



ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY
RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT
DEPLOYMENT OF UAM

UAM FORESIGHT SCENARIOS

KNOWLEDGE GUIDANCE



ASSURED-UAM has received funding from the European Union's Horizon 2020 programme under Grant Agreement 101006696.



ASSURED-UAM is a project under the CIVITAS Initiative, one of the flagship programmes helping the European Commission achieve its ambitious mobility and transport goals.

Informazioni su questo documento:

La presente brochure raccoglie i risultati rilevanti di H2020 ASSURED-UAM sugli scenari di previsione per la futura implementazione di UAM.

Come citarlo:

ASSURED-UAM (2023). UAM Foresight scenarios. Knowledge guidance (Italian version). DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7775056>. Disponibile online su: www.assured-uam.eu/uam-foresight-scenarios-knowledge-guidance-brochure/.

Riconoscimento:

Il progetto ASSURED-UAM ha ricevuto finanziamenti dal programma Horizon 2020 dell'Unione Europea nell'ambito dell'accordo di sovvenzione 101006696. ASSURED-UAM è un progetto nell'ambito dell'iniziativa CIVITAS, uno dei programmi faro che aiutano la Commissione europea a raggiungere i suoi ambiziosi obiettivi di mobilità e trasporti.

Disclaimer:

Questa brochure è stata costruita sui risultati del consorzio ASSURED-UAM.

Le informazioni contenute in questo documento rappresentano il punto di vista dei membri di ASSURED – UAM alla data della sua pubblicazione e non devono essere considerate rappresentative del punto di vista del CINEA o della Commissione Europea.

Diritto d'autore:

Copyright © 2023 Partner del Consorzio ASSURED-UAM. Tutti i diritti riservati. ASSURED-UAM è un progetto Horizon 2020 sostenuto dall'Unione Europea nell'ambito della convenzione di sovvenzione n. 101006696. Per ulteriori informazioni sul progetto, sui suoi partner e contributori, visitare il sito web www.assured-uam.eu. È consentito copiare e distribuire copie letterali di questo documento, contenente questo avviso di copyright, ma non è consentito modificare questo documento. Tutte le immagini in questa pubblicazione sono di proprietà delle organizzazioni o delle persone accreditate. Il contenuto di questa pubblicazione può essere replicato e ampliato. La versione finale di questo documento dovrebbe essere regolata da una licenza Creative Commons CC BY-NC-SA 4.0 (Attribution- NonCommercial- ShareAlike 4.0 International). L'uso di questa pubblicazione è consentito alle seguenti condizioni:

- » Attribuzione: è necessario citare il documento come menzionato sopra, fornire un collegamento alla licenza e indicare se sono state apportate modifiche. Puoi farlo in qualsiasi modo ragionevole, ma non in alcun modo che suggerisca che il licenziante approvi te o il tuo utilizzo.
- » Non commerciale: non è possibile utilizzare il materiale per scopi commerciali.
- » Condividi allo stesso modo: se remixi, trasformi o sviluppi il materiale, devi distribuire i tuoi contributi con la stessa licenza come l'originale.
- » Nessuna restrizione aggiuntiva: non è possibile applicare termini legali o misure tecnologiche che impediscono legalmente ad altri di agire tutto ciò che la licenza consente.

Ulteriori dettagli su <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>. Il testo legale della licenza è disponibile su: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode>

Contatti:

Coordinatore del progetto: Bartosz Dziugiel email: bartosz.dziugiel@ilot.lukasiewicz.gov.pl

Responsabile della comunicazione del progetto: Raffaella Russo email: russo@issnova.eu

Editore della brochure: ISSNOVA email: institute@issnova.eu

Sito web del progetto: www.assured-uam.eu

Crediti immagini*:

Copertina anteriore: Aliaksandr Marko - stock.adobe.com

pagina 4: phonlamaipphoto - stock.adobe.com

pagina 5: designprojects - stock.adobe.com

pagina 6: Es sarawuth - shutterstock.com

pagina 8: Spielvogel - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=68340967>

pagina 9: Mztourist - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84237925>

pagina 14: tiero - stock.adobe.com

pagina 15: Tatiana Shepeleva - stock.adobe.com

pagina 16: Tatiana Shepeleva - stock.adobe.com

pagina 17: Es sarawuth - shutterstock.com

pagina 19: Di Raymar Laux - Volocopter GmbH, CC BY 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103623055>

pagina 20: di Nikolay Kazakov - Volocopter GmbH, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=105514209>

pagina 21: kinwun - stock.adobe.com

pagina 23: Di SERU Film Produktion GmbH - Volocopter GmbH, CC BY 4.0,

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=103623348>

Copertina posteriore: Aliaksandr Marko - stock.adobe.com

* Tutte le immagini sono concesse in licenza a ISSNOVA

Questo documento è una sintesi dei risultati del progetto ASSURED-UAM ed è strutturato come segue:		Page
1	ASSURED-UAM Panoramica	4
2	Il contesto UAM	5
2.1	Tendenze e previsioni	5
2.2	Tecnologie abilitanti	6
2.2.1	U-Space	6
2.2.2	Contesto tecnologico	7
2.3	Problemi di regolamentazione	8
3	Il segmento aereo come parte della Urban Mobility	10
3.1	Stakeholders	10
3.2	Strategie per l'integrazione sostenibile nelle aree urbane	11
4	UAM nel prossimo futuro	12
4.1	Esigenze ed aspettative di mobilità e UAM	12
4.2	Scenario base 2025	13
4.3	Scenario intermedio 2030	13
4.4	Scenario finale 2035	13
5	Città pilota ASSURED-UAM	15
5.1	Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia (GZM – Polonia)	15
5.2	Città Metropolitana di Bari (MCB – Italia)	15
5.3	Città metropolitana di Porto (MCP – Portogallo)	15
6	Casi d'uso ASSURED-UAM	16
6.1	UC 2025 1 – Consegna diretta nell'ultimo miglio	17
6.2	UC 2025 2 – Servizi pubblici point-to-point	17
6.3	UC 2030 3 – Consegna avanzata nell'ultimo miglio	17
6.4	UC 2030 4 – Servizio pubblico point-to-everywhere	18
6.5	UC 2035 5 – Trasporto sanitario diretto di persone	18
6.6	UC 2035 6 – Trasporto aereo personale automatizzato	18
6.7	Stima dei costi ambientali e dell'energia per i casi d'uso ASSURED-UAM	18
7	Le sfide dell'implementazione dei servizi UAM in Europa	20
7.1	Obiettivi ed aspettative degli stakeholder	20
7.2	Analisi degli stakeholder in termini di eLCC UAM	21
7.3	UAM come parte di un sistema di trasporto multimodale e le sue opportunità future	21
7.4	Accettazione pubblica	22
7.5	Livello di accessibilità economica	23
7.6	Strumenti di finanziamento	24
8	Conoscenze acquisite da ASSURED-UAM nelle città pilota	24
9	Risorse di supporto	25
10	Acronimi	25

1 ASSURED-UAM PANORAMICA

I servizi di Urban Air Mobility (UAM) presto saranno una realtà e troveranno largo uso nei prossimi decenni. Il progetto ASSURED-UAM mira a garantire una solida base di sicurezza, sostenibilità e accettabilità per lo sviluppo della UAM. Al fine di rendere la UAM il più efficace supporto al trasporto urbano a impatto climatico zero entro il 2050, il progetto ha lavorato al conseguimento dei seguenti obiettivi:

- » Identificare i trends nelle aree critiche.
- » Assicurare un ampio supporto sia organizzativo che nella definizione di norme e regole per le autorità, la politica e l'industria.
- » Diffondere le migliori pratiche operative, standard, raccomandazioni e soluzioni organizzative

dell'aviazione tra le strutture amministrative e legislative delle città.

- » Fornire raccomandazioni per l'integrazione dei mezzi di superficie nell'ambito del sistema di gestione del traffico aereo U-Space.

ASSURED-UAM ha testato 6 scenari di casi d'uso che considerano archi temporali di 5, 10 e 15 anni, in tre diverse regioni; nello specifico, l'area metropolitana di Górnośląsko-Zagłębiowska (regione dell'Alta Silesia in Polonia), la città metropolitana di Bari (Italia) e la città metropolitana di Porto (Portogallo).





2 IL CONTESTO UAM

Il concetto della UAM è in fase di definizione, tuttavia la sua accezione condivisa si riferisce ad un servizio di trasporto aereo di passeggeri e/o merci, di tipo on-demand e automatizzato che consente viaggi Door-to-Door (D2D) o quasi D2D, utilizzando velivoli con o senza equipaggio e diverse configurazioni, all'interno di aree urbane densamente popolate o verso di esse.

2.1 TENDENZE E PREVISIONI

La necessità delle grandi città di trovare modalità di trasporto più rapide per affrontare i problemi di mobilità nelle aree urbane, periurbane ed extraurbane promuove come soluzione la UAM. Infatti, è stimato che il mercato della UAM avrà un tasso di crescita annuale (CAGR) di oltre il 10% fino al 2035. Attualmente, in questa fase di sviluppo, il mercato è formato da molti Paesi che già lavorano per l'adozione commerciale della UAM. Inoltre, l'idea della UAM avanza rapidamente, sia in Europa che in Nord America. Tuttavia, entro il 2035, la quota di mercato più rilevante (39,27%) apparterrà

alla regione Asia-Pacifico, guidata dalla Cina, grazie ai tassi di crescita della popolazione ed a causa dei problemi di traffico.

Dalle previsioni emerge che la mobilità aerea urbana diventerà una realtà nei prossimi 15 anni. Nel 2025 è prevista l'introduzione della consegna delle merci e un primordiale servizio di mobilità privata, con uno sviluppo più completo nel 2035 di un servizio di mobilità di passeggeri¹. Tuttavia, le infrastrutture (per l'imbarco, lo sbarco, il decollo e l'atterraggio, la manutenzione, le operazioni di ricarica delle batterie) e il sistema di gestione del traffico aereo devono ancora essere definiti, progettati e costruiti.

Nel paradigma di trasporto D2D, il trasporto verticale deve essere integrato con le reti di trasporto di superficie ed i servizi pubblici esistenti negli ambienti urbani delle città, per consentire un trasporto efficace ed efficiente di merci e passeggeri, basato su norme, standard, sicurezza, connettività e funzionamento intelligente.

¹ SESAR Joint Undertaking: <https://www.sesarju.eu>

COVID-19

Nello scenario pre-COVID-19, con la UAM ancora in fase embrionale, l'industria degli eVTOL (electric Vertical Take-Off and Landing) aveva registrato una crescita impressionante, con oltre 1 miliardo di dollari di investimenti.

L'impatto della pandemia di COVID-19 sul settore dell'aviazione, a causa delle interruzioni delle attività lavorative, della catena di approvvigionamento e della cessazione di alcune attività operative, ha portato perdite per oltre 84 miliardi di dollari, rispetto alle previsioni per il 2020. Tuttavia, la pandemia ha anche accresciuto l'importanza della UAM in circostanze critiche. Infatti, alcune organizzazioni e alcune giurisdizioni intendono avviare operazioni commerciali per il trasporto passeggeri nei prossimi tre-cinque anni.

2.2.1 U-SPACE

Il concetto di U-Space fornisce servizi di gestione per i droni attraverso una serie di accordi, protocolli, comunicazioni, standard, legislazione, informazioni e servizi di traffico per consentire una crescita ordinata del traffico aereo urbano. I servizi U-Space si basano su un elevato livello di funzioni di digitalizzazione ed automazione e presentano procedure specifiche per garantire uno spazio aereo sicuro, efficiente e protetto per un elevato numero di droni, in un mercato aperto e competitivo.

Il primo livello U-Space implementa una serie specifica di servizi dedicati, basati sulla geo-awareness, l'identificazione e l'autorizzazione al volo dei droni intorno agli aeroporti. Nei prossimi anni, grazie all'incremento dell'automazione e della connettività dei droni, saranno disponibili ulteriori servizi ed operazioni che verranno completati entro il 2035 (Tabella 1).

2.2 TECNOLOGIE ABILITANTI

Le Tecnologie inerenti alla gestione dell'Informazione e della Comunicazione (ICT) sono i principali mezzi di integrazione a supporto del trasporto metropolitano mono-modale e multi-modale. Le applicazioni ICT supportano la UAM implementando l'Internet of Things (IoT), gli strumenti di comunicazione, l'elaborazione dei Big Data e il concetto di città intelligenti. Quest'ultimo mira a mitigare i problemi concretizzando il progresso tecnologico riguardo all'ottimizzazione dello spazio abitativo, alla riduzione dell'inquinamento ed alla gestione del consumo energetico.



Tabella 1: U-Space Roadmap

Fasi U-Space	Target	Servizi
U1	2019	Foundation services: coprono la registrazione elettronica, l'identificazione ed il geofencing.
U2	2022-2025	Servizi iniziali di gestione delle operazioni dei droni, che includono la pianificazione del volo, l'approvazione del volo, il monitoraggio e l'interfacciamento con il controllo del traffico aereo convenzionale.
U3	2025-2030	Servizi avanzati, che supportano operazioni più complesse in aree densamente popolate, come l'assistenza per il rilevamento dei conflitti e le funzionalità automatizzate di detect and avoid.
U4	2030-2050	Servizi completi, che offrono altissimi livelli di automazione, connettività e digitalizzazione sia per il drone che per il sistema U-Space.

2.2.2 CONTESTO TECNOLOGICO

In orizzonti temporali di 5, 10 e 15 anni è prevista un'evoluzione progressiva dei sistemi aeronautici, delle fonti di energia, della propulsione e delle infrastrutture UAM. La progettazione di sistemi aerei di droni per passeggeri mira alla creazione di una nuova esperienza per gli utenti, caratterizzata da diverse opzioni di propulsione, riduzione dell'inquinamento acustico, differente payload, sicurezza, costi e caratteristiche tecniche. Tali criteri guidano i principali concetti nella progettazione della propulsione: time to market previsto, velocità di crociera, accettazione e utilizzo delle rotte. D'altra parte, per i droni cargo, è già disponibile un livello molto elevato di tecnologia, tuttavia restano da implementare l'integrazione delle relative infrastrutture (di supporto operativo a terra, di decollo/atterraggio e di ricarica delle batterie) nel tessuto urbano e la regolamentazione dei droni unmanned per l'inserimento sicuro nel sistema complessivo di gestione del traffico aereo. Per consentire la mobilità aerea urbana, periurbana ed extraurbana,

sono necessarie le infrastrutture per l'imbarco, lo sbarco, il decollo, l'atterraggio, la manutenzione e le operazioni di ricarica delle batterie. Un vertiport (una sorta di piccolo aeroporto) dovrebbe integrare i punti di riferimento cittadini, cioè aeroporti, stazioni e autostrade, per fornire i diversi nodi per offrire un servizio D2D efficace.

Inoltre, per soddisfare gli ambiziosi requisiti della nuova generazione di velivoli a decollo e atterraggio verticale (VTOL), dovrebbero essere sviluppati sistemi di trasmissione flessibili a controllo avanzato, da integrare con una piattaforma di propulsione innovativa. Lo sviluppo di nuove tecnologie per le batterie, implementate nei nuovi sistemi ibridi di propulsione ad energia termica-elettrica o ad idrogeno, consentirà il passaggio a fonti di energia più pulite e sostenibili. Tuttavia, per il trasporto commerciale, la fonte di energia elettrica deve essere molto sicura, duratura, piccola, leggera e veloce in termini di tempo di ricarica, per consentire voli più lunghi. Gli intervalli di tempo per le funzionalità sopra menzionate sono riassunti nella tabella 2.

Tabella 2: Previsioni per gli orizzonti temporali di 5, 10 e 15 anni

Features	2021	2025	2030	2035
Quadro generale	-	<ul style="list-style-type: none"> » Nessuna svolta nelle tecnologie di propulsione. » I produttori cercano opportunità di efficienza di volo nella progettazione dei velivoli. 	<ul style="list-style-type: none"> » Fonti di energia sicura. Maggiori densità di energia e tassi di carica. » Operazioni per voli lunghi. » Disponibilità di tecnologie efficienti, sicure e accessibili. 	<ul style="list-style-type: none"> » Obbligo all'uso di velivoli elettrici nelle aree urbane a causa dell'inquinamento. » Tecnologie delle batterie più efficienti e affidabili, con batterie a maggior densità di energia.
Tecnologia per la consegna delle merci	Test di volo in corso.	On-demand e nella zona rurale.	Fase di test nell'area urbana.	Tecnologia completamente disponibile.
Infrastrutture	Iniziata la costruzione di alcuni vertiport per voli di test.	Aumento della costruzione di vertiport, inizialmente utilizzati da droni cargo e da alcuni air taxi privati.	Vertiport testati e pronti per essere messi in servizio.	Vertiport in servizio.
ITC	-	<ul style="list-style-type: none"> » Fase di test delle consegne automatizzate dei droni. » UAM unmanned per passeggeri non disponibile in Europa. 	<ul style="list-style-type: none"> » Operazioni per droni cargo integrate nella gestione della catena di approvvigionamento. » UAM unmanned per passeggeri ancora non disponibile in Europa. 	<ul style="list-style-type: none"> » Catena di approvvigionamento delle merci completamente automatizzata e paperless per la maggior parte delle rotte. » Trasporto aereo passeggeri autonomo non completamente integrato ma in fase di test in Europa. » Operazioni passeggeri completamente integrate localmente.

Entro il 2025, verrà effettuata una vasta gamma di test ed esperimenti per valutare i vari aspetti tecnici e commerciali, compresi nuovi concetti per dimostrare le ambizioni di una nuova mobilità in concorrenza con i concetti di mobilità esistenti.

Una volta che i pionieri avranno iniziato a introdurre le loro idee sul mercato, l'attenzione si sposterà verso uno sviluppo tecnologico più rapido e sul rollout delle innovazioni in un ecosistema dinamico, caratterizzato da un gruppo di attori in espansione ed un numero crescente di concetti di diversi. Di conseguenza, nel decennio dal 2025 al 2035, la concorrenza nell'ambito della mobilità verticale aumenterà.

2.3 PROBLEMI DI REGOLAMENTAZIONE

La regolamentazione delle operazioni di trasporto passeggeri UAM mira a garantire la sicurezza degli occupanti e degli altri utenti dello spazio aereo, mentre gli obiettivi nel trasporto di merci pericolose garantiscono la sicurezza delle persone non coinvolte, delle proprietà a terra e degli altri utenti dello spazio aereo.

Una vasta gamma di regole e standard definisce entrambe le tipologie di trasporto classificate come ad alto rischio. I protocolli e le procedure riguardano aeromobili, stazioni di terra, vertiport ed altre operazioni, definendo un livello minimo di sicurezza. D'altro canto, le operazioni a medio rischio sono regolamentate secondo un approccio



incentrato sull'operatività, basato su valutazioni del rischio predefinite o effettuate dal richiedente e valutate dall'autorità competente; trattandosi di una valutazione soggettiva, il livello minimo di sicurezza non è garantito. Le normative per l'industria aeronautica urbana richiedono una certificazione costante per una tecnologia che sta ancora avanzando, seguendo il ritmo rapido ed imprevedibile dello sviluppo del mercato UAM. Pertanto, le aziende ed i team di sviluppatori devono indagare sui pericoli e su tutti gli impatti del trasporto UAM, per garantire lo sviluppo senza soluzione di continuità di veicoli certificati. La regolamentazione per i velivoli VTOL (includere le versioni elettriche ed altre configurazioni di propulsione) è attualmente in fase di formulazione, poiché le infrastrutture e le tecnologie necessarie sono ancora in fase di concettualizzazione. Le nuove regole U-Space, pubblicate nel 2021, hanno definito ruoli e responsabilità e identificato i requisiti per gli operatori ed i fornitori di servizi per i sistemi aerei senza equipaggio (UAS) e per i servizi U-Space (USSP), comprese le procedure di registrazione dei servizi ed assistenza e di identificazione e segnalazione degli

incidenti. Esse hanno altresì identificato le responsabilità delle autorità competenti di ciascuno Stato membro dell'UE e dei produttori e distributori.

Inoltre, nella gestione dello spazio aereo urbano verso i progressi tecnici ed operativi della UAM e l'ulteriore integrazione nei concetti di mobilità urbana, è obbligatoria l'inclusione ed il riconoscimento delle città e delle regioni come autorità competenti, identificando i loro ruoli e responsabilità.

L'integrazione degli UAS nello spazio urbano dovrebbe tenere conto dei rappresentanti delle organizzazioni di sviluppo, dell'industria, delle agenzie e degli altri attori, durante l'elaborazione delle norme, potendo così coprire una più ampia gamma di problematiche. Le prime introduzioni di organizzazioni di sviluppo standardizzate sono previste tra il 2025 e il 2035.

Infine, l'ATM dovrebbe modificare le attuali regole, le politiche e le procedure per coprire le prospettive operative, accogliendo soluzioni, concetti e modelli di traffico UAM innovativi.



3 IL SEGMENTO AEREO COME PARTE DELLA URBAN MOBILITY

3.1 STAKEHOLDERS

Città, industrie, piccole e medie imprese, investitori, ricercatori ed altri attori delle città intelligenti sono riuniti nell'ambito dell'European Initiative on Smart Cities and Communities (EIP-SCC), che coinvolge il pubblico, l'industria e altri gruppi interessati nello sviluppo di soluzioni innovative relative alla gestione delle città.

Tuttavia, nei documenti strategici di pianificazione a lungo termine manca ancora una conoscenza critica dell'atteggiamento dei cittadini nei confronti della diffusione della mobilità, dimostrata dall'attuale

manca di regolamentazione e di infrastrutture dedicate.

Gli attori della pianificazione urbana e dei trasporti dovrebbero interagire con gli attori dell'aviazione e dell'ATM, nei settori delle infrastrutture energetiche, del finanziamento e degli appalti, per elaborare raccomandazioni politiche e di pianificazione per il futuro sviluppo sostenibile delle città europee e dei loro servizi di trasporto, compatibili con la diffusione dei servizi UAM. Gli attori e gli stakeholders identificati sono illustrati nella tabella 3.

Tabella 3: Attori, stakeholders e rispettivi settori

Campo	Attori e stakeholder
Trasporti urbani e pianificazione urbana	<ul style="list-style-type: none"> » Operatori dei trasporti (compresa la logistica) e dell'infrastruttura. » Servizi Smart City che si affidano all'UAM. » investitori pubblici e privati. » Start-up ed innovazione dell'ecosistema locale. » Autorità pubbliche in materia di protezione dell'ambiente. » Autorità pubbliche per gli affari sociali (coesione sociale, inclusione, sicurezza del posto di lavoro). » Istituzioni educative. » Cittadini/società civile.
Aviazione e ATM	<ul style="list-style-type: none"> » Operatori aeroportuali. » Operatori Vertiport. » Operatori dell'aviazione generale (ricreativi e professionali). » Operatori dell'aviazione commerciale. » U-Space/UTM (Gestione del traffico urbano). » Operatori UAS e UAM. » Piloti UAS. » Produttori di UAS. » Controllori del traffico aereo (ATC). » Fornitori di servizi di navigazione aerea (ANSP). » Autorità aeronautiche nazionali (NAA). » Governi nazionali/regionali/locali. » Autorità e operatori militari.
Infrastrutture energetiche	<ul style="list-style-type: none"> » Grid/smart grid managers. » Produttori di energia da fonti rinnovabili. » Produttori di energia fossile. » Rivenditori di energia. » Investitori. » Start-up. » Cittadini.
Finanziamento e approvvigionamento	<ul style="list-style-type: none"> » Governi nazionali/regionali/locali. » Fornitori di infrastrutture. » Pubblico e privato. » Investitori. » Cittadini.

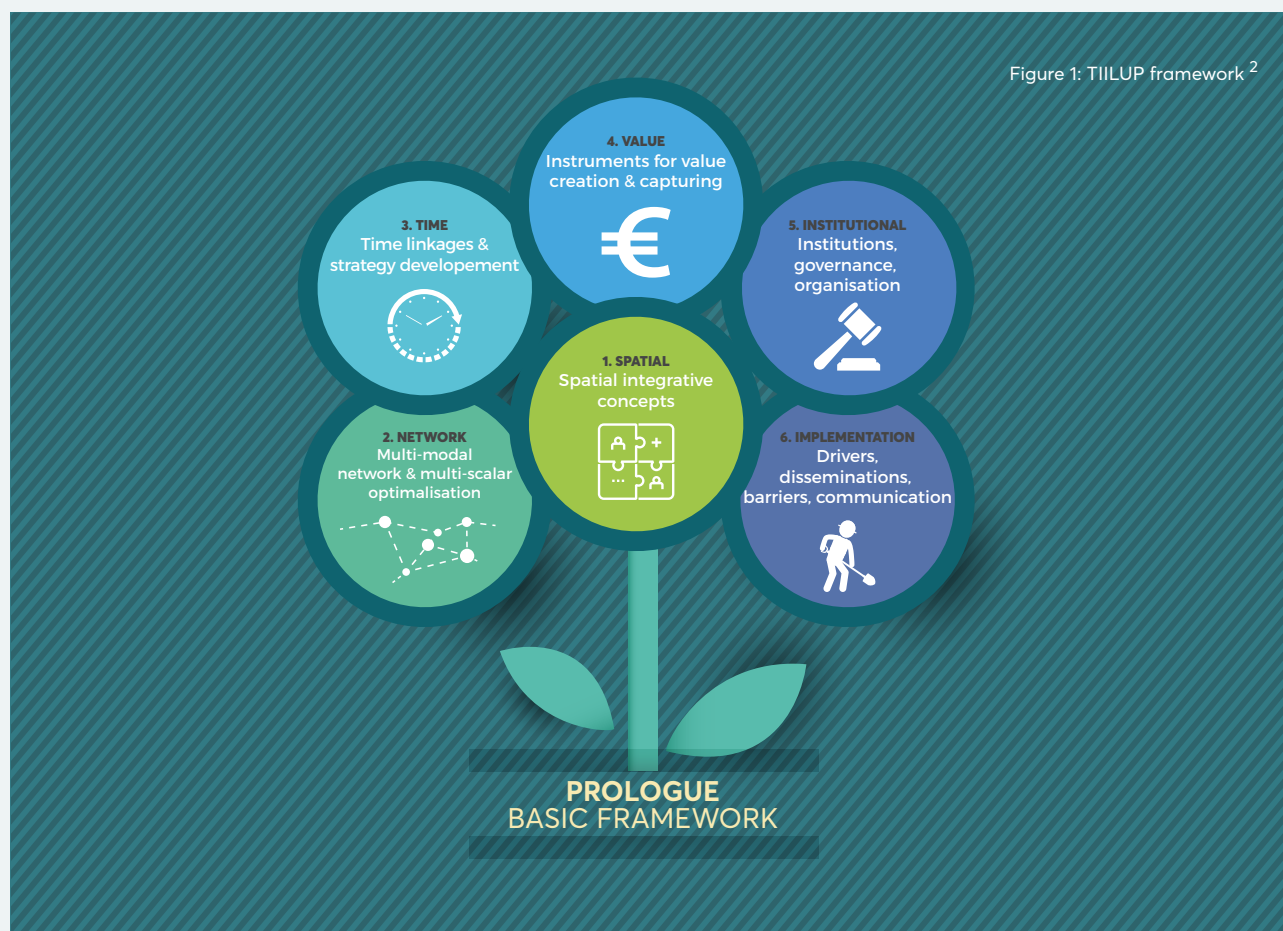
VINCOLI OPERATIVI

Mentre le tecnologie di volo sono ad un alto livello di maturità (molte sono in fase di certificazione), le città devono fare investimenti per adattare le infrastrutture esistenti e crearne di nuove per accogliere questa nuova modalità di trasporto. Inoltre, ci sono aspetti relativi alla regolamentazione, alla certificazione, all'integrazione di ATM e UTM, all'ambiente ed ai servizi U-Space che devono essere adeguatamente affrontati per consentire la corretta implementazione dell'UAM nelle città europee – la gestione delle infrastrutture, l'uso dei terreni, l'approvvigionamento energetico, i servizi U-Space, l'integrazione ATM, la regolamentazione e gestione del rischio, gli aspetti ambientali e le limitazioni nell'integrazione del trasporto multimodale.

3.2 STRATEGIE PER L'INTEGRAZIONE SOSTENIBILE NELLE AREE URBANE

Nell'ambito di una dimensione disciplinare più ampia (Figura 1), l'integrazione dei concetti di spazio con le rispettive infrastrutture e reti complementari garantisce una perfetta integrazione della mobilità con tutti le modalità di trasporto. Pertanto, per promuovere interfacce fisiche integrate, sono necessarie le seguenti soluzioni.

- » Esaminare i concetti di agglomerazione spaziale integrativa e di trasporto (sviluppo orientato al transito o corridoi multimodali).
- » Assicurare un'ottimizzazione della rete multimodale a varie scale spaziali.
- » Adeguare i paradigmi associati al cambiamento degli stili di vita ed ai collegamenti con la mobilità e l'accessibilità.
- » Combinare la creazione e l'acquisizione di valore in infrastrutture e sviluppo spaziale.
- » Considerare la dimensione istituzionale della governance che consente di attuare i driver per una pianificazione integrata che affronti gli ostacoli.



² Transport Infrastructure Integrated with Land-Use Planning (TIILUP): https://www.nuvit.eu/wp-content/uploads/2018/08/tiilup-scoping-study_dec2013.pdf

4 UAM NEL PROSSIMO FUTURO

Il prossimo futuro è caratterizzato da un'elevata incertezza nello stabilire come potrebbe avvenire l'integrazione della UAM. Le aree urbane devono ancora fornire soluzioni di mobilità per il pendolarismo. Pertanto, la mobilità aerea urbana dovrà essere integrata nella rete di trasporto urbano in una vasta prospettiva di sistema, garantendo sicurezza e protezione, accettazione pubblica, sistemi di mobilità normati ed organizzati opportunamente. Il traffico UAM dovrà essere integrato in un ambiente di trasporto urbano multimodale, garantendo adattamento, evoluzione ed integrazione delle infrastrutture e comprendendo anche la sostenibilità ambientale complessiva.

Si prevede che la UAM servirà una nicchia specifica di post-delivery, consegne di emergenza o viaggi di lavoro. Soltanto dopo che gli sviluppi tecnologici consentiranno prezzi accessibili per la popolazione, essa potrà essere considerata un'opzione integrata nella mobilità. Inoltre, vista la crescente modalità di lavoro in regime di smart working, il pendolarismo tenderà a diminuire considerevolmente e la UAM sarà un fattore abilitante per la fornitura di servizi.

4.1 ESIGENZE ED ASPETTATIVE DI MOBILITÀ E UAM

Le esigenze principali della UAM riguardano in primo luogo la presenza di edifici adatti ad ospitare i vertiport. Dovranno essere garantiti bassi livelli di rumore e livelli di sicurezza comparabili con gli aerei commerciali, per una migliore accettazione sociale.

Attualmente, lo sviluppo dei vertiport si basa su collaborazioni tra operatori esperti di infrastrutture e produttori di velivoli UAM. I vertiport saranno aree facilmente accessibili per gli utenti e potranno essere di diverse dimensioni e numero, a seconda dei volumi di traffico previsti e della città designata. La connessione alla rete di alimentazione elettrica è obbligatoria per la ricarica delle batterie dei velivoli UAM.

Elevati livelli di sicurezza sono un aspetto vitale delle operazioni UAM. Pertanto, garantire standard comparabili a quelli dell'aviazione generale salvaguarda l'accettazione sociale del nuovo concetto di trasporto. Infine, il rumore generato dai veicoli rappresenta un rischio significativo per l'accettazione dell'impiego della UAM; pertanto, durante tutte le fasi operative, il rumore dovrebbe essere mantenuto a un livello basso, accettabile e appropriato.

Aspettative positive sono emerse dall'accettabilità sociale dell'uso del sistema di trasporto UAM, in quanto esso rappresenta un'opportunità per il miglioramento dei tempi di risposta alle emergenze, la riduzione degli ingorghi e delle emissioni locali, lo sviluppo di aree remote, la creazione di nuovi posti di lavoro ed il raggiungimento di una posizione di leader di mercato per Europa, Asia e Stati Uniti.

In ASSURED UAM è stata sviluppata una definizione completa di concetto operativo (Concept of Operations, ConOps) per i droni cargo, che descrive in dettaglio la piattaforma di atterraggio dei droni, il drone cargo, le operazioni dei droni ed i servizi specifici UTM. Analogamente, è stato sviluppato un ConOps per il trasporto passeggeri, che descrive le operazioni UAM (pre-flight, partenza, crociera, descent, avvicinamento, landing e post-flight).

Entrambi i documenti presentano le linee guida per le operazioni ed hanno in comune due obiettivi: un qualsiasi cambiamento negli aspetti normativi deve essere sempre orientato a garantire la sicurezza dello spazio aereo ed i servizi UAM devono risultare flessibili e scalabili.

Nelle tabelle che seguono sono riassunti i presupposti e le ipotesi operative per ciascuna delle due applicazioni.

IPOTESI PER I DRONI CARGO

- » Occorrerà operare all'interno di un contesto normativo le cui principali autorità di regolamentazione saranno le autorità nazionali e dell'Unione Europea.
- » I parametri operativi ed il mantenimento della sorveglianza saranno regolamentati e stabiliti dalle autorità competenti.
- » Inizialmente, la consegna delle merci sarà applicabile solo in aree idonee (con piattaforme di atterraggio registrate); in alternativa, ci saranno centri di smistamento delle consegne.
- » Le informazioni operative sulla consegna delle merci dei droni saranno accessibili su richiesta dalle autorità di regolamentazione.
- » Vigerà una gestione cooperativa del traffico, condotta in conformità con un set di regole Community-Developed e Community-Based.
- » I fornitori di servizi di consegna merci con droni riceveranno e scambieranno informazioni durante le operazioni di consegna delle merci.
- » Gli operatori di droni rispetteranno gli intenti condivisi e saranno consapevoli di altre operazioni nelle vicinanze.

IPOTESI PER I DRONI PER PASSEGGERI

- » I velivoli UAM opereranno all'interno di un ambiente normato in cui i principali regolatori sono la FAA per gli Stati Uniti e l'EASA per l'UE.
- » La FAA e l'EASA manterranno l'autorità di regolamentazione e saranno responsabili della definizione dei parametri operativi e della supervisione.
- » Gli operatori non potranno ottimizzare le loro operazioni a discapito dell'ottimizzazione dell'intero ambiente operativo UAM.
- » Vigerà una gestione cooperativa del traffico, condotta in conformità con un set di regole Community-Developed e Community-Based.
- » Le autorità di regolamentazione si riserveranno il diritto di aumentare i requisiti di prestazione operativa dei singoli velivoli, per ottimizzare l'utilizzo della capacità dello spazio aereo.
- » Gli operatori riceveranno e scambieranno informazioni dai provider di servizi UAM durante le operazioni UAM.
- » I provider di servizi UAM saranno in grado di ottenere informazioni di volo UTM tramite la rete UAS Service Supplier (USS). La rete USS sarà in grado di ottenere informazioni di volo UAM tramite la rete dei provider di servizi UAM.
- » Gli operatori UAM manterranno la conformità alla condivisione del flight intent degli operatori, consapevoli di altre operazioni nelle vicinanze.
- » L'intervento di Demand Capacity Balancing (DCB), da parte delle autorità di regolamentazione, potrebbe essere necessario per supportare le operazioni all'aumentare del numero di operazioni UAM..

4.2 SCENARIO BASE 2025

Il forte interesse per questo nuovo sistema di trasporto urbano include le compagnie aeree e le società di gestione aeroportuale, gravemente colpite dalla pandemia globale di COVID-19. Lo sviluppo di velivoli a decollo verticale è in fase avanzata ma le infrastrutture (come i vertiport), le tecnologie di gestione e la regolamentazione sono ancora in fase di sviluppo. Pertanto, lo scenario UAM di base al 2025 si concentra sulle operazioni di trasporto pubblico nelle aree urbane con un pilota reale a bordo del veicolo,

³ In the first phase, before passing to a full automation of the flight, the operations will be conducted by a on board pilot.

come di seguito elencato³.

- » Consegna delle merci: le consegne automatizzate con droni dovrebbero essere in fase di test e si prevede di sfruttare le soluzioni ICT disponibili.
- » Trasporto passeggeri: la UAM senza equipaggio per passeggeri non dovrebbe essere disponibile in Europa.
- » Operazioni passeggeri con equipaggio su aree densamente popolate non sono coperte dalle soluzioni ITC.

4.3 SCENARIO INTERMEDIO 2030

- » Consegna delle merci: operazioni con droni cargo integrate nella gestione della catena di approvvigionamento.
- » Tutte le funzionalità sono disponibili (ad esempio, il monitoraggio della spedizione, che indica la posizione reale del drone), nonché una maggiore ottimizzazione della sostenibilità delle capacità degli operatori cargo (riduzione dell'impronta di carbonio).
- » Trasporto passeggeri: si prevede che la UAM senza equipaggio per passeggeri non sarà disponibile in Europa e le operazioni di trasporto pubblico di passeggeri con equipaggio su aree densamente popolate saranno parzialmente integrate con modalità limitate in un'area segregata.

4.4 SCENARIO FINALE 2035

- » Consegna delle merci: catena di approvvigionamento delle merci completamente automatizzata e paperless per la maggior parte delle rotte, magazzinaggio e carico/scarico delle merci automatizzato.
- » È previsto un elevato grado di integrazione e digitalizzazione dei trasporti. Le aree metropolitane popolate richiedono droni cargo per operare esclusivamente tra infrastrutture terrestri dedicate e protette (nodi).
- » Trasporto passeggeri: il trasporto aereo autonomo di passeggeri dovrebbe essere in una fase di test in Europa ma non è ancora pienamente integrato. Il trasporto passeggeri senza equipaggio (utilizzando le tecnologie UAM) maturerà nel 2050. Le operazioni di trasporto pubblico di passeggeri con equipaggio su aree densamente popolate saranno pienamente integrate localmente, ma in un'area limitata.

SCENARIO 2050

È ragionevole presumere che il trasporto passeggeri senza equipaggio maturerà nel 2050, a causa degli aspetti di integrazione sottolineati dai casi d'uso individuati, fattibili come parte di un sistema di trasporto integrato. Pertanto, la sostenibilità e l'accettazione sociale di questa mobilità aerea urbana possono essere facilitate.

Grazie anche all'esperienza maturata nella progettazione e realizzazione di sistemi ATM, le soluzioni per i sistemi UTM saranno pienamente operative in un viaggio intermodale, potendo contare su nuove tecnologie e su un alto livello di automazione, per gestire in modo efficiente e sicuro il crescente utilizzo di velivoli a

pilotaggio remoto. Il punto critico per questo periodo sarà l'integrazione: fisica, di rete, tariffaria (metodi di pagamento), informativa ed istituzionale.

Il ruolo della tecnologia nelle città del futuro sarà decisivo. Automazione, elettrificazione, connettività, servizi telematici ed un'idea innovativa delle infrastrutture semplificheranno il rapporto tra mezzi, utenti ed ambiente circostante.



5 CITTÀ PILOTA ASSURED-UAM

Le città forniscono efficacemente soluzioni organizzative, politiche ed innovative per superare gli ostacoli ad un'implementazione di successo della UAM nei vecchi sistemi e nelle infrastrutture obsolete. Pertanto, tre città in tutta Europa hanno supportato l'elaborazione e la valutazione di scenari UAM nei diversi casi d'uso (UC):

5.1 GÓRNOŚLĄSKO-ZAGŁĘBIOWSKA METROPOLIA (GZM – POLONIA)

Dal 2018, il GZM ha lavorato a lungo all'implementazione della UAM. Attualmente, lo spazio aereo urbano è principalmente un'area di prova; a causa della mancanza di alternative per il trasporto urbano, la UAM è un'opzione per supportare le strategie urbane, la gestione delle emergenze sanitarie, la gestione del rischio e la protezione ambientale.

Tuttavia, l'attuale approccio dei governi locali verso la prospettiva di uno spazio aereo urbano dominato commercialmente e sovra-regolamentato influisce sulla diminuzione dell'accettazione pubblica.

L'area metropolitana GZM comprende che la UAM è la terza dimensione della mobilità urbana e che le responsabilità relative alle normative aeronautiche diventeranno parte dell'agenda.

GZM affronta sfide nel fornire servizi di trasporto nell'area post-industriale di rigoroso sviluppo infrastrutturale ed alta densità di popolazione, creando accessibilità a tali servizi nelle aree rurali distanti dal centro dell'agglomerato urbano, costruendo una mobilità aerea urbana sostenibile per applicazioni mediche, compresi i trasporti ed il monitoraggio medico.

5.2 CITTÀ METROPOLITANA DI BARI (MCB – ITALIA)

Il piano di mobilità sostenibile di MCB si concentra sull'accessibilità e l'interconnettività delle città, sulla riduzione dell'inquinamento atmosferico e sulla diminuzione dei consumi energetici attraverso la costruzione di un terminal di interscambio modale accanto alla Stazione Centrale di Bari, che dovrebbe integrare anche la UAM.

A breve, MCB favorirà l'uso di droni per supportare le attività dei vigili del fuoco e della protezione civile e monitorare gli edifici e prevede che i servizi di consegna delle merci risolvano i problemi di logistica urbana in

centro e nelle zone con accesso condizionato, entro il 2025/2030. Nel 2030, MCB probabilmente offrirà anche servizi UAM per consegne ospedaliere urgenti. Entro il 2035, l'implementazione della UAM per trasportare passeggeri su richiesta e consegnare merci tramite droni in segmenti multi-viaggio potrebbe essere una realtà.

5.3 CITTÀ METROPOLITANA DI PORTO (MCP – PORTOGALLO)

Il contesto economico generale di MCP richiede una prospettiva molto più ampia quando si guarda all'agenda verde in materia di mobilità.

MCP ha già implementato politiche per promuovere l'uso del trasporto pubblico terrestre che non risolveranno completamente tutti i problemi di mobilità vissuti dalle varie municipalità. Pertanto, esplorando il potenziale della UAM, MCP si aspetta quanto di seguito elencato.

- » Integrazione degli operatori logistici di aeroporto e porto per evitare strade sempre più congestionate.
- » Erogazione di servizi, ai comuni meno popolati, di consegna di medicinali disponibili solo presso l'ospedale principale nel nord del Portogallo (nella città di Porto), evitando grossi flussi di pazienti verso l'area ospedaliera principale.
- » Servizi di monitoraggio nell'edilizia sociale e nelle azioni di protezione civile, utilizzando droni in sostituzione del personale umano.
- » Miglioramento dell'interconnessione tra tutti i comuni all'interno della metropoli.



6 CASI D'USO ASSURED-UAM

Gli scenari di casi d'uso più rilevanti sono stati definiti sulla base dei principali servizi UAM di mobilità merci e passeggeri. La definizione dei ConOps si riferisce a tutti gli attori, i regolamenti e le procedure coinvolte (Tabella 2). Il concetto di Advanced Air Mobility (AAM) è emerso incorporando casi d'uso non specifici per le operazioni in ambienti urbani, come l'uso commerciale (interurbano e intraurbano), la consegna di merci, i servizi pubblici ed i veicoli privati e per il tempo libero. Pertanto, l'AAM si occupa di un'ampia gamma di opportunità nel trasporto di passeggeri e merci nelle aree urbane e periurbane, con VTOL ed eVTOL efficienti e sicuri per il trasporto ecologicamente sostenibile di persone e merci nel campo della logistica, in una nuova dimensione della rete del trasporto urbano.

I casi d'uso più probabili (UC) dovrebbero comportare tipologie di operazioni fattibili entro l'orizzonte temporale in esame, considerando il Technology Readiness Level (TRL) e le normative previste.

I casi d'uso differiscono in termini di carico utile, distanza massima di volo (incluso il ritorno), profilo di missione, livello dei servizi U-Space previsto, modalità di volo, scala operativa, quadro normativo, gestione delle operazioni, configurazione e componenti UAS, infrastruttura relativa al suolo, soluzioni ICT ed aspetti di integrazione all'interno delle modalità di trasporto di superficie. Gli obiettivi di distribuzione dei casi d'uso, per ogni scenario temporale, sono illustrati nella tabella 4.

Tabella 4: Sintesi casi d'uso

Obiettivo dello sviluppo	2025	2030	2035
Definizione della missione	Merchi di piccola taglia, fino a 30 km, supervisione umana, piano di volo manuale, volo automatico.	Merchi di dimensioni regolari, fino a 50 km, supervisionate dall'Intelligenza Artificiale, piani di volo e volo automatici.	Trasporto di passeggeri speciale e regolare su piccola scala, fino a 400 km, supervisionato dall'Intelligenza Artificiale, piani di volo e volo automatici.
Specifiche UAS	VTOL	VTOL	VTOL, ali fisse ultraleggere
Infrastrutture	Pubblico	Pubblico/privato	Luoghi pubblici non predisposti



6.1 UC2025|1 – CONSEGNA DIRETTA NELL'ULTIMO MIGLIO

È uno dei primi tipi di operazioni di trasporto di droni comunemente considerati nelle aree urbane. Grazie alla missione relativamente non complessa, permette anche di raccogliere i primi dati necessari per operazioni più sofisticate, orientate alle reali esigenze del mercato (consegne avanzate nell'ultimo miglio). Inizialmente, durante i test, le operazioni automatizzate dovrebbe essere supervisionate da un operatore umano. Semplici operazioni commerciali di consegna (locale) di piccoli pacchi leggeri da punti di distribuzione definiti a destinazioni finali, dedicate alla sostituzione di auto e camion leggeri, utilizzati per le consegne tramite corriere.

L'area coperta è il centro città (zone residenziali e commerciali), le aree residenziali densamente

popolate vicino al centro città e le aree commerciali e suburbane (l'area principale di attività dovrebbe essere focalizzata su ambienti poco impegnativi in termini di ostacoli aerei, condizioni di volo e vincoli).

I servizi logistici privati per le piccole aziende saranno coadiuvati dalla UAM (grandi centri commerciali in aree suburbane e piccole aree commerciali nel centro della città). Le operazioni riguarderanno un hub logistico (intermodale) del centro città (ultimo miglio), comprendente armadietti per pacchi, situati sul tetto di edifici pubblici o privati oppure in un'area dedicata. L'area terminale del volo non si trova in uno spazio densamente popolato.

6.2 UC2025|2 – SERVIZI PUBBLICI POINT-TO-POINT

Svolgono compiti di servizio pubblico ad alta priorità, nel quadro del partenariato pubblico-privato, guidati da enti pubblici, consentendo operazioni caratterizzate da maggiori rischi aziendali, giustificate da un elevato interesse pubblico (ad esempio, trasporto medico di sangue, medicinali, campioni medici ed altri carichi leggeri). Le operazioni collegano direttamente punti sotto gestione pubblica, come ospedali, laboratori o altri enti che offrono servizi pubblici.

Il caso d'uso si riferisce alla fornitura di assistenza sanitaria per grandi ospedali, campus sanitari e servizi medici locali (farmacia, clinica medica) sostenuti da un hub logistico (intermodale) ospedaliero e da un eliporto, presso una struttura di servizi medici locale, con area terminale di volo situata in un'area popolata a bassa densità.

6.3 UC2030|3 – CONSEGNA AVANZATA NELL'ULTIMO MIGLIO

Consegne nell'ultimo miglio più complesse e con l'utilizzo di vettori più pesanti, in grado di consegnare più di un pacco durante la singola missione. Le operazioni saranno completamente automatizzate, anche se ancora supervisionate da un operatore umano, in modo da consentire un numero maggiore di operazioni.

Voli per il centro cittadino (funzioni residenziali e commerciali), in aree residenziali densamente popolate e aree suburbane, collegate a grandi centri commerciali da servizi logistici privati basati su un hub (intermodale) nel centro città (ultimo miglio),



comprendente armadietti per pacchi, situati sul tetto di edifici pubblici o privati oppure in un'area dedicata. L'area terminale del volo non si trova in uno spazio densamente popolato.

6.4 UC2030|4 – SERVIZIO PUBBLICO POINT-TO-EVERYWHERE

Elevato interesse pubblico per compiti ad alta priorità, connessi al servizio pubblico (rischi più elevati ed impegnativi, come il trasporto medico di attrezzature di pronto soccorso, sangue, medicinali, campioni medici ed altri carichi leggeri), che possono essere gestiti direttamente da o verso il luogo dell'incidente, consentendo operazioni più rischiose, volte a collegare in modo diretto punti in gestione pubblica, come ospedali, laboratori o altri enti.

Coprono i grandi campus ospedalieri e tutte le aree cittadine che offrono assistenza sanitaria, sicurezza pubblica e gestione delle emergenze, basate su un hub logistico (multimodale) ospedaliero oppure uno spazio dedicato a terra o edifici sopraelevati (se soddisfano i requisiti minimi di sicurezza per il decollo e l'atterraggio) in un'area a bassa densità di popolazione (per la terminazione del volo).

6.5 UC 2035|5 – TRASPORTO SANITARIO DIRETTO DI PERSONE

Le prime operazioni di test sono supervisionate da un operatore umano all'interno di una singola area metropolitana, consentendo il trasporto medico, senza equipaggio, tra ospedali di passeggeri qualificati/pazienti, che non richiederanno assistenza medica durante il volo, fornendo servizi sanitari tra grandi campus ospedalieri, utilizzando eliporti ospedalieri per il decollo e la fase terminale del volo.

Il caso d'uso è progettato per consentire la raccolta di esperienze necessarie per operazioni di trasporto passeggeri senza equipaggio più complesse, per sostituire gradualmente i tradizionali servizi medici di emergenza con elicottero.

6.6 UC2035|6 – TRASPORTO AEREO PERSONALE AUTOMATIZZATO

Considerando i velivoli certificati, disponibili sul mercato nel 2035, si potranno raggiungere aree densamente popolate, condividendo lo spazio aereo con il traffico già presente. Gli equipaggi potranno entrare nell'area U-Space solo in modalità di volo automatico (pilota automatico attivo), introducendo le operazioni completamente automatizzate del futuro.

Le operazioni, inizialmente assistite da pilota umano nel velivolo, saranno autorizzate sia per il decollo che l'atterraggio, in aeroporti/vertiport a traffico misto e in modo automatico, sulla base di hub di trasporto multimodale che comprendono eliporti vicino a stazioni ferroviarie, porti ed aeroporti, collegati alla strada urbana, al trasporto ferroviario e fluviale per poter trasportare merci e passeggeri all'eliporto di destinazione.

6.7 STIMA DEI COSTI AMBIENTALI E DELL'ENERGIA PER I CASI D'USO ASSURED-UAM

Sono stati calcolati i costi completi del ciclo di vita e l'efficienza energetica per ciascun caso d'uso, valutando una componente legata all'impronta ambientale, monetizzata identificando le fonti e assumendo valori per i costi di investimento, ritardi e fine vita.

I risultati ottenuti dalle analisi eLCC (Environmental Life Cycle Cost) per tutti i casi d'uso hanno fornito informazioni cruciali sulle aree che dovrebbero essere considerate dai decisori, nonché dai fornitori e dagli operatori UAM, in termini di costi (KPI, cioè indicatori chiave di prestazione) ed in base alla neutralità climatica, alla sostenibilità, all'efficienza ed a criteri relativi agli aspetti sociali.

Una maggiore consapevolezza dei costi esterni generati dai trasporti, ispirata dalla strategia del Green Deal della Commissione Europea, può essere senza dubbio identificata come una delle principali giustificazioni per un tale approccio.

In effetti, consentirebbe il confronto, fornendo un quadro accurato (orientato all'ambiente) dei costi di trasporto urbano e periurbano e getterebbe le basi per un futuro sistema di alto livello, pienamente integrato, prioritario, sostenibile e neutrale dal punto di vista climatico, con un ruolo decisivo della UAM.

Ipotizzando una situazione economica favorevole, altri costi potrebbero ridurre la convenienza economica dell'implementazione della UAM, a causa di costi

determinati dall'accessibilità allo spazio aereo, dal livello insoddisfacente di integrazione ATM, dall'oneroso processo di certificazione, dal lento (o insufficiente) progresso delle opzioni di propulsione, dalle violazioni della sicurezza informatica, dal basso (o nullo) grado di automazione. Inoltre, anche se i contribuenti credono finalmente che la UAM sia sicura e conveniente, alcuni gruppi spesso bloccano qualsiasi miglioramento (o attività) nel loro ambiente. Questi cosiddetti NIMBY - Not In My Backyard (non nel mio cortile) potrebbero far aumentare rapidamente i costi dello sviluppo (o dei miglioramenti) dell'infrastruttura UAM e delle operazioni UAM, oltre un livello ragionevole.

Indipendentemente dal tipo di operazione passeggeri o merci, la regola generale secondo cui "maggiore è la domanda, minori sono i costi unitari" si applica anche ai servizi UAM.

Indubbiamente, il contributo finanziario più significativo alle operazioni UAM deve essere effettuato nella fase iniziale, quando tutte le infrastrutture e i velivoli devono essere acquistati. Questo costo varia da 3,5 milioni di euro per il trasporto di piccole merci a 12 milioni di euro per il trasporto di passeggeri.

Nella fase operativa della UAM, in cui è possibile distinguere i costi energetici, operativi, di ritardo e di deadhead, ambientali e di fine vita, le spese operative rappresentano quasi il 99% di tutti i costi identificati. In cifre, questa categoria di costo varia da 471.000 euro/anno per il trasporto di piccole merci fino a quasi 2,5 milioni di euro/anno per il trasporto passeggeri. Le sottocategorie dominanti nei voli di merci (piccole e medie) sono i costi di volo, le spese amministrative generali ed i costi di ammortamento. Al contrario, nei voli passeggeri e per merci

di grandi dimensioni, l'aumento dell'impatto delle tasse è associato ai costi dei servizi di volo e passeggeri (per i voli cargo, si tratta di carico/scarico di pacchi).

I costi energetici variano da 300 euro/anno a 26.000 euro/anno. Vale la pena ricordare che la maggior parte di questo costo è correlato al consumo energetico del velivolo durante il volo, mentre il resto viene utilizzato dalle infrastrutture di terra. Inoltre, il costo dell'energia è fortemente correlato alla distanza percorsa ed alle dimensioni del velivolo: più lungo è il volo e più grande è l'aereo, maggiore è il costo energetico.

Un'altra fonte di costi per i fornitori e gli operatori UAM sono i ritardi. Questi possono causare fino a 45.000 euro/anno di rimborsi per i destinatari dei pacchi e fino a 900 euro/anno per i passeggeri UAM. A seconda delle dimensioni di un velivolo e della distanza percorsa in una singola operazione, i costi ambientali totali possono variare tra 1.000 euro/anno per il trasporto di merci di piccole dimensioni fino a 8.000 euro/anno per il trasporto di passeggeri.

Le tasse sulle emissioni di carbonio sono il contributo più significativo a questi costi. Tuttavia, il costo di fine vita (riciclo) nel contesto di altre spese è relativamente basso. Il costo annuale varia tra 128 euro/anno e 564 euro/anno, correlato al numero di velivoli disponibili ed alla loro durata. Quando si considera la redditività delle operazioni UAM, il rapporto "deadhead" è un'informazione di valore significativo per tutti i fornitori UAM relativi al trasporto passeggeri. A causa del riposizionamento dei velivoli, richiesto in caso di indisponibilità in un determinato vertiport, un presunto 20% di tutte le operazioni potrebbe non essere monetizzato, riducendo così l'utile netto dei fornitori di UAM.



7 LE SFIDE DELL'IMPLEMENTAZIONE DEI SERVIZI UAM IN EUROPA

La UAM richiede la capacità di controllare e sincronizzare le attività della logistica, impiegando velivoli e sviluppando l'intero ecosistema che lo circonda: aeromobili e sistemi di supporto all'interno di un ambiente di trasporto multimodale altamente complesso.

Negli ultimi anni, la crescita della mobilità condivisa, dei servizi on-demand e dei modelli pay-per-use ha messo in discussione la tecnologia tradizionale. Inoltre, l'abbondanza di nuovi dati sulle preferenze e sui prezzi di mobilità consentirà ulteriormente ai fornitori di servizi di mobilità di anticipare la domanda di UAM, dando priorità alle strategie più attraenti, gestendo l'efficienza della rete e integrando le diverse modalità di trasporto.

Allo stesso tempo, l'infrastruttura è un vincolo cruciale per la UAM. È fondamentale per trasformare la logistica dell'ultimo miglio e la mobilità delle persone, migliorando la sostenibilità ambientale, la congestione del traffico e l'efficienza dell'intera attività urbana.

7.1 OBIETTIVI ED ASPETTATIVE DEGLI STAKEHOLDER

La collaborazione tra le diverse parti interessate (ad esempio operatori, start-up, enti pubblici o organizzazioni di ricerca) è fondamentale per cogliere i benefici sociali della UAM per un pubblico più ampio e per la sua fattibilità dal punto di vista aziendale. Il ruolo dei provider di infrastrutture, società immobiliari, operatori di Hub di trasporto è fondamentale nella costruzione del futuro panorama UAM. Questi attori hanno un ruolo cruciale da svolgere per la mobilità urbana, dalla ripianificazione delle aree urbane al riutilizzo degli edifici attuali o alla costruzione ex novo di infrastrutture UAM.

L'inclusione degli stakeholder aiuta a mettere in campo e condividere bisogni e requisiti che legittimano percorsi e decisioni, portando a galla questioni che meritano di essere approfondite. Pertanto, l'ASSURED UAM Extended Advisory Board (EAB) composto da esperti è stato consultato attraverso sondaggi, interviste e workshop. I sondaggi hanno mirato a raccogliere impressioni e sentimenti preliminari sulle possibili previsioni sulla UAM, non influenzati dalla presentazione dei casi



d'uso ASSURED-UAM. Le interviste hanno affrontato il finanziamento e l'accettazione pubblica, i vincoli operativi e la convalida dei componenti del sistema LCC per ricavare un'interpretazione dei risultati del sondaggio web. Infine, durante il workshop, sono stati discussi i pro, i contro, le lacune ed i suggerimenti dei casi d'uso proposti. L'EAB è stato suddiviso nei tre gruppi tematici sopra citati, che coprono tutte le categorie di organizzazioni potenzialmente coinvolte nella diffusione della UAM.

- » Industria manifatturiera e di manutenzione.
- » Industria delle infrastrutture.
- » Operatori del settore industriale aeronautico.
- » Organizzazione di ricerca.
- » Istituzioni pubbliche, reti ed associazioni di cittadini coinvolti nella politica e nella regolamentazione.

I 83 membri dell'EAB (così suddivisi: 41 membri nel gruppo tematico "Strategia, finanziamento e accettazione pubblica", 26 membri in "Vincoli operativi" e 16 membri in "System Components LCC") rappresentano 15 Stati dell'UE, gli Stati Uniti (Ohio University), Israele (città di Yerouam) e 5 organismi/reti europee (livello sovranazionale).

7.2 ANALISI DEGLI STAKEHOLDER IN TERMINI DI ELCC UAM

Dal punto di vista della pianificazione urbana, l'implementazione dell'UAM richiede spazi progettati in modo da fornire servizi digitali ed elettricità per la domanda di energia. Pertanto, il dialogo e la collaborazione tra gli enti giurisdizionali e di trasporto, autorità urbanistiche, organismi comunitari, ONG ed attori del settore privato sono fondamentali per lo sviluppo di una politica coerente riguardo alla UAM.

Le autorità di regolamentazione devono definire un quadro in cui l'innovazione non sia soffocata mentre vengono affrontate le criticità della sicurezza e della privacy dei passeggeri. La regolamentazione per l'intero ecosistema UAM deve essere progettata per rendere le "auto volanti" una realtà. Oltre ad un solido quadro che disciplina i requisiti di sicurezza associati all'aumento del traffico aereo, nei prossimi anni dovranno essere armonizzate le normative relative alla progettazione, alla sostenibilità, all'interoperabilità, alla sicurezza ed alla privacy dei dati dei velivoli UAM. Anche la regolamentazione secondaria sulla riduzione dell'inquinamento acustico e le misure operative preventive sono cruciali per la scala a cui la UAM verrà impiegata nelle città.

Ulteriori fattori vitali sono l'accettazione sociale

della UAM da parte dei passeggeri e la propensione economica a pagare per tali servizi. L'accettazione e la fiducia nella tecnologia autonoma e nei relativi sistemi di sicurezza sosterranno l'ampia diffusione delle soluzioni UAM. A livello di comunità, i preconcetti secondo cui l'automazione renderà obsoleti i lavoratori potrebbero rappresentare una barriera.

Le questioni ambientali, le preoccupazioni per l'inquinamento acustico e l'estetica delle città, potrebbero aumentare ulteriormente la resistenza all'accettazione della UAM.

Da un punto di vista economico, il prezzo per viaggio offerto dalle compagnie operative e gli opportunity costs associati sarebbero un fattore decisivo di rilievo sulla portata dell'adozione dei servizi di UAM.

7.3 UAM COME PARTE DI UN SISTEMA DI TRASPORTO MULTIMODALE E LE SUE OPPORTUNITÀ FUTURE

L'integrazione dei trasporti è un processo organizzativo attraverso il quale gli elementi di pianificazione e consegna nei trasporti sono riuniti tra modalità, settori, operatori e istituzioni per aumentare i benefici ambientali e sociali. Gli obiettivi principali per lo sviluppo del sistema di trasporto integrato sono un'interfaccia fisica tra le diverse modalità, l'integrazione operativa tra di esse, l'integrazione dei servizi, l'opportunità di avere tariffe comuni, un unico sistema di biglietteria, ecc.

Sebbene l'integrazione delle infrastrutture fisiche contribuisca alla mobilità senza soluzione di continuità, non ne assicura da sola l'attuazione; solo



con un'integrazione operativa tra le varie modalità di trasporto tale obiettivo può essere raggiunto.

L'integrazione del segmento di trasporto verticale con i sistemi di mobilità tradizionali in ambienti urbani e periurbani non è stata completamente implementata nella misura di un concetto di mobilità complessivo, il che rende difficile estrapolare ipotesi o conclusioni sui pochi esempi esistenti in tutto il mondo.

L'integrazione del servizio è ancora più impegnativa. Ad esempio, quando la UAM viene utilizzata per collegare aree periferiche che non sono facilmente accessibili con altri mezzi (ad esempio, in Norvegia), il funzionamento del servizio deve essere finanziato in quanto il servizio deve essere equivalente al trasporto pubblico.

L'integrazione della mobilità aerea urbana con la mobilità terrestre, sebbene sia una tendenza emergente, dipende ancora da fattori quali l'età della popolazione, i cambiamenti nelle strategie nazionali che promuovono la diffusione tra i pendolari, il benessere della popolazione e le questioni di sicurezza.

7.4 ACCETTAZIONE PUBBLICA

L'accettazione pubblica è strettamente correlata ai benefici percepiti ed agli impatti sulla qualità della vita, sulla salute, sul benessere sociale ed economico ed è stata affrontata in un processo co-creativo che ha coinvolto le diverse prospettive degli stakeholder.

Molte barriere devono essere superate per ottenere un'ampia approvazione sociale dei velivoli UAM. Devono essere prese in considerazione le preoccupazioni per il rumore e l'inquinamento ambientale, le restrizioni d'uso, la privacy, la sicurezza, la protezione, la capacità, i fattori economici e normativi. Le preoccupazioni sulla privacy sono collegate ai droni dotati di videocamere dal vivo, che potrebbero essere utilizzate per spiare e raccogliere informazioni personali. I problemi di sicurezza derivano dalla possibilità di malfunzionamenti, causando incidenti, danni a persone, aeromobili o edifici.

La sicurezza si occupa anche della consegna sicura di pacchi in scenari associati ad attività criminali come l'hacking ed il dirottamento di droni. La sicurezza dei collegamenti di comunicazione e delle piattaforme di dati è essenziale per garantire che solo le persone autorizzate possano accedere ai dati sensibili. La tecnologia di geofencing garantisce che i droni volino solo all'interno dello spazio aereo in cui possono entrare.

Le soluzioni innovative devono affrontare queste sfide per aumentare l'affidabilità e la disponibilità delle funzionalità, garantire la sicurezza funzionale e ridurre i

costi ed il consumo energetico.

L'industria cerca di stabilire la strategia di implementazione più probabile, limitata o vincolata da ciò che sarà validato dall'accettazione pubblica delle città e dei cittadini. Dal punto di vista delle città, l'integrazione della UAM con le iniziative ambientali stabilite dall'Unione Europea rappresenta una sfida considerevole. Inoltre, le città devono incorporare un nuovo livello di trasporto funzionante in un settore cruciale quale gli spazi pubblici.

Tutte queste attività saranno plasmate dalla percezione pubblica della nuova modalità di trasporto, delle infrastrutture e dei sistemi. Tuttavia, a questo punto, le percezioni e gli interessi dei principali stakeholder saranno difficili da integrare, rispetto all'incertezza sul tema.

L'implementazione della UAM può evolvere in nicchie specifiche per le quali l'accettazione pubblica potrebbe essere positiva, come l'utilizzo di droni e aerei per i servizi di emergenza. Tuttavia, altri usi con un minore beneficio percepito, come le applicazioni per servizi di consegna, droni e/o aerei, potrebbero ricevere una maggiore opposizione. Inoltre, più grande e pesante è il dispositivo, meno è probabile che venga accettato a causa del rumore previsto, dell'intrusione visiva e, soprattutto, della percezione di sicurezza.

Per ora, né l'industria né le città prevedono una strategia per internalizzare tali costi. Infine, sempre con un significativo livello di incertezza, c'è il fattore dell'accessibilità del servizio. Nel caso di carichi di scarso valore, non è ancora chiaro se spostarli per via aerea e quanto i clienti sarebbero disposti a pagare per un tale sistema. Nel caso del "taxi aereo", il trasporto passeggeri, si prevede che l'accettazione pubblica verso tale modalità sarà ancor più difficile da raggiungere.

7.5 LIVELLO DI ACCESSIBILITÀ ECONOMICA

Un significativo livello di incertezza circonda ancora il tema dell'accessibilità economica alla UAM. Pertanto, la convenienza può essere affrontata da diverse prospettive, a seconda del modello di business adottato per l'implementazione della UAM e della politica dei movimenti aerei nella città.

A breve termine, le consegne di pacchi sono previste con un basso livello di impatto all'interno delle aree urbane. L'industria può sostenere l'investimento iniziale nella UAM nell'ambito di una strategia di penetrazione del mercato e non necessariamente come un'attività redditizia con un

ampio margine di profitto.

Nel medio e lungo termine, quando si prevede che il livello delle operazioni aumenti ed i rispettivi processi diventino più complessi, sarà obbligatorio collegare il modello di business scelto all'accettazione pubblica ed ai piani di sviluppo delle città.

Se le città hanno una prospettiva verso la UAM come opzione di trasporto più pulita, gli investimenti pubblici potrebbero aiutare il modello di business. Tuttavia, le aspettative relative alle recenti limitazioni ambientali imposte ai veicoli di trasporto terrestri e le associazioni dei cittadini si oppongono a qualsiasi soluzione che causi rumore e disturbi visivi. Pertanto, la possibilità di sovvenzionare la UAM sembra complessa e meno probabile, tranne che in nicchie specifiche come per i trasporti legati alla salute ed i collegamenti da altipiani remoti e aree simili.

Si prevede che l'emergere di veicoli autonomi sul

trasporto su strada, in particolare nel ridesharing, renderà più complessa la questione dell'accessibilità economica della UAM. I veicoli autonomi contribuiranno a ridurre i costi operativi delle alternative di mobilità terrestre. Questa diventerà a breve termine una realtà che andrà in competizione con l'attività della UAM.

L'incertezza che circonda i modelli di business ha conseguenze sul tema della convenienza. Inizialmente, la convenienza economica può svolgere un ruolo rilevante nel processo decisionale degli utenti verso nicchie specifiche, come le navette aeroportuali. D'altra parte, la convenienza potrebbe non essere cruciale per gli utenti degli air-taxi di lusso o intercity. Pertanto, la scelta della UAM sarà probabilmente prevista come un'opzione esistente e disponibile per coloro che hanno le possibilità economiche. Le azioni e le caratteristiche delle operazioni richieste influenzeranno l'accettazione pubblica verso queste soluzioni.



7.6 STRUMENTI DI FINANZIAMENTO

A causa dell'elevato costo del lavoro del pilota e dei costi dei dimostratori, è possibile assegnare solo un budget limitato all'attuazione sperimentale o ai test, il che costituisce una restrizione allo sfruttamento del potenziale di tali azioni. La percezione è condivisa dalle città metropolitane di Bari e Porto, che sono aperte alla mobilità aerea urbana; infatti recentemente sono entrate a far parte della UAM Initiative Cities Community (UIC2) dell'EIP-SCC. Tuttavia, le città hanno dovuto affrontare riduzioni di finanziamento per condurre progetti pilota e seminari di sensibilizzazione alla ricerca di una maggiore accettazione sociale.

Le città monitorano i programmi di finanziamento europei per capire come introdurre il nuovo concetto di mobilità aerea in ambito urbano. Fino all'autunno del 2021, la UAM è stata esplicitamente menzionata nel topic HORIZON-CL5-2022-D5-01-13 Research and Innovation Actions (RIA): the Digital aviation technologies for new business models, services, emerging global threats and industrial competitiveness (HORIZON-CL5-2022-D5-01-13), che potrebbe contribuire a trasformare le tecnologie digitali dell'aviazione in modo di consentire nuovi modelli commerciali e prodotti europei con minimo impatto ambientale ed in modo competitivo, trasformando l'aviazione digitale, le tecnologie spaziali e gli UAS.

Nei programmi di Horizon Europe mancano le opportunità per una nuova ed innovativa forma di mobilità come la UAM; ad esempio, nella call "Clean and competitive solutions for all transport modes" (HORIZON-CL5-2022-D5-01), la mobilità aerea appare in concorrenza con altre modalità di mobilità/trasporto.

Inoltre, i nuovi progetti dovrebbero fornire un TRL (livello di maturità tecnologica) pari a 7-8, il che significa che la tecnologia dovrebbe essere testata, qualificata e pronta per l'implementazione in una tecnologia o in un sistema tecnologico esistente. Ciò implica che la proposta di ricerca dovrebbe essere costruita utilizzando una piattaforma in fase di sviluppo per la UAM.

8 CONOSCENZE ACQUISITE DA ASSURED-UAM NELLE CITTÀ PILOTA

Durante i test nelle città pilota, è stato possibile comprendere gli impatti locali dell'implementazione della UAM. Di conseguenza, le città sono consapevoli del loro ruolo nell'abilitare i servizi UAM seguendo le esigenze e le preferenze dei loro cittadini.

Gli stakeholders urbani vedono il loro ruolo come co-creatori

di servizi, ma influenzano anche lo scopo e la posizione delle operazioni UAM/U-Space. Tale influenza dovrebbe applicarsi anche alle decisioni relative alle infrastrutture ed agli strumenti necessari per attenuare i rischi e le azioni avverse.

Il coinvolgimento del pubblico, l'impegno e la partecipazione sono stati i temi evidenziati per l'implementazione della UAM. Le problematiche sono legate alla scelta di realizzare l'iniziativa in un distretto urbano densamente popolato, che ha causato difficoltà gestionali, risolte con la creazione di un'area controllata a terra per garantire la sicurezza delle operazioni di volo in MCP. Il coinvolgimento e l'accettazione del pubblico sono stati citati come questioni critiche nei progetti relativi alla UAM in MCP, affermando che, senza un sufficiente coinvolgimento ed accettazione del pubblico, qualsiasi piano UAM socialmente vantaggioso potrebbe fallire.

Infatti, le capacità ed i servizi innovativi delle soluzioni UAM, dimostrati nel mondo reale ad un vasto pubblico, hanno permesso di catturare l'interesse dei partecipanti e dei cittadini in generale. Il coinvolgimento dei cittadini e degli stakeholder in ogni fase di pianificazione ed attuazione della mobilità urbana è evidenziato anche in GZM, il cui caso pilota si è concentrato sul trasporto di dispositivi medici.

Pertanto, dai progetti delle città pilota sono state dedotte le seguenti conclusioni generali. E' necessario:

- » Coinvolgere le autorità locali, gli esperti delle città, gli utenti finali ed i clienti nel processo di sviluppo di importanti servizi pubblici in base alle loro esigenze.
- » Cooperare con gli stakeholder locali, centrali e internazionali in tutto l'ecosistema UAM, compresi i settori pubblico e privato, sui quadri giuridici e tecnologici.
- » Impegnarsi nei test in volo e nelle dimostrazioni.
- » Comunicare in modo semplice e visibile per aumentare il livello di accettazione e comfort dei residenti.
- » Avviare e coordinare il dibattito pubblico, in cui i potenziali benefici e le sfide della UAM siano discussi in modo imparziale e trasparente.
- » Co-creare simulazioni, con particolare attenzione ai casi d'uso che avvantaggiano il bene pubblico, con diversi gruppi di stakeholder in varie forme.
- » Fornire al pubblico esperienze di droni, aerotaxi e loro caratteristiche (laboratori con servizi pilota UAM).
- » Mantenere una cooperazione permanente tra le diverse autorità, per inquadrare come la UAM sarà integrata con la mobilità e la pianificazione urbana.
- » Beneficiare delle conoscenze fornite dalle città in progetti in cui i comuni svolgono un ruolo attivo.

9 RISORSE DI SUPPORTO

Questo documento è stato redatto sulla base dei risultati pubblicati del progetto ASSURED-UAM Acceptance, Safety and Sustainability Recommendations for Efficient Deployment of UAM (H2020 GA No 101006696).

Per ulteriori informazioni, consultare <https://assured-uam.eu/public-deliverables/>.

Dettagli tecnici specifici sono reperibili nei report dedicati⁴:

- D1.1 Technology Readiness Review Report
- D1.2 Regulatory Framework Report
- D1.3 Urban Mobility Integration Strategies Report
- D1.5 Final ConOps Definition
- D2.1 UAM Deployment Strategy Report
- D2.2 Operational Constraints Report
- D2.3 UAM eLCC+E estimation Report
- D2.4 Financing and public acceptance
- D2.5 Opening scenarios for UAM in the future integrated urban mobility system
- D2.6 Final scenarios for UAM in the future integrated urban mobility system
- D3.1 Stakeholders' engagement plan
- D3.2 Stakeholders consultations report
- D4.1 Standards and recommendations for UAM components
- D4.2 Policy and urban planning standards and recommendations
- D5.1 GZM Metropolis UAM case
- D5.2 Bari Metropolis UAM case
- D5.3 Porto Metropolis area UAM case
- D5.4 Implementation process conclusions and observations

10 ACRONIMI

AAM	Advanced Air Mobility
ANSP	Air navigation service provider
ATC	Air Traffic Controller
ATM	Air Traffic Management
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CBRs	Community-Based Rules
D2D	Door-to-Door
DCB	Regulatory authorities Demand Capacity Balancing
EASA	European Union Aviation Safety Agency
EIP-SCC	European Initiative on Smart Cities and Communities
eLCC	Environmental Life Cycle Cost
eVTOL	electric Vertical Take-Off and Landing
FAA	Federal Aviation Administration USA
GZM	Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia – Poland
ICT	Information and Communication Technologies
IoT	Internet of Things
KPI	Key Performances Indicators
MCB	Metropolitan City of Bari – Italy
MCP	Metropolitan City of Porto – Portugal
NAA	National Aviation authorities
PSUs	Providers of Services
SMEs	Small and medium-sized enterprises
TRL	Technology Readiness Level
UAM	Urban Air Mobility
UAS	Unmanned Aerial System
UC	Use Cases
UIC2	UAM Initiative Cities Community
USS	UAS Service Supplier
USSP	U-space Service Providers
UTM	Urban Traffic Management

⁴ I risultati finali riservati non sono presenti nell'elenco.

CONSORZIO ASSURED-UAM



Łukasiewicz Research Network – Institute of Aviation, Ł-ILOT, Poland,
www.ilot.lukasiewicz.gov.pl



Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, CIRA, Italy,
www.cira.it



Centre of Engineering and Product Development, CEiiA, Portugal,
www.ceiia.com



Institute for Sustainable Society and Innovation, ISSNOVA, Italy,
www.issnova.eu



Distretto Tecnologico Areospaziale, DTA, Italy,
www.dtascarl.org



Górnoląsko-Zagłębiowska Metropolia, GZM, Poland,
www.metropoliagzm.pl



Koninklijk Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum, Royal NLR, Niderlandy,
www.nlr.nl



ACCEPTANCE SAFETY AND SUSTAINABILITY
RECOMMENDATIONS FOR EFFICIENT
DEPLOYMENT OF UAM

www.assured-uam.eu