 1178/2011 della Commissione, del 3 novembre 2011, che stabilisce i requisiti tecnici e le procedure amministrative relativamente agli equipaggi dell'aviazione civile ai sensi del regolamento (CE) n. 216/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio. Il riferimento al reg. (CE) n. 216/2008 va oggi inteso al reg. (UE) n. 1139/2018. V. *supra* nota 46.

⁵⁸ Reg. di esecuzione (UE) n. 923/2012 della Commissione, del 26 settembre 2012, che stabilisce regole dell'aria comuni e disposizioni operative concernenti servizi e procedure della navigazione aerea e che modifica il regolamento di esecuzione (UE) n. 1035/2011 e i regolamenti (CE) n. 1265/2007, (CE) n. 1794/2006, (CE) n. 730/2006, (CE) n. 1033/2006 e (UE) n. 255/2010.

⁵⁹ È definito aerogiro un aeromobile a motore, più pesante dell'aria, che per il sostentamento in volo dipende principalmente dalla portanza generata da un massimo di due rotori: così art. 2, punto 85, reg. (UE) n. 923/2012.

⁶⁰ È definito elicottero, un tipo di aerogiro sostenuto in volo principalmente dalla reazione dell'aria su un massimo di due rotori moto-propulsi su un asse sostanzialmente verticale: così art. 2, punto 85 *bis*, reg. (UE) n. 923/2012.

⁶¹ È definito aeromobile con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA), un aeromobile a motore, più pesante dell'aria, diverso da un velivolo o un aerogiro, in grado di effettuare il decollo e l'atterraggio verticale (VTOL) per mezzo di unità di sollevamento/spinta utilizzate per fornire por-

la nozione di «combustibile al minimo», locuzione con cui si intende descrivere una situazione in cui il livello di combustibile/energia di un aeromobile è tale da rendere necessario l'atterraggio in un determinato aeroporto e da escludere qualsiasi ulteriore ritardo.

Riguardo ai requisiti tecnici ed alle procedure amministrative di cui al reg. (UE) n. 965/2012⁶², il reg. (UE) n. 1111/2024 introduce un paragrafo 1 *bis* nell'articolo 1, ampliando l'ambito di applicazione del provvedimento emendato alle «operazioni di mobilità aerea innovativa, realizzate in conformità alle regole del volo a vista diurno condotte con contatto visivo con la superficie con aeromobili con equipaggio a pilotaggio singolo con capacità di decollo e atterraggio verticale di cui all'articolo 2, paragrafo 1, lettera b), punti i) e ii), del regolamento (UE) 2018/1139». L'art. 2 è integrato – tra le altre – della nozione di «operazioni di mobilità aerea innovativa (IAM)», definite come «qualsiasi operazione con aeromobile con capacità di decollo e atterraggio verticale (VTOL) in aree congestionate e non congestionate» (art. 2, punto 12, come modificato).

L'aeromobile con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA) è definito come «aeromobile a motore, più pesante dell'aria, diverso da un velivolo o un aerogiro, in grado di effettuare il decollo e l'atterraggio verticale (VTOL) per mezzo di unità di sollevamento/spinta utilizzate per fornire portanza durante il decollo e l'atterraggio» (art. 2, punto 13, come modificato), mentre il *Vertical Emergencies Medical Services* (VEMS) è «un volo con un VCA che opera nell'ambito di un'approvazione VEMS, in cui il trasporto immediato e rapido è essenziale e il cui scopo è di:

1. facilitare l'assistenza medica di emergenza attraverso il trasporto di personale medico, forniture mediche o persone ferite e/o coinvolte;
2. effettuare operazioni in cui una persona corre un rischio per la salute, imminente o previsto, posto dall'ambiente e necessita di essere salvata, oppure quando persone, animali o attrezzature devono essere trasportati da/verso il sito operativo VEMS.

Gli operatori possono utilizzare VCA solo nel contesto di operazioni

tanza durante il decollo e l'atterraggio: così art. 2, punto 85 *ter*, reg. (UE) n. 923/2012.

⁶² Reg. (UE) n. 965/2012 della Commissione, del 5 ottobre 2012, che stabilisce i requisiti tecnici e le procedure amministrative per quanto riguarda le operazioni di volo ai sensi del regolamento (CE) n. 216/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio.

IAM, come specificato negli allegati III e IX dello stesso regolamento (art. 5, come modificato).

Di specifico interesse è l'art. 8, comma 5, del reg. (UE) 965/2012, introdotto dal reg. (UE) n. 1111/2024, a norma del quale l'operatore IAM è tenuto a rispettare, per quanto riguarda i limiti dei tempi di volo, i requisiti specificati dal diritto nazionale dello Stato membro in cui lo stesso ha la sua sede principale di attività o, se l'operatore non ha una sede principale di attività, del luogo in cui l'operatore è stabilito o risiede.

Ulteriori modifiche concernono i requisiti comuni previsti per i fornitori di servizi di gestione del traffico aereo e di navigazione aerea nell'Unione Europea⁶³: riguardo all'organizzazione di tali servizi per operazioni UAM, sono state proposte infatti diverse soluzioni, come la definizione di corridoi che sfruttano tecnologie cooperative o *free routes*, al di fuori dei quali la navigazione sarebbe disciplinata dalle regole *U-Space*⁶⁴.

⁶³ Reg. di esecuzione (UE) 2017/373 della Commissione, del primo marzo 2017, che stabilisce i requisiti comuni per i fornitori di servizi di gestione del traffico aereo e di navigazione aerea e di altre funzioni della rete di gestione del traffico aereo e per la loro sorveglianza, che abroga il regolamento (CE) n. 482/2008 e i regolamenti di esecuzione (UE) n. 1034/2011, (UE) n. 1035/2011 e (UE) 2016/1377 e che modifica il regolamento (UE) n. 677/2011. Il reg. 1111/2024 cit., art. 5, ha disposto che nell'allegato IV, punto ATS.TR.305, lettera a), del regolamento *de quo* è inserito il punto 7 *bis* inerente alle informazioni sugli aeromobili senza equipaggio.

⁶⁴ Cfr. il reg. di esecuzione (UE) 2021/664 della Commissione, del 22 aprile 2021, relativo a un quadro normativo per lo *U-Space*, applicabile dal gennaio 2023, che stabilisce le norme finalizzate a consentire l'implementazione di servizi funzionali alla sicurezza, protezione e sostenibilità ambientale delle operazioni con UAS. Lo *U-Space*, sviluppato dalla *Joint Undertaking SESAR* e lanciato nel 2015-2016, non rappresenta uno spazio aereo «passivo», dedicato solo alla circolazione dei droni, ma piuttosto un insieme di servizi che consentiranno ai veicoli aerei di operare in sicurezza al di sotto dei 150 metri (500 piedi), attraverso un sistema di controllo automatizzato del traffico. Sul punto v. pure il citato reg. (UE) 2018/1139 del 4 luglio 2018 (regolamento di base), articoli 55, 56, 57 e 58, come integrato dal Regolamento di esecuzione (UE) n. 2019/945 e dal Regolamento di esecuzione (UE) n. 2019/947. A norme dell'art. 56, § 7 del regolamento di base, gli Stati membri «assicurano che le informazioni relative alla registrazione degli aeromobili senza equipaggio e degli operatori di aeromobili senza equipaggio soggetti all'obbligo di registrazione [...] siano archiviate in sistemi nazionali digitali di registrazione armonizzati e interoperabili. Gli Stati membri possono accedere e scambiare tali informazioni attraverso il repository di cui all'articolo 74». La norma dispone che, in collaborazione con la Commissione Europea e le autorità nazionali competenti, l'Agenzia europea per la sicurezza aerea (EASA) istituisce e mantiene un archivio delle informazioni necessarie a garantire un'efficace cooperazione tra l'EASA e le autorità nazionali competenti nell'esecuzione delle attività relative alla certificazione, alla sorveglianza e all'applicazione delle norme del regolamento. In tema, v. il Report del *WISE Persons Group* sul futuro del Cielo Unico Europeo, aprile

Il previsto uso di rotte predefinite in aree cooperative (CA) ed il ricorso alle regole del volo a vista diurno, con contatto visivo con la superficie, imposto per le operazioni di mobilità aerea innovativa, rappresentano specifiche norme di sicurezza da applicare nella prossima fase di avvio dell'implementazione di sistemi UAM⁶⁵.

A regime, tuttavia, le regole di volo applicate all'interno dei corridoi UAM potranno essere totalmente automatizzate (AFR)⁶⁶ per tenere conto dei progressi tecnologici e delle procedure digitali fondati sull'*internet of things* (ad esempio, attraverso comunicazioni *Vehicle-to-Vehicle [V2V]* e scambi di dati) e l'implementazione dell'I.A., con la possibile elaborazione di algoritmi in grado di prevenire incidenti e attacchi informatici ai veicoli UAM⁶⁷.

Riguardo alla ricezione dei segnali, l'IT offre notevoli vantaggi per la gestione delle comunicazioni *wireless*, indispensabili al costante scambio di informazioni tra veicoli e tra questi ultimi e le apparecchiature di terra. Il sistema UAM dovrà utilizzare diverse tecnologie di comunicazione, come ad esempio reti 4G/5G, oltre a quella satellitare e a corto raggio dedicato, per consentire un contatto costante anche in aree oscurate o a scarsa ricezione.

2019, disponibile sul sito sesarju.eu. L'U-Space è quindi un sistema di gestione del traffico degli UAS, costituito da un insieme di servizi (almeno quattro sono obbligatori: identificazione in rete, informazioni sul traffico, autorizzazione al volo e consapevolezza geografica) forniti in modo digitale e automatizzato all'interno di un volume di spazio aereo. L'implementazione è prioritariamente riservata alle aree in cui è prevista una operatività ad alta densità di droni, operazioni UAS complesse e a lungo raggio (BVLOS) e anche operazioni in ambiente urbano, al fine di garantire una adeguata separazione tra aeromobili con equipaggio e droni. In dottrina cfr., tra gli altri, M. Tapani Huttunen, *The U-space Concept*, in *Air and Space Law*, 2019, 69 s.; A. Marino, voce *U-Space*, in *Eldgar Concise Encyclopedia of Aviation Law*, a cura di A. Masutti, P. Mendes de Leon, 2023, 521 s.; M. P. Rizzo, *I servizi U-SPACE: dalla certificazione del fornitore all'accesso alla fornitura. Profili qualificatori e disciplinari*, in questo Volume.

⁶⁵ In tal senso la previsione di cui all'art. 1, comma 1 bis, del reg. 965/2012 come modificato dall'art. 1 del citato reg. 1111/2024.

⁶⁶ Il Corridoio UAM è una specifica *Cooperative Area (CA)*, cioè un volume di spazio aereo all'interno del quale le operazioni sono gestite in forma cooperativa. Il Corridoio definisce un percorso tridimensionale, eventualmente suddiviso in più segmenti, con relative prestazioni. Il centro di controllo del traffico di riferimento (ATC) garantisce la separazione degli aeromobili non partecipanti alle operazioni cooperative.

⁶⁷ Si suggerisce comunque l'uso di bande e frequenze specifiche per garantire una trasmissione costante e affidabile: in argomento v. Liu, Y., Lyu, C., Bai, F. et al (2024). *The role of intelligent technology in the development of urban air mobility systems: A technical perspective. Fundamental Research*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fmre.2023.08.006>

Il livello di rischio inerente alle operazioni di volo con aeromobili VCA è classificato sulla base delle previsioni di cui al citato reg. 2019/947/UE⁶⁸.

Secondo le disposizioni vigenti, i voli che sorvolano assembramenti di persone e, dunque, riteniamo, anche quelli destinati a svolgersi in ambito urbano, sono inseriti tra le operazioni «certificate», che possono cioè essere esercitate solo previa specifica autorizzazione, utilizzando mezzi e personale certificati (art. 6, reg. 2019/947/UE).

La normativa brevemente richiamata ha, infatti, ad oggetto VCA con il pilota a bordo, soggetto che è peraltro indicato come il responsabile ultimo della sicurezza del volo⁶⁹. L'elemento umano è chiamato a fronteggiare – secondo un modello «*see and avoid*» – i rischi riconducibili al sorvolo di ambiti urbani e *intercity*, attraverso fattori chiave come la competenza, l'esperienza e la formazione appropriate⁷⁰. Egli è tenuto a realizzare un attento *pre-flight planning*, che include la definizione della traiettoria lungo un corridoio predeterminato, la selezione dei punti di decollo e atterraggio, la determinazione della necessaria riserva di energia⁷¹, anche in rapporto ad una attenta valutazione delle

⁶⁸ Il rischio di un'attività viene valutato attraverso uno «*Specific Operation Risk Assessment*» (SORA), che consente di definire il livello di rischio in corso e di adeguare le regole applicabili, inclusi gli interventi in caso di emergenza. Come già anticipato, si distinguono operazioni (a) aperte, (b) specifiche e (c) certificate; mentre le operazioni «aperte» sono libere e non necessitano di specifiche autorizzazioni o certificazioni, le operazioni «specifiche» consentono il volo dei droni (di qualsiasi peso) «Beyond Visual Line of Sight» (BVLOS) a tutte le altitudini. Gli altri tipi di volo sono denominati VLOS (Visual Line of Sight) e EVLOS (Extended Visual Line of Sight).

⁶⁹ EASA, Opinion No 03/2023 del 31 agosto 2023, *Introduction of a regulatory framework for the operation of drones enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the initial airworthiness of those unmanned aircraft systems operated in the specific category*, cit., 33. In tal senso, l'art. 10 del reg. ENAC del 3 maggio 2024, *infra* nel testo, precisa che il rispetto delle norme di navigazione in esso indicate «non solleva il pilota in comando di un aeromobile VCA dalla responsabilità di intraprendere azioni, comprese le manovre aeree, tali da evitare collisioni durante tutte le fasi di volo» (art. 10).

⁷⁰ European Union Aviation Safety Agency (EASA), Opinion No 03/2023 del 31 agosto 2023, *Introduction of a regulatory framework for the operation of drones enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the initial airworthiness of those unmanned aircraft systems operated in the specific category*, cit., 29.

⁷¹ Il documento EASA, Opinion No 03/2023 del 31 agosto 2023, *Introduction of a regulatory framework for the operation of drones enabling innovative air mobility with manned VTOL-capable aircraft, the initial airworthiness of those unmanned aircraft systems operated in the specific category*, cit., 31, introduce il concetto di «point of commitment», cioè un punto di riferimento virtuale individuato sulla base delle prestazioni minime certificate dell'aeromobile e sui requisiti di riserva energe-

condizioni metereologiche per tutta la durata del volo. Il controllo delle riserve energetiche dovrà essere assicurato a intervalli regolari durante la crociera, oppure in via automatica attraverso un *dynamic checking process*.

Tuttavia, come più volte detto, il sistema di UAM è progettato per ospitare, nel medio-lungo periodo, operazioni di veicoli *unmanned*⁷², dotati di un proprio *Unmanned Aircraft Traffic Management* (UTM)⁷³.

Come anticipato, secondo gli studi di alcuni primari *stakeholder* privati (Airbus, Uber, Boeing, Amazon) l'UAM dovrebbe avvalersi dell'applicazione di sistemi di IA e meccanismi *blockchain* per lo scambio di informazioni in un ambiente operativo di tipo cooperativo, noto come *Extensible Traffic Management* (xTM), di supporto al tradizionale ATC⁷⁴. Ottimizzando le strategie di controllo, infatti, l'IA consentirebbe ai veicoli eVTOL di riprogrammare automaticamente il volo sulla base di una conoscenza situazionale in tempo reale (*Low Altitude Airspace Management System* o LAMS), tenendo conto degli ostacoli a terra e in aria⁷⁵.

Il quadro normativo delineato a livello unionale richiede l'integrazione delle norme nazionali per la definizione di importanti aspetti applicativi, non ultimi i requisiti inerenti ai limiti e tempi di volo dei veicoli VCA.

Limitando la nostra indagine all'attuale situazione in Italia, il Piano stra-

tica, dove il pilota in comando (*PIC*) dovrà effettuare una verifica in concreto della riserva di energia rispetto a quella pianificata per raggiungere il vertiporto di destinazione e, se il dato non è quello pianificato, procedere ad un'altra opzione di atterraggio preselezionata. Si tratta di una misura specifica di contenimento del rischio legato all'uso di energia elettrica e all'impatto che le condizioni di volo in concreto (ad esempio di vento) possono avere sull'autonomia delle batterie. Per tale motivo, si suggerisce che nella fase di pianificazione del volo, l'operatore abbia disponibili almeno due opzioni di atterraggio. Tutte le opzioni di atterraggio sicuro devono essere raggiungibili dal punto di impegno, rispettando le limitazioni prestazionali dell'aeromobile per quella fase di volo e preservando le riserve energetiche finali.

⁷² Comunicazione della Commissione COM (2022) 652 def., punto 15.

⁷³ L'operatore si interfaccia con i fornitori di servizi che supportano le operazioni UAS nell'ambito del *Unmanned Transport Management* (UTM), in grado di fornire informazioni meteo e *geofence data* a droni che volano in classe G, sotto i 400 piedi.

⁷⁴ La tecnologia *Blockchain* appare in grado di fornire una piattaforma sicura e decentralizzata per l'archiviazione e lo scambio di dati, idonea a garantirne l'affidabilità e la sicurezza del sistema senza ricorrere ad una autorità centrale.

⁷⁵ In tale quadro, sono gli stessi terminali utente, intendendosi per tali le *app* mobili, *smartphone* e *tablet*, che consentono il collegamento tra i fornitori di servizi e gli utenti finali che accedono al sistema UAM per ricevere i servizi eVTOL necessari.

tegico nazionale per lo sviluppo della mobilità aerea avanzata ⁷⁶, varato dall'ENAC – in attuazione della strategia europea sulla mobilità sostenibile ed intelligente e della progettazione nazionale PNRR in materia di sviluppo tecnologico, digitale e sostenibilità ambientale –, definisce una *Road map* nazionale, articolata su tre periodi (tra il 2021 ed il 2030) ⁷⁷ e finalizzata a fornire risposte adeguate sul piano regolamentare, tecnologico e infrastrutturale.

In attuazione del piano, l'ENAC ha, da ultimo, adottato un regolamento sui requisiti nazionali per le operazioni, lo spazio aereo e le infrastrutture per gli aeromobili con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA) ⁷⁸.

Il regolamento disciplina il disegno e la progettazione delle strutture di spazio aereo e dei relativi servizi, tenendo conto delle prestazioni e della riserva di energia dei VCA; le modalità di navigazione dei VCA con pilota a bordo, prevalentemente con propulsione elettrica; le infrastrutture dedicate alla mobilità innovativa (vertiporti) ⁷⁹.

L'ambito di applicazione del provvedimento è disegnato sul tipo di aeromobile impiegato per operazioni IAM nello spazio aereo nazionale ⁸⁰, indipendentemente dal servizio oggetto di prestazione (ma sono escluse le operazioni VEMS) e dall'area geografica interessata (urbana o non urbana) ⁸¹.

In caso di operazioni nello spazio aereo controllato o operazioni UAM dirette o provenienti da vertiporti in area congestionata, il volo VCA è tenuto a utilizzare i corridoi dedicati, ovvero specifiche zone regolamentate ⁸² e protette, nell'ambito delle quali l'operatore definisce una traiettoria tridimensionale di

⁷⁶ Vedi *supra* nota 20.

⁷⁷ La prima fase, coincidente con il periodo 2021-2023 e destinata all'analisi di gap e opportunità, è giunta a compimento; la seconda (2024-2026) è in corso, con il previsto completamento delle azioni della Road Map nel periodo 2027-2030. In argomento v. ENAC, *Piano strategico nazionale*, cit., 31

⁷⁸ Regolamento ENAC del 3 maggio 2024, visionabile sul sito dell'Ente.

⁷⁹ Art. 1, reg. ENAC 3 del 3 maggio 2024. Sul punto v. il contributo di A. Marino, in questo Volume.

⁸⁰ A norma dell'art. 2, n. 10 ed 11 del reg. ENAC del 3 maggio 2024, i VCA sono distinti in: «VCA *enhanced*», categoria di aeromobili «con capacità VTOL che soddisfa i requisiti per il volo e l'atterraggio continui in sicurezza (*Continued Flight Safe Landing*, CFSL) dopo un'avaria critica per le prestazioni (CFP)»; «VCA *basic*» categoria di aeromobili «con capacità VTOL che soddisfa i requisiti per l'atterraggio di emergenza controllato (*Controlled Emergency Landing*, CEL) dopo un'avaria critica per le prestazioni (CFP)».

⁸¹ Art. 3, reg. ENAC del 3 maggio 2024.

⁸² Art. 2, comma 1, n. 3, reg. ENAC del 3 maggio 2024.

collegamento⁸³. Negli orari di attivazione, il corridoio VCA può essere impegnato solo dai veicoli autorizzati, mentre altri aeromobili possono attraversarlo solo dopo aver ricevuto conferma dal fornitore di servizi di informazione aeronautica⁸⁴.

L'uso di un corridoio VCA necessita del rilascio di apposita autorizzazione da parte dell'ENAC, previa approvazione di adeguate modalità di coordinamento in caso di contestuale presenza di più operatori, al fine di evitare eventuali conflitti⁸⁵. L'istituzione di un corridoio può essere richiesta dall'operatore VCA, dal gestore dell'infrastruttura, dal fornitore dei servizi di navigazione aerea e da qualunque soggetto interessato, anche per operazioni diverse.

Ulteriori disposizioni riguardano gli obblighi aggiuntivi di pianificazione del volo che gravano sull'operatore, le modalità di navigazione attraverso i corridoi⁸⁶, l'obbligo di volo VFR in caso di itinerario esterno ad un corridoio (da percorrere secondo le istruzioni di un ATC, se disponibili) e la gestione delle emergenze.

In particolare, il regolamento ENAC dispone che la navigazione su aree congestionate, come quelle urbane, è consentita solo nel rispetto di traiettorie interamente contenute nei corridoi VCA, salvo il caso di diversione finalizzata a raggiungere il vertiporto di destinazione o la diversa *land destination* pianificata per il caso di emergenza⁸⁷.

Gli operatori VCA debbono essere titolari di un appropriato certificato di operatore aereo (COA), secondo le modalità definite dalla normativa europea, o – in caso di operazioni diverse dal trasporto aereo commerciale – essere autorizzati da ENAC.

⁸³ Artt. 7 e 19 reg. ENAC del 3 maggio 2024.

⁸⁴ Art. 14 reg. ENAC del 3 maggio 2024.

⁸⁵ Art. 5 reg. ENAC del 3 maggio 2024. I corridoi di volo sono configurati come zone regolate in accordo alle procedure ENAC (art. 6).

⁸⁶ L'operatore VCA, che sia impegnato in operazioni IAM, deve garantire l'utilizzo dei servizi del traffico aereo adeguati per lo spazio aereo impegnato ed il rispetto delle regole dell'aria applicabili. In caso di spazio aereo designato come *U-Space* e non provvisto di un *service provider*, il veicolo deve mantenere costantemente la sua visibilità elettronica rispetto al fornitore di servizi *U-Space* (art. 20). Il volo negli spazi aerei controllati è consentito solo all'interno dei corridoi VCA. In caso di diversione, il volo al di fuori dei corridoi è consentito solo per raggiungere un vertiporto o una destinazione di atterraggio o muovere da quest'ultima per proseguire il volo originario o eseguire un volo di trasferimento per il solo equipaggio (art. 22).

⁸⁷ Art. 23, reg. ENAC del 3 maggio 2025. Per la navigazione in altre aree, v. art. 24 dello stesso regolamento.

La disciplina brevemente esaminata dovrebbe consentire la prossima sperimentazione di veicoli innovativi per servizi UAM all'interno dei sistemi di trasporto locale già collaudati⁸⁸. Il Piano strategico nazionale ENAC per lo sviluppo della mobilità aerea avanzata mette in luce, a più riprese, la connotazione essenzialmente multimodale dei progetti di AAM, sottolineando la necessità di un coordinamento del quadro regolatorio nazionale «comprendente sia gli aspetti aeronautici sia quelli urbanistici e territoriali», con l'intento di definire un sistema armonizzato con gli strumenti di programmazione locale, in un'ottica di intermodalità.

L'obiettivo è di realizzare una vera e propria «architettura di guida cooperativa», che include i veicoli e le infrastrutture, con le tecnologie interoperabili in essi impiantate e la rete di condivisione delle informazioni tra tutte le componenti.

Soffermandosi su tali suggestioni, in vista delle prossime azioni di implementazione di servizi UAM, qualche spunto di riflessione può trarsi dalla già avanzata sperimentazione delle funzioni di IA applicate al trasporto stradale, limitatamente alle soluzioni prospettate per la definizione dell'architettura di controllo dei sistemi di guida connessa e autonoma, basata su di un ambiente interattivo che vede protagonisti i veicoli (autonomi), le infrastrutture materiali (strade intelligenti) ed il loro *network* di connessioni digitali per la condivisione dei dati.

4. – Le condizioni di utilizzazione dei veicoli autonomi su strada sono stabilite, in Italia, dal decreto n. 70 del 28 febbraio 2018 (c.d. Smart Road)⁸⁹, re-

⁸⁸ La citata Comunicazione COM (2022) 652 def. indica nel 2030 l'anno in cui il trasporto con i droni e altri veicoli innovativi all'interno di ambiti urbani riceverà una diffusa accettazione sociale e potrà essere adeguatamente implementato. L'ELTIS, l'Osservatorio europeo della mobilità urbana, agevola già lo scambio di informazioni, conoscenze ed esperienze nel settore della mobilità urbana sostenibile. L'iniziativa UIC265 coinvolge oltre 40 città o regioni di tutta l'Unione Europea per sviluppare proposte che spaziano da progetti su piccola scala (forniture di prodotti medici) a più ampi ecosistemi di mobilità aerea urbana, con l'obiettivo di fornire banchi di prova per la mobilità aerea innovativa in tutta Europa. UIC2 – UAM *Initiative Cities Community*, <https://civitas.eu/urban-air-mobility>

⁸⁹ Decreto Infrastrutture e Trasporti del 28 febbraio 2018, n. 70 in GURI, 18 aprile 2018, n. 90. In tema v. D. Cerini, *Dal decreto smart roads in avanti: ridisegnare responsabilità e soluzioni assicurative*, in *Danno e resp.* 4/2018, 401, e ivi L. Butti, I. Rigo Tronconi, *Decreto smart road quali profili di sicurezza?*, 455; N. Miniscalco, *Smart area, circolazione dei veicoli autonomi e protezione dei da-*

cante modalità attuative e strumenti giuridici per la sperimentazione di sistemi stradali intelligenti e soluzioni di guida connessa e automatica ⁹⁰.

Il testo normativo subordina l'utilizzo di tali veicoli alla previa definizione di un'architettura di controllo della circolazione stradale, in grado di monitorare i rischi connessi alla presenza, in un unico spazio fisico, di veicoli automatizzati, mezzi tradizionali e utenti persone fisiche. In particolare, l'infrastruttura digitale dedicata C-ITS (*Cooperative-Intelligent Transport Systems*) ⁹¹, alla base della stessa nozione di «smart road», ha il compito di gestire il costante flusso di dati tra veicoli e ambiente esterno, supportando il processo decisionale di tutti gli attori anche al fine di definire le condizioni per nuovi paradigmi di responsabilità ⁹², in grado di distribuire su più soggetti i potenziali effetti negativi di un'innovazione di interesse generale ⁹³.

La Smart Road è infatti un'infrastruttura stradale nella quale è stato completato un processo di trasformazione, finalizzato all'introduzione di piattaforme di osservazione e monitoraggio del traffico, modelli di elaborazione di dati e informazioni, servizi avanzati da fornire ai gestori dell'infrastruttura, alla pubblica amministrazione e agli utenti finali (art. 2, d.m. 70/2018). La strada è quindi «intelligente» se e nella misura in cui fornisce servizi ITS di mobilità.

ti personali, in *Smart roads e driverless cars*, cit., 27 ss.; I. Ferrari, *Analisi comparata in tema di responsabilità civile legata alla circolazione dei veicoli a guida autonoma in Smart roads e driverless cars*, cit., 97 ss.; S. Scagliarini, *Smart road e driverless car nella legge di bilancio: opportunità e rischi di una attività economica «indirizzata e coordinata a fini sociali»*, in *Quaderni cost.* 2/2018, 497-500.

⁹⁰ La prima autorizzazione per testare auto senza conducente su strade pubbliche in Italia è stata rilasciata dal Ministero dei Trasporti il 7 maggio 2019 e riguarda alcune strade specifiche di Torino. I test sono stati condotti da VisLab, una startup specializzata nella produzione di veicoli a guida autonoma.

⁹¹ Cfr. il «Piano Strategico di Sviluppo per il periodo 2016-2031», elaborato da ANAS come gestore del sistema stradale nazionale, e visionabile sul sito dell'ente. Il Piano si articola in tre fasi: la prima fase 2016-2026, vede la predisposizione di tratte *core*, come la Milano Cortina 2026 (alta capillarità di tecnologie e sensori); la seconda fase si concentra su raccordi autostradali, tangenziali e collegamenti intermodali; la terza fase prevede predisposizione di nuove opere.

⁹² Sul punto, si rinvia alla dottrina in nota 2 per l'approfondimento delle questioni giuridiche principali, che esulano dai confini di questo studio.

⁹³ F. Leali, L. Chiantone, *Un ambiente urbano per la sperimentazione di soluzioni innovative per la mobilità*, in *Smart roads e driverless cars*, cit., 1 ss.; D. Cerini, *Dal decreto Smart roads in avanti: ridisegnare responsabilità e soluzioni assicurative*, cit., 401 ss.; C. Ingratoci, *Autonomous Vehicles in Smart Roads: an integrated management System for Road Circulation*, in *Dir. Trasp.* 2020, 501 ss.

L'obiettivo di questa trasformazione è quello di implementare un «sistema collaudato» in grado di acquisire conoscenza dei flussi, a fini di sicurezza, e curare la gestione del traffico e interoperabilità, fornendo servizi prioritari secondo la normativa europea: utilizzando la tecnologia *Vehicle to Infrastructure* (V2I), il sistema cooperativo può offrire informazioni, ma anche prestazioni utili per la sicurezza, ai dispositivi di bordo o agli *smartphone* degli utenti, in tempo reale. Partendo da soluzioni di navigazione predittiva è possibile fornire anche un insieme più ampio di servizi, come il monitoraggio delle merci pericolose ed il controllo degli itinerari.

Il decreto definisce il veicolo a guida autonoma come «un veicolo dotato di tecnologie in grado di adottare e attuare comportamenti di guida senza l'intervento attivo del conducente in determinati tratti stradali e definite condizioni esterne» (art. 1, lett. f) ⁹⁴.

Giova ricordare che la definizione di *Self-driving car* richiama le capacità del mezzo di muoversi nello spazio senza il controllo o la supervisione di un operatore, inteso come soggetto che attiva la tecnologia, indipendentemente dal fatto che un individuo sia fisicamente presente, o meno, a bordo del veicolo; il punto risulta di specifico interesse rispetto ad una possibile implementazione di sistemi di UAM, posto che è diffuso in dottrina il convincimento che, nei veicoli autonomi, tale sistema, essendo in grado di adottare comportamenti di guida, assuma il ruolo di conducente ⁹⁵ con tutto ciò che ne deriva in termini di responsabilità dello sviluppatore della tecnologia e del produttore ⁹⁶ o, ancora, dei soggetti chia-

⁹⁴ Un veicolo dotato di uno o più sistemi di assistenza alla guida, che richiedono una continua partecipazione attiva da parte del conducente all'attività di guida, secondo tale normativa, non è considerato un sistema di guida autonoma. Va notato, però, che nel decreto italiano non è chiara la distinzione tra «automatico» (Livello 4) e «autonomo» (Livello 5).

⁹⁵ G.E. Marchant, R.A. Lindor, *The coming collision between autonomous vehicles and the liability system* in *Santa Clara Law Review* 52, 2 (2012), 1321-1340. In tal senso v. anche la posizione della *National Highway Transportation Safety Administration* (NHTSA) secondo cui i *Self Driving Systems* sono considerati come «conducente» a fini di responsabilità.

⁹⁶ W. J. Kohler, A. C. Taylor, *Current Law and Potential Legal Issues Pertaining to Automated, Autonomous and Connected Vehicles*, 31, *Santa Clara Computer & High Tech. L.J.* 99, 138 (2014); A. Herd, *R2DFord: Autonomous Vehicles and the legal implication of varying liabilities structures*, in *Faulkner Law Review*, 29, 2013, 58. G. E. Marchant, R. A. Lindor, *The Coming Collision between Autonomous Vehicles and the Liability System*, in 52 *Santa Clara L. Rev.* 1321, 1340 (2012); F. Douma, S. A. Palodichuk, *Criminal Liability Issues Created by Autonomous Vehicles*, in 52, *Santa*

mati a curare il coordinamento dei movimenti dei diversi mezzi all'interno del sistema ⁹⁷.

La sperimentazione è consentita in esito ad una procedura che coinvolge diversi soggetti, quali l'Autorità nazionale dei Trasporti, gli enti autorizzati alla sperimentazione (costruttore, sviluppatori indipendenti come università e istituti di ricerca) e i gestori delle infrastrutture, chiamati a rilasciare un'autorizzazione che legittima l'uso del veicolo a guida autonoma sulle strade di loro competenza ⁹⁸.

Durante la fase di collaudo, il titolare dell'autorizzazione deve assolvere ad una serie di obblighi, tra cui indicare i livelli di interazione tra il veicolo e gli ostacoli esterni, individuare i rischi connessi all'utilizzo del mezzo, installare protezioni per impedire l'accesso non autorizzato al sistema, oltre che soddisfare i propri obblighi assicurativi. Questi ha inoltre il compito di segnalare tutte le anomalie che hanno coinvolto il sistema senza conducente ⁹⁹.

In una futura fase di utilizzo commerciale, la posizione (e connesse responsabilità) del titolare dell'autorizzazione alla sperimentazione ricadranno, probabilmente, sui proprietari di veicoli senza conducente o sugli operatori/gestori.

Sulla base della regolamentazione vigente, la circolazione sperimentale richiede comunque che a bordo del mezzo sia sempre presente un supervisore ¹⁰⁰. Si tratta «dell'occupante del veicolo che deve sempre poterne assumere il

Clara L. Rev., 1157, 1170 (2012).

⁹⁷ Nel caso di incidente riguardante i droni, il responsabile del comportamento di volo resta il pilota da località remota (Ente Nazionale Aviazione Civile - Regolamento ENAC n. 2 del 16 luglio 2015, Revisione 3 del 24 marzo 2017), ma è importante sottolineare che l'intervento del sistema UTM, fornendo informazioni in grado di consentire al «controllore del traffico aereo» di intervenire, potrebbe comportare responsabilità dell'operatore per colpa.

⁹⁸ Per ottenere l'autorizzazione alla sperimentazione i produttori devono dimostrare di aver rispettato tutte le norme precauzionali previste dal decreto ministeriale. I veicoli sono immatricolati e identificati da un apposito simbolo. In tema v. S. Scagliarini, *La sperimentazione su strada pubblica*, in *Smart road e driverless cars*, cit., 18 ss.

⁹⁹ L'autorizzazione include l'elenco dei veicoli per i quali è consentita la sperimentazione, i supervisori accreditati, le superfici stradali e le condizioni meteorologiche ammesse. Se il richiedente è uno sperimentatore indipendente, è necessaria anche l'autorizzazione del produttore del veicolo per garantire la congruenza tra il *software* e il modello di macchina utilizzato. Per quanto riguarda le problematiche legate a questa autorizzazione, in riferimento all'applicazione delle norme unionali sulla concorrenza, vedi Autorità garante della Concorrenza e del Mercato, parere AS 1556 del 19 dicembre 2018, in *Boll.* 2/2019.

¹⁰⁰ I veicoli senza conducente possono essere testati nel Regno Unito a condizione che un col-

controllo [...] indipendentemente dal grado di automazione, in ogni momento se ne presenti la necessità [...]». Il supervisore che assuma il comando del mezzo, in modalità manuale, diviene un conducente a tutti gli effetti (art. 1, lett. j), ma egli è comunque ritenuto responsabile della circolazione del veicolo, anche quando il mezzo opera in modalità automatica (art. 10, comma 2).

Il «sistema collaudato» comprende il veicolo a guida automatica (autorizzato alla sperimentazione), il supervisore e tutti i servizi che contribuiscono alla messa in esercizio del mezzo, «compresi i sistemi di monitoraggio, di registrazione e i sistemi di comunicazione e interazione con il sistema supervisore» (art. 1, lett. k), affidati allo «smart road manager», cioè a colui che assume la responsabilità del complesso delle funzioni di mobilità ITS: questo soggetto, per le prestazioni che è tenuto ad assicurare, riteniamo possa essere qualificato come un fornitore di servizi di gestione del traffico ¹⁰¹.

L'operatore cura, infatti, le prestazioni relative alle applicazioni di sicurezza stradale (es. disposizioni e regole temporanee, avvisi, gestione delle emergenze, ecc.), controllo del traffico, manutenzione delle dotazioni e sovrastrutture, monitoraggio del rispetto delle regole di circolazione, nonché la predisposizione dei dati per l'irrogazione delle sanzioni, l'applicazione di tariffe e pedaggi e la loro riscossione. Lo stesso gestore fornisce anche le informazioni sul traffico direttamente ai propri utenti, integrando i sistemi tradizionali (pannelli a messaggio variabile, bollettini radiotelevisivi, *web*, ecc.) con i nuovi mezzi di comunicazione diretta veicolare (V2I) su apposita piattaforma.

Secondo il decreto Smart Road, l'elenco dei «servizi minimi» che il gestore della rete (dotata di comunicazione V2I) deve fornire è costituito dagli elementi di base di un sistema di monitoraggio, comprendente la raccolta, l'elaborazione e la distribuzione dei dati di traffico ¹⁰².

laudatore sia a bordo e si assuma la responsabilità di operazioni sicure. La stessa soluzione è prevista nella legislazione tedesca ed in quella italiana sulle Smart Road. In argomento v. M.G. Losano, *Il progetto di legge tedesco sull'auto a guida automatizzata*, in *Diritto dell'informazione e dell'informatica* 1/2017, 1 ss. Per un quadro della normativa adottata in Germania, Regno Unito, Francia e Stati Uniti v. A. Di Rosa, *Il legal framework internazionale ed europeo*, in *Smart Roads e driverless cars: tra diritto, tecnologie, etica pubblica*, cit. 65 ss., 69; S. Pollastrelli, *op. cit.*, 111 ss.; M. M. Comenale Pinto, E. G. Rosafio, *op. cit.*, 379 ss., 396; M. Ferrazzano, *Dai veicoli a guida umana alle autonomous cars. Aspetti tecnici e giuridici, questioni etiche e prospettive per l'informatica forense*, Torino 2019.

¹⁰¹ C. Ingratoci, *Autonomous Vehicles*, cit., 510 ss.

¹⁰² Per le Smart Roads di Tipo I, queste funzionalità includono: a) avviso sulla presenza di vei-

Le infrastrutture intelligenti possono quindi seguire gli spostamenti di veicoli e utenti dialogando con essi, fornire servizi di deviazione dei flussi in caso di incidenti, intervenire sulle velocità medie per prevenire la congestione e dare suggerimenti su itinerari e corsie (*ri-routing*), sino alla gestione dinamica degli accessi, dei rifornimenti e dei parcheggi. Nel complesso si delinea un sistema di guida autonoma organizzato secondo un'«architettura a rete» che unisce i veicoli, le piattaforme per la connessione e le strade intelligenti.

Le Smart Roads rappresentano, in tale contesto, l'elemento centrale del piano *EU Cooperative ITS (C-ITS)*¹⁰³, poiché costituiscono l'ecosistema tecnologico che consente l'interoperabilità con i veicoli di nuova generazione, i servizi innovativi per gli utenti – intermedi e finali – e adeguati livelli di sicurezza attraverso la rilevazione e condivisione continua dei singoli comportamenti individuali.

Il sistema di gestione delle informazioni che sostanzia la funzione stessa della smart road, garantisce infatti quella consapevolezza situazionale dei diversi operatori cui è affidata la gestione del rischio specifico da intersezione del traffico di veicoli diversi, autonomi e non, consentendo la progressiva sostituzione del conducente, come elemento di mediazione tra veicolo e contesto, con una piattaforma di dati condivisi, a supporto di un processo decisionale (umano o di IA) in funzione di sicurezza.

5. – Il quadro normativo brevemente esaminato e, specialmente, i numerosi atti programmatici dell'Unione Europea, indicano nella modalità aerea un'importante componente del più ampio sistema integrato del trasporto urbano, in grado di incidere sulla futura programmazione delle linee e sulla stessa pianificazione territoriale¹⁰⁴.

coli fermi o traffico rallentato nel tratto successivo alla posizione attuale; b) avviso su un'anomala densità di veicoli in frenata d'emergenza nel tratto successivo alla posizione attuale; c) arrivo di un veicolo di emergenza e tempo stimato per il suo arrivo; d) indicazione della segnaletica stradale a bordo del veicolo; e) indicazione dei limiti di velocità a bordo del veicolo. Per le Smart Roads di Tipo II queste funzionalità includono: a) avviso sulla presenza di cantieri stradali; b) avviso di violazione delle norme del traffico (ad es.: guida nella corsia opposta, guida in retromarcia sulla corsia, ecc.); c) suggerimenti di deviazione del percorso a causa della propagazione di onde d'urto all'indietro; d) raccolta di informazioni da veicoli-sonda appositamente equipaggiati e utilizzati dal gestore dell'infrastruttura.

¹⁰³ Cfr. dir. 2010/40/CE di cui al § 1.

¹⁰⁴ D. Bruno, S. Palmieri, R. Palomba, F. D'Alessandro, M. Bisson, *Infrastrutture di mobilità in-*

L'approccio alla mobilità come complesso di servizi (MaaS) a rete, che governa l'attuale visione del sistema, richiede multimodalità, modularità e diffusa accessibilità e orienta, dunque, l'attività di programmazione verso scenari in cui il mezzo aereo è inserito in un'architettura intelligente, perché centro di sperimentazione di connessioni umane ¹⁰⁵: la stessa idea di *smart city* pone, infatti, in relazione «le infrastrutture materiali [...] con le loro controparti virtuali nel mondo digitale integrando, in una logica di sistema, il capitale umano, intellettuale e sociale, di chi le abita» ¹⁰⁶.

Il traffico di veicoli è, infatti, il risultato del comportamento di un gran numero di attori che collettivamente prendono decisioni individuali di spostamento; nella mobilità urbana innovativa, e dunque anche nella *Urban Air Mobility*, tali spostamenti dovranno essere coordinati e coerenti affinché il sistema possa funzionare in modo sicuro ed efficiente.

Perché il modello di UAM abbia successo è necessario, dunque, che il cliente possa interfacciarsi con un'unica applicazione (fornitore di servizi MaaS), in grado di integrare i fornitori di servizi aerei e di terra, per richiedere opzioni di viaggio e prenotare in tempo reale l'itinerario desiderato. Dal momento che uno dei più significativi vantaggi dell'UAM è il risparmio di tempo, è fondamentale che tale modalità sia perfettamente integrata con quelle terrestri attive nel territorio di riferimento.

Altro elemento che emerge dall'analisi condotta è la speciale fiducia del legislatore verso le potenzialità offerte dalle tecnologie automatizzate (o autonome), accompagnata però dall'esigenza di garantire un «meccanismo precauzionale di secondo livello», affidato all'operatore umano, che consenta un controllo del veicolo in rapporto alle dinamiche connesse alla presenza di diversi soggetti e oggetti nell'ambiente circostante.

In tale quadro, il piano di gestione cooperativa del traffico ATM richiama, in qualche modo, le utilità assegnate alla piattaforma di Controllo Centrale del Traffico su *Smart Road*, in grado di fornire soluzioni per ottimizzare la pianificazione della rete attraverso processi collaborativi che coinvolgono

telligenti e sostenibili. Un nuovo sistema di connessioni urbane, in *International Journal of Architecture, Art and Design*, 15, 2024, 286-295.

¹⁰⁵ M. Keller, S. Hulínská, J. Kraus, *Integration of UAM into Cities. The public view*, in *Transportation Research Procedia* 59 (2021) 137-143.

¹⁰⁶ D. Bruno, S. Palmieri, R. Palomba, F. D'Alessandro, M. Bisson, *Infrastrutture di mobilità intelligenti e sostenibili*, cit., 287.

tutti gli attori e la condivisione continua delle informazioni.

Il gestore della rete (che potrebbe anche essere un fornitore indipendente) è in grado di intervenire con scelte razionali basate su una visione complessiva delle informazioni trasmesse dal sistema «veicolo-infrastruttura».

Ci sembra quindi che la sicurezza dei modelli di mobilità innovativa in area urbana sia sempre più strettamente collegata alla connessione organizzata di tutti gli operatori, dai fornitori agli utilizzatori delle informazioni, e richiede un'architettura di scambio e controllo dei dati che affida al gestore dell'infrastruttura intelligente (su strada) o al fornitore dei servizi *U-Space* (in volo) un dovere di diligenza in relazione a specifici comportamenti che potranno riguardare il singolo veicolo, ma anche i movimenti e le strutture a terra, tanto più vicine ed esposte agli effetti del volo in un prossimo futuro che includa la mobilità aerea nel più ampio sistema, intermodale, del trasporto urbano e interurbano.

Abstract

L'utilizzo di veicoli autonomi nella mobilità urbana costituisce un progetto di interesse generale per i numerosi benefici che può fornire riguardo alla riduzione delle principali esternalità del sistema (quali l'incidentalità, la congestione, l'inquinamento) e per la capacità di rispondere alle esigenze di una società che richiede maggiore qualità e rapidità nei servizi, anche a tutela di fasce crescenti della popolazione che necessitano di assistenza negli spostamenti. Al tempo stesso, l'implementazione di mezzi innovativi pone problematiche specifiche, di natura etica, giuridica e di accettazione sociale, specie riguardo ai futuri scenari del trasporto inter ed intra-urbano in cui un ruolo strategico è affidato alle potenzialità del mezzo aereo, supportato dalle più recenti innovazioni tecnologiche che hanno interessato i veicoli *manned* e *unmanned*. Il contributo esamina, quindi, il concetto di «mobilità aerea avanzata», ossia un trasporto aereo che, grazie all'uso di speciali velivoli e all'automazione di specifiche funzioni, è in grado di offrire trasferimenti di persone e merci tra luoghi non attualmente serviti dall'aviazione. Tale concetto è posto in relazione con le applicazioni di mobilità aerea innovativa, in funzione dello sviluppo di una mobilità aerea urbana di cui sono approfondite la nozione, i contenuti e la disciplina posta dal recente regolamento UE della Commissione, n. 1111/2024 e, nel diritto italiano, dal regolamento ENAC sui requisiti nazionali per le operazioni, lo spazio aereo e le infrastrutture per gli aeromobili con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA).

The use of autonomous vehicles in urban mobility is of general interest due to both the numerous benefits it can provide in reducing the disadvantages of urban transport (such as accidents, congestion, and pollution) and to its ability to meet the needs of a society that demands higher quality and faster services, also ensuring the protection of growing segments of the population requiring assistance in mobility. At the same time, the implementation of innovative means of transport raises specific issues of an ethical, legal, and social acceptance nature. In particular these regard future scenarios of inter- and intra-urban transport, where a strategic role is entrusted to the potential of aerial vehicles, supported by the latest technological innovations in both manned and unmanned vehicles.

The paper deals with the concept of "Advanced Air Mobility," air transport that, through the use of specialized aircraft and the automation of specific functions, can provide passenger and cargo transfers between locations not currently served by aviation.

This concept is related to “Innovative Air Mobility” applications, in view of the development of the new model of “Urban Air Mobility”, whose definition, content, and regulatory framework are analysed in light of the recent EU Commission Regulation No. 1111/2024 and, in Italian law, the ENAC regulation on national requirements for operations, airspace, and infrastructure for vertical take-off and landing aircraft (VCA).