

# Above and Beyond: stato dell'arte dei velivoli da combattimento senza pilota e prospettive future

di Elio Calcagno e Alessandro Marrone

## ABSTRACT

I droni sono diventati onnipresenti sui moderni campi di battaglia. Mentre ci si adegua a questa minaccia con contromisure e difese aeree multistrato, risulta necessario sviluppare sistemi più avanzati in grado di operare contro avversari alla pari, o quasi, in termini di capacità ed equipaggiamenti. I velivoli da combattimento senza pilota (*uncrewed combat aerial systems, Ucas*), concepiti per soddisfare questa esigenza, non sono una semplice evoluzione degli attuali droni ma piuttosto una categoria di velivoli completamente diversa, con caratteristiche distinte che richiedono tecnologie più avanzate e complesse. Tra queste ultime, un prerequisito necessario sembra essere un certo grado di autonomia che permetta agli Ucas di esprimere appieno il loro potenziale. I sistemi attualmente in fase di sviluppo sono infatti generalmente progettati come mezzi autonomi, in grado cioè di operare indipendentemente dai velivoli con equipaggio o come sistemi congiunti e complementari con essi. L'Italia e l'Europa si trovano in generale in ritardo rispetto allo stato dell'arte, ritardo causato dall'attuale scarso interesse dopo i promettenti impegni a inizio anni 2000. Il programma europeo per un sistema di combattimento aereo di sesta generazione Global Combat Air Programme rappresenta per l'Italia e la sua industria una chiara opportunità di sviluppo delle proprie capacità nazionali, ma occorrerà destinare fin da oggi risorse significative ad attività di ricerca e sviluppo.

*Difesa | Italia | Usa | Russia | Cina | Turchia | Droni | Tecnologie | Procurement | Politica militare | Industria militare | Aviazione*

keywords

## Above and Beyond: stato dell'arte dei velivoli da combattimento senza pilota e prospettive future

di Elio Calcagno e Alessandro Marrone\*

### *Principali trend operativi nell'uso dei velivoli armati senza equipaggio*

I velivoli senza equipaggio (*uncrewed air systems, Uas*) – noti anche come velivoli senza pilota (*unmanned air vehicles, Uav*) o droni – sono ormai una presenza diffusa sui campi di battaglia di tutto il mondo. Dagli anni '80 la tecnologia ha permesso lo sviluppo di Uas in grado di svolgere alcuni compiti di routine in modo automatico, più che autonomo, mentre i miglioramenti nel campo dell'avionica, dei sensori e delle cellule<sup>1</sup> consentono di equipaggiare i droni con carichi utili più complessi. In generale, le missioni di intelligence, sorveglianza e ricognizione (*intelligence, surveillance, reconnaissance, Isr*) sono state una priorità del volo senza equipaggio. Tuttavia, gli Uas riutilizzabili con carichi utili per il combattimento – sia letali che non letali – sono diventati sempre più appetibili. D'altra parte, i moderni Uas possono fare molto di più che eseguire attacchi di precisione. Questi sistemi svolgono infatti una vasta gamma di missioni, che vanno dal dispiegamento di contromisure elettroniche al supporto di fuoco *stand-off* per le unità terrestri in fase di manovra, soprattutto per quelle impiegate in profondità in territorio ostile. Anche la gamma di droni disponibili sul mercato si è notevolmente ampliata rispetto ai primi anni 2000, con sistemi aerei ad ala rotante senza equipaggio (*rotary uncrewed aerial systems, Ruas*) di piccole dimensioni, economici, facili da utilizzare e da reperire in quanto *commercial off-the-shelf (Cots)* come il DJI Mavic 3, ampiamente utilizzato dalle forze russe e ucraine.

L'uso di Uas armati nei conflitti asimmetrici si è ormai consolidato, ma rimane dubbio come tali sistemi possano essere efficacemente impiegati in conflitti tra avversari alla pari, almeno nell'architettura e nella configurazione originariamente previste per uno scenario totalmente diverso di operazioni di contro-insurrezione

<sup>1</sup> La cellula di un aeromobile è costituita da tutto l'aeromobile meno gli apparati propulsori.

\* Elio Calcagno è ricercatore del Programma Difesa dell'Istituto Affari Internazionali (IAI). Alessandro Marrone è responsabile del Programma Difesa dello IAI.

Questa sintesi presenta i principali risultati dello studio "Above and Beyond: State of the Art of Uncrewed Combat Aerial Systems and Future Perspectives", curato da Elio Calcagno e Alessandro Marrone e pubblicato nella collana Documenti IAI.

e stabilizzazione. Laddove esistono sistemi integrati di difesa aerea multistrato, questi rappresentano una sfida notevole per gli attuali Uas.

Nel 2020 la seconda guerra del Nagorno-Karabakh ha rappresentato un notevole punto di svolta nell'impiego dei droni armati. L'esito della guerra è stato in gran parte determinato dal forte squilibrio nelle capacità militari a disposizione delle forze contrapposte. Entrambi i Paesi hanno privilegiato l'uso di sistemi senza equipaggio piuttosto che rischiare le loro limitate flotte di elicotteri e aerei. L'Azerbaijan ha però nettamente superato l'Armenia in questo campo, facendo un uso intensivo della sua flotta di 24 droni TB-2 Bayraktar di fabbricazione turca.

L'invasione su larga scala dell'Ucraina da parte della Russia è comunque il primo grande conflitto convenzionale in cui i droni sono stati ampiamente impiegati da entrambe le parti. A differenza della seconda guerra del Nagorno-Karabakh, in cui solo l'Azerbaijan era in grado di schierare una consistente flotta di droni, sia Kiev che Mosca hanno posto i droni al centro dei rispettivi schemi di combattimento. In questo conflitto, i droni armati giocano un ruolo importante, anche se gli Uas per missioni Isr e le munizioni circuitanti sono probabilmente ancora più rilevanti. In particolare, accanto ai classici droni Male (*medium-altitude long-endurance*) e Hale (*high-altitude long-endurance*), la guerra ha visto un uso massiccio di Ruas di piccole dimensioni, molti dei quali derivati da modelli Cots.

### *L'avvento dei velivoli da combattimento senza equipaggio*

I potenziali vantaggi dei sistemi senza equipaggio nella guerra aerea sono evidenti. Tuttavia, le nuove esigenze dettate dal progresso tecnologico, e il ritorno del conflitto tra avversari alla pari (o quasi) come elemento principale della pianificazione militare, hanno determinato un aumento dell'interesse e degli investimenti in sistemi più avanzati, progettati specificamente per i ruoli di combattimento tipici degli scenari di guerra ad alta intensità, in cui lo spazio aereo è conteso dalle difese aeree e dai velivoli da combattimento nemici. Tali sistemi, che in questo studio saranno denominati velivoli da combattimento senza equipaggio (*uncrewed combat aerial systems*, Ucas), rappresentano una svolta sostanziale rispetto ai tradizionali Uas armati in quanto superiori in termini di velocità, capacità di carico utile e bassa osservabilità. Pur essendo nel complesso ancora costosi (soprattutto nel caso delle varianti più avanzate), gli Ucas sono spesso visti come mezzi meno dispendiosi dei moderni aerei da combattimento con equipaggio.

Nei prossimi anni dovranno essere superati alcuni ostacoli tecnologici per raggiungere i livelli di prestazioni necessari e sbloccare il loro potenziale, anche nel combattimento aria-aria. Ad esempio, un Ucas deve essere controllato attraverso la tecnologia wireless (principalmente onde radio per il collegamento dati in linea visiva, *line of sight*), il che significa che la connessione tra la piattaforma e l'operatore è vulnerabile alla guerra elettronica e agli attacchi informatici. Di conseguenza, vari gradi di autonomia sono spesso considerati un requisito affinché l'Ucas possa esprimere il proprio potenziale in scenari di combattimento ad alta intensità, in cui le connessioni in linea visiva possono essere interrotte o degradate da azioni

nemiche o da elementi naturali per lunghi intervalli di tempo. L'autonomia sembra essere una caratteristica necessaria per ridurre la suscettibilità alle contromisure non cinetiche, ma anche, e soprattutto, per sfruttare i tempi di reazione molto più rapidi che l'intelligenza artificiale (IA) può offrire rispetto a un pilota umano.

Nel lungo termine, le capacità dell'IA potrebbero persino raggiungere un livello di autonomia tale da portare alla realizzazione di mezzi completamente autonomi nel prendere decisioni e portare a termine le missioni, nonostante il livello di sviluppo tecnologico richiesto sia ancora lontano. Anche in questo caso, tuttavia, è prevedibile che gli operatori umani manterranno un ruolo di primo piano nella definizione di una serie di parametri relativi alla dimensione operativa e geografica di una determinata missione, nonché alle regole di ingaggio (*rules of engagement*, RoE) e alla postura degli assetti. Indubbiamente, l'introduzione di Ucas sempre più autonomi e avanzati nelle forze aeree mondiali è destinata a cambiare significativamente il campo della guerra aerea in termini di dottrina e tattica, mix di forze, approvvigionamento e addestramento del personale militare.

### Stati Uniti

Il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti (*Department of Defense*, DoD) sta puntando a una serie di nuovi Ucas che contribuiranno a una più ampia gamma di missioni; ma questi programmi di sviluppo, tra cui l'aerocisterna di rifornimento MQ-25 Stingray della US Navy e il Collaborative Combat Aircraft (Cca) dell'Air Force, non sono ancora passati alla fase di procurement.

I problemi di integrazione sembrano essere l'ostacolo più significativo all'utilizzo di sistemi senza equipaggio da parte delle forze armate statunitensi, al di là dell'Isr. Gli Uas delle forze armate statunitensi attualmente in servizio operano come sistemi indipendenti quando conducono compiti di Isr, con i dati dei loro sensori che vengono inviati a ricevitori dedicati per l'analisi e a operatori specializzati che pianificano o controllano le loro missioni. Nella pratica, quando le forze americane utilizzano sistemi senza equipaggio per missioni di guerra elettronica od operazioni di fuoco, il veicolo è sotto il controllo diretto di un operatore ed evita in larga misura le interazioni con altre forze o piattaforme con equipaggio.

Le forze armate statunitensi stanno adottando concetti che genereranno una maggiore richiesta di sistemi senza equipaggio pienamente integrati nelle forze esistenti, per lo più ancora dotate di equipaggio. Il *Joint Warfighting Concept* (Jwc), il concetto di *Distributed Maritime Operations* (Dmo) e l'iniziativa *Joint All-Domain Command and Control* (Jadc2) si basano su distribuzione, pacchetti di forze adattabili e catene di effetti a lungo raggio che collegano sensori, comandanti e armi o piattaforme di guerra elettronica. Riducendo le capacità di rilevamento dell'avversario e offrendo alle forze statunitensi più opzioni per le azioni offensive, questi concetti mirano ad aumentare la letalità e la resilienza dell'esercito statunitense.

Il Dipartimento della Difesa sta inoltre portando avanti una serie di programmi che mirano ad espandere l'uso di Uas e Ucas, adattati da ciascun servizio militare statunitense ai rispettivi compiti, esigenze e *force design*. In generale, questi nuovi progetti prevedono inizialmente che gli Ucas estendano la portata e la capacità delle piattaforme con equipaggio, il che potrebbe perpetuare le vulnerabilità esistenti ed introdurre un elemento di maggiore prevedibilità per gli avversari. Tuttavia, è probabile che gli Ucas saranno sempre più trattati come elementi indipendenti dei pacchetti di forze e delle *kill chain*.

Cinque concorrenti dell'industria stanno costruendo velivoli dimostrativi nell'ambito del programma Cca della US Air Force, che potrebbe produrre uno o più progetti di veicoli ausiliari di base che incorporeranno tecnologie specifiche volte alla collaborazione e all'autonomia provenienti dai programmi di ricerca Golden Horde e Skyborg dell'aeronautica, trasferiti nel programma Cca nel 2022.

Nel contempo, la priorità di ricerca e sviluppo della US Navy per ora è la piattaforma di rifornimento aereo MQ-25A Stingray, che permetterà a due caccia di raggiungere più di 1.000 miglia nautiche o 1.850 km dalla portaerei a partire dal 2026.

### *Cina e Russia*

Sia la Russia che la Cina hanno prodotto prototipi e ricerche sugli Ucas, i primi dei quali sono stati resi pubblici a metà degli anni Duemila, e successivamente sono progrediti a ritmi notevolmente differenti verso la messa in campo di capacità operative. Nonostante i due Paesi condividano radici dottrinali comuni, le Forze aerospaziali russe (*Vozdušno-kosmičeskie sily, Vks*) e l'Aeronautica dell'Esercito popolare di liberazione (*People Liberation Army Air Force, Plaaf*) avevano già intrapreso percorsi di sviluppo degli Ucas divergenti prima dell'invasione russa dell'Ucraina nel 2022. Ciò non deve sorprendere viste le radicali differenze in termini di potere economico, livello di ambizione e capacità industriale/microelettronica tra i due paesi.

Sia la Vks che la Plaaf puntano espressamente ad avere Ucas di serie e *combat-ready*, che facciano parte delle loro *force structure* entro pochi anni. In entrambi i contesti il requisito per alti livelli di automazione in volo, con l'obiettivo di alleviare le vulnerabilità insite nell'affidarsi ai *datalink* o alle comunicazioni satellitari in un ambiente elettromagnetico fortemente contestato, crea sfide significative in termini di sensori, avionica, sistema di missione e vincoli di peso-spazio-potenza e calcolo (*size, weight, power and computing, SWaP-C*).

L'industria cinese è probabilmente in una posizione di vantaggio per risolvere tali sfide rispetto a quella russa, il che probabilmente consentirà agli Ucas cinesi di essere più flessibili in termini delle missioni possibili nel combattimento ad alta intensità. Tuttavia, l'autonomia degli Ucas fa sì che l'espansione della loro flotta sia in gran parte una sfida industriale, piuttosto che una combinazione di questioni industriali e legate al reclutamento e all'addestramento di piloti. Dato che la Vks e la Plaaf hanno sempre faticato a eguagliare la qualità dell'addestramento dei piloti

e la flessibilità del comando delle missioni tipiche delle forze aeree occidentali, in futuro gli Ucas potrebbero essere ancora più attraenti come strumento per aumentare la capacità nel combattimento aereo per la Russia e la Cina di quanto non lo siano per gli Stati Uniti e i loro alleati.

### *Turchia*

La strategia e la dottrina d'impiego dei droni in Turchia hanno preso forma durante le operazioni dell'esercito turco in Siria. Tra il 2016 e il 2020 la Turchia ha lanciato quattro campagne consecutive oltre i suoi confini meridionali, aumentando gradualmente l'uso di mezzi robotici. Ankara ha impiegato il suo fiorente arsenale di Uas armati in un'ampia gamma di operazioni di combattimento, tra cui missioni antiterrorismo contro l'Isis e la rete del Pkk, nonché incursioni contro le forze armate arabe siriane.

I principali produttori turchi di sistemi senza equipaggio, Baykar e Tusas, stanno attualmente perseguendo lo sviluppo di Cca. Questi modelli, rispettivamente Kizilelma e Anka-3, si basano sullo sviluppo di Ucas in grado di operare a fianco di velivoli con equipaggio. Sono alimentati da motori *turbofan* e saranno equipaggiati con armamenti avanzati, tra cui missili aria-aria oltre il raggio visivo e capacità di attacco al suolo con missili da crociera e missili aero-balistici. Questi mezzi sono inoltre dotati di una ridotta sezione radar, grazie principalmente al design geometrico delle piattaforme e all'alloggiamento interno delle armi.

### *Il contesto europeo*

Nonostante i primi sforzi suggerissero il contrario, l'Europa ha tradizionalmente mostrato un notevole ritardo nello sviluppo e nell'acquisizione di Uas armati e non armati. Ciò è dovuto a diversi fattori, tra cui particolari requisiti operativi, rivalità industriali e questioni etiche.

Dimostratori tecnologici basati sugli Ucas sono stati sviluppati fin dai primi anni 2000 in diversi Paesi, tra cui l'Italia e la Francia. Nel 2006 un consorzio industriale guidato da Dassault Aviation (Francia), con la collaborazione di Leonardo (Italia), Saab (Svezia), Airbus Defence and Space (Spagna), Ruag (Svizzera) e l'Industria Aerospaziale Ellenica (Grecia), ha unito le forze con l'obiettivo di sviluppare nEUROn – un drone dimostratore innovativo caratterizzato dalla bassa osservabilità, l'alta velocità e una capacità di carico utile. Nonostante gli elevati costi di ricerca e sviluppo richiesti per ottenere un tale Ucas avanzato, comprensivo di un certo livello di autonomia, un seguito del nEUROn non si è mai materializzato. Inoltre, anche gli studi di fattibilità per un programma congiunto tra Francia e Regno Unito, basato rispettivamente sul nEUROn e sul programma britannico Taranis, non sono stati concretizzati.

Lo sviluppo di Ucas in Europa sembra attualmente incentrato su sistemi avanzati altamente integrati e interconnessi con velivoli da combattimento di sesta generazione pilotati, rispettivamente il *Global Combat Air Programme* (Gcap) e il

*Future Combat Air System (Fcas)* in un quadro di *SoS (System of Systems)*. In tale contesto, si prevede un certo livello di frammentazione, poiché è improbabile che i due programmi concorrenti finiscano per convergere in uno sforzo congiunto. Inoltre, una sfida importante sarà l'integrazione delle piattaforme Cca progettate nel contesto dello sviluppo di sistemi aerei di sesta generazione con gli aerei da combattimento esistenti di quarta e quinta generazione. A questo proposito, l'interoperabilità su più livelli è una priorità fondamentale, in particolare tra i nuovi Ucas europei e gli aerei F-35.

In linea di massima, come risulta dagli attuali programmi di sviluppo e dai rispettivi *concept* operativi, gli europei concepiscono i futuri Ucas come parti di una più ampia combinazione di piattaforme di prossima generazione (con e senza equipaggio), piuttosto che come sistemi a sé stanti. In effetti, seppure in modo frammentario, gli stati europei stanno sviluppando ed esplorando il concetto di Cca come principale canale per lo sviluppo degli Ucas.

### Italia

L'Italia è stata uno dei primi Paesi a dotarsi di droni RQ-1 Predator di fabbricazione statunitense, con il primo ordine (del valore di 55 milioni di dollari) di cinque unità effettuato nel 2001 e consegnato all'Aeronautica Militare nel 2004. Anche se la questione dell'armamento degli Uas è stata politicamente delicata in Italia, nel 2012 Roma ha presentato una richiesta formale a Washington per equipaggiare i suoi MQ-9 con armi. La richiesta è stata successivamente approvata nel 2015, rendendo l'Italia solo il secondo Paese al mondo, dopo il Regno Unito, ad aver ottenuto il permesso di armare droni statunitensi importanti.

Come nella maggior parte dei paesi europei, la posizione italiana in termini di tecnologie avanzate legate a Uas e Ucas rivela oggi un ritardo rispetto allo stato dell'arte e, per quanto riguarda gli Uas, dipende ancora in larga misura da acquisizioni *off-the-shelf* provenienti principalmente dagli Stati Uniti. Per ciò che riguarda gli Ucas, c'è ancora molto da fare per generare le attività di ricerca e sviluppo necessarie a sfruttare al meglio il know-how italiano nell'ambito di programmi di cooperazione attuali e futuri. Dal lato dell'industria, Leonardo ha effettuato importanti investimenti in tecnologie cruciali per la progettazione e lo sviluppo di piattaforme di sesta generazione e Ucas. La partecipazione dell'Italia al programma Gcap rappresenta quindi una grande opportunità per l'industria nazionale di sviluppare ulteriormente il know-how tecnico necessario nel campo degli Ucas.

Come altri Paesi che già guardano alle capacità di sesta generazione, i partecipanti al Gcap si impegneranno affinché i futuri Cca siano retrocompatibili con i velivoli da combattimento già in servizio. Ciò è particolarmente importante nel caso dell'F-35, che servirà nelle forze aeree di tutto il mondo per circa altri 30 anni e dovrà essere interconnesso con le future capacità di combattimento aereo, compresi i sistemi di sesta generazione. Il livello di integrazione dei sistemi richiesto per l'operatività degli Ucas e dei velivoli con equipaggio implica che gli Stati Uniti dovranno

svolgere un ruolo cruciale nell'aprire l'architettura del sistema F-35 alla tecnologia straniera, qualora i Paesi del Gcap volessero lavorare su un nuovo progetto Ucas senza Washington. Con Italia, Giappone e Regno Unito tutti in possesso dell'F-35 e partner stretti degli Stati Uniti, Roma è certamente in una posizione di forza nelle discussioni su questa questione potenzialmente spinosa.

### *Conclusioni*

Sulla base dell'analisi presentata in questo studio, si sottolineano dieci elementi chiave sugli Ucas dalla prospettiva europea e italiana:

1. I vantaggi dei sistemi senza equipaggio
2. La differenza tra gli attuali droni armati e i futuri Ucas
3. L'approccio *human-in-the-loop* agli Ucas
4. La transizione verso scenari di conflitto ad alta intensità e su larga scala
5. Un mix di forze *high-low* economicamente efficiente
6. Un sistema di sistemi che comprende velivoli con equipaggio e componenti ausiliari senza pilota
7. La scelta di una cooperazione europea
8. Il Gcap come via italiana per lo sviluppo di Ucas
9. Il trampolino di lancio dell'Italia per una trasformazione nel campo degli Ucas
10. L'integrazione di Ucas non statunitensi con l'F-35

*aggiornato 10 luglio 2024*



### Istituto Affari Internazionali (IAI)

L'Istituto Affari Internazionali (IAI) è un think tank indipendente, privato e non-profit, fondato nel 1965 su iniziativa di Altiero Spinelli. Lo IAI mira a promuovere la conoscenza della politica internazionale e a contribuire all'avanzamento dell'integrazione europea e della cooperazione multilaterale. Si occupa di temi internazionali di rilevanza strategica quali: integrazione europea, sicurezza e difesa, economia internazionale e *governance* globale, energia e clima, politica estera italiana; e delle dinamiche di cooperazione e conflitto nelle principali aree geopolitiche come Mediterraneo e Medioriente, Asia, Eurasia, Africa e Americhe. Lo IAI pubblica una rivista trimestrale in lingua inglese (*The International Spectator*), una online in italiano (*AffarInternazionali*), due collane di libri (*Trends and Perspectives in International Politics* e *IAI Research Studies*) e varie collane di paper legati ai progetti di ricerca (*Documenti IAI*, *IAI Papers*, ecc.).

Via dei Montecatini, 17 - I-00186 Roma, Italia

T +39 06 6976831

[iai@iai.it](mailto:iai@iai.it)

[www.iai.it](http://www.iai.it)

## Ultimi DOCUMENTI IAI

Direttore: Alessandro Marrone ([a.marrone@iai.it](mailto:a.marrone@iai.it))

- 24 | 08 Elio Calcagno e Alessandro Marrone, *Above and Beyond: stato dell'arte dei velivoli da combattimento senza pilota e prospettive future*
- 24 | 07 Elio Calcagno, Alessandro Marrone, Maria Vittoria Massarin, Michele Nones e Gaia Ravazzolo, *Le minacce cyber ed elettromagnetiche alle infrastrutture spaziali*
- 24 | 06 Alessandro Marrone and Gaia Ravazzolo, *NATO and Italy in the 75th Anniversary of the Alliance: Perspectives beyond the Washington Summit*
- 24 | 05 Federico Castiglioni, *The Italian German Action Plan and Its Consequences over Industry and Defence*
- 24 | 04 Karolina Muti e Michele Nones, *La governance spaziale europea e le implicazioni per l'Italia*
- 24 | 03 Ettore Greco, Federica Marconi and Francesca Maremonti, *The Transformative Potential of AI and the Role of G7*
- 24 | 02 Andrea Gilli, Mauro Gilli e Alessandro Marrone, *Oltre un secolo di potere aereo: teoria e pratica*
- 24 | 01 Leo Goretti and Filippo Simonelli, *Italy's Foreign Policy in 2023: Challenges and Perspectives*
- 23 | 24 Elio Calcagno and Alessandro Marrone (eds), *Above and Beyond: State of the Art of Uncrewed Combat Aerial Systems and Future Perspectives*
- 23 | 23 Alessia Chiriatti, *Transizioni e innovazioni: implicazioni per le policy italiane e internazionali*