

Studi di Aerotopografia Archeologica

Archeologia Aerea 9¹⁵

a cura di
Giuseppe Ceraudo

Claudio Grenzi Editore

La fotografia aerea da aquilone per l'archeologia

Questo mio contributo tratterà di una tecnica di ripresa fotografica aerea, quella da aquilone, che vanta di lunga e gloriosa storia e che ancor oggi, nell'era dei droni, può continuare ad avere un suo ruolo in questo campo della fotografia così spettacolare e fondamentale anche per l'archeologia.

I pionieri della fotografia aerea con l'aquilone

L'uso dell'aquilone in fotografia fu preceduto in realtà da più di un secolo di applicazioni meteorologiche compiute a partire dalla metà del XVIII secolo da studiosi anglosassoni che usarono gli aquiloni per misurazioni di temperature e del vento in quota. Per inciso, è di questo periodo anche il famoso esperimento di Benjamin Franklin che permise di dimostrare la natura elettrica dei fulmini.

Non stupisce quindi che le prime foto aeree da una fotocamera (e non il fotografo...) sollevata da un aquilone furono effettuate nel 1886 da un meteorologo: l'inglese Douglas Archibald. Pochi anni dopo, nel 1888 anche il fotografo francese Arthur Batut riuscì a fotografare dall'aquilone la fattoria "En Laure" nella cittadina di Labruguière, nella regione di Tolosa, dove abitava. La tecnica fu davvero innovativa: Batut usò un aquilone di carta rinforzata a rombo di 2,50 x 1,75 m, la fotocamera fu costruita in legno leggero con un negativo su vetro di 9 x 12 cm e lo scatto ritardato fu ottenuto bruciando una miccia di lunghezza calcolata! Descrisse i suoi primi tentativi in un articolo che uscì su *"Nature"* l'anno successivo con due foto aeree scattate da circa 80 e 130 m straordinarie per l'epoca, tant'è che M.G. Tissandier il direttore della già prestigiosa rivista scrisse personalmente a Batut per incoraggiarlo a continuare i suoi tentativi. Batut era un fotografo appassionato di storia e di archeologia e a lui dobbiamo anche la prima pubblicazione, nel 1890, di un libro dedicato interamente alla tecnica della fotografia dall'aquilone dal titolo: *"Photographie aérienne par cerf-volant"*.

Così nell'ultimo decennio dell'800 diversi fotografi, francesi inglesi e americani, cominciarono a cimentarsi con successo nella fotografia aerea da aquilone, parallelamente allo sviluppo di nuove forme di aquilone come il *"box kite"*: un aquilone molto stabile e con una notevole capacità di sollevamento, inventato nel 1893 dall'ingegnere australiano Lawrence Hargrave. Nel 1891 Emilie Wenz scattò la celebre fotografia della spiaggia di Berk durante un raduno di aquilonisti adepti di Batut. Poi, nel maggio 1885 un giornalista americano di Bayonne (New Jersey) W.A. Eddy ottenne la prima foto aerea da aquilone nel nuovo mondo, mentre pochi mesi dopo G.T. Woglom, un suo conterraneo, realizzò una serie di foto aeree della città di New York in lastra di vetro del formato 16,5 x 21,5 cm con una buona definizione.

Il XX secolo si apre con importanti progressi: in Russia nel settembre del 1902 l'ingegnere R. Thiele mise a punto un sistema di ripresa panoramica, composto da sette fotocamere formato 12 x 12 cm assemblate in un'unica struttura e sollevate da un treno di sei aquiloni a cella ideati pochi anni prima dal francese Lecornu, con il quale

* Soprintendenza Archeologia della Toscana;
opaxir@gmail.com
Fotografia aerea Fotogrammetria 3D & GIS
Web Foto: <https://www.flickr.com/photos/opaxir/>
Web 3D: <https://sketchfab.com/opaxir/models>



1 - G. Lawrence, foto panoramica aerea di San Francisco colpita dal terremoto nel 1906.

realizzò delle impressionanti foto panoramiche. Il dispositivo montava delle ottiche grandangolari Zeiss e fu battezzato "*Panoramographe*". Negli USA, nel 1905, fu sperimentata per la prima volta da G. Lawrence la fotografia aerea da una nave, la USS Maine, con l'uso di aquiloni di forma esagonale ideati da Conyne. Sempre G. Lawrence ottenne una grande popolarità nel mondo da una famosissima foto panoramica aerea di San Francisco colpita dal terremoto nel 1906 (fig. 1). Nell'aprile del 1907, ancora Batut, realizza la prima foto aerea stereoscopica che dimostrò le potenzialità di questa tecnica nell'analisi della superficie terrestre.

La consacrazione della fotografia aerea da aquilone avvenne, si può dire, nell'agosto del 1912 durante il "*Concours international de Cerfs-Volants scientifiques et militaires*" forse la più grande manifestazione mai realizzata nella storia degli aquiloni e che vide un incredibile successo di partecipanti e di pubblico.

I pionieri della fotografia aerea con il pallone areostatico

Alla metà del XIX secolo compie i primi passi anche la fotografia aerea da pallone areostatico ma in questo caso si parla di fotografo a bordo, quindi con la necessità di attrezzature ben più costose ed ingombranti che non l'aquilone. Con questo mezzo Nadar, un fotografo parigino, nel 1858 scatta sul Bois de Boulogne a Parigi la prima foto aerea della storia!

Queste prime fotografie di Nadar non esistono più e quindi la fotografia aerea più antica visibile ancora oggi è quella scattata da James Wallace Black e Samuel Archer King il 13 ottobre 1860 intitolata "Boston, as the Eagle and the Wild Goose See It" e ritrae Boston da una altezza di 630 m. Negli ultimi decenni del XIX sec. l'uso dei palloni areostatici frenati si diffonde in Europa e negli Stati Uniti soprattutto per usi militari cosicché in Italia nel 1885 nasce a Roma, in seno all'esercito, una "Sezione Aerostatica" dotata di due palloni. Ciò porterà nel 1896 anche all'istituzione del "Servizio fotografico militare" che si occuperà da lì in poi specificatamente di riprese aeree portando in poco tempo l'Italia fra le nazioni più avanzate nel settore.

In questo contesto è significativo ricordare la collaborazione fra gli "aerostieri" del Genio Militare comandati dal Capitano Maurizio Maio Moris e l'architetto Giacomo Boni che portò alla pionieristica documentazione fotografica aerea compiuta sugli scavi nel Foro Romano e sul Palatino a partire dal 1899 e fino al 1911, una delle primissime applicazioni della fotografia aerea all'archeologia.

Il XX secolo si apre con lo storico volo dei fratelli Wright nel 1903 con il "Flyer" che segna l'avvento sulla scena del mezzo aereo "più pesante dell'aria". Così l'aereo, con una rapida evoluzione tecnologica, fomentata soprattutto dalle due guerre mondiali, si affermerà definitivamente nel corso dei decenni successivi incidendo profondamente, da allora, sulla storia di tutta l'umanità. Ovviamente anche la fotografia aerea approfitterà di questo nuovo mezzo relegando ben presto la fotografia da aquilone e da pallone nell'ambito di uno sparuto gruppo di bizzarri, romantici appassionati.

Il ritorno dei KAPers

Con questo acronimo KAP a partire dagli ultimi due decenni del XX secolo si intende la Kite Aerial Photography, e i KAPers ne sono gli artefici! L'interesse per l'aerofotografia da aquilone riprende negli anni '80 del secolo scorso sia in Europa che in USA grazie alle iniziative e all'entusiasmo di personaggi come: G. Rivals co-fondatore nel 1979 della CVCF (*Cerv-Volant Club de France*); del belga J. Durieu promotore della KAP e KAPer lui stesso, della NCB (*Neuf Cerv-Volant Belgium*); di M. Duszarek e G. de Beaufort che creano nel 1985 la KAPWA (*Kite Aerial Photography Worldwide Association*). Sempre nel 1985, grazie alla passione e competenza di S. Negre, va ricordata la nascita a Labruguière (Francia) di un museo dedicato alla figura di Arthur Batut, come abbiamo visto uno dei pionieri più noti della KAP.

Nel 1989 si tiene in Giappone il primo congresso sulla KAP e nel 1994 l'AKA (*American Kite Association*) creano il periodico "Aerial Eye" che in 5 anni di vita produsse 18 numeri che ospitarono i preziosi contributi di ben 96 KAPers sparsi per il mondo con ricche informazioni sia tecniche che storiche.

La KAP dopo la rivoluzione della fotografia digitale e l'avvento del web

Il primo decennio del XXI secolo, sull'onda dell'era informatica, vede il prepotente affermarsi della fotografia digitale: una vera rivoluzione che in neanche un decennio rende definitivamente obsoleti i tradizionali ferri del mestiere di ogni fotografo dal professionista al semplice appassionato. La pellicola chimica in questi anni viene rapidamente sostituita dai sensori elettronici CCD o CMOS tanto da scomparire addirittura come prodotto commerciale di massa. Scompaiono marchi storici della fotografia chimica come Kodak e Polaroid e le fotocamere digitali, sempre più compatte o addirittura integrate nei telefoni cellulari, con funzioni e possibilità impensabili nell'era analogica, diventano prodotto di massa. La "camera oscura" dove intere generazioni di fotografi si sono pazientemente formati e scontrati: dissolta semplicemente fra gli eteri pixel di Photoshop.

La fotografia digitale oggi avendo abbassato enormemente i costi di produzione dell'immagine e azzerato i tempi di fruizione fa parte direi oramai "ovvia" del quotidiano di... un miliardo di persone? Forse anche di più se pensiamo che nel 2015 gli iscritti a Facebook hanno superato il miliardo e mezzo e i possessori dei soli smartphone hanno infranto la barriera dei due miliardi. Tutte persone che scattando un'immagine in qualsiasi momento della loro giornata in qualsiasi luogo essi si trovino possono conservarla e/o condividerla, praticamente in tempo reale grazie alla rete dei social networks ed app tipo "Instagram", con il mondo intero! Assistiamo quindi al trionfo indiscusso della "fotografia amatoriale" mentre parallelamente quella "professionale" e quella "artistica" stanno diventando settori di nicchia sempre più ristretti dovendo fronteggiare una spietata concorrenza e al tempo stesso un calo drammatico della domanda.

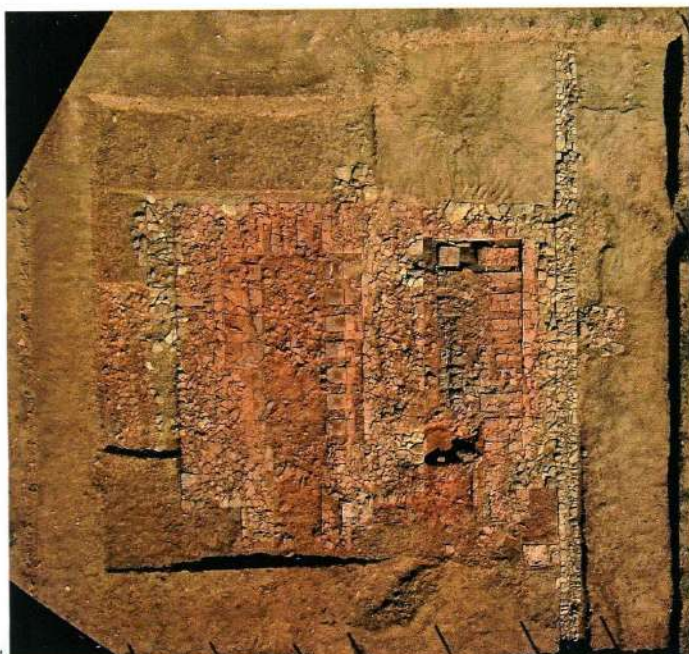
In questo nuovo contesto tecnologico e di costumi sociali anche la KAP subisce radicali e positivi cambiamenti che ne rendono possibile una diffusione non certo di massa, ma comunque non paragonabile ai ristretti numeri del periodo analogico. Oggi è possibile trovare in rete tutte le informazioni necessarie per cimentarsi in questo



2



3



4



5



6

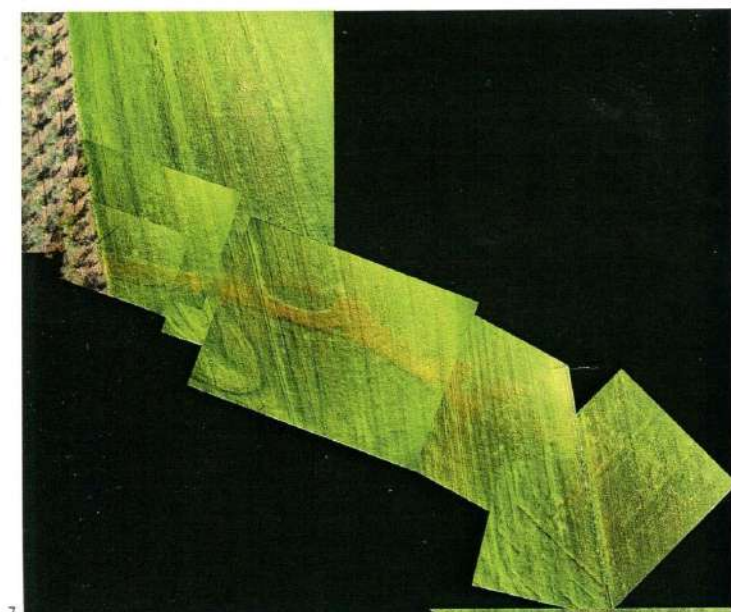
2 - Alberese (GR). Scavo dello *Spolverino*, sito portuale romano (I-V sec. d.C.) sulle rive del fiume Ombrone; ottobre 2013 (Sony Nex-5n).

3 - Vignale (LI). Scavo della *Mansio* sull'antica Aurelia (Uni SI) di età Augustea-Tiberiana, ottobre 2009, (Ricoh GX200).

4 - Vignale (LI). Scavo della *Fornaci di Antioco* (I sec. d.C.) nei pressi dell'antica Aurelia (Uni SI), ottobre 2009 (Ricoh GX200).

5 - Orvieto (TR). Scavo del *Fanum Voltumnae* (Uni PG) periodo etrusco e romano: complesso termale romano di età Augustea, agosto 2015 (Sony ILCE-5000).

6 - Orvieto (TR). Scavo del *Fanum Voltumnae* periodo etrusco e romano: tempio etrusco, agosto 2015 (Sony ILCE-5000).



7



8



9



10

7 - Aiali (GR). Sito romano (I-VI sec. d.C.): fotomosaico diacronico dei cropmarks apparsi nelle primavere 2007-2008 e utilizzato per la procedura di "vincolo archeologico" del sito.

8 - Roselle (GR). Cropmarks pianura SW (cronologia ignota), maggio 2009 (Ricoh GX200).

9 - Alberese (GR). Cropmark sito romano alla foce dell'Ombro (II sec. a.C. - V sec. d.C.?), settembre 2011 (Ricoh GX200). Foto che ha permesso di identificare un sito inedito adesso in corso di scavo.

10 - Roselle (GR). Cropmark sito campo delle conce (cronologia ignota), ottobre 2015 (Sony Nex-5n).

affascinante campo della fotografia ed esistono anche pubblicazioni e negozi specializzati per le attrezzature per cui diventare un KAPer non è né difficile, né costoso: si possono già ottenere i primi risultati semplicemente con una fotocamera anche sotto i 100 euro ed un aquilone dello stesso costo! Basti pensare all'abisso che oramai ci separa da un Arthur Batut che per ottenere un solo scatto accendeva la miccia e doveva far alzare un grande aquilone necessario a sollevare un'attrezzatura di qualche kg. Oggi possiamo facilmente far volare con un aquilone di pochi metri quadri, indistruttibile e facilmente trasportabile, una compatta di 250 grammi o anche meno, dove impostiamo l'intervallometro da menù e che produrrà, ad un costo irrisorio, centinaia di foto aeree di ottima qualità in appena una decina di minuti...

Per farsi un'idea della diffusione e dell'alto livello qualitativo raggiunto dai KAPers di oggi basta visitare nelle pagine di "Flickr" (il più noto e frequentato social network dedicato specificamente alla fotografia) il gruppo di riferimento per la KAP ovvero: "*Kite Aerial Photography (KAP)*" che nasce nel luglio del 2009 e ad oggi (aprile 2016), conta più di 2400 membri e raccoglie quasi 36.000 foto aeree rigorosamente scattate con l'uso dell'aquilone: www.flickr.com/groups/kiteaerialphotography. In questo gruppo compaiono veri e propri maestri della KAP con foto davvero straordinarie. Voglio citarne almeno qualcuno di quelli che ammiro maggiormente, ma la selezione è del tutto personale e sicuramente sarebbe impossibile stilare una classifica di bravura all'interno del gruppo visto l'altissimo livello raggiunto da molti KAPers. Ecco comunque la lista, diciamo, dei miei *KAP guru*: Pierre Lesage; Françoise Levalet; Ningaloo; Michael Layefsky; Ramon Pallares; Cris Benton; Rob Huntley; Scott Haefner; Nick Russell; Ylorgos Teo; Timo Noko; Brooks Leffler; Andrea Casalboni; Nicholas Chorier; Craig Wilson; Tom Kisjes; Gerrit Bart Volgers; Hamish Fenton; Bill Blake.

KAP per l'Archeologia

La foto aerea per l'archeologia, abbiamo visto, vanta di una lunga tradizione essendo utilizzata proficuamente sin dai suoi esordi sia nel campo del rilievo archeologico che in quello della "*aerial survey*", ovvero della ricerca dall'alto delle tracce antropiche del passato che possono portare alla individuazione di nuovi siti e, più in generale, alla comprensione diacronica dell'utilizzo e conseguenti trasformazioni del territorio da parte delle comunità umane che ivi si sono via via succedute.

Oggi a queste due utilizzazioni se ne aggiunge una terza molto importante che è quella della "*comunicazione*" del sito archeologico visto nel suo contesto geografico ai fini della sua fruizione pubblica che innesca poi, processi economici con ricadute positive sia per il sito che per il suo contesto territoriale. La consistenza della fruizione pubblica è sostanzialmente collegata anche all'aspetto della tutela del sito stesso: un sito diciamo famoso e quindi frequentato, a differenza di siti marginali, può normalmente contare di cospicue risorse per la sua sopravvivenza anche se questo, lo vediamo purtroppo negli ultimi tempi in certi contesti, può farlo diventare un facile bersaglio per la furia distruttrice di stampo terroristico, sempre alla ricerca di una visibilità mediatica globale. In generale comunque la pubblica consapevolezza dell'importanza e della fragilità di moltissimi siti nel mondo è di fatto la chiave della loro sopravvivenza attraverso le generazioni. E l'archeologia aerea, con il suo impatto spettacolare può giocare un ruolo fondamentale in questa sfida.

Sempre su Flickr esiste dall'agosto 2010 il gruppo "*Aerial Archaeology*" https://www.flickr.com/groups/aerial_archaeology/ che raccoglie i contributi di questa disciplina da tutto il mondo e dove partecipano numerosi KAPers.

Le caratteristiche e le tecniche della KAP

L'aquilone rappresenta di fatto una piattaforma efficace e molto economica per la ripresa aerea che, sia pure con i suoi limiti, può essere proficuamente sfruttata ai fini archeologici. La "*conditio sine qua non*" è ovviamente la presenza di vento e di

spazi aperti necessari al decollo in sicurezza dell'aquilone prima e della fotocamera poi, infatti questa normalmente si fissa con sistema di aggancio basculante (rig) al cavo (line) che tiene l'aquilone e viene fatta salire alla quota desiderata semplicemente rilasciando la line. Questa fondamentale limitazione dell'uso degli aquiloni ne impedisce in pratica l'uso in ambienti quali quello urbano, nelle aree con vegetazione arborea e nelle zone basse, tipo i fondovalle, specie di regioni dal rilievo tormentato a causa delle turbolenze che si possono qui innescare rendendo impossibile o molto instabile il volo. Riguardo all'ambiente urbano e anche alle foreste esistono in realtà molti esempi anche notevoli di KAP: si tratta in questi casi di trovare un'area libera, magari più elevata, posta ad un certa distanza sopravvento al soggetto. Gli aquiloni infatti salgono non perpendicolarmente ma seguendo un percorso inclinato mediamente diciamo sui 40° , ma dipende molto dal tipo di aquilone e dalle condizioni del vento (rapporto fra le componenti verticali e orizzontali del vettore), per cui, per fare un esempio, ammettendo di avere a disposizione una line di 200 m dalla fotocamera all'operatore, usando le formule trigonometriche, potrò centrare un soggetto, con una foto zenitale, alla distanza massima di circa 150 m da una quota di circa 130 m. Considerando di usare un grand'angolo tipo 24 mm (eq. 35) con un sensore APS-C coprirò da questa quota un'area di circa 190×125 m ovvero un'area di 2,4 ha.

Le condizioni ideali per l'uso dell'aquilone nella fotografia aerea sono: le zone costiere dove nei mesi estivi si può contare sulle prevedibili e costanti brezze di mare; le zone coltivate di pianura aperta; le aree sommitali o di crinale di regioni collinari o montane quando libere da vegetazione arborea. In ogni caso è consigliabile indagare preliminarmente sulle condizioni di vento nell'area prevista per una campagna di KAP e servirsi per la sua pianificazione delle previsioni meteorologiche a breve termine (entro i 3 giorni), rilasciate da vari enti sia locali che nazionali: queste permettono di prevedere con buona attendibilità le condizioni meteorologiche, in particolare direzione ed intensità del vento, nell'area interessata.

Attrezzatura per la KAP

Questa si compone essenzialmente dei seguenti elementi: A) aquilone (kite); B) cavo (line); C) avvolgicavo (winder o reel); D) sistema di sospensione della fotocamera (rig); E) fotocamera (camera).

A) Aquilone

Esiste in questo campo una tipologia molto diversificata e non è facile orientarsi. Un buon aquilone per la KAP deve essere facile da usare, stabile nel volo, con un buon tiro (lift) e ovviamente proporzionato al peso dell'attrezzatura e alle condizioni operative di vento. Gli aquiloni che soddisfano queste caratteristiche sono tutti nella tipologia cosiddetta a "monofilo" i più semplici e i primi ad essere stati realizzati. La scelta dipende sostanzialmente da due fattori principali: il peso dell'attrezzatura e le condizioni di intensità del vento in cui normalmente si pensa di operare. Il peso dell'attrezzatura può variare da 300 g o anche meno nel caso di fotocamere compatte e rig molto semplici fino al kg e oltre se si pretende di far volare una reflex digitale (DSLR) con un rig complesso. Personalmente preferisco stare nella parte bassa del range (500-700 g) perché tutto è più facile, veloce e meno costoso. La forza del vento è una variabile insidiosa anche se in genere prevedibile.

Diciamo subito che non esiste un kite buono per tutte le condizioni ma, dovendo iniziare con un modello conviene sceglierlo per venti medi o medio leggeri (8-15 kn orientativamente) che sono poi le condizioni operative più frequenti. Un'altra opzione da considerare è quella fra i "framed kites" e i "soft kites" ovvero fra aquiloni con telaio rigido fatto di stecche da assemblare sul momento e aquiloni senza telaio che prendono forma grazie al vento. I framed hanno di solito un angolo di volo maggiore ($50-80^\circ$) e alcuni modelli sono specifici per condizioni estreme di vento: vento leg-



11 - Vulci (VT). Cropmarks abitato etrusco-romano collina Sud, maggio 2009 (Ricoh GX200).

gero (es. *Dopero*) o vento forte (es. i *box kites* o i *delta*). Lo svantaggio di questo tipo di kites è il costo maggiore e i tempi operativi richiesti dal montaggio e smontaggio. I soft kites, dal canto loro, con la loro struttura cassonata senza stecche sono facili da trasportare e veloci da usare, relativamente economici, molto stabili e anche con un'ottima capacità di lift volando, però, ad angoli nettamente minori (30-50°). Ecco di seguito i modelli più usati fra i KAPers ma in questo campo esiste ancora un ampio margine per la sperimentazione! Fra i framed kites:

Dopero: ne esistono diverse versioni dai 3 ai 6 mq, aquilone molto stabile e potente adatto a venti leggeri presenta un buon angolo di volo. Svantaggi: range di vento ristretto, montaggio macchinoso e messa a punto complessa.

Rokkaku: robusto e più semplice del precedente vola bene in venti medio leggeri, buon lift e angolo.

Kiwi Delta: ideale per venti costanti medio forti (15-40 kn), vola stabile e con un discreto angolo.

Fled: per venti medio leggeri, veloce da assemblare e non richiede aggiustamenti sulle briglie, ottimo angolo ma non molto potente, adatto per piccole fotocamere.

Sled: aquilone molto versatile, un buon compromesso fra potenza, angolo di volo e range di utilizzo. Non è il massimo in fatto di stabilità, le oscillazioni possono però essere attenuate con l'uso di una coda. Preferibili quelli di dimensione medio grande con tre camere.

Fra i soft kites:

Peter Lynn Pilot Kite: molto popolare fra i KAPers per la sua potenza e l'ampio range di vento nel quale può essere utilizzato. Esiste una versione di 6 mq con un lift eccezionale.

ITW Ultrafoil: erede del famoso "*Sutton Flowform*" non più in produzione, ottimo kite per KAP, offerto in due misure vola in modo stabile con un angolo relativamente alto per un soft kite e si adatta ad un buon range di vento.

KAP Foil: concepito espressamente per la KAP è un classico soft kite molto potente e offerto in tre misure per soddisfare qualsiasi richiesta di lift anche con venti leggeri.

B) Line

Le caratteristiche della line da considerare sono: il carico di rottura, il diametro e lunghezza. Il carico di rottura è fondamentale per la sicurezza del volo e per questo conviene seguire le indicazioni del costruttore dell'aquilone che, nel dato fornito in kg o Lb, valuta la forza massima del kite al limite del range di vento consigliato più un margine cautelativo almeno del 100%. Per farsi un'idea un kite di media dimensione dai 2.5 ai 4 mq necessita a secondo dei modelli di una line con carichi di rottura dai 100 ai 150 kg.

Soddisfatto questo primo criterio il mercato propone a parità di carico line con differenti diametri a seconda del materiale utilizzato, per rimanere nell'esempio precedente avremo un range da 1 mm per fili in Dyneema ovviamente molto più costosi, fino ai 2-3 mm per normali fili in dacron. La scelta di una line più sottile in Dyneema ha senso solo se si necessita di lunghezze estreme ovvero dai 300 ai 600 m dove un minor diametro implica un minor effetto vela della line (questo riduce l'angolo di salita) e un minor ingombro nel winder. Lavorare con una line da 1-1,5 mm significa anche non poterla recuperare a mano, con vento teso, neanche con i guanti e quindi bisogna prevedere un winder adeguato tipo mulinello da pesca (reel).

La lunghezza della line deve tener conto ovviamente delle quote massime alle quali si vuole operare, normalmente per la KAP anche in campo archeologico si opera entro i 100 m di quota per cui siamo ad una distanza di circa 200 m dalla fotocamera all'operatore, considerando un angolo di salita sfavorevole di 30°. A questi 200 m va aggiunta però una lunghezza sufficiente per consentire al kite di raggiungere una quota di sicurezza, con vento stabile e di forza adeguata, prima di agganciare la fotocamera alla line. In condizioni normali di vento può bastare una quota di 30-50 m ma con turbolenze dovute all'orografia e/o venti leggeri può essere necessario far salire il kite anche di 100 m e oltre prima di trovare un tiro stabile! Quindi in definitiva si può optare per una line fra i 200 e i 300 m complessivi a seconda dell'angolo di salita del nostro aquilone.

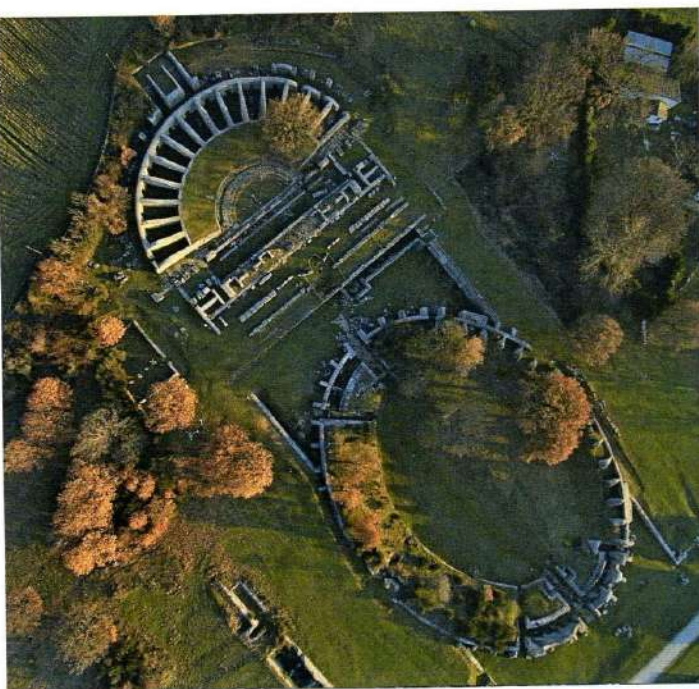
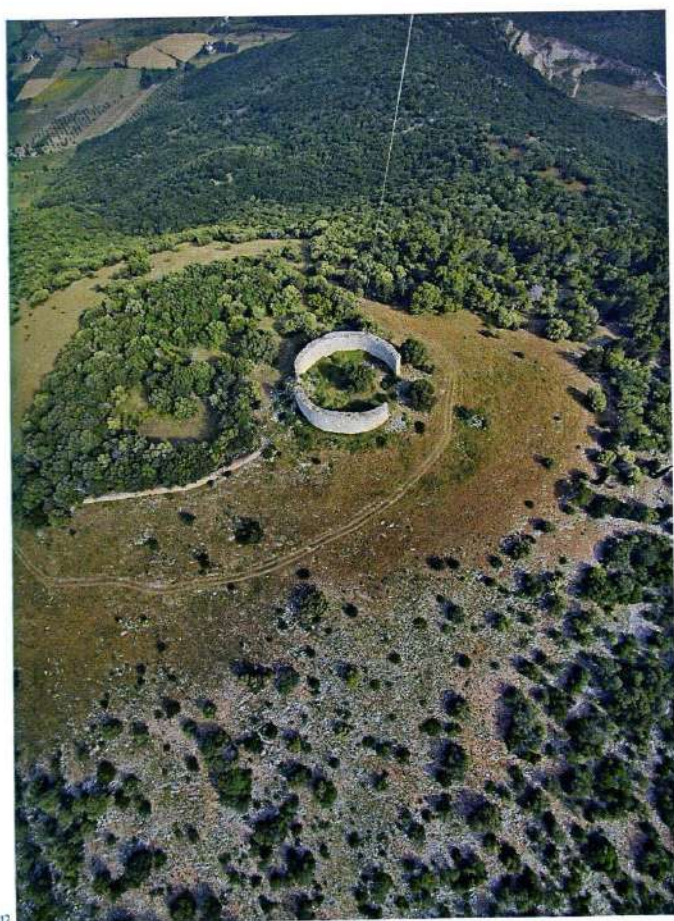
C) Winder / Reel

Il più semplice ed economico è quella tavoletta allungata a forma di H derivata dalla spoletta dei telai antichi; questo sistema è però poco funzionale soprattutto nel rilascio della line. Oggi più comunemente si preferisce un winder ad anello di 20-30 cm di diametro con bordi rialzati dove viene avvolta a mano la line. Il rilascio della line non pone problemi se non stare attenti a non farsi strappare di mano il winder in caso di vento teso. Lo stop dello scorrimento si ottiene fissando la line a qualche supporto esterno o ancorando la line ad una zavorra a terra. Infine si recupera pazientemente riavvolgendo la line sull'anello oppure recuperando a mano velocemente la line e riavvolgerla poi in un secondo tempo con la fotocamera e il kite già a terra. Una variante più evoluta vede l'anello fornito di un'impugnatura ruotante su un perno anch'esso impugnabile, questo consente un recupero facilitato e anche una capienza di filo maggiore.

La scelta di un reel fra i marchi della pesca sportiva per la gestione della line è certamente la soluzione ottimale, anche se costosa. I reels sono progettati per rilasciare e recuperare velocemente e in modo controllato, agendo su una frizione e sul rapporto di riduzione, una line anche di 1000 m sotto carico (il pesce) senza doverla mai toccare. Il problema è che per la gestione di un kite bisogna necessariamente orientarsi sui modelli più robusti, quelli concepiti per il cosiddetto "Big Game" cioè per pesci di grossa taglia, che hanno costi assai elevati intorno al migliaio di EU.

D) Rig

Con questo termine si intende tutto il sistema di aggancio e sospensione della fotocamera alla line con l'obiettivo di mantenere la medesima, indipendentemente dall'inclinazione della line, con un'orientazione il più possibile stabile ed in bolla in modo poi, attraverso la regolazione dell'inquadratura, di ottenere immagini o zenitali od oblique con l'angolo scelto, ma con la linea d'orizzonte appunto orizzontale.



12 - Poggio di Moscona (GR). Abitato fortificato d'altura (età del Bronzo-Medioevo), giugno 2012 (Olympus E-PM1).

13 - Carsulae (TR). Teatro e anfiteatro della città romana di Carsulae sulla via Flaminia (periodo romano), gennaio 2009 (Ricoh GX200).

14 - Castelsecco (AR). Città etrusca e romana con circuito murario, dicembre 2014 (Sony ILCE-5000).

13

14



15



17



18

15 - Rusellae (GR). Anfiteatro della città romana, febbraio 2009 (Ricoh GX200).

16 - Pisa. Tumulo etrusco di San Jacopo (VII sec. a.C.), settembre 2014 (Sony NEX-7).

17 - Baratti (LI). Necropoli etrusca di San Cerbone (VII-VI sec. a.C.), maggio 2014 (Sony Nex-5n).

18 - Mazzarino (CL). Basilica paleocristiana di Sophiana (IV-VII sec. d.C.), settembre 2010 (Ricoh GX200).

Il metodo più collaudato per ottenere questo risultato è la cosiddetta sospensione "*pica-vet*" ovvero due bracci rigidi incrociati, o anche una piastra rettangolare, con agli estremi 4 piccole carrucole dove scorrono i 4 fili di sospensione fissato con gli estremi alla line. Questo sistema grazie al peso della fotocamera, fissata in genere su una culla orientabile secondo due assi di rotazione, la mantiene, nei limiti imposti dalle inevitabili oscillazioni della line, nella posizione voluta. Inoltre questo tipo di rig si presta ad essere motorizzato e comandato da terra dall'operatore che può essere anche in grado, grazie a trasmettitori video miniaturizzati collegati alla fotocamera, di vedere in tempo reale su un piccolo monitor quello che inquadra la fotocamera ed agire di conseguenza. In questo modo il KAPer ottiene il controllo completo della fotocamera sia per quanto riguarda l'inquadratura che per lo scatto.

Una soluzione semplificata e certamente anche più leggera è quella di un rig composto da una stecca piatta di alluminio di almeno 60 cm con il fissaggio della fotocamera ad un'estremità (magari attraverso una testa sferica) e dall'altra imperniata ad una piastra solidale con la line in modo da costituire un sistema basculante che per gravità mantiene la fotocamera nella posizione voluta, zenitale od obliqua. Posizione però in questo caso non più modificabile una volta in volo.

In questo campo stiamo assistendo in questi anni ad una incredibile e molto sofisticata evoluzione tecnologica che è quella messa a punto e già adottata dai droni di fascia medio alta ovvero il cosiddetto "*gimbal*": un sistema cioè che, grazie a sensori di inclinazione interfacciati a servomeccanismi di regolazione guidati da un processore, è in grado di mantenere la culla della fotocamera in bolla compensando, in tempo reale, ogni perturbazione esterna. Il gimbal può essere utilizzato senza problemi anche nella KAP con indubbi vantaggi come dimostrano già le prime sperimentazioni.

E) Fotocamera

Il mondo delle fotocamere digitale è oramai da diversi anni in continuo fermento e diversificazione per cui la scelta di una fotocamera per la KAP non è né semplice né definitiva. Si può cominciare con camere compatte ed economiche ottenendo già buoni risultati. Alcune di queste addirittura possono essere controllate in remoto da uno smartphone così da ottenere in modo semplice e relativamente economico quel controllo remoto dell'inquadratura e dello scatto che per macchine professionali rappresenta un traguardo complesso e costoso da raggiungere.

Non dimentichiamo che nella fotografia in generale la qualità dell'immagine è importante se non, in molti casi, fondamentale. Non dimentichiamo che nella KAP anche il peso è determinante per cui le migliori fotocamere in questo campo sono quelle che riescono a coniugare la qualità con la leggerezza. Per la qualità bisogna orientarsi verso fotocamere con sensori di grande dimensione a partire dai formati "*Micro Four Third*" (17,3 x 13 mm) e APS-C (25,1 x 16,7 mm) per arrivare, oggi almeno, al "*Full Frame*", ovvero alle dimensioni del vecchio fotogramma chimico 35 mm di dimensione 36 x 24 mm. Si potrebbe procedere anche oltre verso i sensori di medio formato ma per ora, sia i costi esorbitanti che il peso ragguardevole di queste fotocamere, tipo Hasselblad per intendersi, ne limitano fortemente l'uso nel nostro campo. La qualità riguarda ovviamente anche quella delle ottiche e in questo campo è preferibile avere una fotocamera con ottiche intercambiabili ed orientarsi su focali fisse, anziché zoom, di fascia alta perché queste fanno la differenza.

Il peso è l'altra variabile importante di cui tener conto. Oggi la miniaturizzazione delle componenti della fotocamera come la sostituzione frequente dei metalli con le materie plastiche consente di ridurre di molto i pesi, a parità di qualità, rispetto alle fotocamere dell'era chimica comunque esistono ancora grandi differenze che vanno attentamente valutate. In testa alla graduatoria per leggerezza nelle fotocamere digitali vengono le cosiddette "*compatte*" che, utilizzando piccoli sensori e quindi piccoli obiettivi (di solito zoom non intercambiabili) riescono a contenere i pesi generalmente fra i 100 e i 200 g. Questo vantaggio si paga con una inferiore qualità dell'immagine ed anche con una semplificazione a volte eccessiva delle funzioni della fotocamera. Una soluzione quindi amatoriale, economica, buona per iniziare ma che lascia presto insoddisfatti.

La categoria successiva in termini di peso, diciamo dai 300 ai 600 g ottica compresa, è quella delle cosiddette "mirrorless", fotocamere che hanno abbandonato il tradizionale sistema "reflex" nato già a fine '800 ma esploso con le reflex 35 mm compatte ideate da alcune case giapponesi del secondo dopoguerra (Pentax, Nikon, Olympus). Questo sistema, grazie ad uno specchio retrattile, ha il grande vantaggio di poter vedere l'inquadratura dalla stessa lente che produrrà l'immagine e quindi questa sarà fedelissima all'inquadratura medesima. Nelle mirrorless l'immagine prodotta dal sensore la vediamo in continuo su uno schermo LCD del mirino interno e/o esterno e ciò rappresenta un indubbio vantaggio tecnologico di queste fotocamere perché potendo avvicinare il sensore all'ottica si possono progettare, mantenendo la stessa qualità, ottiche più compatte rispetto ad una reflex e pur sempre intercambiabili. Inoltre non essendo più presente lo specchio, con il suo sistema meccanico di ribaltamento, le mirrorless sono più leggere e si semplificano, permettendo di abbassare significativamente i costi. Il successo di queste fotocamere, introdotte inizialmente da Olympus, Panasonic e Sony che oggi propone anche dei modelli mirrorless full frame, ha costretto i big del settore (i.e. Canon e Nikon) a rincorrere il mercato proponendo anch'esse questa tipologia.

Infine veniamo alle reflex digitali dette anche DSLR (*Digital Single-Lens Reflex*) che rappresentano oggi la fascia medio alta del mercato con modelli di punta full frame decisamente professionali, ricchi di funzioni e di indubbia qualità potendo contare anche su corredi di ottiche molto diversificati. Per la KAP si possono certamente usare ma il peso sale (qui siamo dai 500 ai 1000 g) e con esso il peso e i costi di tutta l'attrezzatura nel suo complesso.

Ottiche, tempi di scatto e intervallometro per la KAP

La scelta delle ottiche più idonee per la KAP deve ricadere nell'ambito dei grandangolari (*wide lens*) sia per motivi di campo visivo abbracciato che per il fatto che si riducono, in funzione della corta distanza focale, i problemi connessi al mosso nelle fotografie. D'altra parte le ottiche wide, specie quelle estreme come al limite i cosiddetti "fish eye", producono distorsioni geometriche dell'immagine, non sempre facilmente correggibili, che ne sconsigliano l'uso nel caso di fotografie utilizzate per il rilievo archeologico. Un buon compromesso fra angolo di campo, distorsione e peso lo si trova generalmente nelle due focali classiche del 28 mm e del 24 mm (35 mm eq.). Almeno una di queste non può mancare nel corredo di un KAPer dedito all'archeologia aerea.

Anche con ottiche di tipo wide i tempi di scatto nella KAP devono comunque essere veloci, è sconsigliato scendere sotto 1/800 sec più sicuro 1/1000-1/1250 sec pena l'alta incidenza di foto mosse o micromosse dovute ai movimenti oscillanti e lineari della fotocamera. La scelta ottimale del tempo di scatto, si opera infatti normalmente con esposizione a "priorità di tempo" (modo S), viene poi dettata soprattutto dall'esperienza, dipendendo da numerosi fattori quali: il tipo di kite, le condizioni del vento, le caratteristiche del rig, l'ottica usata e il peso della fotocamera.

Una funzione importantissima, ma non sempre presente nelle fotocamere digitali, è quella dell'intervallometro (*time lapse*). Questa funzione permette di impostare da menù scatti in sequenza automatica ad intervallo fisso e configurabile, così per fare un esempio se configuro l'intervallo a 3 sec (nella KAP si usano solitamente intervalli da 1 a 10 sec) avrò nel tempo di durata del volo 20 scatti al minuto, 200 in 10 min; 600 in mezz'ora sempre ammesso di avere una scheda di memoria con una capacità sufficiente.

Il "time lapse" è molto utile nella KAP, che in questa modalità viene anche definita "autoKAP", perché consente all'operatore di non preoccuparsi dello scatto e di concentrarsi invece sul volo del kite e sulla posizione della fotocamera rispetto al soggetto. La capacità delle attuali schede di memoria consente poi, con questa tecnica, di operare sempre in ridondanza di scatti, potendo ottenere, come nell'esempio precedente, centinaia di scatti in campagne di volo anche inferiori ai 30 min. La ridondanza degli scatti è un parametro importante perché banalmente allarga la probabilità di trovare la foto giusta, anche inaspettata, in tutte quelle effettuate. Inoltre,

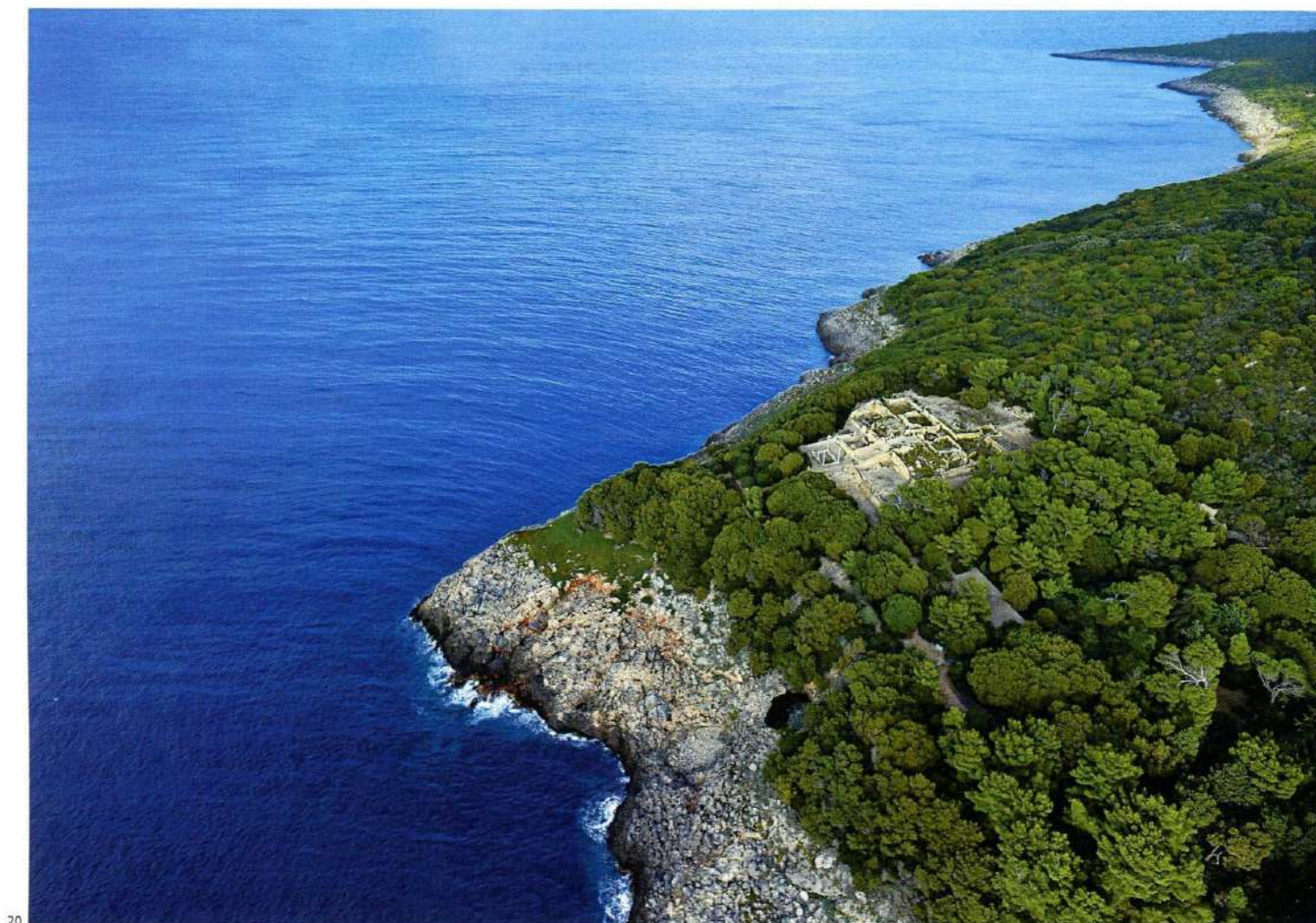


19 - Tarquinia (VT). Ara della regina (VI sec. a.C.), aprile 2015 (Sony NEX-7).

nel caso poi di utilizzare gli scatti per un rilievo di tipo fotogrammetrico dell'area inquadrata, i software che vengono utilizzati per questo tipo di restituzione (es. *Photscan*) necessitano proprio di decine se non centinaia di foto con alta percentuale di sovrapposizione fra gli scatti, quale appunto si ottiene con un time lapse di solito nel range fra 1 e 3 sec.

L'Archeologia Aerea con la KAP

A questo punto lascio parlare le immagini tratte dal mio repertorio e presentate in questo contributo, limitandomi nella didascalia ad una breve descrizione dei luoghi. I casi sono raggruppati in successione nei tre grandi temi dell'archeologia aerea ovvero: il rilievo e la documentazione di scavo; la survey aerea per l'individuazione di tracce antropiche e infine la documentazione e comunicazione del patrimonio archeologico.



20 - Isola di Giannutri (GR). Villa Domizia (I sec. d.C.), ottobre 2014 (Sony NEX-7).

Riusciranno gli aquiloni a sopravvivere nell'era dei droni?

Certo che sì! I droni rappresentano indubbiamente una nuova piattaforma assai appetibile per la fotografia aerea e questo per molti validi motivi, ma il fascino e l'emozione di far volare un aquilone, magari autocostruito, vederlo salire su sfruttando una forza della natura, credo lo preservi da qualsiasi rischio di estinzione.

Negli ultimi 5 anni i droni, detti anche *UAV* (*unmanned aerial vehicle*), hanno letteralmente invaso il mercato conquistando il favore di numerosi appassionati attratti non solo dalla possibilità di ottenere facilmente riprese aeree (video e foto), ma, semplicemente dal fatto di poter guidare a distanza una piccola, obbediente macchina volante, capace addirittura di tornare alla base da sola! Ma non sono tutte rose e fiori. Di seguito cercherò di elencare i pro e i contro di questo mezzo dal punto di vista di un KAPer.

Pros

A – versatilità d'uso: vanno dove vuoi tu; sono poco disturbati dal vento, se non è troppo forte e possono essere utilizzati con successo sia per fotografia, obliqua e zenitale, che soprattutto per i video.

B – nei modelli con navigazione assistita da GPS si possono pianificare a terra i punti di ripresa e quindi coprire efficacemente vaste aree a bassa quota con strisciate di fotogrammi da utilizzare poi per la costruzione di fotomosaici ad alta risoluzione. Inoltre questi droni hanno un sistema di sicurezza per il ritorno in automatico al punto di partenza.

C – possibile utilizzo anche nel settore del survey archeologico per l'esplorazione aerea di vaste superfici e di quelle difficilmente accessibili da terra.

Cons

A – nei modelli di fascia bassa più economici limiti sostanziali nella capacità di carico e nell'autonomia per cui si possono utilizzare solo con fotocamere compatte entro i 200 g di peso.

B – i modelli professionali di fascia alta con capacità di carico fino al kg e con autonomia di almeno 15 min sono molto costosi, come lo sono anche le batterie Li-Po che devono essere periodicamente sostituite.

C – è necessaria una notevole esperienza di guida per padroneggiare il mezzo ed evitare quindi incidenti pur sempre in agguato.

D – la complessità costruttiva e dei componenti espone questi mezzi a possibili malfunzionamenti o rotture che possono avere esiti disastrosi, o rendere necessarie costose verifiche e riparazioni.

E – in caso di crash si possono produrre danni anche gravi a terzi con spiacevoli conseguenze per cui è sconsigliato l'utilizzo in aree abitate e munirsi comunque di un'assicurazione.

F – proprio per questo ultimo fatto l'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile) ha emesso a partire dalla fine del 2013 un severo regolamento, poi rivisto nel corso del 2015, per i "mezzi aerei a pilotaggio remoto" che di fatto è molto restrittivo per le modalità di utilizzo e costoso per il pilota in quanto prevede la patente di volo e l'assicurazione obbligatoria.

Valutando queste considerazioni, sono in realtà felicissimo nel rimanere ancora sul lato romantico della disciplina.

Abbreviazioni bibliografiche

- RILEY 1987: D.N. RILEY, *Air photography and archaeology*, Philadelphia 1987.
- WILSON 2000: D.R. WILSON, *Air Photo Interpretation for Archaeologists*, Stroud 2000.
- GUAITOLI 2003: M. GUAITOLI (a cura di), *Lo sguardo di Icaro. Le collezioni dell'Aerofototeca Nazionale per la conoscenza del territorio*, Roma 2003.
- BROPHY, COWLEY 2005: K. BROPHY, D. COWLEY, *From the air: understanding aerial archaeology*, London 2005.
- MUSSON, PALMER, CAMPANA 2005: C. MUSSON, R. PALMER, S. CAMPANA, *In volo nel passato aerofotografia e cartografia archeologica*, Firenze 2005.
- CAMPANA, FORTE 2006: S. CAMPANA, M. FORTE (a cura di), *From Space To Place*, International Conference on Remote Sensing in Archaeology: Proceedings of the 2nd International Workshop, Rome (December 4-7 2006), Bar International Series, 2006.
- CERAUDO 2009: G. CERAUDO (a cura di), *100 anni di Archeologia Aerea in Italia*, Atti del Convegno Internazionale (Roma 15/17 aprile 2009) Archeologia Aerea 4'10 5'11, 2010.

Kite Aerial Photography. Bibliografia essenziale e risorse in rete

- BEAUFFORT, DUSARIEZ 1995: G. DE BEAUFFORT, M. DUSARIEZ, *Aerial Photography taken from a kite: Yesterday and Today*, Pitman 1995.
- BECOT 1995: C. BECOT, *Photographie Aérienne avec cerf-volant comment s'y prendre?*, 1995.
- TIELKES 2003: E. TIELKES, *L'œil du cerf-volant*, Weikersheim 2003.
- KAP @ FLICKR: <https://www.flickr.com/groups/kite-aerialphotography/pool/>
- AA @ FLICKR: https://www.flickr.com/groups/aerial_archaeology/pool/
- KAP BY BENTON: <http://kap.ced.berkeley.edu/>
- KAP BY CASALBONI: <http://www.kapcasalboni.it/index.html>
- BROOKES.COM: <http://www.brookes.com/newsite/home.html>
- KAP SHOP: <http://www.kapshop.com/>