

DRONE: UN NUOVO STRUMENTO PER IL MONITORAGGIO DEL VERDE URBANO?

Matteo Feducci¹, Luca Poli¹, Andrea Laschi², Cristiano Foderi², Antonio Esposito¹, Paolo Capretti¹

¹Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Firenze, Italia; matteofeducci@gmail.com

²Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Firenze, Italia

Gli aeromobili a pilotaggio remoto (APR), noti come droni, attualmente sono impiegati in molti settori civili. Anche in campo scientifico si stanno valutando le possibilità d'impiego in varie discipline quali la geomatica, le scienze faunistiche, in campo agrario per trattamenti alle colture, per studi di botanica ed ecofisiologia, e per la diagnosi di patologie vegetali. In questa esperienza, condotta su una pianta di *Sophora japonica* monumentale, sita in un giardino privato nel comune di Firenze, è stata valutata la possibilità di utilizzare un APR leggero munito di apparato video ad alta risoluzione, per acquisire informazioni utili alla realizzazione di un'analisi VTA per valutare la stabilità della pianta. La pianta è stata osservata da terra da un operatore e contemporaneamente un secondo tecnico ha effettuato le stesse valutazioni con l'ausilio del drone. Dal confronto delle due valutazioni emerge che il drone è un utile strumento per implementare la raccolta d'informazioni, di facile impiego e dai costi di acquisto/gestione contenuti, soprattutto se paragonato all'impiego di piattaforme o di *tree climbers* per un numero elevato di piante. Esso può facilmente sorvolare la pianta fornendo una visione panoramica dei luoghi e acquisire informazioni in merito a difetti o problematiche fitosanitarie altrimenti invisibili da terra anche con l'uso del binocolo. I limiti riscontrati all'utilizzo degli APR per tali attività sono legati alla struttura della chioma della pianta valutata, che, se particolarmente complessa, può ostacolare il volo o le riprese della videocamera.

Parole chiave: drone, aeromobile a pilotaggio remoto, APR, monitoraggio, verde urbano, VTA.

Keywords: drone, unmanned aerial vehicle, UAV, monitoring, urban forestry, VTA.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-mf-dro>

1. Introduzione

Un aeromobile a pilotaggio remoto (APR), comunemente noto come drone, è un mezzo aereo privo di un pilota a bordo che, invece, dirige le manovre da terra mediante opportuni sistemi di controllo. Nati per scopi bellici, hanno recentemente trovato largo impiego anche in applicazioni civili, grazie alla cresciuta affidabilità della componentistica elettronica e alla maggior facilità di pilotaggio, anche da parte di personale non specializzato. Oggigiorno hanno assunto la connotazione di un oggetto ludico e la loro crescente diffusione ha portato all'emanazione da parte dell'Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (ENAC) di un regolamento, entrato in vigore dal 30 aprile 2014, che ne disciplina l'utilizzo. Il regolamento suddivide gli APR in base alla forma, in aeromobili a struttura planare, analoghi ad aerei ed aeromobili ad eliche, simili ad elicotteri. Sulla base del peso in ordine di volo, lo stesso documento, individua APR e APR leggeri, utilizzando come valore soglia 25 kg. In esso si fa menzione di quali siano i limiti di utilizzo in funzione degli spazi aerei sorvolati in relazione alla categoria di drone in uso e alle competenze minime necessarie per il pilotaggio. Le principali applicazioni civili sono legate alla sicurezza, ai monitoraggi ambientali (Amici *et al.*, 2013; Grenz-dorffer *et al.*, 2008), al soccorso, al telerilevamento, nonché all'uso cinematografico/televisivo. Sempre più

frequentemente i droni si affermano come oggetti ludici, ne sono la prova i numerosi modelli acquistabili presso aziende che fino ad oggi producevano aeromodelli, i quali tuttavia hanno acceso un dibattito in merito alla diffusione delle immagini catturate in relazione alla *privacy* dei cittadini. Attualmente si ritiene che gli APR leggeri possano contribuire ad una rivoluzione nel campo dell'acquisizione dei dati ambientali (Anderson e Gaston, 2013) poiché permettono di rilevare dati a scala spaziale e temporale appropriata allo studio.

Per tali ragioni sono state intraprese numerose sperimentazioni nei campi della geomatica, con esperienze di telerilevamento per la realizzazione di modelli digitali del terreno o per la produzione di mappe a varia scala (Perez *et al.*, 2013; Tahar *et al.*, 2011), in ambito faunistico, aeromobili dotati di videocamere standard o ad infrarossi, sono stati utilizzati per il censimento della fauna terrestre e marina (Jones *et al.*, 2006; Koski *et al.*, 2009), in campo agricolo, droni muniti di varie tipologie di sensori sono stati utilizzati sulle colture, per l'agricoltura di precisione (Lelong *et al.*, 2008; Zhang e Kovacs, 2012) e nuovi sistemi automatizzati sono in fase di sperimentazione per la distribuzione di agrofarmaci (Huang *et al.*, 2009), o per interventi in regime di lotta biologica. Nel campo della ecofisiologia, APR dotati di sensori specifici, sono stati utilizzati per acquisire dati di piante interessate da fenomeni di stress (Zarco-Tejada *et*

al., 2009; Zarco-Tejada *et al.*, 2012), nella patologia vegetale diagnosi in quota sono state condotte con l'ausilio di APR leggeri (Ancic *et al.*, 2014) e, nell'ambito della prevenzione e monitoraggio degli incendi boschivi, sono stati approntati specifici progetti di studio (Ollero *et al.*, 2006).

2. Scopo del lavoro

Nel presente lavoro si è valutata la possibilità di utilizzare un APR leggero, come strumento per il monitoraggio delle piante arboree del verde urbano, per la verifica della sicurezza e stabilità. In questo contesto l'APR è stato utilizzato come per acquisire maggiori informazioni sui difetti della pianta per le porzioni in quota della chioma, nell'ottica della metodologia d'indagine VTA (Mattheck e Breloer, 1994).

3. Materiali e metodi

Nel presente caso di studio è stato impiegato un APR leggero, del peso complessivo in ordine di volo prossimo ai 2 kg. Il velivolo è realizzato con un telaio a traliccio con struttura mista di ergal e carbonio. Dotato di sei motori elettrici (esacottero), è alimentato da una batteria elettrica da 5000 mAh con un'autonomia di volo di circa 25 minuti e comandato da una centralina NAZA V2 con ricevitore GPS integrato. L'apparato fotografico è composto da una videocamera GoPro3+ ad alta risoluzione, montata su un sistema ammortizzante motorizzato Gimbal Brushless orientabile sull'asse verticale. La videocamera è autofocus ed è capace di acquisire durante la ripresa video, anche immagini in *time-lapse* ad intervalli preimpostati dall'operatore. Il sistema di pilotaggio remoto è costituito da un telecomando a 9 canali a 2.4 GHz, interfacciato con un monitor da 7" che riceve in diretta, tramite antenna radio, le immagini acquisite dalla videocamera montata sul drone. I costi di acquisto, per APR simili a quello impiegato, comprensivi di un corso base di pilotaggio per la formazione del pilota, variano tra i 3,500 ed i 4,000 Euro. La pianta oggetto del monitoraggio è una *Sophora japonica* di età stimata tra gli 80 e i 100 anni, ubicata in un giardino di un'abitazione privata fiorentina, che assume particolare interesse per i proprietari, in quanto ritenuta "monumentale" e riportata su testi riguardanti la città di Firenze (Gerini, 2006). I rilievi sono stati condotti a terra da un operatore seguendo il metodo VTA ed in seguito integrati e comparati con osservazioni, immagini e video, acquisite in quota con l'impiego dell'APR. I voli sono stati effettuati in data 14 febbraio 2014, momento in cui la pianta presentava le prime emissioni fogliari, ma priva della chioma completamente sviluppata, al fine di ridurre il rischio durante le operazioni di volo. Il volo ispettivo dell'albero è stato condotto dal pilota dell'APR affiancato da un tecnico valutatore che indirizzava la rotta e verificava le zone osservate direttamente sul monitor da 7" montato sul radiocomando. È stato inoltre realizzato un secondo volo panoramico, ad una quota di circa 40 m da terra, per acquisire informazioni sulla posizione della pianta nel giardino e nel complesso urbano. Per un confronto

diretto delle informazioni raccolte, due operatori a terra muniti di binocolo, osservavano le stesse porzioni di pianta, monitorate dal drone.

4. Risultati

4.1 Rilievi a terra

La sofora ha una circonferenza di 3,90 m ed un'altezza complessiva di 22 m, con portamento tendenzialmente dritto, priva di un'evidente inclinazione. La prima biforcazione del fusto nelle due grosse branche principali, si verifica a 3 m da terra. L'inserzione della chioma è individuabile a circa 6,50 m di altezza, punto in cui si registra una importante ramificazione delle branche. Osservando la proiezione della chioma, si nota un'asimmetria di 4,90 m in direzione Nord, 7,30 m verso Est, 9 m a Sud e 6,80 m guardando ad Ovest. Rispetto alle piante contigue o nelle immediate vicinanze l'individuo di sofora sovrasta tutte le altre presenti e supera in altezza alcuni edifici limitrofi (Fig. 1).

4.2 Rilievi in quota

Nel momento delle osservazioni, la pianta presentava vistosi disseccamenti diffusi in varie porzioni della chioma. Il volo ispettivo ha rivelato che alcune porzioni della pianta, pur manifestando una rigogliosa vegetazione, nascondono numerosi difetti tecnico-strutturali come depressioni della corteccia, cavità, cretti e lesioni, poco o del tutto invisibili da terra anche con l'ausilio di un binocolo (Fig. 2 e 3). Molte della cavità osservate si sono sviluppate in corrispondenza di pregresse potature sommariamente eseguite o di intensità eccessiva che la pianta non ha efficacemente cicatrizzato.

5. Conclusione

Nella valutazione di stabilità è importante effettuare un'analisi accurata di ogni porzione dell'albero, poiché anche parti di esso possono arrecare gravi danni a manufatti o persone in caso di cedimento. Nel contesto urbano il fattore "sicurezza" deve essere perseguito come obiettivo primario al fine di tutelare l'incolumità dei cittadini. Nella pratica comune le osservazioni sulle porzioni più alte delle piante sono eseguite da terra con l'ausilio di binocoli o cannocchiali. Soltanto in casi di piante di elevata importanza storica-culturale-paesaggistica, è ipotizzabile l'impiego di piattaforme elevatrici o di esperti *tree climbers*, tuttavia l'elevato costo delle operazioni di monitoraggio ed i lunghi tempi di lavoro necessari, condizionano frequentemente i controlli a tappeto in quota, soprattutto per i vasti patrimoni arborei normalmente affidati alle Pubbliche Amministrazioni. Inoltre nel caso dell'impiego di *tree climbers*, si espone gli operatori ad un rischio elevato legato alla precarietà delle condizioni di lavoro.

Con l'impiego degli APR leggeri i tempi di monitoraggio ed i rischi per gli operatori risultano sensibilmente ridotti, rispetto alla casistica convenzionale. Si ritiene inoltre, alla luce della presente esperienza, che l'impiego dei droni come strumenti nella gestione del verde urbano, permetta di ammortare i costi di verifica senza diminuire la qualità delle informazioni raccolte.

Le immagini o i filmati acquisiti, racchiudono molteplici informazioni, quali elementi per la valutazione delle condizioni fitostatiche, fitosanitarie e la presenza di difetti strutturali, in grado di soddisfare molteplici necessità. Restano comunque da valutare i limiti di applicabilità di tali apparecchi, sia in funzione della specie vegetale considerata, caducifoglie o sempreverdi, sia rispetto alla struttura della ramificazione, poiché alberi con chiome molto folte e fittamente intricate, sono poco esplorabili con gli APR.

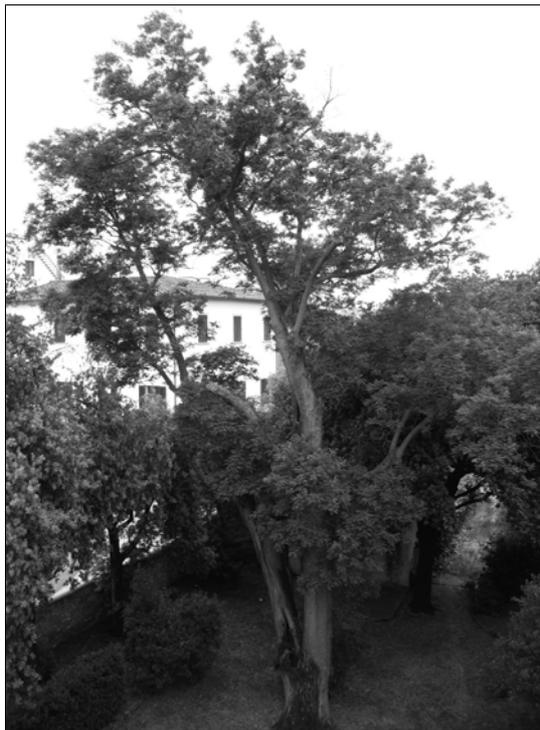


Figura 1. Immagine della *Sophora japonica* oggetto del monitoraggio.

Figure 1. View of the *Sophora japonica* monitored in the study.

SUMMARY

Drone: a new tool in the urban forest monitoring?

Unmanned aerial vehicle (UAV), known as drone, are used in a growing number of civil applications. Recently several researches try to evaluate the use of drone in some matters as the geomatics, the management of wildlife, to treat crops, in ecophysiological or botanical studies or to phytopathology diagnosis. Aim of the study was to evaluate the use of a light UAV equipped by a HD resolution camera, to VTA analysis concerning a monumental *Sophora japonica* in a private Florence garden. The tree was evaluated by a first technician on the ground using a binoculars while a second had the same work with the aid of the drone. By the comparison of two observations we concluded that light UAV is a helpful tool to improve the quality of the information collected during VTA method. It is cheaper and it has a low cost of

Nel prossimo futuro sarà necessario valutare le limitazioni legislative, attualmente in fase di definizione da parte di ENAC, per l'impiego dei droni in aree pubbliche a fini commerciali e non, che vincoleranno al rilascio di opportune autorizzazioni al volo, oltre ad una certificazione dell'apparecchio e del pilota. Ad oggi tuttavia la normativa appare ancora in evoluzione, pertanto gli autori del presente lavoro si riservano di approfondire tale tematica al momento di una revisione organica e definitiva.



Figura 2. Carie di alcuni rami rilevate dal drone.
Figure 2. Decay of some branch seen by drone.



Figura 3. Carie sul fusto rilevata dal drone.
Figure 3. Decay of trunk seen by drone.

management compared to intensive use of platforms or tree climbers. Drone is able to fly over the canopy to acquire large scale images of the surrounding spaces. It can be used to collect information about plant injuries or phytosanitary problems that could not be seen by ground also using binoculars. The use limits of light UAV observed during this study concern the canopy structure, because twisted branches hinder the flying or the camera view.

BIBLIOGRAFIA

- Amici S., Turci M., Giammarco S., Spampinato L., Giulietti F., 2013 – *UAV thermal infrared remote sensing of an Italian mud volcano*. *Advances in Remote Sensing*, 2: 358-364
<http://dx.doi.org/10.4236/ars.2013.24038>
- Ancic M., Pernar R., Bajic M., Seletkovic A., Kolic J., 2014 – *Detecting mistletoe infestation on Silver fir*

- using hyperspectral images. *iForest* 7: 85-91 [online 2013-12-18]
<http://www.sisef.it/iforest/contents/?id=ifor1035-006>.
- Anderson K., Gaston K.J., 2013 – *Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology*. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11: 138-146. <http://dx.doi.org/10.1890/120150>
- Enac, 2013 – *Regolamento “Mezzi aerei a Pilotaggio Remoto” - Edizione 1 del 16 dicembre 2013*.
https://www.enac.gov.it/La_Normativa/Normativa_Enac/Regolamenti/Regolamenti_ad_hoc/info122671512.html
- Gerini B., 2006 – *Vivere Firenze...Il quartiere 2*. Aster Italia, pp. 565.
- Grenzdorffer G.J., Engel A., Teichert B., 2008 – *The photogrammetric potential of low-cost UAVs in forestry and agriculture*. *The International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information science*, XXXVII Part B1: 1207-1213.
- Huang Y., Hoffman W.C., Lan Y., Wu W., Fritz B.K., 2009 – *Development of a spray system for an Unmanned Aerial Vehicle platform*. *Applied engineering in Agriculture*, 25 (6): 803-809.
<http://dx.doi.org/10.13031/2013.29229>
- Jones IV G.P., Pearlstine L.G., Percival H.F., 2006 – *An assessment of small unmanned aerial vehicles for wildlife research*. *Wildlife Society Bulletin*, 34 (3): 750-758.
[http://dx.doi.org/10.2193/0091-7648\(2006\)34\[750:A A OSUA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.2193/0091-7648(2006)34[750:A A OSUA]2.0.CO;2)
- Koski W.R., Allen T., Ireland D., Buck G., Smith P.R., Macrander A.M., Halic M.A., Rushing C., Sliwa D.J., McDonald T.L., 2009 – *Evaluation of an unmanned airborne system for monitoring marine mammals*. *Aquatic mammals*, 35 (3): 347-357.
- Lelong C.C.D., Burger P., Jubelin G., Roux B., Labbé S., Baret F., 2008 – *Assessment of unmanned aerial vehicles imagery for quantitative monitoring of wheat crop in small plots*. *Sensor*, 8 (5): 3557-3585.
<http://dx.doi.org/10.3390/s8053557>
- Mattheck C., Breloer H., 1994 – *Field guide for visual tree assessment (VTA)*. *Arboricultural journal*, 18: 1-23.
- Ollero A., Martinez-de-Dios J.R., Merino L., 2006 – *Unmanned aerial Vehicles as tools for forest-fire fighting*. V International Conference on Forest Fire Research D.X. Viegas (Ed.), 2006.
- Perez M., Agüera F., Carvajal F., 2013 – *Low cost surveying using an unmanned aerial vehicle*. *International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences*, XL-1/W2: 311-315.
<http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-XL-1-W2-311-2013>
- Tahar K.N., Ahmad A., Akib W.A.A.W.M., Udin W.S., 2011 – *Unmanned aerial vehicle technology for large scale mapping*.
- Zarco-Tejada P.J., Berni J.A.J., Suárez L., Sepulcre-Cantó G., Morales F., Miller J.R., 2009 – *Imaging chlorophyll fluorescence with an airborne narrow-band multispectral camera for vegetation stress detection*. *Remote sensing of environment*, 113: 1262-1275.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2009.02.016>
- Zarco-Tejada P.J., González-Dugo V., Berni J.A.J., 2012 – *Fluorescence, temperature and narrow-band indices acquired from a UAV platform for water stress detection using a micro-hyperspectral imager and a thermal camera*. *Remote sensing of environment*, 117: 322-337.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2011.10.007>
- Zhang C., Kovacs J.M., 2012 – *The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review*. *Precision agriculture*, 13: 693-712.