

LUISS



Corso di Laurea in Strategic Management

Cattedra Strategie D'Impresa

Barriere all'adozione dei droni nella logistica del food delivery in Italia: un'analisi economico-strutturale e prospettive di fattibilità.

Prof. Enzo Peruffo

RELATORE

Prof. Luigi Nasta

CORRELATORE

Alessio Andreani
Matr. 784931

CANDIDATO

Anno Accademico 2024/2025

INDICE

INTRODUZIONE	3
CAPITOLO 1 – STATO DELL’ARTE: LOGISTICA URBANA, ULTIMO MIGLIO E DRONE DELIVERY	5
1.1 Evoluzione dei modelli distributivi urbani	6
1.1.1 Il peso economico e ambientale dell’ultimo miglio	8
1.1.2 Evoluzione delle abitudini di consumo	10
1.2 L’innovazione tecnologica nella logistica	13
1.3 I droni nella logistica	16
1.3.1 Funzionamento tecnico e requisiti operativi per il volo urbano.....	20
1.3.2 Vantaggi potenziali dei droni per il delivery	22
1.3.3 Limiti tecnici	23
1.3.4 Il food delivery come settore strategico per l’adozione dei droni.....	24
1.4 Sperimentazioni internazionali nel drone delivery	28
1.5 Gap di ricerca e posizionamento dello studio.....	29
CAPITOLO 2 – IL MERCATO ITALIANO DEL FOOD DELIVERY	31
2.1 Analisi del mercato e trend di crescita	32
2.1.1 Evoluzione della domanda e abitudini di consumo.....	33
2.1.2 Modelli di business e concorrenza tra piattaforme.....	34
2.2 Stato economico-finanziario delle principali piattaforme.....	36
2.3 Drone delivery come innovazione potenziale	39
2.3.1 Unit Economics nel food delivery: modelli tradizionali vs droni	40
2.3.2 Il contesto italiano: tra sperimentazioni e regolazione.....	43
2.4 Barriere all’adozione nel contesto italiano	45
2.4.1 Economico-Finanziarie	45

2.4.2 Normative e Regolatorie	46
2.4.3 Tecnologiche e Infrastrutturali	47
2.4.4 Territoriali.....	48
2.4.5 Sociali e Culturali.....	49
CAPITOLO 3 – METODOLOGIA E DISEGNO DELL’ANALISI.....	53
3.1 Obiettivo e approccio dell’analisi	54
3.2 Analisi qualitativa: interviste a esperti e operatori.....	56
3.2.1 Strategia di campionamento e rilevanza degli interlocutori.....	58
3.2.2 Sintesi degli insight emersi	61
3.3 Modello quantitativo: costruzione e variabili	69
3.3.1 Struttura del modello e ipotesi operative.....	69
3.3.2 Variabili economiche e parametri tecnici	73
3.3.3 Valutazione economico-finanziaria: Analisi del VAN.....	78
3.4 Scenari alternativi e confronto strategico	81
3.4.1 Scenario espansivo: crescita accelerata da parte delle start-up	83
3.4.2 Scenario conservativo: presidio strategico da parte degli incumbent	86
3.5 Simulazione Monte Carlo.....	88
3.5.1 Analisi di sensitività	93
CAPITOLO 4 – RISULTATI DELL’ANALISI	96
4.1 Evidenze quantitative	97
4.1.1 Limiti dell’analisi	102
4.2 Implicazioni per imprese e policy maker	104
4.3 Linee guida operative per una roadmap italiana al drone delivery	107
CONCLUSIONI	115
BIBLIOGRAFIA	118
SITOGRAFIA.....	125

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, il settore del food delivery ha registrato una rapida espansione, alimentata da cambiamenti nei comportamenti di consumo, dall'urbanizzazione crescente e dalla spinta verso la digitalizzazione dei servizi. Tuttavia, tale crescita si è spesso scontrata con modelli operativi economicamente insostenibili e con pressioni crescenti sul piano logistico, soprattutto nella gestione dell'ultimo miglio. In questo contesto, il drone delivery si configura come una potenziale innovazione dirompente, capace di ridurre tempi e costi di consegna e di rispondere alle sfide ambientali e operative dei modelli tradizionali. Nonostante il forte interesse mediatico e alcune sperimentazioni all'estero, l'Italia sembra rimanere indietro rispetto ad altri Paesi nello sviluppo di questa tecnologia applicata alla logistica urbana.

La presente tesi si propone di analizzare in modo approfondito le cause del ritardo nell'adozione del drone delivery nel mercato italiano del food delivery, con l'obiettivo di valutarne la reale fattibilità sotto il profilo economico e sociale. L'analisi mira a individuare i principali fattori critici che ne ostacolano la diffusione, esaminando l'incidenza di variabili economiche, normative, tecnologiche, territoriali e sociali. L'originalità del lavoro risiede non solo nell'identificazione delle barriere esistenti, ma anche nella loro quantificazione, al fine di determinare il peso relativo di ciascun ostacolo. L'approccio metodologico adottato, che integra l'analisi qualitativa con strumenti di misurazione quantitativa, consente di restituire un quadro operativo concreto e orientato all'applicazione, utile sia per gli operatori del settore che per i decisori pubblici.

Nello specifico, il primo capitolo è dedicato all'analisi della letteratura e allo sviluppo teorico del tema. Si parte dall'evoluzione della logistica urbana, con particolare attenzione al ruolo critico dell'ultimo miglio nella catena di distribuzione. Viene poi approfondito il tema dell'innovazione tecnologica applicata alla logistica, con un focus sui droni, illustrandone funzionamento, potenzialità operative e ambiti di utilizzo. Una sezione specifica è riservata alle sperimentazioni già avviate in contesti internazionali, evidenziando i modelli adottati e le condizioni che ne hanno favorito la realizzazione. Il capitolo si chiude con l'individuazione di un gap di ricerca specifico: la carenza di studi

che, nel contesto italiano, valutino in chiave quantitativa e integrata le barriere all'implementazione del drone delivery.

Il secondo capitolo si concentra sull'analisi del mercato, con riferimento specifico al settore italiano del food delivery. Dopo una panoramica sulla sua evoluzione e sulle dinamiche di crescita, viene analizzato lo stato economico-finanziario delle principali piattaforme di settore, evidenziandone la struttura dei costi e la sostenibilità del modello di business. La seconda parte del capitolo affronta il tema dell'assenza di sperimentazioni di drone delivery in Italia, classificando e descrivendo in dettaglio le principali barriere che ne ostacolano l'adozione.

Il terzo capitolo introduce il disegno metodologico dell'analisi, basato su un approccio integrato che combina elementi qualitativi e quantitativi. Attraverso il confronto diretto con operatori del settore e la costruzione di un modello simulativo, si indagano le condizioni necessarie per rendere il drone delivery economicamente sostenibile nel contesto italiano. Le evidenze raccolte costituiscono la base per la valutazione sperimentale proposta nel capitolo successivo.

Il quarto capitolo presenta i risultati dell'analisi empirica, illustrando gli effetti delle variabili chiave sulla sostenibilità del drone delivery nel contesto italiano. Vengono proposte simulazioni differenziate, utili a comprendere come il sistema reagisca al variare delle condizioni operative. I risultati vengono successivamente discussi alla luce delle implicazioni strategiche per le imprese e dei possibili scenari di policy, con l'obiettivo di delineare linee guida per un'adozione sostenibile del modello.

CAPITOLO 1 – STATO DELL’ARTE: LOGISTICA URBANA, ULTIMO MIGLIO E DRONE DELIVERY

Il presente capitolo si propone di offrire una sistematizzazione delle principali conoscenze teoriche e applicative relative all’evoluzione della logistica urbana e al fenomeno emergente del drone delivery, con particolare attenzione al settore del food delivery. L’obiettivo è duplice: da un lato, ricostruire l’evoluzione del contesto logistico e tecnologico all’interno del quale si colloca l’analisi sperimentale; dall’altro, fornire una revisione critica e aggiornata delle esperienze e delle evidenze rilevanti a livello nazionale e internazionale, al fine di individuare i presupposti economici, normativi e sociali che condizionano la fattibilità dell’introduzione di droni nella logistica alimentare urbana in Italia.

A tal fine, è stata condotta una revisione estesa della letteratura scientifica e dei principali report settoriali, includendo contributi provenienti da ambiti disciplinari eterogenei – economia dei trasporti, logistica, innovazione tecnologica, regolazione dei mercati e sostenibilità urbana. La selezione degli studi accademici è avvenuta principalmente tramite le banche dati Google Scholar e Scopus, che hanno permesso di integrare ampiezza e accuratezza dei contenuti. Le parole chiave utilizzate per la ricerca sono state “urban logistics”, “last mile delivery”, “drone delivery”, “unmanned aerial vehicles”, “food delivery”, “last mile logistics” e “innovation in logistics”, combinate attraverso operatori booleani in funzione dell’obiettivo di ogni fase dell’analisi.

Accanto alla letteratura accademica, si è ritenuto fondamentale includere anche fonti non accademiche, quali report pubblicati da società di consulenza strategica (PwC, EY, Deloitte, McKinsey), da enti regolatori (ENAC, EASA) e da think tank internazionali (World Economic Forum), utili per cogliere le più recenti applicazioni e sperimentazioni tecnologiche, spesso documentate in anticipo rispetto alla pubblicazione scientifica tradizionale. Inoltre, sono stati inclusi documenti di policy, white papers e studi di scenario, con l’obiettivo di offrire un quadro aggiornato e contestualizzato delle barriere e delle opportunità legate all’adozione del drone delivery nel contesto urbano.

L’analisi ha privilegiato le fonti pubblicate tra il 2021 e il 2025, sia per valutare con maggiore equilibrio l’impatto della pandemia, evitando di basarsi su fonti precedenti che

avrebbero potuto riflettere in modo eccessivamente condizionante l'analisi, sia per disporre di riferimenti aggiornati in grado di rappresentare in modo più accurato lo scenario evolutivo di un settore in costante trasformazione come quello del drone delivery. Il lavoro di raccolta e selezione ha portato all'individuazione di circa 50 fonti qualificate, tra pubblicazioni scientifiche, documenti tecnici e rapporti istituzionali, che costituiscono la base conoscitiva del capitolo.

Attraverso l'approccio integrato adottato, la tesi cerca di superare una semplice ricognizione descrittiva del drone delivery, contribuendo a sistematizzare le conoscenze esistenti e a definire in modo strutturato il quadro di fattibilità della sua adozione nel contesto italiano. In questo modo, si offre un contributo teorico e applicativo alla comprensione delle condizioni necessarie per l'integrazione dei droni nella logistica urbana.

1.1 Evoluzione dei modelli distributivi urbani

Nel contesto contemporaneo, la logistica urbana sta attraversando una fase di profonda trasformazione, spinta da una serie di fattori strutturali a livello globale. Le città stanno cambiando rapidamente sotto la pressione dell'urbanizzazione, della transizione digitale e della crescente attenzione verso la sostenibilità ambientale. In questo scenario, la distribuzione delle merci nelle aree urbane è diventata una questione strategica, non solo per le imprese, ma anche per le amministrazioni locali e per la qualità della vita dei cittadini.

Uno degli elementi centrali di questa trasformazione è rappresentato dall'ultimo miglio, ovvero quel tratto conclusivo del processo logistico che connette il centro di distribuzione o il punto di smistamento al destinatario finale (Jazairy et al., 2025). La last mile delivery, come viene definita a livello internazionale, è oggi universalmente riconosciuta come la fase più complessa, costosa e strategica della logistica urbana (Islam et al., 2024). Si tratta di un segmento in forte crescita, destinato a raggiungere un valore complessivo di circa 200 miliardi di dollari entro il 2027, a conferma del suo ruolo centrale nei modelli di distribuzione contemporanei e della crescente rilevanza che riveste per imprese, investitori e policy maker (vedi Figura 1). Uno studio condotto da EY (2024) evidenzia

come proprio questa fase sia la più visibile per il consumatore finale, diventando un elemento determinante nella percezione del servizio e nella fidelizzazione al brand. La pressione esercitata dai consumatori, che si aspettano consegne rapide, flessibili e tracciabili, rende il sistema ancora più stressato.

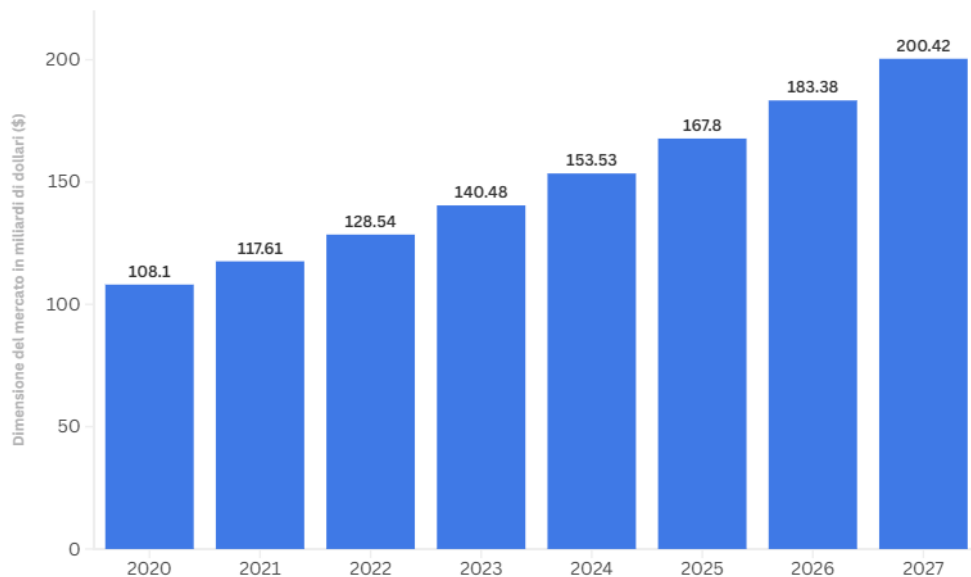


Figura 1: Dimensione del mercato globale del last mile delivery dal 2020 al 2027, valori espressi in miliardi di dollari.

Fonte: Statista; BrandEssence; PR Newswire (2024). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Un'indagine di Gartner (2024) evidenzia come la velocità sia considerata uno dei tre fattori più critici nella gestione dell'ultimo miglio dal 90% dei responsabili della supply chain, mentre l'85% attribuisce priorità all'affidabilità del servizio all'interno delle proprie strategie operative. L'affermazione di servizi premium, come Amazon Prime, ha contribuito ad alzare significativamente gli standard del settore, rendendo la rapidità di consegna un vantaggio competitivo determinante.

Parallelamente, la logistica urbana si sviluppa in un contesto caratterizzato da una crescente urbanizzazione: si stima che entro il 2050 circa il 70% della popolazione mondiale risiederà in aree urbane (Mohammad et al., 2023), con effetti rilevanti su traffico, congestione, inquinamento e consumo del suolo (Coindreau et al., 2021). A livello europeo, una recente analisi ha quantificato i costi ambientali complessivi derivanti dalla mobilità urbana in circa 820 miliardi di euro all'anno, di cui oltre 200 miliardi riconducibili al solo trasporto merci (Borghetti et al., 2022).

Lo scenario delineato richiede un approccio orientato a due obiettivi: ottimizzare la funzionalità della distribuzione urbana e mitigare le esternalità ambientali e sociali legate alla logistica. Per affrontare tali sfide, le imprese stanno investendo in nuove soluzioni logistiche: si va dalla diffusione di locker automatizzati¹ e punti di ritiro, al ricorso al crowdshipping², fino all'impiego di veicoli elettrici leggeri e sistemi di consegna autonomi (Tuan Ha et al., 2023). Tra questi, i droni stanno emergendo come una delle innovazioni più interessanti e dirompenti, grazie alla loro capacità di bypassare il traffico urbano, ridurre i tempi di consegna e minimizzare le emissioni (Cornell et al., 2023). Tuttavia, la loro adozione richiede un'attenta valutazione delle condizioni tecniche, normative, economiche e sociali necessarie per una loro integrazione sostenibile all'interno dell'ecosistema urbano.

1.1.1 Il peso economico e ambientale dell'ultimo miglio

Come già accennato, il segmento dell'ultimo miglio, pur rappresentando solo la fase finale del processo distributivo, costituisce oggi il principale nodo critico dell'intera catena logistica, sia per quanto riguarda i costi che per l'impatto ambientale. Con l'aumento esponenziale delle consegne a domicilio – trainato dall'e-commerce e dai servizi on-demand – questa fase ha assunto un peso crescente, tanto da essere definita il vero collo di bottiglia dell'attuale modello di distribuzione urbana (Islam et al., 2024).



Figura 2: Distribuzione dei costi della logistica dell'ultimo miglio.

Fonte: Global Smart Last-Mile Logistics Outlook, Deloitte (2023). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

¹ I locker automatizzati sono armadietti intelligenti utilizzati come punti di ritiro e consegna, che permettono di svincolare la logistica dall'obbligo di presenza del destinatario e ridurre i tentativi falliti.

² Il crowdshipping è un modello logistico collaborativo in cui cittadini o lavoratori occasionali effettuano consegne utilizzando i propri mezzi, favorendo flessibilità e capillarità del servizio.

Dal punto di vista economico, i dati sono eloquenti. Secondo il report *Global Smart Last-Mile Logistics Outlook* di Deloitte (2023), la consegna dell'ultimo miglio rappresenta mediamente il 41% del totale delle spese logistiche (vedi Figura 2). Tuttavia, stime più recenti suggeriscono che tale quota possa salire fino al 57%, soprattutto nei contesti urbani ad alta densità, dove la complessità della consegna cresce a causa di traffico, limitazioni di accesso e frammentazione degli ordini (FarEye, 2025). Questi numeri evidenziano come l'ultimo miglio non sia solo la fase più costosa del processo, ma anche quella più soggetta a inefficienze strutturali che ne moltiplicano i costi operativi (Shankar et al., 2022).

Le problematiche non si esauriscono però nella dimensione economica. Il peso ambientale delle consegne urbane è altrettanto significativo. Le attività di distribuzione nei centri abitati sono tra le principali responsabili del degrado ambientale, contribuendo in modo rilevante all'inquinamento atmosferico e acustico, oltre che alla congestione del traffico (World Economic Forum, 2022). In Europa, il trasporto merci su gomma incide per oltre l'80% delle emissioni complessive del settore trasporti, mentre si stima che circa il 25% delle emissioni di CO₂ prodotte nelle aree urbane derivi direttamente dalle attività di consegna urbana (Borghetti et al., 2022). Tali emissioni hanno effetti diretti e misurabili sulla salute pubblica, soprattutto nei quartieri densamente popolati e con traffico elevato, dove si registrano maggiori incidenze di malattie respiratorie e cardiovascolari.

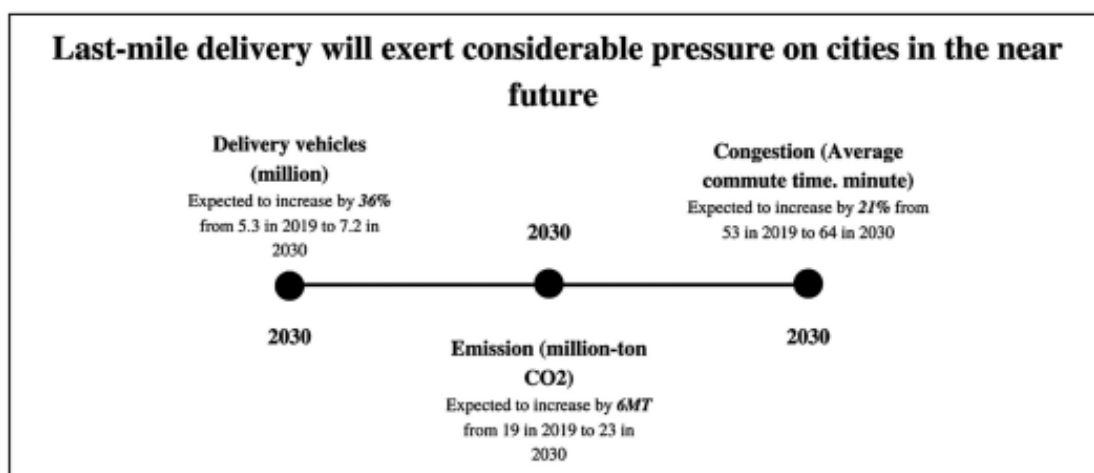


Figura 3: Proiezioni di impatto urbano del last-mile delivery al 2030.

Fonte: Benchmarking: An International Journal Vol. 30 (2023).

Un ulteriore elemento di criticità è rappresentato dall'inefficienza operativa dei veicoli di consegna. Il settore è infatti caratterizzato da bassi tassi di carico e da una notevole quantità di viaggi a vuoto. Secondo Klatte & Kuhnimhof (2025), fino al 40% dei chilometri percorsi nei centri urbani dai veicoli per le consegne avviene senza carico utile. Questa dinamica non solo comporta un aggravio dei costi per le imprese, ma amplifica l'impatto ambientale dell'intero sistema, aumentando inutilmente traffico ed emissioni. A questo si aggiungono problematiche secondarie ma non meno rilevanti, come la sosta irregolare, il rumore generato da mezzi pesanti, il deterioramento delle infrastrutture stradali e l'aumento del rischio di incidenti, specie nelle aree centrali e residenziali.

Per far fronte a queste criticità, numerose amministrazioni locali hanno adottato misure regolatorie, tra cui l'introduzione di Zone a Traffico Limitato (ZTL), finestre temporali per le consegne, limitazioni all'accesso per veicoli inquinanti e incentivi per l'adozione di mezzi elettrici o a basse emissioni (Borghetti et al., 2022). Sebbene tali interventi rappresentino un passo nella giusta direzione, essi spesso si limitano ad affrontare le conseguenze del problema, senza agire sulle cause strutturali. In mancanza di una riprogettazione complessiva del modello logistico, queste misure rischiano di spostare il problema in altri punti della rete, generando nuove inefficienze o creando disparità tra zone servite e non servite (Klatte e Kuhnimhof, 2025).

In questo contesto emergente, l'adozione di tecnologie alternative come il drone delivery si configura come una potenziale soluzione capace di mitigare sia il peso economico che quello ambientale dell'ultimo miglio. I droni, grazie alla loro autonomia, rapidità e capacità di evitare il traffico stradale, potrebbero contribuire ad alleggerire il carico veicolare urbano, riducendo l'impronta ecologica complessiva della logistica e aumentando l'efficienza nelle consegne in aree difficilmente accessibili o congestionate.

1.1.2 Evoluzione delle abitudini di consumo

Negli ultimi due decenni, la rapida espansione dell'e-commerce ha ridefinito in profondità le modalità di acquisto e, di conseguenza, le esigenze logistiche legate alla consegna dell'ultimo miglio. Se inizialmente il commercio elettronico rappresentava una soluzione marginale, spesso riservata all'acquisto di beni non essenziali, oggi si configura

come un canale consolidato e, per molti consumatori, preferenziale (Tuan Ha et al., 2023). Questa trasformazione è stata accelerata in modo decisivo dalla pandemia da COVID-19, che ha costretto milioni di persone a ricorrere a servizi online anche per le necessità quotidiane, consolidando nuove abitudini di consumo e aspettative più elevate nei confronti del servizio di delivery.

In particolare, i consumatori si aspettano ora consegne rapide, flessibili, tracciabili in tempo reale e possibilmente a basso costo (Islam et al., 2024). Il servizio di consegna è diventato parte integrante dell'esperienza d'acquisto complessiva, al punto da influenzare direttamente la soddisfazione del cliente e la sua propensione alla fidelizzazione. Secondo i dati più recenti, entro il 2030 il numero globale di pacchi spediti annualmente potrebbe raggiungere i 262 miliardi, rispetto agli oltre 160 miliardi attuali (FarEye, 2025). In Italia, il trend è analogo: non solo cresce il volume complessivo delle transazioni, ma aumenta anche la loro frequenza, con una maggiore diffusione del quick commerce³ e della consegna in giornata o entro fasce orarie personalizzate.



Figura 4: Tendenze di acquisto dei consumatori durante il periodo post-pandemia.

Fonte: EY Future Consumer Index (2021). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Questa crescente domanda impone alle imprese logistiche una revisione strutturale delle proprie operazioni. Le tradizionali architetture pensate per la logistica B2B non risultano più adeguate alla frammentazione estrema e alla variabilità della domanda tipica del contesto urbano B2C (Tsai et al., 2024). La densità di consegna, ossia il numero di spedizioni da effettuare in spazi urbani ristretti e in tempi ridotti, sta raggiungendo livelli

³ Il quick commerce è un modello di consegna ultrarapida, generalmente entro 10-30 minuti, pensato per soddisfare ordini di piccole dimensioni in contesti urbani ad alta densità.

critici, con impatti negativi in termini di congestione urbana, inefficienze operative e incremento dei costi marginali (Islam et al., 2024).

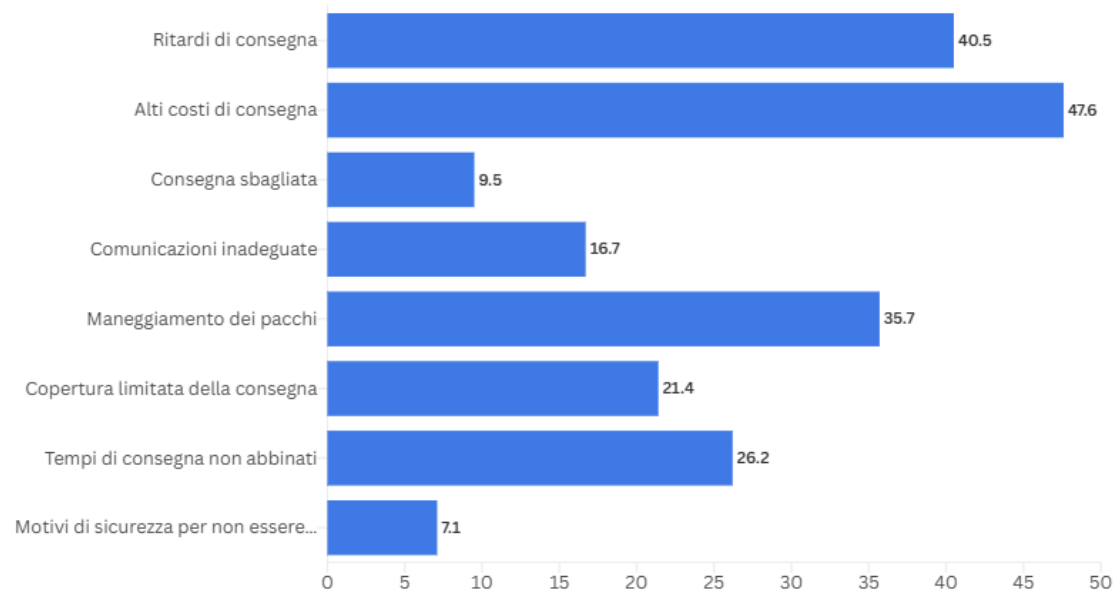


Figura 5: Frequenza dei problemi nel delivery riportati dai consumatori, valori espressi in percentuale.

Fonte: Supply Chain Insider (2024). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

A complicare ulteriormente il quadro vi è l'elevato tasso di fallimento al primo tentativo di consegna, causato da assenze del destinatario, errori nell'indirizzamento o barriere logistiche nei centri urbani. Tale tasso può variare dal 12% al 60% a seconda del contesto, incidendo significativamente non solo sui costi, ma anche sull'esperienza complessiva del consumatore (Schultz, 2024). Da parte degli utenti finali, i disservizi più frequentemente segnalati (vedi Figura 5) includono costi di consegna percepiti come troppo elevati, ritardi e scarsa trasparenza nelle comunicazioni.

Di contro, un servizio di consegna efficiente e soddisfacente genera effetti positivi che vanno oltre il singolo acquisto: aumenta la probabilità di riacquisto, rafforza la fidelizzazione e stimola il passaparola positivo, con i clienti più soddisfatti propensi a condividere la propria esperienza con amici e parenti (vedi Figura 6). In tal senso, la qualità del last mile delivery si configura come un fattore strategico per la competitività delle aziende, non solo nel contenimento dei costi, ma soprattutto nella costruzione di relazioni durature con la clientela (Tsai et al., 2024).

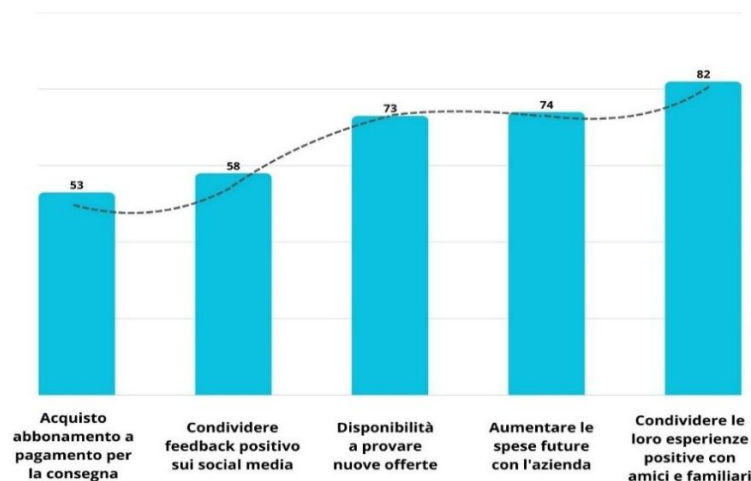


Figura 6: Distribuzione dei vantaggi di un servizio di consegna dell'ultimo miglio ottimale, valori espressi in percentuale.

Fonte: Benchmarking: An International Journal (2023). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

In definitiva, la logistica urbana deve evolversi da funzione meramente esecutiva a leva strategica, capace di adattarsi in tempo reale a vincoli territoriali, ambientali e comportamentali. L'adeguamento ai nuovi standard richiesti dal mercato passa per l'adozione di soluzioni tecnologiche innovative e modelli organizzativi più flessibili, capaci di rispondere a una domanda sempre più esigente e imprevedibile.

1.2 L'innovazione tecnologica nella logistica

L'evoluzione dei modelli logistici passa oggi attraverso l'integrazione di tecnologie avanzate che consentano di ottimizzare flussi, risorse e tempi in contesti urbani sempre più complessi. In questo contesto, le tecnologie emergenti non solo migliorano le performance dei sistemi logistici, ma ne potenziano anche la capacità di interazione con l'ambiente urbano, favorendo una maggiore adattabilità e una più ampia sostenibilità del servizio (Shuaibua, 2025).

Le innovazioni applicabili alla logistica urbana sono molteplici e coprono una vasta gamma di strumenti e soluzioni: dall'intelligenza artificiale (IA) all'Internet of Things (IoT), dalla blockchain ai veicoli autonomi e ai sistemi di gestione automatizzata dei magazzini (Khan et al., 2024). Tali tecnologie, se integrate in un modello operativo coerente, possono apportare miglioramenti significativi in termini di riduzione dei costi,

ottimizzazione dei percorsi, riduzione delle emissioni e incremento della soddisfazione del cliente (Eskandaripour & Boldsaikhan, 2023).

L'intelligenza artificiale, in particolare, ha già trovato numerose applicazioni nella gestione delle flotte, nella previsione della domanda e nella pianificazione dei percorsi. Algoritmi avanzati permettono di risolvere problemi complessi come il Vehicle Routing Problem (VRP)⁴ e il Traveling Salesman Problem (TSP)⁵, migliorando sensibilmente l'efficienza nei contesti urbani ad alta densità (Paul et al., 2025; Xhafa et al., 2025). Ad esempio, DHL utilizza tecnologie IA per prevedere la domanda futura dei suoi servizi logistici, analizzando grandi set di dati che includono dati storici di consegna, tendenze di mercato, indicatori economici e pattern stagionali. Inoltre, le tecnologie di IA sono impiegate anche nella gestione del rischio e nella manutenzione predittiva dei veicoli, contribuendo a ridurre i costi operativi e ad aumentare l'affidabilità del servizio (Shuaibua et al., 2025).

Un altro pilastro dell'innovazione è rappresentato dall'IoT, che consente il monitoraggio continuo di beni, veicoli e infrastrutture tramite sensori intelligenti. L'integrazione dei dispositivi IoT consente di raccogliere dati in tempo reale su posizione, temperatura, vibrazioni, stato della batteria e condizioni ambientali, fondamentali per settori come il food delivery o la logistica farmaceutica (Shuaibua et al., 2025). Grazie a questi dati, è possibile adottare strategie proattive e garantire una maggiore qualità del servizio. Ad esempio, l'uso di dispositivi IoT permette alle aziende logistiche di monitorare in tempo reale i livelli di inventario, ottimizzare la gestione delle scorte e ridurre gli sprechi (Paul et al., 2025).

Anche la blockchain sta iniziando a trovare applicazioni concrete nella logistica. Questa tecnologia consente di creare registri condivisi, immutabili e sicuri che possono essere utilizzati per certificare la filiera, automatizzare le transazioni tramite smart contract e aumentare la trasparenza tra i diversi attori della catena del valore (Shuaibua et al., 2025). In uno scenario in cui la fiducia e la tracciabilità sono diventate determinanti, la blockchain si propone come una soluzione per ridurre frodi, ritardi e discrepanze

⁴ Il Vehicle Routing Problem (VRP) è un problema di ottimizzazione combinatoria che consiste nel trovare i percorsi più efficienti per una flotta di veicoli che deve effettuare consegne a più destinazioni.

⁵ Il Traveling Salesman Problem (TSP) è un problema di ottimizzazione che richiede di trovare il percorso più breve possibile per visitare una serie di località una sola volta e tornare al punto di partenza. Nel TSP si considera un solo veicolo, mentre nel VRP si gestisce un'intera flotta, spesso con vincoli aggiuntivi (capacità, finestre temporali, ecc.).

documentali. Secondo una ricerca di Gartner (2024), il valore aggiunto dalla blockchain nel settore logistico potrebbe raggiungere i 3,1 trilioni di dollari entro il 2030, con una parte significativa attribuita alle applicazioni nella supply chain.

Nel campo dei veicoli, l'innovazione si declina in numerose forme: veicoli elettrici, biciclette cargo, robot a guida autonoma per la consegna su marciapiede e, naturalmente, droni. Questo mercato, secondo uno studio presentato da Statista, nel 2028 raddoppierà la propria quota di mercato, raggiungendo i 50 miliardi di dollari (vedi Figura 7). Le sperimentazioni condotte in diverse città (es. Londra, Helsinki, Tokyo) dimostrano come l'introduzione di veicoli a basse emissioni e a guida autonoma possa ridurre del 20–40% le emissioni complessive della logistica urbana, migliorando anche la sicurezza stradale e l'accessibilità alle aree pedonali (Khan et al., 2024). Ad esempio, l'adozione di biciclette elettriche per le consegne ha permesso a DHL di ridurre le emissioni di CO₂ di circa 1 milione di tonnellate nel 2022 (Sax, 2024).

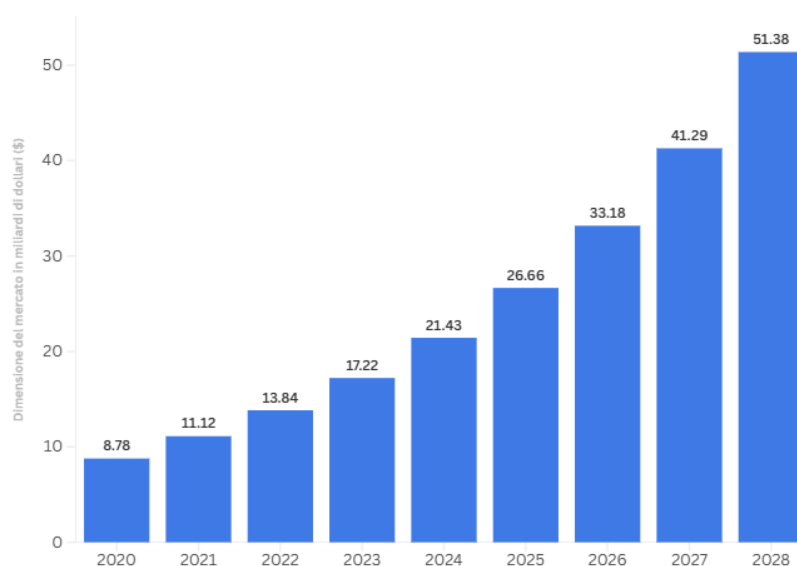


Figura 7: Dimensione del mercato prevista per la consegna autonoma dell'ultimo miglio in tutto il mondo dal 2020 al 2028, valori espressi in miliardi di dollari.

Fonte: Statista, Fortune Business Insights (2024). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Particolarmente rilevanti sono i sistemi automatizzati di distribuzione come gli smart lockers e i punti PUDO⁶, che consentono di svincolare la consegna dalla presenza fisica

⁶ I punti PUDO (Pick-Up and Drop-Off) sono luoghi fisici, spesso convenzionati con esercizi commerciali, dove i clienti possono ritirare o restituire pacchi in modo flessibile e autonomo.

del destinatario, riducendo i tentativi di consegna falliti e ottimizzando i percorsi (Shuaibua, 2025). Studi condotti in mercati emergenti come quello vietnamita mostrano una riduzione dei costi per ordine fino al 27% grazie all'uso combinato di locker intelligenti e software di ottimizzazione (Tsai et al., 2024).

In aggiunta, la digitalizzazione dei magazzini e l'uso di piattaforme cloud per la gestione dei dati in tempo reale permettono una maggiore integrazione tra fornitori, trasportatori, clienti e amministrazioni pubbliche. Questo approccio, tipico della logistica 4.0, abbate i silos informativi, aumenta la resilienza operativa e consente una gestione dinamica della supply chain urbana (Khan et al., 2024).

Le città più avanzate stanno iniziando a sperimentare sistemi di Urban Logistics Control Tower, veri e propri centri di controllo integrati che utilizzano dati da sensori, telecamere e piattaforme digitali per orchestrare in tempo reale i flussi logistici urbani (Paul et al, 2025). L'obiettivo è ottimizzare non solo la performance economica del sistema, ma anche l'impatto ambientale e la vivibilità urbana. Questi centri di controllo offrono una piattaforma centralizzata con visibilità end-to-end su numerose reti, consentendo il monitoraggio in tempo reale dell'inventario, delle potenziali interruzioni e delle spedizioni (Tuan Ha, 2024).

L'innovazione tecnologica nella logistica urbana non è più una semplice opzione, ma una condizione necessaria per rispondere in modo efficace alle sfide del nostro tempo. L'adozione di queste tecnologie richiede tuttavia un impegno congiunto tra pubblico e privato, investimenti in infrastrutture e formazione, e una governance capace di guidare la trasformazione digitale senza generare nuove disuguaglianze o conflitti sociali.

1.3 I droni nella logistica

Negli ultimi due decenni, il settore dei droni ha conosciuto una trasformazione radicale, passando da una tecnologia di nicchia impiegata prevalentemente in ambito militare a una soluzione versatile e in costante crescita nei contesti civili, commerciali e industriali. In particolare, l'avanzamento degli Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), comunemente noti come droni, sta contribuendo a ridefinire modelli operativi in settori strategici come l'agricoltura di precisione, la sicurezza, la sanità e, più recentemente, la logistica

dell'ultimo miglio⁷ (Mustafa, 2023). L'impiego dei droni nel delivery urbano rappresenta una delle applicazioni più promettenti e disruptive della cosiddetta “quarta rivoluzione industriale”, con il potenziale di modificare profondamente le dinamiche di distribuzione e consumo in contesti ad alta densità abitativa (Cornell et al., 2023).

A livello macroeconomico, il mercato globale dei droni ha registrato una crescita costante e significativa. Secondo un'analisi riportata su Statista (2024), si stima che i ricavi generati da questo comparto aumenteranno con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 4,5% nel periodo compreso tra il 2018 e il 2029. Questo trend positivo è sostenuto dalla continua evoluzione tecnologica, dalla maggiore accessibilità economica dei dispositivi e da un progressivo adattamento dei quadri regolatori nazionali e internazionali. Contestualmente, si prevede una progressiva riduzione del prezzo unitario, che dovrebbe calare costantemente fino al 2029, incentivando ulteriormente la diffusione su larga scala di soluzioni basate su UAVs (Statista, 2024).

Nel 2024, i Paesi leader per volume di ricavi nel settore dei droni sono la Cina, gli Stati Uniti, la Francia, la Germania e il Regno Unito (PwC, 2024). Anche l'Italia mostra segnali di sviluppo rilevanti: nel 2023 ha registrato ricavi pari a 143 milioni di euro (Statista, 2024), con una crescita costante alimentata da investimenti pubblici e privati, iniziative di ricerca universitaria e la nascita di startup specializzate in soluzioni per la logistica, la mappatura territoriale e la sorveglianza ambientale. Tuttavia, rispetto ai principali mercati europei, l'ecosistema italiano risulta ancora in fase embrionale per quanto riguarda la piena integrazione dei droni nei flussi logistici urbani.

Dal punto di vista tecnico, i droni si distinguono per la loro configurazione aerodinamica e le modalità di volo, caratteristiche che ne determinano l'idoneità a specifici utilizzi operativi. Le tipologie più comuni includono i multirotori, gli UAV ad ala fissa e i modelli ibridi noti come VTOL (Vertical Take-Off and Landing) (vedi Figura 8). I multirotori – come i quadricotteri⁸ – rappresentano la categoria più diffusa nell'ambito civile e commerciale grazie alla loro elevata manovrabilità e stabilità in volo stazionario. Sono

⁷ Oltre ai settori citati, i droni trovano impiego in numerosi altri ambiti, tra cui il monitoraggio ambientale, la gestione delle emergenze, la sorveglianza delle infrastrutture critiche e la mappatura territoriale.

⁸ I droni multimotore sono velivoli dotati di più rotori per il volo e la stabilizzazione; tra questi, i quadricotteri sono la tipologia più comune, caratterizzati da quattro eliche disposte a croce, che consentono un decollo verticale, grande manovrabilità e stabilità in volo stazionario.

ideali per operazioni in spazi ristretti e per consegne rapide su distanze limitate, ma presentano limitazioni in termini di autonomia e velocità (Deloitte, 2024).

	 Multirotor	 VTOL	 Fixed-wing
Manovrabilità	● ● ●	● ● ○	● ○ ○
Portata	<9kg	<5kg	<2kg
Range di consegna	5-20 km	15-60 km	150-200 km
Velocità di movimento	60-70 km/h	80-100 km/h	80-100 km/h
Requisiti per il decollo	Ø 0.5 m platform	Ø 0.5 m platform	~100 m runway / ~4 m catapult

Figura 8: Comparazione delle tipologie di drone con le principali caratteristiche.

Fonte: PwC Drone Powered Solutions (2024).

Gli UAV ad ala fissa, al contrario, sono progettati per coprire lunghe distanze con maggiore efficienza energetica e capacità di carico. Tuttavia, la necessità di piste di decollo e atterraggio ne limita l’impiego in ambienti urbani densamente edificati. I droni VTOL, infine, rappresentano una soluzione ibrida che combina la capacità di decollo verticale dei multirotori con l’efficienza in crociera dei droni ad ala fissa. Questa categoria è attualmente oggetto di grande attenzione da parte delle aziende attive nel settore del delivery, in quanto permette di operare anche in contesti difficili, garantendo un buon compromesso tra autonomia, versatilità e capacità di carico (Deloitte, 2024).

La versatilità delle piattaforme UAV, unita alla modularità dei sistemi di rilascio del carico (vedi Figura 9), consente oggi un ampio spettro di applicazioni. Le soluzioni più avanzate integrano componenti hardware (sensori, telecamere, radar) con sistemi software di navigazione autonoma, machine learning per il riconoscimento ambientale e protocolli di comunicazione ridondanti per garantire continuità operativa anche in ambienti a forte interferenza elettromagnetica (Emimi et al., 2023; Boysen et al., 2021).

Il progresso tecnologico è stato accompagnato da un'evoluzione significativa sul piano regolamentare. L'Agenzia dell'Unione Europea per la Sicurezza Aerea (EASA)⁹ e la Federal Aviation Administration (FAA)¹⁰ negli Stati Uniti hanno introdotto negli ultimi anni normative specifiche per regolamentare le operazioni con droni, soprattutto per quanto riguarda il volo oltre la linea visiva del pilota (BVLOS), la gestione del traffico aereo non presidiato (UTM) e la protezione della privacy (Lieb & Sievers, 2024). Nonostante permangano differenze normative tra le diverse giurisdizioni, si sta delineando un approccio sempre più armonizzato che mira a favorire l'adozione sicura e scalabile del drone delivery.

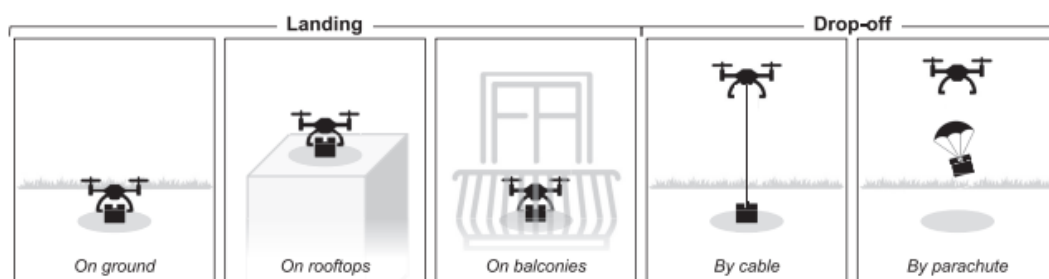


Figura 9: Metodi di atterraggio e scarico dei droni.

Fonte: The International Journal of Logistics Management (2025).

Secondo il report *Drone Deliveries: Taking Retail and Logistics to New Heights* pubblicato da PwC (2024), si stima che nel solo 2024 avverranno circa 5 milioni di consegne B2C tramite droni, con una previsione di crescita fino a 808 milioni di consegne annue entro il 2034. Il valore dei beni consegnati passerà da 251 milioni di dollari nel 2024 a oltre 65 miliardi nel 2034, con un costo medio per consegna previsto in discesa fino a 2 dollari grazie all'ottimizzazione dei modelli operativi e alla diffusione di reti logistiche integrate. Questi numeri evidenziano come i droni non rappresentino più una soluzione sperimentale, bensì un'opportunità concreta di trasformazione per il settore del retail e della logistica.

Nel contesto urbano, tuttavia, l'adozione diffusa dei droni richiede la risoluzione di una serie di sfide operative e infrastrutturali, tra cui la disponibilità di spazi sicuri per il decollo e l'atterraggio, l'integrazione con le piattaforme di e-commerce esistenti, e

⁹ EASA ha il compito di definire e applicare le norme di sicurezza per l'aviazione civile nell'area europea. Svolge attività di standardizzazione in tutti gli Stati membri dell'UE, tra cui l'Italia.

¹⁰ FAA ha le stesse competenze dell'EASA, relativamente agli Stati Uniti.

l'accettazione sociale da parte dei cittadini. Le città del futuro dovranno evolversi in "smart cities" capaci di supportare la mobilità aerea urbana, prevedendo investimenti in hub logistici verticali, corridoi aerei digitali e sistemi intelligenti di gestione del traffico (Galal et al., 2022).

L'intersezione tra avanzamenti tecnici, apertura normativa e sostenibilità economica configura, in tale prospettiva, uno scenario in cui l'uso dei droni nel delivery urbano non è più una questione di fattibilità, bensì di tempistica e governance.

1.3.1 Funzionamento tecnico e requisiti operativi per il volo urbano

L'operatività dei droni impiegati nel contesto urbano del delivery si fonda sull'integrazione tra avanzamento tecnologico e conformità a stringenti requisiti operativi. Questi aeromobili a pilotaggio remoto sono concepiti per operare in ambienti urbani ad alta densità, nei quali sicurezza, affidabilità e precisione rappresentano condizioni imprescindibili per l'efficacia del servizio (Mustafa, 2023).

Sotto il profilo tecnologico, i droni utilizzati per la consegna urbana si avvalgono di una combinazione di tecnologie avanzate, tra cui sistemi di posizionamento satellitare (GPS), unità di misura inerziale¹¹ (IMU), altimetri barometrici e sensori ottici o LIDAR¹² per il rilevamento e l'evitamento degli ostacoli (Eskandaripour & Boldsaikhan, 2023; Emimi et al., 2023). L'impiego di tali dispositivi consente la stabilizzazione del volo e l'atterraggio assistito in ambienti complessi, caratterizzati dalla presenza di infrastrutture dense e condizioni variabili. Nei contesti urbani, in cui il livello di imprevedibilità risulta elevato a causa della mobilità di veicoli e pedoni, le soluzioni basate su tecniche di computer vision svolgono un ruolo cruciale nell'individuazione autonoma di aree di atterraggio sicure (Emimi et al., 2023).

La gestione del volo richiede una pianificazione accurata delle rotte, supportata da software di flight path optimization¹³ che impiegano algoritmi predittivi in grado di tenere

¹¹ Un'unità di misura inerziale (IMU) è un dispositivo elettronico che rileva e misura l'accelerazione, la velocità angolare e, in alcuni casi, l'orientamento di un oggetto nello spazio, fornendo dati fondamentali per la stabilizzazione e la navigazione autonoma dei droni.

¹² Il LIDAR (Light Detection and Ranging) è una tecnologia di telerilevamento che utilizza impulsi laser per misurare con precisione le distanze da oggetti circostanti, generando mappe tridimensionali utili per l'evitamento degli ostacoli e la navigazione autonoma dei droni.

¹³ La flight path optimization è il processo di calcolo del percorso di volo più efficiente per un drone, tenendo conto di fattori come distanza, ostacoli, consumo energetico e normative di spazio aereo.

conto di molteplici vincoli (Kim & Atkins, 2022). Tra questi rientrano il traffico aereo a bassa quota, la vicinanza a infrastrutture sensibili come ospedali o impianti governativi, e le limitazioni imposte dalle normative di geofencing¹⁴ (Feng et al., 2025). Il rispetto di tali vincoli è essenziale per garantire la continuità operativa e la conformità alle regolazioni aeronautiche.

L'aumento della densità di traffico aereo urbano ha reso necessario lo sviluppo di sistemi di Unmanned Traffic Management (UTM), progettati per coordinare il movimento simultaneo di più UAVs nello spazio aereo condiviso (Kim & Atkins, 2022). Questi sistemi si configurano come un'estensione dei tradizionali sistemi di Air Traffic Management (ATM) applicati all'aviazione civile, e mirano a integrare in modo sicuro i droni con gli aeromobili convenzionali. Le prospettive delineate da PwC (2024) indicano che il consolidamento di questa integrazione sarà determinante per l'evoluzione delle operazioni autonome nei contesti metropolitani.

L'adozione su vasta scala del drone delivery richiede inoltre un'infrastruttura di supporto adeguata. Tra le soluzioni attualmente in fase di sperimentazione si includono piattaforme di decollo e atterraggio localizzate sui tetti degli edifici, stazioni mobili di ricarica e centri di controllo remoto, destinati al monitoraggio e alla gestione in tempo reale delle missioni (Jazairy et al., 2025). Aziende attive nel settore, come Manna Air Delivery in Irlanda, hanno implementato reti di "drone ports" in prossimità di ristoranti e hub logistici urbani, ottimizzando i tempi di carico e scarico e aumentando l'efficienza complessiva del sistema (The Guardian., 2025).

Dal punto di vista normativo, le operazioni Beyond Visual Line of Sight (BVLOS), nonostante le recenti riforme, sono attualmente soggette a severe restrizioni in numerose giurisdizioni (Lieb & Sievers, 2024). La strategia adottata da molte imprese del settore prevede l'avvio delle operazioni in ambienti suburbani e rurali, caratterizzati da una minore complessità e rischio operativo, con l'obiettivo di accumulare esperienza, validare i modelli operativi e promuovere, in un secondo momento, una graduale estensione delle attività nei centri urbani (Zhou et al., 2023).

¹⁴ Il geofencing è una tecnologia che definisce perimetri virtuali nello spazio aereo, impedendo ai droni di accedere automaticamente a zone sensibili o vietate come aeroporti, scuole o ospedali.

1.3.2 Vantaggi potenziali dei droni per il delivery

I droni rappresentano una delle innovazioni tecnologiche in grado di offrire vantaggi competitivi rilevanti sotto il profilo temporale, economico e ambientale. Uno dei principali benefici derivanti dall'impiego dei droni è la drastica riduzione dei tempi di consegna. Secondo PwC (2024), i droni sono in grado di effettuare consegne urbane in un intervallo di tempo compreso tra i 10 e i 15 minuti, con un risparmio temporale superiore al 50% rispetto ai veicoli tradizionali. Questo aspetto è particolarmente strategico per i settori che operano secondo modelli just-in-time, come il food delivery e la distribuzione farmaceutica (Cornell et al., 2023). Un esempio emblematico è fornito dalla piattaforma Meituan in Cina, che ha superato le 220.000 consegne tramite droni, registrando un tempo medio per ordine pari a 12 minuti, a dimostrazione della scalabilità e dell'efficienza del modello operativo (Shi, 2025).

Dal punto di vista economico, il potenziale di riduzione dei costi operativi è significativo. Sebbene i costi iniziali di implementazione rimangano elevati, il costo marginale per consegna è destinato a diminuire progressivamente con l'incremento della capacità operativa e la diffusione di modelli logistici basati su reti hub-and-spoke¹⁵ (Shuaibua et al., 2025). L'eliminazione dell'intervento umano nella fase finale del processo – notoriamente la più onerosa nella logistica urbana – consente inoltre un sensibile miglioramento della marginalità.

In termini ambientali, l'impiego di droni elettrici si configura come una leva efficace per promuovere la sostenibilità nelle aree urbane. Secondo le stime riportate, ciascun drone in attività può contribuire a una riduzione annuale delle emissioni pari a circa 45 tonnellate di CO₂, equivalente all'assorbimento generato da oltre 1.800 alberi (PwC, 2024). Su scala sistemica, una flotta di 20 droni avrebbe un impatto ambientale paragonabile a quello di una foresta urbana composta da circa 36.000 alberi, posizionandosi come uno strumento coerente con le politiche di decarbonizzazione e con gli obiettivi ESG perseguiti dalle imprese (World Economic Forum, 2022).

¹⁵ Le reti hub & spoke sono modelli logistici in cui un centro principale (hub) coordina la distribuzione delle merci verso punti periferici (spoke), ottimizzando i flussi e riducendo i costi operativi nelle consegne urbane.

I droni aprono nuove opportunità di accesso al mercato, in particolare nei contesti suburbani e rurali in cui l'offerta logistica tradizionale risulta inefficiente o inesistente. In queste aree, l'impiego dei droni consente di estendere la copertura del servizio, garantendo la distribuzione di beni essenziali anche a clienti precedentemente esclusi dalle reti di delivery (Garg et al., 2023). Un caso emblematico è rappresentato dall'esperienza della società Manna, dove oltre il 40% dei residenti in un sobborgo di Dublino ha effettuato almeno un ordine tramite drone, confermando il ruolo potenziale di questa tecnologia nell'incrementare l'accessibilità e nel ridefinire l'esperienza d'acquisto (Zag Daily, 2025).

1.3.3 Limiti tecnici

Nonostante le grandi potenzialità, la diffusione dei droni nelle attività di delivery urbano è ancora ostacolata da numerose criticità tecniche e operative, che ne limitano l'implementazione su vasta scala. Una delle principali sfide riguarda l'autonomia di volo: i droni elettrici, attualmente i più utilizzati per scopi logistici, presentano un'autonomia media compresa tra i 20 e i 40 minuti, con un raggio operativo che varia dai 5 ai 10 km, in funzione del carico trasportato e delle condizioni ambientali (Deloitte., 2023). Tali caratteristiche rendono poco praticabili le missioni su distanze medio-lunghe e l'esecuzione di consegne multiple consecutive, a meno di disporre di una rete infrastrutturale di supporto capillare (Shuaibua et al., 2023).

Un ulteriore vincolo è costituito dalla limitata capacità di carico. I droni impiegati in ambito urbano sono generalmente progettati per trasportare pesi compresi tra i 2 e i 5 kg, sufficienti per articoli leggeri come generi alimentari, prodotti farmaceutici o piccoli pacchi (Deloitte, 2023; PwC, 2024). Tuttavia, ciò li rende inadatti alla movimentazione di beni ingombranti o pesanti. Secondo un'analisi condotta da McKinsey (2023), circa il 70% dei pacchi consegnati in ambito urbano potrebbe teoricamente essere trasportato via drone, ma ciò richiederebbe una profonda riorganizzazione della supply chain e un ripensamento delle modalità di confezionamento.

La sicurezza operativa rappresenta un aspetto particolarmente delicato. In contesti urbani ad alta densità, il rischio di collisione con edifici, infrastrutture, veicoli o altri droni è

elevato. A ciò si aggiungono i pericoli derivanti da guasti tecnici, interferenze elettromagnetiche e condizioni meteorologiche avverse (Lieb & Sievers, 2024). Per tali motivi, le normative vigenti impongono l'integrazione di sistemi di emergenza, ridondanze nei sensori e protocolli certificati di sicurezza. In molti Paesi, le autorizzazioni per voli BVLOS sono concesse in forma limitata o sperimentale, rallentando significativamente l'avvio di progetti commerciali su larga scala (Cornell et al., 2023).

Anche la gestione e la manutenzione della flotta dronistica comportano complessità non trascurabili. Ogni drone richiede controlli periodici, aggiornamenti software, sostituzione di componenti soggetti a usura e procedure di calibrazione (Tuan Ha, 2023). A differenza dei veicoli terrestri, un malfunzionamento in volo può comportare conseguenze gravi, sia in termini di sicurezza che di responsabilità legale. I costi legati alla manutenzione, alla formazione del personale tecnico e alla copertura assicurativa incidono in modo significativo sul Total Cost of Ownership (TCO), rendendo poco sostenibili i progetti pilota in assenza di economie di scala adeguate (Eskandaripour & Boldsai Khan, 2023).

Infine, un'ulteriore barriera è rappresentata dalla necessità di adeguamenti infrastrutturali e normativi. Le città devono predisporre strutture dedicate come tetti attrezzati, stazioni di ricarica e spazi sicuri per decollo e atterraggio, mentre il quadro regolatorio necessita di un'evoluzione verso norme più armonizzate e transnazionali. Persistono inoltre problematiche connesse alla tutela della privacy, all'inquinamento acustico e alla sicurezza pubblica, che alimentano il dibattito tra istituzioni, aziende e cittadini (Benarbia & Kyamakya, 2022).

1.3.4 Il food delivery come settore strategico per l'adozione dei droni

Il food delivery rappresenta uno dei segmenti più dinamici e in rapida evoluzione all'interno della logistica urbana, caratterizzato da una crescente domanda di consegne rapide, frequenti e a basso costo. La trasformazione digitale, la diffusione delle app mobili e il cambiamento delle abitudini di consumo hanno reso la consegna a domicilio di cibo un servizio sempre più integrato nella quotidianità, soprattutto nelle aree urbane ad alta densità (Wankhede et al., 2025).

A livello globale, il mercato del food delivery online ha registrato una crescita significativa negli ultimi anni. Secondo Statista, il fatturato del mercato globale del food delivery online è stato di circa 1,22 trilioni di dollari nel 2024 e si prevede che raggiungerà circa 1,79 trilioni di dollari entro il 2028, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 10,06% nel periodo 2024–2028. Questa espansione è trainata da fattori quali l'aumento dell'urbanizzazione, la diffusione degli smartphone, l'accesso a internet e la crescente preferenza dei consumatori per soluzioni di consegna comode e flessibili. Nel 2024, il 57% delle consegne dell'intero settore del last mile delivery è stato costituito da prodotti appartenenti al comparto Food & Beverage, a testimonianza della sua rilevanza strategica (vedi Figura 10).

La pandemia di COVID-19 ha ulteriormente accelerato questa tendenza. Come evidenziato da Puram et al. (2021), la crisi sanitaria globale ha avuto un impatto drastico sulle catene di approvvigionamento tradizionali, portando a interruzioni nei flussi commerciali, a restrizioni nella mobilità e a nuove esigenze di sicurezza e igiene. In questo contesto, l'adozione dell'online food delivery è cresciuta in modo esponenziale, diventando per molti consumatori la modalità primaria di accesso ai beni alimentari. Le piattaforme digitali, tra cui Deliveroo, Just Eat e Zomato, hanno svolto un ruolo cruciale nel garantire continuità al servizio durante i lockdown, supportando allo stesso tempo la sopravvivenza economica di ristoranti e cucine commerciali.

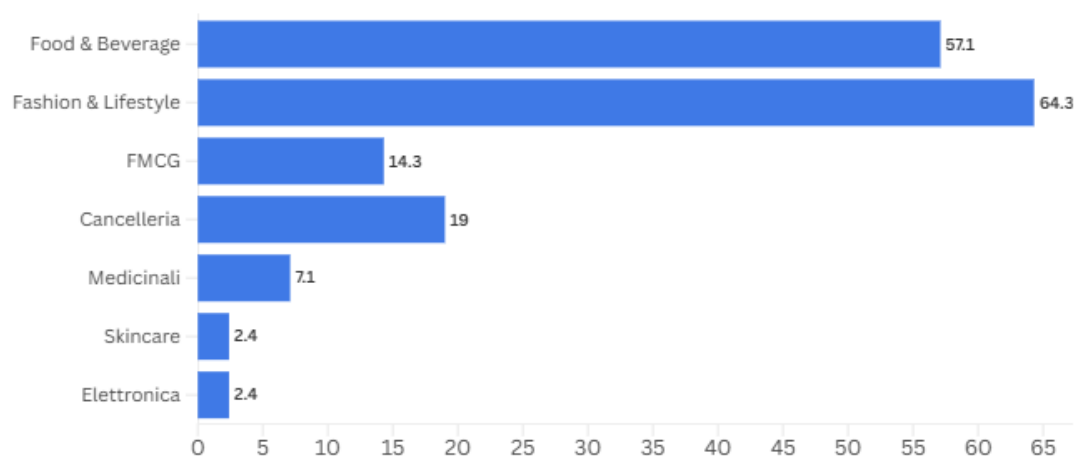


Figura 10: Distribuzione delle categorie di prodotti negli acquisti on-line dei consumatori, valori espressi in percentuale.

Fonte: Supply Chain Insider (2024). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Tuttavia, il sistema tradizionale di consegna presenta ancora diverse criticità che i droni potrebbero contribuire a risolvere. Tra i principali ostacoli operativi, vi sono le difficoltà incontrate dai rider nell'accesso alle residenze, nei contatti con i clienti e nella ricerca di parcheggi, in particolare nelle aree urbane congestionate o nei contesti commerciali affollati (Wankhede et al., 2025).

Come evidenziato dallo studio di Puram et al. (2021), i rider spesso devono affrontare ordini fasulli, chiamate incessanti, indicazioni poco chiare o comportamenti scorretti da parte dei clienti, con impatti negativi sull'efficienza, sulla sicurezza e sulla loro soddisfazione lavorativa. L'adozione dei droni potrebbe mitigare molte di queste criticità, automatizzando la fase di consegna e riducendo l'esposizione degli operatori a situazioni problematiche o rischiose.

Inoltre, la struttura stessa del servizio di food delivery lo rende particolarmente adatto all'uso dei droni. Si tratta infatti di consegne leggere, generalmente effettuate su brevi distanze, in un contesto di alta frequenza e bassa unità di valore, ma con esigenze elevate in termini di tempestività. Secondo Shankar et al. (2022), le piattaforme di food delivery si stanno sempre più orientando verso l'ottimizzazione dei costi e l'ampliamento del bacino di utenza attraverso strumenti tecnologici, anche in risposta alla pressione competitiva e alla richiesta di esperienze di consegna più rapide ed efficienti (Dong et al., 2025).

Oltre ai vantaggi già noti – come la riduzione dei tempi di consegna grazie alla possibilità di sorvolare il traffico urbano, o la sostenibilità ambientale garantita dall'utilizzo di droni elettrici – emergono benefici specifici nel contesto del food delivery:

- Efficienza operativa: l'impiego di droni per le consegne autonome consente una riduzione della dipendenza da personale umano, con un impatto diretto sulla diminuzione dei costi operativi e sulla scalabilità del servizio (Wankhede et al., 2025).
- Maggiore puntualità nelle fasce di picco: durante orari critici come il pranzo o la cena, i droni permettono di mantenere alta la qualità del servizio, evitando ritardi legati alla congestione stradale o alla saturazione delle flotte (Dong et al., 2025).

- Accessibilità in aree isolate o difficili da raggiungere: i droni offrono una soluzione concreta per estendere la rete di consegna in zone periferiche, rurali o con scarsa accessibilità, colmando gap logistici e riducendo le disuguaglianze territoriali (Garg et al., 2023).

Un'ulteriore evidenza viene fornita da uno studio di PwC (2024) che mostra il valore globale dei beni alimentari consegnati tramite droni è destinato a crescere con un tasso del 66% tra il 2024 e il 2034, segno di una rapida espansione e di un interesse crescente da parte delle piattaforme digitali e degli investitori (vedi Figura 11). Questo dato, insieme alla costante digitalizzazione del settore e alla pressione per migliorare l'efficienza operativa, conferma che il food delivery rappresenta uno dei contesti più promettenti per l'implementazione su larga scala del drone delivery.

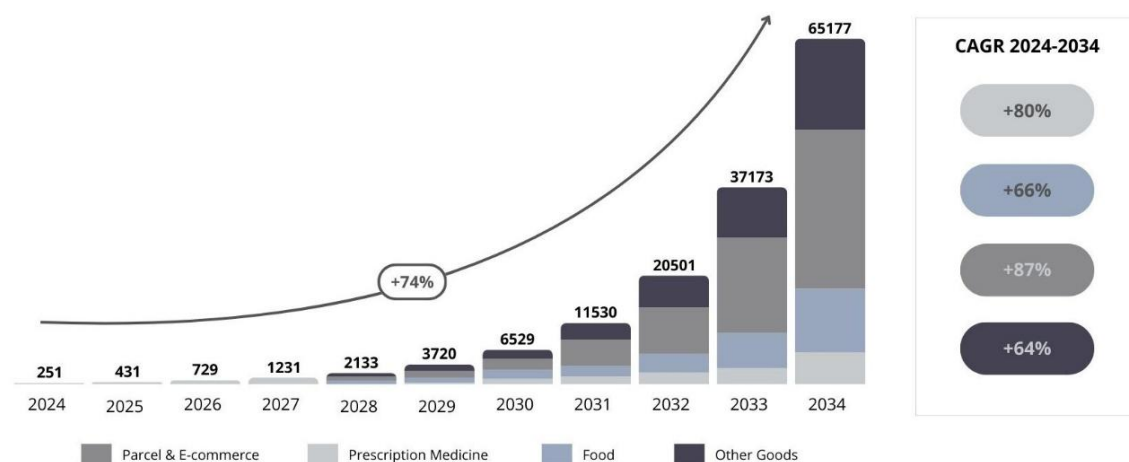


Figura 11: Valore dei beni consegnati dai droni per tipo di merci, 2024-2034, valori espressi in milioni di dollari.

Fonte: PwC Drone Powered Solutions (2024). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

In definitiva, il food delivery presenta una combinazione di fattori che ne fanno un terreno fertile per la sperimentazione e l'adozione del drone delivery. L'integrazione di questa tecnologia, se accompagnata da investimenti infrastrutturali e da un'adeguata regolamentazione, potrebbe non solo migliorare l'efficienza e la sostenibilità delle consegne, ma anche offrire un vantaggio competitivo alle piattaforme che sapranno implementarla in modo efficace e tempestivo.

1.4 Sperimentazioni internazionali nel drone delivery

Il drone delivery ha smesso di essere una suggestione futuristica per diventare una concreta area di sperimentazione per numerose aziende e istituzioni a livello globale. A livello internazionale, alcuni dei casi più emblematici provengono dagli Stati Uniti, dove aziende come Amazon, Alphabet (con il progetto Wing), UPS e Walmart hanno avviato progetti pilota e sperimentazioni in ambienti controllati (Jana et al., 2024). Amazon, ad esempio, ha sviluppato il programma Prime Air, con l'obiettivo dichiarato di effettuare consegne in meno di 30 minuti mediante droni completamente autonomi (Xhafa et al., 2025). Nonostante i tempi iniziali si siano dilatati rispetto alle aspettative, la Federal Aviation Administration (FAA) ha autorizzato Amazon ad avviare operazioni di consegna sperimentali in alcune aree selezionate, rendendo di fatto l'azienda uno dei pionieri globali nel settore (Na, 2023).

Wing, la divisione di Alphabet dedicata al drone delivery, ha ottenuto autorizzazioni in Australia, Finlandia e Stati Uniti, e ha realizzato decine di migliaia di consegne di beni alimentari, farmaci e pacchi in contesti suburbani. Wing si distingue per l'adozione di un sistema di calo controllato del pacco tramite cavo, evitando così la necessità di far atterrare il drone, riducendo rischi operativi e interazioni indesiderate con il pubblico (Benarbia & Kyamakya, 2022).

Un altro caso di studio significativo è quello di Zipline, una startup americana che ha realizzato una rete logistica aerea per la consegna di forniture mediche in Africa. In Ruanda e Ghana, Zipline ha contribuito a trasformare radicalmente la distribuzione di sangue, vaccini e farmaci in aree difficilmente raggiungibili, riducendo i tempi di consegna da diverse ore a meno di 30 minuti (Wired, 2022). I suoi droni ad ala fissa, capaci di coprire centinaia di chilometri con carichi essenziali, operano da hub logistici remoti e seguono rotte preprogrammate, dimostrando l'efficacia del modello su larga scala.

Anche l'Europa ha sperimentato con entusiasmo il drone delivery, sebbene in modo più frammentato. Su tutti, in Germania DHL ha condotto il progetto Parcelcopter, testando la consegna di farmaci e documenti in zone montuose e isole attraverso droni verticali. I test condotti sulle isole del Mare del Nord e sulle Alpi bavaresi hanno dimostrato la fattibilità

della tecnologia anche in condizioni ambientali difficili, permettendo all'azienda di ridurre il costo per consegna dell'80%, oltre a ridurre il consumo energetico complessivo e l'impronta di carbonio (Kumar et al., 2024). Tuttavia, dopo diverse fasi sperimentali, il progetto è stato sospeso nel 2021 a causa della complessità normativa e dei costi operativi ancora elevati (Mohammad et al., 2023).

In Italia, la situazione appare ancora in fase preliminare. ENAC, l'Ente Nazionale Aviazione Civile¹⁶, ha iniziato a elaborare una regolamentazione nazionale coerente con il quadro europeo definito da EASA (European Union Aviation Safety Agency), ma il sorvolo delle aree urbane rimane soggetto a rigidi limiti (Scarato, 2024). In ambito sanitario, sono state effettuate consegne sperimentali di farmaci urgenti tra strutture ospedaliere distanti, specialmente durante l'emergenza pandemica. Un esempio significativo è rappresentato dal progetto U-ELCOME, che ha visto l'impiego di droni per il trasporto di medicinali in aree remote dell'Abruzzo, come il Parco Naturale Regionale Sirente Velino, contribuendo a rendere più efficiente la distribuzione sanitaria anche in contesti difficilmente raggiungibili (ANSA, 2024).

Complessivamente, le sperimentazioni internazionali offrono indicazioni preziose sulle condizioni necessarie per l'adozione del drone delivery: un quadro normativo flessibile ma rigoroso, infrastrutture adeguate (hub di decollo e atterraggio, sistemi di ricarica), interoperabilità con le piattaforme logistiche esistenti e un alto livello di accettazione sociale. Senza questi prerequisiti, anche le tecnologie più avanzate rischiano di rimanere confinate a progetti pilota senza sbocchi concreti. Il panorama internazionale dimostra che il drone delivery non è più una possibilità teorica, ma una realtà concreta in rapida evoluzione.

1.5 Gap di ricerca e posizionamento dello studio

Sulla base delle evidenze discusse nei paragrafi precedenti, emerge con chiarezza come, nonostante il crescente interesse accademico e istituzionale verso il drone delivery, sussistano ancora numerosi gap che ne limitano la piena comprensione e

¹⁶ ENAC è l'autorità di regolamentazione, certificazione e vigilanza nel settore dell'aviazione civile in Italia. Assieme all'Enav (Ente Nazionale per l'Assistenza al Volo), che gestisce i servizi di assistenza al volo tra cui il controllo del traffico aereo, sono due entità cruciali nel sistema dell'aviazione civile italiana.

implementazione nel contesto urbano, e ancor più nel settore specifico del food delivery. Tali lacune si manifestano a livello teorico, empirico, normativo e sociale, costituendo il punto di partenza e la giustificazione scientifica del presente lavoro.

In primo luogo, gran parte della letteratura disponibile concentra l'attenzione sugli aspetti ingegneristici e tecnologici dei droni – come l'aerodinamica, la propulsione o la sicurezza – trascurando invece le dimensioni economico-finanziarie, operative e settoriali. In particolare, vi è una carenza di studi che tengano conto delle peculiarità del food delivery, un comparto che presenta esigenze specifiche legate alla rapidità della consegna, all'integrità del prodotto e alla normativa sanitaria. Inoltre, scarseggiano contributi che integrino queste variabili in modelli quantitativi di valutazione della fattibilità e sostenibilità del drone delivery.

Sul piano metodologico, un ulteriore limite risiede nella scarsità di ricerche basate su dati primari, raccolti direttamente in contesti urbani reali. La maggior parte delle sperimentazioni esistenti si basa su progetti pilota, spesso condotti in ambienti controllati o rurali, che non riflettono la complessità tipica delle città italiane. A ciò si aggiunge una generale assenza di studi empirici che analizzino la fattibilità del drone delivery integrando le specificità normative, territoriali e culturali del contesto italiano.

Proprio su questi vuoti conoscitivi si concentra l'indagine proposta, con l'obiettivo di fornire un contributo originale e applicabile all'interno del dibattito scientifico e operativo sul futuro della logistica urbana.

CAPITOLO 2 – IL MERCATO ITALIANO DEL FOOD DELIVERY

Il presente capitolo si propone di offrire un’analisi dettagliata del mercato del food delivery, con particolare attenzione al contesto italiano, ponendo l’accento sui trend di crescita, sui modelli di business adottati dalle principali piattaforme operative e sulla loro sostenibilità economico-finanziaria. A completamento dell’analisi, viene introdotta una riflessione sul potenziale innovativo del drone delivery, considerato una possibile leva di trasformazione in un settore strutturalmente caratterizzato da margini operativi critici.

Nella prima parte del capitolo viene ricostruita l’evoluzione recente della domanda di food delivery in Italia, evidenziando i cambiamenti nelle abitudini di consumo che hanno favorito l’adozione sempre più diffusa di questi servizi. Vengono analizzati i principali fattori abilitanti – tra cui la digitalizzazione e l’accelerazione impressa dalla pandemia – e viene presentato un quadro aggiornato del profilo degli utenti e della frequenza d’uso del servizio.

Successivamente, l’attenzione si concentra sui modelli di business delle piattaforme leader nel mercato italiano. Si approfondiscono le logiche operative delle piattaforme multisided, le dinamiche competitive, nonché le principali strategie di differenziazione e posizionamento. In questa sezione si analizza inoltre il ruolo del lavoro “on demand” e le implicazioni che esso comporta in termini di efficienza ma anche di sostenibilità economica e sociale. Nella parte centrale del capitolo viene svolta un’analisi economico-finanziaria delle stesse piattaforme, al fine di indagare le cause alla base dell’insostenibilità economica che spesso caratterizza il settore. I dati sono stati raccolti da fonti affidabili e pubblicamente accessibili, tra cui Market Screener, e consentono di mettere in luce le criticità strutturali nei bilanci aziendali.

A partire da tali criticità, viene proposto un confronto tra le unit economics del modello tradizionale – basato su rider e logistica su strada – e quelle potenzialmente ottenibili tramite l’impiego di droni. L’obiettivo è quello di quantificare il potenziale risparmio per consegna e valutare la sostenibilità operativa del drone delivery in scenari realistici di implementazione. Questa riflessione costituisce il ponte logico con la parte finale del capitolo, dedicata all’identificazione e classificazione delle principali barriere che ostacolano l’adozione dei droni nel mercato italiano del food delivery.

2.1 Analisi del mercato e trend di crescita

Il mercato italiano del food delivery si articola in due componenti principali: da un lato il comparto gestito dalle piattaforme digitali, stimato in circa 1 miliardo di euro (FIPE, 2022), e dall'altro le forme più tradizionali di consegna – come quella telefonica o interna ai ristoranti – che generano un volume pari a circa 1,8 miliardi di euro. Sommando le due componenti, si ottiene un mercato complessivo che ha conosciuto negli ultimi anni una crescita significativa, allineandosi al trend globale che ha visto questa industria affermarsi come uno dei comparti più dinamici dell'economia digitale. In linea con questi dati, Statista (2024) segnala un tasso annuo di crescita composto (CAGR) del +10,3%, con una previsione di superamento dei 3 miliardi di euro entro il 2027.

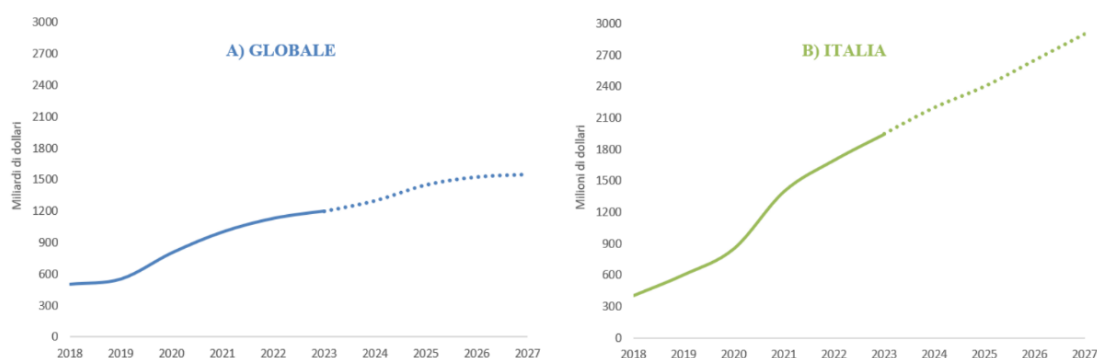


Figura 12: Proiezione del valore di mercato del food delivery a livello globale (A) e in Italia (B), 2018-2027, valori espressi rispettivamente in miliardi e in milioni di dollari.

Fonte: The International Journal of Life Cycle Assessment (2024). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

La trasformazione del settore è stata trainata da una pluralità di fattori, tra cui l'evoluzione dei comportamenti di consumo, la crescente penetrazione delle tecnologie digitali e un ripensamento dei modelli di ristorazione dovuto alla pandemia da Covid-19. Quest'ultima ha agito come acceleratore, rendendo strutturali alcune dinamiche che in precedenza erano tipiche di segmenti di nicchia o di contesti urbani altamente digitalizzati (Puram et al., 2021). In tale contesto, si osserva una progressiva sostituzione dei canali tradizionali da parte delle piattaforme digitali, pur in un contesto ibrido in cui entrambi i modelli continuano a coesistere.

Secondo il report di Deliverart (2023), oltre 20 milioni di italiani utilizzano regolarmente il servizio di consegna a domicilio. Il 40% dei consumatori preferisce ordinare direttamente dal sito del ristorante, mentre solo il 13% indica una preferenza per le piattaforme di terze parti. Questo dato suggerisce l'esistenza di una domanda latente per un'esperienza più diretta e personalizzata, oltre a mettere in evidenza le potenziali criticità delle piattaforme in termini di intermediazione.

2.1.1 Evoluzione della domanda e abitudini di consumo

L'evoluzione della domanda di food delivery in Italia riflette profondi cambiamenti nei modelli di consumo e nelle esigenze dei consumatori, sempre più orientati alla praticità, alla digitalizzazione e alla personalizzazione del servizio. Secondo l'indagine condotta da YouGov (2024), il 21% degli italiani utilizza i servizi di food delivery almeno una volta al mese. La fascia d'età più attiva è quella compresa tra i 18 e i 34 anni (29%), con una spiccata propensione all'utilizzo durante il fine settimana. A livello geografico, il Sud Italia si distingue per un tasso di utilizzo più elevato (56%) rispetto alla media nazionale (48%).

Le occasioni d'uso principali sono le riunioni informali con amici (57% tra i giovani), i momenti di consumo individuale (39%) e le pause pranzo in ufficio, soprattutto per la fascia d'età 35-54 anni (10%). Oltre metà dei consumatori preferisce la consegna fino al portone (63%) o al piano (38%), evidenziando l'importanza della comodità logistica e della qualità dell'esperienza complessiva.

La pandemia ha consolidato una nuova relazione tra consumatore e servizio di consegna, aumentando le aspettative in termini di qualità, efficienza e personalizzazione. Secondo Deloitte (2023), il 60% degli utenti dichiara di non essere più disposto ad accettare esperienze di bassa qualità. Allo stesso tempo, si osserva una crescente preferenza per canali di comunicazione digitali, come la messaggistica mobile, passata dal 20% nel 2021 al 27% nel 2023.

Altro dato rilevante è il livello di soddisfazione dell'utenza, che si attesta intorno al 90% per le principali piattaforme (YouGov, 2024). Tuttavia, l'82% degli utenti non percepisce la necessità di sottoscrivere le versioni premium dei servizi, evidenziando una scarsa

propensione a pagare per benefici aggiuntivi e indicando un possibile limite alla crescita attraverso strategie di fidelizzazione a pagamento.

Il comportamento di consumo si mostra sempre più ibrido: il canale digitale coesiste con pratiche tradizionali, come le telefonate dirette ai ristoranti, e si integra con nuove tendenze, tra cui la crescente attenzione verso il food packaging sostenibile e le opzioni healthy, vegane o etniche (Rome Business School, 2023). In sintesi, la domanda italiana si sta evolvendo verso una maggiore consapevolezza, esigendo non solo velocità e comodità, ma anche trasparenza, etica e qualità complessiva del servizio.

2.1.2 Modelli di business e concorrenza tra piattaforme

Le piattaforme di food delivery operanti in Italia si basano su modelli di business complessi, ibridi e in continua evoluzione, che combinano elementi propri delle piattaforme digitali multisided con logiche di intermediazione e controllo logistico. Il modello dominante è quello della piattaforma digitale che mette in relazione consumatori e ristoranti, gestendo sia il processo di ordinazione sia la logistica dell'ultimo miglio, con il supporto di una rete di rider (Haidar, 2024).

Attualmente, il mercato italiano del food delivery è fortemente concentrato attorno a tre principali operatori: Just Eat, Deliveroo e Glovo. Queste piattaforme detengono complessivamente la quota maggioritaria del mercato nazionale, sia in termini di volume di ordini sia per capillarità della presenza territoriale (vedi Figura 13). A conferma di ciò, uno studio condotto da Statista (2024) le identifica come i siti di food e-commerce più frequentati in Italia, in base al numero medio di visitatori mensili. Tale concentrazione competitiva alimenta un'intensa dinamica di rivalità tra i player, che si gioca meno sul prezzo e più su variabili come l'efficienza logistica, la qualità dell'esperienza utente e la varietà dell'offerta proposta.

Le fonti di ricavo principali includono: (i) le commissioni applicate ai ristoranti, che possono variare dal 18% al 30% in base al potere contrattuale e alla dimensione dell'attività (Haidar, 2024); (ii) i costi di consegna addebitati ai clienti; (iii) eventuali abbonamenti premium (es. Deliveroo Plus); (iv) servizi aggiuntivi di visibilità e promozione venduti ai partner commerciali. Secondo Haidar (2024), le piattaforme

assumono il ruolo di veri e propri "market-maker", creando mercati multipli attorno alla logistica, al marketing e alla visibilità gastronomica, generando ricavi da ciascuno di questi ambiti.

JUST EAT	Just Eat si posiziona come leader storico, particolarmente presente nei centri urbani medio-grandi, rendendola una scelta popolare tra i consumatori. La sua app, molto web-friendly, copre il 51% totale del mercato , che arriva al 60% considerando nello specifico gli italiani tra i 18 e i 34 anni (YouGov, 2024).
GLOVO	Glovo ha rafforzato la propria presenza puntando su servizi ultrarapidi e una gamma più ampia di beni consegnabili. Questo approccio diversificato ha ampliato la sua base di clienti e rafforzato la sua posizione nel mercato (Rome Business School, 2023). Secondo i dati di YouGov (2024) Glovo copre il 41% del mercato .
DELIVEROO	Conosciuta per la consegna veloce e le partnership con ristoranti premium, Deliveroo ha stabilito una forte presenza nel mercato. Si concentra su un'esperienza di consegna di alta qualità, che include tempi di consegna rapidi e una selezione accurata di partner ristorativi (Gambero Rosso, 2024). È utilizzata dal 39% degli utenti (YouGov, 2024).

Figura 13: Quote di mercato e posizionamento competitivo delle principali piattaforme di food delivery in Italia.

Fonte: Rome Business School (2023). Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Durante la pandemia, molte piattaforme hanno aumentato unilateralmente le commissioni ai ristoranti, aggravando la dipendenza di questi ultimi da canali esterni e compromettendo la sostenibilità economica di piccole e medie attività. Le grandi catene, dotate di maggiore potere negoziale, beneficiano di commissioni più basse e di visibilità preferenziale, contribuendo a rafforzare un sistema concorrenziale sbilanciato (Haidar, 2024). Dal punto di vista competitivo, il settore del food delivery in Italia si configura come un oligopolio dinamico, caratterizzato da barriere all'ingresso significative e da economie di scala e di rete tipiche dei mercati digitali multisided. Studi recenti (OECD, 2022; Martens et al., 2023) confermano che nei mercati digitali piattaforma-based, la concorrenza tende a concentrarsi sull'accumulazione di utenti e partner commerciali, anziché sulla riduzione dei prezzi, generando effetti di lock-in e diseconomie per i nuovi entranti. La combinazione di capitali elevati, network effects e branding rafforza le posizioni dominanti e limita la contendibilità del mercato.

Oltre ai modelli di business ibridi (order-only, order+delivery, full-stack¹⁷), le piattaforme stanno investendo in tecnologie avanzate per migliorare l'efficienza delle operazioni.

¹⁷ I modelli operativi delle piattaforme di food delivery possono essere distinti in tre principali configurazioni: il modello *order-only*, in cui la piattaforma si limita a intermediare l'ordine tra cliente e ristorante; il modello *order+delivery*, che include anche il servizio di consegna gestito direttamente dalla piattaforma; e infine il modello *full-stack*, in cui l'intera filiera – dalla preparazione del cibo alla consegna – è completamente integrata e sotto il controllo della piattaforma stessa.

L'adozione di algoritmi predittivi, sistemi di dispatching automatizzati¹⁸ e intelligenza artificiale contribuisce all'ottimizzazione delle rotte, alla riduzione dei tempi di attesa e alla gestione dinamica della domanda (Ramesh et al., 2023). Tuttavia, queste innovazioni non sono ancora sufficienti a risolvere le criticità strutturali del settore. L'elevata incidenza dei costi logistici, l'asimmetria nei rapporti con i partner e la crescente concorrenza stanno mettendo sotto pressione la profittabilità delle piattaforme. Come rilevato da diversi studi, il settore è caratterizzato da alti volumi ma margini operativi molto bassi, talvolta negativi, rendendo urgente una riflessione su soluzioni tecnologiche e organizzative in grado di garantire sostenibilità nel lungo periodo (Chiang et al., 2024; Ruggeri et al., 2024).

Alla luce della loro dimensione, capillarità e pervasività nel mercato italiano, le principali piattaforme saranno oggetto di un'analisi economico-finanziaria più approfondita nei paragrafi successivi, al fine di valutarne la sostenibilità e comprendere le principali criticità strutturali del settore.

2.2 Stato economico-finanziario delle principali piattaforme

Nel contesto della presente analisi, il focus rimane su tre tra le principali piattaforme europee del food delivery: Just Eat Takeaway, Deliveroo e Delivery Hero. Quest'ultima è stata selezionata anche in virtù dell'acquisizione di Glovo, avvenuta nel 2022, che rende opportuno e più semplice considerare i dati consolidati di Delivery Hero per rappresentare indirettamente l'andamento economico-finanziario della piattaforma spagnola. L'obiettivo di questo paragrafo è valutare criticamente la loro sostenibilità economico-finanziaria nel periodo 2021-2024, evidenziando similitudini strutturali e differenze gestionali che possano contribuire a spiegare lo stato attuale del settore e le sue prospettive future. Le informazioni finanziarie e operative qui presentate sono tratte da fonti professionali come MarketScreener, Financial Times, The Guardian e Cinco Días.

Un primo elemento di convergenza tra le tre aziende è la persistente difficoltà nel raggiungimento della redditività sostenibile nel medio periodo. Tutte e tre le imprese,

¹⁸ I sistemi di dispatching automatizzati sono strumenti che assegnano in modo algoritmico gli ordini ai rider o ai droni, ottimizzando tempi, percorsi e carichi sulla base di variabili come distanza, traffico e disponibilità in tempo reale.

infatti, presentano perdite operative e nette rilevanti, seppure con intensità e dinamiche differenti. Just Eat Takeaway ha riportato una perdita netta di 1,85 miliardi di euro nel 2022, in miglioramento rispetto ai 5,7 miliardi del 2021, ma ancora fortemente negativa (Financial Times, 2023). Delivery Hero, dal canto suo, ha accumulato circa 6 miliardi di euro di perdite tra il 2022 e il 2024 (Cinco Días, 2025), mentre Deliveroo ha registrato una perdita netta di 294,1 milioni di sterline nel 2022, ridottasi fino a un modesto utile di 3 milioni nel 2024 (The Guardian, 2025).

Le cause comuni di questa scarsa redditività strutturale risiedono in parte nel modello di business ad alta intensità di capitale e in parte nella competizione feroce su scala locale e globale. Tutte e tre le aziende hanno dovuto sostenere costi significativi legati all'espansione della rete logistica, all'acquisizione di clienti, e alla gestione del personale (o dei rider). Tuttavia, emergono alcune differenze interessanti nelle strategie operative. Ad esempio, Just Eat Takeaway ha focalizzato le sue attività su una strategia più tradizionale, puntando su fusioni e acquisizioni rilevanti come quella di Grubhub negli Stati Uniti, operazione che però si è rivelata problematica, portando a svalutazioni per 1,5 miliardi di euro (Financial Times, 2023). Delivery Hero ha intrapreso un percorso simile, acquisendo Glovo, ma anche in questo caso l'acquisizione si è tradotta in una significativa svalutazione da 770 milioni di euro, oltre a un crollo del 70% della capitalizzazione di mercato nei tre anni successivi (Cinco Días, 2025). Deliveroo si distingue per una gestione più prudente delle operazioni e per l'avvio di una parziale diversificazione verso la consegna di generi alimentari, che nel 2024 ha rappresentato il 16% delle sue vendite totali (The Guardian, 2025). Questo approccio più snello e focalizzato ha consentito all'azienda britannica di raggiungere per la prima volta un utile netto nel 2024, pur rimanendo vulnerabile a dinamiche regolatorie e a un mercato ancora volatile. Le sue azioni, infatti, hanno subito un calo dell'8% in seguito alla pubblicazione dei risultati, a dimostrazione del fatto che la fiducia degli investitori resta fragile (The Guardian, 2025).

In termini di margini operativi e flussi di cassa, le aziende hanno mostrato segnali di miglioramento ma da valutare con cautela. Just Eat Takeaway ha registrato un EBITDA rettificato positivo pari a 324 milioni di euro nel 2022, mentre Deliveroo ha ottenuto un EBITDA di 85,4 milioni di sterline nel 2023, in crescita rispetto agli anni precedenti. Delivery Hero ha riportato un EBITDA positivo di 253,6 milioni di euro nel 2023 su

ricavi pari a 10,463 miliardi, ma questo risultato è stato insufficiente a coprire le perdite nette dovute anche alla svalutazione degli asset (MarketScreener, 2024).

Un'altra similitudine tra i tre operatori riguarda l'impatto crescente delle regolamentazioni sul lavoro dei rider. Soprattutto in paesi come la Spagna, la cosiddetta *ley rider*¹⁹ ha imposto alle aziende l'obbligo di assumere i rider come dipendenti, con un significativo aumento dei costi operativi. Delivery Hero, tramite Glovo, ha dovuto rivedere il proprio modello contrattuale e adattarsi a una struttura del lavoro più rigida (Cinco Días, 2025). Anche Just Eat ha dovuto adottare misure simili, ad esempio in Spagna ha mantenuto la redditività della filiale solo grazie a un'iniezione annuale di circa 13 milioni di euro da parte della casa madre (Cinco Días, 2024).

Nonostante queste difficoltà condivise, alcune aziende sembrano trovarsi in una fase più avanzata del processo di razionalizzazione. Deliveroo, ad esempio, ha migliorato significativamente il proprio flusso di cassa libero, passando da -224,6 milioni di sterline nel 2022 a +64,66 milioni nel 2024 (MarketScreener, 2024), e ha adottato una strategia di riduzione dei costi e selezione dei mercati più redditizi. Just Eat Takeaway ha invece avviato una serie di ristrutturazioni, incluso un piano di vendita degli asset non core (come Grubhub), oltre a tagli del personale per contenere i costi fissi. Delivery Hero ha continuato la propria espansione internazionale ma senza riuscire a consolidare i margini, e rimane fortemente esposta a rischi di mercato e svalutazioni future.

Dal punto di vista dei ricavi, Delivery Hero si conferma la realtà più grande, con oltre 10 miliardi di euro di ricavi nel 2023, grazie alla sua presenza in più di 50 paesi. Tuttavia, il dato in sé non rappresenta un elemento sufficiente per garantirne la solidità finanziaria, proprio a causa delle inefficienze e dei costi operativi non sostenibili che emergono da una gestione troppo frammentata e basata su economie di scala non ancora completamente realizzate. Deliveroo e Just Eat Takeaway hanno dimensioni minori ma con modelli relativamente più concentrati, il che ha favorito alcuni risultati positivi più tangibili nel breve termine.

Un ulteriore elemento che merita attenzione è la reazione del mercato azionario. Le tre aziende hanno tutte vissuto momenti di forte svalutazione. Delivery Hero, in particolare,

¹⁹ La *Ley Rider*, introdotta in Spagna nel 2021, è stata il primo intervento normativo organico in Europa sul lavoro dei rider, contribuendo ad alimentare il dibattito e le pressioni regolatorie anche in altri paesi, tra cui l'Italia.

ha perso oltre il 70% del proprio valore di mercato dal momento dell'acquisizione di Glovo. Anche Just Eat Takeaway ha subito pressioni significative, sia a causa della difficile integrazione di Grubhub, sia per la percezione negativa da parte degli investitori rispetto alla sostenibilità del modello. Deliveroo ha mostrato una dinamica più contenuta, ma anche nel suo caso il titolo resta volatile e molto influenzato dalle prospettive macroeconomiche e regolatorie.

La fotografia che emerge dall'analisi congiunta delle tre piattaforme è quella di un settore in profonda trasformazione, caratterizzato da modelli di business ancora in fase di maturazione e fortemente influenzati da dinamiche esogene come la regolamentazione del lavoro e le aspettative degli investitori. Le perdite strutturali, le svalutazioni di asset, e la difficoltà nel generare margini sostenibili indicano che la sostenibilità finanziaria di lungo termine è tuttora lontana. Tuttavia, segnali positivi non mancano: l'EBITDA in crescita, il miglioramento del cash flow e i primi utili netti di Deliveroo suggeriscono che strategie più selettive e orientate all'efficienza possono produrre risultati concreti. Il confronto tra le tre aziende mostra che, sebbene condividano sfide comuni, le risposte strategiche adottate fanno la differenza: la prudenza operativa di Deliveroo si contrappone all'aggressiva espansione di Delivery Hero, mentre Just Eat cerca un difficile equilibrio tra razionalizzazione e recupero del valore.

2.3 Drone delivery come innovazione potenziale

Date le criticità strutturali emerse dall'analisi dei modelli di business attuali nel settore del food delivery, l'implementazione del drone delivery si configura come una potenziale leva strategica per riconfigurare l'intero sistema logistico. Questa tecnologia, infatti, offre una prospettiva concreta di automazione della fase di consegna dell'ultimo miglio.

Secondo le proiezioni di PwC (2024), l'impiego dei droni potrebbe ridurre significativamente il costo per consegna, fino a circa 2 dollari (circa 1,85 €) entro il 2034, grazie alla progressiva automazione, all'efficienza energetica e alla riduzione dei costi operativi. Si tratta di una stima proiettiva di lungo periodo, che evidenzia il potenziale risparmio rispetto agli attuali 6–25 dollari (5,5–23 €) sostenuti, a seconda dei mercati e dei modelli logistici adottati. La possibilità di eliminare o ridurre drasticamente l'impiego

di rider per alcune fasce orarie o per specifiche aree geografiche impatterebbe direttamente sulla marginalità operativa. Le risorse così liberate potrebbero essere reinvestite per migliorare la customer experience, potenziare le attività di marketing o accelerare lo sviluppo tecnologico.

In termini di scalabilità, il drone delivery si adatta perfettamente alla natura altamente ripetitiva e a basso valore unitario delle consegne di cibo: si tratta di tratte brevi, carichi leggeri e alta frequenza di ordini. I droni, inoltre, garantiscono una maggiore affidabilità in situazioni di congestione urbana o in presenza di difficoltà logistiche, migliorando la puntualità delle consegne e riducendo l'incidenza dei fallimenti al primo tentativo, un fattore che contribuisce in modo significativo all'inefficienza del modello attuale.

Un aspetto cruciale riguarda poi il fronte ambientale: i droni elettrici rappresentano una soluzione intrinsecamente coerente con gli obiettivi di sostenibilità ESG, sempre più rilevanti sia per gli investitori che per la reputazione delle aziende. La capacità di abbattere l'impronta di CO₂ delle consegne urbane non si traduce solo in benefici ambientali diretti, ma anche in un potenziale vantaggio competitivo legato all'immagine "green" delle piattaforme, in un contesto di crescente attenzione da parte dei consumatori verso pratiche più ecologiche.

Il drone delivery si posiziona non solo come un'innovazione futuristica, ma come una risposta strategica e concreta ad alcune delle principali criticità che affliggono il settore del food delivery, configurandosi come una tecnologia abilitante per l'adozione di modelli di business più sostenibili, efficienti e competitivi.

2.3.1 Unit Economics nel food delivery: modelli tradizionali vs droni

Una delle chiavi interpretative più rilevanti per comprendere la crisi strutturale del food delivery tradizionale risiede nell'analisi delle *unit economics*, ossia dei costi e ricavi associati alla singola consegna. Questo approccio, largamente adottato in ambito startup e venture capital, consente di valutare la sostenibilità operativa di un modello di business al livello micro, offrendo una prospettiva concreta sulla sua scalabilità e profittabilità nel lungo periodo (Long, 2025).

Nel caso delle piattaforme tradizionali, le unit economics sono fortemente penalizzate da costi fissi e variabili elevati, margini compressi e forte pressione competitiva. Secondo McKinsey (2023), il costo medio per singola consegna urbana in Europa varia tra 6 e 12 €, a seconda della distanza, del modello operativo e della località. Il compenso al rider incide tra il 50 % e il 60 % del costo totale, al quale si aggiungono spese significative per acquisizione clienti, commissioni di piattaforma, ritiro logistica e costi indiretti come supporto clienti, assicurazione e infrastruttura IT.

La revenue media per consegna – derivante da commissioni al ristorante (20–35 %) e fee al cliente finale – difficilmente supera gli 8–9 €, generando marginalità spesso negativa o al massimo marginale (MarketScreener, 2024; PwC, 2023). Ciò risulta in un modello operativo intensivo di capitale umano, poco scalabile e sensibile a shock esogeni quali inflazione salariale o instabilità nei rapporti con i rider (OECD, 2024).

In questo contesto, l'introduzione del drone delivery rappresenta un'opportunità concreta per trasformare radicalmente le unit economics, grazie alla possibilità di abbattere sensibilmente i costi marginali e aumentare l'efficienza operativa. Secondo PwC (2024) e sperimentazioni condotte da Wing (Alphabet), il costo per consegna tramite drone può attestarsi tra 2 e 3 € in scenari maturi, con margini ulteriormente ottimizzabili nei modelli full-autonomous.

VOCI DI COSTO/RICAVO	MODELLO TRADIZIONALE	DRONE DELIVERY
COSTO RIDER (PER CONSEGNA)	4-6 €	0 €
COSTI ACCESSORI	1-2 €	0,5-1 €
COSTO ENERGETICO O CARBURANTE	0,5-1 €	0,2-0,4 €
FEE DI PIATTAFORMA / STRUTTURA	1-1,5 €	0,5-1 €
COSTO TOTALE STIMATO	7-11 €	2-3,5 €
RICAVO MEDIO PER CONSEGNA	8-9 €	5-7 €
MARGINE OPERATIVO STIMATO	-1 / +2 €	+2 / +4 €

Figura 14 – Confronto tra unit economics della consegna tradizionale e tramite droni (valori indicativi)

Fonte: McKinsey (2023), PwC (2024), Wing (Alphabet), Manna, MarketScreener (2024). Elaborazione grafica a cura dell'autore.

Per meglio evidenziare le differenze strutturali tra i due modelli, la tabella riassume in modo comparativo le principali voci di costo e ricavo associate rispettivamente alla consegna tradizionale e a quella tramite droni. I valori riportati, basati su fonti di settore e studi recenti, rappresentano stime indicative che permettono di visualizzare l'impatto delle tecnologie UAV sulla marginalità operativa. I principali driver di risparmio includono:

- eliminazione del costo del lavoro diretto (nessun rider);
- ottimizzazione delle rotte e riduzione dei costi energetici;
- maggiore copertura nelle aree periferiche;
- riduzione dei costi assicurativi e di rischio operativo (Cornell et al., 2023; Mustafa, 2023).

Tuttavia, i benefici economici derivanti dal drone delivery – per quanto potenzialmente significativi – sono condizionati da un elemento cruciale: la rapidità della consegna. Come evidenziato da Borghetti et al. (2022), attraverso un sondaggio condotto nell'area metropolitana milanese, il drone risulta il mezzo preferito dagli utenti solo quando il tempo di consegna è contenuto e la tariffa si mantiene entro soglie accettabili. In particolare, quando la tariffa dell'utente è compresa tra 1 e 5 €/consegna, il drone è chiaramente la scelta più apprezzata, soprattutto per la velocità. Tuttavia, all'aumentare della tariffa o del tempo di consegna – in particolare oltre i 28,5 minuti – la preferenza si sposta verso modalità alternative, come scooter e furgone.

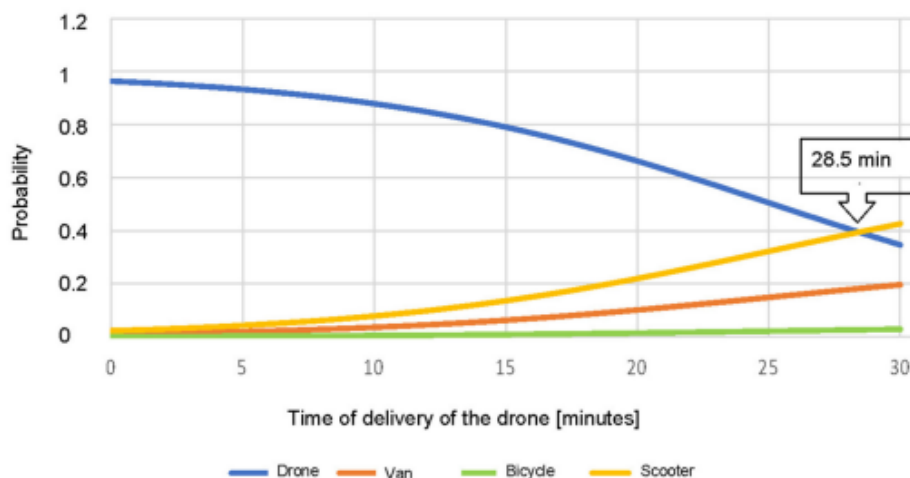


Figura 15 – Probabilità di scegliere diversi mezzi di trasporto per la consegna dell'ultimo miglio a seconda della tempistica del drone.
Fonte: Borghetti et al. (2022). Sustainability.

Questo dato è particolarmente rilevante perché evidenzia una soglia oltre la quale il vantaggio percepito del drone si erode, nonostante i minori costi marginali. La variabile tempo assume quindi un ruolo determinante nel definire la sostenibilità economica del drone delivery anche dal lato della domanda: se il servizio non è in grado di garantire tempi di consegna competitivi, rischia di perdere attrattività, rendendo vani i vantaggi ottenibili in termini di cost saving.

È vero che il drone comporta costi iniziali rilevanti — acquisto droni, microhub, software, manutenzione, conformità normativa — ma si tratta prevalentemente di costi fissi scalabili, la cui incidenza decresce all'aumentare del volume consegnato. Simulazioni di Zipline e Wing mostrano che il break-even operativo si raggiunge con 200–300 consegne giornaliere per drone (PwC, 2024). Inoltre, l'analisi di Raghunatha et al. (2023) conferma come i droni, soprattutto in aree rurali, abbiano emissioni inferiori rispetto ai camion diesel, e un costo competitivo rispetto ai veicoli elettrici, in funzione dell'automazione e della rapidità del servizio.

In sintesi, il drone delivery potrebbe ridefinire le unit economics del settore, consentendo margini positivi e accesso sostenibile anche in aree attualmente marginali. Tuttavia, l'effettiva sostenibilità operativa dipenderà dalla capacità del sistema di mantenere tempi di consegna inferiori ai 28–30 minuti, tariffe tra 1 e 5 €, e un volume elevato di operazioni per drone. Queste condizioni – al contempo economiche, tecniche e operative – saranno analizzate e modellizzate nel terzo capitolo, anche alla luce delle barriere discusse nei paragrafi successivi.

2.3.2 Il contesto italiano: tra sperimentazioni e regolazione

Nonostante l'attenzione crescente a livello internazionale per le tecnologie di consegna automatizzata, il panorama italiano del drone delivery risulta ancora poco sviluppato e frammentato. A differenza di quanto osservato in altri Paesi con contesti normativi e operativi più avanzati, l'Italia non ha ancora ospitato sperimentazioni sistematiche e continuative nell'ambito del food delivery tramite droni. Le iniziative finora registrate sono sporadiche e a carattere prevalentemente dimostrativo.

Un esempio emblematico è rappresentato dalla breve incursione di Amazon Prime Air nel 2022, durante la quale l'azienda ha effettuato alcune simulazioni di consegna in ambienti controllati, in particolare nell'area di San Salvo (Abruzzo), in collaborazione con ENAC e amministrazioni locali. Tuttavia, il progetto non ha avuto seguito operativo, principalmente a causa dell'assenza di un quadro normativo sufficientemente flessibile e abilitante. Anche altre iniziative, come quelle promosse nell'ambito del programma europeo U-ELCOME (Urban Air Mobility), si sono concentrate maggiormente su consegne medicali in contesti rurali o di emergenza sanitaria, piuttosto che su un reale modello commerciale urbano orientato al consumatore.

Tra le sperimentazioni più recenti si segnala il progetto Di-Pegasus, coordinato da EuroUSC Italia in collaborazione con la Regione Emilia-Romagna e l'Università di Bologna. L'iniziativa, avviata nel 2023, si è posta l'obiettivo di esplorare l'integrazione del drone delivery all'interno della logistica urbana, con particolare riferimento ai contesti semi-periferici e a bassa densità abitativa. Il progetto ha previsto l'impiego di droni a corto raggio per la consegna di piccoli pacchi e generi alimentari, al fine di validare protocolli operativi che fossero al tempo stesso efficienti, sicuri e conformi alle normative europee in materia di U-space, con particolare attenzione alle linee guida EASA. Sebbene ancora in fase sperimentale, questo caso rappresenta uno dei primi tentativi strutturati di applicazione del drone delivery nel contesto italiano.

L'Italia sconta infatti un doppio ritardo: da un lato, la complessità burocratica e i vincoli normativi – in particolare riguardo alle operazioni BVLOS e al sorvolo di aree densamente popolate – frenano la possibilità di testare il servizio in condizioni realistiche; dall'altro, l'assenza di incentivi pubblici e di investimenti strutturati nel settore limita l'interesse da parte degli operatori privati. A ciò si aggiunge una scarsa integrazione tra le politiche urbane e le strategie di mobilità innovativa, che impedisce di pianificare con visione sistemica l'infrastruttura necessaria a supportare la mobilità aerea urbana.

Tuttavia, il contesto italiano presenta anche alcune potenzialità. La forte densità urbana delle città metropolitane, la presenza diffusa di esercizi di ristorazione e la domanda crescente di servizi di consegna rapida potrebbero costituire un terreno fertile per la sperimentazione. Inoltre, il recente recepimento da parte di ENAC delle linee guida

EASA per la gestione del traffico aereo non presidiato e la definizione dei primi corridoi aerei digitali rappresentano un primo passo verso una maggiore apertura.

2.4 Barriere all'adozione nel contesto italiano

Sebbene il drone delivery rappresenti una soluzione tecnologica promettente per risolvere molte delle inefficienze del food delivery urbano, la sua implementazione in Italia incontra una serie di ostacoli complessi e interconnessi. Tali barriere, già identificate nella letteratura internazionale e confermate dalle analisi sviluppate nei capitoli precedenti, si articolano su cinque dimensioni principali: economico-finanziaria, normativa e regolatoria, tecnologica e infrastrutturale, territoriale, sociale e culturale. La mancanza di un ecosistema favorevole che integri questi fattori rende attualmente difficile il passaggio da sperimentazioni isolate a un modello di servizio operativo e scalabile. Nei paragrafi che seguono si approfondisce ciascuna di queste barriere, con specifico riferimento al contesto italiano.

2.4.1 Economico-Finanziarie

La sostenibilità economica del drone delivery è una delle sfide principali per la sua implementazione nel mercato italiano. Come evidenziato nell'analisi dei bilanci delle piattaforme, l'intero settore del food delivery è caratterizzato da margini estremamente ridotti, in parte a causa dell'elevata incidenza dei costi legati alla logistica dell'ultimo miglio. Il drone delivery, pur potenzialmente in grado di ridurre questi costi nel lungo periodo, richiede investimenti iniziali ingenti e un orizzonte temporale di ritorno economico non compatibile con la pressione finanziaria cui sono sottoposte le piattaforme italiane.

I costi fissi includono l'acquisto di flotte di droni, l'implementazione di sistemi di gestione del traffico aereo, la creazione di hub di atterraggio e decollo, oltre alle spese per la formazione del personale tecnico. A questi si aggiungono i costi per l'ottenimento delle autorizzazioni e per l'adeguamento infrastrutturale dei centri urbani. Secondo un report di McKinsey (2024), il costo per abilitare un'area urbana di medie dimensioni al drone

delivery può superare i 10 milioni di euro nella fase di start-up, rendendo difficile l'adozione da parte di startup e piccole imprese, che compongono una buona parte del tessuto imprenditoriale italiano nel settore foodtech.

Inoltre, i modelli di pricing attualmente in vigore nel mercato italiano – caratterizzati da una forte pressione competitiva e da bassi ticket medi – non consentono facilmente di trasferire sul consumatore i costi dell'innovazione tecnologica, a meno di ridefinire l'offerta in ottica premium. In mancanza di un supporto pubblico – come incentivi fiscali, fondi di co-investimento o programmi europei per la transizione digitale – il rischio è che il drone delivery rimanga appannaggio esclusivo di grandi gruppi internazionali, aggravando il divario competitivo tra operatori locali e multinazionali.

2.4.2 Normative e Regolatorie

Il quadro normativo italiano rappresenta una delle barriere più rilevanti per lo sviluppo del drone delivery, in particolare per quanto riguarda le operazioni in ambiente urbano. L'ENAC ha avviato negli ultimi anni un processo di armonizzazione con il regolamento europeo EASA, introducendo il concetto di U-Space²⁰ e definendo criteri per le operazioni BVLOS. Tuttavia, al momento attuale, il sorvolo di aree urbane ad alta densità resta fortemente limitato, e le autorizzazioni sono concesse solo in ambito sperimentale e sotto condizioni molto restrittive.

Questa rigidità normativa è giustificata da legittime preoccupazioni legate alla sicurezza, alla privacy e alla gestione del traffico aereo urbano, ma di fatto impedisce l'adozione commerciale su larga scala. Inoltre, l'iter per l'ottenimento delle autorizzazioni è spesso lungo, costoso e incerto, scoraggiando gli investimenti privati. Secondo Lieb & Sievers (2024), il processo di approvazione per una singola operazione commerciale in ambiente urbano può richiedere fino a 12 mesi, comportando oneri amministrativi difficilmente sostenibili per startup e PMI.

Altro elemento critico è la mancanza di una normativa nazionale unificata sui corridoi aerei digitali, che consenta la pianificazione efficiente delle rotte. In assenza di una

²⁰ L'U-space è il sistema europeo che fornisce servizi digitali e automatizzati per l'integrazione sicura e ordinata dei droni nello spazio aereo a bassa quota, specialmente in aree urbane e ad alta densità di traffico.

mappatura ufficiale delle no-fly zones e di protocolli condivisi, le operazioni risultano frammentarie e a rischio di conflitto con altri usi dello spazio urbano. Anche la regolamentazione sui dati (privacy, uso delle immagini) non è ancora stata adattata alla specificità delle operazioni con UAV, generando incertezza giuridica per gli operatori.

2.4.3 Tecnologiche e Infrastrutturali

Dal punto di vista tecnico, l'implementazione del drone delivery in Italia richiede un'infrastruttura urbana ancora largamente assente. La limitata disponibilità di punti sicuri di decollo e atterraggio nei centri urbani, unita all'assenza di sistemi standardizzati per la ricarica elettrica e per il monitoraggio in tempo reale dei droni, rende impraticabile una gestione scalabile del servizio. Secondo un report di McKinsey & Company (2022) sullo sviluppo della mobilità aerea urbana, lo sviluppo di una rete di infrastrutture fisiche dedicate è cruciale per supportare operazioni multi-drone e garantirne la sicurezza e l'efficienza, sottolineando come l'assenza di tali strutture rappresenti un freno significativo alla diffusione su larga scala.

Le criticità tecnologiche si concentrano anche sulle performance degli UAV stessi. L'autonomia media di volo (attualmente 20–30 minuti), il peso massimo trasportabile (3–5 kg) e la sensibilità alle condizioni meteorologiche rendono i droni attuali adatti solo a un numero limitato di missioni e in condizioni ottimali. Ciò pone limiti importanti alla copertura territoriale, specialmente in città con configurazioni complesse e non omogenee. Inoltre, le operazioni multiple consecutive risultano ancora poco efficienti senza una rete logistica capillare di supporto, come evidenziato da un report dell'European Union Aviation Safety Agency (EASA, 2024).

Un'altra barriera tecnologica è la mancanza di interoperabilità tra i software dei droni e le piattaforme e-commerce o food delivery già operative. Per garantire una vera integrazione nei flussi logistici urbani, sarà necessario sviluppare API²¹ (Application Programming Interfaces), standard di comunicazione e sistemi UTM (Unmanned Aircraft System

²¹ Le API sono connettori software che permettono a diverse applicazioni di comunicare e scambiare dati, facilitando l'interoperabilità tra sistemi diversi.

Traffic Management) avanzati²². Questi sistemi devono essere in grado di gestire simultaneamente flotte autonome e altri mezzi di trasporto urbano, garantendo la separazione e la sicurezza dello spazio aereo. La mancanza di interoperabilità, già segnalata da Galal et al. (2022), rischia di tradursi in inefficienze operative e nel fallimento di modelli ibridi di delivery. Anche la Commissione Europea (2022), nel suo "Drone Strategy 2.0", sottolinea la necessità di standard comuni per l'interoperabilità e la digitalizzazione per favorire l'integrazione dei droni nello spazio aereo unico europeo.

2.4.4 Territoriali

La configurazione urbana italiana, fortemente disomogenea e caratterizzata da centri storici ad alta densità, rappresenta un ulteriore ostacolo strutturale all'introduzione del drone delivery. A differenza di altri contesti urbani più moderni e pianificati, l'Italia presenta città con elevata concentrazione verticale, spazi ristretti, vicoli tortuosi e una diffusa presenza di vincoli architettonici e paesaggistici (es. zone UNESCO), che rendono complessa l'individuazione di punti sicuri per l'atterraggio. Come sottolineano Shuaibua et al. (2025), le barriere fisiche legate all'accessibilità aerea rappresentano uno dei limiti più critici per il deployment urbano dei droni, in particolare in ambiti caratterizzati da elevata densità edilizia o vincoli di conservazione storica.

Inoltre, la presenza di zone soggette a interferenze (ospedali, centrali, caserme, aeroporti) e di aree con elevato traffico pedonale riduce la praticabilità tecnica e normativa delle rotte. Le stesse condizioni del suolo – con dislivelli marcati, manti irregolari o superfici non visibili – compromettono la precisione necessaria per il rilascio sicuro dei pacchi, elemento essenziale per le consegne alimentari. He et al. (2022) dimostrano come la complessità morfologica e l'impossibilità di stabilire corridoi aerei definiti aumentino del 30% il rischio operativo in contesti urbani ad alta densità, se non supportati da una pianificazione geospaziale avanzata.

Questa frammentazione spaziale impatta anche sulla pianificazione logistica. In molte città italiane non esistono spazi aperti sufficientemente standardizzati da fungere da

²² I sistemi UTM sono piattaforme dedicate alla gestione del traffico dei droni a basse altitudini, garantendo operazioni sicure attraverso servizi come pianificazione, autorizzazione e sorveglianza dei voli.

landing zone, né sistemi di rooftop delivery adattabili senza interventi strutturali significativi. A ciò si aggiunge la difficoltà di creare corridoi aerei sicuri in un contesto dove coesistono vincoli militari, ospedalieri e aeroportuali, spesso non adeguatamente cartografati per l'uso UAV. Secondo uno studio condotto da Eurocontrol (2024), oltre il 70% delle aree urbane italiane ad alta densità presenta “conflitti aerospaziali latenti” per operazioni BVLOS.

Paradossalmente, le aree suburbane e periferiche – teoricamente più adatte al drone delivery per minor densità e rischio operativo – mostrano altre criticità. Queste zone spesso mancano delle infrastrutture minime per supportare un network UAV: assenza di microhub logistici, scarsa copertura digitale, difficoltà di alimentazione elettrica continua. Inoltre, in molti casi, la distanza dai centri di produzione o dai ristoranti partner supera l'autonomia media dei droni attualmente disponibili sul mercato (10–15 km), come evidenziato anche nel caso di Manna Air Delivery (USB, 2024). Studi recenti propongono metriche territoriali – come il rapporto tra densità abitativa e presenza di punti di rifornimento elettrico o la distanza media hub-cliente – per valutare l'idoneità spaziale dei territori al drone delivery (Huang et al., 2023).

L'assenza di una governance urbana integrata ostacola la creazione di reti logistiche intermodali che includano la componente aerea. In Italia, la pianificazione dello spazio urbano è competenza decentrata, con Regioni e Comuni che adottano approcci divergenti su mobilità, smart cities e innovazione. Questa frammentazione limita la possibilità di creare corridoi aerei unificati e piattaforme condivise, ostacolando la scalabilità del drone delivery su scala metropolitana o nazionale.

2.4.5 Sociali e Culturali

Oltre agli ostacoli tecnici e normativi, l'introduzione del drone delivery in Italia si scontra con un insieme di resistenze di natura sociale e culturale che incidono significativamente sulla sua accettabilità. Come anticipato nei capitoli precedenti, la percezione pubblica dei droni è spesso ambivalente: da un lato suscita curiosità e attrazione per la novità, dall'altro genera timori legati alla sicurezza, alla privacy e al cambiamento del paesaggio urbano. In ambito urbano, questi timori non si limitano a questioni soggettive, ma si riflettono

anche su aspetti misurabili come la propensione all'uso, la fiducia nella tecnologia, e l'intenzione comportamentale di adottare soluzioni di delivery autonomo (Mahmoud & Mahroof, 2025).

Una delle principali criticità è legata alla fiducia nella tecnologia. Secondo un'indagine dell'Osservatorio Droni del Politecnico di Milano (2023), oltre il 60% degli italiani si dichiara preoccupato per la possibilità di malfunzionamenti o cadute accidentali dei droni, soprattutto in aree densamente abitate. La stessa percentuale manifesta riserve sull'uso dei droni per la consegna alimentare, con preoccupazioni legate all'igiene, alla contaminazione o alla perdita di controllo durante il volo. La letteratura recente conferma che le concerns about safety²³ e la perceived control²⁴ sono due dei principali fattori inibitori all'intenzione di adozione della tecnologia UAV, in particolare tra i consumatori più anziani o meno digitalizzati (Benarbia & Kyamakya, 2022; Faria et al., 2023).

Tuttavia, studi internazionali indicano che l'esperienza diretta può mitigare queste riserve. Ad esempio, un'analisi condotta su 2.500 consumatori in cinque aree metropolitane ha rivelato che il 68% ha espresso la volontà di ricevere consegne di cibo via drone, con la velocità di consegna come principale fattore motivante (Wankhede, 2025). I risultati del sondaggio hanno evidenziato un atteggiamento generalmente positivo, con il 71% degli intervistati che ha espresso soddisfazione per la propria esperienza. I principali fattori che hanno contribuito alle percezioni positive sono stati la velocità di consegna (citata dall'87% dei clienti soddisfatti), il fattore novità (68%) e i vantaggi della consegna senza contatto (54%). L'accettazione esperienziale emerge quindi come una variabile discriminante nel ridurre il divario tra intenzione e comportamento effettivo (Mathew et al., 2023).

Le preoccupazioni individuate dai consumatori riguardano principalmente questioni relative alla privacy (38%), inquinamento acustico (31%) e rischi per la sicurezza (27%) (Wankhede, 2025). È interessante notare come queste preoccupazioni siano diminuite significativamente tra i consumatori che hanno sperimentato consegne multiple di droni, suggerendo che la familiarità con la tecnologia tende a mitigare le riserve iniziali. La

²³ Nel contesto del drone delivery, le preoccupazioni sulla sicurezza riguardano il rischio di incidenti, cadute o malfunzionamenti tecnici che possano arrecare danni a persone, cose o altri veicoli.

²⁴ Il concetto di *perceived control* si riferisce alla sensazione, da parte dell'utente, di avere scarso controllo sul processo di consegna automatizzata, in assenza di interazione umana diretta.

demografia ha giocato un ruolo significativo nell'accettazione della tecnologia, con i consumatori più giovani (fascia di età 18–34) che hanno mostrato i tassi di accettazione più elevati (83%), rispetto al 62% dei consumatori oltre i 55 anni. Questi risultati sono coerenti con i più recenti modelli UTAUT²⁵, che attribuiscono un ruolo centrale a fattori come età, familiarità digitale e performance expectancy.

Un altro tema critico è la privacy. In un Paese in cui la sensibilità per la sorveglianza e la protezione dei dati personali è particolarmente elevata, la presenza di droni dotati di sensori, telecamere o sistemi GPS alimenta il timore di un controllo pervasivo. Benarbia & Kyamakya (2022) sottolineano come la gestione sociale del rischio percepito sia determinante per il successo di qualsiasi innovazione urbana basata su tecnologie autonome. In Italia, la mancanza di un quadro chiaro sulla gestione dei dati raccolti dai droni (es. immagini, geolocalizzazione) contribuisce ad aumentare l'incertezza e la resistenza da parte dei cittadini, specialmente in aree ad alta densità abitativa o in quartieri già soggetti a monitoraggio. L'indice *perceived privacy risk* si configura pertanto come una variabile rilevante da integrare nei modelli di previsione dell'accettazione.

Dal punto di vista culturale, inoltre, il concetto di “delivery autonomo” si scontra con una tradizione ancora fortemente relazionale del servizio. Come evidenziato in sezioni precedenti, molti consumatori italiani prediligono la consegna al piano o la possibilità di interagire con un operatore umano, elemento percepito come garanzia di affidabilità e cura. L'eliminazione del contatto umano può dunque essere vista non come un progresso, ma come una perdita di qualità del servizio, specie da parte delle fasce di popolazione meno digitalizzate o più anziane.

Anche il tema del rumore e del disturbo ambientale può generare ostilità, specialmente in contesti residenziali o storici. Studi condotti da Cornell et al. (2023) mostrano come il rumore percepito prodotto da un drone in volo a bassa quota sia significativamente superiore a quello di un'auto elettrica, con impatti sul benessere acustico e sulla vivibilità urbana. In un contesto in cui il “comfort urbano” è già minacciato da traffico, turismo di

²⁵ Il modello UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) è un framework teorico che analizza i fattori che influenzano l'accettazione e l'uso delle tecnologie da parte degli utenti, considerando variabili come utilità percepita, facilità d'uso, influenza sociale e condizioni facilitanti.

massa e carenza di spazi verdi, l'introduzione di nuovi elementi potenzialmente disturbanti può accentuare le opposizioni culturali.

L'accettazione sociale del drone delivery non può essere data per scontata. Essa richiede un approccio inclusivo, fondato su trasparenza, dialogo e coinvolgimento della cittadinanza nei processi decisionali. Dal punto di vista analitico, sarà fondamentale integrare nella modellazione quantitativa del capitolo successivo variabili legate a perceived risk, privacy concern, attitudine verso l'automazione, esperienza pregressa con i droni e fascia demografica. Solo costruendo fiducia sarà possibile integrare questa tecnologia in modo sostenibile nel tessuto urbano italiano.

CAPITOLO 3 – METODOLOGIA E DISEGNO DELL'ANALISI

Dopo aver ricostruito, nei capitoli precedenti, l'evoluzione del drone delivery e le principali barriere alla sua adozione nel contesto italiano, questo capitolo illustra l'impostazione metodologica seguita per indagare la fattibilità economico-operativa del servizio. L'obiettivo è duplice: da un lato comprendere le cause strutturali che rallentano la diffusione del drone delivery in Italia; dall'altro verificare, attraverso un modello sperimentale, se e in quali condizioni tale tecnologia possa costituire una soluzione sostenibile per il settore del food delivery.

A tal fine, l'analisi è guidata da tre principali domande di ricerca:

- **Q1.** Quali sono le ragioni alla base del ritardo nello sviluppo del servizio di drone delivery in Italia, rispetto ad altri contesti internazionali in cui il modello ha già mostrato risultati positivi?
- **Q2.** Quali fattori – regolatori, infrastrutturali, tecnologici o di mercato – rappresentano gli ostacoli principali all'adozione del drone delivery in Italia, e in che modo questi influiscono sulla sostenibilità economica del servizio?
- **Q3.** Quali condizioni abilitanti devono essere presenti affinché il modello di drone delivery possa diventare una soluzione economicamente e operativamente sostenibile nel contesto italiano?

In relazione a queste domande, sono state formulate tre ipotesi di lavoro:

- **H1** – L'adozione limitata del drone delivery in Italia è riconducibile alla percezione, da parte delle imprese, di un trade-off negativo tra investimento iniziale e ritorno strategico nel breve-medio periodo.
- **H2** – Le principali barriere strategiche all'implementazione del drone delivery in Italia derivano da una asimmetria tra le capacità operative richieste dal servizio (logistica, autorizzazioni, tecnologia) e le risorse e competenze disponibili nelle imprese che operano nella delivery.
- **H3** – La sostenibilità economica e operativa del drone delivery in Italia può emergere come vantaggio competitivo per first movers, ma solo in presenza di

condizioni abilitanti, come alleanze strategiche (con startup tech o enti pubblici) e focalizzazione su segmenti di mercato ad alta propensione all'innovazione.

L'analisi proposta in questo capitolo si basa su un approccio metodologico integrato, concepito per rispondere alla complessità del tema oggetto di studio. La fattibilità economica del drone delivery non può infatti essere valutata esclusivamente attraverso modelli astratti o riferimenti teorici, ma richiede una comprensione multilivello delle dinamiche operative, regolatorie e sistemiche che ne influenzano l'adozione nel contesto italiano. Per questo motivo, l'approccio scelto combina strumenti propri della ricerca qualitativa e quantitativa, in un disegno analitico che tiene insieme la dimensione esplorativa (conoscitiva) e quella simulativa (valutativa).

3.1 Obiettivo e approccio dell'analisi

Il lavoro si propone, in primo luogo, di raccogliere evidenze contestuali e operative utili a mappare le barriere all'adozione del drone delivery, così come percepite dagli attori coinvolti; in secondo luogo, di tradurre tali barriere in variabili modellizzabili, integrabili in un framework economico-finanziario. In particolare, sulla base delle informazioni raccolte, è stato costruito un modello VAN applicato a un contesto operativo realistico, che rappresenta la base tecnica e analitica dell'intera valutazione. Questo modello viene poi testato in configurazioni operative alternative, al fine di comprendere come la variazione di specifiche condizioni ambientali e sistemiche possa influenzare la sostenibilità economica del servizio.

In quest'ottica, l'analisi scenariale svolge un ruolo centrale: non solo come esercizio ipotetico, ma come strumento strategico per testare la resilienza economica del modello al variare del profilo d'impresa e delle scelte di mercato. I tre scenari proposti riflettono infatti approcci differenti all'ingresso nel mercato: da quello più conservativo, tipico di una start-up che muove i primi passi in un contesto ad alta incertezza, a quello più aggressivo, che ipotizza un'espansione rapida e scalabile, possibile solo con il supporto di un incumbent dotato di capitale, asset esistenti e competenze logistiche già sviluppate. In tal senso, le ipotesi non sono solo quantitative ma anche strategiche: ogni scenario riflette una combinazione distinta di variabili operative, coerenti con il tipo di attore che

potrebbe realisticamente intraprendere l'iniziativa. La logica di fondo si ispira al framework della matrice di Ansoff, opportunamente adattato per riflettere non tanto il tipo di prodotto o mercato, quanto la traiettoria di entrata e sviluppo nel contesto territoriale scelto.

L'obiettivo non è prevedere quale scenario si realizzerà, ma comprendere le condizioni strategiche e operative che ne rendono uno più sostenibile degli altri. L'analisi per scenari, in questa prospettiva, permette di testare l'adattabilità del modello a diverse posture strategiche e configurazioni d'impresa, mantenendo costante il contesto geografico ma variando la profondità e la velocità dell'ingresso nel mercato.

A valle dell'analisi scenariale, il modello verrà ulteriormente testato attraverso una simulazione Monte Carlo, finalizzata ad attribuire rilevanza statistica ai risultati ottenuti. L'introduzione della variabilità nelle principali variabili di input consente infatti di stimare non solo il valore atteso del progetto, ma anche la probabilità che tale valore si mantenga positivo al variare delle condizioni reali. Questo passaggio rafforza l'affidabilità del modello e consente di individuare le soglie critiche oltre le quali la sostenibilità economica non è più garantita. Tale metodologia si ispira a un filone consolidato di studi in letteratura che ne ha validato l'utilizzo in ambito di valutazione degli investimenti, come dimostrato da Fabianová et al. (2023), Maric & Grozdic (2016) e, in chiave più teorica, da Hacura et al. (2001). Questi studi dimostrano come l'adozione di modelli deterministici affiancati da simulazioni Monte Carlo costituisca un approccio robusto per affrontare l'incertezza nella valutazione di progetti ad alta intensità di innovazione.

In sintesi, il valore dell'analisi non risiede solo nel calcolo dei risultati numerici, ma nella capacità di modellizzare l'incertezza, testando il comportamento del modello sotto diverse condizioni operative e in presenza di variabilità sistemica. È in questo senso che l'analisi assume una funzione strategica: non solo valutare se il drone delivery sia sostenibile oggi, ma anche identificare quali condizioni debbano essere presenti affinché possa esserlo domani.

3.2 Analisi qualitativa: interviste a esperti e operatori

La prima fase del percorso analitico si è concentrata sulla raccolta di informazioni qualitative provenienti da fonti primarie e autorevoli, attraverso un ciclo di interviste semi-strutturate rivolte a professionisti operanti nei settori della logistica urbana e del food delivery. Questa fase è stata progettata per integrare l'analisi quantitativa con evidenze di campo, offrendo una base empirica solida, aggiornata e direttamente connessa alla realtà operativa del settore. Le interviste sono servite a colmare i limiti della letteratura disponibile, raccogliendo informazioni contestuali difficilmente reperibili attraverso fonti secondarie. In particolare, l'obiettivo era individuare con precisione le variabili economiche, operative e culturali che condizionano la sostenibilità del drone delivery nel contesto italiano, così da orientare in modo rigoroso la costruzione e l'adattamento del modello.

Il ricorso a questa fase qualitativa non risponde a un'esigenza esplorativa generica, ma nasce dalla constatazione che molti degli aspetti più rilevanti per valutare la fattibilità del drone delivery non sono ancora stati adeguatamente sistematizzati dalla ricerca, e richiedono quindi un confronto diretto con chi opera sul campo. In particolare, si è osservato che questioni come l'effettiva disponibilità di spazi urbani per gli hub, i costi operativi specifici di contesto, le dinamiche della domanda locale, o la reale apertura degli attori economici verso l'innovazione tecnologica, sono ancora trattate in modo frammentario o astratto nella letteratura esistente. Di conseguenza, si è scelto di ricorrere a una fonte diretta di conoscenza tacita e situata, consultando figure attive nel settore, in grado di offrire una lettura più concreta, aggiornata e operativamente rilevante della realtà.

Le interviste hanno avuto una durata media di 30–40 minuti e sono state condotte in forma semi-strutturata, così da mantenere un equilibrio tra rigore comparativo e flessibilità adattiva. La griglia delle domande è stata progettata per coprire cinque macro-aree: (1) quadro normativo e procedure autorizzative per operazioni BVLOS in ambito urbano; (2) protocolli di sicurezza e integrazione del drone delivery nei flussi operativi esistenti; (3) ruolo delle tecnologie digitali nella gestione del traffico aereo e nello sviluppo dello U-space; (4) vincoli tecnico-infrastrutturali e condizioni operative per la scalabilità del

servizio; (5) fattibilità economica e sostenibilità industriale del modello in scenari urbani e suburbani. L'approccio semi-strutturato ha permesso non solo di raccogliere opinioni personali e valutazioni operative, ma anche di ottenere dati comparabili e integrabili nella fase quantitativa del modello.

I profili selezionati per le interviste sono stati individuati con l'obiettivo di raccogliere contributi tecnici e strategici rilevanti rispetto ai diversi ambiti che definiscono la fattibilità del drone delivery nel contesto urbano italiano. In particolare, si è scelto di coinvolgere interlocutori in possesso di competenze specifiche nella regolamentazione delle operazioni UAS, nella gestione della sicurezza aerea, nello sviluppo di soluzioni tecnologiche per la navigazione autonoma e nell'integrazione dei droni nello spazio aereo controllato e nei servizi U-space.

Queste prospettive, per natura e complementarità, hanno consentito di esplorare in modo strutturato le principali dimensioni critiche del progetto: dai vincoli normativi che condizionano l'autorizzazione delle operazioni in contesti urbani complessi, fino agli aspetti operativi legati alla scalabilità del modello, all'accessibilità tecnologica e all'interoperabilità con le infrastrutture digitali e logistiche esistenti. Allo stesso tempo, l'analisi si è arricchita di valutazioni concrete in merito ai costi di implementazione, ai requisiti tecnici per l'automazione dei voli e ai livelli di rischio attesi nei diversi scenari operativi.

Nel loro insieme, le interviste hanno svolto una funzione fondativa nella costruzione del modello di analisi: da un lato hanno contribuito a identificare in modo motivato le variabili più rilevanti da includere nella simulazione economico-finanziaria, dall'altro hanno fornito una base empirica qualificata per la definizione degli scenari strategici. Inoltre, hanno permesso di mappare in maniera realistica le barriere all'adozione del drone delivery, integrando l'analisi quantitativa con un livello di consapevolezza operativa e contestuale difficilmente reperibile attraverso la sola letteratura.

In questo senso, la componente qualitativa del lavoro non rappresenta un semplice supporto descrittivo, ma costituisce un elemento strutturale del disegno valutativo, contribuendo in modo decisivo alla coerenza e alla credibilità delle ipotesi, degli scenari e delle simulazioni presentate nei paragrafi successivi.

3.2.1 Strategia di campionamento e rilevanza degli interlocutori

La costruzione del modello valutativo alla base di questa analisi non può prescindere da una comprensione solida delle dinamiche operative, normative e manageriali che regolano il settore oggetto di studio. In particolare, trattandosi di una tecnologia emergente come il drone delivery, ogni tentativo di modellizzazione economico-finanziaria richiede una base empirica che vada oltre la letteratura accademica e i report settoriali, e che sia ancorata a esperienze dirette maturate da professionisti attivamente coinvolti nel settore. Per questa ragione, la fase qualitativa della ricerca è stata progettata secondo una logica di campionamento progressiva, articolata in due fasi: una prima fase di purposive sampling, mirata a selezionare interlocutori con competenze riconosciute e direttamente rilevanti rispetto alle variabili chiave da modellizzare; e una seconda fase basata sul metodo dello snowball sampling, grazie al quale sono stati identificati ulteriori profili altamente specializzati suggeriti dagli stessi partecipanti, aumentando la densità informativa dell'analisi.

Nome	Ruolo	Azienda	Expertise
Marco Ducci	Chief Executive Officer (CEO)	EuroUSC Italia	Professionista con oltre dieci anni di esperienza nel settore dei sistemi aerei a pilotaggio remoto, esperto nella metodologia SORA. Collabora regolarmente con imprese di diversi settori, supportandole nella valutazione strategica e operativa dell'integrazione dei droni attraverso la predisposizione di analisi costi-benefici mirate , finalizzate a garantire la sostenibilità economica e la conformità normativa delle operazioni.
Angelo Stella	Drone Safety Manager	Amazon	Professionista con circa cinque anni di esperienza, attivo da oltre un anno nella gestione della sicurezza operativa, nella valutazione dei rischi e nello sviluppo di programmi formativi dedicati. Attualmente collabora al progetto droni di Amazon, contribuendo alla definizione di procedure, standard e attività di training finalizzate a garantire operazioni sicure, efficienti e conformi alle normative vigenti.
Giovanni Riccardi	Air Traffic Management & U-space Researcher	Enav	Professionista con oltre quindici anni di esperienza nella gestione di programmi internazionali relativi alla domanda di Air Traffic Planning (ATP). Da più di sei anni collabora con ENAV, attualmente impegnato in prima persona nella conduzione del progetto U-Elcome, volto allo sviluppo e all'implementazione di soluzioni innovative per l'integrazione sicura e coordinata dei droni nello spazio aereo .
Giulio Segurini	Chief Executive Officer (CEO)	StradaAi	Professionista con vent'anni di esperienza manageriale nel settore dell'aviazione, maturata in contesti nazionali e internazionali. Attualmente è impegnato, attraverso la propria start-up, nello sviluppo e nell'implementazione dello U-space, con l'obiettivo strategico di diventare uno dei primi U-space Service Provider (USP) in Europa, contribuendo alla trasformazione digitale e alla gestione avanzata del traffico aereo per droni.

Figura 16 – Profilo professionale degli interlocutori intervistati.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Il criterio adottato è stato quello dell'eterogeneità strategica delle prospettive, al fine di costruire un quadro tridimensionale dell'ecosistema drone delivery. Si è scelto di coinvolgere figure con background complementari ma interconnessi: esperti regolatori,

operatori logistici, enti di controllo del traffico aereo e sviluppatori tecnologici (vedi Figura 16). Questo approccio consente di cogliere la complessità sistemica del fenomeno, mettendo in relazione le dimensioni normative, operative, tecnologiche e infrastrutturali che determinano la reale fattibilità dell'adozione su scala. L'obiettivo non era quello di mappare l'intero settore, ma di illuminare con precisione le aree critiche del modello, selezionando interlocutori che potessero offrire un contributo informato, aggiornato e direttamente integrabile nel framework analitico.

Il primo profilo selezionato è Marco Ducci, CEO di EuroUSC Italia, una delle realtà di riferimento in Europa per la consulenza tecnico-regolatoria nel settore UAS (Unmanned Aircraft Systems). La sua posizione istituzionale e la lunga esperienza maturata nella definizione delle linee guida per le operazioni in categoria "specific" lo rendono un interlocutore privilegiato per esplorare le implicazioni normative, autorizzative e assicurative del drone delivery in ambito urbano. La sua inclusione è stata strategica non solo per chiarire le procedure ENAC vigenti, ma anche per comprendere i vincoli operativi sistemici – come l'interazione con l'U-space, la gestione del rischio o la formazione degli operatori – che devono necessariamente essere considerati come costanti nel modello economico-finanziario.

Il secondo profilo è Angelo Stella, Drone Safety Manager di Amazon. Si tratta di un professionista con responsabilità diretta nella supervisione tecnica e gestionale dell'integrazione dei droni nei processi logistici del gruppo. La sua posizione consente di osservare da vicino come un operatore globale strutturi le proprie strategie di adozione del drone delivery, in relazione sia alle normative locali, sia alle esigenze operative interne. Il suo contributo permette di collegare la sfera regolatoria a quella organizzativa e tecnologica, offrendo una prospettiva operativa concreta su temi cruciali come la scalabilità, la sicurezza operativa, l'efficienza dei protocolli di volo e il bilanciamento tra automazione e supervisione umana.

Il terzo interlocutore è Giovanni Riccardi, Air Traffic Management & U-space researcher di ENAV, responsabile dell'implementazione dell'U-space e delle infrastrutture digitali per la gestione del traffico aereo dei droni in Italia. La sua partecipazione ha avuto un ruolo centrale per chiarire le modalità di interazione tra i droni e lo spazio aereo controllato, nonché le tempistiche previste per l'adozione dei sistemi digitali di gestione

automatizzata del traffico a bassa quota. Le informazioni raccolte hanno permesso di integrare nel modello una componente sistemica spesso trascurata nei modelli puramente aziendali: quella della coabitazione tra traffico manned e unmanned, e dei costi/tempi legati alla certificazione, alla tracciabilità e al rispetto degli standard europei in materia di interoperabilità.

Infine, è stato coinvolto Giulio Segurini, CEO e fondatore di Strada.ai, una startup italiana attiva nello sviluppo di soluzioni avanzate per la logistica urbana autonoma, comprese le consegne via drone. La sua prospettiva, radicata nel contesto imprenditoriale e tecnologico nazionale, ha contribuito a delineare in modo più accurato la dimensione economico-industriale del modello, fornendo stime dirette sui costi di acquisizione, configurazione e mantenimento delle piattaforme multirobot attualmente compatibili con scenari di delivery urbano. L'intervista ha inoltre evidenziato l'importanza delle componenti software, dei sistemi di controllo remoto, della personalizzazione tecnica e dei servizi post-vendita, elementi che incidono in modo significativo sia sui costi iniziali (Capex) sia su quelli ricorrenti (Opex).

La logica di selezione adottata ha prodotto un campione caratterizzato da un'elevata densità informativa, grazie alla presenza di interlocutori in grado di offrire contributi specialistici immediatamente applicabili alla costruzione del modello. Privilegiare la pertinenza e la profondità dei contenuti rispetto alla numerosità ha permesso di sviluppare un impianto metodologico solido e coerente con gli standard riconosciuti dalla letteratura in ambito di ricerca qualitativa orientata alla valutazione di progetti e alla simulazione economica (Fabianová et al., 2023; Maric & Grozdic, 2016).

Ciò che accomuna i profili selezionati, pur nella loro diversità di ruolo, è il fatto di essere interlocutori embedded nel sistema reale, con accesso privilegiato a dati, esperienze e vincoli che difficilmente emergono in letteratura. Le informazioni raccolte attraverso queste interviste non rappresentano semplici opinioni individuali, ma configurano veri e propri input analitici utilizzati nella modellizzazione successiva. Va infine sottolineato che la scelta di questi interlocutori risponde anche a un'esigenza di qualificazione metodologica del modello, nella misura in cui le ipotesi economiche e operative non sono costruite su scenari astratti, ma si fondano su considerazioni espresse da professionisti attivamente coinvolti nei processi decisionali e implementativi. In questo senso, la

triangolazione delle fonti rafforza la validità esterna del modello, e consente di affermare che le variabili incluse nella simulazione riflettono, seppur semplificate, dinamiche effettive osservabili nel sistema economico italiano.

3.2.2 Sintesi degli insight emersi

Le interviste svolte hanno fornito un quadro articolato delle condizioni che influenzano l'adozione del drone delivery nel contesto italiano. Sebbene provenienti da ambiti professionali eterogenei, i contributi raccolti convergono nel delineare uno scenario denso di vincoli, nel quale la sostenibilità del servizio dipende dalla capacità dell'operatore di integrare tecnologie appropriate, configurazioni organizzative flessibili e strategie di adattamento al contesto ambientale.

Per strutturare in modo sistematico le evidenze raccolte, è stato adottato il modello TOE (Technology–Organization–Environment), un framework teorico ampiamente riconosciuto nella letteratura sull'adozione di nuove tecnologie. Tale modello consente di analizzare in maniera integrata i principali fattori che influenzano il processo decisionale relativo all'introduzione di innovazioni complesse, distinguendoli in tre dimensioni chiave:

- *Tecnologica*, che riguarda le caratteristiche intrinseche della tecnologia, come il grado di maturità, i benefici attesi, i requisiti di implementazione e la compatibilità con le infrastrutture esistenti.
- *Organizzativa*, che fa riferimento alle risorse interne dell'impresa, alle competenze disponibili, alla cultura aziendale e alla capacità di gestire il cambiamento.
- *Ambientale*, che comprende gli elementi esterni non direttamente controllabili dall'impresa, come il quadro normativo e regolatorio, la pressione competitiva, le condizioni territoriali, nonché le aspettative e l'accettazione dei clienti.

L'interazione tra queste tre dimensioni delinea il perimetro entro cui può svilupparsi l'adozione di una nuova tecnologia. Nel caso del drone delivery, il modello TOE permette di interpretare in maniera coerente e multidimensionale le barriere e le opportunità

associate alla sua introduzione nel settore del food delivery, evidenziando come fattori interni ed esterni interagiscano nel determinarne la fattibilità e il potenziale successo.

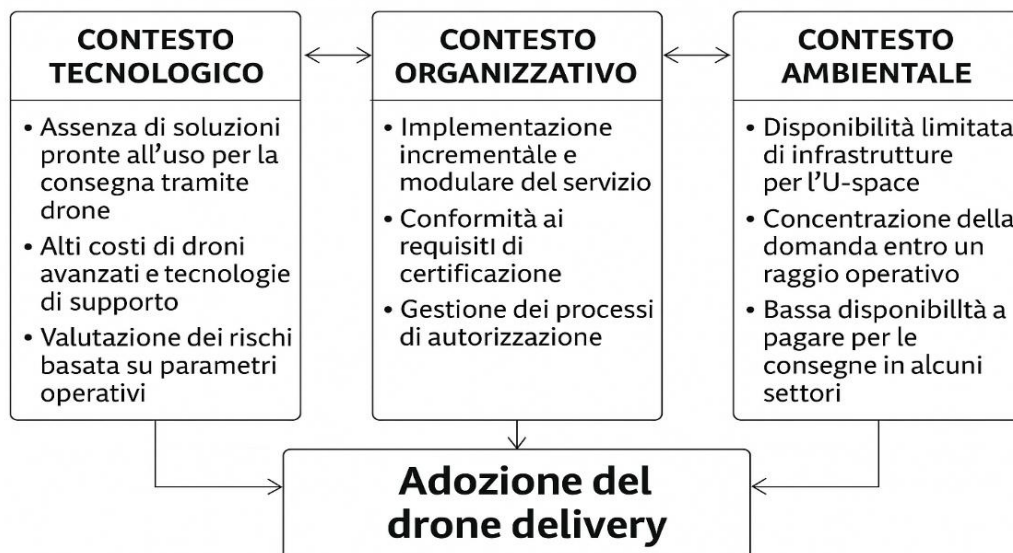


Figura 17 – Framework TOE applicato all'adozione del drone delivery in Italia.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Per garantire una maggiore sistematicità nell'analisi delle evidenze raccolte, le interviste sono state sottoposte a un processo di codifica qualitativa. In particolare, si è scelto di adottare codici parlanti, ovvero etichette descrittive in grado di sintetizzare in maniera immediata il contenuto e il significato delle risposte, permettendo così di isolare gli insight principali emersi dal confronto con i diversi interlocutori. La codifica è stata inoltre organizzata secondo le tre dimensioni del modello TOE: i codici relativi alla dimensione tecnologica hanno evidenziato aspetti quali i costi di implementazione, i requisiti tecnici e il grado di maturità della tecnologia; quelli riferiti alla dimensione organizzativa hanno riguardato risorse interne, competenze e processi di gestione del cambiamento; infine, i codici connessi alla dimensione ambientale hanno incluso elementi quali le condizioni territoriali, le aspettative dei consumatori e la pressione competitiva.

Le domande rivolte agli intervistati sono state strutturate in modo da coprire un ampio spettro di prospettive, bilanciando quesiti specifici a ciascun interlocutore con altre domande comuni, così da favorire il confronto e verificare l'emergere di ricorrenze tematiche. Tra queste, quelle che hanno generato gli insight più significativi – utilizzati

anche come base per la definizione delle assunzioni e dei dati dell'analisi quantitativa – sono state:

1. Quali sono le principali criticità normative e regolatorie per poter operare in aree urbane ad alta densità di popolazione con droni di dimensioni maggiori?
2. Come dovrebbe essere avviato, dal punto di vista operativo e finanziario, un progetto di drone delivery in Italia?
3. Quali tecnologie andrebbero ulteriormente sviluppate per consentire un utilizzo più esteso del drone delivery nel settore food?
4. Quali fattori logistici incidono maggiormente sulla fattibilità del drone delivery?
5. Qual è, secondo lei, il limite nella determinazione del prezzo di consegna?
6. Come funzioneranno, a suo avviso, i costi relativi ai servizi U-Space?

A partire dalle risposte raccolte a tali quesiti, è stato condotto un processo di codifica qualitativa che ha consentito di associare a ciascun contributo un codice e una categoria di riferimento. I codici sono stati utilizzati come etichette sintetiche, con la funzione di condensare in forma immediata i concetti chiave emersi dalle interviste, così da rendere più agevole l'analisi e il confronto tra le diverse prospettive degli interlocutori. Le categorie, invece, sono state definite in modo intenzionale sulla base del framework TOE, al fine di garantire una lettura sistematica e coerente delle evidenze raccolte.

Le codifiche sono state presentate tramite tabelle, che associano in modo chiaro e strutturato le risposte relative a ciascuna domanda con il relativo codice e la corrispondente categoria. Tale modalità di esposizione consente di rendere trasparente il processo di codifica e di facilitare la tracciabilità dei dati, permettendo di risalire dalle categorie astratte ai contributi empirici originari. L'associazione delle categorie alle tre dimensioni del modello rappresenta una scelta metodologica mirata a collocare ogni evidenza emersa entro un perimetro analitico coerente, in grado di valutarne l'effettivo impatto sull'adozione del drone delivery. In questo modo è stato possibile non solo mantenere la specificità delle risposte raccolte, ma anche interpretarle all'interno di un quadro teorico multidimensionale, capace di evidenziare le interdipendenze tra fattori interni ed esterni all'impresa e di restituire una visione integrata delle barriere e delle opportunità legate a questa innovazione.

Sul piano regolatorio e tecnologico, dalle interviste emerge chiaramente come le prospettive di adozione del drone delivery siano fortemente condizionate dall'attuale impianto normativo europeo e nazionale. La necessità di ottenere la certificazione EASA per operare in aree densamente popolate rappresenta infatti una delle barriere più rilevanti, sia in termini economici che temporali. Gli operatori sottolineano come tali autorizzazioni comportino processi di validazione complessi e costosi, che possono richiedere investimenti di diversi milioni di euro, incidendo direttamente sulla sostenibilità del modello di business.

A questo si aggiunge la gestione del rischio a terra, che impone vincoli significativi nella scelta dei siti operativi. Variabili quali la densità abitativa, il peso del drone e la relativa energia d'impatto determinano il livello di accettabilità della missione e la necessità di predisporre misure mitigative ulteriori, incidendo così sull'organizzazione e sulla pianificazione delle attività.

Un ulteriore elemento cruciale è rappresentato dallo sviluppo dello U-space, riconosciuto dagli intervistati come un fattore al tempo stesso limitante e potenzialmente abilitante. Se, da un lato, la mancanza di un'infrastruttura pienamente operativa costituisce oggi un ostacolo all'integrazione dei droni nello spazio aereo urbano, dall'altro la futura implementazione consentirà di coordinare in sicurezza la presenza di più operatori, delineando scenari di coesistenza regolata e aprendo la strada a una più ampia diffusione del servizio. In tale contesto si inseriscono anche obblighi regolatori specifici, come il Light UAS Operator Certificate (LUC) o il Design Verification Report, che rafforzano la necessità di disporre di strutture organizzative solide, in grado di garantire sicurezza e piena conformità normativa.

Le interviste hanno inoltre evidenziato come, al momento, non siano disponibili soluzioni "off the shelf" pienamente idonee a operare in contesti complessi come quello italiano. Per garantire un'operatività sicura ed efficiente in ambienti semi-urbani, un drone deve infatti disporre di architettura ridondante, sistemi di geofencing, capacità di volo BVLOS e moduli di integrazione nello U-space. L'adozione di tali requisiti implica tuttavia un costo particolarmente elevato, stimato tra i 50.000 e i 100.000 euro per singolo drone, anche in assenza di certificazione EASA completa. Le esperienze di operatori verticalmente integrati, come Manna o Amazon, dimostrano che il livello di affidabilità

necessario può essere raggiunto solo attraverso lo sviluppo interno di piattaforme dedicate, in un mercato che non dispone ancora di soluzioni standardizzate.

Infine, la valutazione del rischio operativo non può prescindere dalle caratteristiche tecniche del drone. Il peso e la velocità del velivolo determinano direttamente l'energia d'impatto e, di conseguenza, la classe di rischio secondo il framework SORA. Non è dunque soltanto l'ambiente operativo o la natura della missione a definire il livello di rischio, ma anche le dimensioni, la configurazione e le prestazioni del mezzo impiegato. Ciò implica che la selezione della piattaforma tecnologica debba essere guidata da un'analisi ex ante integrata, che tenga conto del contesto normativo e operativo. Un drone più pesante o veloce, infatti, comporta un rischio maggiore, richiede autorizzazioni più complesse e determina impatti significativi sia sui costi sia sulla fattibilità complessiva del modello di servizio.

Domanda	Risposta	Codice	Categoria
1	<i>Ducci:</i> "Per operare in aree a più alta densità abitativa, e con droni più grandi come quelli di Amazon (con peso complessivo attorno ai 30kg), il livello di rischio sale al livello 4 e quindi diventa necessario ottenere una certificazione EASA. Questo certificato può costare almeno 1 milione di euro e, nel caso di realtà come Amazon, la spesa è arrivata anche sino a 3-4 milioni."	Certificazione EASA	Normativa
1	<i>Stella:</i> "La decisione di operare a San Salvo è stata presa sulla base di più variabili: la complessità dello spazio aereo, la densità della popolazione e il livello di rischio a terra. Se un drone cade bisogna chiedersi quale danno può causare, anche in base al suo peso."	Rischio a terra	Normativa
1	<i>Riccardi:</i> "Nel caso del food delivery bisogna considerare lo U-Space, perché senza la gestione di queste operazioni complesse è praticamente impossibile partire in Italia. In futuro le città potrebbero essere divise in 'bolle' U-Space, all'interno delle quali diversi operatori si divideranno il mercato."	U-space	Normativa
1	<i>Segurini:</i> "Se si vuole realizzare operazioni complesse è necessaria la certificazione LUC. In Italia oggi ci sono pochissimi operatori con LUC. Inoltre è richiesto un DVR, cioè un Design Verification Report, che certifica il drone sulla base di criteri EASA sia in termini di assemblaggio sia di software."	Certificazione LUC/DVR	Normativa

Figura 18 – Codifica delle risposte relative alle domande normative secondo il modello TOE.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Dal punto di vista operativo e organizzativo, le interviste hanno evidenziato come l'avvio del drone delivery richieda un approccio improntato alla gradualità. Secondo gli operatori coinvolti, la strategia più efficace consiste nell'attivare inizialmente il servizio in aree ristrette, con un numero limitato di droni e un solo hub, così da testare la sostenibilità economica e tecnologica del modello riducendo al minimo il rischio finanziario. Solo qualora il quadro normativo raggiungesse una maggiore stabilità e fossero disponibili adeguati strumenti di supporto finanziario, sarebbe possibile ipotizzare un'espansione su scala più ampia.

In questo percorso di crescita progressiva, la tecnologia riveste un ruolo determinante. Le attuali limitazioni legate all'affidabilità e, soprattutto, all'autonomia dei velivoli rendono infatti necessario un investimento mirato nello sviluppo di soluzioni più performanti, in particolare batterie leggere e di maggiore durata. Un miglioramento di tali componenti consentirebbe di incrementare il numero di consegne per singolo volo e, conseguentemente, di accrescere l'efficienza complessiva del servizio.

La logistica assume, a sua volta, un'importanza cruciale. La localizzazione degli hub in prossimità delle aree da servire costituisce un requisito imprescindibile per ridurre i tempi di percorrenza, minimizzare l'esposizione al rischio e ridurre le fonti di incertezza operativa. Una distribuzione spaziale degli hub calibrata sul tessuto urbano di riferimento permette infatti di massimizzare l'efficienza complessiva e di garantire un livello di servizio coerente con le aspettative degli utenti finali.

Sotto il profilo organizzativo, le evidenze raccolte mostrano che, almeno nelle fasi iniziali, non è realistico adottare modelli operativi altamente automatizzati o di grande scala. Se negli Stati Uniti Amazon ha sperimentato configurazioni in cui un singolo operatore è in grado di gestire fino a quattro droni simultaneamente, nel contesto italiano una simile impostazione non appare oggi percorribile, principalmente a causa delle restrizioni normative e dei vincoli operativi attualmente in vigore. Una configurazione iniziale con un numero elevato di velivoli – ad esempio 20 – sarebbe dunque impraticabile. È pertanto necessario adottare un modello di avviamento graduale, basato su un singolo hub, un numero ridotto di droni e un sistema operativo sotto stretta supervisione.

Il servizio, in questa fase, deve essere concepito secondo una logica modulare e presidiata, sostenuta da una struttura organizzativa in grado di governare in modo efficace il complesso iter autorizzativo. In quest'ottica, la presenza di un Safety Management System (SMS) certificato e di un apparato interno capace di gestire in maniera completa l'ampia documentazione richiesta dagli enti regolatori rappresenta un elemento imprescindibile. Tale documentazione comprende, tra gli altri, la redazione del Concept of Operations (ConOps), la predisposizione del Design Verification Report (DVR) relativo alla piattaforma impiegata e l'adeguamento alle procedure previste per operare

in contesti a medio-alto rischio, come quelli inquadrati nelle categorie SAIL III o superiori.

In scenari di questo tipo, diventa obbligatoria anche la presenza di piloti certificati secondo gli standard STS-01 e STS-02, unitamente all'adozione di sistemi avanzati di Command & Control in grado di garantire la tracciabilità continua dei voli. La mancanza di un presidio organizzativo adeguato su tali aspetti rappresenta, secondo gli intervistati, una delle principali ragioni di rigetto delle richieste di autorizzazione da parte di ENAC.

Domanda	Risposta	Codice	Categoria
2	<i>Ducci</i> : "L'unico modo per partire oggi è iniziare da una piccola area, con pochi droni e un solo hub. Da lì ci si può espandere, ma l'estensione richiede una linea di finanziamento solida e continuativa."	Scalabilità progressiva	Tecnologica
3	<i>Ducci</i> : "Per rendere il drone delivery realmente scalabile servono tecnologie più affidabili e meno costose, soprattutto batterie più leggere e performanti. Questo permetterebbe di aumentare l'autonomia e il numero di consegne giornaliere."	Affidabilità delle tecnologie	Tecnologica
4	<i>Stella</i> : "È fondamentale che il punto di distribuzione degli item, nel nostro caso il food, si trovi nelle immediate vicinanze della zona servita."	Localizzazione hub	Tecnologica
5	<i>Riccardi</i> : "Bisogna capire se il prezzo della consegna è giustificabile per il cliente. Amazon può far pagare 5 euro perché consegna prodotti ad alto valore (come un iPhone), ma è più difficile che un consumatore accetti 5 o 6 euro per una pizza."	Pricing consegne	Ambientale
6	<i>Segurini</i> : "Ad oggi non esistono costi ufficiali, ma ci aspettiamo un sistema di fee mensile per i servizi base, con extra fee per operazioni più complesse. Ad esempio, per ogni volo BVLOS potrebbe essere prevista una tariffa di 1 euro, che però potrebbe arrivare a 50 euro al giorno per operatori che effettuano più di 100 voli."	U-space	Normativa

Figura 19 – Codifica delle risposte relative alle domande tecnologiche e ambientali secondo il modello TOE.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Dal punto di vista ambientale ed economico, le interviste hanno messo in evidenza due aspetti particolarmente significativi. In primo luogo, i costi legati ai servizi U-space, che pur non essendo ancora stati definiti in maniera precisa, sono destinati a incidere in modo rilevante sulla sostenibilità economica del modello di business. Secondo gli intervistati, è plausibile attendersi l'introduzione di un sistema tariffario strutturato su canoni fissi, con ulteriori maggiorazioni per operazioni caratterizzate da maggiore complessità, come quelle condotte oltre la linea di vista del pilota.

In secondo luogo, la disponibilità a pagare da parte degli utenti finali emerge come una variabile critica, in grado di condizionare in modo decisivo l'adozione del drone delivery. Se per beni ad alto valore unitario il costo aggiuntivo della consegna tramite drone può risultare sostenibile e percepito come giustificato, lo stesso non vale per beni a basso valore, come una singola pizza o un pasto economico. In tali contesti, l'elevata elasticità

della domanda rende necessaria un'attenta calibrazione delle tariffe, accompagnata da un'adeguata comunicazione del valore aggiunto offerto dal servizio.

Accanto a queste considerazioni di natura economica, le condizioni ambientali assumono un rilievo ancora maggiore, costituendo la dimensione meno controllabile ma potenzialmente più determinante per l'effettiva implementazione del drone delivery. In questo senso, lo U-space rappresenta al contempo una barriera e un potenziale fattore abilitante. Sebbene in Italia non sia ancora operativo uno U-space a livello nazionale, l'esperienza del corridoio sperimentale ROMEO 700 in Abruzzo – attivato per consentire test da parte di Amazon – dimostra come forme avanzate di gestione dello spazio aereo siano realizzabili, a condizione che l'operatore si avvalga di un U-space Service Provider (USP) certificato e ottenga le necessarie autorizzazioni da parte di ENAC. In tale scenario, la possibilità di effettuare operazioni in ambienti semi-urbani dipende quindi dalla capacità delle imprese non solo di negoziare l'accesso a spazi aerei controllati, ma anche di sostenere economicamente i costi variabili connessi ai servizi USP, che includono fee mensili e maggiorazioni per operazioni BVLOS.

All'interno della medesima dimensione ambientale, un ulteriore fattore critico è costituito dalle caratteristiche territoriali e sociali del contesto operativo. Come sottolineato dagli intervistati, il raggiungimento della soglia di sostenibilità economica – stimata in circa 80 consegne giornaliere – presuppone la presenza di un bacino attivabile di almeno 800 utenti potenziali, localizzati entro un raggio compatibile con l'autonomia effettiva del drone. In questa prospettiva, diventa essenziale introdurre il concetto di concentrazione della domanda attivabile, distinto dalla semplice densità demografica: non conta soltanto il numero complessivo di abitanti in un'area, ma la loro effettiva propensione a utilizzare il servizio e la loro distribuzione geografica in rapporto all'accessibilità logistica e alla continuità operativa.

Infine, anche i comportamenti e le aspettative dei consumatori si configurano come elementi centrali. Nel settore del food delivery, la disponibilità a pagare per il servizio risulta sensibilmente più bassa rispetto ad altri comparti merceologici: mentre un cliente può accettare una tariffa di 5 euro per la consegna di un prodotto ad alto valore unitario, come uno smartphone, lo stesso prezzo difficilmente viene percepito come giustificato per un pasto dal valore ridotto. Tale considerazione impone una riflessione strategica non

solo sul modello di pricing da adottare, ma anche sulla comunicazione del valore percepito, che deve essere attentamente adattata al contesto culturale e socioeconomico in cui il servizio viene proposto.

La lettura incrociata delle interviste conferma come l'adozione del drone delivery non possa essere interpretata come il risultato di un unico fattore, ma come l'esito di un equilibrio sistemico tra regolamentazione, tecnologia, organizzazione e mercato. Le barriere normative e i vincoli di sicurezza delineano i confini entro cui operare; l'innovazione tecnologica e le scelte logistiche rappresentano le leve per garantire efficienza e affidabilità; la gradualità organizzativa funge da meccanismo di mitigazione del rischio; infine, la disponibilità a pagare dei consumatori e i costi di accesso allo U-space condizionano la sostenibilità economica complessiva. Solo l'orchestrazione coerente di queste dimensioni potrà rendere il drone delivery una soluzione realmente praticabile nel contesto urbano italiano.

3.3 Modello quantitativo: costruzione e variabili

Per valutare la sostenibilità economico-finanziaria del drone delivery nello scenario realistico selezionato, è stato adottato un modello basato sull'analisi dei flussi di cassa scontati (Discounted Cash Flow, DCF). Questo approccio consente di stimare, su un orizzonte di cinque anni, la capacità del progetto di generare valore netto rispetto all'investimento iniziale. Nei paragrafi successivi verranno illustrati la struttura del modello, le principali variabili considerate e le assunzioni operative alla base dei calcoli.

3.3.1 Struttura del modello e ipotesi operative

Come anticipato nei capitoli precedenti, l'analisi qui condotta si fonda su un approccio quantitativo applicato a uno scenario territoriale reale, costruito sulla base delle barriere individuate e sistematizzate nel secondo capitolo. L'assunto metodologico centrale è che, a parità di modello tecnico-operativo, siano le caratteristiche del contesto locale a determinare il grado di sostenibilità economica del servizio.

La selezione del territorio di sperimentazione ha seguito una logica multicriterio, fondata sull'analisi comparata di variabili chiave quali: densità demografica, morfologia del territorio, condizioni meteorologiche medie, infrastrutture digitali esistenti, complessità dello spazio aereo (intesa come livello di rischio potenziale per persone a terra) e disponibilità di aree compatibili con un hub logistico verticale. Queste variabili sono state individuate come determinanti per valutare la fattibilità di un modello di drone delivery in ambito urbano o periurbano.

Sulla base di questi criteri, è stato individuato come scenario di applicazione il territorio compreso tra Forte dei Marmi e Pietrasanta, un'area caratterizzata da densità abitativa medio-alta, morfologia prevalentemente pianeggiante e buona copertura digitale. L'area si presta inoltre, dal punto di vista regolatorio e operativo, a una sperimentazione in linea con i requisiti stabiliti dalla normativa nazionale (ENAC) ed europea (EASA), grazie a una moderata complessità aeronautica e a condizioni meteorologiche mediamente favorevoli.

L'area totale da servire è pari a 51,31 km², così ripartiti:

- Forte dei Marmi: 9,19 km²
- Pietrasanta: 42,12 km²

Secondo le stime aggiornate al 2025, la popolazione complessiva residente è di 29.396 abitanti (Forte dei Marmi: 6.665; Pietrasanta: 22.731), con una densità media di 573 abitanti per km². Si tratta di un valore intermedio che garantisce una potenziale domanda sufficiente per rendere sostenibile il modello, senza però presentare criticità operative eccessive dovute alla congestione dello spazio urbano.

Il modello simulato rappresenta l'implementazione progressiva di un servizio di drone delivery food in ambito urbano costiero, basato su un'infrastruttura distribuita. A differenza di approcci full scale, l'avviamento prevede una prima fase pilota con un solo hub operativo e due droni attivi, per poi espandersi gradualmente fino a raggiungere un totale di 20 droni entro il quinto anno. Questa scelta riflette un approccio incrementale e prudentiale, coerente con i vincoli normativi attuali, con la necessità di testare la risposta della domanda locale e con le dinamiche di ammortamento degli investimenti iniziali.

L'hub iniziale è posizionato strategicamente in un'area di facile accesso e con copertura logistica ottimale, capace di servire una zona con raggio operativo massimo di 3 km. Per semplicità di calcolo e di stima, si assume che l'hub sia collocato in posizione centrale rispetto all'area servita, così da modellare in modo coerente la distanza media. Tale distanza, calcolata come $\frac{2}{3}$ del raggio del cerchio (ovvero la distanza media dal centro a un punto distribuito uniformemente), è pari a 2,67 km, che corrispondono a circa 5,34 km per andata e ritorno. Considerando i tempi medi di volo, caricamento e scarico, ogni consegna richiede circa 15 minuti, consentendo a ogni drone di effettuare circa 4 consegne all'ora. In un orario operativo compreso tra le 9:00 e le 22:00, ogni drone può completare mediamente 52 consegne al giorno nella fase iniziale. Nel quinto anno di attività, si prevede un incremento fino a 80 consegne giornaliere per drone, in linea con gli standard operativi osservati da operatori come Manna Air Delivery.

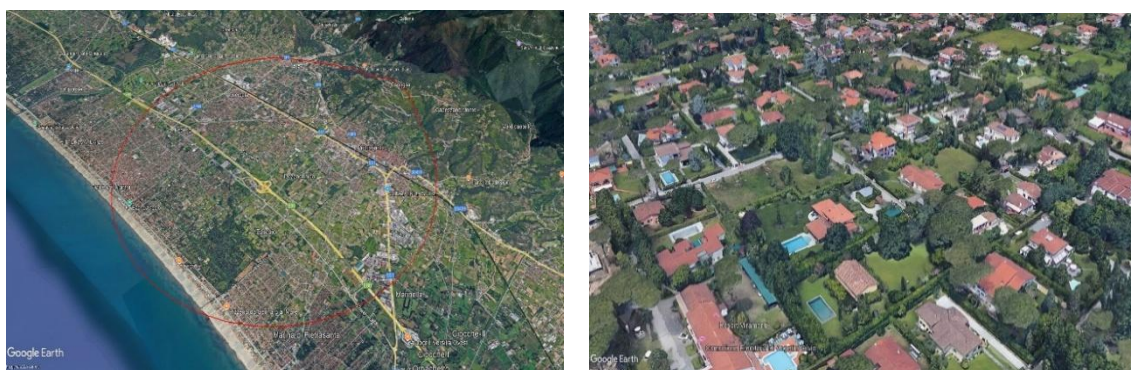


Figura 20 – Visualizzazione dell'area di progetto e focus territoriale per la sperimentazione.

Fonte: Google Earth Pro, rielaborazione grafica a cura dell'autore.

I giorni di consegna annuali sono stati stimati in 300, tenendo conto di fattori quali condizioni meteorologiche avverse e altri eventi che possono interferire con l'operatività.

Il modello di consegna prevede modalità di rilascio del pacco in modalità drop-off verticale su proprietà privata, in particolare cortili o giardini, analogamente a quanto implementato da operatori come Manna Air Delivery. Il pacco viene sganciato a bassa quota tramite sistema di winch (verricello), evitando l'atterraggio del drone e minimizzando i tempi di sosta e le interferenze con l'ambiente urbano.

La flotta prevista è composta da droni multirottore di categoria avanzata, idonei per operazioni in ambiente complesso e regolamentato, come previsto dalla metodologia

SORA e dai requisiti ENAC per operazioni BVLOS in ambito urbano o semi-urbano. Il modello prevede l'acquisto dei droni dall'esterno e, secondo quanto riferito dal dott. Ducci, un drone avanzato tecnologicamente idoneo a operare in scenari complessi (inclusi componenti software, certificazioni, sistemi di ridondanza, assicurazioni e integrazione U-space) avrà un costo unitario stimato intorno ai 50.000 euro. Questo valore è stato adottato nel modello come parametro standard, pur considerando un range possibile che può arrivare fino a 100.000 euro per unità.

In questo scenario, il drone viene impiegato con payload ottimizzato per il food delivery leggero (2–3 kg), al fine di massimizzare efficienza, autonomia e conformità alle restrizioni operative. Le caratteristiche principali includono:

- Motori coassiali doppi con ridondanza,
- Sistema anticollisione omnidirezionale,
- Sensori GNSS RTK per il posizionamento ad alta precisione,
- Autonomia superiore a 10 km per ciclo di volo,
- Resistenza a vento e pioggia (IP55),
- Connessione LTE/5G per il controllo remoto BVLOS,
- Integrazione nativa con piattaforme di fleet management e ground control.

Sulla base delle valutazioni emerse durante le interviste con gli esperti, è stato ritenuto strategicamente ottimale implementare un servizio di drone delivery in grado di operare secondo un livello di rischio SORA pari a SAIL III. Tutti gli interlocutori coinvolti hanno evidenziato come, nel contesto urbano italiano, il raggiungimento del SAIL II rappresenti un obiettivo auspicabile ma complesso, e che, allo stato attuale, la soglia più realistica e sostenibile per operazioni urbane semi-densamente popolate sia appunto il livello SAIL III. Questa soglia consente di attivare operazioni BVLOS in categoria “specific”, mantenendo al contempo un equilibrio tra vincoli autorizzativi, costi di mitigazione, accessibilità tecnologica e sostenibilità economica del modello.

Proprio alla luce di queste considerazioni, il modello simulativo è stato costruito in modo da risultare coerente con le condizioni operative previste per il SAIL III, sia in termini di complessità territoriale che di configurazione tecnica del servizio. Operare in questa classe di rischio comporta una serie di obblighi regolatori e procedurali specifici. In primo

luogo, è necessaria la redazione di una valutazione del rischio completa secondo la metodologia SORA (Specific Operations Risk Assessment), comprensiva del Concept of Operations (ConOps), della classificazione del Ground Risk Class (GRC) e dell'Air Risk Class (ARC), e delle misure di mitigazione relative. Tra queste ultime rientrano tecnologie di sicurezza attiva e passiva come il geofencing, l'impiego di paracadute balistici, sensori anticollisione, sistemi di telemetria in tempo reale e la presenza di una piattaforma Command & Control robusta e affidabile, capace di garantire tracciabilità costante e intervento immediato in caso di emergenze.

Come osservato da Angelo Stella, il livello di rischio di un'operazione è fortemente influenzato dalle caratteristiche fisiche del drone: a un aumento della massa e del payload corrisponde un incremento dell'energia d'impatto potenziale, con conseguente necessità di adottare misure compensative più onerose. L'adozione di droni leggeri, robusti e altamente manovrabili rappresenta quindi un vantaggio sia in termini tecnici che regolatori. Tuttavia, Stella ha anche sottolineato – in linea con quanto affermato dagli altri interlocutori – che la riduzione del rischio non può basarsi unicamente su soluzioni tecnologiche. È l'integrazione tra tecnologia, procedure e assetti organizzativi a determinare l'effettiva accettabilità dell'operazione. La capacità dell'operatore di progettare, testare e mantenere nel tempo un sistema di mitigazione coerente con il profilo SORA dichiarato è ciò che, in ultima analisi, consente l'autorizzazione da parte dell'autorità aeronautica e ne garantisce la sostenibilità nel tempo. La scelta di operare in SAIL III non è stata dettata da considerazioni astratte, ma è il risultato diretto di un processo di allineamento tra requisiti tecnici, contesto territoriale e indicazioni fornite da professionisti embedded nel sistema regolatorio e operativo.

3.3.2 Variabili economiche e parametri tecnici

Al fine di garantire una lettura trasparente e comparabile dei risultati, la struttura del modello economico-finanziario resta identica in tutti i contesti analizzati, mentre i valori delle variabili vengono adattati selettivamente in funzione delle caratteristiche specifiche di ciascuna configurazione operativa considerata.. Il presente paragrafo descrive in modo

dettagliato l'impostazione del modello base, su cui si fondano le successive analisi di sostenibilità economica e finanziaria.

$$VAN = \sum_{t=0}^N \frac{FCO_t}{(1 + WACC)^t}$$

Equazione 1: Calcolo VAN con flussi di cassa.

L'analisi economico-finanziaria è stata sviluppata su un orizzonte temporale quinquennale, coerente con i cicli di ammortamento tecnologico tipici di questi asset e con l'orizzonte decisionale degli investitori in tecnologie emergenti. Tale scelta riflette, inoltre, le attuali stime sulla vita utile dei droni commerciali in contesti operativi ad alta intensità (generalmente compresa tra 3 e 5 anni), nonché le tempistiche previste per il pieno recepimento normativo e l'integrazione tecnologica del drone delivery nello spazio aereo urbano europeo, attraverso l'adozione del sistema U-space e l'armonizzazione con i servizi ATM. Le principali voci di costo e ricavo sono proiettate lungo l'intero arco temporale e attualizzate applicando un tasso di sconto coerente con il livello di rischio del contesto considerato.

Il calcolo del valore attuale netto si basa sull'attualizzazione dei flussi di cassa netti generati su base annua, utilizzando un tasso di sconto pari all'8,5%. Tale valore, assunto come WACC di riferimento, è stato selezionato in coerenza con quello adottato da Amazon, ritenuto un benchmark rilevante per via del suo ruolo pionieristico nel campo della logistica autonoma e del suo impegno strategico nello sviluppo del drone delivery. L'adozione di un tasso fisso consente, inoltre, di analizzare con maggiore chiarezza l'influenza delle singole variabili operative sui risultati economici complessivi.

Per quanto concerne i costi in conto capitale (Capex), il modello non prevede un investimento concentrato esclusivamente nell'anno iniziale, ma una distribuzione pluriennale coerente con un piano di espansione graduale del servizio. È infatti previsto l'acquisto progressivo di nuovi droni lungo il periodo considerato, con l'obiettivo di incrementare progressivamente la capacità operativa e l'estensione territoriale della rete. Come già indicato, il costo unitario di ciascun drone è stimato in 50.000 euro. All'aumento della flotta corrisponde un potenziamento proporzionale delle infrastrutture,

in particolare attraverso la realizzazione modulare di vertiporti. Un requisito fondamentale per operare in scenari complessi, come sottolineato dal dott. Segurini, è il conseguimento del DVR (Design Verification Report), certificazione rilasciata da EASA che attesta la conformità del drone a specifici requisiti tecnici e di qualità, sia in fase di progettazione che di assemblaggio e software. L'ottenimento di un DVR per operazioni classificate con livello di rischio SAIL III comporta un costo stimato pari a 400.000 euro.

Il potenziamento infrastrutturale previsto include anche la realizzazione modulare di vertiporti, la cui costruzione — per unità di medie dimensioni — comporta un investimento stimato pari a 238.000 euro. Questa cifra comprende non solo la piattaforma di decollo e atterraggio, ma anche il magazzino logistico, il sistema antenna-server necessario per operazioni BVLOS, la stazione di ricarica e tutte le opere di installazione e integrazione indispensabili per il corretto inserimento del vertiporto nella rete operativa complessiva.

Anno	0	1	2	3	4	5
Acquisto droni	100.000,00 €		150.000,00 €	250.000,00 €	250.000,00 €	250.000,00 €
Vertiporto	238.000,00 €					
Piattaforma di atterraggio	150.000,00 €			150.000,00 €	150.000,00 €	150.000,00 €
Magazzino logistico	40.000,00 €					
Sistemi BVLOS (antenna, server)	25.000,00 €					
Installazione e preparazione	20.000,00 €					
Stazione di ricarica	3.000,00 €		4.500,00 €	7.500,00 €	7.500,00 €	7.500,00 €
Software e Infrastruttura IT	110.000,00 €					
Design Verification Report	400.000,00 €					
Formazione (Corso BVLOS)	2.500,00 €			2.500,00 €	2.500,00 €	2.500,00 €
License e autorizzazioni iniziali (ENAC, SORA)	20.000,00 €					
Totale	870.500 €	0,00 €	154.500,00 €	410.000,00 €	410.000,00 €	410.000,00 €

Figura 21 – Distribuzione costi iniziali di consegna (CAPEX) tramite drone delivery.

Fonte: Elaborazione grafica a cura dell'autore.

Oltre agli investimenti in asset fisici, il modello include una serie di costi intangibili e servizi accessori ritenuti indispensabili per l'implementazione del servizio. Tra questi, l'acquisizione di una piattaforma software gestionale, stimata in 110.000 euro²⁶, costituisce un elemento chiave per il coordinamento delle attività operative. Il sistema dovrà offrire funzionalità di pianificazione missioni, tracciamento in tempo reale, ottimizzazione dei percorsi e interfaccia utente. Sul piano regolamentare, si prevede un esborso iniziale pari a 20.000 euro, finalizzato alla copertura delle spese necessarie per ottenere le autorizzazioni in categoria *specific*. Tale importo comprende la redazione del

²⁶ Costo rilevato sulla base delle interviste effettuate e confermato da Fonte: Business Plan, What Will Be Drone Delivery Services' Running Costs in 2025? (2025).

SORA, la preparazione della documentazione tecnica, le assicurazioni obbligatorie e l'assistenza consulenziale, come indicato dal dott. Marco Ducci. In merito alla formazione del personale operativo, il modello contempla l'abilitazione progressiva di piloti tramite corsi certificati ENAC per operazioni BVLOS, con un costo unitario di 2.500 euro per operatore²⁷. Tale cifra include la formazione teorica, le esercitazioni pratiche e l'ottenimento della relativa certificazione.

Per quanto riguarda i costi operativi annuali (Opex), si distinguono voci fisse e variabili. Tra le prime rientra un canone annuo pari a 50.000 euro per l'occupazione delle aree — pubbliche o private — destinate ai vertiporti. I costi variabili, invece, sono direttamente proporzionali alla dimensione della flotta e includono la manutenzione ordinaria, quantificata nel 10% del valore del drone su base annua (pari a 5.000 euro per unità), e la sostituzione delle batterie.

Per quest'ultima voce, è stato preso come riferimento il costo della batteria del DJI FlyCart 30, pari a 2.850 euro²⁸, in quanto tecnicamente comparabile al drone ipotizzato nel modello per classe operativa e specifiche prestazionali. Infine, il consumo energetico per singola consegna è stato calcolato a partire da uno studio condotto su droni cargo in Grecia, con un consumo medio pari a 0,09 kWh/km²⁹. Considerando una distanza media di 5,34 km per consegna e un prezzo dell'energia elettrica in Italia di 0,16 €/kWh, si ottiene un costo pari a circa 7,68 centesimi per missione. Questo valore viene poi moltiplicato per il numero annuo di consegne per determinare il costo energetico complessivo.

Anno	1	2	3	4	5
Affitto area	50.000,00 €	50.000,00 €	50.000,00 €	50.000,00 €	50.000,00 €
Batterie	5.700,00 €	14.250,00 €	28.500,00 €	42.750,00 €	57.000,00 €
Safety Manager (Operatore BVLOS)	70.000,00 €	70.000,00 €	140.000,00 €	210.000,00 €	280.000,00 €
Manutenzione	10.000,00 €	25.000,00 €	50.000,00 €	75.000,00 €	100.000,00 €
Autorizzazione SORA	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €	40.000,00 €
Assicurazione aeronautica	2.000,00 €	5.000,00 €	10.000,00 €	15.000,00 €	20.000,00 €
Software & Cloud services	110.000,00 €	110.000,00 €	110.000,00 €	110.000,00 €	110.000,00 €
U-space Service Provider	31.392,00 €	88.980,00 €	198.960,00 €	329.940,00 €	481.920,00 €
Marketing	15.000,00 €	15.000,00 €	15.000,00 €	15.000,00 €	15.000,00 €
Elettricità	2.399,16 €	6.805,30 €	15.225,41 €	25.260,34 €	36.910,08 €
Totale	336.491 €	425.035 €	657.685 €	912.950 €	1.190.830 €

Figura 22 – Distribuzione costi operativi annuali.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

²⁷ Fonte: Dronext Air Consulting. Costo di un corso drone specific eu-sts-01 + eu-sts-02 (bvlos) + it-sts-01/02

²⁸ Fonte: Dronestore.it

²⁹ Fonte: Ioannidis et al. (2024). Paving the Way for Last-Mile Delivery in Greece: Data-Driven Performance Analysis with a Customized Quadrotor. Drones.

Le spese di marketing sono state considerate costanti e pari a 15.000 euro annui³⁰, con l'obiettivo di favorire l'adozione del servizio, rafforzare il posizionamento del marchio e incrementare la fidelizzazione della clientela. Dal punto di vista normativo, la prosecuzione delle operazioni in ambiente urbano a medio-alto rischio (SAIL II) comporta un costo annuo pari a 40.000 euro, suddiviso in due rate semestrali da 20.000 euro. Tale importo copre le attività di aggiornamento della documentazione SORA, i rinnovi autorizzativi, i controlli periodici e il supporto tecnico-amministrativo, in linea con quanto indicato dal dott. Marco Ducci. I costi ricorrenti legati all'infrastruttura digitale, comprendenti hosting cloud, supporto tecnico, rinnovo delle licenze software e manutenzione della piattaforma gestionale, sono stimati in 110.000 euro annui, sulla base delle evidenze emerse dalle interviste condotte.

Per il personale operativo è stata ipotizzata una Retribuzione Annuale Lorda (RAL) pari a 70.000 euro per operatore, valore che include sia le competenze tecniche necessarie sia i requisiti aeronautici. In particolare, è prevista la figura del Safety Manager, operatore certificato responsabile della supervisione delle operazioni in termini di sicurezza. Secondo le stime del dott. Segurini, tale profilo professionale comporta un costo compreso tra 60.000 e 80.000 euro l'anno. Il dimensionamento del personale segue un criterio prudenziale, prevedendo un operatore ogni cinque droni attivi. Questa configurazione riflette una fase iniziale di sperimentazione, in cui si opta per un maggiore controllo operativo. A titolo comparativo, nel modello di Manna Air Delivery un singolo operatore può gestire fino a 20 droni, con proiezioni future che ipotizzano un rapporto di efficienza fino a 1:50. La scelta conservativa adottata consente tuttavia di garantire standard elevati di sicurezza e affidabilità nella fase di avviamento.

Un ulteriore costo ricorrente, imprescindibile per operare in uno scenario ad alta complessità come quello regolato dagli spazi U-space, riguarda l'interazione con lo U-space Service Provider (USP). Sebbene non esista ancora un mercato strutturato né tariffe consolidate, il modello assume come riferimento la fee annuale attualmente applicata da D-Flight — unico USP certificato in Italia — pari a 96 euro³¹. Considerata la complessità delle operazioni previste, è stata inoltre ipotizzata l'introduzione di una tariffa aggiuntiva per singola missione, pari a 1 euro per consegna, come anticipato dal dott. Segurini. Si

³⁰ Fonte: H. Sheykin. (2025). How Can You Manage Drone Logistics Operating Costs?. Finmodelslab.

³¹ Fonte: D-flight. (2025). Tariffe.

tratta di una stima ipotetica, non basata su benchmark esistenti, ma plausibile nell'ambito dell'evoluzione normativa in corso.

Per quanto riguarda la generazione dei ricavi, il prezzo medio per consegna è stato fissato a 5 euro (P). Tale valore risulta coerente sia con i benchmark registrati nei primi anni di attività da operatori specializzati come Manna, sia con quanto indicato dal dott. Stella, secondo cui Amazon, negli Stati Uniti, applica una tariffa pari a 5 dollari per consegna. Come illustrato in precedenza, il volume giornaliero delle consegne (V_c) è stato impostato su una traiettoria di crescita progressiva: si parte da 52 consegne giornaliere nel primo anno, per arrivare a un regime stabile di 80 consegne al giorno. Il calcolo, come già anticipato, si fonda sull'assunzione di 300 giorni operativi annui, tenendo conto di una fase iniziale di utilizzo progressivo della flotta e di un progressivo consolidamento della domanda nel tempo.

$$R_{tot} = P \times V_c$$

Equazione 2: Quota complessiva dei ricavi totali annuali.

L'integrazione delle componenti di investimento (Capex), di esercizio (Opex) e dei ricavi su un orizzonte temporale di cinque anni consente di calcolare il valore attuale netto del progetto. Nei paragrafi successivi, il medesimo modello verrà applicato a scenari alternativi, modificando in modo selettivo alcune variabili critiche — tra cui il volume medio di consegne, i costi autorizzativi, i canoni di locazione per gli hub e la domanda potenziale — al fine di valutare l'impatto delle specificità territoriali sulla sostenibilità economica complessiva dell'iniziativa.

3.3.3 Valutazione economico-finanziaria: Analisi del VAN

Dopo aver definito la struttura del modello economico-finanziario e le principali assunzioni sottostanti alla simulazione, questa sezione si focalizza sull'analisi dei risultati ottenuti mediante l'applicazione del metodo del Discounted Cash Flow (DCF) al caso specifico dell'implementazione di un servizio di drone delivery nei comuni di Forte dei Marmi e Pietrasanta. L'orizzonte temporale considerato è di sei anni, incluso l'anno zero,

permettendo di seguire nel dettaglio l'evoluzione economico-finanziaria del progetto, dalla fase iniziale di investimento fino al consolidamento della piena operatività.

Il primo aspetto significativo riguarda l'impatto del capitale investito iniziale (Capex), pari a 870.500 euro e concentrato interamente nell'anno 0. Tale esborso rappresenta l'avvio dell'infrastruttura logistica e tecnologica, comprendendo l'acquisto dei droni, la realizzazione dell'hub operativo, le licenze software e i costi legati alle autorizzazioni necessarie. Come previsto, il flusso di cassa operativo netto (FCFO) al tempo zero risulta fortemente negativo. Nei primi tre anni, il progetto continua a manifestare flussi di cassa negativi, riflettendo una fase di rodaggio caratterizzata da costi operativi elevati (657.685 euro nel terzo anno) e da una struttura ancora in fase di ottimizzazione e adattamento.

	0	1	2	3	4	5	6
Ricavi		156.000,00 €	442.500,00 €	990.000,00 €	1.642.500,00 €	2.400.000,00 €	
Costi Operativi		336.491,16 €	425.035,30 €	657.685,41 €	912.950,34 €	1.190.830,08 €	
EBITDA		-180.491,16 €	17.464,70 €	332.314,59 €	729.549,66 €	1.209.169,92 €	
Ammortamento		169.600,00 €	200.500,00 €	282.000,00 €	363.500,00 €	445.000,00 €	
EBIT		-350.091,16 €	-183.035,30 €	50.314,59 €	366.049,66 €	764.169,92 €	
Tasse		0,00 €	0,00 €	12.075,50 €	87.851,92 €	183.400,78 €	
UTILE NETTO		-350.091,16 €	-183.035,30 €	38.239,09 €	278.197,74 €	580.769,14 €	
CCN		15.600,00 €	44.250,00 €	99.000,00 €	164.250,00 €	240.000,00 €	
Var CCN		15.600,00 €	28.650,00 €	54.750,00 €	65.250,00 €	75.750,00 €	
Ammortamento		169.600,00 €	200.500,00 €	282.000,00 €	363.500,00 €	445.000,00 €	
CAPEX	870.500,00 €		154.500,00 €	410.000,00 €	410.000,00 €	410.000,00 €	
FCFO	-870.500,00 €	-196.091,16 €	-165.685,30 €	-144.510,91 €	166.447,74 €	540.019,14 €	550.819,52 €
TV						8.474.146,49 €	
FCFO + TV	-870.500,00 €	-196.091,16 €	-165.685,30 €	-144.510,91 €	166.447,74 €	9.014.165,63 €	
VAN	4.809.823,82 €						

Figura 23 – Calcolo del VAN con modello DCF.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

A partire dal quarto anno, il modello raggiunge e supera il punto di pareggio economico, evidenziando una netta inversione di tendenza. L'aumento dei ricavi — da 990.000 euro nel terzo anno a 2.400.000 euro nel quinto — si accompagna a una progressiva stabilizzazione dei costi, determinando un incremento significativo dell'EBITDA, che passa da 332.314 euro fino a oltre 1,2 milioni di euro nello stesso intervallo. Tale andamento riflette l'efficienza operativa derivante dall'automazione del sistema e la scalabilità territoriale del servizio, caratterizzata da costi marginali contenuti.

Anche l'EBIT segue una traiettoria coerente con l'incremento della marginalità operativa, raggiungendo oltre 700.000 euro nel quinto anno. Le imposte, fissate al 24%, richiedono

una precisazione: nei primi due anni, in cui l'EBIT risulta negativo, è stato ipotizzato un carico fiscale nullo. Tale scelta, comunemente adottata nei modelli DCF, si basa sul principio che, in presenza di perdite fiscali, non si genera alcun esborso, né un beneficio finanziario immediato. Pur essendo tecnicamente possibile il riporto a nuovo delle perdite (*carry forward*), si è preferito un approccio conservativo, escludendo l'attivazione di crediti d'imposta non ancora maturati.

L'utile netto registra un miglioramento sostanziale a partire dal terzo anno, passando da circa -183.000 euro a oltre 580.000 euro nel quinto, confermando il superamento del break-even operativo e l'avvio di una fase di redditività sostenuta. L'analisi del Free Cash Flow Operativo (FCFO), calcolato sommando all'utile netto gli ammortamenti e rettificando per le variazioni del capitale circolante netto, mostra una crescita marcata nel tempo. Dopo una fase iniziale caratterizzata da flussi negativi, il progetto inizia a generare liquidità positiva dal quarto anno, raggiungendo circa 540.000 euro nel quinto. Il risultato più rilevante emerge tuttavia nel calcolo della redditività complessiva, grazie all'aggiunta del Terminal Value (TV), stimato in oltre 8 milioni di euro.

Il Terminal Value è stato determinato ipotizzando una crescita perpetua del 2%, coerente con una visione prudentiale delle prospettive di lungo periodo del settore. Questo tasso, inferiore alle medie storiche del comparto tecnologico-logistico, riflette la volontà di considerare possibili vincoli futuri di natura normativa, tecnica o legati alla saturazione del mercato. L'inclusione del TV risulta quindi indispensabile, poiché il progetto analizzato è strutturalmente scalabile e con un orizzonte operativo superiore ai sei anni, e non potrebbe essere valutato adeguatamente senza tenere conto della sua capacità di generare flussi di cassa anche oltre il periodo analizzato.

Il valore attuale netto del progetto è pari a circa 4,8 milioni di euro. Questo risultato, fortemente positivo, rappresenta un indicatore chiaro della capacità del modello non solo di recuperare il capitale investito, ma di generare un ritorno significativo sull'investimento. L'analisi evidenzia una traiettoria di crescita solida e sostenibile: dopo una fase di assestamento iniziale, il progetto dimostra la capacità di produrre utili e flussi di cassa già nei primi anni di attività. La combinazione tra elevata scalabilità, struttura dei costi ottimizzata e un VAN ampiamente positivo conferma la fattibilità economica del drone delivery nel contesto territoriale oggetto di studio. Tale scenario rappresenta

pertanto un benchmark di riferimento per valutare l’impatto di condizioni alternative, quali l’adozione su scala più ampia o l’implementazione da parte di operatori con risorse, strutture organizzative o vincoli normativi differenti.

3.4 Scenari alternativi e confronto strategico

Dopo aver costruito e applicato il modello economico-finanziario allo scenario di riferimento, si rende necessario esplorare in che modo la sostenibilità del drone delivery possa variare al mutare delle condizioni territoriali, operative e strategiche. Come illustrato nei capitoli precedenti, il contesto italiano è caratterizzato da un’elevata eterogeneità sistemica: fattori come la densità urbana, la qualità delle infrastrutture, la disponibilità normativa e la cultura imprenditoriale influenzano profondamente l’efficacia e la replicabilità di modelli innovativi di logistica urbana.

Per valutare la solidità e l’adattabilità del modello sviluppato, l’analisi è stata estesa attraverso una logica multi-scenario, ispirata alla matrice di Ansoff, opportunamente riconfigurata per il contesto del drone delivery (vedi Figura 24).



Figura 24 – Riadattamento strategico della matrice di Ansoff al contesto del drone delivery.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell’autore.

In questa applicazione, la matrice si articola lungo due variabili strategiche principali. La prima riguarda la natura dell’impresa promotrice, distinguendo tra start-up tecnologiche, generalmente caratterizzate da un’elevata capacità di innovazione ma da risorse più

limitate, e operatori incumbent del settore, quali grandi piattaforme digitali o attori logistici consolidati, dotati di maggiore solidità organizzativa e finanziaria. La seconda variabile fa riferimento al grado di penetrazione operativa del servizio, che può assumere un orientamento prudente — basato su progetti pilota, copertura geografica limitata e contenimento del rischio — oppure un'impostazione aggressiva, finalizzata a una rapida scalabilità, all'estensione capillare della copertura e all'aumento della frequenza di consegna.

L'incrocio di queste due dimensioni genera quattro possibili configurazioni strategiche, ciascuna delle quali corrisponde a uno scenario potenziale per l'implementazione del servizio:

- Il primo quadrante, in cui una start-up adotta una strategia prudente, rappresenta lo scenario base su cui è stato costruito e testato il modello economico-finanziario.
- Il secondo quadrante, che unisce una start-up con un approccio aggressivo, definisce lo scenario espansivo, finalizzato a testare la scalabilità del modello in condizioni di elevato dinamismo operativo.
- Il terzo quadrante, che prevede un incumbent con approccio prudente, configura lo scenario conservativo, adatto a contesti complessi dove prevale una logica di minimizzazione del rischio.
- Il quarto quadrante, in cui un incumbent adotta una strategia aggressiva, è stato escluso dall'analisi in quanto attualmente poco realistico nel contesto normativo italiano, data l'assenza di operatori consolidati che abbiano attivato programmi di adozione massiva del drone delivery.

Questa impostazione matriciale non risponde a una logica meramente descrittiva, ma consente di testare la robustezza strutturale del modello a fronte di configurazioni organizzative e operative diverse, mantenendo invariata l'architettura del framework DCF. L'obiettivo non è solo confrontare performance economiche, ma anche identificare soglie di sostenibilità, leve decisionali e condizioni abilitanti che possano orientare scelte strategiche di adozione tecnologica da parte di imprese e policy maker.

3.4.1 Scenario espansivo: crescita accelerata da parte delle start-up

Dopo aver definito le assunzioni e la struttura del modello economico-finanziario, è possibile analizzare l'andamento del progetto nello scenario espansivo, che simula una crescita accelerata del drone delivery promossa da start-up ad alta intensità tecnologica e finanziaria. Questo scenario rappresenta un contesto particolarmente favorevole allo sviluppo di soluzioni innovative, caratterizzato dalla combinazione di capitale di rischio, know-how operativo, e un tessuto urbano e istituzionale pronto a recepire nuovi modelli di logistica.

Il modello DCF utilizzato rimane invariato nella sua logica strutturale: l'orizzonte temporale è sempre di cinque anni, la metodologia di attualizzazione dei flussi è confermata, ma il tasso di sconto viene rivisto al ribasso, passando all'7%. Questo aggiustamento riflette l'ipotesi di accesso a fonti di finanziamento agevolato da parte delle start-up, grazie a fondi pubblici, venture capital e politiche di sostegno alla transizione digitale e alla logistica sostenibile. Anche la flotta operativa evolve: da 20 droni nel modello iniziale si prevede un'espansione fino a 30 unità entro il quinto anno, coerente con una strategia di crescita progressiva ma rapida.

Lo scenario espansivo si basa sull'ipotesi che l'ingresso di operatori flessibili, tecnologicamente avanzati e capaci di innovare rapidamente i processi logistici possa accelerare in modo deciso la diffusione del drone delivery in aree metropolitane e suburbane. In tale contesto, le start-up beneficiano di un approccio "lean", che consente loro di adattarsi più agilmente alle normative, di sfruttare modelli operativi scalabili e di implementare strategie di penetrazione di mercato più aggressive.

Una prima variabile determinante è il numero medio di consegne giornaliere per drone, che parte da 52 nel primo anno e cresce progressivamente fino a 100, seguendo una curva di adozione più rapida e coerente con l'aggressiva strategia commerciale tipica delle start-up, implementando fin da subito sistemi automatizzati di dispatching, software predittivi per la gestione della domanda e infrastrutture leggere ma performanti. La tariffa per consegna viene fissata a 4 euro, inferiore rispetto al modello iniziale, in quanto giustificata dall'elevato volume di ordini previsto e dalla volontà di posizionarsi come servizio accessibile su larga scala, in grado di attrarre una base utenti ampia e consolidare

rapidamente la presenza sul territorio. A parità di giorni operativi annui (300), il volume totale di consegne cresce esponenzialmente, generando ricavi annui molto più elevati già dal secondo anno.

Un altro elemento distintivo dello scenario espansivo è la scalabilità della tecnologia. Le start-up adottano strategie di procurement più efficienti e consolidano partnership dirette con i produttori di droni, ottenendo condizioni di fornitura progressivamente più vantaggiose. Di conseguenza, il costo unitario per drone viene aumentato a 75.000 euro a partire dal terzo anno, per riflettere la scelta strategica di investire in soluzioni tecnologicamente più avanzate. L'obiettivo è infatti quello di puntare sull'evoluzione tecnologica come leva competitiva, adottando droni più prestanti in termini di autonomia, capacità di carico e affidabilità, dotati di sistemi avanzati di navigazione e gestione del volo, in grado di garantire un servizio più efficiente e scalabile.

Dal lato dei costi operativi, il modello non ipotizza una riduzione significativa delle spese ricorrenti (energia, manutenzione, assicurazioni), ma l'aumento della base installata di droni consente una migliore distribuzione dei costi fissi per hub e per licenze software. In particolare, la maggiore saturazione delle capacità logistiche permette una riduzione del costo unitario per consegna su base marginale, aumentando così il margine operativo lordo per missione.

Tuttavia, alcune voci di costo aumentano per riflettere l'intensità dello sforzo commerciale e di branding necessario a supportare una crescita così rapida e a giustificare il posizionamento premium del servizio: in particolare, i costi di marketing sono incrementati a 25.000 euro annui, in linea con campagne continuative orientate all'acquisizione di clientela, alla promozione del servizio e al consolidamento della reputazione dell'operatore. Questo investimento pubblicitario è funzionale a giustificare un prezzo per consegna superiore agli altri scenari, coerente con un'offerta percepita come più rapida, affidabile e tecnologicamente avanzata.

	0	1	2	3	4	5	6
Ricavi		374.400,00 €	936.000,00 €	1.728.000,00 €	2.592.000,00 €	3.600.000,00 €	
Costi Operativi		464.473,47 €	684.345,66 €	1.036.247,07 €	1.407.532,61 €	1.817.586,40 €	
EBITDA		-90.073,47 €	251.654,34 €	691.752,93 €	1.184.467,39 €	1.782.413,60 €	
Ammortamento		240.800,00 €	332.600,00 €	454.400,00 €	576.200,00 €	698.000,00 €	
EBIT		-330.873,47 €	-80.945,66 €	237.352,93 €	608.267,39 €	1.084.413,60 €	
Tasse		0,00 €	0,00 €	56.964,70 €	145.984,17 €	260.259,26 €	
UTILE NETTO		-330.873,47 €	-80.945,66 €	180.388,23 €	462.283,22 €	824.154,34 €	
CCN		37.440,00 €	93.600,00 €	172.800,00 €	259.200,00 €	360.000,00 €	
Var CCN		37.440,00 €	56.160,00 €	79.200,00 €	86.400,00 €	100.800,00 €	
Ammortamento		240.800,00 €	332.600,00 €	454.400,00 €	576.200,00 €	698.000,00 €	
CAPEX	1.226.500,00 €		459.000,00 €	611.500,00 €	611.500,00 €	611.500,00 €	
FCFO	-1.226.500,00 €	-127.513,47 €	-263.505,66 €	-55.911,77 €	340.583,22 €	809.854,34 €	826.051,42 €
TV						16.521.028,45 €	
FCFO + TV	-1.226.500,00 €	-127.513,47 €	-263.505,66 €	-55.911,77 €	340.583,22 €	17.330.882,79 €	
VAN	10.995.041,04 €						

Figura 25 – Calcolo del VAN nello scenario aggressivo.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Anche il fattore tempo gioca un ruolo cruciale: l'espansione progressiva del numero di droni da 2 a 30 unità consente di aumentare proporzionalmente i ricavi, mantenendo sotto controllo il livello degli investimenti. Al tempo stesso, l'introduzione graduale di nuove unità, anziché in un'unica tranche, permette di adattare l'offerta alla domanda reale, riducendo il rischio di overcapacity.

Il risultato combinato di questi fattori si traduce in un forte incremento dell'EBITDA annuo, che cresce sia per effetto della maggiore produttività sia grazie al contenimento dei costi unitari. Il Free Cash Flow Operativo (FCFO) segue una curva di crescita più marcata rispetto allo scenario base, pur mantenendo invariato il punto di pareggio economico, che continua a collocarsi tra il terzo e il quarto anno. Questo riflette la capacità delle start-up di ottimizzare le risorse in fase di scaling, assorbendo rapidamente i costi iniziali e beneficiando di un'accelerazione dei flussi di cassa positivi.

In termini di valutazione complessiva, il VAN nello scenario espansivo risulta nettamente superiore rispetto allo scenario base. La combinazione di fattori – maggiore efficienza, incremento del volume delle consegne, riduzione dei costi, accesso facilitato al capitale – genera un modello sostenibile, scalabile e ad alta redditività.

Da un punto di vista strategico, questo scenario dimostra che il successo del drone delivery non dipende unicamente dal contesto territoriale, ma anche – e forse soprattutto – dalla capacità degli operatori di innovare, scalare e adattarsi rapidamente. Le start-up

rappresentano un vettore potenzialmente decisivo per l'espansione del settore, soprattutto se supportate da un ecosistema favorevole in termini di finanziamento, regolamentazione e domanda. I risultati dello scenario espansivo, pur ipotetici, si fondano su dinamiche reali osservabili nei settori tech ad alta intensità di capitale umano e innovazione digitale.

3.4.2 Scenario conservativo: presidio strategico da parte degli incumbent

Se lo scenario aggressivo ha mostrato la possibilità di costruire un business altamente scalabile in un contesto ad alta densità, supportato da investimenti mirati e da una forte proiezione commerciale, lo scenario conservativo rappresenta un approccio diametralmente opposto. In questo caso, il modello di drone delivery non viene concepito come un'opportunità da massimizzare nel breve periodo, bensì come un presidio strategico finalizzato alla sperimentazione tecnologica, alla presenza territoriale e alla diversificazione del business. Il valore di questo scenario non risiede nella redditività immediata, ma nella sua funzione difensiva e sperimentale, tipica di un incumbent che agisce per tempo in vista di sviluppi futuri più favorevoli.

Anche in questo caso, la struttura del modello resta formalmente invariata: si utilizza lo stesso numero di anni, la medesima logica DCF, la stessa configurazione iniziale. Tuttavia, alcune variabili chiave vengono ridimensionate in modo significativo per riflettere un approccio più prudente.

In primo luogo, il numero di consegne giornaliere al quinto anno si ferma a 60, un livello più basso rispetto alle 80 consegne del caso base e lontano dalle 100 previste nello scenario aggressivo. Anche la dimensione della flotta è contenuta a 10 droni al quinto anno, metà rispetto al massimo previsto nel modello più espansivo. Questo riflette una volontà di limitare l'esposizione finanziaria e sperimentare il servizio in modo controllato. Il prezzo medio per consegna è fissato a 6 euro, un valore superiore sia ai 5 euro del caso base sia ai 4 euro dello scenario espansivo. Questa scelta riflette la necessità di compensare l'elevato costo unitario del servizio, dovuto al numero contenuto di consegne e alla limitata scala operativa. In questo contesto, il drone delivery assume le caratteristiche di un servizio premium e a bassa diffusione, dove il prezzo più elevato per consegna diventa essenziale per garantire la copertura dei costi fissi e operativi.

	0	1	2	3	4	5	6
Ricavi		187.200,00 €	486.000,00 €	705.600,00 €	939.600,00 €	1.296.000,00 €	
Costi Operativi		327.491,16 €	404.958,58 €	530.264,97 €	658.155,91 €	815.961,54 €	
EBITDA		-140.291,16 €	81.041,42 €	175.335,03 €	281.444,09 €	480.038,46 €	
Ammortamento		165.600,00 €	190.500,00 €	237.100,00 €	283.700,00 €	338.600,00 €	
EBIT		-305.891,16 €	-109.458,58 €	-61.764,97 €	-2.255,91 €	141.438,46 €	
Tasse		0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	33.945,23 €	
UTILE NETTO		-305.891,16 €	-109.458,58 €	-61.764,97 €	-2.255,91 €	107.493,23 €	
CCN		18.720,00 €	48.600,00 €	70.560,00 €	93.960,00 €	129.600,00 €	
Var CCN		18.720,00 €	29.880,00 €	21.960,00 €	23.400,00 €	35.640,00 €	
Ammortamento		165.600,00 €	190.500,00 €	237.100,00 €	283.700,00 €	338.600,00 €	
CAPEX	850.500,00 €		124.500,00 €	235.500,00 €	235.500,00 €	277.000,00 €	
FCFO	-850.500,00 €	-159.011,16 €	-73.338,58 €	-82.124,97 €	22.544,09 €	133.453,23 €	136.122,30 €
TV						1.701.528,72 €	
FCFO + TV	-850.500,00 €	-159.011,16 €	-73.338,58 €	-82.124,97 €	22.544,09 €	1.834.981,95 €	
VAN	37.409,64 €						

Figura 26 – Calcolo del VAN nello scenario conservativo.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Dal lato dei costi, la prudenza si riflette anche nei CAPEX e nelle spese operative. Il costo per drone è stimato a 40.000 euro, valore intermedio ma coerente con una strategia di contenimento dell'investimento, ottenibile attraverso l'acquisto di versioni standardizzate con limitata personalizzazione. Le spese di marketing sono contenute a 8.000 euro annui, segno che l'operatore non punta su campagne di acquisizione su larga scala, ma si limita a una presenza istituzionale o a test pilota con visibilità contenuta. A differenza dello scenario aggressivo, non si prevede un rafforzamento dell'immagine di brand né un'espansione significativa della customer base.

La redditività dell'operazione risulta di conseguenza piuttosto limitata. I ricavi cumulati sono modesti, e la crescita annua riflette una curva di adozione lenta e non incentivata. I flussi di cassa operativi restano positivi, ma poco dinamici, e spesso insufficienti a compensare l'iniziale esborso di capitale nel periodo di proiezione. Nonostante ciò, anche in questo scenario il punto di pareggio viene comunque superato tra il terzo e il quarto anno, grazie alla progressiva riduzione del gap tra costi e ricavi.

In questo contesto, anche il WACC viene aumentato al 10%, per riflettere un livello di incertezza regolatoria e competitiva maggiore. Si ipotizza infatti che un operatore prudente consideri questo progetto come rischioso, dato l'orizzonte temporale indefinito per una sua eventuale espansione profittevole e l'assenza di economie di scala strutturali

nel breve termine. L'aumento del tasso di attualizzazione ha un impatto significativo nel calcolo del VAN, riducendo ulteriormente il valore attuale dei flussi.

Nel complesso, il VAN risultante da questa simulazione si mantiene prossimo allo zero o leggermente positivo, ma non giustifica l'investimento dal punto di vista strettamente finanziario. Tuttavia, come evidenziato, questo scenario non ha l'obiettivo di generare profitto immediato, bensì di preservare un vantaggio strategico. Può servire a sperimentare la tecnologia, acquisire know-how, presidiare mercati ad alta potenzialità futura o difendere la posizione contro concorrenti più aggressivi.

Il modello di drone delivery applicato in forma conservativa non produce risultati economicamente rilevanti nel breve periodo. Il problema principale risiede nel fatto che l'avvio di un servizio di questo tipo comporta investimenti iniziali ingenti, legati all'acquisto dei droni, allo sviluppo delle infrastrutture, ai sistemi software e alla gestione delle autorizzazioni. In assenza di un volume di operazioni sufficiente a diluire questi costi nel tempo, la redditività resta bassa o nulla.

Di conseguenza, una strategia eccessivamente prudentiale – che preveda pochi droni, pochi ordini e una crescita lenta – non è in grado di generare flussi di cassa adeguati a coprire l'impegno finanziario iniziale. Anche se utile in ottica di posizionamento e apprendimento, questa impostazione rischia di trasformarsi in una perdita strutturale se non accompagnata da una visione di medio-lungo termine orientata alla scalabilità. Ne deriva che, al di fuori di contesti favorevoli e ben strutturati, il drone delivery rimane una tecnologia promettente, ma la sua adozione richiede un approccio proattivo e investimenti coerenti con un obiettivo di crescita sostenibile. In caso contrario, le iniziative pilota o a bassa intensità capitalistica possono essere utili per testare il mercato, ma non rappresentano una soluzione economicamente solida.

3.5 Simulazione Monte Carlo

A seguito dell'analisi scenariale dettagliata illustrata nei paragrafi precedenti, è stato condotto un ulteriore passaggio metodologico cruciale: la simulazione Monte Carlo. Questa fase metodologica mira a conferire maggiore solidità statistica alle valutazioni

emerse, soprattutto in contesti emergenti e tecnologicamente instabili come quello del drone delivery.

La simulazione Monte Carlo rappresenta un approccio indispensabile per valutare l'effettivo rischio economico del progetto. Contrariamente alla previsione deterministica dei risultati, che pur può essere ben calibrata, l'approccio probabilistico della simulazione Monte Carlo consente di catturare la variabilità delle principali variabili di input.

Nella simulazione condotta per questo studio, è stato utilizzato un approccio standard che prevede la generazione di 10.000 iterazioni. Ogni iterazione genera un set casuale di input entro intervalli definiti di variabilità per ciascuna variabile considerata nel modello economico-finanziario. Questo metodo consente di esplorare un'ampia gamma di scenari possibili, riflettendo la complessità e l'incertezza del contesto in cui il servizio di drone delivery potrebbe operare.

L'ambiente di simulazione è stato implementato in Python, sfruttando librerie open-source come NumPy. Questa scelta garantisce al tempo stesso la flessibilità necessaria per adattare il modello alle specificità del caso di studio, la trasparenza del codice e la possibilità di sviluppi futuri. L'approccio Monte Carlo, pertanto, rafforza la robustezza delle valutazioni economico-finanziarie e permette di individuare i fattori che incidono maggiormente sulla sostenibilità del servizio di drone delivery, offrendo una base più solida per le decisioni strategiche e gli investimenti.

La struttura logica è rimasta invariata rispetto al modello base: i flussi di cassa netti (FCFO) sono stati calcolati per ogni anno dell'orizzonte temporale (5 anni), costanti in tutte le simulazioni. Le variabili di input stocastiche sono state selezionate tra quelle che, in fase qualitativa, erano risultate più soggette a incertezza operativa. Nello specifico:

1. Tasso di sconto
2. Prezzo medio per consegna
3. Numero di droni acquistati ogni anno
4. Numero di consegne giornaliere per drone
5. Costo unitario di un drone
6. Spese in marketing

Tutte le variabili sono state modellate in modo da garantire coerenza e realismo operativo, evitando valori economicamente illogici o tecnicamente inverosimili. Gli intervalli di variabilità assegnati a ciascuna variabile corrispondono ai valori “estremi” già utilizzati negli scenari precedenti, in modo da mantenere continuità e coerenza con l’analisi scenariale effettuata. Le dipendenze tra alcune variabili sono state considerate indirettamente, attraverso l’analisi di sensitività a posteriori.

Occorre fare un’ulteriore precisazione: ciascuna variabile è stata costruita all’interno degli scenari secondo logiche tra loro differenti. Ad esempio, un costo unitario del drone più elevato è stato interpretato come indicativo di uno scenario positivo, in quanto associato a un’operatività più avanzata e a un numero maggiore di mezzi, mentre un prezzo per consegna più alto è stato considerato negativamente, poiché correlato a un minor numero di ordini processabili. Tali logiche interpretative non sono state applicate direttamente all’interno della simulazione, la cui finalità è invece quella di esplorare, tramite l’intersezione casuale delle variabili entro i relativi intervalli, tutte le possibili combinazioni. Di conseguenza, il VAN risultante può estendersi oltre i limiti previsti nei singoli scenari, sia in senso positivo che negativo, riflettendo l’intera gamma di esiti potenziali.

VARIABILI	INTERVALLO	
	MINIMO	MASSIMO
WACC	7%	10%
PREZZO DI CONSEGNA	4 €	6 €
NUMERO DI DRONI ANNUALI (5° ANNO)	10	30
NUMERO DI CONSEGNE GIORNALIERE PER DRONE (5° ANNO)	60	100
COSTO UNITARIO DRONI	40.000 €	75.000 €
COSTO MARKETING ANNUALE	8.000 €	25.000 €

Figura 27 – Analisi delle variabili input nel modello di simulazione Monte Carlo.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell’autore.

L’output principale della simulazione è rappresentato dalla distribuzione di frequenza dei valori del VAN calcolati su 10.000 iterazioni, all’interno della quale emerge un elemento particolarmente rilevante: solo il 56,59% delle simulazioni ha restituito un valore attuale

netto positivo. Ciò implica che, pur essendoci una probabilità maggioritaria di ottenere un ritorno economico netto, questa non può considerarsi elevata né tantomeno garantita. Il fatto che oltre il 40% delle combinazioni simulate conduca a un esito negativo evidenzia un livello di rischio significativo, coerente con l'elevato grado di incertezza che caratterizza progetti innovativi e tecnologicamente complessi come il drone delivery. Questo dato suggerisce che il successo dell'investimento dipende in larga misura dall'equilibrio tra le variabili operative e dai contesti applicativi specifici: combinazioni favorevoli di costi, tariffe e volumi di consegna possono effettivamente generare valore, ma esiste al contempo una quota non trascurabile di scenari in cui la sostenibilità economica viene meno. In tale prospettiva, la probabilità del 56,59% non deve essere letta come una garanzia, bensì come un'indicazione della direzione prevalente assunta dai risultati: un segnale di potenziale fattibilità, ma anche un invito alla cautela. In contesti ad alto contenuto di innovazione, infatti, una probabilità di successo superiore al 50% può risultare accettabile solo a fronte di VAN positivi sufficientemente elevati da compensare le eventuali perdite negli scenari negativi. Di conseguenza, questo risultato rafforza la necessità di adottare un approccio graduale, flessibile e fortemente data-driven all'implementazione del drone delivery, in modo da contenere il rischio e adattare progressivamente il modello alle reali condizioni operative del territorio.

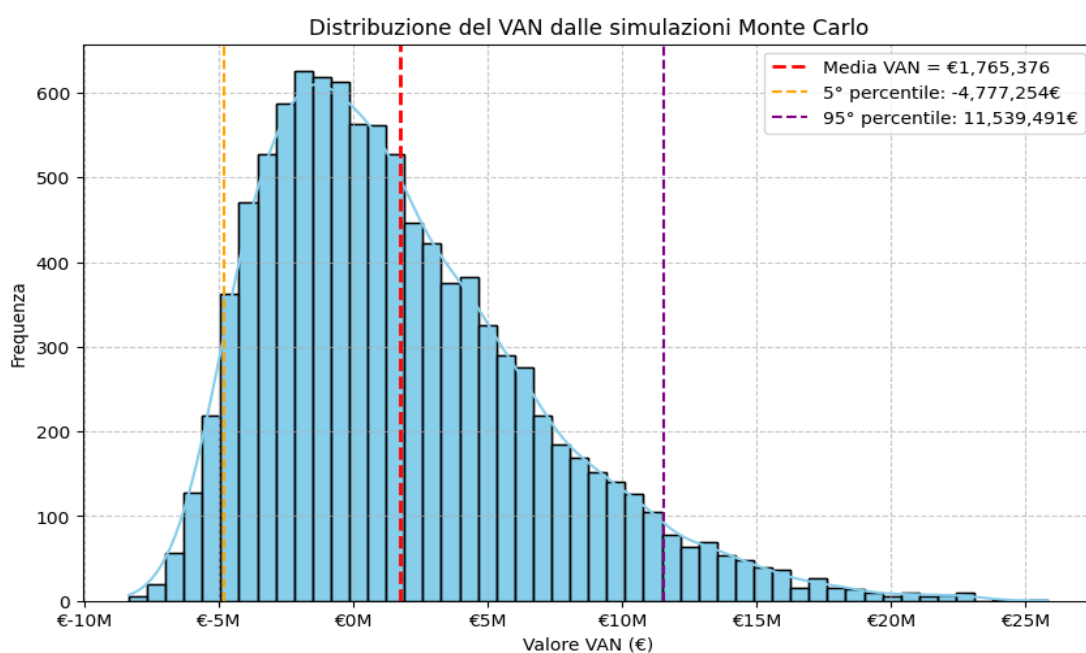


Figura 28 – Distribuzione probabilistica del VAN derivata dalle simulazioni Monte Carlo.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Dalla distribuzione emergono inoltre diversi elementi significativi:

- La media del VAN si attesta intorno a 1.765.000 euro, un valore positivo che indica, in media, la potenziale redditività del progetto.
- Il 5° percentile del VAN è pari a circa -4.777.000 euro, segnalando che nel 5% delle simulazioni si possono verificare perdite significative, sintomo della presenza di scenari peggiori in cui le condizioni di mercato o operative risultano fortemente sfavorevoli.
- Al contrario, il 95° percentile supera gli 11.539.000 euro, sottolineando che in alcuni scenari particolarmente favorevoli il progetto può generare rendimenti molto elevati, configurando quindi un'asimmetria positiva della distribuzione.
- La forma della distribuzione, visibilmente asimmetrica verso destra, indica un potenziale “upside” economico elevato ma anche un rischio concentrato in una coda negativa non trascurabile.

Per integrare visivamente quanto emerso dall'analisi statistica, è stata inoltre prodotta la curva cumulativa di probabilità del VAN, la quale rappresenta la funzione di distribuzione cumulativa (CDF) dei risultati ottenuti.

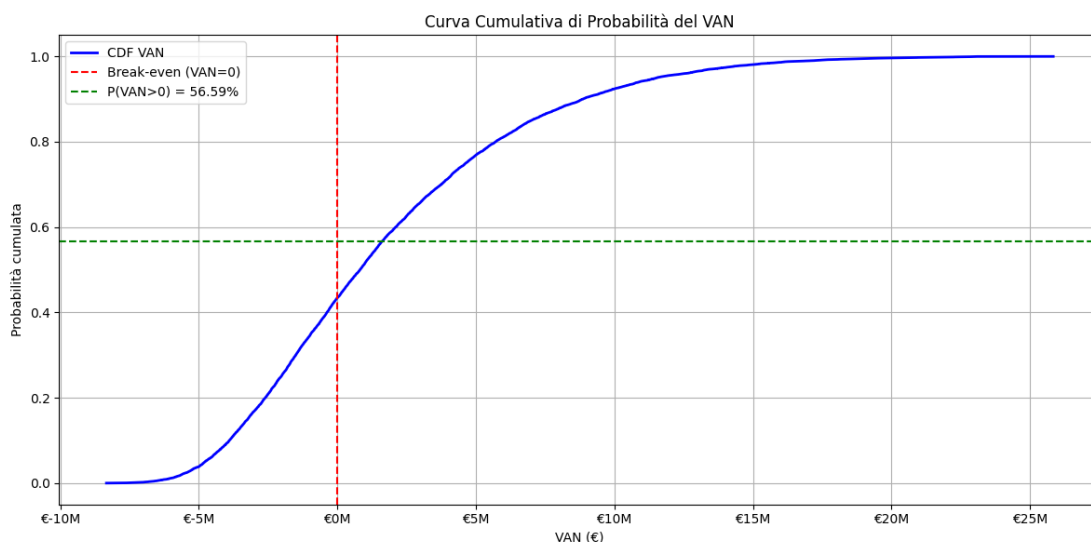


Figura 29 – Visualizzazione della probabilità cumulata associata ai valori del VAN.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Questo tipo di rappresentazione consente di individuare con immediatezza la soglia del break-even, evidenziata dalla linea rossa verticale, e di valutare la distribuzione complessiva dei possibili esiti economici del progetto. La pendenza della curva nella fascia centrale riflette la concentrazione delle simulazioni attorno ai valori medi, mentre l'appiattimento nelle code conferma la presenza di scenari estremi meno frequenti ma rilevanti. La linea orizzontale verde, intersecando la curva, rende evidente la probabilità complessiva di ottenere un risultato positivo, offrendo così una sintesi visiva della direzione prevalente assunta dai dati. Il grafico rafforza quindi le evidenze precedenti, offrendo un supporto visivo alla valutazione del rischio-rendimento: mostra chiaramente che esiste una probabilità prevalente di generare valore, ma che essa si accompagna a una significativa variabilità dei risultati.

Alla luce di quanto emerso, si è scelto di integrare l'analisi con uno studio di sensitività, utile a comprendere in modo più chiaro quanto ciascun parametro influenzi la variabilità complessiva del VAN.

3.5.1 Analisi di sensitività

Per valutare in modo strutturato quali siano le variabili economico-operative più determinanti per la sostenibilità del modello di drone delivery proposto, è stata condotta un'analisi di sensitività univariata sul valore attuale netto, basata sulle stesse variabili già incluse nell'analisi di scenario e nella simulazione Monte Carlo.

Questa coerenza metodologica consente di rafforzare la comparabilità dei risultati e di isolare, con maggiore precisione, gli elementi che più incidono sulla redditività complessiva dell'iniziativa. Ciascuna variabile è stata fatta variare individualmente all'interno di un intervallo realistico, mantenendo inalterati tutti gli altri parametri del modello.

Il grafico riportato in Figura 30 mostra, in valore assoluto, l'impatto massimo esercitato da ciascuna variabile sul VAN complessivo del progetto. Il risultato più rilevante riguarda il numero di droni operativi: aumentando o riducendo la dimensione della flotta del 50% al quinto anno rispetto allo scenario base, si ottiene una variazione nel VAN di circa 4,8 milioni di euro. Questo effetto evidenzia come il dimensionamento della capacità

operativa sia una leva fondamentale di scala: l'aumento del numero di droni consente non solo di espandere la base di ricavi, ma anche di diluire i costi fissi di struttura e aumentare l'efficienza d'uso delle risorse software e logistiche. Tuttavia, tale leva non è esente da rischi: la capacità installata va calibrata con attenzione sulla stagionalità della domanda e sull'effettiva saturazione dell'area servita, per evitare sovrainvestimenti in capacità inutilizzata.

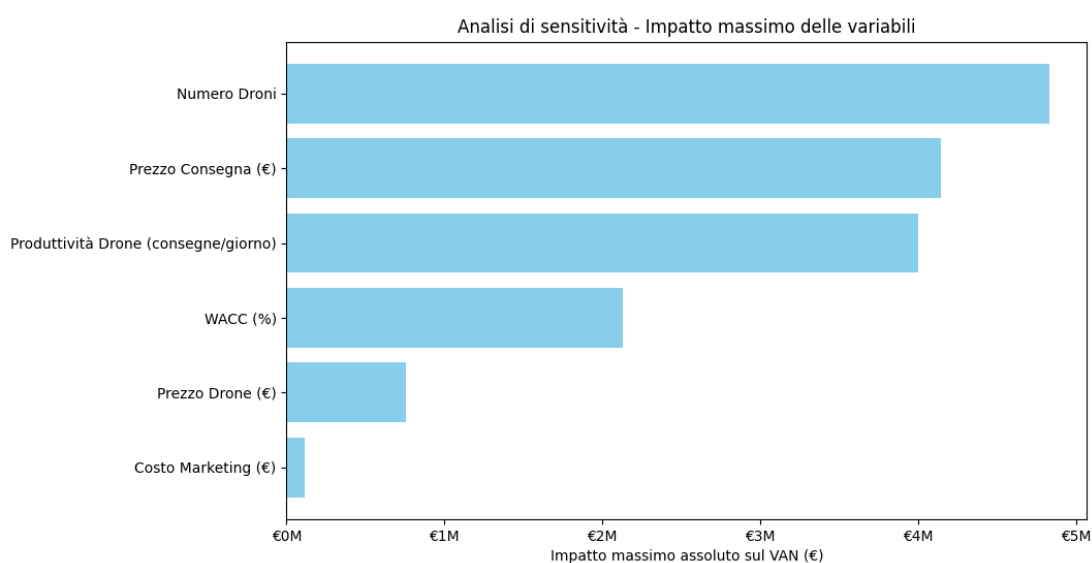


Figura 30 – Impatto massimo delle variabili nell'analisi di sensitività.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Il secondo elemento critico è il prezzo per consegna, che nel range ipotizzato produce una variazione sul VAN di oltre 4 milioni di euro. Questo dato conferma quanto il modello sia sensibile ai ricavi unitari, e quindi alla strategia di pricing adottata. In un contesto competitivo e a bassa propensione al pagamento, come quello del food delivery italiano, definire un prezzo sostenibile ma remunerativo diventa una sfida strategica, che può essere affrontata anche attraverso segmentazione dell'offerta (es. consegne “premium” rapide o “eco” a slot temporali fissi) o integrazione di logiche promozionali legate al volume d'ordine. La stessa logica si riflette nella produttività operativa del sistema, espressa in termini di consegne totali giornaliere effettuate dalla flotta. Anche in questo caso, come già modellato nella simulazione Monte Carlo, il range di variabilità si amplia progressivamente nel tempo fino a raggiungere, nel quinto anno, un intervallo compreso tra 60 e 100 consegne giornaliere complessive, a seconda dello scenario considerato. Tale

differenza genera uno scostamento sul VAN di circa 4 milioni di euro, evidenziando quanto l'efficienza operativa incida direttamente sulla sostenibilità economica del progetto. A differenza del prezzo, però, la produttività può essere migliorata attraverso interventi diretti: ottimizzazione dei tragitti, riduzione dei tempi di ricarica o di sostituzione batteria, scelta di aree ad alta densità e bassa complessità topografica, e integrazione software con sistemi di routing e preposizionamento dinamico.

Meno rilevante, ma comunque significativo, è l'impatto del WACC, che – variando tra il 7% e il 10% – modifica il VAN per circa 2,1 milioni di euro. Ciò segnala la sensibilità del progetto alla struttura finanziaria e al costo del capitale. In tal senso, politiche di de-risking, accesso a fondi pubblici per l'innovazione, o partnership industriali con operatori logistici già consolidati potrebbero ridurre il tasso di sconto applicabile e quindi migliorare la valutazione del progetto. Al contrario, il prezzo d'acquisto del drone – pur incidendo sui costi in conto capitale – mostra un effetto molto più contenuto (circa €800.000). Questo suggerisce che, all'interno di un orizzonte di investimento di medio periodo, la quota di ammortamento annua tende a pesare meno rispetto ai flussi generati dal servizio. Infine, i costi di marketing risultano quasi irrilevanti in termini di VAN (< €200.000), a conferma del fatto che, in questa fase iniziale del servizio, la spesa promozionale rappresenta una componente secondaria rispetto agli elementi strutturali e operativi.

L'analisi evidenzia in modo netto che la sostenibilità economica del drone delivery non dipende tanto dal contenimento dei costi quanto dalla capacità di generare ricavi stabili e scalabili attraverso un uso efficiente degli asset operativi. Il numero di droni, il prezzo di consegna e la produttività rappresentano, in questo senso, le tre leve fondamentali su cui impostare la strategia di implementazione. Partendo da questi risultati, il capitolo successivo offrirà una panoramica critica degli output emersi, con l'obiettivo di sintetizzare i principali insight economico-strategici e tracciare una serie di linee guida operative per supportare le imprese interessate a sviluppare un modello di drone delivery in contesti urbani e semi urbani ad alta densità.

CAPITOLO 4 – RISULTATI DELL'ANALISI

Il presente capitolo ha l'obiettivo di restituire in modo sistematico i principali risultati emersi dall'indagine condotta, offrendo una sintesi critica e strutturata delle evidenze raccolte. L'analisi sarà articolata in tre sezioni distinte ma tra loro complementari, volte a restituire un quadro complessivo che possa fungere da base informativa e operativa per le imprese, i decisori pubblici e gli attori interessati allo sviluppo di modelli di consegna basati sull'impiego di droni.

Nella prima sezione, saranno esposti i principali risultati quantitativi ottenuti, accompagnati da una riflessione approfondita sui limiti metodologici dell'analisi, al fine di offrire una rappresentazione trasparente e consapevole della portata interpretativa dei dati. La ricostruzione delle evidenze avverrà secondo una logica di sintesi che intende valorizzare non solo gli esiti numerici, ma anche le dinamiche sottostanti che li hanno generati. I limiti dell'analisi, oggetto di un paragrafo specifico, verranno esplicitati con rigore, includendo considerazioni relative alle assunzioni adottate, alle semplificazioni necessarie in fase di modellizzazione e alle eventuali distorsioni derivanti dalla natura sperimentale e simulativa dello studio.

La seconda sezione sarà dedicata all'interpretazione strategica dei risultati, con particolare attenzione alle implicazioni operative per le imprese che intendano valutare l'integrazione del drone delivery all'interno dei propri modelli di business. In questa parte, verranno approfondite le ricadute economiche, gestionali e organizzative derivanti dall'adozione di tale tecnologia, così come le potenziali criticità e le condizioni abilitanti per una sua implementazione efficace. Parallelamente, saranno discusse le implicazioni di policy, con riferimento al ruolo delle istituzioni pubbliche, alla necessità di aggiornamenti normativi e regolatori, e all'importanza di una governance multilivello capace di accompagnare il cambiamento senza ostacolarne l'evoluzione.

Infine, nella terza e ultima sezione del capitolo, verranno proposte alcune linee guida operative finalizzate alla costruzione di una roadmap nazionale per l'implementazione del drone delivery. Tale proposta, elaborata a partire dai risultati emersi e dalle best practice internazionali, si propone come strumento orientativo per supportare l'introduzione progressiva e sostenibile di modelli di consegna tramite droni nel contesto

italiano. L'intento è quello di offrire un contributo concreto alla definizione di un percorso di sviluppo realistico, coerente con le specificità territoriali e normative del nostro Paese, e sufficientemente flessibile da adattarsi all'evoluzione delle tecnologie e degli scenari di mercato.

Questo capitolo intende coniugare la restituzione analitica dei risultati con una prospettiva applicativa, al fine di generare conoscenze utili non solo a fini accademici, ma anche per orientare le scelte strategiche di attori pubblici e privati che intendano affacciarsi a un settore ancora emergente ma ad alto potenziale trasformativo. In tal senso, l'analisi proposta non si limita a descrivere ciò che è emerso, ma ambisce a fornire strumenti di interpretazione e orientamento, utili per affrontare con consapevolezza le complessità che caratterizzano l'implementazione concreta di modelli di drone delivery nel contesto italiano.

4.1 Evidenze quantitative

L'analisi quantitativa condotta conferma in larga misura le considerazioni emerse nella fase qualitativa e nelle interviste con gli esperti di settore, offrendo tuttavia una prospettiva più puntuale e misurabile circa l'impatto delle variabili economico-finanziarie e operative sul modello di drone delivery ipotizzato. I risultati indicano che il progetto presenta un potenziale di fattibilità, a condizione che l'implementazione avvenga secondo un approccio scalabile, progressivo e supportato da un'adeguata pianificazione strategica. In particolare, l'evidenza numerica mette in luce come la sostenibilità economica dipenda dalla capacità di raggiungere rapidamente una massa critica di operazioni, così da diluire i costi fissi, incrementare la produttività per asset e consolidare economie di scala. Allo stesso tempo, emerge l'importanza di disporre delle risorse finanziarie e infrastrutturali necessarie a sostenere le fasi iniziali di avviamento, quando i volumi di consegna non sono ancora sufficienti a garantire il pieno equilibrio economico.

La narrazione degli scenari operativi mette in luce differenze strutturali fra start-up e incumbent, che non vanno confuse con una semplice dicotomia "vincente/perdente". Le start-up, grazie a organizzazioni snelle e a una propensione al rischio maggiore, possono trarre vantaggio da un'entrata aggressiva e scalabile: la rapidità nel raggiungere la massa

critica di consegne aumenta la produttività media per drone e riduce il costo unitario per consegna, favorendo la formazione di economie di scala e un miglioramento rapido del margine operativo. Tuttavia, questa strategia richiede l'accesso a capitali esterni per coprire CAPEX iniziali — dati i range considerati per i mezzi operativi (ordine di grandezza indicativo: decine di migliaia di euro per drone) e le infrastrutture associate — e per sostenere OPEX durante la fase di avviamento; la sostenibilità del progetto per una start-up dipende pertanto dalla capacità di attrarre venture capital, finanziamenti agevolati o partnership industriali che consentano di superare il periodo pre-break-even.

Gli operatori incumbent dispongono invece di un vantaggio nel finanziamento e nella dotazione infrastrutturale: la possibilità di autofinanziarsi o di riallocare budget esistenti rende più agevole assorbire i CAPEX e sostenere OPEX elevati per periodi più lunghi. Questo margine finanziario, però, non annulla le criticità operative e strategiche: un approccio troppo conservativo alla sperimentazione o un'espansione graduale eccessivamente lenta possono tradursi in una perdita di opportunità competitive, perché ritardano il recupero dei costi fissi e l'ingresso in nicchie di domanda sensibili al prezzo e alla velocità di consegna.

In entrambi i casi, il fattore realmente discriminante, indipendentemente dalla natura dell'operatore, risiede nella tempistica e nell'orientamento strategico dell'ingresso, che deve consentire di raggiungere una capacità operativa sufficiente a diluire i costi fissi attraverso un numero adeguato di missioni giornaliere per drone. I dati elaborati confermano che gran parte del ritorno economico dipende dalla capacità di ottenere rapidamente una massa critica di operazioni, generando economie di scala.

Tra le variabili che esercitano l'influenza più marcata sull'equilibrio economico-finanziario emergono:

- *Numero di droni operativi*, la cui espansione graduale ma costante consente di incrementare proporzionalmente il volume delle consegne e di sfruttare nel tempo economie di apprendimento e di scala.
- *Prezzo unitario di consegna*, il cui mantenimento a un livello equilibrato, capace di coprire i costi e attrarre domanda, risulta determinante per massimizzare il tasso di utilizzo del servizio.

- *Produttività giornaliera per drone*, il cui aumento, misurato dal numero di missioni completate quotidianamente per ciascun mezzo, permette di ridurre il costo unitario per consegna e accrescere la competitività operativa.

Queste variabili vanno considerate nella loro interazione: non si tratta di leve isolate ma di elementi che, combinati, generano soglie di convenienza economica e dinamiche di scala. In pratica esiste una massa critica di operazioni al di sotto della quale il costo medio per consegna resta elevato e la tariffa necessaria a coprire i costi fissi risulta poco competitiva; superata tale soglia, invece, si attivano economie di apprendimento e di scala che riducono rapidamente il costo unitario. Per favorire tale transizione è quindi necessario pianificare una crescita della flotta legata a milestone misurabili (es. tasso di utilizzo, consegne per drone/giorno, tempo medio per missione) e accompagnata da interventi operativi mirati: standardizzazione delle procedure, manutenzione preventiva, ottimizzazione delle rotte e perfezionamento dei sistemi software di gestione aumentano la disponibilità dei mezzi e abbassano i costi marginali. Sul piano finanziario, questa strategia implica un bilanciamento tra CAPEX e OPEX e l'adozione di strumenti di finanziamento che coprano il periodo pre-break-even senza compromettere la sostenibilità dell'operazione. Al contrario, un dimensionamento statico della flotta o un basso tasso di utilizzo non solo comprimono i margini, ma espongono il progetto a una maggiore vulnerabilità rispetto a oscillazioni della domanda e a costi imprevisti; perciò, un'espansione controllata, finanziata e monitorata rimane la leva strategica principale per rendere sostenibile e resiliente il modello di consegna tramite droni.

L'analisi dei dati di simulazione conferma in maniera quantitativa gli effetti combinati delle variabili chiave individuate, mostrando come la loro interazione incida direttamente sul costo unitario per consegna. Nel modello sviluppato, l'aggregazione di tutti i costi operativi annuali consente di stimare con precisione tale indicatore, il cui valore si riduce sensibilmente già dal secondo anno di attività, fino ad assestarsi intorno ai 2 euro per missione (vedi Figura 31).

Questo andamento trova spiegazione nell'aumento graduale della capacità operativa, nell'ottimizzazione della produttività giornaliera per drone e nel mantenimento di una tariffa equilibrata, in grado di sostenere i margini e stimolare la domanda. L'effetto congiunto di queste leve genera un circolo virtuoso: da un lato, l'espansione della flotta

permette di distribuire i costi fissi su un volume più ampio di consegne; dall'altro, le economie di apprendimento e di scala – derivanti dalla standardizzazione delle procedure, dal perfezionamento delle rotte e dalla manutenzione preventiva – contribuiscono a ridurre il costo marginale di ogni missione.

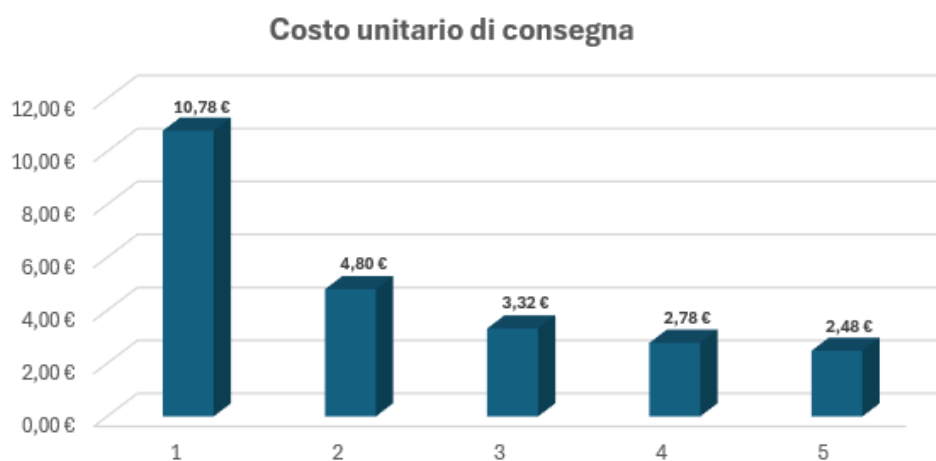


Figura 31 – Costi unitari di consegna nel quinquennio di riferimento.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

L'analisi condotta evidenzia una traiettoria di progressiva riduzione del costo unitario per singola consegna, che risulta pienamente coerente con i valori e le proiezioni presentate nella letteratura di riferimento, in particolare negli studi di McKinsey (2023) e PwC (2024) già citati nei capitoli precedenti. Il valore soglia di circa 2 euro per consegna, individuato come riferimento strategico, conferma le stime prospettiche secondo cui l'impiego dei droni nel settore delivery è in grado di ridurre significativamente i costi operativi nel medio-lungo periodo.

Va sottolineato come, a fronte dei costi attualmente sostenuti dalle piattaforme di consegna tradizionali — pari, come emerso dall'analisi della letteratura, a valori compresi tra 6 e 12 euro per consegna urbana in Europa — il modello basato sui droni si configura come un'opzione economicamente più efficiente. La presente analisi proietta infatti il superamento di tale soglia già a partire dal secondo anno dall'implementazione del modello, con un costo per consegna inferiore a quello delle soluzioni tradizionali, caratterizzate da costi fissi e variabili elevati, margini compressi e una forte pressione competitiva. Questa convergenza con le evidenze empiriche e proiettive della letteratura

di settore rafforza la validità del modello proposto, evidenziando come l'adozione del drone delivery rappresenti una concreta opportunità di innovazione sostenibile e di miglioramento delle performance economico-finanziarie nel contesto italiano.

Dal punto di vista operativo e finanziario emergono dunque alcune considerazioni concrete e interconnesse. In primo luogo, la produttività giornaliera per drone si conferma come l'indicatore più direttamente correlato alla riduzione del costo unitario e, di conseguenza, alla competitività tariffaria del servizio. In secondo luogo, la gestione dinamica e progressiva della flotta — con incrementi pianificati e allineati al raggiungimento di milestone operative e di domanda — risulta imprescindibile per cogliere appieno le economie di apprendimento e di scala evidenziate dalla simulazione. Infine, una gestione prudente e realistica delle ipotesi di crescita e dei costi futuri è fondamentale, poiché influisce in modo significativo sul risultato economico complessivo del progetto.

Il valore di probabilità di successo stimato al 56,59% sintetizza queste dinamiche: non si tratta di una prescrizione rigida, ma di un indicatore che sottolinea come il successo dell'operazione dipenda dall'abilità dell'operatore nel combinare una strategia di crescita rapida e finanziata, un costante aumento della produttività per asset e una gestione prudente e realistica delle ipotesi terminali. Tale approccio permette di modellare e migliorare il profilo rischio/rendimento dell'iniziativa attraverso decisioni strategiche concrete: dall'ottimizzazione dei tassi di utilizzo alla definizione di politiche tariffarie equilibrate che garantiscano sia la copertura dei costi sia l'attrattività verso il cliente finale, fino a una gestione finanziaria attenta che renda sostenibile l'entità dei CAPEX iniziali fino al raggiungimento del break-even.

Complessivamente, i risultati quantitativi delineano un modello che, sebbene gravato da costi iniziali elevati e da vincoli operativi non trascurabili, presenta margini significativi di miglioramento e prospettive concrete di competitività. Questi esiti emergono soprattutto se il progetto è supportato da una strategia di crescita calibrata, dalla capacità di sfruttare in modo efficace economie di scala e da un costante investimento in innovazione organizzativa e tecnologica. Pertanto, il successo del drone delivery non dipende esclusivamente dalla disponibilità di capitale o dalla dimensione dell'operatore,

ma piuttosto dalla combinazione equilibrata tra rapidità di esecuzione, efficienza operativa e flessibilità nell'adattarsi alle condizioni di mercato in continua evoluzione.

4.1.1 Limiti dell'analisi

Prima di entrare nel merito delle considerazioni sui limiti di questo studio, è opportuno chiarire l'orientamento che ha guidato l'intera valutazione. L'analisi è stata infatti concepita con l'obiettivo prioritario di individuare elementi di rilievo sul piano economico-finanziario, concentrando l'attenzione sulla misurazione della sostenibilità e della redditività del modello ipotizzato. Tutte le scelte metodologiche, dalle ipotesi di partenza alla struttura dei calcoli, sono state calibrate in funzione di questa finalità, così da restituire un quadro quanto più possibile solido e coerente sotto il profilo quantitativo. Proprio per questa ragione, altri aspetti pur significativi non sono stati inclusi in modo diretto nell'analisi, poiché avrebbero richiesto un approccio diverso e avrebbero potuto distogliere l'attenzione dal nucleo centrale della valutazione.

L'analisi sviluppata si caratterizza per un approccio metodologico volutamente prudentiale, finalizzato a garantire cautela nell'interpretazione dei risultati e a ridurre il rischio di sovrastimare la redditività del progetto. Tale impostazione si è tradotta nell'adozione di ipotesi conservative, soprattutto in relazione ai parametri di costo e di performance operativa, fissati sulla base di un insieme limitato di dati certi e di informazioni fornite da esperti di settore. In questo quadro, un aspetto metodologicamente rilevante riguarda la stima del Terminal Value, che assume un ruolo non secondario nel modello adottato e merita pertanto una chiarificazione numerica e logica: il TV, stimato con criteri prudenziali, rappresenta infatti una quota significativa del valore complessivo calcolato (nell'ordine del 22–25% del VAN nello scenario realistico). Questo significa che le ipotesi sul tasso di crescita a regime e sul multiplo terminale influenzano in modo diretto la valutazione complessiva del progetto; una rivalutazione più favorevole del TV — coerente con una rapida diffusione tecnologica, una riduzione dei costi unitari dei droni e un'accelerazione nelle procedure autorizzative — potrebbe far salire la sua incidenza al 35–40% del VAN e, conseguentemente, migliorare sensibilmente la redditività stimata. Perciò, l'adozione di una stima prudente riduce il rischio di sovrastimare la fattibilità, ma

comporta anche che miglioramenti reali nelle condizioni di mercato avrebbero un effetto amplificato sul valore del progetto.

Il fattore temporale rappresenta un ulteriore elemento di vulnerabilità dell'analisi. Le simulazioni hanno ipotizzato che le autorizzazioni regolatorie possano essere ottenute entro un orizzonte di circa dodici mesi, consentendo l'avvio delle operazioni in tempi relativamente contenuti. Tuttavia, esperienze operative reali, come quelle di Amazon Prime Air e di altri operatori europei, indicano che l'iter autorizzativo può estendersi ben oltre le tempistiche stimate, specialmente in scenari urbani complessi. Eventuali ritardi si tradurrebbero in un aumento significativo dei costi di avviamento e di mantenimento (personale, infrastrutture, licenze), incidendo direttamente sul fabbisogno finanziario e sul punto di pareggio. In questo contesto, la piena operatività dello U-space avrà un ruolo determinante, sia nel ridurre le barriere procedurali, sia nel favorire un processo di approvazione più rapido e standardizzato, sebbene ad oggi manchino dati empirici certi sul suo impatto in termini di tempistiche.

A collegare strettamente il profilo temporale, vi è inoltre la specificità territoriale del modello adottato. Le ipotesi formulate fanno riferimento a un contesto caratterizzato da una specifica densità abitativa, morfologia pianeggiante e buoni collegamenti logistici, elementi che possono favorire l'efficienza operativa dei droni. Tuttavia, tali condizioni non sono universalmente replicabili: in aree urbane complesse, come i centri storici di Roma o Milano, vincoli quali la presenza di edifici storici, la limitata disponibilità di spazi di atterraggio e le restrizioni al sorvolo potrebbero modificare sostanzialmente sia i costi sia la produttività del servizio. Di conseguenza, l'applicabilità del modello è strettamente dipendente dal contesto analizzato e la sua estensione ad altri scenari richiede adattamenti significativi.

Infine, la dimensione sociale e culturale legata all'accettazione del drone delivery non è stata analizzata in maniera diretta, non per mancanza di studi sul tema, ma per una scelta metodologica finalizzata a concentrare l'analisi su variabili economico-finanziarie e operative. La definizione del prezzo per consegna adottato nel modello non è quindi supportata da un'indagine primaria sull'intera popolazione potenzialmente servita, ma si basa esclusivamente su benchmark di mercato e su esperienze osservate in contesti internazionali. Va tuttavia sottolineato che il mercato del food delivery presenta una

struttura complessa e fortemente eterogenea, e che modelli comparabili a quello proposto risultano ancora assenti nel contesto italiano. Di conseguenza, i valori utilizzati devono essere interpretati con cautela, poiché potrebbero non riflettere in modo puntuale le reali preferenze e disponibilità di spesa degli utenti. In quest'ottica, studi futuri potrebbero approfondire il grado di propensione della popolazione italiana a utilizzare e remunerare un servizio di questo tipo, fornendo così una base empirica più solida per la definizione delle strategie tariffarie.

4.2 Implicazioni per imprese e policy maker

Per garantire il successo di un modello di drone delivery in Italia, è imprescindibile una forte integrazione e collaborazione tra tutti i soggetti coinvolti nell'ecosistema di riferimento. Il contesto entro cui un modello di questo tipo deve operare deve necessariamente muoversi nella stessa direzione: aziende, autorità regolatorie, enti locali e fornitori di servizi tecnologici devono essere connessi e orientati verso obiettivi comuni, così da evitare frammentazioni che possano ostacolare l'implementazione. L'esperienza internazionale e le evidenze raccolte nel presente studio indicano che, senza un coordinamento strutturato, le complessità normative, i costi iniziali elevati e le incertezze legate ai tempi di autorizzazione rischiano di compromettere la sostenibilità economica e operativa dell'intero modello.

Come già ripetuto più volte nel corso di questa ricerca, uno degli elementi chiave per garantire la sostenibilità è rappresentato dalla scalabilità modulare della flotta. Tale approccio prevede un'espansione progressiva “a blocchi”, in cui ogni incremento di capacità – ad esempio l'aggiunta di cinque droni – sia giustificato da un aumento documentato della domanda e da un ritorno sull'investimento calcolato in anticipo. In questo modo si limita il rischio di investire in una capacità eccessiva rispetto alla domanda effettiva, garantendo al contempo un impiego più efficiente delle risorse e una maggiore capacità di adattamento alle dinamiche reali del mercato. Parallelamente, le aziende devono concentrare i propri sforzi sull'attuazione di droni più efficienti e meno costosi, non soltanto in termini di prezzo di acquisto, ma anche di consumo energetico e di componentistica. Ad oggi, il modello che sembra dimostrare maggiore efficacia è quello della produzione in-house, adottato da tutti gli operatori principali come Manna, Amazon

e Wing. Questo approccio consente di personalizzare i veicoli aerei in funzione delle specifiche esigenze operative, migliorando performance e affidabilità. Tuttavia, per raggiungere un'efficienza più elevata e favorire una vera espansione del mercato, sarebbe auspicabile lo sviluppo di un settore produttivo più ampio, con la nascita di nuovi produttori in grado di offrire droni sempre più performanti, meno costosi e ottimizzati sotto il profilo energetico e tecnologico. Investimenti mirati in ricerca e sviluppo, supportati da partnership strategiche tra imprese e fornitori, sono fondamentali per accelerare questa transizione e rendere disponibili soluzioni tecnologiche all'avanguardia, conformi agli standard di certificazione EASA.

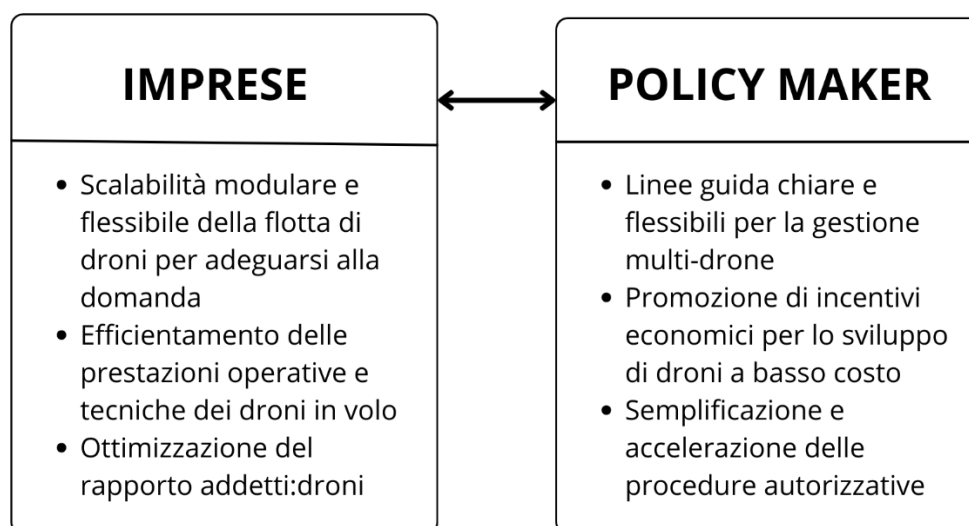


Figura 32 – Principali insight per imprese e policy maker.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Un ulteriore aspetto cruciale per le imprese riguarda l'ottimizzazione del rapporto droni/addetto, che, secondo quanto riferito dott. Ducci, Manna Drone Delivery considera una delle principali leve di scalabilità. L'azienda ritiene che la possibilità per un singolo operatore di gestire simultaneamente un numero crescente di droni — resa possibile dall'automazione dei processi di mission planning, monitoraggio in tempo reale, gestione delle batterie e dall'adozione di sistemi di carico e scarico automatizzati — costituisca uno degli elementi chiave per ridurre in modo significativo i costi del lavoro e incrementare la produttività complessiva. Questa trasformazione operativa, oltre a ottimizzare l'impiego delle risorse umane, consentirebbe di migliorare la rapidità, l'affidabilità e la qualità del servizio, rafforzando la competitività lungo l'intera catena

del valore. Non a caso, Manna individua in questo aspetto una priorità strategica e si pone come obiettivo di lungo termine il raggiungimento di un rapporto pari a un operatore ogni cinquanta droni, traguardo che, se realizzato, potrebbe ampliare in modo sostanziale i margini di profitto e la sostenibilità economica dell'intero modello.

Sul versante istituzionale, il ruolo dei policy maker va ripensato in chiave più proattiva e collaborativa. Più che limitarsi a funzioni regolatorie, le autorità dovrebbero assumere il ruolo di veri e propri partner strategici, lavorando fianco a fianco con le imprese per favorire un ambiente normativo che supporti l'innovazione e la crescita del settore. Ciò implica l'introduzione di linee guida chiare e flessibili per la gestione multi-drone da parte di un singolo operatore, la promozione di incentivi economici per lo sviluppo di droni a basso costo e conformi agli standard EASA, e soprattutto la semplificazione e accelerazione delle procedure autorizzative. In particolare, la possibilità di effettuare test su scala reale attraverso procedure accelerate rappresenta una misura cruciale per ridurre i tempi di attivazione, abbattendo l'attuale barriera che vede iter autorizzativi spesso superiori a dodici mesi. Solo un approccio istituzionale che supporti concretamente il settore potrà garantire un time-to-market competitivo e un'effettiva attrazione di nuovi investitori e operatori.

In questo quadro, l'implementazione completa dello U-space emerge come un elemento potenzialmente rivoluzionario. Come sottolineato da tutti gli operatori coinvolti nello studio, lo U-space rappresenta la chiave di volta attesa per integrare in modo sicuro e coordinato il traffico aereo a bassa quota, semplificando le operazioni e riducendo i costi burocratici e procedurali. Non si tratta solo di un progresso tecnologico, ma di un'implementazione che potrebbe fornire ai policy maker uno strumento essenziale per accelerare e rendere più efficiente il processo di approvazione dei progetti, sia in termini di tempi che di fattibilità. Ciò consentirebbe di abbassare le barriere d'ingresso e di creare un mercato più competitivo e dinamico, in grado di attrarre un maggior numero di operatori e di stimolare innovazione e investimenti.

Tuttavia, è importante sottolineare che la sola evoluzione tecnologica, per quanto rilevante, non basterà a garantire il successo del modello. Da una parte, le imprese dovranno continuare a individuare soluzioni sempre più efficienti per abbattere i costi e aumentare la produttività; dall'altra, i policy maker saranno chiamati a realizzare

interventi strutturali concreti volti a ridurre drasticamente i tempi di attivazione e approvazione. Solo un'azione congiunta, coerente e coordinata tra tutti gli attori coinvolti potrà mettere il modello nelle condizioni di competere efficacemente sul mercato, evitando le criticità che oggi rischiano di comprometterne la fattibilità economica e operativa.

4.3 Linee guida operative per una roadmap italiana al drone delivery

Alla luce delle analisi svolte nei capitoli precedenti, che hanno evidenziato la complessità multidimensionale del contesto tecnologico, normativo ed economico italiano, la scelta di sviluppare una programma di implementazione operativa per il drone delivery risulta metodologicamente imprescindibile.

La roadmap costituisce un riferimento strategico pluriennale volto a guidare la transizione dal modello sperimentale a un regime operativo pienamente consolidato. Più che una semplice sequenza temporale, essa rappresenta un vero e proprio strumento di governo dell'innovazione, all'interno del quale le diverse fasi sono articolate in funzione di risultati progressivi e verificabili, con l'obiettivo di ridurre in modo sistematico le principali barriere di natura tecnica, normativa e organizzativa. La presenza di un framework strutturato consente, inoltre, di favorire l'allineamento tra i soggetti coinvolti riducendo il rischio di interventi disgiunti e garantendo una gestione ordinata e sostenibile del processo di diffusione del drone delivery.

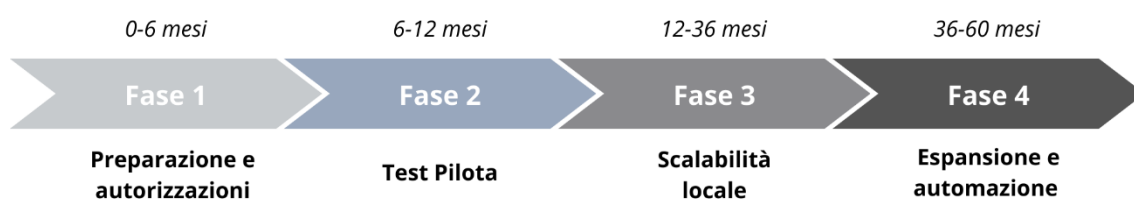


Figura 33 – Fasi principali per la roadmap italiana al drone delivery.
Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Le fasi individuate nella roadmap (vedi Figura 33) seguono una sequenzialità logica e operativa, in cui il completamento di ciascun passaggio rappresenta condizione necessaria per l'avvio del successivo. Tale struttura rispecchia la natura integrata del processo di

implementazione, in cui l'eventuale mancato raggiungimento degli obiettivi intermedi può compromettere l'intero avanzamento progettuale. Ogni fase è definita in termini di obiettivi, attività chiave, output attesi, indicatori di performance (KPI) e decision gate, direttamente collegati ai fattori critici emersi dall'analisi, quali disponibilità di capitale iniziale, struttura dei costi (CAPEX/OPEX), rapporto droni/operatori, tempi autorizzativi, integrazione nello spazio aereo (U-space) e willingness to pay (WTP).

Fase 1 — Preparazione e governance (0–6 mesi). In una fase iniziale di sperimentazione, l'obiettivo principale è creare un quadro di riferimento stabile e condiviso all'interno del quale poter sviluppare le attività operative successive. A tal fine è necessario strutturare una governance coordinata tra operatore del servizio, fornitore tecnologico e autorità locali, in modo da definire fin da subito i ruoli, i canali di comunicazione istituzionali e l'ambito territoriale dell'intervento. Sulla base di queste informazioni viene predisposto un *Concept of Operations* (ConOps) che descrive in modo preliminare le modalità di utilizzo del drone, il profilo delle missioni, le tipologie di carico e le aree di interesse. Parallelamente, viene svolta una prima valutazione del rischio secondo metodologia SORA, che consente di individuare i livelli di mitigazione necessari e costituisce il punto di partenza per l'iter autorizzativo con ENAC. In questa stessa fase si attiva il coordinamento con i provider di servizi U-space, così da definire tempestivamente le esigenze di interoperabilità e orientare le successive scelte tecnologiche in modo coerente con i futuri requisiti dello spazio aereo digitale. Sul piano tecnico, vengono definite le specifiche del drone (autonomia, payload, resistenza meteorologica), selezionato il software di gestione flight/mission e individuato il sito idoneo alla realizzazione del vertiporto. Dal punto di vista dei risultati attesi, questa prima fase deve condurre alla formalizzazione di un ConOps condiviso, alla predisposizione di una bozza completa della documentazione SORA, all'identificazione puntuale del vertiporto di riferimento e alla definizione delle caratteristiche tecniche minime che il sistema drone–software dovrà rispettare. I relativi indicatori di avanzamento consistono nel completamento della documentazione necessaria per la richiesta di autorizzazione ENAC, nell'attivazione formale dei canali di coordinamento con l'USSP e nella disponibilità effettiva di un'infrastruttura terrestre compatibile con i requisiti di sicurezza e accessibilità richiesti per l'avvio delle operazioni sperimentali.

Fase 2 — Test pilota (6–18 mesi). Una volta completata la fase di preparazione e ottenute le autorizzazioni necessarie, viene avviata la fase sperimentale vera e propria, finalizzata a validare in campo le soluzioni individuate e a raccogliere dati oggettivi sulle prestazioni operative del servizio di drone delivery. In questa fase è prevista l'installazione del primo hub operativo e la messa in servizio di una flotta iniziale composta da due aeromobili, preceduta da un percorso di formazione specifica per il personale incaricato, con particolare riferimento all'utilizzo dei sistemi di mission-planning telemetrici, alle procedure di carico/scarico e alla gestione delle eventuali emergenze. Contestualmente viene elaborato un piano delle rotte, strutturato sulla base delle caratteristiche territoriali dell'area test e del volume potenziale di domanda. Il test pilota comprende l'esecuzione di missioni in ambiente controllato, con l'obiettivo non solo di verificare il corretto funzionamento del sistema drone–software, ma anche di sperimentare differenti modalità di erogazione del servizio (es. consegna singola vs abbonamenti periodici) e di rilevare la relativa risposta dell'utenza. Sin dall'avvio delle operazioni viene attivato un processo sistematico di raccolta e analisi dei dati, volto a monitorare i tempi di consegna, il tasso di completamento delle missioni, il consumo energetico, la frequenza di guasti o interruzioni e la disponibilità a pagare espressa dagli utenti. Tale approccio è essenziale per individuare tempestivamente margini di miglioramento e ottimizzare le prestazioni dell'intero sistema. In parallelo, viene aggiornato il piano SORA sulla base delle evidenze emerse in fase di test e viene mantenuto un dialogo continuo con ENAC, così da recepire eventuali indicazioni correttive sotto il profilo regolatorio. Questa fase ha l'obiettivo di costruire un dataset operativo strutturato, utile a supportare una revisione delle ipotesi economico–finanziarie e a ridurre l'incertezza sui parametri chiave (ad esempio tasso di utilizzo, costo unitario per consegna e livello di accettazione sociale). I relativi indicatori di avanzamento sono rappresentati dal raggiungimento di un numero minimo di consegne per drone/giorno, dall'osservazione di un costo operativo medio in linea con le soglie previste e da un riscontro positivo in termini di percezione del servizio da parte degli utenti. Il passaggio alla fase successiva è condizionato al rispetto di tali parametri, in quanto la mancata soddisfazione degli stessi implicherebbe la necessità di ridefinire il perimetro del progetto – ad esempio mediante una modifica dell'area servita, un diverso modello tariffario o l'adozione di una configurazione tecnologica ibrida.

Fase 3 — Scalabilità locale (12–36 mesi). Una volta completata la sperimentazione e validata l'effettiva fattibilità economico-operativa del servizio, l'attenzione si sposta verso un processo di scaling graduale, basato su un'espansione modulare della flotta e su un progressivo innalzamento del livello di automazione. L'ampliamento non avviene in maniera indiscriminata, ma viene pianificato in blocchi successivi, attivati solamente quando le prestazioni del blocco precedente hanno confermato la sostenibilità dei costi e la capacità del sistema di assorbire un maggior numero di missioni giornaliere. In questa logica, l'espansione della flotta procede in parallelo all'introduzione di infrastrutture automatizzate – come stazioni di ricarica o sistemi di gestione remota del payload – che consentono di ridurre la presenza di personale diretto e, dunque, di migliorare progressivamente l'efficienza operativa del servizio. Dal punto di vista tecnico, particolare attenzione viene posta all'ottimizzazione del software di mission planning e alla digitalizzazione dei processi di manutenzione, con l'obiettivo di incrementare le missioni giornaliere per singolo drone e ridurre al minimo i tempi di inattività. Contestualmente, viene avviata una collaborazione strutturata con produttori e partner tecnologici per introdurre versioni più efficienti dei sistemi esistenti (ad esempio componentistica caratterizzata da maggiore efficienza energetica o materiali più leggeri). Tali processi non hanno solo una valenza innovativa, ma agiscono direttamente sulla variabile economica del costo unitario per consegna, contribuendo a migliorarne i valori nel medio periodo. L'obiettivo di questa fase consiste nell'incrementare gradualmente la capacità operativa in condizioni di totale sicurezza, ottenendo contestualmente una diminuzione dei costi unitari e un aumento dell'efficienza complessiva del sistema, con un maggior numero di missioni per operatore e tempi medi di missione ridotti. I parametri di monitoraggio si concentrano pertanto sull'andamento decrescente del costo medio per consegna, sull'incremento del numero di missioni giornaliere per drone e sull'evoluzione dell'efficienza operativa complessiva. Il passaggio alla fase successiva è subordinato al raggiungimento di tali obiettivi, poiché un'eventuale stabilizzazione dei costi su livelli non sostenibili renderebbe necessaria una revisione del piano di scala o una modificazione dei processi operativi.

Fase 4 — Espansione e automazione avanzata (36–60 mesi). In una fase matura del progetto, dopo che i test pilota e l'espansione modulare hanno confermato la sostenibilità tecnico-economica del servizio, l'attenzione si sposta sull'implementazione su scala

territoriale più ampia e sull'innalzamento del livello di automazione. In questo stadio l'obiettivo non è soltanto ampliare la flotta, ma replicare il modello operativo in altri contesti con caratteristiche territoriali analoghe, selezionando nuovi hub e predisponendo corridoi aerei coordinati in collaborazione con le autorità competenti. È proprio in questo scenario che il coordinamento con ENAC e con gli U-space service providers assume un ruolo centrale, in quanto consente di garantire l'interoperabilità tra i sistemi di mission planning e i servizi di gestione del traffico aereo a bassa quota, facilitando la creazione di rotte permanenti e di procedure standardizzate applicabili anche in territori differenti. Parallelamente, viene potenziata la rete di partnership con attori locali, in particolare operatori della ristorazione e piattaforme di delivery, allo scopo di consolidare il volume della domanda e di sviluppare modelli tariffari più aderenti alle specificità dei diversi territori. L'ulteriore progresso tecnologico – attraverso soluzioni di carico/ricarica automatizzata e sistemi di controllo remoto avanzato – consente di ridurre progressivamente l'impiego di personale diretto e di aumentare il numero di missioni giornaliere. Questa fase dovrebbe portare a un incremento stabile della capacità operativa del servizio, all'attivazione di corridoi di volo pienamente interoperabili con il sistema U-space e al consolidamento di una base finanziaria in grado di supportare ulteriori estensioni territoriali. In termini di indicatori, l'avanzamento viene valutato attraverso la stabilizzazione dei costi unitari su livelli sostenibili, il raggiungimento di volumi di consegna in linea con gli obiettivi economici e l'effettiva replicabilità del modello in contesti territoriali differenti. Solo in presenza di tali condizioni – congiuntamente a un impegno esplicito delle autorità a sostenere l'integrazione dello U-space su scala più ampia – diventa possibile considerare un'estensione ulteriore del servizio in chiave sistemica.

In tutte le fasi del percorso, assume un ruolo centrale l'implementazione di un sistema di monitoraggio continuo, finalizzato ad alimentare il modello economico con dati reali e aggiornati e a consentire la riesecuzione dell'analisi di sensitività e delle simulazioni Monte Carlo in corrispondenza di ciascun *decision-gate*. I dati raccolti dovranno essere periodicamente sintetizzati in report tecnico-scientifici condivisi con le autorità regolatorie e con i partner industriali (ad esempio con cadenza trimestrale nei primi due anni), così da garantire un processo decisionale trasparente e basato sull'evidenza. Parallelamente, è necessario definire una serie di soglie di allarme che attivino misure di

mitigazione in caso di deviazioni significative dal piano. Qualora i tempi autorizzativi eccedano in maniera rilevante (ad esempio oltre sei mesi) quelli previsti, si dovrà valutare lo spostamento temporaneo delle sperimentazioni verso aree meno soggette a vincoli. Se il costo unitario per consegna dovesse mantenersi al di sopra del valore target per più cicli consecutivi di espansione, sarà opportuno sospendere l'acquisizione di ulteriori asset e concentrare gli sforzi sull'ottimizzazione operativa e sul perfezionamento delle strategie tariffarie. Analogamente, nel caso in cui gli indicatori di accettazione sociale risultassero inferiori a una soglia minima definita (misurata attraverso indagini periodiche), dovranno essere intensificate le attività di community engagement e ricalibrate le rotte operative o le zone di atterraggio più esposte, al fine di ridurre l'impatto visivo e acustico generato dal servizio.

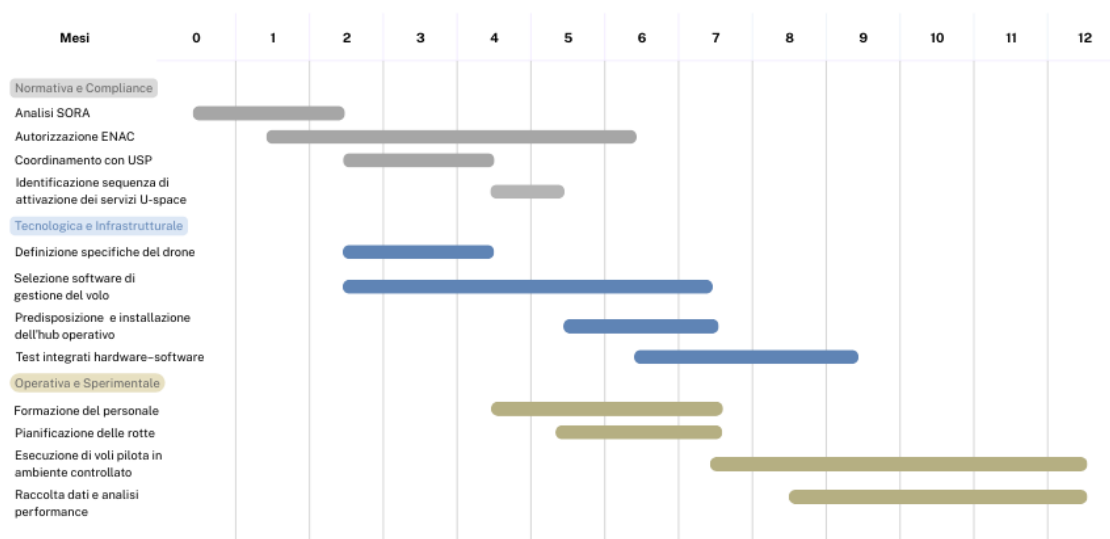


Figura 34 – Piano operativo di implementazione del progetto di drone delivery: attività, tempistiche e responsabilità.

Fonte: Rielaborazione grafica a cura dell'autore.

Una volta delineate le fasi strategiche della roadmap, si è proceduto a tradurre la pianificazione in un micro-Gantt riferito alla prima annualità (vedi Figura 34). La decisione di concentrarsi esclusivamente su questo orizzonte temporale è legata alla natura sperimentale del progetto, in cui l'anno iniziale costituisce la fase più delicata, caratterizzata da elevata interdipendenza tra attività e forte esposizione ai vincoli autorizzativi e infrastrutturali. In tal senso, la scelta di considerare un arco di dodici mesi non è arbitraria, ma riflette l'assunzione che il primo anno rappresenti una fase di preparazione e validazione, durante la quale vengono acquisiti tutti i requisiti regolatori,

infrastrutturali e operativi necessari, così da consentire l'avvio dell'attività vera e propria nel periodo immediatamente successivo. Il diagramma consente di visualizzare la distribuzione temporale delle diverse attività, mettendo in evidenza la loro sequenza logica e gli aspetti di sovrapposizione che richiedono un coordinamento puntuale per evitare slittamenti. In coerenza con l'impostazione prototipale del modello, le attività sono state raggruppate in tre macroaree – Normativa, Tecnologica-Infrastrutturale e Operativa-Sperimentale – che riflettono le principali dimensioni critiche della fase di avvio e consentono di valorizzare al tempo stesso l'efficienza gestionale e la coerenza strategica del processo implementativo.

Nel dettaglio, l'area normativa è collocata all'inizio della timeline poiché rappresenta la condizione abilitante indispensabile per l'avvio di qualsiasi attività operativa. L'analisi normativa e la redazione della metodologia SORA sono concentrate nei primissimi mesi del progetto, in quanto si configurano come attività preliminari ad alto contenuto istruttorio, necessarie per acquisire tempestivamente una piena comprensione dei vincoli operativi e orientare correttamente le scelte tecniche. Il processo autorizzativo con ENAC, viceversa, si estende su un arco temporale più lungo, dal momento che prevede una pluralità di passaggi di valutazione e di interlocuzione, non tutti sotto il pieno controllo dell'operatore: per tale motivo è stata deliberatamente prevista una finestra temporale più ampia, al fine di assorbire eventuali richieste di integrazione documentale. In parallelo, già a partire dal secondo mese viene avviato il coordinamento con i provider dei servizi U-space, così da anticipare l'identificazione dei requisiti di interoperabilità e minimizzare il rischio che le fasi successive debbano essere rimodulate. La formalizzazione della sequenza di attivazione dei servizi (dal livello U1 al livello U3) è quindi collocata nell'intervallo centrale della fase regolatoria, per garantire un progressivo allineamento tra dimensione normativa e dimensione operativa.

L'area tecnologica e infrastrutturale si sviluppa in parallelo al percorso autorizzativo, poiché – in un contesto sperimentale – la definizione delle specifiche del drone e la selezione del software possono procedere indipendentemente dall'autorizzazione formale e non ne costituiscono prerequisito. Le relative attività sono distribuite su un arco temporale relativamente esteso non tanto per complessità intrinseca, quanto piuttosto per consentire il confronto tra differenti soluzioni tecnologiche e garantire piena coerenza con i requisiti emersi dal dialogo con ENAC e con i provider U-space. La predisposizione e

l'installazione dell'hub operativo sono collocate in una finestra più contenuta, in quanto si tratta di interventi puntuali che, una volta selezionata la soluzione tecnica, possono essere realizzati in tempi relativamente rapidi. Questa impostazione consente di programmare i test integrati hardware–software immediatamente prima dell'avvio delle operazioni sperimentali, così da disporre di una valutazione aggiornata sull'effettivo funzionamento del sistema.

L'area operativa si concentra nella parte finale del primo anno, in coerenza con l'approccio di progressiva riduzione dell'incertezza. Le attività di formazione del personale e di pianificazione delle rotte sono distribuite in modo da consentire un adeguato adattamento alle specificità territoriali e da recepire i risultati dei test tecnici. L'avvio delle missioni pilota non costituisce un semplice passaggio esecutivo, ma inaugura una vera e propria fase di apprendimento, finalizzata a verificare il comportamento del sistema in condizioni operative eterogenee e a raccogliere le evidenze necessarie per l'eventuale scalabilità. Per tale motivo, la raccolta e l'analisi delle performance sono state intenzionalmente sovrapposte alle attività di volo, al fine di evitare l'accumulo di informazioni non utilizzate e consentire l'attivazione tempestiva di eventuali azioni correttive.

Il micro-Gantt, all'interno di questa ricerca, non ha un ruolo meramente descrittivo, ma rappresenta uno strumento chiave per collegare la strategia alla pratica operativa. Attraverso di esso, le fasi della roadmap non restano concetti astratti, ma si traducono in tappe concrete e misurabili, permettendo di osservare come le variabili critiche identificate nei capitoli precedenti influenzino il ritmo e la sequenza delle attività. La sua costruzione consente inoltre di integrare direttamente le scelte normative, tecnologiche e organizzative con le assunzioni del modello economico, mettendo in luce le aree di maggiore rischio e i momenti in cui si rendono necessarie valutazioni aggiuntive tramite simulazioni o analisi di sensitività.

CONCLUSIONI

L'analisi condotta in questo lavoro si è basata su domande di ricerca e ipotesi operative chiaramente definite fin dall'inizio, con l'obiettivo di comprendere in modo sistematico le condizioni attuali e le prospettive per l'implementazione del drone delivery nel contesto italiano. Attraverso un approccio integrato che ha combinato evidenze normative, tecnologiche, economiche e territoriali, lo studio ha restituito risposte articolate e interessanti, contribuendo a delineare un quadro complesso ma realistico della situazione attuale e delle potenzialità future.

Innanzitutto, è emerso che il ritardo italiano rispetto ad altri contesti internazionali non può essere ricondotto a una singola causa, ma deriva da una molteplicità di fattori che si intrecciano. Da una parte, le procedure autorizzative per l'utilizzo dei droni, pur essendo in continua evoluzione, risultano ancora lente e complesse, soprattutto in assenza di un'infrastruttura U-space pienamente operativa. Questa situazione limita fortemente la possibilità di realizzare sperimentazioni su scala significativa, rallentando il processo di validazione tecnologica e commerciale del drone delivery. Dall'altra, le imprese del settore food delivery mostrano un atteggiamento prudente, spesso motivato dalla percezione di un ritorno economico incerto e dai costi iniziali elevati che l'adozione della tecnologia comporta. In sostanza, le aziende valutano attentamente il rapporto tra investimenti e benefici, percependo un trade-off che al momento risulta poco favorevole, soprattutto nel breve e medio periodo. Questa considerazione sottolinea quanto sia ancora necessario creare un contesto più chiaro e vantaggioso per stimolare investimenti e innovazione.

Parallelamente, l'analisi ha permesso di approfondire le barriere più specifiche che frenano l'adozione dei droni per il delivery in Italia. Non si tratta solo di vincoli normativi, che pure rappresentano un elemento significativo, ma anche di limiti infrastrutturali e tecnologici. Ad esempio, mancano ancora hub urbani adeguati e corridoi aerei dedicati che possano facilitare l'operatività su larga scala; le soluzioni di automazione e integrazione tra droni e operatori umani risultano insufficientemente mature o diffuse, con conseguenti costi operativi più elevati rispetto a contesti più avanzati. A ciò si aggiungono le particolarità territoriali italiane: la morfologia delle città, spesso

caratterizzata da centri storici con tessuti urbani densi e articolati, e l'estensione di aree con infrastrutture non sempre adeguate, rendono difficile la standardizzazione e la scalabilità delle operazioni di drone delivery. Tutto ciò produce un divario tra le capacità operative richieste per un'implementazione efficace e le risorse e competenze disponibili nelle imprese italiane, determinando tempi di sviluppo più lunghi e una riduzione della competitività del settore rispetto ad altri mercati esteri più maturi.

Nonostante le criticità emerse dall'analisi, lo studio evidenzia come il drone delivery in Italia possa configurarsi come un modello operativo sostenibile e competitivo, a condizione che vengano sviluppate in modo coordinato alcune condizioni abilitanti. Tra queste, la possibilità di modulare progressivamente la dimensione della flotta si configura come una leva strategica, poiché consente di adattare l'operatività alla domanda e alle risorse disponibili, evitando investimenti iniziali eccessivamente gravosi. Parallelamente, il miglioramento tecnologico – in termini di autonomia di volo, efficienza energetica e qualità dei componenti – riveste un ruolo centrale per incrementare l'affidabilità delle operazioni e contenere i costi. Non meno rilevante è l'ottimizzazione dell'equilibrio tra droni e personale umano, capace di massimizzare la produttività complessiva senza aumentare in modo significativo i costi di gestione. Al contempo, un quadro normativo chiaro, rapido e trasparente appare imprescindibile, in particolare per sostenere sperimentazioni su scala reale, che rappresentano strumenti fondamentali per validare il modello operativo e generare fiducia tra operatori e investitori.

Lo studio mette in luce come la sostenibilità e la competitività del drone delivery non siano legate esclusivamente a fattori tecnologici o economici. Cruciale risulta essere la capacità degli operatori di costruire alleanze strategiche con startup tecnologiche, produttori di droni, enti pubblici e altri attori chiave della filiera. Tali collaborazioni non solo consentono di condividere rischi e competenze, ma rappresentano anche un fattore determinante per stimolare l'innovazione, favorire la sperimentazione continua e identificare segmenti di mercato particolarmente propensi all'adozione di soluzioni innovative.

Un'ulteriore considerazione, emersa a margine dell'analisi ma rilevante in prospettiva, riguarda la possibilità di estendere l'impiego dei droni a mercati diversi dal food delivery, nei quali i vantaggi potrebbero risultare ancora più significativi. In particolare, settori

come la logistica sanitaria (trasporto urgente di farmaci, campioni biologici o dispositivi medici), la distribuzione di beni ad alto valore aggiunto (ad esempio componentistica industriale o elettronica) e la gestione delle consegne in aree isolate o difficilmente accessibili (isole minori, zone montane) rappresentano contesti nei quali il drone delivery potrebbe esprimere il massimo del proprio potenziale. In questi scenari, la rapidità, la precisione e la riduzione dei tempi di consegna non si configurano solo come un vantaggio competitivo, ma come veri e propri elementi di valore sociale, capaci di incidere sulla qualità dei servizi e, in alcuni casi, sulla tutela della salute e della sicurezza dei cittadini. Tali mercati alternativi potrebbero quindi costituire terreni di sperimentazione privilegiati per superare più rapidamente le barriere iniziali, generando casi di successo da cui il settore del food delivery stesso potrebbe trarre beneficio in una fase successiva.

Il drone delivery in Italia non rappresenta né un miraggio tecnologico né un modello irrealizzabile, ma una realtà emergente all'interno della logistica urbana, che richiede un percorso di sviluppo graduale, strutturato e lungimirante. Il mercato si trova attualmente in una fase di rapida evoluzione, caratterizzata da trasformazioni tecnologiche e normative che offrono opportunità significative per gli operatori pronti a coglierle. In questo contesto, il successo dipenderà dalla capacità di colmare le lacune esistenti, promuovere progressi regolatori e tecnologici, e adottare strategie imprenditoriali collaborative e orientate all'innovazione. I soggetti attivi nel settore dovranno sapersi muovere con tempestività e visione strategica, sfruttando appieno le potenzialità del modello. In particolare, i first mover hanno la possibilità di consolidare un vantaggio competitivo significativo, integrando i droni nel sistema logistico urbano in maniera efficace e generando benefici concreti per imprese, consumatori e territorio. Allo stesso tempo, l'apertura verso mercati alternativi e ad alto valore aggiunto potrà rafforzare ulteriormente la sostenibilità economica del modello, creando un circolo virtuoso che, nel medio-lungo periodo, potrà favorire anche l'adozione nel comparto food. In definitiva, il drone delivery si configura come una frontiera innovativa della logistica urbana italiana, capace di aprire nuove prospettive non solo per le imprese e i consumatori, ma per l'intero ecosistema sociale ed economico del Paese.

BIBLIOGRAFIA

Alexander, H., Lynch, B., Ho, N., Vijay, A., Acosta, S. (2021). How last-mile strategy could be your biggest competitive advantage. EY-Parthenon.

Benarbia, T., Kyamakya, K. (2022). A Literature Review of Drone-Based Package Delivery Logistics Systems and Their Implementation Feasibility. *Sustainability*, 14, 360.

Boysen, N., Fedtke, S., Schwerdfeger, S. (2021). Last-mile delivery concepts: a survey from an operational research perspective. *OR Spectrum*, 43, 1–58.

Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R., Barabino, B. (2022). The Use of Drones for Last-Mile Delivery: A Numerical Case Study in Milan, Italy. *Sustainability*, 14, 1766.

Coindreau M.A., Gallay O., Zufferey N. (2021). Parcel delivery cost minimization with time window constraints using trucks and drones. *Networks*, 78, 400–420.

Dabic, M., Ferreira, J.J.M., Lopes, J.M., Gomes, S. (2025). Consumer Preferences and Barriers in the Adoption of Drone Delivery Services: A Comprehensive Analysis. *IEEE transactions on engineering management*, Vol. 72, 47-61.

Dong, T., Shang, Y., Lai, Z., Li, S. (2025). Real-Time Order Dispatch for On-Demand Food-Delivery Platforms with a Mixed Fleet of Drones and Couriers.

Emimi, M., Khaleel, M., Alkrash, A. (2023). The Current Opportunities and Challenges in Drone Technology. *International Journal of Electrical Engineering and Sustainability (IJEES)*, Volume 1, 3, 74-89.

Eskandaripour, H., Boldsai Khan, E. (2023). Last-Mile Drone Delivery: Past, Present, and Future. *Drones*, 7, 77.

Eurocontrol. (2025). Performance Review Report (PRR) 2024. 1-107.

European Commission. (2022). Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions, 'A Drone Strategy 2.0 for a Smart and Sustainable Unmanned Aircraft Eco-System in Europe'. 1-28.

Fabianová, J., Janeková, J., Fedorko, G., Molnár, V. (2023). A Comprehensive Methodology for Investment Project Assessment Based on Monte Carlo Simulation. *Applied Sciences*, 13, 6103.

Feng, O., Zhang, H., Tang, W., Wang, F., Feng, D., Zhong, G. (2025). Digital Low-Altitude Airspace Unmanned Aerial Vehicle Path Planning and Operational Capacity Assessment in Urban Risk Environments. *Drones*, 9, 320.

Gajewska, A., Buczkowski, A., Klosowicz, T. (2024). Drone Deliveries: Taking Retail and Logistics to New Heights. *PwC Drone Powered Solutions – Global Centre of Excellence in Drone and Satellite Technology*.

Galal, H., Wimmer, H., Khurana, A. (2022). Smart Cities: Mobility ecosystems for a more sustainable future. *Strategy+business*, 1-14.

Garg, V., Niranjana, S., Prybutok, V., Pohlen, T., Gligor, D. (2023). Drones in last-mile delivery: A systematic review on Efficiency, Accessibility, and Sustainability. *Transportation Research Part D* 123, 103831.

Haidar, J. (2024). Unpacking the business model: Food delivery platforms as 'multiple market makers'. *Platforms & Society* Volume 1, 1–13.

Hacura, A., Jadamus-Hacura, M., Kocot, A. (2001). Risk analysis in investment appraisal based on the Monte Carlo simulation technique. *The european physical journal b*, 20, 551–553.

He, X., He, F., Li, L., Zhang, L., Xiao, G. (2022). A route network planning method for urban air delivery. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 166, 102872.

Ioannidis, C., Boutsis, A.-M., Tsingenopoulos, G., Soile, S., Chliverou, R., Potsiou, C. (2024). Paving the Way for Last-Mile Delivery in Greece: Data-Driven Performance Analysis with a Customized Quadrotor. *Drones*, 8, 6.

Islam, M.S., Suad, S.F.R., Rahman, A. (2024). Leveraging AI to Overcome Key Challenges in Last-Mile Delivery: Enhancing Customer Experience and Operational Efficiency in E-commerce. *Supply Chain Insider*, Volume 14, 1, 65-88.

Jana, S., Italiano, G.F., Kashyop, M.J., Konstantinidis, A.L., Kosinas, E., Mandal, P.S. (2024). Online Drone Scheduling for Last-Mile Delivery. *SIROCCO 2024*, LNCS 14662, pp. 488–493.

Jazairy, A., Persson, E., Brho, M., Von Haartman, R., Hilletoft, P. (2025). Drones in last-mile delivery: a systematic literature review from a logistics management perspective. *The International Journal of Logistics Management* Vol. 36, 7, 1-62.

Khan T., Emon Md M.H., Rahman Md A. (2024). A systematic review on exploring the influence of Industry 4.0 technologies to enhance supply chain visibility and operational efficiency. *Review of Business and Economics Studies*, 12(3), 6-27.

Kim, J., Atkins, E. (2022). Airspace Geofencing and Flight Planning for Low-Altitude, Urban, Small Unmanned Aircraft Systems. *Applied Sciences*, 12, 576.

Klatte, M., Kuhnimhof, T. (2025). Improving urban delivery with extended cargo bikes: a simulation-based study on the impact of double-parking on urban traffic flow. *European Transport Research Review*, 17-19, 1-14.

Kumar, G., Tanvir, O., Kumar , A., Goswami, M. (2024). Optimal drone deployment for cost-effective and sustainable last-mile delivery operations. *International Transaction in Operational Research*, 0, 1–37.

Lieb, J., Sievers, T., (2024). A Comparative Analysis of the European U-Space Framework and the US-American UAS Traffic Management (UTM) System. 1-9.

Mahmoud, A.B. & Mahroof, K.A. (2025). The proof is in the pudding: public beliefs, emotions and sentiments on drone deliveries in extreme contexts. *European Journal of Marketing*.

Maric, B. & Grozdic, V. (2016). Monte Carlo Simulation in Valuation of Investment Projects, *Proceedings of the 27th DAAAM International Symposium on intelligent manufacturing and automation*, 686-692.

Martens, B., Parker, G., Petropoulos, G., Van Alstyne, M. (2023). Towards Efficient Information Sharing in Network Markets. *SSRN Electronic Journal*, 1-37.

Mathew, A.O., Chowdhury, S., Devpura, S., Lingappa, A. K. (2023). Factors Influencing Technology Acceptance of Drones for Last-Mile Food Deliveries: An Adaptation of the UTAUT2 Model. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2023, 1-15.

Mohammad, Am W., Diab, Y.N., Elomri, A., Triki, C. (2023). Innovative solutions in last mile delivery: concepts, practices, challenges, and future directions. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 24:2, 151-169.

Moradi, B., Akbari, R., Taghavi, S.R., Fardad, F., Esmailzadeh, A., Ahmadi, M.Z., Attarroshan, S., Nickravesh, F., Jokar Arsanjani, J., Amirkhani, M., Martek, I. (2023). A Scenario-Based Spatial Multi-Criteria Decision-Making System for Urban Environment Quality Assessment: Case Study of Tehran. *Land*, 12, 1659.

Na W. (2023). A Case Analysis on Amazon Delivery Drones Taking over Traditional Delivery Method. *International Journal of Economic Behavior and Organization* Vol. 11, 1, pp. 1-6.

OECD (2022), The Evolving Concept of Market Power in the Digital Economy, OECD Competition Policy Roundtable Background Note. 1-47.

Osservatorio Droni e Mobilità Aerea Avanzata del Politecnico di Milano. (2023). Il mercato professionale dei droni a livello italiano e internazionale.

Paul, A., Levin, M.W., Waller, S.T., Rey, D. (2025). Data-driven optimization for drone delivery service planning with online demand. *Transportation Research Part E*, 198, 104095.

Puram, P., Gurumurthy, A., Narmetta, M., Mor, R.S. (2021). Last-mile challenges in on-demand food delivery during COVID-19: understanding the riders' perspective using a grounded theory approach. *The International Journal of Logistics Management* Vol. 33, 3, 901-925.

Raghunatha, A., Lindkvist, E., Thollander, P., Hansson, E., & Jonsson, G. (2023). Critical assessment of emissions, costs, and time for last-mile goods delivery by drones versus trucks. *Scientific Reports*, 13, 11814.

Ramesh, R., Prabhu, S.V., Sasikumar, B., Kiruthika Devi, B.S., Prasath, P., Praveena Rachel Kamala, S. (2023). An empirical study of online food delivery services from applications perspective. *Materials Today: Proceedings*, 80, 1751–1755.

Ruggeri, M., Zaki, M.G., Vinci, G. (2024). Towards social life cycle assessment of food delivery: findings from the Italian case study. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 29, 1116–1136.

Shankar, A., Jebarajakirthy, C., Nayal, P., Maseeh, H.I., Kumar, A., Sivapalan, A. (2022). Online food delivery: A systematic synthesis of literature and a framework development. *International Journal of Hospitality Management*, 104, 103240.

Shi, Y. (2025). Feasibility Study of Drone Delivery: Taking Meituan as an Example. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 48, 40-45.

Shuaibua, A.S., Mahmouda, A.S., Sheltami, T.R. (2025). A Review of Last-Mile Delivery Optimization: Strategies, Technologies, Drone Integration, and Future Trends. *Drones*, 9, 158.

Shuaibua, A.S., Mahmouda, A.S., Sheltami, T.R. (2025). Last-Mile Delivery Optimization: Recent Approaches and Advances. *Transportation Research Procedia*, 84, 299–306.

Statista. (2024). Drones: market data & analysis. Statista Market Insights.

Statista (2024). Online grocery market in Italy.

Statista. (2024). Projected global drone delivery market size in selected years from 2021 to 2027.

Statista. (2024). Projected market size of the autonomous last mile delivery worldwide from 2020 to 2028.

Statista. (2024). Size of the global last mile delivery market from 2020 to 2027.

Tsai, J-F., Ngo, H.N., Che, Z-H. (2024). Last-mile delivery during COVID-19: A systematic review of parcel locker adoption and consumer experience. *Acta Psychologica*, 249, 104462.

Tuan Ha, N., Akbari, M., Au, B. (2023) Last mile delivery in logistics and supply chain management: a bibliometric analysis and future directions. *Benchmarking: An International Journal* Vol. 30, 4, 1137-1170.

U Space Berlin. (2024). Manna Drone Delivery Europe's Largest B2C Drone Delivery Network.

Wankhede, N.D., Choudhari, A.G., Pokale, S.K., Duratkar, S.S., Sheikh, Z.I. (2025). Food Delivery Drones: Revolutionizing The LastMile Delivery System. *International Journal of Creative Research Thoughts* Vol.13, 4, 57-61.

World Economic Forum (2022). Supply Chain Sustainability Policies: State of Play.

Xhafa, F., Dominguez, C., Juan, A.A. (2025). Last Mile Drone Delivery: Complexity and Research Challenges. *DSA ISC 2024, LNCS 14778*, 404–417.

Zhou, B., Chen, K., Zhen, J. (2023). Global Smart Last-Mile Logistics Outlook. Deloitte, Cainiao Research.

SITOGRAFIA

Ansa. (2024). Pronti a partire i droni che consegnano farmaci in zone remote.

Disponibile su: https://www.ansa.it/canale_scienza/notizie/frontiere/2024/05/09/pronti-a-partire-i-droni-che-consegnano-farmaci-in-zone-remote_aaac8a13-c3cf-4e8e-a96e-66045753623f.html

Bogaitsky, J. (2025). This Irish Drone Startup Is Aiming For A Million Deliveries A Year. Forbes.

Disponibile su: <https://www.forbes.com/sites/jeremybogaitsky/2025/03/26/drone-delivery-manna-amazon-wing-zipline/>

Browning, A. (2025). Bobby Healy: “Once people switch to drone delivery, they don’t go back”. ZagDaily. Disponibile su: <https://zagdaily.com/zag-air/bobby-healy-once-people-switch-to-drone-delivery-they-dont-go-back/>

Business Plan. (2025). What Will Be Drone Delivery Services' Running Costs in 2025.

Disponibile su: <https://businessplan-templates.com/blogs/running-costs/drone-delivery-services>

Cinco Días. (2025). Delivery Hero pierde más del 70% de su valor desde que compró Glovo hace tres años.

Disponibile su: https://cincodias.elpais.com/companias/2025-01-07/delivery-hero-pierde-mas-del-70-de-su-valor-desde-que-compro-glovo-hace-tres-anos.html?utm_source=chatgpt.com

Cornell, A., Kloss, B., Presser, D., Riedel, R.(2023). Drones take to the sky, potentially disrupting last-mile delivery. Mc Kinsey & Company.

Disponibile su: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/future-air-mobility-blog/drones-take-to-the-sky-potentially-disrupting-last-mile-delivery>

Cornell, A., Mahan, S., Riedel, R. (2023) Commercial drone deliveries are demonstrating continued momentum in 2023. Mc Kinsey & Company.

Disponibile su: <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/future-air-mobility-blog/commercial-drone-deliveries-are-demonstrating-continued-momentum-in-2023>

Deliverart. (2023). Report Food Delivery 2023.

Disponibile su: <https://www.deliverart.it/tools-and-resources/food-delivery-report-2023/?lang=en>

Deloitte. (2024). Strategic last-mile delivery. How drones look to revolutionize distribution. The Business Operations Room.

Disponibile su: <https://www2.deloitte.com/us/en/blog/business-operations-room-blog/2024/future-of-last-mile-drone-delivery.html>

D-flight. (2025). Tariffe. https://www.d-flight.it/new_portal/tariffe/

Drone-Store. (2025). Batteria DJI Flycart 30. Disponibile su: <https://www.drone-store.it/prodotto/batteria-dji-flycart-30/?srsltid=AfmBOopP1KPOsO2baUt-YkrB3ep54AqeYYAISZGAGx2DMvbA4aT25CQn>

Dronext.eu. (2025). CORSO DRONE SPECIFIC EU-STS-01 + EU-STS-02 (BVLOS) + IT-STS-01/02. Disponibile su: <https://www.dronext.eu/online-store/ROMA-CORSO-DRONE-SPECIFIC-EU-STS-01-EU-STS-02-BVLOS-IT-STS-01-02-22-30-31-01-2025-p660872501>

Duran, O.S. (2024). Leverage Last-Mile Delivery Technology for Supply Chain Efficiency. Gartner. Disponibile su: <https://www.gartner.com/en/articles/last-mile-delivery>

EASA. (2024). Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and 2019/945).

Disponibile su: <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/easy-access-rules/easy-access-rules-unmanned-aircraft-systems-regulations-eu>

EY. (2024). How to make last-mile delivery more effective.

Disponibile su: https://www.ey.com/en_us/insights/supply-chain/future-of-supply-chain/rethink-business-models-with-supply-chains-at-the-center/how-to-make-last-mile-delivery-more-effective

EuroUSC Italia. (2024). Drone Delivery: First Experiments in Urban and Suburban Areas in Italian region Emilia-Romagna. Disponibile su: <https://www.eurousc-italia.it/en/drone-delivery-in-italy/>

FarEye Technologies. (2025). Optimized Last Mile Delivery Management.

Disponibile su: <https://fareye.com/solutions/last-mile-delivery>

Jolly, J. (2025). ‘Amazon slayer’: the Dublin minnow taking on the giants in drone deliveries. The Guardian.

Disponibile su: <https://www.theguardian.com/technology/2025/apr/11/amazon-slayer-dublin-startup-manna-aero-taking-giants-autonomous-drone-deliveries?/>

Just eat takeaway. (2025). From Drones to AI - delivering customer satisfaction through automation. Disponibile su: <https://newsroom.justeattakeaway.com/en-WW/247574-from-drones-to-ai-delivering-customer-satisfaction-through-automation#>

Kesteloo, H., (2025). Manna Aero’s Drone Delivery Revolution: Scaling Dublin Success to UK and Beyond. Dronexl.

Disponibile su: <https://dronexl.co/2025/04/12/manna-aero-drone-delivery-revolution/>

Levy, M.G. (2022). Drones Have Transformed Blood Delivery in Rwanda. Wired.
Disponibile su: <https://www.wired.com/story/drones-have-transformed-blood-delivery-in-rwanda/>

Long, B. (2025). Understanding unit economics for startups. Kruze Consulting.
Disponibile su: <https://kruzeconsulting.com/blog/unit-economics/>

Mancini, V. (2024). Settore food in Italia. Trend di consumo e modelli di business.
Rome Business School. Disponibile su: <https://romebusinessschool.com/it/blog/settore-food-in-italia-trend-di-consumo-e-modelli-di-business/>

Market Screener. (2025). Delivery Hero SE.
Disponibile su: <https://it.marketscreener.com/quotazioni/azione/DELIVERY-HERO-SE-36718506/>

Market Screener. (2025). Deliveroo plc.
Disponibile su: <https://it.marketscreener.com/quotazioni/azione/DELIVEROO-PLC-120922210/>

Market Screener. (2025). Just Eat Takeaway.com.
Disponibile su: <https://it.marketscreener.com/quotazioni/azione/JUST-EAT-TAKEAWAY-COM-N-V-31472057/>

Mustafa, N. (2023). Drone Delivery: Transforming Healthcare for the Future. Medium.
Disponibile su: <https://medium.com/predict/drone-delivery-transforming-healthcare-for-the-future-8bc2a1d3aa03>

Patella, A. (2024). Investire nel food delivery non rende più. Wired.
Disponibile su: <https://www.wired.it/article/food-delivery-investire-non-rende-piu/>

Plaza, J. (2023). Faster, Greener, Cheaper, Quieter, and Safer: Manna Drone Delivery and the Reality of Drone Deliveries in Ireland. Commercial UAV News.

Disponibile su: <https://www.commercialuavnews.com/drone-delivery/faster-greener-cheaper-quieter-and-safer-manna-drone-delivery-and-the-reality-of-drone-deliveries-in-ireland>

Pwc. (2023). Last mile delivery in times of uncertainty. Retail Monitor 2023.

Disponibile su: <https://www.pwc.nl/en/insights-and-publications/services-and-industries/retail-and-consumer-goods/last-mile-delivery.html>

Sax, S. (2024). How Electric Bikes Can Cut Delivery Emissions in Cities. Time.

Disponibile su: <https://time.com/6836113/electric-bikes-decarbonize-last-mile-delivery/>

Scarato, D. (2024). Ecco come ENAC permetterà le consegne Amazon via drone in Italia. Quadricottero News.

Disponibile su: <https://www.quadricottero.com/2023/10/ecco-come-enac-permetterà-le-consegne.html>

Schultz, K. (2024). Last mile delivery: untangle complexity to delight global shoppers.

ESW. Disponibile su: <https://esw.com/last-mile-delivery-untangle-complexity-to-delight-global-shoppers/>

Sheykin, H. (2025). How Can You Manage Drone Logistics Operating Costs?.

Finmodelslab. Disponibile su: <https://finmodelslab.com/blogs/operating-costs/drone-logistics>

The Guardian. (2025). Deliveroo makes annual profit for first time.

Disponibile su: <https://www.theguardian.com/business/2025/mar/13/deliveroo-makes-annual-profit-for-first-time>

YouGov. (2024). Cibo a domicilio in Italia: tutti i dati.

Disponibile su: <https://business.yougov.com/it/content/48856-cibo-a-domicilio-in-italia-tutti-i-dati>