

#DroniFPV?

Roberto Bianchini

Facilissimo!



DRONEZINE
EDITORE



L'Autore **Roberto Bianchini**

Roberto Bianchini è un **Medico Chirurgo** e Istruttore di Vela del **Centro Velico Caprera**, da sempre appassionato di tutto quanto riguarda la tecnologia e il volo terrestre e spaziale.

Attratto sin da giovane dall'aeromodellismo dinamico, si è avvicinato al mondo affascinante dei multicotteri decidendo di frequentare i corsi droni Base e CRO presso un centro di addestramento. Il passo successivo è stato ottenere l'abilitazione come **Istruttore di Volo UAS** facendone una seconda professione completata con corsi certificati di metodologia **SORA** (**S**pecific **O**perations **R**isk **A**ssessment) e **CRM** (**C**rew **R**esource **M**anagement).

Ora che la nuova normativa UAS europea ha **finalmente reso legale il volo FPV** (**F**irst **P**erson **V**iew) e dopo aver visto che le moltissime informazioni disponibili sono sparse tra innumerevoli pagine e filmati su internet, Roberto ha deciso di creare questo manuale pratico.

Lo scopo è di **raccogliere la conoscenza di base** indispensabile a capire come è fatto e come funziona un drone FPV, in modo da permettere a chiunque di avere disponibile tra le mani un manuale completo e di facile riferimento da cui partire per poi fare le proprie esperienze.

SCOPRI DI PIÙ' SU WWW.DRONEZINE.IT

ISBN 978-88-943092-2-5 • r1

©Roberto Bianchini, 2021

©Nuova editoria, 2021 • DronEzine Editore

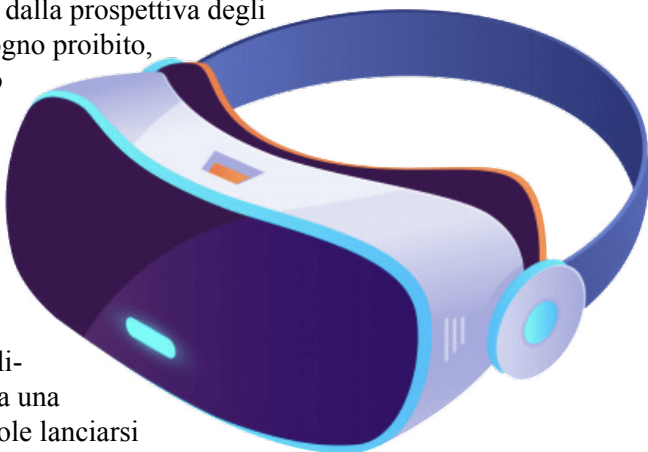
Casalecchio di Reno (BO) • Stampa: In proprio

L'editore ha fatto il possibile per contattare gli aventi diritto ai materiali pubblicati ed è pronto ad accordarsi con eventuali aventi diritto non rintracciati

Pilota il tuo drone **come se fossi a bordo**

Volare come se fossimo a bordo del nostro drone, vedendo il cielo e la terra dalla prospettiva degli uccelli: non è più un sogno proibito, i regolamenti europei l'hanno reso alla portata di tutti.

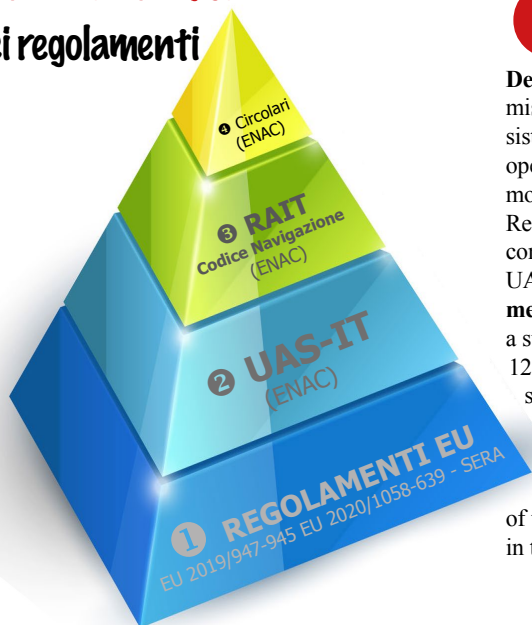
Questo libro è rivolto a tutti i piloti di UAV che vogliono approfondire la loro conoscenza di questo affascinante modo di volare: per chi vuole semplicemente guardare il mondo da una prospettiva nuova, per chi vuole lanciarsi nelle adrenaliniche gare di Drone Racing o per chi vuole fare videoriprese dinamiche con il massimo del controllo sull'inquadratura della sua camera volante.



SOMMARIO

Normativa	5
Tecnica: quale drone per quale FPV	12
Tecnica: come vola il drone	16
Motore ed ESC	25
Batterie	34
Elettronica	37
Camera e Goggles	51
Radiocomando e antenne	63
Oltre il multicottero	76
Strumenti indispensabili	82
Appendice e glossario	85

La Piramide dei regolamenti



1 La base delle norme per i droni sono i regolamenti Europei: il principale è il **Regolamento Delegato (UE) 2019/945** della Commissione del 12 marzo 2019 relativo ai sistemi aeromobili senza equipaggio e agli operatori di paesi terzi di sistemi aeromobili senza equipaggio, modificato dal **Regolamento 2020/1058** del 27 aprile 2020 con l'introduzione di due nuove classi degli UAS (droni) e il conseguente **Regolamento di Esecuzione (UE) 2019/947**, a sua volta modificato dal **2020/639** del 12 maggio 2020 per quanto riguarda gli scenari standard.

Inoltre tutti i regolamenti europei fanno riferimento al regolamento **SERA** (Standardized European Rules of the Air), che stabilisce le regole dell'aria in tutta l'Unione europea.

2 I Regolamenti europei lasciano spazio agli interventi dei legislatori degli Stati membri, che devono definire gli aspetti che i Regolamenti europei demandano alle singole Authority, per l'Italia ENAC: tra le principali, le regole per le assicurazioni, per le licenze e attestati, per l'identificazione (immatricolazione) dei droni, security, assicurazioni eccetera. Questi interventi per l'Italia sono racchiuse nelle **UAS-IT**, che disciplina gli aspetti di competenza dell'Autorità nazionale per le operazioni con i droni che non ricadono nelle previsioni della normativa UE.

3 Altri aspetti di carattere aeronautico, che hanno comunque un notevole impatto sul volo dei droni, vengono disciplinati dal **Codice della Navigazione**, legge del 1942 aggiornata dal Decreto Legislativo del 18 maggio 2018, n. 61 e dalle **RAIT**, le Regole dell'Aria italiane, che integrano il regolamento SERA e - per fare un esempio - impediscono ai droni il sorvolo delle spiagge nel periodo balneare. **Ma SERA e RAIT si applicano solo alle operazioni Specific e Certified, non alle Open**: dunque **in Open il volo estivo sulle spiagge è permesso**, sempre che si rispettino le distanze di sicurezza dalle persone.

4 Infine i dettagli normativi su particolari aspetti del volo e amministrativi indicati nei regolamenti vengono ulteriormente specificati nelle **Circolari** di ENAC: tra le più importanti, la famiglia **LIC-15**, che contiene le norme per patentini, attestati e scuole di volo; la famiglia **ATM-09** che disciplina l'accesso alle zone rilevanti aeroportuali e agli spazi aerei proibiti e riservati. Oltre alle circolari vere e proprie sono di fondamentale importanza le **Linee Guida**, che non sono atti normativi ma sono in ogni caso importanti perché seguendoli si è certi di rispettare le norme: un esempio è la **LG 2020/001-NAV** che dettaglia gli Scenari Standard italiani per i droni.

FPV: Cosa dice la legge

L'entrata in vigore dei regolamenti europei sugli UAS, ha di fatto legalizzato il volo FPV, che è forse il modo più affascinante di pilotare un drone perché è come esserci sopra seduti ai comandi.

Il **Regolamento Esecutivo 2019/947** recita, all'articolo 4: “il pilota remoto mantiene l'aeromobile senza equipaggio in VLOS in qualsiasi momento, tranne in caso di volo in modalità follow me o in caso di utilizzo di un osservatore dell'aeromobile senza equipaggio, come specificato nella parte A dell'allegato”

e nel citato allegato nel capitolo **UAS.OPEN.060 Responsabilità del pilota remoto**, al paragrafo 4 troviamo scritto: *4) Ai fini del paragrafo 2, lettera b), i piloti remoti possono essere assistiti da un osservatore dell'aeromobile senza equipaggio, posto al loro fianco, che, mediante l'osservazione visiva senza strumenti dell'aeromobile senza equipaggio, aiuti il pilota remoto ad effettuare il volo in sicurezza. Tra il pilota remoto e l'osservatore dell'aeromobile senza equipaggio deve essere stabilita una comunicazione chiara ed efficace.”*

Il che in altre parole significa che nella categoria **OPEN** e **LIMITED** transitoria, *uno UAS può essere pilotato in FPV* a patto che ci sia di fianco al pilota **un osservatore che non perde mai di vista il drone** ed avvisa in modo chiaro il pilota di eventuali pericoli, **senza l'uso di binocoli o telecamere**. L'unica eccezione che ovviamente è stata ammessa, è il caso di una emergenza che costringa il pilota ad un atterraggio imprevisto e lontano dal punto di decollo per cui qualcosa come un binocolo può essere usato.



Quello che abbiamo fin qui stabilisce che tutte le regole in vigore per il volo VLOS nelle OPEN e nelle LIMITED valgono anche per l'FPV, in cui l'osservatore si sostituisce al pilota nel guardarsi intorno nella cosiddetta **scansione visiva della geografia di volo, aree urbane comprese e nei limiti di MTOM stabiliti per i droni autocostruiti**, come sono in genere i droni di cui stiamo trattando (oggi c'è solo il DJI FPV prodotto commercialmente specificatamente per l'FPV).



FPV PRONTO AL VOLO

DJI FPV, il primo esempio di drone commerciale progettato esplicitamente per il volo in prima persona.

Open Limited (fino al 31 dicembre 2022)

UAS		Operazioni		Pilota/Operatore			
Classe	Peso	Sotto categoria	Limiti operativi	Registrazione D-Flight	Formazione	Età minima	Polizza RC Terzi
Auto costruiti			No volo su assembramenti	Solo se il drone ha una telecamera o sensore per captare dati personali, sempre esclusi i giocattoli	Non richiesta	Nessuna (art.9.b)	SI
UAS senza marchio OpenCE	<250g	A1 (Si può volare anche in A3)	Volo ammesso su persone (DA EVITARE se possibile) velocità max 19m/s (68,4 km/h)	Sì	Letture del manuale fornito dal costruttore	16 anni	
	<500g		No volo su assembramenti No volo su persone non coinvolte (SE SUCCEDE, allontanarsi subito)		Attestato A1-A3 Letture del manuale fornito dal costruttore		
	<2 kg	A2 (Si può volare anche in A3)	Distanza minima 50 metri dalle persone non coinvolte No volo su assembramenti		Attestato A1-A3 + Attestato A2 (oppure vecchio CRO) Letture del manuale fornito dal costruttore		
Auto costruiti	<25 kg	A3	150 metri da zone residenziali, commerciali, industriali o ricreative		Patentino online (non richiesto nei campi volo riconosciuti e/o aree volo istituite da ENAC) Letture del manuale fornito dal costruttore		

Open Category (dal 1/1 2023, con marchio CE Open)

UAS		Operazioni		Pilota/Operatore			
Classe	Peso	Sotto categoria	Limiti operativi	Registrazione D-Flight	Formazione	Età minima	Polizza RC Terzi
Auto costruiti	<250g	A1 (Si può volare anche in A3)	No volo su assembramenti	Solo se il drone ha una telecamera o sensore per captare dati personali, sempre esclusi i giocattoli	Non richiesta	Nessuna (art.9.b)	SI
0			Volo ammesso su persone (DA EVITARE se possibile) velocità max 19m/s (68,4 km/h)		Letture del manuale fornito dal costruttore		
UAS senza marchio CE	<900g	A1 (Si può volare anche in A3)	No volo su assembramenti	SI	Patentino online	16 anni	
1			No volo su persone non coinvolte (SE SUCCEDE, allontanarsi subito)		Letture del manuale fornito dal costruttore		
2	<4kg	A2 (Si può volare anche in A3)	Distanza minima 30 metri dalle persone non coinvolte oppure 5 metri se c'è un limitatore di velocità a 3 m/s No volo su assembramenti	SI	Patentino online + Attestato A2 (oppure vecchio CRO)	16 anni	
3	<25 kg	A3	150 metri da zone residenziali, commerciali, industriali o ricreative		SI		
4				Patentino online (non richiesto nei campi volo riconosciuti e/o aree volo istituite da ENAC)			
Auto costruiti				Letture del manuale fornito dal costruttore			
UAS senza marchio CE				Letture del manuale fornito dal costruttore			

OPEN LIMITED: Per i droni senza bollino CE

Cosa si può e non si può fare nelle Open dipende dalla classe del drone, che deve essere certificata da un apposito bollino "Open CE". Ma cosa succede ai droni che questo bollino non ce l'hanno (tutti, al momento in cui scriviamo?) Per loro, e **solo fino al 31 dicembre 2022** (a meno di proroghe) si usa questo schema:

- ① Droni sotto i 250g: non si può volare su assembramenti, attestato non richiesto
- ② Droni sotto i 500g: Attestato A1-A3, non si può volare sulle persone
- ③ Droni sotto i 2 kg: Attestato A1-A3 + Attestato A2, distanza minima dalle persone 50m (in orizzontale)
- ④ Droni sotto i 25 kg: Attestato A1-A3, si vola dove non c'è gente, a 150 metri da zone residenziali, commerciali, industriali o ricreative.

NOTA: tutti i droni, anche quelli A2, possono sempre volare in A3 con il solo attestato A1-A3

1/1/2023: Le Open diventano grandi

Come abbiamo visto nelle pagine precedenti, il **primo gennaio 2023** è una data importante: cessa il *periodo transitorio* e le Open prendono la loro veste definitiva.

Anche allo scadere del periodo transitorio, dunque dal 01/01/2023, **un drone FPV autocostruito <250g rimarrà in Sottocategoria A1**, mentre dai 250g in poi fino ai 25Kg potrà solo volare in Sottocategoria A3 (in campagna dove non c'è nessuno) e se viene meno anche uno solo dei limiti imposti dalle **Open** si entra nella categoria **Specific**.

- Se il drone ha un MTOM tra i **250g** e i **25kg** o se il drone **supera la velocità di 19m/s** (cosa che comprende tutti i racer degni di questo nome, stiamo parlando di circa 70 km/h, ma non i droni da videoripresa che stanno ben sotto questo limite) è necessario avere l'Attestato di competenza A1-A3 (il cosiddetto patentino online).

- Come per qualunque altro drone è **obbligatoria l'assicurazione RC**, il rispetto della Privacy, l'osservanza di quanto riportato nella cartografia di D-Flight (e soprattutto sulle AIP) e la registrazione come Operatore su D-Fight **con l'applicazione su tutti i droni dello stesso QR code Operatore**. E quando sarà disponibile, **anche il transponder**, cioè il sistema di trasmissione a terra dei dati di drone e operatore.



31/12/2022

Cessa il periodo transitorio. Tutti i droni senza bollino CE potranno **volare solo in A3**, ma gli autocostruiti sotto i 250g di massa al decollo restano in A1



ASSICURAZIONE

Sempre obbligatoria, per qualsiasi drone e qualsiasi utilizzo. **Verifica** che la tua polizza copra il volo FPV.

Hai un drone classe **C2** come il **DJI FPV** ma **non vuoi fare il patentino A2**? Niente paura, puoi sempre volare in **A3** e ti basta l'attestato **A1-A3**.



REGISTRAZIONE

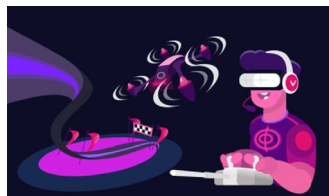
Oltre al **QR-Code D-Flight**, sarà necessario il transponder.

Pronti? Via! Le gare FPV e la legge

Tra i droni FPV, ci sono naturalmente i racer, i droni da corsa. Per gareggiare nelle corse ufficiali bisogna avere l'**Attestato di Aeromodellista** che è il titolo aeronautico, rilasciato esclusivamente dall'Aero Club d'Italia (AeCI) attraverso un Aero Club Federato che, unitamente alla "Abilitazione al pilotaggio" di modelli RC, permette di ottenere la **Licenza FAI**, documento necessario per partecipare alle gare di Campionato Italiano ed Internazionali, e di rispettare quanto stabilito dal Regolamento ENAC per l'uso degli aeromodelli.

Inoltre l'atleta deve far parte di un gruppo sportivo affiliato all'**AeCI**, che fa parte del **CONI** ed è l'unico Ente che possa gestire gare ufficiali. Per questo tipo di gare serve anche un'assicurazione specifica per gli sportivi.

Ma al tempo stesso sono **permesse anche gare indipendenti** (quindi informali e non ufficiali) e gli allenamenti, purché condotti in assenza di pubblico non protetto integralmente e condotte in scenario riconducibile alla sottocategoria **A3**, cioè ad almeno 150m da persone non informate e caseggiati di vario tipo. E naturalmente possono essere condotte gare **indoor**, cioè al chiuso, dal momento che al chiuso non valgono i regolamenti aeronautici, né nazionali né europei.



NIENTE PUBBLICO (se non è protetto)

Per le gare informali all'aperto non deve esserci pubblico non protetto: se ci fosse, si andrebbe addirittura in **Certified**, non basta nemmeno la **Specific**, un livello di complessità normativa tale da rendere la gara semplicemente impraticabile.

A3: Le tue gare falle qui



La A3 è la categoria tipica dell'aeromodellismo.

Nessuna presenza di persone non coinvolte e **150 metri** di distanza da aree residenziali, commerciali, industriali o ricreative

QUALI DRONI? Categoria **C3**, peso sotto i 25 kg e **C4** che accoglie gli aeromodelli di oggi, solo radio e niente volo automatico, da 250g a meno di 25 kg.

QUALE SKILL? Lo stesso test richiesto per A1, non richiesto agli aeromodellisti che volano nei campi AeCI ed ENAC.

Onde Radio e Normativa

Come si può immaginare, non si possono usare frequenze e potenze come si vuole ma solo secondo una rigida normativa il cui scopo primario è di non creare interferenze agli altri sistemi.

Si può giustamente obiettare che allora gli altri sistemi non dovrebbero interferire con i droni, ma non essendo infinite le bande di frequenza utilizzabili ed essendo per ora i droni in minoranza rispetto agli altri sistemi, bisogna farsene una ragione. È un problema comunque riconosciuto dalle istituzioni che cercano di trovare nuove distribuzioni di frequenze, come in USA, dove stanno valutando la banda dei 5GHz liberatasi dal dismesso **MLS** (Microwave Landing System).

- **EUROPA** - vige lo standard **LBT** (**L**isten **B**efore **T**alk) per cui il sistema deve, prima di trasmettere, verificare che non ci siano altre trasmissioni su quella frequenza. I droni possono usare le bande **868 MHz** (banda **SRD**) e **5.8GHz** con potenza massima ammessa di 25mW ERP e la banda dei **2.4GHz** dove sono ammessi 100mW ERP, che sta per **E**ffective **R**adiated **P**ower, cioè la potenza al trasmettitore in dBm più il guadagno dell'antenna in dB (parleremo di questo e delle dimensioni delle antenne nel capitolo sulle antenne).



• **NORD AMERICA** - Potenze molto più permissive, avendo un limite di 1W, quindi 40 volte più potente che in Europa sulla 5.8GHz e 915 MHz (che sostituisce la 868 MHz) e 10 volte sulla 2.4GHz.



ATTENZIONE!

Vale la pena ricordare che infrangere la normativa sulle radiofrequenze è un reato.



RED

La Direttiva RED (Radio Equipment Directive) 2014/53/UE, diretta sostituita dalla Direttiva R&TTE, è applicabile dal 13 giugno 2016 per regolamentare le apparecchiature radio al fine di apporre la Marcatura CE. I dispositivi Radio conformi ai requisiti essenziali di tale Direttiva possono essere commercializzati liberamente all'interno dell'Unione Europea.

TECNICA

Quale drone per quale FPV



Droni diversi per usi diversi

Per semplicità ci riferiremo ai multicotteri con il termine generico di droni, ricordando che elicotteri, multicotteri, aerei ad ala fissa e dirigibili sono tutti, per la normativa, UA (**U**n**M**anned **A**ircraft). Distinguiamo quindi due macro categorie di droni:

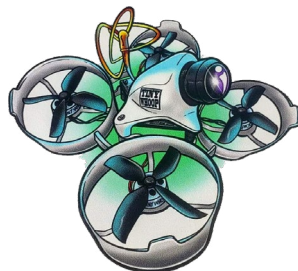
1. **Droni ad eliche intubate** definiti anche *whoop*
2. **Droni ad eliche non intubate** suddivisi in
 - Race
 - Freestyle
 - Cinematic

I droni ad eliche intubate (*Whoop*) sono spesso definiti Cinewhoop perché hanno la caratteristica di avere un **volo più docile e fluido grazie a motori meno potenti** che permettono un miglior controllo nelle riprese cinematografiche.

Per compensare i motori più piccoli viene aggiunto un condotto intorno alle eliche che permette di migliorare l'efficienza riducendo le perdite di carico alle loro estremità e generando un flusso d'aria più efficiente.

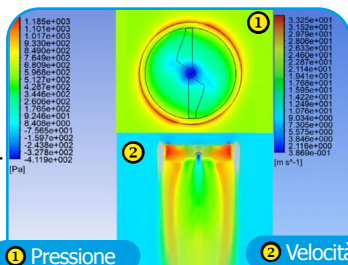
Perché ciò sia possibile non basta però che ci sia un generico tubo ma che sia opportunamente ben sagomato, avvicinandosi alla condizione di un **tubo Venturi**, ottenendo così un'accelerazione del flusso d'aria.

Lo **svantaggio** è che questa tipologia di droni è **molto sensibile al vento** che colpisce la superficie del condotto e sono generalmente più **rumorosi** (in inglese Whoop è anche il rantolo di chi viene strangolato) e i condotti aggiungono peso che incide sulla durata del volo e, **se sono disegnati approssimativamente**, creano addirittura un ostacolo all'aria in ingresso, che si comprime, risultando in un flusso non efficiente.



ELICHE INTUBATE

I droni **Whoop** hanno eliche intubate, un design che se ben progettato risulta più efficiente di quello classico ad eliche libere, ma ha lo svantaggio di rendere il drone più sensibile al vento, più pesante e più rumoroso.



FISICA DEL TUBO

La pressione maggiore si verifica sull'estremità della pala. Ciò dimostra che il condotto riduce le perdite d'estremità in modo che l'elica possa produrre la massima spinta.

(Image courtesy Priatmoko e Nirbito)

Racer, Freestyle e Cinematic

RACER

Progettati per la massima velocità e agilità, sono caratterizzati da un rapporto potenza/peso estremamente alto grazie all'uso di motori ad elevato regime di rotazione e tensioni elevate di batteria. Hanno generalmente settaggi di **PID Tuning** molto reattivi per permettere di pilotare ad alta velocità e **camera FPV inclinata anche oltre 60°** per mantenere un assetto molto inclinato in avanti e favorire la velocità elevata durante la gara.

Generalmente hanno un frame leggero a X e, a parte nei circuiti professionistici con droni monotipo come la **DRL (Drone Racing League)**, le *build* sono abbastanza libere a parte alcuni parametri specificati nei regolamenti, come l'inclinazione dei motori e le dimensioni del frame.



FREESTYLE

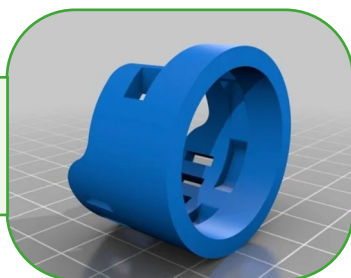
Stretti parenti dei droni Race, seguono una filosofia costruttiva finalizzata ad un tipo di volo ricco di evoluzioni, i **Trick**, sia in campo libero che in luoghi chiusi abbandonati, i **Bandi**.

Anche in questo caso si predilige un settaggio che dia rapide risposte ai comandi del pilota come nei Race, ma la *build* deve essere più solida e tipicamente protetta da stampe 3D in TPU per avere meno danni possibili dagli inevitabili crash che prima o poi avvengono contro i muri o il terreno.



SOPRAVVIVERE AI COLPI PIÙ DURI

Facendo freestyle, qualche crash è da mettere in conto. Per fortuna ci sono molti siti che propongono protezioni da stampare 3D per le parti più esposte, come i motori.



Cinematic

Questa classe di droni a eliche non intubate viene pilotata in modo da ottenere filmati di grande impatto visivo soprattutto in voli a media e lunga distanza, i cosiddetti voli **Mid Range** e **Long Range**.

Per il fatto di essere a notevole distanza, anche chilometri, dal pilota, **la build deve essere progettata avendo in mente l'autonomia** delle batterie e la sicurezza della ricezione del segnale del radio-comando, considerando il posizionamento dell'antenna ed eventualmente anche l'utilizzo di ricevitori diversity con due antenne.

La presenza di un sistema GNSS che permetta un RTH in caso di Failsafe è sicuramente consigliato. Le scelte costruttive si orientano su droni grandi, in media 7 pollici, per avere più massa e stabilità al vento, oppure piccoli e leggeri per avere più autonomia.

Naturalmente **il volo long e mid range FPV non può essere svolto nelle Open**, in quanto ricordiamo che l'osservatore non può essere utilizzato per aumentare il range dell'operazione, ma solo per aiutare il pilota la cui visuale è impedita dai visori VR. Sono quindi operazioni complesse anche dal punto di vista normativo oltre che tecnico.

Però le riprese **cinematic a corto raggio** sono possibili anche nelle Open (restando nel raggio visuale dell'osservatore) e sono ampiamente utilizzate nel cinema e nella TV, specialmente per le riprese molto dinamiche in cui l'operatore deve avere un preciso controllo della ripresa inseguendo soggetti in rapido movimento.



DINAMICHE E PRECISE

Le tecniche **FPV Cinematic** vengono sfruttate per le situazioni in cui bisogna seguire soggetti rapidi in movimento, mantenendo il miglior controllo possibile della ripresa video.

PIACIUTO L'ESTRATTO?
SCARICA L'EBOOK COMPLETO!



www.dronezine.it/libri

DRONEZINE
EDITORE