

## I VERTIPORTI E LA MOBILITÀ AEREA AVANZATA: UN NUOVO PARADIGMA PER LA MOBILITÀ DEL FUTURO

Roberto Cossu \*

SOMMARIO: 1. Introduzione – 2. La definizione, il quadro normativo e la regolamentazione dei vertiporti – 2.1 Le normative internazionali: l'ICAO e l'annesso 14 – 2.2 Il ruolo dell'UE e dell'EASA – 2.2 La normativa nazionale: il regolamento dell'ENAC del 2024 – 2.3 Brevi cenni agli enti di regolamentazione extra UE: FAA, CASA e CAA – 3. Le tipologie di vertiporto e le caratteristiche – 3.1 La classificazione in base alla capacità operativa – 3.2 La classificazione in base all'ubicazione – 3.3 La classificazione in base alle caratteristiche operative – 4. Gli elementi essenziali, gli elementi accessori – 4.1 la differenza con l'eliporto – 5. Questioni giuridiche rilevanti. Quadro di sintesi – 5.1 La frammentazione normativa e l'armonizzazione – 5.2 Le autorizzazioni e certificazioni: definizione certa delle competenze – 5.3 La sicurezza – 5.4 La regolamentazione del traffico aereo a bassa quota (U-Space) – 5.5 L'impatto acustico e l'accettazione sociale – 5.6 L'integrazione multimodale – 5.7 Considerazioni finali.

### 1. – La mobilità aerea avanzata o *Advanced Air Mobility (AAM)*<sup>1</sup>, come

\* Dottorando in scienze giuridiche presso l'Università degli Studi di Sassari.

<sup>1</sup> Il termine *Advanced Air Mobility (AAM)* è l'espressione più usata, benché ancora in fase di sviluppo nel panorama internazionale, per indicare l'insieme dei nuovi servizi di trasporto aereo che utilizzano velivoli innovativi per lo spostamento di persone o merci. Come si legge in G. Pruneddu, *La Urban Air Mobility (UAM) e le nuove frontiere della mobilità*, in *Rivista del diritto della navigazione*, 2024, 173 s.: “stando ai dati di uno studio resi pubblici dalla statunitense NASA (National Aeronautics and Space Administration) dal 1947 al 1971 era abbastanza frequente l'impiego di elicotteri, da parte della compagnia New York Airways, per il trasporto di passeggeri e posta in numerose località dei dintorni di Los Angeles”. In tempi più recenti la NASA, nel documento di richiesta del budget presidenziale per l'anno fiscale 2020, pubblicato l'11 marzo 2019, ha menzionato l'*advanced air mobility* nel progetto denominato: “*NASA AAM Project*”, cfr. L.A. Garrow-B. J. German-N. T. Schwab-M. D. Patterson-N. L. Mendonca-Y.O. Gawdiak-J.R. Murphy, *A Proposed Taxonomi for Advanced Air Mobility*, in *AAIA, Aerospace Research Central*, 2022, 2. Anche l'ENAC ha optato per l'utilizzo del termine *Advanced Air Mobility*: “L'innovazione tecnologica e, in particolare, l'elettrificazione e la digitalizzazione stanno modificando radicalmente anche il mondo dell'aviazione, rendendo possibili nuovi paradigmi aeronautici e nuove modalità di spostamento di merci e persone in ambito urbano ed oltre. Tali nuove forme di trasporto, raggruppate



generalmente viene chiamata in lingua inglese o mobilità aerea innovativa, come sovente viene definita dalle Istituzioni europee<sup>2</sup>, rappresenta una nuova frontiera della mobilità aerea, che ha l'obiettivo di rivoluzionare il trasporto urbano e regionale attraverso l'utilizzo di velivoli elettrici o ibridi a decollo e atterraggio verticale (e-VTOL, *electric Vertical Take-Off and landing* o VCA, *Vertical Take-Off and landing Capable Aircraft*) per il trasporto di persone o cose<sup>3</sup>.

La AAM può essere lo strumento per realizzare un sistema di trasporto aereo sicuro, sostenibile, accessibile ed economico che sfrutta tecnologie emergenti per trasformare la mobilità locale, regionale e intraregionale. La natura sistemica dell'AAM, che non si limita alla sola introduzione di nuovi velivoli, implica la creazione e l'implementazione di un ecosistema integrato di infrastrutture e di servizi, nonché la regolamentazione e la gestione del traffico aereo convenzionale<sup>4</sup>.

Gli ambiti dove tale sistema di mobilità andrà realizzato possono essere

sotto l'appellativo di Mobilità Aerea Avanzata (Advanced Air Mobility – AAM), sono proiettate verso la terza dimensione e la digitalizzazione” cfr. il *Piano Strategico Nazionale AAM 2021-2030 per lo sviluppo della mobilità aerea avanzata in Italia*, 2021, 3.

<sup>2</sup> Cfr. l'EASA (European Union Aviation Safety Agency) che nel documento *Innovative Air Mobility (IAM) programme, comunicazioni ufficiali e documenti strategici*, dà questa definizione: “Advanced Air Mobility (AAM) refers to a new mode of air transportation enabled by vertical take-off and landing aircraft (VTOL), including electric VTOL (eVTOL), designed to transport passengers or cargo at lower altitudes in urban and suburban areas, using highly automated and, eventually, autonomous aircraft”; B.I. Scott nell'analizzare lo sviluppo della UAM, fa riferimento ai vari termini che vengono utilizzati in maniera alternativa alla definizione *Advanced Air Mobility*: “New Air Mobility” e “Innovative Air Mobility”, cfr. *Vertiports: ready to take off...and landing*, 2022, 507 s. e K. Andritsos-B. I. Scott-A. Trimarchi, *What is in a Name: Defining Key Terms in Urban Air Mobility*, in *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 2022.

<sup>3</sup> La definizione di VCA o e-VTOL in ambito europeo: “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 per mezzo di unità di sollevamento/spinta utilizzate per fornire portanza durante il decollo e l'atterraggio” è stata introdotta con il Regolamento UE n. 1178 del 3 novembre 2011, art. 2;

<sup>4</sup> Cfr. quanto riportato da A. Marino, *Droni, mobilità urbana e infrastrutture. I vertiporti*, in questa *Rivista*, suppl. “*ATM, Drones and Digitalization, Artificial Intelligence and New Technologies for Environment*”, 2025, 363 s.: nel working paper della 41 sessione dell'assemblea ICAO del 17 agosto 2022, l'ecosistema della mobilità aerea urbana include “various services, such as: integrated traffic management (ground and air), energy grid, integrated infrastructure with the ground transportation systems (e.g. intermodal hubs), information systems and ticketing Legal And Societal Stakes For The Emerging Air Mobility In Metropolitan Areas”

sia gli spazi urbani, in particolare aree metropolitane connotate da problemi di alta densità di traffico e di elevate emissioni di smog inquinanti, in questo caso si parla di Mobilità Urbana Avanzata o *Urban Air Mobility (UAM)*<sup>5</sup>, sia le aree più estese, c.d. remote o rurali, che a causa di diversi fattori – strutture di base inadeguate, penalizzazione geografica ecc. – sono difficilmente accessibili, ed in quest'ultimo caso si parla di mobilità aerea regionale o *Regional Air Mobility (RAM)*<sup>6</sup>.

La distinzione tra UAM e RAM può avere implicazioni non solo sul pia-

<sup>5</sup> Con il termine UAM, *Urban Air Mobility*, si fa riferimento ad un nuovo concetto di trasporto urbano che prevede lo spostamento delle persone e delle cose all'interno di aree urbane mediante l'utilizzo di veicoli con decollo e atterraggio verticale. Vi è da dire che l'idea della creazione di un veicolo che potesse volare all'interno del contesto urbano è stata più volte ipotizzata e sognata. Per esempio, già nel 1946, l'ingegnere italiano Luigi Pellarini presentò alla stampa il prototipo dell'auto volante, la c.d. "aerauto PL-2C", realizzata dalla "Carrozzeria Colli" di Milano.

In tema di UAM vedi anche: Piano strategico nazionale AAM 2021-2030 dell'ENAC; G. Pruneddu, *La Urban Air Mobility (UAM) e le nuove frontiere della mobilità*, in *Rivista del diritto della navigazione*, 2024, 173 s.

Per un quadro generale sull'evoluzione del settore dei trasporti e dei nuovi veicoli emergenti a seguito del progresso tecnologico vedi *ex multiss*: M. M. Comenale Pinto, *Il diritto della navigazione e dei trasporti e i nuovi veicoli*, in questa *Rivista*, suppl. "ATM, Drones and Digitalization, Artificial Intelligence and New Technologies for Environment", 2025, 9-32; 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, part c: emerging technologies*, 2021, in [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com); M. Lamon-G. Pruneddu, *I nuovi orizzonti dei servizi di trasporto aereo: la mobilità aerea avanzata*, in *Dir. mar.*, 2023, 495 s.; P. Rautray-D.J. Mathew-B. Eisenbart-J. Kuys, *Understanding Working Scenarios of Urban Air Mobility*, in *International design conference - design, Cavtat (Croazia)*, 2022, consultabile online; M. J. Daskilewicz-B. J. German-M. M. Warren-L. A. Garrow-Sreekar-Shashank Boddupalli-T. H. Douthat, *Progress in Vertiport Placement and Estimating Aircraft Range Requirements for eVTOL Daily Commuting* in *Aerospace Research Central*, 2018. L'articolo analizza come localizzare in maniera ottimale i vertiporti e quale raggio operativo serva agli eVTOL per il pendolarismo quotidiano in due aree metropolitane USA come San Francisco e Los Angeles.

<sup>6</sup> Il termine *Regional Air Mobility (RAM)* è comparso negli ambienti di ricerca di eccellenza in cui si sviluppa la mobilità aerea elettrica come, ad esempio, la *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. Tra le pubblicazioni sul tema dell'agenzia americana si segnala: *Concept of Operations for Regional Air Mobility within Advanced Air Mobility Ecosystem*, 2021 e la recente pubblicazione specifica *Regional Air Mobility: Infrastructure challenges, passenger and cargo market potential and sustainability strategies for undeserved airports*, 2025.

Sempre negli Stati Uniti la *Federal Aviation Administration (FAA)*, nel documento *AAM Implementation Plan* del 2023, [www.faa.gov/aam](http://www.faa.gov/aam), indica in maniera specifica l'utilizzo complementare della più generica AAM nei contesti regionali (RAM). Nell'ambito dell'unione europea il concetto

no operativo<sup>7</sup>. L'implementazione dell'UAM, concentrandosi su aree densamente popolate, solleva questioni che richiedono una disciplina specifica. Per citare qualche esempio, si pensi al sorvolo di zone congestionate, alla gestione del rumore in contesti urbani, all'integrazione con le infrastrutture di trasporto esistenti fino alla necessità di conseguire l'accettazione sociale da parte delle comunità urbane interessate. La RAM, a sua volta, si rivolge prevalentemente a contesti extraurbani, nei quali emerge la necessità di coprire distanze maggiori con l'utilizzo di specifici e-VTOL/VCA adatti a tali esigenze, la disponibilità limitata di infrastrutture terrestri di supporto e le particolari condizioni meteorologiche o orografiche che connotano le aree remote o montane<sup>8</sup>.

Al centro di questa potenziale rivoluzione nel settore dei trasporti, si pongono le infrastrutture specificamente progettate e dedicate per consentire il

*Regional Air Mobility* si trova nei progetti SESAR legati all'*U-Space*, ATM digitale e *Advanced Air Mobility* oppure in progetti come CORUS-XUAM, TindAIR, AMU-LED, GOF 2.0 che esplorano scenari utilizzando il termine RAM per fare riferimento alle connessioni extra-urbane, allo studio dei vertiporti regionali ed alla loro integrazione con gli aeroporti minori. Per esempio, il SESAR JU (*Joint Undertaking*) rappresenta un partenariato pubblico-privato istituito dall'UE per modernizzare la gestione del traffico aereo europeo nell'ambito dell'iniziativa *Cielo Unico Europeo* (il "*Digital European Sky*"), vedi: [www.sesarju.eu](http://www.sesarju.eu). Il termine RAM, infine, si trova anche nel *Cluster 5: Climate, Energy and Mobility* del più ampio progetto europeo denominato "*Horizon Europe*".

<sup>7</sup> Sicuramente l'elemento distintivo più importante tra la *Regional Air Mobility* e la *Urban Air Mobility* è l'estensione del raggio operativo (o raggio di volo) dei droni (eVTOL) utilizzati. Nel contesto della UAM tale raggio è di solito inferiore ai 50 km mentre la RAM può estendersi a distanze ben superiori, comprese in un range tra i 50 ed i 400 km, a seconda della configurazione tecnica degli e-VTOL/VCA impiegati. La NASA nel documento "AAM ConOps 2.0" indica i *ranges* di volo: "UAM is expected to operate at ranges below 50 km. RAM extends the concept to point-to-point air transport over regional distances of 100–300 km, with potential extension to 500 km as battery technology evolves." Per l'EASA, nel *Concept Paper on Urban & Regional Air Mobility*, 2023, l'"UAM and RAM differ in their mission profiles: UAM targets intra-city connections (20–50 km), RAM focuses on medium-distance connections (100–400 km), serving remote or underserved areas"

<sup>8</sup> Tra i contesti con queste caratteristiche, nei quali si potrebbe sperimentare tale nuova versione di mobilità aerea sostenibile, possiamo inserire le grandi aree insulari, come la Sardegna, e le isole minori. In particolare, in merito al contesto sardo, si evidenziano i problemi dovuti all'insularità e le annose vicende che riguardano la necessità di sviluppare la c.d. continuità territoriale. Su questo ultimo punto vedi: M. M. Comenale Pinto, *Dalla continuità territoriale nel trasporto aereo alla continuità territoriale nel trasporto marittimo*, in Atti del convegno *La continuità territoriale nel trasporto aereo e l'insularità. L'esperienza sarda*, 2012, 57-72; G. Pruneddu, *Regioni remote ed ultraperiferiche e ruolo del trasporto aereo. primi spunti su "il caso della Sardegna*, in *Dir. mar.*, 2020.

decollo, l'atterraggio ed in generale la gestione operativa degli e-VTOL/VCA, i c.d. "vertiporti". Per tale motivo, *conditio sine qua non* è la realizzazione di un'infrastruttura adeguata che assume il ruolo fondamentale di garantire non solo la movimentazione dei suddetti veicoli ma anche efficienza, sicurezza e integrazione con il contesto urbano e/o rurale e l'intero sistema di trasporto multimodale.

Il modello o tipo di vertiporto, a sua volta, può variare in base a diversi fattori che ne determinano le caratteristiche fisiche e strutturali. In quest'ottica, possiamo avere caratteristiche differenti a seconda dello scopo del trasporto, ossia se è effettuato per persone o cose; a seconda del tipo di uso a cui sono destinati i veicoli, ad esempio in caso di utilizzo per il trasporto di materiale sanitario rispetto a quello per le mappature per l'elaborazione dati in agricoltura; particolare evidenza della differenza si ha in base al contesto, dove emerge con forza la diversità tra lo spazio urbano e quello extraurbano o rurale.

Il vero elemento distintivo nelle definizioni più recenti di vertiporto è il riferimento all'utilizzo di mezzi elettrici, a idrogeno o ibridi<sup>9</sup>. Questa specificazione non è meramente tecnica, ma assume rilevanza giuridica, in quanto mette in stretta connessione lo sviluppo dei vertiporti con le politiche di sostenibilità ambientale e agli obiettivi di decarbonizzazione del settore dei trasporti stabiliti a livello internazionale, come quelli indicati dall'*Accordo di Parigi sul clima*<sup>10</sup> oppure a livello europeo con l'*European Green Deal*<sup>11</sup>. Sul tema bisogna tenere conto delle implicazioni specifiche connesse all'impiego di sistemi di propulsione elettrica, ibrida o a idrogeno, che dovranno essere considerate tanto in sede di pro-

<sup>9</sup> "This E.B. is written for vertical takeoff and landing (VTOL) aircraft powered with electric motors and utilizing distributed electric propulsion in contrast to propulsion systems built solely around an internal combustion engine". Cfr. Engineering Brief n. 105, Vertiport design – purpose, FAA, 2024.

<sup>10</sup> Sul punto si menziona il lavoro dell'*IPCC*, il Gruppo intergovernativo sul cambiamento climatico. Nel report AR6, denominato "*Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III*" al capitolo 10, si conferma che per limitare il riscaldamento a 1,5°C, le emissioni del settore trasporti devono ridursi del 59% entro il 2050 (rispetto ai livelli del 2020). Il report sottolinea l'importanza della strategia "*Avoid-Shift-Improve*", ossia evitare viaggi non necessari, spostare su mezzi puliti, migliorare l'efficienza tecnologica.

<sup>11</sup> Cfr. La Commissione europea, nella comunicazione del 9 dicembre 2020, n. 789 "*Sustainable and Smart Mobility Strategy- putting european transport on track for the future*" stabilisce l'obiettivo vincolante della riduzione del 90 % di emissioni di gas serra prodotte dai trasporti entro il 2050.

gettazione delle infrastrutture – predisposizione delle stazioni di ricarica e gestione delle batterie al litio, con i relativi protocolli di sicurezza antincendio – quanto nella fase di gestione operativa, con tempi di ricarica che incidono sulla rotazione dei velivoli e sulla capacità della rete elettrica locale <sup>12</sup>.

Il vertiporto rappresenta, pertanto, un elemento fondamentale dell'intero ecosistema della AAM. Senza un'adeguata rete infrastrutturale a terra, gli e-VTOL, per quanto tecnologicamente avanzati, non potrebbero operare in modo sicuro, efficiente ed economicamente sostenibile. La pianificazione, la progettazione, le autorizzazioni e la gestione dei vertiporti costituiscono le tematiche centrali che richiedono un'attenta riflessione giuridica e tecnica.

2. – Un vertiporto può essere sinteticamente definito come un aerodromo attrezzato per il decollo e l'atterraggio verticale di velivoli elettrici (e-VTOL) <sup>13</sup>. È l'infrastruttura di base posta a sostegno della mobilità aerea

<sup>12</sup> Con riferimento ai motori ibridi e a idrogeno, particolare rilievo assume il pacchetto dell'Unione Europea sui carburanti alternativi che rappresenta uno dei pilastri della strategia "Fit for 55", il programma legislativo finalizzato a ridurre le emissioni di gas serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990. Questo pacchetto combina uno strumento normativo fondamentale, la Direttiva UE n. 94 del 22 ottobre 2014 (AFID), con il Regolamento (UE) n. 1804 del 13 settembre 2023 (AFIR). Mentre la direttiva originaria stabiliva quadri non vincolanti, generando un'implementazione frammentaria tra gli Stati membri, il nuovo regolamento ha introdotto, per la prima volta, obiettivi legalmente vincolanti su scala nazionale e dell'Unione. Nel settore del trasporto aereo, l'iniziativa *ReFuelEU Aviation*, integrata nel pacchetto *Fit for 55*, stabilisce target vincolanti per la miscelazione di carburanti sostenibili (SAF) nei carburanti utilizzati l'aviazione all'interno dell'UE. I requisiti di utilizzo obbligatorio di SAF dovranno progredire con il seguente modo: 2% di SAF entro il 2025; 6% entro il 2030 ed il 70% entro il 2050.

<sup>13</sup> Tali veicoli rientrano nella nozione generale di aeromobile individuata dall'art. 743 cod. nav. quali veicoli utilizzati per il trasporto aereo. Sulla nozione di trasporto aereo vedi M. M. Comenale Pinto, *Trasporto aereo*, in *Enciclopedia del diritto*, Giuffrè, 2025. In tema di vertiporto, recenti studi hanno utilizzato questa definizione: "Vertiports are the equivalent of airports for e-VTOL" cfr. S. Al Rubaye-A. Tsourdos-K. Namaduri, *Advanced air mobility operation and infrastructure for sustainable connected eVOTL vehicle*, in *Drones* n. 7, MDPI, 2023, 4. Si può affermare che lo stesso è in relazione diretta con gli eVTOL così come l'eliporto lo è per gli elicotteri o l'aeroporto per gli aerei.

Alcuni in passato hanno anche utilizzato il termine "droneport", cfr. sul punto T.M. Ravich, *Airports, Droneports, and the New Urban Airspace*, in *Fordham Urb. Law Journal*, 2017, 587. L'autore usa il termine *droneport* per fare riferimento all'infrastruttura a supporto degli UAV riprendendo un lavoro del 2016 di S. Beasley, *Droneport Approval Sought from FAA*, Bloomberg BNA, 2016: "in addition, the Small Business Committee of the United States House of Representatives recently heard testimony about private companies interested in developing airports specifically for drones—so-called "droneports."

avanzata e per la stessa specificamente progettata al fine di supportare il trasporto di passeggeri – come i c.d. aerotaxi<sup>14</sup> – e delle merci – tramite i droni cargo<sup>15</sup> – in contesti urbani densamente popolati o in contesti rurali e/o periferici. Dal punto di vista giuridico, il vertiporto è un'area definita su terra o acqua, inclusi edifici e strutture, destinata all'arrivo, partenza e movimento in superficie di aeromobili. È, quindi, una struttura articolata che, in modo diretto o indiretto, offre servizi complessi a supporto della mobilità area e che rientra nella categoria generale degli aerodromi.

Il concetto di aerodromo si identifica come categoria generale che soddisfa ogni esigenza della navigazione aerea, nel rispetto dello scopo primario di garantire l'approdo e la sicurezza, essendo presupposto essenziale per una corretta configurazione giuridica delle infrastrutture aeronautiche. Tale categoria include tradizionalmente la nozione di aeroporto, aerosuperfici, elisuperfici, idrosuperfici e campi di aviazione generale<sup>16</sup>. Nell'evoluzione contemporanea

<sup>14</sup> In Italia il primo volo sperimentale di un aereotaxi (e-VTOL, Volocopter) è stato effettuato nel 2022 quando è stato inaugurato il primo vertiporto italiano ubicato presso l'aeroporto Leonardo Da Vinci di Roma Fiumicino. Sul punto vedi A. Marino, *Prime riflessioni sui vertiporti nella recente disciplina dell'ENAC* in *Rivista del diritto della navigazione*, 2024, 82 s.; secondo le stime iniziali, disattese, in Italia i primi voli commerciali "avrebbero" dovuto essere quelli collegati agli eventi con risalto internazionale quali il Giubileo a Roma e le Olimpiadi invernali di Milano-Cortina 2026.

<sup>15</sup> A differenza del trasporto passeggeri, che richiede una certificazione e una complessità normativa ancora in evoluzione, il trasporto merci si sta dimostrando un ambito dove i progetti pilota e le operazioni dimostrative stanno già accelerando verso la commercializzazione. Uno dei progetti di maggior rilevanza internazionale è il *Prime Air di Amazon*, che ha completato il suo primo volo di prova operativo in Italia il 4 dicembre 2024 presso San Salvo, in Abruzzo, con autorizzazione dell'ENAC. Anche se al momento, per cause ancora da precisare, la sperimentazione è stata sospesa, il valore di questo progetto risiede nel fatto che rappresenta il primo servizio commerciale di consegna autonoma su larga scala in un paese europeo, offrendo una soluzione concreta per il "problema dell'ultimo miglio" nella logistica urbana.

Un altro esempio di rilievo europeo è il VoloDrone di Volocopter, nel 2021 è stato effettuato il primo volo pubblico presso l'ITS World Congress di Amburgo in collaborazione con DB Schenker, il leader internazionale della logistica.

<sup>16</sup> Le infrastrutture che facilitano il trasporto aereo, secondo l'art. 15 della Convenzione di Chicago (Annesso 14), sono riconducibili nella categoria degli Aerodromi. Per la definizione di aerodromo Cfr. G. Romanelli-M. Riguzzi, *Aerodromo, Dig. disc. pubbl.*, 1987, 85. Autorevole dottrina, nell'esaminare la riforma della parte aeronautica del diritto della navigazione, in merito alla definizione di aerodromo e aeroporto che osserva che "In un'ottica apprezzabile di chiarezza, col decreto 151 è stata altresì eliminata la distinzione fra aerodromo e aeroporto, in quanto la normativa internazionale non utilizza la distinzione nel senso da noi precedentemente inteso e sotto l'aspetto

della mobilità aerea, questa categoria può essere estesa ai vertiporti in quanto rappresentano una nuova tipologia di “aerodromo funzionale” progettato specificamente per operazioni di mobilità aerea urbana avanzata, a condizione che mantenga i medesimi principi di sicurezza, navigazione e gestione del territorio.

2.1 – A livello internazionale si evidenzia che l'ICAO (*International Civil Aviation Organization*) non ha, allo stato attuale, adottato una definizione ufficiale di vertiporto. Tuttavia, si può far riferimento all'Annesso 14 che contiene gli standard e le raccomandazioni (SARP) per gli aeroporti e, in particolare al Vol. II, dedicato agli eliporti e al *Documento 9261* il c.d. *Heliport manual*<sup>17</sup> che presentano problematiche sostanzialmente simili. Quest'ultimo, in particolare, contiene le specifiche per gli eliporti relative a gestione, caratteristiche della superficie, sicurezza, illuminazione, restrizione di ostacoli, gestione delle operazioni ecc. L'ICAO, di recente, ha istituito l'*Advanced Air Mobility Study Group (AAM-SG)* per sviluppare un quadro regolatorio globale per l'AAM, inclusi i vertiporti<sup>18</sup>, con l'intenzione di aggiornare l'Annesso 14 anche su temi strettamente collegati allo sviluppo dell'*Advanced Air Mobility: Obstacle Limitation Surfaces (OLS), visual aids, safety*<sup>19</sup>. Tenuto conto della differenza operativa sostanziale tra le operazioni elicotteristiche tradizionali e quelle degli eV-

tecnico-giuridico le due nozioni possono considerarsi quindi equivalenti. Pertanto, in tutti gli articoli del codice della navigazione si è provveduto a sostituire la parola aerodromo con quella di aeroporto.”, cfr. G. Mastrandrea-L. Tullio, *Il compimento della revisione della parte aeronautica del codice della navigazione* in *Dir. mar.*, 2006, 705; sempre gli stessi autori hanno sottolineato come con la citata riforma, in conformità all'art. 822 cod. nav. e all'annesso 14 dell'ICAO, si è mantenuta “la nozione di aerodromo quale genus di cui l'aeroporto costituisce la più rilevante species”, cfr. G. Mastrandrea-L. Tullio, *La revisione della parte aeronautica del codice della navigazione* in *Dir. mar.*, 2005, 1027. Altri autori, nell'interrogarsi in merito ad eventuali problemi derivanti dalla regolamentazione unitaria nel settore a seguito della riforma della parte aeronautica del codice della navigazione - art. 3, comma 12 del d.lgs. 151 del 15 marzo 2006 - avevano rilevato che le aviosuperfici erano confluite, insieme agli aeroporti, nella categoria generale degli aerodromi, cfr. R. Tranquilli Leali, *Rilievi critici e ricostruttivi sulla nuova disciplina in materia di proprietà ed uso degli aeroporti*, in *Il diritto aeronautico fra ricodificazione e disciplina comunitaria*, 2007, 175-176.

<sup>17</sup> ICAO, *Heliport manual*, Doc. 9261, 5th ed, 2021.

<sup>18</sup> Vedi la comunicazione dell'ICAO a seguito della 41ma assemblea in merito alla creazione della AAM-SG, [www.icao.int/UA/advanced-air-mobility-study-group-aam-sg](http://www.icao.int/UA/advanced-air-mobility-study-group-aam-sg).

<sup>19</sup> Vedi la comunicazione dell'ICAO: *New ICAO standards for future air navigation and safety* del 7 aprile 2025, <https://www.icao.int/news/new-icao-standards-future-air-navigation-and-safety>.

TOL<sup>20</sup> l'ICAO, pur nelle more dell'adozione di uno *Standard and Recommended Practice* (SARP) specifico per i vertiporti, ha istituito nel 2023 un *Vertiport Study Group* (VPSG) con il mandato di elaborare raccomandazioni per la futura regolamentazione internazionale<sup>21</sup>.

2.2 – A livello eurounitario l'EASA (European Union Aviation Safety Agency) – con una definizione ripresa poi anche dal Regolamento d'esecuzione UE n. 1111 del 10 aprile 2024 – definisce il vertiporto come “*un'area di terra o di acqua o comunque una struttura utilizzata per il decollo e l'atterraggio di mezzi aerei a decollo verticale*”<sup>22</sup>.

L'Unione Europea ha avviato<sup>23</sup> il percorso di regolamentazione dell'AAM nel 2018 e ha definito i requisiti dei velivoli (SC-VTOL) nel 2019<sup>24</sup>, gettando così le basi per la regolamentazione dell'infrastruttura dedicata a supportare la mobilità aerea avanzata. Nella comunicazione della Commissione europea dell'11 dicembre 2019, dal titolo «*il Green Deal europeo*»<sup>25</sup>, si eviden-

<sup>20</sup> L'area di decollo e atterraggio finale (FATO) per un eVTOL secondo la rivista “*unmanned air space*”, mostra che l'area richiesta è più che raddoppiata rispetto a quella necessaria per gli elicotteri convenzionali. Cfr. [www.unmannedairspace.info/commentary/draft-vertiport-design-standards-show-marked-differences-to-icao-helipad-requirements/](http://www.unmannedairspace.info/commentary/draft-vertiport-design-standards-show-marked-differences-to-icao-helipad-requirements/).

<sup>21</sup> In una recente proposta presentata dall'Argentina è stato sottolineato come sia necessario rivedere la Convenzione per affrontare adeguatamente le nuove sfide tecnologiche e normative, incluse quelle presentate dalla mobilità urbana avanzata. Cfr. Assemblea ICAO del 42° Sessione del 29 luglio 2025, EX229, [www.icao.int/sites/default/files/Meetings/a42/Documents/WP/wp\\_505\\_en.pdf](http://www.icao.int/sites/default/files/Meetings/a42/Documents/WP/wp_505_en.pdf).

<sup>22</sup> Vedi European Union Aviation Safety Agency, *Prototype Technical Design Specifications for Vertiports (PTS-VPT-)* del 24 marzo 2022.

<sup>23</sup> Il Regolamento (UE) del Parlamento europeo e del Consiglio n. 1139 del 4 luglio 2018, recante norme comuni nel settore dell'aviazione civile, ha istituito l'Agenzia dell'Unione europea per la sicurezza aerea e ha modificato i regolamenti (CE) n. 2111 del 14 dicembre 2005, (CE) n. 1008 del 24 settembre 2008, (UE) n. 996 del 20 ottobre 2010, (UE), n. 376 del 3 aprile 2014 e le direttive UE n. 30 del 26 febbraio 2014 e n. 53 del 16 aprile 2014 del Parlamento europeo e del Consiglio, e che avevano abrogato i precedenti regolamenti (CE) n. 552 del 10 marzo 2004 e n. 216 del 20 febbraio 2008 del Parlamento europeo e del Consiglio e il regolamento (CEE) n. 3922 del 16 dicembre 1991 del Consiglio.

<sup>24</sup> Il documento denominato “*Special Condition for small-category VTOL aircraft*” (SC-VTOL-01) del 2 luglio 2019 costituisce la base di certificazione per gli eVTOL passeggeri di piccole dimensioni in Europa.

<sup>25</sup> Cfr. la Comunicazione della Commissione europea dell'11 dicembre 2019, nel capitolo dedicato alla mobilità sostenibile.

ziava come lo sviluppo della mobilità multimodale, automatizzata e connessa potesse fare emergere nuovi servizi aerei sostenibili ed efficienti sia dal punto di vista ambientale che sociale<sup>26</sup>. La comunicazione prefigurava un futuro intervento dell'Unione in materia di mobilità intelligente, sottolineando l'urgenza di un cambio di passo nel sistema dei trasporti, considerato imprescindibile per il raggiungimento degli ambiziosi obiettivi di neutralità climatica fissati a livello europeo.

L'Unione europea, nel 2021 ha normato lo spazio aereo designato dagli Stati membri, all'interno del quale le operazioni di aeromobili senza pilota sono consentite solo se supportate da specifici servizi, il c.d. *U-space*<sup>27</sup> e nel marzo 2022, tramite l'EASA, ha pubblicato il documento denominato PTS-VPT-DSN (*Prototype Technical Design Specifications for Vertiports*)<sup>28</sup>, contenente le prime specifiche tecniche mondiali per il design dei vertiporti, con l'introduzione degli standard unici per le aree di atterraggio per integrare operativamente i vertiporti nelle regole dell'aria e di volo.

Allo stato attuale, a livello europeo, il documento di riferimento per quanto riguarda i vertiporti è proprio il citato PTS-VPT-DSN. Questo documento fornisce uno standard iniziale completo per la progettazione di vertiporti, con oltre 170 pagine di specifiche tecniche dettagliate. Le indicazioni contenute nel PTS-VPT-DSN hanno natura non vincolante – il documento viene definito esplicitamente come «*non-regulatory material for the design of*

<sup>26</sup> Vedi C. Ingratoci, *Mobilità aerea innovativa e trasporto urbano: la Urban Air Mobility e le sue prospettive di implementazione*, in questa *Rivista*, suppl. "ATM, Drones and Digitalization, Artificial Intelligence and New Technologies for Environment", 2025, 290 s.

<sup>27</sup> L'UE ha regolato lo spazio aereo europeo nel 2021 con un "pacchetto" di tre regolamenti di esecuzione: il Reg. (UE) n. 664 del 22 aprile 2021 istituisce il quadro regolamentare per lo *U-space*, definito come porzione di "*UAS geographical zones*" destinata alle operazioni di UAS con specifici requisiti e con obbligo di utilizzare determinati servizi *U-space*. Il regolamento si applica agli operatori UAS, ai fornitori di servizi *U-space* (*USSP*) e al fornitore di "*Common Information Services*" (*CIS*), e stabilisce le regole e procedure per l'integrazione sicura dei droni nel sistema aeronautico. Il Reg. (UE) n. 665 del 22 aprile 2021, che modifica il Reg. (UE) 373 del 1° marzo 2017 introducendo requisiti specifici per i fornitori di servizi ATM/ANS e le funzioni di rete nelle porzioni di spazio aereo *U-space* situate in spazio aereo controllato, compresa la coordinazione ATS e la riconfigurazione dinamica dello spazio aereo. Il Reg. (UE) n. 666 del 22 aprile 2021 modifica le "*Standardised European Rules of the Air*" (*SERA*) e altre norme operative per integrare le operazioni UAS nello spazio aereo *U-space*, chiarendo l'interfaccia tra traffico con equipaggio e senza equipaggio.

<sup>28</sup> Vedi EASA, *Prototype Technical Design Specifications for Vertiports (PTS-VPT-DSN)*, pubblicato il 24 marzo 2022.

*VFR vertiports*» – ma sono tra le più avanzate e dettagliate attualmente disponibili a livello internazionale. L'EASA ha adottato un approccio pragmatico, pubblicando le specifiche come prototipo per consentire agli *stakeholders* (Stati membri, operatori di vertiporti, produttori di eVTOL ecc.) di sperimentare e fornire *feedback*, che saranno utilizzati per elaborare la futura regolamentazione vincolante.

L'approccio adottato dall'EASA si basa su criteri flessibili, le specifiche sono strutturate in modo da poter essere applicate a vertiporti di diverse dimensioni e complessità; devono essere scalabili, ossia prevedere la possibilità di espandere progressivamente le infrastrutture in funzione della crescita della domanda. Importanza è stata data all'integrazione con il contesto urbano, una attenzione particolare deve essere rivolta agli aspetti di compatibilità urbanistica, impatto visivo e acustico; alla sostenibilità ambientale, per promuovere soluzioni a basso impatto ambientale; alla sicurezza, attraverso l'integrazione dei principi di sicurezza fin dalle fasi iniziali della progettazione dell'infrastruttura.

Nel quadro del programma di lavoro pluriennale denominato RMT.0230 (il c.d. *Rulemaking Task*)<sup>29</sup>, da cui è nato il Regolamento di esecuzione (UE) n. 1111 del 10 aprile 2024<sup>30</sup>, l'EASA sta elaborando una regolamentazione completa non solo per la progettazione dei vertiporti, ma anche la loro certificazione, l'autorizzazione degli operatori dei vertiporti e la definizione dei requisiti operativi. Il processo di *rulemaking* prevede la pubblicazione di *Notice of Proposed Amendment* (NPA) per consultazione pubblica, seguita dall'adozione di *Certification Specifications* (CS) e *Acceptable Means of Compliance* (AMC) con valore normativo<sup>31</sup>.

<sup>29</sup> Il RMT.0230 (Rulemaking Task) issue 4 del 19 dicembre 2022 è il "progetto madre" dell'EASA per la regolamentazione di droni e VTOL. È un task omnicomprensivo che dura da anni e si articola in vari "sotto-task" con l'ambizione di coprire tutto il settore, dai piccoli droni ai taxi volanti con equipaggio.

<sup>30</sup> La "Sottotask C" (relativa alla IAM con equipaggio) è stato il focus principale che ha portato alla pubblicazione del Regolamento (UE) 1111 del 10 aprile 2024 e delle relative AMC & GM (Decisioni EASA di inizio 2025). Questo ha chiuso il cerchio normativo per le operazioni di Innovative Air Mobility (IAM) con pilota a bordo.

<sup>31</sup> L'attenzione dell'EASA, con due "sottotasks", si sta spostando verso l'integrazione più profonda e la certificazione specifica soprattutto nel settore dell'automazione e la regolamentazione dei veicoli senza pilota. La prima Sottotask denominata "*U-space & IAM Integration*" ha come obiettivo quello di affinare le regole per l'integrazione dei VTOL con equipaggio nello spazio aereo *U-space*. Si lavora su standard tecnici per la "*conspicuity*" (come farsi vedere elettronicamente) e per lo scam-

Il Regolamento di Esecuzione (UE) 2024 n. 1111, infine, rappresenta un passo significativo nell'integrazione normativa dell'AAM nell'ambito UE. Ha modificato significativamente il quadro normativo precedente in materia di mobilità aerea innovativa, ha introdotto disposizioni specifiche per gli operatori di velivoli con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA), ha stabilito i requisiti armonizzati per le operazioni VCA e previsto disposizioni specifiche relative all'infrastruttura "vertiportuale", ai corridoi aerei dedicati e agli standard operativi di sicurezza<sup>32</sup>.

2.3 – Nel panorama nazionale l'ENAC con il Regolamento *"Requisiti nazionali per le operazioni, lo spazio aereo e le infrastrutture per gli aeromobili con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA)"* del 2024, definisce il vertiporto come *"un aeroporto o un'area definita le cui caratteristiche tecniche e dotazioni impiantistiche siano adeguate a permettere le operazioni di un VCA"*<sup>33</sup>.

Il suddetto regolamento ENAC rappresenta un documento di fonamen-

bio dati tra pilota VTOL e USSP (*U-space Service Provider*). La seconda Sottotask è denominata "Certified Drone Operations" (Cargo/Merci pesanti). In sintesi, mentre la parte dedicata ai "passaggeri con pilota" è coperta, manca ancora il quadro completo per i droni cargo pesanti certificati che volano senza pilota in spazi aerei controllati come, ad esempio, nel caso di trasporto merci intermodale automatico.

<sup>32</sup> Il Regolamento di esecuzione (UE) n. 1111 della Commissione europea del 10 aprile 2024 è un testo normativo fondamentale per il settore dell'aviazione innovativa, in particolare per i VTOL, modifica diverse norme precedenti modifica il Regolamento (UE) n. 1178 del 3 novembre 2011 (requisiti per gli equipaggi di condotta), il Regolamento (UE) n. 923 del 26 settembre 2012 (regole dell'aria comuni), il Regolamento (UE) n. 965 del 5 ottobre 2012 (requisiti tecnici e procedure amministrative per le operazioni aeree) ed il Regolamento d'esecuzione n. 373 del 1° marzo 2017, per introdurre ufficialmente i requisiti necessari all'operatività degli aeromobili con equipaggio e capacità VTOL.

Tra le modifiche più significative si segnala: l'introduzione delle definizioni aggiornate per distinguere chiaramente i c.d. *"rotorcraft"* (*aerogiri*) dagli "elicotteri" tradizionali, si evidenziano le peculiarità dei nuovi velivoli VTOL, adattando la terminologia tecnica all'evoluzione tecnologica. Riguardo alle operazioni di volo, stabilisce le regole per l'esercizio di questi nuovi velivoli, inclusi i servizi medici di emergenza con VTOL (*VEMS - VTOL Emergency Medical Services*). Definisce, inoltre, i requisiti per l'addestramento e le licenze dei piloti che opereranno su questi nuovi veicoli, colmando un vuoto normativo che impediva la certificazione degli equipaggi per la *Urban Air Mobility*. Aggiorna le regole comuni dell'aria (SERA) per includere le specifiche esigenze operative e di gestione del traffico di questi velivoli.

<sup>33</sup> Cfr. ENAC, Regolamento *"Requisiti nazionali per le operazioni, lo spazio aereo e le infrastrutture per gli aeromobili con capacità di decollo e atterraggio verticale (VCA)"*, Edizione n. 1, Revisione // del 3 maggio 2024, 8.

tale importanza per il contesto italiano ed europeo, in quanto costituisce il primo *corpus* normativo nazionale specificamente dedicato ai vertiporti e alle operazioni VCA. Il regolamento si compone – come meglio si avrà modo di evidenziare – di diversi capi che disciplinano aspetti operativi, infrastrutturali e di gestione dello spazio aereo e fornisce un quadro normativo dettagliato e operativamente applicabile, colmando le lacune esistenti nella normativa europea ancora in fase di completamento. L'adozione anticipata di una regolamentazione nazionale consente all'Italia di posizionarsi come paese pioniere nello sviluppo dell'AAM in Europa.

Il suddetto regolamento è strutturato in più capi<sup>34</sup>, che regolano i profili operativi, infrastrutturali e di gestione dello spazio aereo e prevede inoltre l'obbligo di svolgere uno studio sulle interazioni tra vertiporto e contesto territoriale, comprendente: la valutazione degli impatti ambientali (rumore, emissioni, impatto visivo), degli effetti socioeconomici (ricadute occupazionali, accessibilità ai servizi, distribuzione di costi e benefici), del livello di integrazione multimodale (connessioni con le reti di trasporto già presenti) e del grado di accettabilità sociale (percezione dei residenti ed eventuali conflitti con gli altri usi del suolo urbano)<sup>35</sup>.

Per quanto concerne le procedure autorizzative e di certificazione, il processo dovrà coinvolgere più livelli amministrativi e richiederà l'intervento co-

<sup>34</sup> Nello specifico il regolamento è strutturato nel seguente modo: Capo A - Disposizioni Generali: definizioni, applicabilità, responsabilità degli operatori VCA; Capo B - Requisiti Operativi: disciplina le operazioni VCA distinguendo tra diverse categorie operative (*Enhanced e Basic*, analoghe alle categorie previste dalla *Special Condition* EASA (SC-VTOL-01); requisiti per gli equipaggi; procedure operative standard; limitazioni operative in funzione delle condizioni meteorologiche e dell'orario (operazioni diurne VFR, notturne); Capo C - Spazio Aereo: definisce i "corridoi aerei VCA", zone regolamentate dello spazio aereo a bassa quota specificatamente riservate o prioritariamente destinate alle operazioni VCA. I corridoi VCA devono garantire: separazione dal traffico aereo convenzionale; visibilità minima specificata; obbligo di contatto radio con i servizi di controllo del traffico aereo o con i fornitori di servizi UTM; altezze minime di sorvolo compatibili con i requisiti di sicurezza urbana; Capo D - Infrastrutture (Vertiporti): disciplina la progettazione, l'autorizzazione e la gestione dei vertiporti. I vertiporti devono: garantire compatibilità con dimensioni e pesi dei VCA previsti; essere integrati nei corridoi aerei VCA; disporre di infrastrutture minime (FATO, TLOF, *safety area*, sistemi antincendio); prevedere sistemi per la gestione integrata della *safety*, della *security* e delle emergenze; elaborare un Manuale del Vertiporto contenente tutte le procedure operative; avere una struttura organizzativa conforme, con ruoli definiti (*Accountable Manager*, *Safety Manager*, *Compliance Manager*, ecc.); Capo E - disposizioni finali.

<sup>35</sup> Per un'analisi approfondita del citato regolamento dell'ENAC vedi Marino, op. cit., 75-93

ordinato di diverse autorità competenti. Tra queste, l'ENAC, come avviene per gli aeroporti, è l'autorità competente per la certificazione aeronautica dei vertiporti. L'iter procedurale prevede la presentazione di un progetto preliminare; una valutazione tecnica da parte degli uffici ENAC competenti con eventuali prescrizioni o richieste di modifiche; eventuali ispezioni in corso d'opera e, infine, il collaudo finale ed il rilascio del certificato di vertiporto<sup>36</sup>.

Tuttavia, per quanto concerne gli aspetti ambientali ed urbanistici l'iter è sottoposto alla disciplina ordinaria<sup>37</sup>. Il vertiporto deve essere conforme agli strumenti urbanistici comunali – nello specifico al Piano Regolatore Generale ed al Piano Urbanistico Comunale – ed ottenere i necessari titoli edilizi (permesso di costruire, SCIA, ecc.). Questo può richiedere, nei casi in cui l'ubicazione prevista non sia compatibile con la destinazione d'uso vigente, varianti urbanistiche che devono essere approvate dal Consiglio Comunale e dagli enti sovraordinati.

A livello ambientale è necessaria una valutazione di impatto ambientale (VIA), in funzione delle dimensioni e delle caratteristiche del progetto, secondo quanto previsto dal D. Lgs. 152 del 3 aprile 2006 (Codice dell'Ambiente o Testo unico dell'Ambiente). La VIA deve esaminare: gli impatti sulla qualità dell'aria; l'impatto acustico; gli impatti su flora, fauna ed ecosistemi; il consumo di suolo; la produzione di rifiuti e gli impatti sul paesaggio e sul patrimonio culturale.

Dal punto di vista paesaggistico, inoltre, è necessaria l'autorizzazione ai sensi del D. Lgs. 42 del 22 gennaio 2004, ossia in conformità con il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, qualora il vertiporto ricada in aree soggette a vincolo paesaggistico.

Per quanto concerne gli aspetti legati alla sicurezza, in particolare la prevenzione incendi e la gestione delle emergenze, è necessaria l'acquisizione del parere del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco.

Tenuto conto delle molteplici autorità coinvolte e della complessità procedurale richiesta è assolutamente necessario un forte coordinamento interistituzionale. Il modello della "conferenza di servizi" previsto dalla legge n. 241 del 7 agosto 1990<sup>38</sup> potrebbe costituire uno strumento efficace per sem-

<sup>36</sup> Vedi Regolamento ENAC cit. - Sez. V, Art. 46 - Certificato del gestore, domanda di certificazione.

<sup>37</sup> Cfr. il Regolamento ENAC cit. - Sezione IV, Art. 45 - Iter autorizzativo del vertiporto.

<sup>38</sup> In particolare, gli artt. 14, 14 bis e 14 ter – così come modificati dall'art. 1, comma 1, d.lgs. n. 127 del 30 giugno 2016 – rappresentano la conferenza dei servizi come lo strumento di semplifi-

plificare ed accelerare il procedimento, consentendo l'acquisizione contestuale di tutti i pareri e le autorizzazioni necessarie.

La gestione dei vertiporti è disciplinata in maniera articolata nel citato Regolamento ENAC del 2024<sup>39</sup>. Il gestore del vertiporto, definito come il soggetto (pubblico o privato) incaricato dell'amministrazione e del funzionamento dell'infrastruttura, è il responsabile dell'organizzazione operativa complessiva, nonché della *safety* e della *security*; il gestore si occupa: della manutenzione delle infrastrutture e degli impianti; dei rapporti con le autorità aeronautiche e gli altri enti competenti; della gestione delle emergenze; deve, inoltre, coordinare degli operatori terzi che forniscono servizi presso il vertiporto (per esempio nei servizi di *handling*, manutenzione aeromobili, *catering*, ecc.). Tra i principali strumenti organizzativi che il gestore deve predisporre troviamo: il Sistema di Gestione del Vertiporto (il c.d. *Vertiport Management System*)<sup>40</sup> ed il Manuale del Vertiporto, ossia il documento fondamentale che descrive in dettaglio le caratteristiche tecniche dell'infrastruttura; le procedure operative standard per tutte le attività condotte presso il vertiporto; le procedure di emergenza; il sistema organizzativo e responsabilità; i programmi di manutenzione; i programmi di formazione del personale<sup>41</sup>.

L'elemento innovativo nella gestione dei vertiporti è rappresentato dall'introduzione dei sistemi digitali avanzati, il *Vertiport Management System (VMS)*, ossia le piattaforme *software* integrate che gestiscono tutti gli aspetti delle operazio-

cazione amministrativa più idoneo a coordinare più amministrazioni al fine di prendere decisioni complesse in modo più rapido, sostituendo percorsi sequenziali con un confronto simultaneo.

<sup>39</sup> Cfr. reg. ENAC cit. Sez. III, art. 33 – Sistema di gestione del vertiporto con riferimento ai requisiti soggettivi ed alla gestione dei rischi si fa riferimento alle previsioni del Regolamento (UE) n. 139 del 12 febbraio 2014, ed alla Decisione 2014/012/R dell'EASA.

<sup>40</sup> Il VMS include a sua volta sia il *Safety Management System (SMS)*, obbligatorio ai sensi della normativa EASA e ENAC, che il *Compliance Monitoring System (CMS)*, necessario per verificare la conformità continuativa ai requisiti normativi. L'SMS si articola in quattro pilastri fondamentali: *Safety Policy and Objectives*; *Safety Risk Management*; *Safety Assurance*; *Safety Promotion*. Cfr. Regolamento ENAC, 2024 cit., sez. 2, art. 33 s.

<sup>41</sup> Cfr. il regolamento ENAC cit. alla Sezione IV, Art. 35 – Manuale del vertiporto. L'organizzazione richiede alcuni ruoli chiave e l'identificazione nominativa di tali figure dell'organizzazione, nello specifico: l'*Accountable Manager* dirigente apicale che ha l'autorità finale per assicurare che tutte le attività siano finanziate e condotte conformemente ai requisiti applicabili; il *Safety Manager*, responsabile dello sviluppo, implementazione e mantenimento del SMS; il *Compliance Manager*, responsabile del monitoraggio della conformità ai requisiti normativi; il *Security Manager*, responsabile della sicurezza contro atti di interferenza illecita.

ni “vertiportuali” e che hanno il compito di interagire con il sistema di *U-Space*<sup>42</sup> e devono dialogare costantemente con gli USSP (*U-Space Service providers*) per garantire la pianificazione degli *slot* di decollo e atterraggio, l’allocazione delle risorse (come TLOF, parcheggi, stazioni di ricarica), la gestione del flusso passeggeri nel terminal, il monitoraggio in tempo reale delle condizioni meteo, l’interfacciamento con i sistemi UTM per la gestione del traffico aereo, la comunicazione con gli operatori eVTOL, la gestione delle emergenze e la raccolta e analisi dei dati operativi per il miglioramento continuo<sup>43</sup>.

2.4 – La Federal Aviation Administration (FAA) degli Stati Uniti d’America nel c.d. “*Engineering Brief No. 105A – Vertiport Design*” definisce il vertiporto come “*An area of land, or a structure, used or intended to be used, for electric, hydrogen, and hybrid VTOL aircraft landings and takeoffs and includes associated buildings and facilities*”<sup>44</sup>. Il documento, nell’elencare le caratteristiche tecniche che deve avere un vertiporto, evidenzia la necessità di una classificazione graduale in base alla complessità operativa indicando, per esempio, il termine “*vertistop*” per definire il vertiporto meno complesso<sup>45</sup> e, come anticipato, distinguendosi in questo dagli altri enti di regolazione, fa riferimento diretto all’utilizzo di VCA elettrici o ibridi. L’ultimo *Engineering Brief 105A*,

<sup>42</sup> In conformità con il Regolamento di esecuzione (UE) n. 664 della Commissione del 22 aprile 2021 relativo a un quadro normativo per lo *U-space*. In Italia – nonostante, come già accennato, la recente rinuncia al progetto di *Amazon “Prime Air di Drone Delivery”* – grazie alla collaborazione tra ENAC, D-Flight, ENAV spa, dal 1° gennaio 2026 è operativo, il primo in Europa, lo *U-Space* di San Salvo (Abruzzo).

<sup>43</sup> Il VMS rappresenta l’equivalente per i vertiporti dei sistemi AIMS (Airport Information Management System) utilizzati negli aeroporti tradizionali, ma adattato alle specificità delle operazioni di AAM ad alta frequenza. L’integrazione del VMS con i sistemi UTM (UAS Traffic Management) è essenziale per garantire la sicurezza e l’efficienza del traffico aereo urbano, consentendo la condivisione in tempo reale di informazioni sulla disponibilità delle infrastrutture, sulle condizioni operative e sugli slot disponibili.

In merito alle tecnologie di Comunicazione, Navigazione e Sorveglianza (CNS) per funzionamento sicuro dei droni in ambienti urbani vedi O. Garcia Crespillo-C. Zhu-M. Simonetti-D. Gerbeth-Y.H. Lee-W. Hao, *Vertiport Navigation Requirements and Multisensor Architecture Considerations for Urban Air Mobility*, in *CEAS Aeronautical Journal*, 2021.

<sup>44</sup> Cfr. *Engineering Brief No. 105A - Vertiport Design*, del 21 settembre 2022 capitolo 1.2, 11.

<sup>45</sup> Cfr. *Engineering Brief No. 105A - Vertiport Design*, del 21 settembre 2022 capitolo 1.2 p. 11 dove si cita il *vertistop*, [www.faa.gov/airports/engineering/engineering\\_briefs/eb\\_105a\\_vertiports](http://www.faa.gov/airports/engineering/engineering_briefs/eb_105a_vertiports).

pubblicato nel mese di dicembre 2024 come aggiornamento del precedente EB 105 del 2022, fornisce specifiche tecniche dettagliate per la progettazione di vertiporti negli Stati Uniti <sup>46</sup>. Gli *Engineering Brief* rappresentano documenti non vincolanti, ma ampiamente seguiti dall'industria in quanto forniscono un percorso riconosciuto dalla FAA per ottenere le necessarie autorizzazioni e certificazioni. Un aspetto distintivo dell'approccio FAA è l'enfasi sulla flessibilità e sulla possibilità di adottare “*equivalent level of safety*” (ELOS) rispetto alle specifiche standard, consentendo soluzioni innovative che garantiscano un livello di sicurezza equivalente attraverso mezzi alternativi. Tale approccio pare riflettere la filosofia normativa statunitense orientata alla c.d. *performance-based regulation* piuttosto che a regole prescrittive rigide <sup>47</sup>.

Altre autorità extra-UE qualificano il vertiporto come sottospecie di infrastruttura aeronautica definita in funzione dell'operazione di aeromobili VTOL/eVTOL/VCA. La *Civil Aviation Safety Authority (CASA)* australiana descrive i vertiporti come “*an area of land, water, or structure that is used or intended to be used for the landing, take-off, and movement of VTOL-capable aircraft*” <sup>48</sup>.

La *Civil Aviation Authority (CAA)* britannica, descrive i vertiporti come una sottocategoria degli aerodromi: “*a type of aerodrome intended to be used for the arrival, departure, and ground movement of VTOL aircraft*” <sup>49</sup>.

### 3 – In generale, dai documenti analizzati – con particolare attenzione alle

<sup>46</sup> L'EB 105A del 2024 introduce diverse novità quali: requisiti più dettagliati per le dimensioni delle aree di atterraggio in funzione delle caratteristiche specifiche dei diversi modelli di eVTOL; specifiche per i sistemi di illuminazione e segnaletica diurna e notturna; linee guida per i sistemi di ausilio alla navigazione e all'avvicinamento; raccomandazioni per l'integrazione dei vertiporti con le procedure di gestione del traffico aereo a bassa quota (il c.d. *Low Altitude Authorization and Notification Capability - LAANC*).

<sup>47</sup> Anche nel settore della mobilità aerea avanzata emerge la diversità di approccio regolamentare nordamericano rispetto a quello del vecchio continente. Quest'ultimo si basa sul “principio di precauzione”, con la presenza di regole preventive dettagliate. Per esempio, come avviene in tema di sicurezza (*safety*) per mitigare rischi potenziali prima dell'impiego su larga scala. Quello nordamericano adotta, invece, il principio del c.d. “*risk-based approach*” evolutivo”, da cui deriva l'adozione dell'ELOS, e si basa sulle evidenze operative reali per favorire rapida innovazione del settore ed eventualmente intervenire in una fase successiva per correggere gli errori.

<sup>48</sup> Cfr. CASA, *Guidance for vertiport design, advisory circular*, AC 139.V-01 v1.0, 1.2 definition, 2023.

<sup>49</sup> Cfr. CAA, *Considerations for Aerodromes and Vertiports planning to operate Vertical Take-off and Landing Aircraft (VTOL)*, CAP 2538, april 2023, acronyms, 2.

indicazioni del Piano Nazionale degli Aeroporti del 2022 dell'ENAC ed ai documenti relativi all'ambito tecnico-ingegneristico<sup>50</sup> – è possibile ricavare delle macrocategorie di vertiporti con gradazione variabile in base alla capacità di movimentazione, all'ubicazione ed al contesto operativo.

3.1 – Una prima classificazione è quella relativa alla capacità operativa, con la quale possiamo individuare:

a) il *Vertiporto Hub* (o *Verti-Hub*), che rappresenta l'infrastruttura di terra più grande, situata generalmente nelle periferie urbane o in prossimità di grossi centri multimodali con i quali è integrato (ad esempio le stazioni ferroviarie, gli aeroporti e i porti). Questo tipo di struttura, oltre ai servizi essenziali che consentono il decollo e l'atterraggio degli e-VTOL e la possibilità di avere più piste, include anche altri servizi accessori come le stazioni di ricarica delle batterie elettriche, gli *hangar* per la custodia dei veicoli, i locali per la manutenzione, la riparazione e la revisione dei veicoli (la c.d. *MRO – Maintenance, Repair and Overhaul*).

Questa tipologia di vertiporto funge, come esprime già la sua denominazione, da *hub* multimodale per creare la connessione con i nodi di trasporto pubblici e privati. Il concetto di *Verti-Hub* riflette una visione sistemica del nuovo concetto di mobilità urbana, dove il vertiporto non costituisce un'infrastruttura isolata ma un nodo integrato nella rete di trasporto urbana o metropolitana. L'integrazione multimodale, in questo contesto, rappresen-

<sup>50</sup> Cfr. *ex multis* ENAC, *Piano Nazionale degli Aeroporti*, proposta del 2022. 81 s.; EASA, *Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe - UAM ground infrastructure*, 2021; K. Schweiger-L. Preis, *Urban Air Mobility: Systematic Review of Scientific Publications and Regulations for Vertiport Design and Operations*, in *Drones*. n. 6/179, MDPI, 2022; J. Lin-R. Yang-C. Li-Y. Zhou-L. Huang, *Initial research on the vertiport for the urban air mobility*, in *EAI*, 2023; Cfr. P. Di Mascio-G. Del Serrone-L. Moretti, in *Vertiports: the infrastructure backbone of advanced air mobility*, in *MDPI*, 2025; S. Al-Rubaye-A. Tsourdos-K. Namuduri, *Advanced Air Mobility Operation and Infrastructure for Sustainable Connected eVTOL Vehicle*, in *drones*, MDPI, 2023; S. Cunietti-C. Sammarco-I. Ferrando- J.V. Balbastre Tejedor-D. Sguerso, *Drone Infrastructures Planning on Large-Scale for Passenger Transport*, in 1° *Conference on Drones and Unmanned Systems*, Granada, Spain, 19-21 February 2025; A. Takacs-T. Haidegger, *Infrastructural Requirements and Regulatory Challenges of a Sustainable Urban Air Mobility Ecosystem*, in *Building*, MDPI, 2022; P.D. Vascik-R.J. Hansman, *Scaling constraints for urban air mobility operations: air traffic control, ground infrastructure, and noise*. in *Aerospace research central, AIAA, 18th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference*, Atlanta (USA), 2018.

ta una sfida fondamentale per il successo operativo ed economico dei servizi di mobilità aerea avanzata, consentendo ai fruitori di combinare efficacemente il trasporto aereo con altri modi di trasporto per completare il loro viaggio in prossimità della destinazione finale.

b) Il “*Vertiporto standard*” o *Vertibase*: collocato nel cuore delle aree urbane nel contesto della UAM o come terminale per il trasporto di persone o cose – in base alle quali assume diverse caratteristiche e peculiarità legate soprattutto al rispetto degli standard di sicurezza – nelle aree rurali, serve come sito principale per l’imbarco e lo sbarco di passeggeri e merci. Deve avere servizi di base e dispone di uno staff di manutenzione di base.

Questi vertiporti di capacità intermedia, costituiranno probabilmente la tipologia più diffusa nelle reti di UAM urbane, bilanciando esigenze di accessibilità (ubicazione in zone centrali o ben collegate) con vincoli di spazio e impatto urbanistico. La loro progettazione deve tener conto del contesto urbano circostante, minimizzando l’impatto visivo, acustico e sulla viabilità locale.

c) Il *Vertistop* o *Vertipad*: le strutture più piccole, utilizzate sostanzialmente per brevi soste e operazioni di carico/scarico rapide. I *vertistop*<sup>51</sup> sono concepiti per operazioni a bassa frequenza, senza servizi passeggeri permanenti o infrastrutture di manutenzione. Possono essere paragonati alle fermate di autobus nella gerarchia del trasporto pubblico terrestre.

Questa categoria può includere vertiporti temporanei o mobili, realizzati con strutture modulari rapidamente installabili<sup>52</sup>, utili per eventi speciali, emergenze o per testare la domanda di nuove rotte prima di investire in infrastrutture permanenti.

<sup>51</sup> Il termine “*vertistop*” viene utilizzato oltre che nell’ultima versione dell’EB 105 della FAA del dicembre 2024 anche nelle “guidance” for vertiport design – Australia Advisory circular AC 139” della *Civil Aviation Safety Authority (CASA)*, op. cit., 6. Tuttavia, già nel 1991 la circolare denominata “*Vertiport design*” dell’FFA n. 150/5390-3, citata in S. Polusnky, *Vertiports: Policy implication*, in *Texas A&M Transportation Institute*, 2018, forniva le definizioni “*vertiport*” e “*vertistop*”.

<sup>52</sup> Vedi D.Kloock-Schreiber-M. Swaid-C. Lütje-E. Massel-V. Gollnick, *A modular design concept for vertiports in urban air mobility systems*, in *International Conference on Mass Customization and Personalization – Community of Europe - Toward the Sustainable, User-Centric and Smart industry 2.0*, 2022, MCP - CE; secondo alcuni analisti il primo prototipo di vertiporto temporaneo su scala completa è stato realizzato dalla società Volocopter in collaborazione con Skyports ed è stato inaugurato il 21 ottobre 2019 presso l’ITS World Congress a Singapore, presso il Float @ Marina Bay, <https://now-near-next.com/articles/air-taxi-voloport-prototype-singapore/>.

3.2 – Le caratteristiche dei suddetti vertiporti variano in maniera sostanziale anche a seconda della loro ubicazione. Possiamo, pertanto, in quest'ottica distinguere a) i “Vertiporti di superficie”, con i quali si fa riferimento ai *Verti-hub* o comunque a grosse infrastrutture realizzate a livello del suolo. Questi vertiporti necessitano di spazi relativamente ampi, ma offrono il vantaggio di una più facile accessibilità terrestre e minori vincoli strutturali. Possono essere realizzati su aree dismesse, ad esempio ex siti industriali, aree ferroviarie in disuso oppure in prossimità di grandi infrastrutture di trasporto esistenti. b) I Vertiporti elevati: sono le infrastrutture ubicate sopra edifici, in particolare nel contesto della UAM, sopra i centri commerciali, i parcheggi multipiano o le stazioni ferroviarie. Questa tipologia di vertiporto sfrutta lo spazio aereo sopra costruzioni esistenti, minimizzando l'occupazione di suolo prezioso nelle aree urbane centrali. Tuttavia, in sede di progettazione, le sfide strutturali da affrontare sono significative: dalla necessità di vedere o rivedere i carichi statici e dinamici degli edifici, ai vincoli legati all'accesso nell'infrastruttura (come necessità di ascensori ad alta capacità), per finire con la questione di sicurezza (vie di fuga in emergenza, intervento dei servizi antincendio ecc.). I vertiporti elevati sono particolarmente adatti alle grandi metropoli con elevata densità edilizia dove la disponibilità di terreno a livello del suolo è estremamente limitata e costosa.

c) I Vertiporti su specchi d'acqua: ubicati su strutture galleggianti ed utilizzati soprattutto in contesti marittimi, in prossimità di porti o in contesti dove vi è la presenza di laghi o fiumi navigabili. Questo tipo di vertiporto può attenuare i problemi legati al rispetto di standard di sicurezza nei corridoi aerei di passaggio evitando il sorvolo sopra aree densamente abitate.

Le strutture galleggianti offrono, inoltre, un'elevata flessibilità operativa, potendo essere riposizionate in funzione delle condizioni meteorologiche, del traffico marittimo o dell'evoluzione della domanda. L'ubicazione di questo tipo di vertiporto comporta, tuttavia, specifiche riflessioni giuridiche riguardanti la relativa classificazione normativa, che tende a collocarsi al confine tra infrastruttura aeronautica e infrastruttura navale. Tale inquadramento rende necessaria una chiara delimitazione delle competenze in materia autorizzativa e gestionale, nonché dei poteri e delle responsabilità inerenti alla valutazione, al controllo e alla mitigazione dei rischi connessi alle condizioni meteomarine. Il riferimento, *in primis*, è al problema dell'ostacolo alla navi-

gazione, in quanto, qualora l'infrastruttura venga considerata isola galleggiante o artificiale, prevale il principio di navigabilità in acqua.

3.3 – Sul piano delle caratteristiche operative, tali infrastrutture sono concepite per assecondare la peculiarità dei velivoli con la capacità di decollo e atterraggio verticale elettrici o ibridi (eVTOL). Circostanza cardine, quest'ultima, che li distingue, demarcandone la differenza sostanziale, dagli elicotteri tradizionali che utilizzano combustibile fossile. Oltre al semplice decollo e atterraggio, i vertiporti, in particolare quelli che abbiamo definito *VertiHub*, prevedono il servizio di carico e scarico di passeggeri e merci, gli impianti di rifornimento energetico (tramite stazioni di ricarica elettrica e/o sostituzione delle batterie), il servizio di manutenzione dei velivoli ed i servizi di *handling*.

A differenza degli aeroporti tradizionali, i vertiporti sono molto più compatti e possono essere integrati facilmente nel tessuto urbano. Mentre un aeroporto convenzionale richiede superfici dell'ordine di centinaia di ettari, un vertiporto può essere realizzato su un'area dell'ordine di poche migliaia di metri quadrati, a seconda della configurazione e del livello di servizi offerti. Possono essere ubicati a livello del suolo, in spazi aperti, o anche in cima a edifici, sfruttando al massimo lo spazio disponibile in aree congestionate. Tale flessibilità "ubicazionale" costituisce uno dei principali vantaggi competitivi dell'AAM rispetto alle modalità di trasporto aereo tradizionali, consentendo di avvicinare significativamente le infrastrutture aeronautiche ai punti di origine e destinazione dei viaggi urbani.

Per massimizzare il loro potenziale, i vertiporti sono progettati per essere facilmente accessibili e ben collegati con altri mezzi di trasporto (strade, stazioni ferroviarie, metropolitane, fermate di autobus, piste ciclabili) per garantire un'efficace mobilità multimodale. L'integrazione multimodale richiede una stretta coordinazione tra molteplici attori: gestori delle infrastrutture aeroportuali, navali, ferroviarie e metropolitane, operatori del trasporto pubblico locale, amministrazioni comunali responsabili della viabilità urbana, fino agli operatori di servizi di *sharing mobility* (*bike-sharing, car-sharing ecc.*)<sup>53</sup>.

<sup>53</sup> Dal punto di vista giuridico, l'integrazione multimodale del vertiporto tra i vari soggetti coinvolti, sia pubblici che privati, può essere formalizzata attraverso adeguati strumenti di controllo gestione come: accordi di programma, protocolli d'intesa o altre forme di collaborazione interistituzionale.

4. – Dal punto di vista tecnico, il vertiporto deve essere dotato di elementi essenziali e di altri elementi accessori. I primi, secondo le indicazioni del citato *Prototype Technical Specifications (PTS-VPT-DSN)* del 2022<sup>54</sup>, includono la TLOF (*Touchdown and Lift-Off Area*), ossia la zona di atterraggio e decollo vera e propria, dove il velivolo entra in contatto con la superficie<sup>55</sup>; la FATO (*Final Approach and Take-Off Area*): le zone di avvicinamento e decollo finale<sup>56</sup>; la SA

<sup>54</sup> Le PTS-VPT-DSN, per esempio, in merito al problema della *safety* ed in particolare della gestione dell'ambiente e degli ostacoli attorno ai vertiporti, introducono due approcci complementari: le *Obstacle Limitation Surfaces* (OLS), le superfici inclinate che si estendono verso l'alto e verso l'esterno dalla FATO - analoghe a quelle definite per gli eliporti dall'ICAO, Annesso 14, Volume II - comprendono superfici di avvicinamento, superfici di salita al decollo e superfici di transizione. Gli oggetti che penetrano queste superfici costituiscono ostacoli che devono essere rimossi, abbassati o segnalati e le *Obstacle-Free Volume* (OFV), un volume tridimensionale a forma di imbuto sopra il vertiporto, specificamente concepito per le procedure di decollo e atterraggio verticale tipiche degli eVTOL in contesti urbani congestionati. Il concetto di OFV rappresenta una delle innovazioni più significative introdotte dall'EASA per adattare gli standard infrastrutturali aeronautici alle peculiari capacità operative degli eVTOL. A differenza degli elicotteri, che richiedono corridoi di avvicinamento relativamente ampi e angolati, gli eVTOL possono effettuare avvicinamenti molto più ripidi grazie alla loro maggiore manovrabilità e ai sistemi di controllo automatizzato. Cfr. PTS-VPT-DSN, cap. D, paragrafi 1 e 2,

<sup>55</sup> La TLOF deve essere libera da ostacoli e dimensionata in modo da contenere il carrello di atterraggio del velivolo più esigente che il vertiporto intende servire. Le dimensioni minime della zona TLOF sono pari a 0,83 D (dove D rappresenta il diametro del più piccolo cerchio che racchiude la proiezione dell'aeromobile eVTOL su un piano orizzontale) o le dimensioni specificate nel manuale di volo dell'aeromobile (AFM), a seconda di quale sia maggiore. La superficie della TLOF deve possedere caratteristiche specifiche: sufficiente resistenza strutturale per sopportare i carichi dinamici generati dagli eVTOL; assenza di irregolarità che possano danneggiare il velivolo; adeguato coefficiente di attrito per prevenire lo scivolamento; resistenza agli effetti del *downwash* (flusso d'aria verso il basso generato dai rotori); efficace sistema di drenaggio per evitare accumuli d'acqua. Riguardo il c.d. la *Downwash Protection Area*, un requisito specifico dei vertiporti, derivante dalle caratteristiche operative degli eVTOL, riguarda la protezione dal flusso d'aria generato nella fase di decollo e atterraggio. Le PTS-VPT-DSN dell'EASA stabiliscono linee guida iniziali per la massima velocità del *downwash* in diverse aree: 60 km/h per aree attraversate da personale a terra; 100 km/h per edifici e strutture adiacenti. La corretta gestione delle aree di protezione dal *downwash* costituisce pertanto un elemento essenziale della *safety* vertiportuale. Cfr. PTS-VPT-DSN, cap. C, 26.

<sup>56</sup> La zona FATO, sulla base dei documenti citati dell'EASA e ENAC, deve essere libera da ostacoli e sufficientemente, ampia da contenere l'aeromobile durante le manovre di avvicinamento e decollo. Le dimensioni minime della FATO sono determinate dalla maggiore tra la distanza di decollo interrotto (RTODV) e 1,5 volte il Design D (il valore D dell'aeromobile più grande che il

(*Safety Area*)<sup>57</sup>, la zona di sicurezza circostante la FATO.

Il vertiporto deve essere dotato di impianti di prevenzione e protezione incendi specificamente progettati per affrontare le particolari caratteristiche delle combustioni che possono coinvolgere batterie al litio, le quali richiedono agenti estinguenti e procedure differenti rispetto agli incendi di combustibili fossili tradizionali<sup>58</sup>. Il regolamento ENAC stabilisce livelli di servizio antincendio proporzionati al volume di traffico e alla tipologia di operazioni condotte presso il vertiporto<sup>59</sup>. La gestione degli incendi da batterie al litio rappresenta una sfida peculiare per i vertiporti, in quanto tali batterie possono essere soggette alla reazione termica incontrollata (la c.d. “*thermal runaway*”) che genera temperature estremamente elevate e può propagarsi rapidamente da una cella all'altra.

Altri elementi del vertiporto – in alcuni casi, come nei *vertistop*, considerati accessori – contribuiscono alla funzionalità complessiva del vertiporto, tra essi possiamo indicare: l'area di stazionamento (*apron*), ossia le zone dedicate alla sosta temporanea dei velivoli tra un volo e l'altro; le aree di movimentazione merci e passeggeri quali il terminal passeggeri con servizi di *check-in*, sicurezza e imbarco; le aree cargo per la gestione delle merci; i percorsi pedonali protetti che garantiscano la sicurezza dei passeggeri durante il transito tra il terminal e il velivolo, minimizzando l'esposizione ai rischi operativi; le strutture a supporto della viabilità di accesso ed i servizi, quali i parcheggi per veicoli privati; i collegamenti con i mezzi di trasporto pubblico

vertiporto intende servire). La pendenza complessiva di una FATO solida non deve superare il 2% in qualsiasi direzione. Questo requisito è più restrittivo rispetto a quello applicabile agli eliporti tradizionali, riflettendo le diverse caratteristiche operative degli eVTOL, cfr. PTS-VPT-DSN, cap. C, 31.

<sup>57</sup> La *safety area* deve essere libera da oggetti mobili durante le operazioni VTOL e serve a ridurre il rischio di danni ai velivoli in caso di uscita accidentale dalla FATO.

<sup>58</sup> Cfr. tra gli altri, il rapporto INERIS, *Summary of work on extinguishing Li-ion batteries fires*. Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques. Il documento sottolinea che l'obiettivo principale è il raffreddamento profondo del pacco batteria per interrompere il *thermal runaway*, distinguendosi dalla mera soffocazione delle fiamme tipica dei combustibili fossili, 2019, <https://www.ineris.fr>; e il rapporto di ASTM International, *Vertiport standards take off*. ASTM Standardization News, 2025. L'articolo rileva che gli impianti antincendio dei vertiporti per eVTOL devono essere progettati considerando il diverso comportamento degli incendi da batterie *Li-ion* rispetto ai fuochi da *jet-fuel*, con procedure e mezzi specifici, <https://www.astm.org/news/vertiport-standards-take-nd23>

<sup>59</sup> Regolamento ENAC del 2024 cit., Sez. 4 – operazioni art. 40

(metropolitane, autobus, taxi ecc.), le piste ciclabili ed i percorsi pedonali; la segnaletica direzionale integrata con il sistema di mobilità urbana circostante; i locali tecnici e stazioni di ricarica batterie, si tratta delle infrastrutture per la ricarica elettrica degli eVTOL, dimensionate in funzione della capacità ed alla potenza richiesta dai velivoli e del tempo di rotazione previsto. Le stazioni di ricarica devono essere conformi agli standard *IEC (International Electrotechnical Commission)*<sup>60</sup> e integrate con la rete elettrica locale, eventualmente supportate da sistemi di accumulo energetico e generazione da fonti rinnovabili come i pannelli fotovoltaici; i sistemi di alimentazione per mezzi elettrici come le reti di distribuzione elettrica ed eventualmente sistemi di *battery swapping*, la sostituzione rapida delle batterie<sup>61</sup>, in alternativa o complemento alla ricarica convenzionale; le aree di servizio e le aree commerciali, per esempio i servizi per i passeggeri quali sala d'attesa, i servizi igienici, i punti ristoro gli spazi commerciali, gli uffici per gli operatori dei servizi di *handling* e manutenzione.

4.1 – Sebbene un vertiporto possa apparire ad un primo impatto simile ad un eliporto, come accennato, ci sono alcune differenze fondamentali che giustificano un trattamento normativo distinto. La prima distinzione riguarda il tipo di velivolo: gli eliporti sono infrastrutture specifiche per gli elicotteri tradizionali, mentre i vertiporti sono progettati per i nuovi velivoli eVTOL, elettrici e con diverse esigenze operative. Gli eVTOL presentano caratteristiche aerodinamiche, prestazionali e operative significativamente diverse dagli elicotteri: maggiore manovrabilità grazie a sistemi di controllo *fly-by-wire* avanzati<sup>62</sup>;

<sup>60</sup> Cfr. ISO 5491 del 2023 - *Vertiports — Infrastructure and equipment for vertical take-off and landing (VTOL) of electrically powered cargo unmanned aircraft systems (UAS)*; <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:5491:ed-1:v1:en>.

<sup>61</sup> Il *battery swapping*, rappresenta una tecnologia promettente per gli aeromobili eVTOL che consente lo scambio rapido delle batterie scariche con pacchi completamente carichi, riducendo notevolmente i tempi di fermo. Le sfide principali includono l'assenza di standard internazionali per le interfacce meccaniche ed elettriche, la complessità logistica della gestione dell'inventario delle batterie e la necessità di investimenti significativi in infrastrutture dedicate. Sul tema, tra gli altri, vedi: EASA, MOC-3 SC-VTOL issue 2 del 21 giugno 2023; I.Kute-J. Dagli-E. Khot-R. Verma-P. Gupta-D. Shukla-R. Pant, *An autonomous system for docking and battery swapping in uav*, ICAS, Firenze, 2024; X.G. Yang-Y.T. Liu-S. Ge-E. Rountree-C.Y. Wang, *Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft*, 2021.

<sup>62</sup> I sistemi di controllo *fly-by-wire* (FBW) rappresentano una componente fondamentale e

capacità di effettuare accostamenti più ripidi (grazie al cono di avvicinamento ristretto con pendenze più accentuate); diverso e minore *downwash* in molti casi<sup>63</sup>; maggiore automazione che può ridurre il carico di lavoro del pilota, fino ad annullarlo completamente con i velivoli a guida autonoma<sup>64</sup>.

I vertiporti devono essere concepiti come infrastrutture più avanzate rispetto agli eliporti, dotate di sistemi per la ricarica/sostituzione delle batterie, con una manutenzione specifica degli eVTOL – in virtù di componenti e sistemi diversi dagli elicotteri convenzionali – e pensate per l'integrazione con i sistemi di mobilità aerea urbana del futuro, inclusi i sistemi UTM (UAS Traffic Management) per la gestione automatizzata del traffico aereo a bassa quota.

Gli eVTOL sono generalmente più silenziosi e a zero emissioni locali rispetto agli elicotteri, rendendo i vertiporti più adatti all'integrazione in aree urbane sensibili. Il rumore degli elicotteri tradizionali ha rappresentato storicamente uno dei principali ostacoli alla loro accettazione in contesti urbani. Gli eVTOL, grazie alla propulsione elettrica distribuita e alle minori velocità di

critica nell'architettura degli aeromobili eVTOL, poiché sostituiscono i tradizionali comandi meccanici con sistemi di controllo digitali che interpretano i comandi del pilota e traducono automaticamente gli input in comandi di controllo per i motori e gli attuatori. Sul punto gli standard normativi europei (EASA) hanno stabilito requisiti rigorosi per garantire che questi sistemi raggiungano livelli di affidabilità estremi. Per i requisiti fondamentali per i sistemi FBW di eVTOL vedi: SC-VTOL issue 2 del 12 maggio 2021 - sezione VTOL.

<sup>63</sup> Il *downwash* è la colonna di aria accelerata verso il basso da un rotore, un'elica o un ventilatore a doppio flusso durante il processo di generare la spinta verticale necessaria a mantenere in volo un aeromobile. La differenza è dovuta alla presenza di diversi rotori nel veicolo e-VTOL rispetto all'elicottero tradizionale, cfr. nota 55.

<sup>64</sup> Le prospettive future per l'automazione nel settore dell'*Advanced Air Mobility* e degli eVTOL puntano a operazioni autonome entro il 2030-2035, riducendo errori umani e costi grazie all'intelligenza artificiale (AI), ai sensori ed ai sistemi di gestione del traffico aereo avanzati. L'integrazione con vertiporti automatizzati e *U-Space* supporterà voli ad alto volume in contesti urbani, logistici e medici, promuovendo sostenibilità ed efficienza multimodale. Cfr. il documento del World Economic Forum (WEF), *Advanced Air Mobility: Shaping the Future of Aviation, white paper*, luglio 2024, il "Piano Strategico Nazionale AAM 2021-2030 dell'ENAC per lo sviluppo della mobilità aerea avanzata in Italia", op. cit.; il rapporto del 2025 di PwC "*Advanced Air Mobility: From Concept to Commercial Reality*" che fa una proiezione degli investimenti in infrastrutture e regolamentazioni dei veicoli a guida autonoma stimando che il mercato globale dell'AAM passerà dagli 11,4 miliardi USD nel 2024 agli 87,8 miliardi USD entro il 2034, [cee.pwc.com/pdf-nf/PwC\\_DPS\\_Global\\_AAM\\_Report.pdf](https://www.pwc.com/pdf-nf/PwC_DPS_Global_AAM_Report.pdf); un rapporto di *Forinsights Consultancy* proietta, invece, il mercato degli eVTOL stimato in 1,1 miliardi USD nel 2023 fino ai 21,34 miliardi USD entro il 2030, [www.forinsightsconsultancy.com/reports/evtol-aircrafts-market](https://www.forinsightsconsultancy.com/reports/evtol-aircrafts-market).

punta dei rotori, generano livelli di rumore significativamente inferiori<sup>65</sup>. Tuttavia, le caratteristiche acustiche diverse, in particolare le frequenze più acute, richiederanno valutazioni specifiche in termini di percezione e disturbo.

Altro elemento distintivo è la frequenza operativa. I vertiporti sono concepiti per supportare, in futuro, volumi di traffico molto più elevati rispetto agli eliporti tradizionali. Mentre un eliporto urbano tipico gestisce poche decine di movimenti giornalieri, i progetti dei vertiporti (per esempio con i servizi urbani di *aerotaxi* o *delivery*) prevedono centinaia o migliaia di movimenti quotidiani che richiederanno procedure operative standardizzate, un'elevata automazione nonché sistemi di gestione del traffico altamente avanzati.

Gli eliporti urbani, allo stato attuale, sono prevalentemente utilizzati per voli relativi ai servizi di emergenza medica (i c.d. HEMS, *Helicopter Emergency Medical Service* o VEMS *Vertical Emergency Medical Service*)<sup>66</sup> o ai trasporti c.d. VIP, con tariffe elevate accessibili a una clientela limitata. I vertiporti per i servizi mobilità aerea avanzata sono invece concepiti per supportare un modello di *business* orientato al mercato di massa, con tariffe contenute grazie alle economie di scala, alla maggiore efficienza operativa degli eVTOL ed alla riduzione dei costi dovuta all'automazione.

Dal punto di vista pratico, un tema chiave nella progettazione di vertiporti sarà anche il coinvolgimento diretto o la riconversione delle infrastrutture esistenti, come gli eliporti o i vecchi aeroporti, purché siano dotati dei

<sup>65</sup> I documenti tecnici dell'EASA stabiliscono gli standard per la misurazione e la valutazione del rumore dei VTOL in Europa. Questi documenti includono definizioni precise delle metriche di rumore (EPNL - *Effective Perceived Noise Level*, misurato in EPNdB) e le procedure di riferimento per il decollo, il sorvolo e l'approccio. Vedi sul tema: *Environmental Protection Technical Specifications applicable to VTOL-capable aircraft powered by non-tilting rotors* issue 1, 12 dicembre 2023, che richiama il Regolamento (UE) 2018/1139, Art. 9 Annesso 3. Inoltre, uno studio condotto presso la NASA, documenta i primi test acustici completi di un prototipo eVTOL a scala reale condotto nell'ambito dell'*AAM National Campaign* della stessa agenzia nazionale americana, ha dimostrato livelli di inquinamento acustico inferiore rispetto agli elicotteri tradizionali: 45,2 *Db* rispetto agli 87 *Db*, cfr. K.A. Pascioni-M.E. Watts-M.L. Houston-A.H. Lind, J.H. Stephenson-J.J. Bain, *Acoustic Flight Test of the Joby Aviation Advanced Air Mobility*, 2022. Sul tema vedi, infine, anche uno studio della University of Bristol condotto sull'effetto del suolo sul rumore dei *propeller* degli eVTOL: L. Hanson-H. K. Jawahar, S.H. S. Vemuri-M. Azarpeyvand, *Experimental investigation of propeller noise in ground effect*, in *Journal of Sound and Vibration*, vol. 559, 2023.

<sup>66</sup> Questo tipo di interventi di emergenza - esclusi dall'applicazione del regolamento Enac del 3 maggio 2024 - a livello europeo sono direttamente disciplinati con il Regolamento di esecuzione (UE) della Commissione europea n. 1020 del 24 maggio 2023.

requisiti tecnici indicati dal regolamento dell'ENAC agli artt. 28-31. Nel primo caso, è fondamentale verificare l'interoperabilità dell'eliporto, ossia la possibilità che la stessa struttura possa servire sia per operazioni con e-VTOL sia per operazioni con elicotteri tradizionali. Questa soluzione aumenterebbe notevolmente la flessibilità d'uso del vertiporto/eliporto e ottimizzerebbe gli investimenti. Chiaramente, l'altra faccia della medaglia è che tale dualità significa anche affrontare sfide progettuali e normative complesse che coinvolgono: doppi standard operativi, esigenze di sicurezza per ricarica e rifornimento (elettrica e carburante tradizionale) e, in generale, sistemi di gestione della struttura che, come analizzato, possono variare notevolmente.

5. – L'analisi dello stato di avanzamento delle infrastrutture di supporto alla mobilità aerea avanzata induce a riflettere su alcune criticità, sulle quali pare opportuno soffermarsi.

5.1 – La coesistenza di normative internazionali e nazionali diverse genera frammentazione e incertezza giuridica per gli operatori, ostacoli alla mobilità transfrontaliera degli eVTOL, inefficienze dovute alla necessità di conformarsi a requisiti differenti in giurisdizioni diverse, nonché rischi di c.d. "regulatory arbitrage" e *jurisdiction shopping*<sup>67</sup>. È necessaria un'armonizzazione multilivello che assicuri coerenza tra i diversi livelli normativi<sup>68</sup>; principi

<sup>67</sup> Il riferimento va al caso emblematico rappresentato dalla pratica dei *Flags of Convenience* (FOC) nel settore marittimo. Sebbene la Convenzione delle Nazioni Unite sul Diritto del Mare (UNCLOS) richieda un collegamento autentico (il c.d. "genuine link") tra lo Stato di bandiera e la nave, il monitoraggio e l'applicazione di questo requisito rimane debole e la pratica è diffusa nel settore marittimo, dove i proprietari di navi registrano le loro navi sotto la bandiera di un Paese straniero anziché nel Paese di origine della proprietà beneficiando di differenze significative non solo nei regolamenti, ma anche nei costi operativi e negli standard di sicurezza tra diverse giurisdizioni.

<sup>68</sup> Già nel 2018, alcuni studi evidenziavano come la rapida crescita dei droni stesse mettendo alla prova le regole nel settore dell'aviazione e come fosse necessario avviare nuove sfide normative soprattutto in tema di sicurezza, privacy e futuro del cielo e che, per tale motivo, vi era l'urgenza di adottare nuove linee guida internazionali per una regolamentazione del settore, cfr. D. Hodgkinson-R. Johnston, *Aviation Law and Drones, Unmanned Aircraft and the Future of Aviation*, Routledge, 2018.

Il tema del più generale sviluppo della mobilità aerea sostenibile, è stata affrontata in un recentissimo studio dell'Università di Leiden che ha individuato e sintetizzato sei criticità principali, applicabili anche all'analisi dell'infrastruttura vertiporto: 1 la certificazione, i processi di certificazione degli aeromobili AAM sono lunghi, costosi e frammentati tra giurisdizioni, rappresentando un for-

comuni di sicurezza; riconoscimento reciproco delle certificazioni; procedure amministrative semplificate per le operazioni internazionali.

A livello europeo, il completamento del programma di *rulemaking* EASA contribuirà significativamente all'armonizzazione nel contesto eurounitario. Tuttavia, permangono ambiti di competenza nazionale – su tutti urbanistica e ambiente – dove le difformità normative sono inevitabili e richiederanno meccanismi di coordinamento efficaci.

5.2 – Le procedure di certificazione per i vertiporti richiedono l'intervento coordinato di molteplici autorità a diversi livelli. A livello europeo l'EASA per gli aspetti di sicurezza aeronautica nelle materie di competenza esclusiva UE; a livello nazionale: l'ENAC per la certificazione aeronautica nazionale; il Ministero dell'Ambiente per la VIA di competenza statale; le soprintendenze per i vincoli paesaggistici e culturali; a livello regionale le Regioni per la VIA; a livello locale i Comuni per gli aspetti urbanistici ed edilizi; financo potenzialmente i regolamenti locali in materia di rumore e gli orari di operatività.

Per la complessità procedurale e la molteplicità di autorità coinvolte, è essenziale definire chiaramente le competenze di ciascun ente, evitando sovrapposizioni. Sarebbe auspicabile, in questo ambito, stabilire procedimenti coordinati, fissare termini certi per i procedimenti e, magari, prevedere meccanismi di silenzio-assenso ove compatibili con la natura degli interessi coinvolti <sup>69</sup>.

te collo di bottiglia per l'accesso al mercato; 2. l'autorizzazione operativa: la certificazione non equivale all'autorizzazione a operare: permessi, licenze dei piloti, infrastrutture e regole operative non sono ancora pienamente adeguate all'AAM. 3. il finanziamento: le imprese AAM affrontano una fase precedente i ricavi molto onerosa; sia i capitali privati sia i fondi pubblici presentano limiti strutturali e rischi di inefficienza; 4. lo *U-space*: nonostante il quadro normativo UE sia formalmente in vigore, l'implementazione pratica dei servizi *U-space* è in forte ritardo, impedendo operazioni su larga scala; 5. la sostenibilità: l'elettrificazione non garantisce automaticamente benefici ambientali: batterie, fonti energetiche, infrastrutture, rumore e ciclo di vita sollevano dubbi di *greenwashing*; 6. il ruolo delle autorità locali: l'AAM opera a bassa quota e richiede infrastrutture sul territorio, generando conflitti di competenza tra autorità nazionali e locali e problemi di accettazione sociale, cfr. B.I. Scott-O. Kurtpinar, *Flight hopes and higher hurdles: Unpacking six regulatory challenges facing advanced air mobility*, in *Research in aerospace and law*, issue 3, Universiteit Leiden, 2025.

<sup>69</sup> Cfr. F. Gaspari-G. A. Di Guardo, *Unmanned aircraft systems and urban air mobility at the service of public administration for an acceleration of essential services in the smart cities of the future*, in *Revista de Derecho del Transporte Terrestre, Marítimo, Aéreo y Multimodal*, n. 32, 2023, 75-91. Gli autori analizzano come i sistemi aeromobili a pilotaggio remoto (UAS) e l'Urban Air Mobility (UAM) possano diventare strumenti strutturali dell'amministrazione pubblica, soprattutto per il

In merito alle criticità che la realizzazione di un vertiporto in ambito urbano impone, per esempio, si pensi alla revisione dei piani regolatori comunali – e nello specifico al Piano Urbanistico della Mobilità Sostenibile (PUMS)<sup>70</sup> – per: a) identificare aree idonee all'insediamento di vertiporti, considerando: la compatibilità con le destinazioni d'uso circostanti; l'accessibilità con i trasporti terrestri; la conformità alle superfici di limitazione ostacoli; l'impatto acustico sulle aree residenziali; b) definire normative specifiche per i vertiporti nei regolamenti edilizi; c) gestire i vincoli paesaggistici e i vincoli di altra natura (archeologici, idrogeologici, ecc.); d) coordinare la pianificazione del vertiporto con la pianificazione dei trasporti e della mobilità urbana. L'integrazione urbanistica dei vertiporti richiede un approccio proattivo da parte delle amministrazioni locali al fine di sviluppare di specifici strumenti di pianificazione per l'UAM, che includano: criteri di localizzazione dei vertiporti; norme di compatibilità urbanistica; processi di consultazione pubblica; valutazioni di equità distributiva, ossia assicurare che i vertiporti servano comunità diverse e non gravino in modo sproporzionato su aree svantaggiate<sup>71</sup>.

### 5.3 – La gestione integrata della sicurezza (*safety e security*)<sup>72</sup> nei vertiporti

controllo del territorio e la sanità nelle *smart cities*. Evidenziano quali saranno le sfide multilivello da affrontare (sicurezza, privacy, rumore, impatto ambientale, accettabilità sociale) e il bisogno di una pianificazione strategica tramite strumenti come PUMS, Piani nazionali della mobilità sostenibile e *living labs* urbani ecc. In conclusione, gli autori sostengono che lo sviluppo dell'UAM richiede governance multi-livello, coinvolgimento effettivo di città e cittadini e un rafforzamento del quadro normativo e partecipativo europeo e nazionale.

<sup>70</sup> Cfr. per la definizione di PUMS vedi le Linee guida ELTIS (*Guidelines for developing and implementing a Sustainable Urban Mobility Plan*) della Commissione Europea adottate nel 2014 ed aggiornate nel 2019: "il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile è un piano strategico che si propone di soddisfare la variegata domanda di mobilità delle persone e delle imprese nelle aree urbane e peri-urbane per migliorare la qualità della vita nelle città. Il PUMS integra gli altri strumenti di piano esistenti e segue principi di integrazione, partecipazione, monitoraggio e valutazione". Per approfondire l'argomento PUMS, si veda Marino, *Droni, mobilità urbana e infrastrutture. I vertiporti.*, op. cit., 364 s.

<sup>71</sup> Un esempio concreto, in questo senso, ci viene fornito dalla delibera del Consiglio comunale di Milano n. 76 del 9 novembre 2023 denominata "Autorizzazione a SEA S.p.A. per la costituzione di una Società per l'implementazione, attraverso la realizzazione e la gestione di vertiporti, del sistema di Urban Air Mobility."

<sup>72</sup> Occorre distinguere concettualmente tra: a) *safety*, da intendersi come sicurezza operativa, per esempio, la prevenzione di incidenti e inconvenienti mediante corretta progettazione delle infrastrutture, lo svolgimento di adeguate procedure operative, una manutenzione appropriata, la for-

richiede un approccio olistico che consideri le interazioni tra i due ambiti, considerati spesso come “facce della stessa medaglia”<sup>73</sup>. Alcune misure di *security*, ad esempio recinzioni o controlli di accesso, possono avere implicazioni sulla *safety* (ostacoli, ritardi nell'accesso dei mezzi di soccorso in emergenza); alcune vulnerabilità di *cybersecurity* possono avere impatti diretti sulla *safety*, ad esempio compromissione dei sistemi di gestione del traffico aereo. In tema di *security*, inoltre, in dottrina sono sorti alcuni dubbi legittimi sul fatto che si debba applicare o meno ai vertiporti il regolamento (CE) n. 300 del 11 marzo 2008, relativo ai rigidi controlli di sicurezza durante la fase dell'ingresso dei passeggeri nelle aree sensibili<sup>74</sup>. In un contesto di integrazione della mobilità aerea avanzata con il sistema di trasporto multimodale, il cui lo scopo principale è quello di garantire la “velocità” del viaggio c.d. “porta a porta”, sarebbe perlomeno limitante effettuare i controlli rigidi come avviene in aeroporto. Allo stato attuale sarebbero sicuramente necessarie o deroghe, il che significherebbe sacrificare in parte la sicurezza oppure adottare nuovi standard di *security*. Una soluzione percorribile potrebbe essere, per esempio, quella di impiegare scanner biometrici c.d. “*walk-through*” (passaggio senza fermarsi).

5.4 – Lo spazio aereo urbano deve essere riorganizzato secondo le logiche dello U-Space (*Unmanned Aircraft System Airspace*)<sup>75</sup>, il sistema europeo per

mazione del personale, i sistemi di gestione della sicurezza, disciplinata primariamente dalla normativa aeronautica (EASA, ENAC) secondo un approccio basato sul *risk management* e b) *security*, da intendersi come sicurezza contro atti illeciti, ossia la protezione contro minacce esterne quali atti terroristici, intrusioni non autorizzate, cyberattacchi ai sistemi informatici di gestione ecc. La *security* è disciplinata da normative specifiche (Reg. UE 300 del 11 marzo 2008) e richiede misure quali: controlli di accesso alle aree riservate con appositi tesserini di ingresso; lo *screening* dei passeggeri e dei bagagli; la protezione fisica delle infrastrutture critiche; la *cybersecurity* dei sistemi digitali. Sul tema cfr. M.M. Comenale Pinto, *I profili di security e le interrelazioni con le normative di safety*, in *La sicurezza negli aeroporti: problematica giuridiche ed interdisciplinari*, a cura di G. Camarda, C. Cotto-ne, M. Migliarotti, Milano, 2005, 58 s.

<sup>73</sup> Il riferimento è ad un'espressione utilizzata dal presidente del consiglio ICAO durante l'intervento alla XXVII sessione plenaria dell'ECAC di Strasburgo, dell'8 e 9 luglio 2003, cfr. M.M. Comenale Pinto, *I profili di security e le interrelazioni con le normative di safety*, cit., 58 s.

<sup>74</sup> B. I. Scott, *Vertiports: ready to take off...and landing*, cit., 528.

<sup>75</sup> Per approfondire il tema dello U-Space vedi tra gli altri: L. Brucculeri, *Deployment in Italia delle soluzioni U-Space (CISP E USSP). D-flight prima società certificata*, in questa *Rivista*, suppl. “ATM, Drones and Digitalization, Artificial Intelligence and New Technologies for Environment”, 2025, 277-284; G. Ferrara, *ATM & U-Space services to support the urban air mobility airspace integration*

la gestione del traffico aereo a bassa quota che integra droni, eVTOL e altri aeromobili non convenzionali. Il Regolamento (UE) n. 664 del 21 aprile 2021 stabilisce un quadro normativo per lo U-Space, definendo: le zone di spazio aereo U-Space, designate dagli Stati membri; i servizi obbligatori forniti dallo U-Space Service Providers (USSP); i requisiti per gli aeromobili che operano nello spazio aereo; gli obblighi di connettività e scambio di informazioni in tempo reale.

La definizione dei corridoi aerei VTOL/VCA per l'AAM deve coordinarsi con il sistema U-Space, stabilendo: le altitudini operative; le regole di separazione tra aeromobili; le procedure di avvicinamento e allontanamento dai vertiporti; la gestione delle emergenze e delle deviazioni e l'integrazione con il traffico aereo convenzionale alle altitudini superiori.

5.5 – Come accennato, il rumore generato dagli eVTOL, seppur significativamente inferiore rispetto a quello degli elicotteri tradizionali, rappresenta una sfida sociale e ambientale. Le caratteristiche acustiche degli eVTOL, frequenze più acute e rumore “elettrico”, sono percepite diversamente dal rumore degli elicotteri convenzionali. Sarebbero auspicabili studi specifici sulla percezione acustica che definiscano degli “standard” appropriati, così come l'adozione di tecnologie di mitigazione del rumore.

L'accettazione sociale è, al momento, uno dei fattori critici per il successo dell'AAM. I principali fattori di resistenza da parte delle comunità locali riguardano, oltre i citati timori per il rumore eccessivo, una serie di percezioni che fanno scattare la sindrome NIMB, *not in my backyard*. Tra esse: i rischi per la sicurezza (sorvolo di aree abitate, timori di cadute); questioni di equità (percezione che i benefici vadano a una *élite* ristretta mentre i costi siano distribuiti più ampiamente); impatti estetici sul paesaggio urbano; preoccupazioni per la *privacy* (sorveglianza dall'alto) ecc.<sup>76</sup>. Per affrontare queste preoc-

*challenges*, ivi, 319-346; F. Franchina, *U-space e controllo del traffico nella circolazione dei droni in Il controllo del traffico nella navigazione: lo stato dell'arte e evoluzione*, a cura di C. Ingratoci-A. Marino, 2022, 479-522; M. Lamon, *Lo U-Space: i nuovi servizi di assistenza alla navigazione dei sistemi aerei senza equipaggio*, in *Revista de derecho del transporte terrestre, marítimo, aéreo y Multimodal*, 33, 2024, 171-185; M. P. Rizzo, *I servizi U-space: dalla certificazione del fornitore all'accesso alla fornitura. profili qualificatori e disciplinari* in questa Rivista, suppl. “ATM, Drones and Digitalization, Artificial Intelligence and New Technologies for Environment”, 2025, 257-276.

<sup>76</sup> Sul tema dell'accettazione sociale vedi *ex multis*: M. Gouveia-V. Dias-J. Silva, *Urban Mobili-*

cupazioni è essenziale il coinvolgimento preventivo e continuativo delle comunità locali nei processi decisionali; la trasparenza sulle valutazioni di impatto; la dimostrazione pratica della sicurezza attraverso progetti pilota<sup>77</sup>; una comunicazione efficace dei benefici (riduzione della congestione stradale, riduzione delle emissioni, migliore accessibilità); la creazione di meccanismi di *governance* che diano effettivamente voce alle comunità.

5.6 – L'integrazione multimodale è uno dei pilastri non solo operativo ma anche economico che giustifica l'esistenza stessa della mobilità aerea avanzata. Senza integrazione, l'e-VTOL rimane un "oggetto" per pochi; con l'integrazione, può diventare un segmento cruciale del trasporto pubblico e privato<sup>78</sup>.

I vertiporti devono essere collegati efficacemente ad aeroporti, porti, metropolitane, stazioni ferroviarie, reti di trasporto locale, reti ciclabili e percorsi pedonali per favorire un sistema di mobilità integrato che – coinvolgendo le

*ty; Urban Air Mobility (UAM); Vertiport Network; Sustainable Mobility; Smart Cities*, in *Journal of Airline and Airport Management*, 2022, 15-28, gli autori hanno effettuato uno studio relativo all'accettazione effettuato nella città di Lisbona; nel 2019 un sondaggio dell'EASA, avente ad oggetto l'accettabilità da parte dei cittadini, riscontrava che il tema che otteneva più pareri positivi tra gli intervistati era quello legato all'applicazione dei droni nell'ambito dei servizi sanitari <https://www.easa.europa.eu/it/light/topics/emergency-medical-services-vertical-take-and-landing-aircraft>. Sull'argomento, vedi anche: E. Çinar-A. Tuncal, *The Future of UAVs in Urban Air Mobility: Public Perception and Concerns*, in *Turkish Journal of Unmanned Aerial Vehicles*, 2023; E. Çetin-A. Cano-R. Deransy-S. Tres-C. Barrado, *Implementing Mitigations for Improving Societal Acceptance of Urban Air Mobility in Drones*, MDPI, 2022 e, infine, il *working paper* della 41ma sessione dell'assemblea ICAO A41-WP/110 del 17 agosto 2022 dell'ICAO dove, in tema di accettazione della cittadinanza è stato affermato quanto segue: "positive economic, environmental, health and wellbeing outcomes, not only for the users of these services, but for society at large. However, the fact that these new aircraft can provide benefits does not guarantee that their services will be intrinsically embraced by society".

<sup>77</sup> Al fine di rendere socialmente "familiare" l'utilizzo dei droni nei contesti urbani, una delle soluzioni è l'implementazione della AAM in settori strategici come quello degli interventi di emergenza o quello del trasporto di materiale sanitario.

<sup>78</sup> Un recente articolo offre una rassegna sistematica sullo stato dell'arte della UAM e, in particolare, sulla sua integrazione con i sistemi di trasporto terrestre esistenti, l'articolo propone la visione di un ecosistema di mobilità integrata aria-terra, in cui l'*Urban Air Mobility* agisce come rete nodale tridimensionale complementare al trasporto di superficie, e indica come priorità future la standardizzazione tecnica e lo sviluppo di *policy* e regolazioni dedicate. Cfr. Y. Yan-K. Wang-X. Qu, *Urban air mobility (UAM) and ground transportation integration: A survey*, in *Front. Eng. Manag.* 11, 2024, 734-758.

varie autorità di trasporto – abbia come obiettivo di arrivare fino alla destinazione finale dell'utente e realizzare del c.d. “porta a porta” (o *door to door*)<sup>79</sup>. In quest'ottica, si possono individuare tre livelli di integrazione multimodale del vertiporto:

a) l'integrazione fisica o infrastrutturale, il vertiporto non deve essere una cattedrale nel deserto, ma un nodo di scambio. Per esempio, nei vertiporti situati all'interno degli Aeroporti (es. Fiumicino – Centro Roma) l'integrazione è un punto critico: il passeggero deve passare dall'aereo commerciale all'e-VTOL senza rifare lunghi controlli o cambiare terminal in modo complesso. Nei vertiporti ubicati nelle stazioni ferroviarie o nelle metro, una soluzione potrebbe essere costruire vertiporti sopra i tetti delle stazioni. Questo permetterebbe, per esempio, lo *switch* Treno ad Alta Velocità/e-VTOL/destinazione remota;

b) l'integrazione digitale<sup>80</sup>, con un software dedicato per la creazione del biglietto unico (o *Single Ticketing*)<sup>81</sup>, per esempio un'applicazione che possa generare un unico *QR code* per l'intero viaggio<sup>82</sup>. Ovviamente ci si deve interrogare su sfide giuridiche e tecniche relative alla responsabilità (*liability*) del vettore, anche alla luce dell'assenza di un regime uniforme internazionale

<sup>79</sup> Cfr. *ex plurimis*: N. Cigal-M. Berger-N. Naeem-P.B. Shiva Prakasha Nagel, *A Comparative Analysis of Door-to-Door Mobility: Integrating Advanced Air Mobility into Multimodal Transportation*, in *DLR*, 2024; C. Bauntgartner, *DORA – Integration of Air Transport in Overall Urban and Regional Transport Systems*, *Transportation Research Procedia*, 2016; Y. Yan-K. Wang-X. Qu, *Urban air mobility (UAM) and ground transportation: A multimodal perspective*, 2024; Z. Wang-D. Lv-S. Jia-K. Wang-X. Qu, *Urban air mobility network design and operations strategy in an urban agglomeration*, in *Transportation Research Part E: logistic and transportation review*, 2025, gli autori hanno evidenziato che l'integrazione tra un vertiporto sul tetto e la strada richiede ascensori dedicati e percorsi che spesso impattano sull'urbanistica degli edifici esistenti.

<sup>80</sup> Sul tema il riferimento va al concetto di *MaaS - Mobility as a Service* ossia all'implementazione del servizio digitale che consente all'utente/fruitori del servizio di poter pianificare un viaggio attraverso un sistema unico di prenotazione fino alla destinazione finale.

<sup>81</sup> Sul tema della tariffa integrata e del biglietto unico, tra gli altri, vedi: G. Pruneddu, *Sistemi di prenotazione elettronica, compagnie aeree low cost e sviluppo turistico*, in *Dipartimento e turismo tra autonomia e specialità. Un'occasione per un incontro interdisciplinare*, a cura di U. la Torre-A.L.M. Sia, Roma, 2014, 461; A. Gaggia, *Il trasporto multimodale di persone* in *Rivista del diritto dei trasporti*, n. 2, 2025, 369 s., riporta alcuni esempi pratici nel panorama nazionale di sistema tariffario integrato e titolo unico di viaggio.

<sup>82</sup> Per la corretta implementazione è importante la “sincronizzazione dinamica”: se il taxi terrestre è in ritardo a causa del traffico, il sistema deve saperlo e riprogrammare automaticamente lo slot di decollo dell'eVTOL e/o avvisare il vertiporto.

in materia di responsabilità del trasporto multimodale<sup>83</sup>. Su chi grava la responsabilità in caso di perdita della coincidenza? Se il treno ritarda e perdo lo slot di volo chi deve procedere con il rimborso? Infine,

c) l'integrazione operativa o micro-mobilità. Il c.d. "ultimo miglio" (o *last mile*) finale – approssimativamente gli ultimi 1-2 km dal vertiporto all'ufficio – non si deve percorrere in auto, per evitare traffico attorno al vertiporto, ma con un sistema di "micro-mobilità" accessorio. I vertiporti urbani devono essere progettati in modo tale da prevedere alla base una soluzione a tale problema: devono sorgere in prossimità di aree pedonali e prevedere l'installazione di stazioni di ricarica per scooter e bici elettriche. In sintesi, l'integrazione multimodale non è solo un problema tecnico-operativo, ma assume anche rilevanza giuridica ed è necessario anticipare i problemi accennati fornendo adeguate soluzioni normative che garantiscano la piena accessibilità ai servizi integrati, inclusa quella relativa alle persone con disabilità.

5.7 – Poiché l'AAM non potrà fondarsi unicamente sull'evoluzione tecnologica dei velivoli, seppur essa costituisca un elemento imprescindibile, affinché il settore possa giungere ad una fase di effettiva maturità operativa, sarà necessario garantire e regolamentare un avanzamento parallelo e coerente delle infrastrutture a sostegno dell'intero ecosistema, non solo materiali – reti dei vertiporti e nodi di interscambio multimodale – ma anche immateriali – piattaforme gestione dati, integrazione e regolazione del traffico.

Lo sviluppo dell'AAM e dei vertiporti rappresentano, potenzialmente, una svolta epocale per il settore della mobilità urbana (UAM) e regionale (RAM), tuttavia, la loro realizzazione richiede un approccio – regolatorio, tecnico e sociale – integrato che affronti efficacemente le molteplici sfide identificate nel presente contributo. Fondamentale rilievo assume l'armonizzazione normativa

<sup>83</sup> In riferimento alle responsabilità del vettore multimodale, sono stati elaborati due distinti sistemi: il c.d. regime unico (*uniform liability system*) - a sua volta diviso in un regime autonomo e totalmente indipendente rispetto alle singole modalità di trasporto ed il regime frammentato o sistema a rete la disciplina della modalità predominante (teoria dell'assorbimento) - e il c.d. il regime frammentato o sistema a rete (*network liability system*), nel quale il vettore multimodale è soggetto a diversi regimi di responsabilità, a seconda del luogo in cui si verifica il danno. Sul punto, così come sulla proposta della Commissione europea di revisione del regolamento delegato della Commissione n. 1926 del 31 maggio 2017 inerente i servizi di informazione di viaggio multimodale (*MMTIS - Multi-Modal Travel Information Services*), vedi A. Gaggia, *Il trasporto multimodale di persone*, cit., 350-366.

e lo sviluppo di standard internazionali coerenti come il completamento del lavoro del *Vertiport Study Group* dell'ICAO per l'adozione di *SARPs* dedicati ed il completamento del programma di *rulemaking* EASA.

*Abstract*

Il presente contributo si propone di fornire un'analisi giuridica sistematica del vertiporto quale infrastruttura centrale del complesso sistema di mobilità area avanzata, la c.d. Advanced Air Mobility (AAM) ed ha come obiettivi quello di approfondire – mediante l'esame della normativa internazionale (ICAO ed EASA) e nazionale (regolamento ENAC e cenni alla FAA) – lo stato di avanzamento del quadro-tecnico giuridico dell'infrastruttura e di fornire una sintesi complessiva relativa alla regolamentazione ed alla tipologia di vertiporti, con cenni relativi all'interazione con i mezzi di trasporto tradizionali, all'innovazione tecnologica, identificando le principali sfide giuridico-normative – urbanistiche, ambientali e di sicurezza – nel contesto italiano, europeo ed internazionale.

This paper aims to provide a systematic legal analysis of the vertiport as a core infrastructure of the complex Advanced Air Mobility (AAM) ecosystem. Its objectives are to examine the progress of the technical-legal framework of the infrastructure through an analysis of international (ICAO and EASA) and national regulations (ENAC regulation, with references to the FAA), and to provide a comprehensive synthesis regarding the regulation and typology of vertiports. The study also addresses the interaction with traditional means of transport and technological innovation, identifying the main legal and regulatory challenges—urban planning, environmental, and safety-related—within the Italian, European, and international contexts.