

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

**Analisi delle traiettorie tecnologiche nel settore dei
veicoli aerei senza equipaggio a uso commerciale**



Relatore

Prof. Giuseppe Scellato

Candidato

Luca Amoroso

APRILE 2018

Table of Contents

ABSTRACT	5
CAPITOLO 1.....	1
INTRODUZIONE.....	1
COS'È UN DRONE?.....	1
LA TECNOLOGIA	4
<i>Classificazioni</i>	4
<i>Il Quadricottero</i>	6
Hardware.....	6
Software	9
CENNI STORICI.....	10
I DRONI OGGI: PROSPETTIVE E DIFFICOLTÀ.....	13
<i>Introduzione</i>	13
<i>Dati di vendita</i>	14
<i>La diffusione della tecnologia</i>	16
Evoluzione degli utenti	16
Evoluzione della tecnologia: Hype Effect.....	22
La supply-chain dei commercial drone	26
Mercato e Industry, un quadro di insieme	28
CAPITOLO 2	31
I FATTORI CHE INFLUENZANO LA DIFFUSIONE DEGLI UAV	31
IL PROBLEMA LEGISLATIVO.....	34
Altezza massima consentita	35
Concessione Permessi	35
Assicurazione.....	36
<i>Altri parametri</i>	37
Operazioni (B)VLOS	37
Comunicazione e invio ricezione dati	38
Operazioni diurne notturne.....	38
ATTUALI LIMITI E NORMATIVE	39
CONCLUSIONI SULLA NORMATIVA	42
CAPITOLO 3.....	45
INTRODUZIONE	45
L'ANALISI BREVETTUALE	46
COSTRUZIONE DEL DB.....	47
<i>L'estrazione dei dati: metodologia</i>	47
<i>L'elaborazione dei dati: clusterizzazione e Tag</i>	50

Qualità del database.....	51
Processo di tagging: presentazione dei tag	53
Ambito Funzionale.....	53
Ambito tecnologico	56
<i>Patent Landscape</i>	58
Qualità dei patent prodotti	58
Mappatura della tecnologia	64
CAPITOLO 4	73
INTRODUZIONE	73
TRAIETTORIE TECNOLOGICHE NEL SETTORE DEI VEICOLI AEREI SENZA EQUIPAGGIO A USO COMMERCIALE.....	73
CAPITOLO 5	78
INTRODUZIONE	78
LE AZIENDE LEADER DI INNOVAZIONE	79
<i>Contesto generale</i>	79
<i>Le aziende leader</i>	81
DJI	82
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION	84
THALES SA.....	85
AMAZON TECHNOLOGY INC.....	86
AIRBUS GROUP	88
PARROT	89
INSITU	90
CAPITOLO 6	92
INTRODUZIONE	92
PUNTI DI FORZA E DEBOLEZZA	93
TRAIETTORIE DI MERCATO NEL SETTORE DEI VEICOLI AEREI SENZA EQUIPAGGIO A USO COMMERCIALE	96
CONCLUSIONE.....	102
ACRONIMI	107
BIBLIOGRAPHY	108
EXHIBIT INDEX.....	110
TABLES INDEX	111
FIGURE INDEX	112
EXHIBIT 1	113
EXHIBIT 2	113
EXHIBIT 3	114

EXHIBIT 4	114
EXHIBIT 5	115
EXHIBIT 6	115
EXHIBIT 7	116
EXHIBIT 8	117
EXHIBIT 9	117
EXHIBIT 10	118

Abstract

Obiettivo del presente studio è quello di analizzare, attraverso un processo rigoroso di analisi brevettuale, le probabili traiettorie tecnologiche e di mercato nel settore degli *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), in ambito civile, ad uso commerciale.

Per raggiungere l'obiettivo, l'attività svolta è stata suddivisa in due macro-aree concettuali: una prima parte dedicata allo studio dello stato dell'arte (in materia di tecnologia esistente, legislazione e dati generali di settore) e una seconda parte più incentrata sull'individuazione dei principali trend (tecnologici ed economici) sulla base dei quali individuare i driver di mercato utili a fare considerazioni sulla possibile evoluzione del settore.

Parte fondamentale dell'elaborato è il patent landscape, la descrizione del panorama brevettuale della tecnologia ottenuto con un processo rigoroso e iterativo.

Il primo step del processo è stato quello di individuare le parole chiave con le quali creare un database consistente e significativo di brevetti nel settore di riferimento e non solo.

Dopo alcune iterazioni si è ottenuto quindi un database di più di 2500 record, contenenti il dettaglio di ogni brevetto. Le informazioni sono state quindi elaborate attraverso la clusterizzazione sotto diverse prospettive e infine analizzate quantitativamente al fine di estrarre trend tecnologici e settoriali.

I risultati ottenuti sono stati quindi analizzati mediante modelli di gestione dell'innovazione per arrivare alla definizione di possibili traiettorie tecnologiche dei cosiddetti droni.

Dal patent landscape sono state inoltre estratte le aziende risultate maggiormente innovative, focalizzate e non nel settore di riferimento, delle quali sono state analizzate: strategie di mercato, prodotti e modelli di business.

Le macro-aree sono sviluppate in 6 capitoli, organizzati come segue.

Il primo capitolo è di carattere meramente introduttivo e si articola nella presentazione della tecnologia in oggetto, con relativa nomenclatura.

I veicoli aerei senza equipaggio, sono attualmente utilizzati in molti ambiti diversi, con configurazioni più o meno specifiche che possono essere anche molto diverse tra loro. Per agevolare la comprensione dei capitoli successivi verrà pertanto fornita una introduzione della tecnologia di base, alla quale ci si riferirà per l'intero elaborato. In questo stesso capitolo inoltre verrà fatta un excursus sul mercato dei droni (nel senso più ampio) con particolare focus sugli UAV civili, ad uso commerciale.

Sulla base della letteratura e delle regolamentazioni esistenti, nel secondo capitolo si procederà con un'analisi quantitativa della legislazione presente nei vari Paesi in cui i veicoli senza equipaggio si stanno affermando.

Nel terzo capitolo viene descritto il processo con cui è stato ottenuto il patent landscape, come già anticipato, a valle dell'analisi condotta sui brevetti prodotti nel settore degli UAV e nei settori di cui quello in oggetto beneficia. Con il quarto si passerà a una fase più deduttiva; descrivendo e riassumendo, le possibili traiettorie tecnologiche nel settore commerciale dei droni civili.

Seguirà l'analisi quantitativa delle aziende "leader di innovazione", le strategie implementate da ognuna, i prodotti sul mercato e i business model cui si riferiscono.

A questo punto, si avranno a disposizione gli elementi utili per individuare, nel sesto capitolo, i parametri fondamentali che guidano la profittabilità del mercato dei veicoli aerei senza equipaggio. I cosiddetti driver di mercato verranno approfonditi con spirito critico, anche sotto un punto di vista teorico, facendo una review di quelle che sono criticità e vantaggi, odierne e future, di chi opera in questo settore tutt'ora emergente.

Nel capitolo conclusivo dell'elaborato verranno fatte considerazioni riassuntive sui risultati ottenuti ed eventuali open point.

Allo scopo di facilitare la consultazione dell'elaborato è riportata, dopo l'ultimo capitolo, una sezione dedicata agli acronimi tecnici, più utilizzati.

Capitolo 1

Introduzione

I veicoli aerei senza equipaggio, meglio conosciuti come droni, sono ormai una realtà quotidiana.

I più conosciuti sono sicuramente quelli utilizzati in ambito militare ma, nel 2017, secondo fonti Gartner, i droni venduti ad hobbisti di tutto il mondo sono stati più di 2,8 milioni (contro i circa 2 milioni dell'anno precedente) e quelli venduti ad uso commerciale passano, negli stessi anni, da 110 a più di 170 mila unità.

Sembra ormai chiaro che, al di là di dibattiti etici e sociali, i legislatori di tutto il mondo dovranno occuparsi, nel brevissimo periodo, del traffico aereo generato da questi dispositivi.

Con lo scopo di approfondire il tema su citato, il presente elaborato di tesi descrive lo studio condotto sugli *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), in ambito civile, con particolare focus sui cosiddetti *Enterprise Drone*.

La scelta non è casuale, difatti, le potenzialità tecnologiche più promettenti nel settore degli UAV, sembrano essere quello dei droni destinati al mercato civile.

In tale mercato, si possono individuare due segmenti di riferimento: il B2C dei consumatori (per ora per lo più hobbisti) e il B2B, in cui la tecnologia in esame è utilizzata da aziende di numerosissimi altri settori per portare a termine operazioni di business in maniera più efficiente, completa e sicura. Come verrà approfondito nel seguito, per entrambi i mercati è prevista una crescita *monstre*, ma è il mercato del B2B, per ora meno sviluppato, ad avere le maggiori potenzialità (sia tecnologiche che economiche).

Obiettivo del presente studio è stato quindi quello di individuare possibili scenari tecnologici, economici e sociali in questo ultimo settore.

Cos'è un drone?

Come spesso accade quando si affrontano tematiche legate alle tecnologie emergenti, il primo nodo da affrontare è quello delle definizioni.

I veicoli senza equipaggio (Unmanned Vehicles – UV) sono una famiglia di veicoli i quali sono guidati senza che il pilota sia a bordo del mezzo.

Possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

- UGV: Unmanned Ground Vehicles. Veicoli senza pilota a bordo da terra.
- UMV: Unmanned Marine Vehicles. Veicoli marini senza pilota a bordo.
- UAV: Unmanned Aerial Vehicles. Veicoli aerei senza equipaggio.

Nel presente elaborato, come anticipato, ci si riferirà solo all'ultima categoria, quella dei veicoli aerei. La diffusione di questa tecnologia in ambito civile è relativamente recente, pertanto non esistono ancora definizioni e nomenclature univoche, internazionalmente accettate. È tuttavia possibile elencare alcune diciture e definizioni identificando le linee comuni con le quali fissare i confini in grado di delimitare l'insieme dei velivoli che verranno presi in considerazione nel seguito.

La nomenclatura UAV (utilizzata per lo più dalla FAA¹), è stata di recente sostituita dalla più completa Unmanned Aerial System (UAS), con l'intenzione di riferirsi, oltre che al velivolo in sé per sé, anche al controllo da terra. Analogamente è stato fatto da: United States Air Force (USAF), che ha convertito la dicitura precedente (RPV²) con RPA (Remotely Piloted Aircraft), Regno Unito ed Europa che utilizzano il termine Remotely Piloted Air System (RPAS) e in Italia in cui la sigla Aeromobile a Pilotaggio Remoto (APR) è stato sostituito dal più ampio Sistema Aereo a Pilotaggio Remoto (SAPR).

È inoltre giusto sottolineare che, il termine drone, è in realtà utilizzato impropriamente come sinonimo dei precedenti, in quanto esso fu coniato nel 1936 in riferimento solo a una sub-categoria³ di velivoli militari senza equipaggio (quindi sottoinsieme dei precedenti). In questo elaborato, consciamente, il termine drone verrà utilizzato come sinonimo di UAV e RPS vista la grande diffusione che la dicitura ha avuto (in particolar modo in Italia).

Fatta questa necessaria premessa, di seguito, alcune definizioni di enti governativi, sul termine UAV.

Federal Aviation Administration (2008):

[...] Un dispositivo utilizzabile per il volo senza nessun pilota a bordo. Sono incluse tutte le classi di aerei, elicotteri, dirigibili e ascensori traslazionali senza alcun

¹ FAA: Federal Aviation Administration

² RPV: Remote Pilote Vehicles

³ In particolare il termine drone, che sembra essere stato usato per la prima volta nel 1936 a opera di un capo di ricerca dell'esercito statunitense in riferimento a quella tipologia di UAV sacrificabili utilizzati in quel periodo per lo più per confondere le linee nemiche, divenire essi stessi delle bombe o per essere abbattuti nelle esercitazioni.

pilota a bordo. I velivoli senza pilota sono soltanto quegli aerei controllabili sui loro tre assi escludendo i palloni tradizionali. [...]

EASA - European Aviation Safety Agency (2009):

Un UAS comprende i singoli elementi del sistema: l'aereo senza pilota, la stazione di controllo e tutti gli altri elementi del sistema necessari per consentire di volo, vale a dire strumenti di "comando e controllo di collegamento" ed "elementi di lancio e di backup". Ci possono essere più di questi elementi in un UAS.

Ministero della Difesa del Regno Unito:

[...] Un aereo pilotato a distanza è definito come un aereo che, pur essendo pilotato a distanza da un operatore umano, è normalmente recuperabile e può trasportare carico utile letale o non letale; [...]

[...] Un UAS è definito come un sistema, i cui componenti includono il velivolo senza pilota e tutte le attrezzature, di rete e di personale, necessarie per controllare il velivolo stesso. [...]

Da queste diverse definizioni si possono intravedere gli elementi comuni, i limiti dell'insieme che verrà considerato nel seguito:

- La tendenza comune è sempre più quella di inglobare, non soltanto il velivolo in sé per sé, bensì tutto il necessario "...per controllare il velivolo stesso", ivi compreso il fattore umano.
- Il concetto di controllo del velivolo è così importante che un altro limite posto per la categorizzazione è proprio il fatto che il drone deve essere controllabile sui tre assi. Se così non fosse, un qualunque elemento capace di volare autonomamente dopo una propulsione iniziale (anche un semplice oggetto scagliato da una mano) potrebbe essere considerato un drone.
- Altro concetto molto importante è quello della possibilità di poter recuperare e riutilizzare il velivolo. In questo modo è possibile escludere dall'accezione di UAV veicoli aerei balistici come bombe intelligenti, missili da crociera, proiettili di artiglieria, siluri programmabili, sensori con propulsione, ecc...ovvero tutti quei velivoli la cui missione di volo termina con la distruzione dell'oggetto stesso

Una definizione riassuntiva potrebbe essere quella fornita dalla International Civil Aviation Organization (ICAO), che ha definito gli UAS:

Un velivolo e gli elementi ad esso associate che operano senza equipaggio a bordo, è controllato completamente da remoto da un altro posto (a terra, un altro velivolo, spazio) o programmato e completamente autonomo.⁴

Questa definizione racchiude in sé più o meno tutte le categorie di droni che, riassumendo, hanno le seguenti caratteristiche:

- Nessun equipaggio a bordo
- Controllabili a distanza lungo i 3 assi e/o programmabili per una missione con possibilità di intervento immediato dell'operatore a terra
- Recuperabili e riutilizzabili

La Tecnologia

Classificazioni

È già stato detto più volte che i droni ad uso commerciale sono una tecnologia emergente in un mercato ancora in stato embrionale. Pertanto, come è normale che sia, proliferano diverse configurazioni tecnologiche, più o meno valide, più o meno utilizzate nelle applicazioni più disparate. Prima di passare a presentare la configurazione più utilizzata in ambito commerciale è opportuno fornire una panoramica di tutte le configurazioni presenti sul mercato; per farlo si effettuerà un excursus delle varie categorie di droni presenti, ogni categorizzazione sarà rappresentativa di una certa prospettiva.

Tra le tante classificazioni che è possibile fare per un veicolo aereo senza equipaggio, una delle più diffuse è quella fatta in base al peso stesso dell'UAV (quindi il MOD⁵). Questa categoria è quella su cui vengono basate molte legislazioni già esistenti in materia. Tuttavia, così come avviene per le definizioni, non esistono classi comuni a più Paesi. Ogni Paese ha le sue soglie tra una classe e l'altra e su queste si basa per legiferare.

Questo discorso verrà approfondito nel seguito, per gli scopi di questo paragrafo verrà utilizzata la classificazione di Clarke⁶:

⁴Traduzione di: "...an aircraft and its associated elements which are operated with no pilot on board, which is flown without a pilot-in-command on-board and is either remotely and fully controlled from another place (ground, another aircraft, space) or programmed and fully autonomous..." ((ICAO), 2011)

⁵ Massa Operativa al Decollo

⁶ (Clarke, 2014):

- Large drones: 150 kg o più;
- Mini-drones: tra 20 e 150 kg;
- Micro-drones: tra 0,1 e 7 kg;
- Nano-drones: meno di 0,1 kg.

Il peso, oltre a dare una chiara evidenza di quanto diversi possono essere i velivoli tra loro (da molto meno di 1 kg a più di 150 kg), è un buon indice per altri due attributi che rendono i diversi UAV più o meno adatti a determinati impieghi. In particolare, al variare del MOD, generalmente variano anche: il raggio di volo (da pochi metri a più di 5 km dall'operatore) e l'altitudine raggiungibile (da pochi centimetri a svariati chilometri) (Rao, 2016).

La maggior parte dei droni commerciali fa parte delle ultime due categorie (micro e nano drones), pochi appartengono alla seconda categoria. I Large drone sono invece per lo più utilizzati in ambito militare e quindi esulano dallo scopo del presente elaborato.

I droni possono essere anche suddivisi in base alle componenti che ne consentono il volo, in particolare:

- A struttura planare: dotati di ali fisse, molto simili agli aeroplani.
Questi si suddividono ulteriormente in quelli con:
 - Ala fissa con uno o più motori. In questa tipologia di modelli il volo è consentito dalla propulsione dei motori e dall'aerodinamica delle ali (sfruttando le correnti aeree). Hanno una autonomia limitata dalla capacità di carburante che possono trasportare.
 - Ala fissa senza motori. Il volo si basa interamente sull'aerodinamica delle ali e presentano un'autonomia maggiore rispetto ai modelli precedenti, tuttavia hanno forti limiti di utilizzo dovuti alle condizioni meteo e alla giusta propulsione iniziale (che può essere operata da terra o attraverso l'utilizzo di un altro velivolo).
- A struttura a eliche: dotati di pale rotanti che producono la propulsione necessaria al volo.
Anche questa categoria si suddivide ulteriormente in UAV:
 - A più pale: formati da più eliche (in numero pari) che ruotando determinano il moto del velivolo. Il moto delle eliche è alimentato da energia elettrica che può essere prodotta da vari tipi di carburante.
 - Ad ala singola: ovvero molto simili agli elicotteri con una pala rotante principale di più grandi dimensioni e una più piccola situata sulla coda del velivolo e necessaria alla correzione della direzione di volo.
- Dirigibili

Su tutte queste tipologie di droni (eccetto quelli ad ala fissa senza motori) si possono trovare varie tipologie di alimentazione necessaria o per il movimento delle eliche o per consentire al drone in fase di decollo e atterraggio di sfruttare al meglio le correnti aeree. Le soluzioni tecnologiche più diffuse sono i carburanti fossili, le batterie agli ioni di litio (Li-Po) e i pannelli solari.

È bene sottolineare che ogni categoria (eccetto quella fatta rispetto al peso) può essere anche ibrida pertanto, a partire da queste semplici categorie, è possibile immaginare numerosissime configurazioni. Analizzare nello specifico vantaggi e svantaggi di ogni configurazione, però, esula dallo studio del presente elaborato.

Il Quadricottero

La configurazione più comune degli UAS civili, cui ci si riferirà da ora in poi, sono i cosiddetti quadricotteri, ovvero (principalmente) nano-droni dotati di quattro ali rotanti, alimentati da batterie ai polimeri di litio⁷ (figura 1).

Hardware

Nello specifico, un quadricottero è formato da quattro bracci attaccati al corpo centrale (telaio) e connessi l'uno con l'altro. Ad ogni braccio è attaccato un motore connesso a un controllore di velocità (ESC - il quale è collegato, a sua volta, agli altri 3 ESC). I motori costituiscono la propulsione per le quattro eliche (due delle quali ruotano in senso orario e 2 in senso antiorario) le quali sono governate da un controllore utilizzato per adattare la rotazione delle eliche alle necessità del volo (soprattutto durante partenza, atterraggio, sollevamento del corpo ed eventuali carichi, ecc...).

Nel corpo centrale del quadricottero risiedono:

- L'alimentazione del velivolo: nelle maggior parte delle applicazioni civili sono batterie, tipicamente ai polimeri di litio (Li-Po), in grado di garantire una discreta autonomia di volo pur avendo dimensioni e peso ridotto. Come vedremo meglio in seguito, le batterie, sono ancora un punto di debolezza presente nei droni commerciali in quanto più sono piccole meno autonomia di volo forniscono. Tuttavia, le stesse batterie, stanno subendo l'influenza benefica di settori ad alto contenuto tecnologico che molto stanno puntando alla miniaturizzazione delle componenti: smartphone, computer, tablet, auto, ecc...

⁷ Anche se meno numerosi, non mancano inoltre gli esacotteri, del tutto simili ai precedenti, ma con l'aggiunta di due eliche rotanti.

- Il flight controller: sostanzialmente il cervello del quadricottero è un circuito integrato composto da un da un micro-processore, sensori (una tipologia specifica che vedremo meglio nel successivo paragrafo) e input/output pin. Un micro-processore non è specifico per ogni drone, anzi, viste le numerose applicazioni in ambito hobbistico, è semmai vero il contrario. È pertanto necessario anche un software di riconoscimento che renda il velivolo (cioè le sue componenti) visibili al flight controller, anche questo aspetto verrà approfondito nel seguito del presente paragrafo.
- Sensori: esistono numerose tipologie di sensori abbinabili a un UAV, ed è anche per questo che la tecnologia in esame risulta essere decisamente modulare. Le tipologie di sensori presenti a bordo del velivolo sono 3:
 - Propriocettivi⁸: come piattaforme IMU⁹, giroscopio, bussola, altimetro, modulo GPS, ecc... Con questi sensori si è in grado di stabilire la posizione del drone nello spazio anche se fuori dal raggio visivo dell'operatore. Questa tipologia di sensori è quella che va ad abbinarsi al flight controller per permettere una corretta esecuzione di volo e missione.
 - Enterocettivi¹⁰: macchina fotografica (CMOS, infrarossi), radar, sonar, lidar, ecc.... La maggior presenza di questi sensori permette un miglior controllo dello stato interno del drone. Con questa tipologia di sensori si è sempre in grado di monitorare lo stato del drone, la velocità e il corretto funzionamento delle componenti.
 - Esterocettivi¹¹: termometro interno / esterno, fotocamera, ecc...Sebbene le prime due categorie siano più o meno comuni a molti quadricotteri, questi ultimi sensori sono spesso specifici per le funzionalità che il drone andrà a svolgere. Inserendo sensori di questo tipo su un drone, si vanno ad abilitare funzionalità non per il volo in sé per sé, quanto piuttosto per una specifica funzione che il drone dovrà svolgere durante la missione. Generalmente all'aumentare di questi sensori, proporzionalmente, aumentano il costo del drone e le funzioni che esso può espletare.
- Payload: con questo termine si indica un insieme di apparecchiature elettroniche che può essere abbinato o meno al drone. In modo simile ai sensori (soprattutto quelli esterocettivi), i payload abbinabili al corpo centrale sono diversi e per diversi utilizzi

⁸ Percezione e riconoscimento della posizione del proprio corpo nello spazio senza il supporto della vista.

⁹Modulo IMU: Inertial Measurement Unit

¹⁰ La percezione delle informazioni interne al drone.

¹¹ Misurano variabili esterne come la distanza dagli ostacoli o la posizione degli oggetti sui quali svolgere un compito

(es. foto-videocamere, radar, laser, dispositivi per facilitare carico e scarico di oggetti, ecc...). Anche i payload non sono necessari al volo ma sono fondamentali per abilitare funzioni che il velivolo dovrà svolgere durante le missioni.

Anche i materiali utilizzati per la costruzione delle suddette componenti sono tantissimi e di varie caratteristiche e proprietà. Poiché sarebbe impensabile elencare in maniera organica tutte le tipologie si è preferito non approfondire questo aspetto tuttavia è bene evidenziare alcuni fattori che guidano, almeno a grandi linee, l'utilizzo di materiali diversi.

Le due classi più importanti di materiali utilizzati nella costruzione degli RPAS sono i metalli e le plastiche. I materiali metallici sono particolarmente apprezzati per la loro durata, tuttavia appesantiscono molto la struttura del velivolo e rendono il velivolo molto pericoloso in caso di perdita di controllo. Pertanto, lungi dall'essere il materiale predominante, le uniche componenti metalliche sono quelle in cui la durata è particolarmente necessaria (es. i motori del quadricottero).

I materiali plastici presentano, rispetto a quelli metallici, numerosissimi vantaggi. Sono sicuramente più leggeri, meno costosi e la loro lavorazione è nettamente più semplice. Quest'ultimo aspetto, particolarmente apprezzato dagli hobbisti di tutto il mondo (ancor di più con la diffusione delle stampanti 3D) è un vantaggio non indifferente anche per i produttori più focalizzati sulle applicazioni commerciali. Spesso, infatti, ogni cliente commerciale ha particolari esigenze che rendono necessario l'adattamento di configurazioni di base a specifiche funzionalità. La possibilità di poter facilmente lavorare le materie plastiche per adattare prototipi (e poi prodotti) ai diversi clienti è, almeno per ora, fondamentale.



Figure 1. Elaborazione personale: Phantom 3 SE, DJI

Software

Alla componente hardware finora presentata, si aggiunge la componente software.

Analogamente a quanto succede per sensori e payload, le tipologie di software presenti su un UAV possono essere di diverso tipo.

Possiamo suddividerle, in maniera del tutto generale, nelle seguenti categorie:

- **Algoritmi di volo:** ovvero la componente di base necessaria alla corretta esecuzione del volo, può essere differente da velivolo a velivolo. Tutto dipende dal controllo che si vuole delegare all'operatore a terra, in particolare, il volo dell'UAV può essere per lo più controllato da terra (rendendo così preponderante la componente umana), altamente autonomo con possibilità di intervento umano nel caso in cui ci siano delle scelte dipendenti da fattori ambientali (si fissa, ad esempio una rotta, ma l'operatore può decidere in ogni momento di cambiarla in caso si presenti un ostacolo), o completamente autonomo in cui il drone ha una missione da compiere, ed è grazie al software che sceglie come portare a termine la missione adattandosi ai fattori ambientali (basandosi su informazioni provenienti dai sensori). In questo ultimo caso il grado di intervento umano è comunque permesso per situazioni critiche difficilmente prevedibili durante la fase di pianificazione della missione.

Queste tipologie di software servono obiettivi diversi e pertanto si adattano a velivoli anche di mercati e settori diversi. Su un drone ad uso hobbistico è improbabile trovare software (e relativi sensori) altamente costosi che consentano il volo del velivolo in completa autonomia. Al contrario, in velivoli usati in ambito militare, viste anche le mutevoli condizioni dell'ambiente esterno, i software sono tali da consentire una completa programmazione a terra (prima del volo) e un completo adattamento in fase di volo (fino al completamento della missione).

Gli UAV di cui ci si occupa, enterprise drone, si pongono nel mezzo dei due estremi: sono in grado di essere programmati per svolgere una determinata missione e possono adattarsi senza l'intervento umano fino a un certo punto, è comunque previsto che un (o più) operatore segua l'intera missione da terra per essere pronto a intervenire prendendo il comando del velivolo in qualunque momento.

- **Algoritmi funzionali:** cioè tutti quegli algoritmi che consentono lo svolgimento di funzioni non necessarie al volo stesso dell'UAV. Come vedremo in seguito, è in questo campo che si stanno avendo le maggiori innovazioni. Anche questa tipologia di software può essere molto diversa da drone a drone ma, l'ambito di utilizzo non permette una distinzione così netta come nel caso precedente. In ambito consumer

(hobbisti), ad esempio, i principali algoritmi sono rivolti a ottenere riprese e foto aeree ad alta risoluzione, proliferano pertanto sistemi in grado di: stabilizzare la fotocamera installata sul velivolo, riconoscere il proprietario del velivolo e realizzare foto (o video) nell'esatto momento in cui egli lo richiede (ad es. mediante l'utilizzo di gesture) o sulla base di punti di riferimento prestabiliti.

Queste funzioni sono sicuramente utilizzate anche in campo immobiliare ma non, ad esempio, in campo ambientale dove c'è un maggior bisogno di droni in grado di raccogliere e fare una prima analisi di campioni di interesse per i ricercatori.

Un aspetto, che verrà approfondito nel seguito, merita particolare attenzione quando si parla di software funzionali: l'algoritmo installato sui droni sta diventando la componente di differenziazione principale tra le varie aziende produttrici, tanto che alcune aziende precedentemente impegnate nella produzione di droni si stanno dedicando esclusivamente all'implementazione di algoritmi funzionali¹². Con la diffusione della tecnologia di base e l'affermazione di alcuni produttori di componenti su scala mondiale¹³, l'interesse di molti si è spostato sulle componenti software che devono svolgere funzioni specifiche¹⁴.

Cenni Storici

Ben lontani dal voler offrire una panoramica storica completa sulla tecnologia in esame, il presente paragrafo è sviluppato in maniera poco estesa, per punti salienti, analizzando i principali momenti di evoluzione degli UAV. Trattandosi di un elaborato che vuole definire delle traiettorie tecnologiche e di mercato, i punti salienti saranno scelti in base alla rilevanza che avranno nell'affermazione della tecnologia sul mercato dei droni commerciali.

Come molti altri settori della tecnologia, i veicoli aerei senza equipaggio hanno visto la nascita e lo sviluppo grazie ai forti investimenti in ambito militare e solo dopo, le stesse tecnologie sono state messe a disposizione per l'adattamento e l'utilizzo in applicazioni civili. Come sempre, gli investimenti pubblici e privati a sfondo militare non sono sempre resi disponibili all'opinione pubblica pertanto, non è immediato identificare quale sia stato il primo UAV sviluppato e funzionante.

¹² (Orsi, 2017)

¹³ DJI possiede il 50% di share a pezzi dell'intero mercato (escluso quello militare)

¹⁴ , ad esempio la 3DR con SiteScan, software adattabile ai più diffusi droni in commercio e che aiuta le imprese di costruzioni civili in tutte le fasi di costruzione (dalla pianificazione alle ispezioni di sicurezza).

Sicuramente però, dopo pochi anni dal primo volo dei fratelli Wright (1903) e la costruzione del primo aliscafo (1911), le istituzioni militari di tutto il mondo stavano già indagando circa le potenzialità di aerei in grado di sganciare bombe senza che il pilota dovesse rischiare la vita in prima persona.

Durante la Prima Guerra Mondiale, il primo aeroplano senza equipaggio radio comandato comparso nelle zone di guerra è l'Aerial Target (AT) della RAF¹⁵ (1916). Costruito nella P. Hare Royal Aircraft Factory, in Putnam, da un'idea del Capitano Archibald Montgomery Low dell'unità wireless RFC di Feltham, fu utilizzato sia per difesa sia come bomba.

Con la fine della Prima Guerra Mondiale non si ferma la corsa agli armamenti e anche il settore dei velivoli radiocomandanti beneficia di ingenti investimenti pubblici, soprattutto in Germania, Regno Unito e Stati Uniti (Blom).

È così che, nel ventennio 1920-1940, si susseguono invenzioni e sperimentazioni militari in tre direzioni fondamentali:

- rendere gli UAV delle armi più efficaci (in termini di autonomia, carico esplosivo trasportabile, ecc...)
- aumentare la capacità di controllo da terra dei velivoli
- trovare soluzioni di conversione affinché velivoli precedentemente con equipaggio potessero essere utilizzati in controllo da remoto (diminuendo così i costi di produzione su larga scala)

In questi anni, i velivoli erano apparecchi ancora molto differenti dalle configurazioni odierne: grossi apparecchi, molto poco controllabili da terra, fortemente instabili e destinati a infliggere danni al nemico non distinguendo tra civili e militari. Ai fini del presente elaborato, di questi anni, è però degno di nota il Progetto Fox, condotto dalla Marina degli Stati Uniti, che portò alla costruzione di droni telecomandati dotati di telecamera nella parte frontale.

L'equipaggio a terra era in grado di visualizzare le immagini trasmesse dalla telecamera in uno schermo televisivo, rendendo di fatto possibile la prima (rudimentale) esperienza di hands-on. L'apertura di questa possibilità, che ottenne un discreto successo già durante la Seconda Guerra Mondiale, proseguì anche durante la Guerra Fredda¹⁶.

Negli anni '50-'60, i droni costituivano ancora una dotazione militare ampiamente sacrificabile, utilizzata soprattutto per: confondere le difese anti-aeree nemiche, sganciare bombe senza

¹⁵ RAF: Royal Air Force, aeronautica militare del Regno Unito, parte integrante delle forze armate del Regno Unito.

¹⁶ (Vachtsevanos & Kimon P., 2015)

rischiare la vita del pilota e essere trasformati essi stessi in bombe. Molti apparecchi venivano persi, altri mai recuperati dopo aver compiuto la missione per cui erano stati progettati.

Ma tra gli anni '70-'80 si inizia a comprendere, invece, che le potenzialità dei velivoli senza equipaggio sono nettamente maggiori e gli UAV cominciano a essere utilizzati anche per raccogliere informazioni e condurre attacchi in luoghi difficilmente accessibili per i soldati. I velivoli tendono a diventare più sofisticati ed efficienti, maggiormente manovrabili, capaci di inviare informazioni (e materiale audio-visivo) in tempo reale dai campi di battaglia e soprattutto in grado di ricevere comandi per cambiare la propria missione anche durante il volo. Tecnologie con queste caratteristiche hanno un costo di produzione maggiore rispetto ai primi rudimentali apparecchi e la loro importanza militare inizia a diventare anche strategica oltre che tattica.

Nascono pertanto i primi velivoli senza equipaggio, con elica (invece che ala fissa), più leggeri e compatti, più adatti alla raccolta dati che all'attacco di fuoco: sono questi i sostanziali precursori dei droni che attualmente vengono utilizzati in ambito civile.

Negli anni '90 questo trend viene confermato, l'hardware di base per gli UAV comincia a diventare decisamente comune e molti Paesi iniziano a sviluppare e costruire velivoli senza equipaggio da combattimento.

È a questo punto che nascono le prime applicazioni civili.

Nel 1993, la NASA¹⁷ lancia ERAST¹⁸, un programma (in collaborazione con partner industriali) per sviluppare tecnologie in grado di sussidiare un potenziale mercato per gli UAV. Nonostante impedimenti tecnologici e legislativi, dopo 9 anni di finanziamento del programma, la tecnologia UAV viene completamente ridisegnata per essere più facilmente adattabile a scopi industriali.

Le ricerche si concentrano su motori più compatti e potenti, sensori più accurati, il raggiungimento di altitudini sempre maggiori, aumento dell'autonomia in volo, aumento della capacità di carico, ecc... (Cox & Nagy, 2004).

In ogni caso, come si vedrà meglio nel seguito, le prime applicazioni civili erano per lo più il riflesso di operazioni militari:

- Aiuto in operazioni di sorveglianza e monitoraggio
- Ricognizioni in situazione di emergenza (ambienti contaminati, incendi, disastri ambientali, ecc...)

¹⁷ NASA: National Aeronautics and Space Administration

¹⁸ ERAST: Environmental Research Aircraft and Sensor Technology

- Ispezione di siti industriali di grandi dimensioni (grandi cantieri, oleodotti, gasdotti, ecc...)
- Raccolta di dati ambientali in luoghi difficilmente accessibili

È solo negli anni a seguire che la tecnologia dei sistemi aerei senza equipaggio, inizia a diventare sempre più diffusa e il settore degli UAV commerciali diventa un vero e proprio mercato promettente. In anni più recenti infatti succedono tre cose fondamentali:

- La tecnologia in esame attira l'interesse di colossi aziendali di settori completamente diversi (es. Amazon, Google)
- Aziende precedentemente focalizzate solo sul mercato militare (es. AeroVironment, Lockheed Martin e Northrop Grumman) iniziano a impegnare risorse per lo sviluppo di droni civili
- Sul mercato si affacciano nuovi produttori focalizzati solo sullo sviluppo e la produzione di soluzioni (integrate e non) software e hardware di sistemi aerei a pilotaggio remoto (DJI, 3DRobotics, Parrot).

Questo ultimo periodo storico, verrà approfondito accuratamente nei capitoli seguenti del presente elaborato.

I droni oggi: prospettive e difficoltà

Introduzione

Per comprendere appieno l'interesse che si è destato sul mercato dei droni in questi anni, basta dare uno sguardo ai dati di mercato. Le vendite di droni civili, per il mercato di consumer, prosumer e industria, hanno subito una crescita enorme che ha generato anche non pochi problemi: etici, sociali e logistici.

È necessario però premettere che anche per quanto riguarda i dati di mercato, nel mondo dei velivoli a pilotaggio remoto, c'è attualmente molta confusione. Secondo Gerald Van Hoy, senior analyst per Gartner, le varie differenze sono dovute sostanzialmente alla definizione di drone che si intende adottare durante l'analisi. Ad esempio, per il 2016, le stime di RPAS venduti è, secondo Gartner, di 2.2 milioni di pezzi in tutto il mondo, mentre per la Consumer Technology Association (CTA), solo per il mercato dei consumatori americani è di 2.4 milioni. Dati così differenti dipenderebbero sostanzialmente dal fatto che, mentre Gartner ha deciso di

eliminare dall'analisi tutti quei velivoli non in grado di connettersi a Internet, la CTA ha deciso di includere anche tutti quei dispositivi che non possiedono questa funzionalità.

Nel presente elaborato si è deciso di seguire la definizione adottata anche da Gartner per due motivi principali:

- Gli enterprise drone che possono connettersi a Internet sono quelli più probabilmente utilizzati nel mercato commerciale in quanto, in ogni applicazione di business, è ormai noto che l'importanza di elaborare e trasmettere dati in tempo reale è una funzione assai apprezzata in qualunque fase e per qualunque processo industriale. Le imprese sono sempre più dipendenti dalla raccolta ed elaborazione dei dati in tempo reale e i casi in cui un'operazione di business possa essere svolta con l'utilizzo di UAV offline sono così pochi che è possibile trascurarli senza commettere rilevanti errori di calcolo.
- Addentrarsi nell'ambito degli RPAS che non possono connettersi a Internet, significa sostanzialmente considerare in maniera preponderante tutte quelle unità di droni fabbricati in casa, da hobbisti di tutto il mondo che fanno parte del crescente movimento dei makers. I cosiddetti makers sono sostanzialmente appassionati che formano community internazionali (spontanee e non) attorno a una tecnologia o un prodotto di interesse e lavorano in maniera autonoma per il semplice gusto di farlo, condividendo conoscenza, esperimenti e fallimenti con gli altri appassionati. Queste community a volte diventano l'humus ideale per la nascita di nuove aziende e in ogni caso sono un enorme bacino di ricerca e raccolta di trend di mercato per le aziende già presenti nel settore di interesse. È però impossibile contare tutte le unità costruite dai maker-dronisti del mondo e la stima delle stesse porterebbe solo a una maggiore incertezza dei risultati, oltre che a una perdita di focus considerando che ci si vuole concentrare solo sugli enterprise drone.

A valle di questa necessaria premessa è possibile fare una review dei dati di vendita del settore degli UAV.

Dati di vendita

Come già anticipato, nel 2016 solo in ambito civile, sono stati venduti 2.2 milioni di droni con ricavi per il settore cresciuti del 36% rispetto all'anno precedente per arrivare a 4.5 miliardi di euro¹⁹.

¹⁹ (Meola, 2017)

Le prospettive di crescita sono altrettanto positive, infatti nel 2017, le imprese produttrici di droni civili (che si possono connettere a internet) hanno guadagnato il 34% in più rispetto all'anno precedente, raggiungendo i 6 miliardi di dollari, vendendo 3 milioni di unità.

Le vendite previste entro il 2020 dovrebbero essere di 5.6 milioni di unità per ricavi di 11 miliardi di dollari, implicando una crescita totale rispettivamente del 33% per le unità e del 27.8% dei ricavi.

Crescite di questo tipo (dettaglio, Exhibit 1) sono tipiche di settori emergenti ad alto contenuto tecnologico in cui si prevede che i prodotti diventino parte integrante della vita quotidiana di consumatori e professionisti.

Scendendo nel dettaglio dei droni a uso commerciale, ci si rende immediatamente conto che il mercato è tutt'ora in fase embrionale. Come è possibile vedere dai grafici sottostanti²⁰:

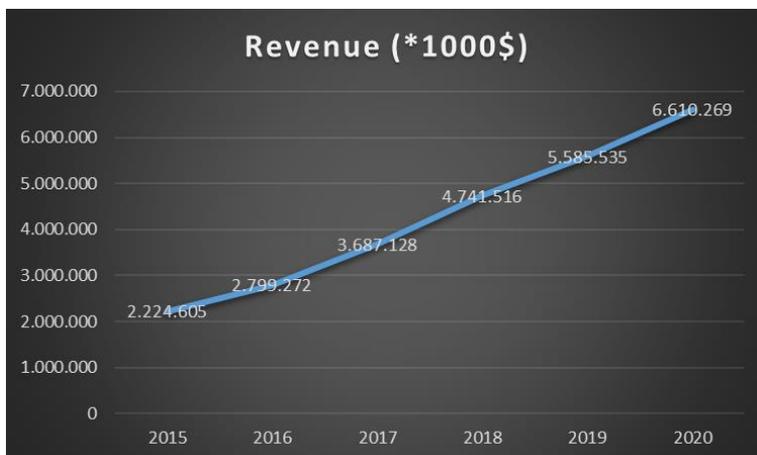


Table 1. Revenue Forecast, elaborazione personale

I ricavi dalla vendita degli enterprise drone sono destinati a salire, tra il 2015 e il 2020 da poco più di 2.2 Miliardi di dollari a ben oltre 6.5 Miliardi (Tab. 1), con un tasso composto di crescita annuo del 24,3%.

Come è noto questa situazione potrebbe essere dovuta sostanzialmente a due fattori, un

aumento generale dei prezzi dei prodotti considerati o un aumento delle quantità vendute a



Table 2. Units sold Forecast, elaborazione personale

parità di prezzo. In questo caso, poiché la tecnologia è ancora giovane e in realtà ci si aspetta l'esatto opposto di un aumento dei prezzi (che dovrebbero, nei 5 anni ridursi del 12,8% all'anno, exhibit 2), tutto è da imputare all'aumento vertiginoso previsto

²⁰ Elaborazioni personali, fonte (Gerald Van Hoy, 2016)

in termini di unità vendute (Tab. 2).

Le unità vendute di enterprise drone, che nel 2015 erano di poco più di 76000 dovrebbe sostanzialmente salire, con un tasso composto annuo medio del 42%, a quasi 500 mila entro il 2020.

Stando agli studi di settore, non ci sarebbe un unico fattore alla base di questa crescita monstre. Sicuramente il già citato abbattimento dei prezzi sarebbe una delle componenti che favorirebbero la crescita, tuttavia tale abbattimento sarebbe per lo più una conseguenza di altre cause alla radice. Tra queste possiamo annoverare:

- L'innovazione tecnologica, che si vedrà nel dettaglio in seguito, ma che sostanzialmente porterà a droni in grado di svolgere operazioni di business sempre più complesse, in maniera sempre più efficiente ed economica
- La diffusione di legislazione in materia di traffico aereo che porterà a un quadro normativo (auspicabilmente internazionale) in grado di garantire gli investimenti delle aziende rendendo chiaro quali limiti devono essere rispettati durante le operazioni di volo.
- Costi di produzione in picchiata grazie all'aumento dei volumi cumulati²¹.

Proprio quest'ultimo fattore merita una particolare attenzione perché consente di fare valutazioni ben più ampie anche sullo stato della tecnologia.

La diffusione della tecnologia

Evoluzione degli utenti

In particolare, partendo dalle previsioni sui prezzi di vendita dei prodotti, e assumendo che questi prezzi siano proxy dei costi di produzione del prodotto stesso, facendo un rapido confronto tra i consumer drone e gli enterprise drone solo su questa prospettiva si nota che, mentre i personal drone hanno sostanzialmente raggiunto il loro prezzo di vendita, lo stesso non

²¹ (Cantamessa, 2016)

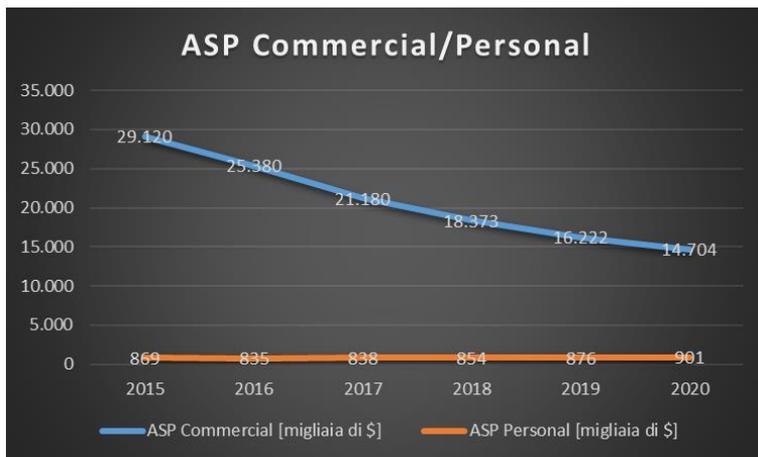


Table 3. ASP Commercial vs Consumer drone, elaborazione personale

può dirsi per i commercial drone. È irrilevante l'enorme differenza di prezzo in quanto, sebbene simili nell'aspetto, le funzionalità di un drone commerciale sono nettamente maggiori rispetto a quelle di un drone per consumatori (che per lo più è destinato a essere usato per riprese aeree o selfie dall'alto).

Come è stato detto nei paragrafi precedenti, maggiori funzioni corrispondono per lo più a un numero maggiore di sensori (soprattutto esteroceettivi) e payload che quindi aumentano il costo di produzione dell'UAV. Trascurando quindi questa evidenza, e ragionando in termini assoluti, è facile dedurre che mentre i droni a uso personale hanno un prezzo medio (di circa 862\$) con una variabilità di $\pm 3.8\%$, che nell'intervallo considerato (5 anni) è del tutto, i droni ad uso commerciale invece hanno un'oscillazione attorno al prezzo medio (20830\$) del $\pm 34,6\%$, ovvero quasi 10 volte tanto il precedente.

In accordo con un approccio theory based di gestione dell'innovazione (Cantamessa, 2016), questa differenza può essere facilmente spiegata con il diverso stato di maturità dei due diversi

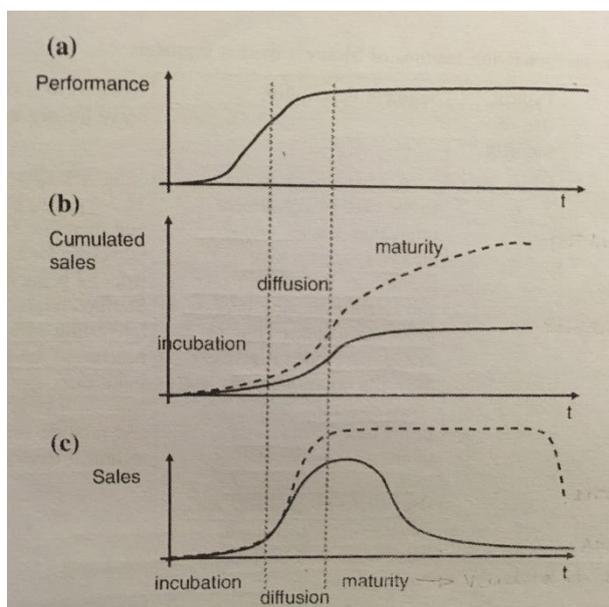


Figure 2. Performance and Diffusion s-curves. fonte: (Cantamessa, 2016)

mercati e in particolare con la diversa penetrazione dell'innovazione nei due sotto-mercati individuabili nel settore dei droni civili. Secondo tale modello, “[...] la diffusione(o penetrazione) [dell'innovazione nel mercato] può essere definita come la frazione di potenziali utilizzatori²² che, a un dato tempo, hanno deciso di adottare la tecnologia. In termini assoluti, le curve di diffusione rappresentano le vendite cumulate di adozione, cioè le vendite agli utenti che

²² Da ora in poi con il termine “utilizzatori” si intenderà sempre i “potenziali utilizzatori” di una tecnologia che non vanno confusi con tutta la popolazione che risiede nella zona geografica del potenziale mercato.

adottano la tecnologia per la prima volta [...]”²³.

Mettendo in relazione i dati di vendita cumulata con performance e vendite non cumulate è possibile ricavare informazioni utili sullo stato di diffusione della tecnologia in esame, come è facile comprendere leggendo i grafici in figura 2. In particolare, guardando il secondo grafico (Figure 2, (b)), le vendite cumulate indicano se la diffusione della tecnologia si trova in uno stato di: incubazione, diffusione o maturità.

Tutto può essere determinato dalla pendenza della curva che, seppur crescente sin dalla fase di incubazione, è durante la fase di diffusione che diventa molto ripida per poi tendere ad un asintoto orizzontale in fase di maturità.

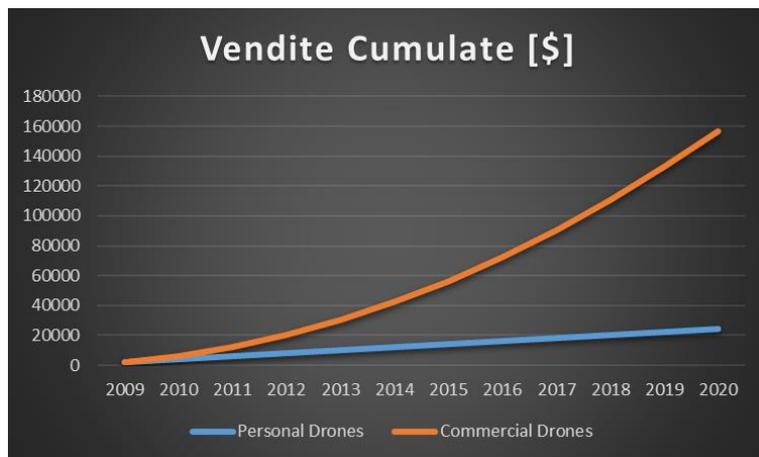


Table 4. Cumulated Sales, elaborazione personale

Ricavando questi dati per quanto riguarda il settore dei droni commerciali (Table 4), la differenza nei due sub-market dei droni civili è abbastanza netta: i personal drone stanno iniziando la loro fase di diffusione sul mercato, mentre, gli enterprise drone, si trovano ancora ampiamente nella fase di

incubazione.

Quanto detto si traduce inoltre in un altro fattore importante ai fini dell'analisi dei dati di mercato ed in particolare della tipologia di clientela che i produttori di UAV civili si trovano a dover affrontare. Spostando l'attenzione sul terzo grafico della figura 2 (Figure 2, (c)) infatti, si ottengono informazioni fondamentali sui segmenti di mercato lungo il ciclo di vita della

²³ (Cantamessa, 2016)

tecnologia in esame. La curva continua rappresenta, in ognuno dei sotto-mercati individuati, la prima adozione della tecnologia da parte degli utilizzatori, mentre quella tratteggiata, eventuali

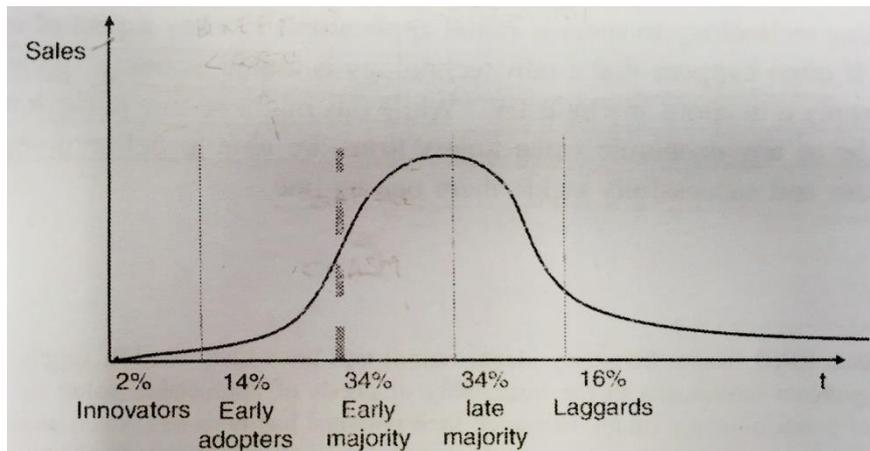


Figure 3. Market Segments, Rogers & Moore. Fonte: (Cantamessa, 2016)

vendite aggiuntive o di rimpiazzo.

Questa curva, dalla caratteristica forma a campana (Fig.3.), è stata segmentata, in letteratura, in vari modi. Uno dei modelli più diffusi è senza dubbio quello proposto da

Everett Rogers (1962), il quale propone una segmentazione per tipologia di clienti divisi in base alla loro attitudine verso la tecnologia. Tale segmentazione sarebbe simile in moltissimi casi di diffusione tecnologica e da evidenze empiriche sono emerse delle vere e proprie percentuali di adozione della tecnologia: numeri non stringenti che però forniscono un indice di saturazione del mercato. A questa segmentazione si è aggiunto, nel 1991 ad opera di Moore, il cosiddetto gap (o chasm) tra i segmenti degli early adopters e early majority (in Fig. 3 il segmento tratteggiato). Secondo questa aggiunta, sostanzialmente, le aziende leader nel primo 16% del mercato, pur avendo il vantaggio competitivo del first mover non saranno necessariamente leader nella seconda parte (temporalmente parlando) del mercato se non sono capaci di individuare le caratteristiche del prodotto che più interessano questa tipologia di clienti, meno tecnici dei precedenti, ma molto più numerosi.

Tornando ai sub-market analizzati, confrontando le curve ottenute in base ai dati di vendita raccolti da Gartner (Tab. 4) e i modelli proposti dalla teoria di gestione dell'innovazione (Fig. 2 e 3), è evidente che mentre il mercato dei consumatori si sta avviando rapidamente al punto di chasm, il mercato enterprise drone è ancora ben lontano da questo punto.

Il perché di questa evidenza è semplice e diverrà anche molto più chiaro nel momento in cui si analizzeranno (nei successivi paragrafi) le legislazioni vigenti in materia di UAV. È inoltre da segnalare che in realtà la linea del tempo, parametro sempre considerato come asse orizzontale nelle precedenti valutazioni, andrebbe in realtà corretto con un parametro ben più indicativo del mercato: gli investimenti delle imprese nel settore. È infatti noto, nella teoria di gestione dell'innovazione, che una tecnologia, di per sé, non si sviluppa semplicemente con il trascorrere del tempo, ma ovviamente, con investimenti in ricerca e sviluppo. Poiché, tuttavia, raramente

questi parametri sono a disposizione di soggetti esterni alle imprese che sostengono questi investimenti, ci si riferisce al tempo come a una proxy di tali investimenti.

Nel caso in oggetto, le aziende produttrici hanno trovato un più facile sbocco sul mercato dei consumer, i quali sostanzialmente non richiedono molte funzioni al proprio UAV. Le maggiori caratteristiche richieste sono facilità d'uso del dispositivo durante il volo, capacità di ripresa (e fotografia) aerea ad alta risoluzione e un'autonomia discreta (anche di meno di 30 minuti). Tutte caratteristiche che, anche sulla base di precedenti ricerche in ambito militare e in settori tecnologici limitrofi (ad es. miniaturizzazione delle componenti per smartphone e tablet), si sono trasformati in traguardi facilmente raggiungibili dai vari produttori di droni consumer (e prosumer). Questa evidenza, unita al fatto che i consumatori hanno un maggiore margine legislativo (in quanto non svolgono operazioni ritenute critiche), ha creato il boom di vendite che, tra l'altro non è destinato ad arrestarsi.

Gli utenti del sub-market dei velivoli senza equipaggio commerciali, invece, richiedono caratteristiche nettamente maggiori ai propri dispositivi aerei e, fattore ancora più importante, molto più eterogenee, vista la grande varietà di settori in cui i droni possono essere utilizzati a scopi di business (dalla sorveglianza alla gestione delle emergenze, dalla raccolta di dati ambientali alla logistica). Tutto ciò porta a dire che le numerose applicazioni specifiche richieste non possono essere soddisfatte con un unico prodotto.

A questo si aggiunga che gli UAV commerciali sono generalmente più pesanti, con maggiori capacità di carico e con maggiore autonomia di volo quindi in grado di condurre operazioni anche al di fuori del campo visivo dell'operatore a terra.

Questo si traduce in una maggiore pericolosità delle operazioni condotte dal velivolo e la normativa vigente in moltissimi Paesi (come si vedrà meglio nel seguito) è ancora troppo confusa e restrittiva per assicurare le imprese a tal punto da favorire grossi investimenti di R&D²⁴.

Il sotto-mercato dei RPAS civili ad uso commerciale, quindi, risulta più limitato nell'offerta e i prodotti principali risultano o soluzioni poco specifiche e efficienti, raramente integrate

²⁴ Research and Development: funzione dell'impresa dedicata alla ricerca per lo più tecnologica

(hardware e software) o soluzioni che colossi di altri settori (es. Amazon e Google), cercano di produrre al loro interno per le proprie specifiche operazioni di business (es. logistica).

Al contempo, è però facile intuire che, tra i due sotto-mercati, quello a maggiore potenzialità è proprio il mercato dei droni ad uso commerciale, per ora meno esplorato.

Volendo riassumere le evidenze emerse finora, quindi, il mercato degli UAV commerciali ha una variabilità del prezzo medio in 5 anni nettamente maggiore rispetto a quello degli UAV per i consumatori, questo è dovuto al fatto che, mentre i primi si trovano in una fase di diffusione della tecnologia ancora precoce, i secondi sono già più diffusi e diventeranno un vero e proprio mercato nel momento in cui ci sarà il superamento del chasm (crossing the chasm²⁵).

Superare il gap tra utenti early adopters e early majority significa sostanzialmente che il prezzo pagato per la tecnologia acquistata sarà almeno pari al beneficio che l'utente ricaverà nell'utilizzo della tecnologia.

Mentre per il sotto-mercato dei droni consumer questo momento non tarderà a venire con l'implementazione di nuove funzionalità più attrattive per consumatori meno predisposti alla tecnologia rispetto agli early adopters, lo stesso non vale per il sotto-mercato dei commercial drone nel quale per ora si stanno muovendo solo gli innovatori, disposti a pagare anche molto più del beneficio che ricevono dalla tecnologia allo stato attuale pur di avere un vantaggio informativo nel futuro.

Il cambio di tipologia di utenti cui si rivolge il mercato, spesso si accompagna anche a una modifica dei modelli di business utilizzati dalle aziende produttrici.

Questo, sta già avvenendo nel mercato dei consumatori, un esempio su tutti è quello del cambiamento di focus dell'americana 3D Robotics, nata da una community fondata da Chris Anderson²⁶, che è passata da produttrice di hardware e software per consumer drone a software house per prodotti più specializzati negli enterprise drone.

Lo stesso non può dirsi in campo industriale dove i prodotti di settore ancora scarseggiano mentre ancora proliferano soluzioni ad hoc non integrate, sviluppate da aziende per aziende (B2B market) in base a specificità proprie di ogni cliente.

²⁵ Fonte: (Cantamessa, 2016)

²⁶ Fisico statunitense, già direttore della rivista Wired, autore de: "La Coda Lunga: da un mercato di massa a una massa di mercati", "Free" e "Makers" e fondatore di varie piattaforme web tra cui, nel 2007, DIYdrones.com, community dalla quale nascerà poi l'azienda 3DR.

Evoluzione della tecnologia: Hype Effect

Quanto detto può essere confermato analizzando la cosiddetta curva di hype-effect.

In accordo con la teoria della gestione dell'innovazione, "il periodo di incubazione nel ciclo di vita di una tecnologia è alquanto critico e interessante [...] poichè... la nuova tecnologia soffre facilmente di aspettative iper-inflazionate. Una ben nota rappresentazione di questo fenomeno è periodicamente proposta dall'azienda di consulenza Gartner per tecnologie legate all'ICT, mediante la hype cycles"²⁷ (fig. 4).

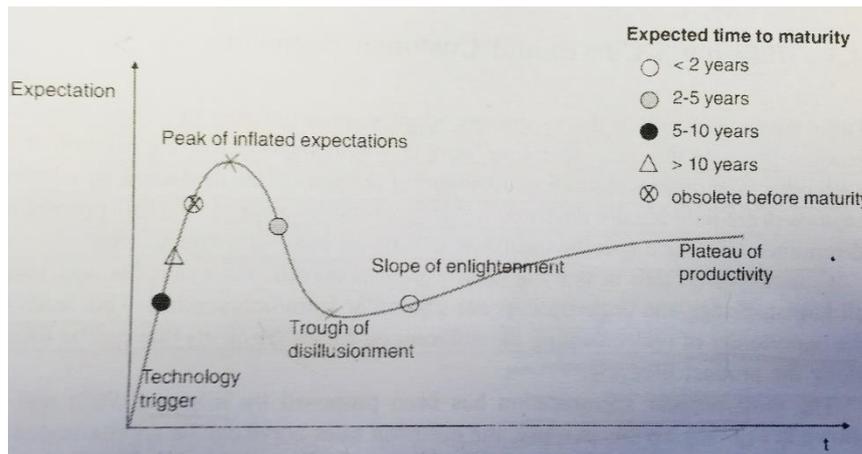


Figure 4. A simplified representation of a hype cycle, fonte: (Cantamessa, 2016)

Quella in figura è una rappresentazione del tutto generale e mostra come, nell'intervallo di "incubazione" la diffusione di una tecnologia non segua una traiettoria lineare e proporzionale al passare del tempo (o all'aumento

degli investimenti delle aziende del settore). In particolare la diffusione sarebbe fortemente soggetta alle aspettative che gli esperti di settore prima, l'opinione pubblica poi, si fanno della tecnologia in esame.

L'affacciarsi di una tecnologia sul mercato (technology trigger) porterebbe innanzitutto grandissime aspettative sulle sue potenzialità, per cui esperti e opinione pubblica sarebbero attratti dalla tecnologia, a tal punto da ipotizzare potenzialità spesso poco realistiche, in un crescendo di aspettative che culminano nel "peak of inflated expectations". Da questo punto in poi, grazie anche alle ricerche e invenzioni che si susseguono nel dominio tecnologico di interesse, si iniziano a comprendere i potenziali limiti della tecnologia in esame. Questo porta a un movimento opposto delle aspettative, si perde rapidamente interesse nelle potenzialità e vengono sempre più sottolineati i limiti della tecnologia, anche al di là dei reali limiti. Toccato il punto più basso delle aspettative (trough of disillusionment) le aziende di settore, esperti e opinione pubblica iniziano ad allinearsi sulle reali capacità della tecnologia in esame, nascono le applicazioni realistiche che successivamente diventeranno veri e propri prodotti di mercato con clienti di riferimento (prima early adopters, poi early majority e così via).

²⁷ (Cantamessa, 2016)

A conferma di quanto detto precedentemente, si rendono disponibili le Hype Cycle, stilate da Gartner per le maggiori tecnologie ICT, del 2016 e 2017.



Figure 5. Gartner Hype Cycle Technologies 2016

questo punto, ovvero nella curva a derivata prima negativa in cui le aspettative si abbassano rapidamente fino a raggiungere il loro punto di minimo. Inoltre, il tempo di raggiungimento

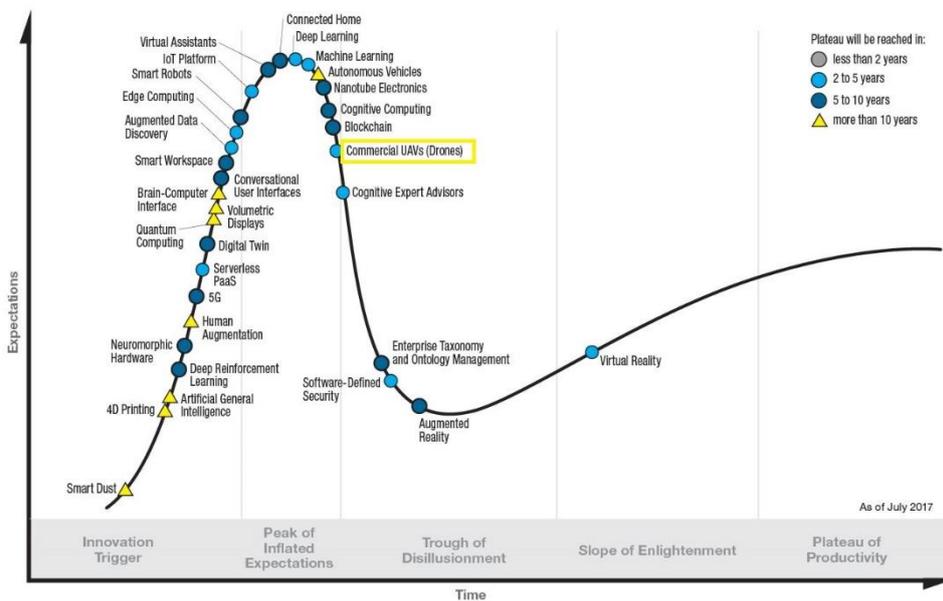


Figure 6. Gartner Hype Cycle Technologies 2017

È lampante notare il salto fatto dalla tecnologia, nella sua fase di incubazione, in un anno.

Tra il 2016 e il 2017 infatti, i Commercial UAV passano dall'essere prima del "picco di aspettative inflazionate" al lato opposto rispetto a

della maturità della tecnologia passa dall'essere da 5-10 anni a 2-5 anni.

Il risultato farebbe pensare a un errore di valutazione se non si tengono in considerazione

alcuni fattori fondamentali che hanno guidato lo sviluppo di questa tecnologia nell'arco di tempo considerato.

Il primo fattore, già citato in precedenza, è in effetti nascosto dall'errore teorico che si decide di compiere mantenendo sull'asse delle ascisse il tempo come proxy dell'avanzamento della

tecnologia. Così facendo infatti si trascurano i grossi investimenti che in questo anno sono stati fatti da grandi aziende del settore e non.

Un esempio su tutti è quello di Amazon, il colosso del retail online, che, dopo aver annunciato nel 2013 di essere già in piena corsa di investimenti per la costruzione di un drone (octacottero) e un sistema logistico associato in grado di fare consegne in 30 minuti, aveva avuto una battuta d'arresto dovuta alle stringenti regolamentazioni in materia di UAV civili imposte dalla Federal Aviation Administration americana. La sostanziale impossibilità di testare il nuovo prodotto e modello di business delle consegne, aveva inibito lo sviluppo della tecnologia. Il problema è però stato aggirato in due modi fondamentali²⁸: mentre da un lato in America l'azienda ha spinto per un accordo con il governo che si conclude proprio nel 2017 con una licenza concessa anche ad altre aziende (tra cui Google, Facebook e enti governativi locali), l'azienda si attiva per testare il prodotto in U.K. (dove le legislazioni erano meno restrittive) e nel dicembre del 2016 Amazon trasmette in streaming la prima consegna fatta a mezzo drone²⁹.

Analogamente, anche se per scopi differenti, nello stesso periodo iniziano (o esplicitano gli investimenti) altre aziende leader dei propri settori, degne di nota sono: Alphabet Inc. (proprietaria di Google) in diversi campi e Facebook che attraverso i droni continua nel suo progetto di portare internet nel mondo.

È inoltre noto che, quando vengono fatti ingenti investimenti in un settore da parte di aziende leader, si crea un effetto imitativo anche per altre aziende. Tutto questo ha contribuito in maniera preponderante a provocare questo forte spostamento del punto rappresentativo degli UAV commerciali lungo la curva dell'Hype Cycle.

Dopo aver citato grandi aziende (cosiddette big tech) infatti è doveroso approfondire gli investimenti di piccole-medie imprese e, soprattutto, start-up che negli ultimi anni hanno invaso il settore degli UAV intervenendo a vario titolo lungo la supply-chain dell'industry.

Secondo uno studio condotto da McKinsey³⁰, dal 2000 al 2017, nel settore degli UAV civili (comprendendo anche quelli ad uso consumatori) sono entrate più di 300 start-up le quali sono state in grado di raccogliere più di 3 Miliardi di dollari.

Gli investimenti, ovviamente, sono stati fortemente influenzati da altri due fattori che verranno approfonditi maggiormente di seguito: l'accettazione del mercato e le regolamentazioni esistenti. In base a questi fattori, alcuni settori e alcune fasi della creazione del valore sono risultati essere più sicuri da un punto di vista del ritorno economico.

²⁸ (Beene, 2017)

²⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=vNySORI2Ny8>

³⁰ (Pamela Cohn, 2017)

Questa evidenza ci porta al secondo fattore che ci consente di comprendere maggiormente lo shift subito in un solo anno dai commercial drone nell’hype curve: il dato fornito da Gartner è riassuntivo, fornisce il quadro di insieme di un settore molto variegato, in cui alcuni segmenti hanno già raggiunto la maturità, mentre altri ne sono molto lontani.

Uses	Description of use	Impact ²	Estimated time to maturity, ³ years
1 Surveillance	1a Short-range surveillance	Conducting short-range surveillance, image capture, and analytics	High Already mature
	1b Long-range surveillance	Conducting long-range surveillance, image capture, and analytics	Medium 2-5
	1c Photo/video	Using photo and video applications without analytics	Low Already mature
2 Operations	Facilitating labor-intensive or difficult tasks	Medium Already mature	
3 Entertainment/advertising	Leveraging drones to entertain or advertise	Low Already mature	
4 Signal emission	Providing multimedia bandwidth by emitting signal/video/sound	Low 1-3	
5 Movement	5a Transportation	Moving people	High 10-15
	5b Delivery	Moving objects	High 5-10

Figure 7. UAV applications in 5 big categories, fonte: (Pamela Cohn, 2017)

La figura 7, suddivide le innumerevoli applicazioni degli RPAS commerciali in 5 grandi categorie, la sorveglianza, le operations, intrattenimento e pubblicità, emissione di segnali e movimento. Pur eliminando dall’analisi l’applicazione “photo/video” che

sostanzialmente si rifà al sotto-mercato dei consumatori (che, come precedentemente ricavato dai dati di vendita, risulta essere già maturo), il quadro rimane decisamente eterogeneo. Sostanzialmente i settori più esplorati attualmente sono quelli in cui legislatori e opinione pubblica non hanno espresso forti opposizioni. Risultano quindi essere già maturi tutti i segmenti in cui l’UAV rimane nel raggio d’azione dell’operatore a terra (operazioni short-range- VLOS) e/o in cui il drone è utilizzato per sostituire l’uomo nelle operazioni cosiddette “3Ds”³¹, ovvero “noiose, sporche o pericolose”.

Queste applicazioni, oltre a non aver scatenato un dibattito nell’opinione pubblica, hanno beneficiato delle ricerche fatte in ambito militare (che analogamente tentavano di rendere le operazioni militari meno pericolose per i soldati).

Al di fuori di queste, alcune applicazioni sono sostanzialmente considerate quasi sicure dagli investitori, con un tempo stimato di maturità di pochi anni. Per questa categoria applicativa, pur esistendo attualmente dei problemi legislativi e infrastrutturali, il vantaggio dell’utilizzo dei droni è evidente pertanto l’accettazione del mercato è considerata scontata. Prendendo ad esempio l’emissione di segnali, ed in particolare la fornitura di internet in zone altrimenti non accessibili, non ci sarebbero problemi etici da dover affrontare, risulta tuttavia complicato avere, nelle stesse zone, delle strutture di ricarica capaci di supportare efficacemente i velivoli.

³¹ Dall’inglese, “Dull, Dirty or Dangerous”.

Una parte dello shift sulla curva dell'Hype Effect è quindi spiegata dai grossi investimenti che sono stati fatti nelle applicazioni associate a un rischio più basso. Tuttavia, si commetterebbe un errore a pensare che sostanzialmente il futuro dei commercial UAV sia relegato solo a queste applicazioni in quanto, quelle a maggior rischio, sono le applicazioni che presentano il maggior potenziale per rivoluzionare i settori cui si rivolgono.

Ovviamente, queste considerazioni non possono essere lette nella curva dell'Hype Effect che, essendo un dato aggregato, ci mostra l'andamento generale di tutte le applicazioni, prese come un insieme.

La supply-chain dei commercial drone

Il concetto di ambiti più o meno sicuri su cui investire può essere letto in maniera duale, sull'hype curve è stato spiegato in che modo esso ha avuto impatto sugli altri settori e, quindi, sostanzialmente sulla parte ultima della catena del valore: gli utilizzatori finali. In questo paragrafo, invece, si vuole affrontare lo stesso tema dal punto di vista dei produttori.

Gli attori della supply-chain di un generico settore, come è noto, sono aziende che si posizionano lungo una catena produttiva, la quale inizia con l'approvvigionamento delle materie prime (monte) per arrivare attraverso più o meno numerose operazioni di trasformazione al prodotto finale (valle), l'ultimo "anello" della catena risultano essere i clienti finali (non necessariamente coincidenti con gli utenti finali). La scelta su quale punto della catena posizionarsi determina, sostanzialmente, quali operazioni verranno svolte internamente all'azienda e quali verranno acquisite dall'esterno.

Questa scelta è un tema ampiamente dibattuto in letteratura economica e i fattori che la guidano sono innumerevoli per ogni azienda: dalla propria storia alle risorse attualmente presenti in azienda, dalla disponibilità di cassa (che determina un maggior grado di innovazione) ai valori già associati al (o ai) proprio brand, da considerazioni strategiche di lungo periodo a congiunture economiche di breve periodo.

Considerando il dinamismo del settore analizzato sarebbe impensabile fornire, in un solo paragrafo, un quadro completo di tutte le aziende di produzione presenti sulla catena del valore dei commercial UAV pertanto, di seguito verrà presentato come le più di 300 startup entrate sul mercato negli ultimi anni (come detto in precedenza) si sono disposte. In questo modo, infatti,

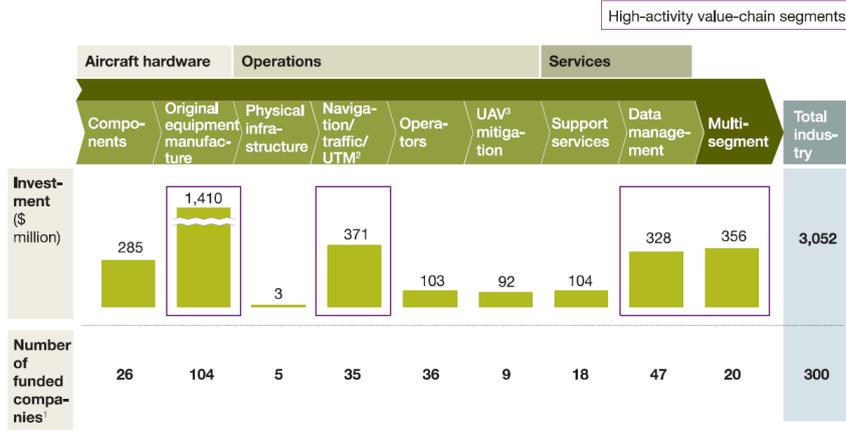


Figure 8.3B \$ distribution in commercial UAV chain, fonte: (Pamela Cohn, 2017)

si intende escludere tutte le considerazioni che vengono fatte in base alla storia pregressa dell'azienda, si predilige cioè un approccio più orientato al mercato in sé per sé piuttosto che resource-based. In figura 8, è evidenziato come

aziende e investimenti si sono suddivisi lungo la catena del valore, i dati di riferimento sono le gli oltre 3 miliardi di dollari che le 300 startup hanno raccolto come finanziamenti dal 2000 al 2017.³²

Quasi la metà di questi investimenti (1,4 MLD di \$) sono confluiti nelle 104 startup (più del 33% del totale) che si sono focalizzate nei cosiddetti OEM³³, ovvero quei prodotti destinati a essere assemblati su piattaforme proprietarie e non, sulle quali poi, il produttore finale, apporrà il proprio marchio. Questo aspetto è dovuto sostanzialmente al fatto che una tecnologia modulare come i quadricotteri apre, con un'unica piattaforma, all'integrazione di sistemi hardware e software di diversissimo tipo e sarebbe impensabile che un'unica grande azienda si specializzasse in tutte le tipologie implementabili.

È più realistico che un'azienda produttrice di OEM, si specializzi nella produzione e vendita di uno o pochi sistemi hardware, riformando più produttori a valle. In questo modo a essere avvantaggiate sono sia le imprese a monte che, avendo più clienti, possono beneficiare di economie di scala e di scopo, sia quelle a valle che possono acquistare prodotti di qualità più alta (e a un prezzo minore) di quelli che riuscirebbero a produrre internamente.

³² Il dettaglio di quali prodotti sono compresi in ogni anello della catena del valore può essere trovato nell'Exhibit

³³ OEM: Original Equipment Manufacture

Lo stesso discorso potrebbe essere fatto anche per le componenti di base (sensori e payload) che però non hanno raccolto la stessa quantità di investimenti perché, come detto in precedenza sono oggetti che trovano sbocco anche in altri mercati più maturi di quello sotto analisi.

Giroscopi, batterie, moduli IMU, GPS, ecc...sono tutte componenti facilmente reperibili grazie all'enorme diffusione di smartphone, tablet e computer portatili.

Altre aziende che hanno raccolto molti finanziamenti sono quelle focalizzate sull'Unmanned Traffic Management (UTM), il Data Management e quelle che a partire da una piattaforma software unica di analisi dati possono posizionarsi in più segmenti di mercato.

Le 102 startup di questa categoria hanno raccolto nel complesso 1,055 MLD di \$, ovvero poco più di un terzo del totale, fornendo quello che gli analisti considerano un evidente trend di mercato: nel futuro si propenderà per soluzioni software "turnkey"³⁴.

Tutte le aziende della categoria, infatti, piuttosto che concentrarsi sull'ottenimento di hardware di maggior qualità o minor prezzo, si focalizzano (anche se in modo diverso) sullo sfruttamento dei dati raccolti dai velivoli durante le loro operazioni di volo.

Questo quadro, per ora frammentato in 102 startup, è una base di partenza per quelle che saranno le soluzioni software chiavi in mano che si avranno nel momento in cui l'offerta si andrà consolidando attraverso fusioni e acquisizioni (avvenimenti tipici di industry in cui lo stato di diffusione della tecnologia supera la fase di incubazione³⁵).

Mercato e Industry, un quadro di insieme

Riassumendo quanto detto finora è possibile farsi un'idea dello stato del mercato degli enterprise drone, in base alla diffusione della tecnologia, gli attori della supply-chain e della tipologia di utenti cui essa si riferisce e si riferirà in futuro.

Le prime considerazioni possono essere fatte sui prodotti.

Il prodotto, inteso come Augmented Product (ovvero il prodotto in sé per sé cui si aggiungono servizi e oggetti ad esso correlati) non è ancora univoco. Non esiste un'offerta standardizzata e non esiste un unico prodotto in grado di essere adattato a ogni settore. L'offerta per ora è molto variegata, si possono trovare soluzioni integrate (hardware e software) così come soluzioni complementari tra loro in cui una tecnologia di base viene abbinata a uno o più sistemi software che aiutino nella realizzazione di funzionalità specifiche.

³⁴ "Turnkey": letteralmente "chiavi in mano".

³⁵ (Cantamessa, 2016)

I clienti del mercato sono per ora per lo più “innovator”, ovvero aziende nelle quali l’analisi costi benefici della tecnologia non viene fatta solo guardando alle caratteristiche attuali dei prodotti ma anche alle potenzialità future. In particolare, attualmente, l’utilizzo di droni per svolgere le operazioni di business non è necessariamente giustificato da un evidente vantaggio economico ma, gli attuali utenti, scelgono di utilizzarli al fine di acquisire un vantaggio competitivo (nel proprio settore) che sarà spendibile nel futuro.

Quanto appena detto non è egualmente vero in ogni settore in quanto, alcune operazioni di business beneficiano di una maggiore maturità tecnologica degli UAV, dovuta sia all’eredità dei risultati di ricerca ottenuti in ambito militare (ad es. per il monitoraggio), sia a caratteristiche intrinseche del settore che hanno permesso un utilizzo dei droni anche in assenza di regolamentazioni (ad es. in agricoltura).

I produttori del mercato sono anch’essi molto diversi tra loro. Una prima classificazione che possiamo fare è quella rispetto alla prospettiva del settore degli UAV in sé per sé, dividendo in aziende focalizzate e non.

Le aziende non focalizzate sono principalmente grandi compagnie che si concentrano su questa tecnologia per far fronte a debolezze del proprio modello di business (es. Amazon in logistica, Facebook nella fornitura di internet, ecc..). Generalmente sono imprese che, piuttosto che controllare grandi quote di mercato nel settore degli RPAS, aspirano a essere all’avanguardia nel proprio business, pertanto i loro prodotti non sono necessariamente destinati al mass-market.

Al contrario, le aziende focalizzate nel settore degli UAV sono determinate a conquistare quote di mercato ma, ognuna di loro, compete in modo diverso.

Si possono annoverare grandi aziende come la DJI che, come verrà approfondito in seguito, si pongono l’obiettivo di aggredire il mercato con prodotti altamente innovativi focalizzandosi sia nella produzione di hardware e software integrati, sia mettendo a disposizione il proprio hardware proprietario per collaborare con altre aziende produttrici di software (ad es. la 3DR, Google, ecc...).

Esistono poi altre grandi compagnie (come la Lockheed Martin) che invece hanno un background completamente orientato al mondo dei velivoli (manned and unmanned) ad uso militare e solo da poco hanno considerato l’ingresso nel mercato dei droni civili.

Esistono poi produttori di piccole-medie dimensioni, spesso start-up che sono entrate nel mercato distribuendosi a vario titolo lungo la supply-chain. La maggior parte di loro (oltre i due terzi) si sono concentrati sulla produzione di OEM per la fornitura di imprese più grandi e nella creazione di software per la gestione del traffico aereo o il data management.

I trend principali che emergono nell'industry (in accordo con lo stato di diffusione della tecnologia) sono:

- per quanto riguarda l'hardware i produttori OEM tenderanno sempre più a specializzarsi in uno o più sistemi che verranno poi installati in piattaforme proprietarie degli assemblatori finali
- per il software, si tenderà sempre più a soluzioni turn-key che comprendano almeno UTM e data management consentendo ai droni di operare in più segmenti (o a vari livelli di una stessa organizzazione)

Infine, va segnalato che, così come è già avvenuto sul mercato dei consumer UAS, gli attori dell'industry tenderanno ad aggregarsi (attraverso fusioni, acquisizioni e fallimenti), man mano che la tecnologia diventerà più diffusa ed emergeranno dei modelli dominanti.

Ne emerge che il mercato sta evolvendo in maniera repentina, sia nei prodotti che negli attori, con enormi potenzialità ancora inesplorate.

I dati di mercato, però, non sono l'unico aspetto che può essere preso in considerazione per l'analisi degli sviluppi futuri di una tecnologia, specialmente nel caso in cui questa tecnologia è in grado di modificare radicalmente il vivere quotidiano.

È per questo che, a valle delle considerazioni di mercato, si proseguirà nel capitolo seguente a completare l'analisi con gli aspetti più legati alla società, intesa come persone ma anche strutture pubbliche e legislatori.

Capitolo 2

I fattori che influenzano la diffusione degli UAV

Come già ampiamente discusso nel paragrafo dedicato ai cenni storici, i droni sono stati usati dai militari di Paesi come Stati Uniti, Regno Unito e Australia in operazioni di sorveglianza e attacco aereo in Iraq, Pakistan e Afghanistan.

Negli ultimi anni, i velivoli aerei senza equipaggio hanno spopolato però anche in usi civili, inizialmente a scopo ludico, successivamente e attualmente sempre più in applicazioni commerciali.

I consumer drone non hanno riscosso una grande attenzione da parte dell'opinione pubblica, considerati poco più di giocattoli, relegati a volare in spazi aerei poco (o per nulla) frequentati, ad altitudini poco elevate. Tutto questo ha permesso un notevole sviluppo di questa categoria, le vendite di consumer drone sono cresciute in maniera esponenziale e sono così iniziate le prime applicazioni commerciali.

Tali applicazioni sono state, inizialmente, un mero riflesso delle applicazioni precedenti:

- Riprese e fotografie aeree utilizzate in ambito immobiliare e pubblicitario di alta qualità
- In sostituzione dell'uomo in operazioni "noiose, sporche e pericolose"

Fino a questo punto dello sviluppo della tecnologia, sostanzialmente non si sono scatenati grandi dibattiti etici eccetto qualche caso collaterale di privacy violata inconsapevolmente dagli operatori a terra.

Tuttavia, con l'avvento di velivoli in grado di svolgere funzioni decisamente più complicate e avveniristiche, i dibattiti sociali che si sono scatenati sono diventati innumerevoli, talmente accesi da essere considerati in grado di influenzare pesantemente lo sviluppo tecnologico degli UAV in sé per sé³⁶. Una review condotta con un approccio tecno-etico (Luppacini & So, 2016), ad esempio, ha evidenziato i costrutti (verbali) che ricorrono più spesso nei documenti tecnici riguardanti gli UAS per capire quali fossero le maggiori preoccupazioni sociali in tema RPAS (risultati estesi – Exhibit 4, risultati in forma grafica – Figura 9).

³⁶ (Luppacini & So, 2016)

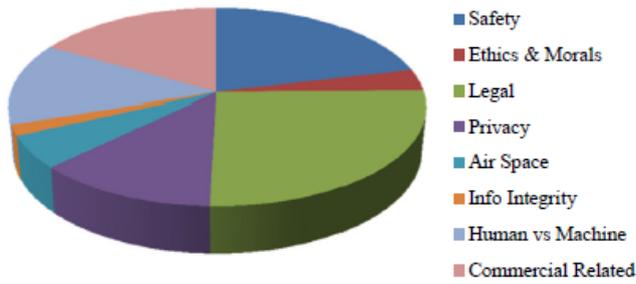


Figure 9. GraficCostruct established from Literature Review, fonte: (Luppicini & So, 2016)

I principali dibattiti si svolgono in ambito legale, di sicurezza e privacy. Immaginare un gran numero di velivoli “fuori dalle finestre di casa” (Davies, 2014) spaventa, soprattutto per la possibilità di:

- incidenti con altri velivoli (anche con equipaggio e passeggeri a bordo) che provocano cadute di oggetti pesanti
- superare limiti fisici attualmente impiegati per la difesa di privacy e proprietà privata
- generare un traffico aereo difficilmente controllabile in maniera diretta

Esula dallo scopo di questa tesi il voler approfondire tutti i temi citati ma, risulta fondamentale sottolineare che esistono dei fattori capaci di influenzare profondamente lo sviluppo della tecnologia in esame. Secondo uno studio di McKinsey, tali fattori potrebbero essere riassunti in 5 grandi classi, capaci in maniera più o meno incisiva, di accelerare o bloccare la diffusione degli UAV ad uso commerciale.

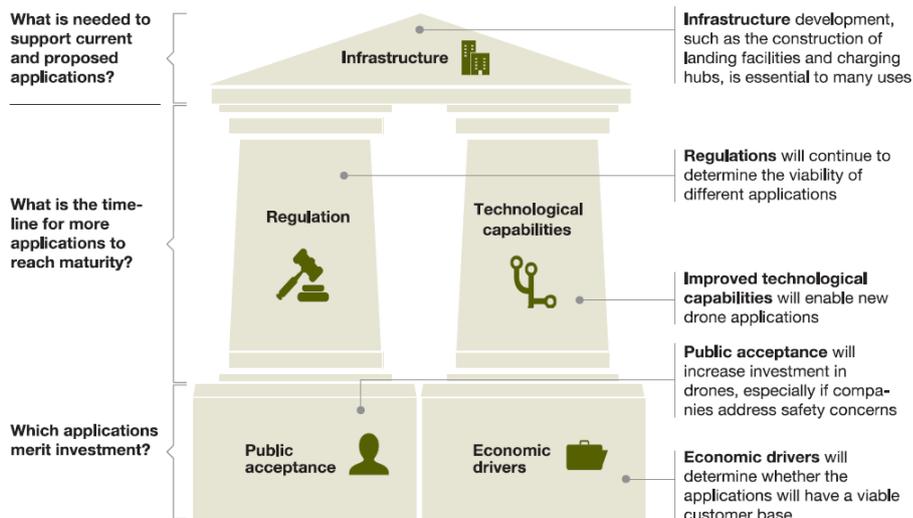


Figure 10. 5 factors can influence UAS growth, fonte: (Pamela Cohn, 2017)

La rappresentazione fornita nello studio dà un’idea dell’impatto che ogni fattore è in grado di avere sullo sviluppo e la diffusione della tecnologia.

Il primo grande ostacolo che gli attori dell’industry si troverebbero ad

affrontare, sarebbe senza dubbio quello dell’accettazione da parte del pubblico. Questo non sarebbe un problema banale se si pensa che ci sono dibattiti riguardanti persino tematiche poco rilevanti come la scelta di usare la parola “drone” associata, specialmente in America, all’idea di velivoli da combattimento. In uno studio condotto nel 2016 (General, 2016), ad esempio il 56% dei rispondenti si dichiarava contrario all’utilizzo dei droni per la consegna di pacchi ai consumatori. Tale percentuale potrebbe senza dubbio scendere man mano che i droni diverranno una tecnologia più comune ma è altrettanto indubbio che gli attori dell’industry degli

UAV commerciali dovranno compiere enormi sforzi per assicurare la società in materia di: sicurezza, tutela della privacy e nel rapporto uomo-macchina.

Il secondo blocco alla base dei cinque fattori concerne i driver economici. In questo blocco sono compresi non solo le dinamiche interne all'industria di riferimento (ampiamente trattate nei paragrafi precedenti) ma anche l'impatto che l'avvento dei droni avrebbe nel trasformare la società.

Finché i droni hanno sostituito l'uomo in operazioni 3Ds, una situazione che ha portato semplicemente maggior sicurezza per i lavoratori (e i soldati nelle zone di guerra) dei settori che hanno subito la diffusione, l'accettazione dei lavoratori è stata totale, ma cosa succederebbe se la sostituzione dell'uomo con il drone avvenisse semplicemente perché più conveniente a livello economico (così come avvenuto per i computer e come potrebbe avvenire per i robot)? In cima ai fattori di influenza, si trova il problema delle infrastrutture. È posto in cima perché è quello che si manifesterà più tardi nel tempo e sarà quello dall'impatto minore. I dibattiti attorno a questa tematica riguardano sostanzialmente come strutture di questo tipo saranno in grado di modificare l'aspetto di città e ambienti paesaggistici in cui verranno installate (ad esempio, colonnine di ricarica). Sempre su questo tema, inoltre, si stanno affacciando i primi dibattiti sulla proprietà di quelle che saranno, se i droni si dovessero sviluppare, delle infrastrutture fondamentali per l'offerta di servizi pubblici e privati. In particolare, così come succede per tutte le grandi infrastrutture, ciò di cui si discute è il grado di coinvolgimento che gli enti pubblici dovrebbero avere nella costruzione e manutenzione di questi impianti. Le opzioni a disposizione sono essenzialmente tre, strutture costruite e gestite: in monopolio da un'azienda privata, completamente pubbliche o in forme miste di vario genere (che propendono più o meno per l'interventismo pubblico). Il dibattito sulle infrastrutture risulta però abbastanza precoce considerando che le operazioni per ora consentite dalla maggior parte delle legislazioni vigenti in materia consentono un utilizzo degli UAV limitato.

I pilastri centrali della figura sono i fattori che sono in grado di influenzare in modo preponderante il tempo di maturità della diffusione della tecnologia UAV pertanto verranno affrontati nel seguito in maniera più approfondita.

In particolare, il problema legislativo, verrà analizzato in base a dati quantitativi estraibili dalle regolamentazioni già implementate e sui principali driver che stanno guidando i legislatori laddove non esiste ancora una regolamentazione organica.

Il tema tecnologico, invece, che è già stato detto essere centrale per questa tesi, sarà oggetto del quarto capitolo, interamente dedicato al patent landscape e quindi alle applicazioni attuali e future implementabili a partire dalle invenzioni che verranno analizzate.

Il problema legislativo

In ambito legislativo, la materia dei velivoli aerei senza equipaggio a bordo è stata a lungo trascurata. Con la comparsa dei primi droni civili, solo poche nazioni più lungimiranti (Australia e Canada in testa³⁷) hanno iniziato la regolamentazione, seguite nel corso del tempo da sempre più nazioni.

Tale diffusione di regolamenti non è stata però organizzata a livello internazionale creando un panorama legislativo altamente dinamico, distribuito a macchia d'olio e con l'utilizzo di parametri di riferimento che possono variare anche in maniera decisa di nazione in nazione.

Nel 2014, gli analisti della società di investimenti Mirova, hanno fornito una fotografia sullo stato delle regolamentazioni nel mondo (figura 11).



Figure 11. Regulation of UAS in the world, fonte: (Pamela Cohn, 2017)

A partire da questa foto, si sono individuate le nazioni da utilizzare per la raccolta e l'analisi di dati quantitativi volti all'ottenimento dei maggiori trend in

ambito legislativo, prescindendo da considerazioni che si potrebbero fare sulla capacità delle varie famiglie giuridiche di rispondere alle esigenze degli avanzamenti tecnologici.

In particolare sono state scelte le nazioni che già avevano una regolamentazione abbastanza definita da poter essere analizzata secondo parametri quantitativi: Australia, Canada, Francia (tra l'altro le prime tre al mondo a essersi dotate di una normativa sugli UAV), Germania, Irlanda, Olanda, Sud Corea, Svezia, Svizzera e Regno Unito.

È comunque necessario premettere che lo studio potrebbe presentare qualche imprecisione dovuta al forte dinamismo dei legislatori di tutto il mondo. Ad esempio, gli Stati Uniti, pur non essendo in possesso di una normativa organica stanno affrontando il tema in maniera abbastanza estesa mediante un censimento dei droni e gli utilizzi ad essi associati presenti sul territorio

³⁷ (Ostiari, 2014)

nazionale e come già citato, concedendo permessi particolari ad aziende di molti settori per l'effettuazione di test con possibili risvolti commerciali. In Europa, invece, è prevista l'emanazione di un Regolamento Europeo entro il 2018 (con applicabilità tra il 2020-2021) che già sta provocando movimenti di allineamento all'interno dei Paesi appartenenti all'Unione (Italia compresa).

Altezza massima consentita

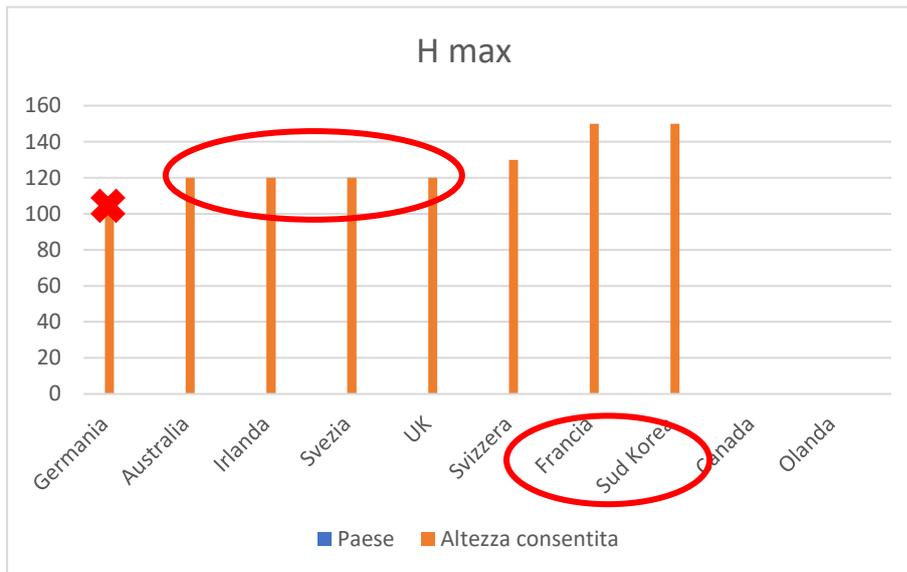


Table 5. Paesi e altezza massima consentita, elaborazione personale

Un primo parametro analizzato è quello dell'altezza massima consentita in ogni Paese, per applicazioni non pericolose, in VLOS³⁸, ovvero entro lo sguardo di un operatore a terra. Operazioni di questo tipo, sono

considerate le meno pericolose, possono essere generalmente effettuate anche da operatori non esperti e vengono effettuate principalmente per riprese e fotografie aeree.

Già da questo parametro emerge una profonda differenza tra le nazioni analizzate.

La più restrittiva è la Germania con soli 100 mt di altezza massima consentita, ma contemporaneamente, la Francia, altro Paese Europeo, è uno dei due meno restrittivi assieme alla Sud Corea. L'Olanda e il Canada, invece, non definiscono in generale le altezze massime o minime per le operazioni VLOS, ma forniscono indicazioni basate sulle altre condizioni esterne di volo (condizioni ambientali, zone no fly, ecc..).

Concessione Permessi

La tabella 6, mostra una situazione assolutamente eterogenea anche per quanto riguarda la concessione di permessi per operazioni più complicate delle VLOS.

³⁸ VLOS: Visual Line of Sight

Le condizioni con cui un'operazione viene definita critica varia da nazione a nazione, ma i criteri cui si riferiscono sono simili. Oltre la su citata altezza massima, superata la quale

Paese	Classi per MOD [Kg]				
	1*	2*	3*	4*	5*
Germania	<0,25	[0,25; 5]	[5; 25]	/	/
Australia	<0,1	[0,1;2]	[2;25]	[25;150]	>150
Irlanda	<1	[1; 150]	/	/	/
Svezia	<7	[7; 150]	>150	Owner details	
UK	<7	>7	/	/	/
Svizzera	<0,5	[0,5, 30]	>30	/	/
Francia	<2	[2; 8]	<25	>25	/
Olanda	<4	>4	/	/	/

Table 6. Classi di MOD considerate dai Paesi regolamentati, elaborazione personale.

l'operazione diventa più critica, ci si riferisce generalmente alla distanza da gruppi di persone, centri abitati o zone in cui potrebbero esserci altri velivoli (quindi aeroporti commerciali e non, zone militari,

ecc...). Per le operazioni considerate critiche i vari Paesi hanno allestito, in maniera diffusa, un sistema di permessi che vengono dati sotto il controllo dell'ente nazionale di riferimento per la gestione del traffico aereo. Anche questi la concessione di questi permessi è diversa da Stato a Stato ma generalmente tutti usano un sistema basato sul MOD (Massa Operativa al Decollo), ovvero il peso che il drone ha nel momento in cui decolla, comprendendo anche eventuali oggetti trasportati dal veicolo.

Come si può vedere dalla Tab. 6 le soglie tra classi sono molto diverse tra loro, con il minimo toccato dall'Australia (0,1 Kg) per arrivare a un massimo di 7 kg raggiunti da Svezia e UK. In generale, per questa prima categoria, non sono richiesti quasi mai permessi di nessun tipo, tranne in Sud Corea (non riportata nell'elenco per questo motivo) e, appunto Regno Unito e Svezia dove il permesso deve essere sempre dato, ma non all'operazione bensì alla persona che opera il volo. In Svezia, la responsabilità dell'operatore è così importante che i dettagli anagrafici del proprietario del drone devono essere apposti sul velivolo.

In generale, per le nazioni che hanno più di 2 classi, invece, la richiesta di permesso va valutata: caso per caso se si superano alcune condizioni ambientali in cui operare il volo con droni appartenenti alle seconde categorie e sempre richiesto dalla terza categoria in poi, eccezion fatta per l'Australia che richiede il permesso obbligatorio sui velivoli con MOD al di sopra dei 150 kg e un permesso condizionato a fattori ambientali dalla seconda alla quarta categoria.

Assicurazione

Un parametro che sembra essere, attualmente, abbastanza trascurato è quello dell'assicurazione.

Al contrario di quanto succede per veicoli terrestri, la maggior parte delle Nazioni non richiede, per gli UAV, un'assicurazione né personale per l'operatore né per il possibile coinvolgimento del velivolo in incidenti. Questo è sempre vero, eccetto che per Irlanda e Svizzera.

Altri parametri

In questo paragrafo si intende elencare una serie di altri parametri che sono stati presi in considerazione dai legislatori in maniera ancor più eterogenea dei precedenti, evidenziando al contempo quali sono le eventuali debolezze delle normative.

Operazioni (B)VLOS

Innanzitutto, come visto precedentemente, una grande mancanza rilevabile è quella che si riferisce al concetto stesso di volo in VLOS, ovvero sulla linea dell'orizzonte rispetto all'operatore. Molti legislatori si riferiscono a questo parametro per determinare la criticità di un'operazione. È ovvio che applicazioni in VLOS non consentono, al di là di eventuali limiti tecnici, applicazioni degli UAV in moltissimi contesti che sarebbero alla base delle operazioni commerciali.

Immaginando ad esempio una consegna operata da Amazon, sarebbe davvero improbabile che, in ogni momento del tragitto, un operatore che si trovi nei dintorni del velivolo, lo possa controllare e vedere. Se operazioni di questo tipo dovessero essere sempre soggette a una previa autorizzazione dell'ente governativo del Paese in cui avviene la consegna, i tempi di spedizione diventerebbero lunghissimi e il vantaggio di operare a mezzo drone sarebbe limitato solo in quelle aeree difficilmente accessibili altrimenti. D'altronde, probabilmente, il limite imposto dai vari legislatori verrà ampiamente superato dai progressi della tecnologia in esame. Come visto nel paragrafo sui cenni storici, l'esperienza hand-on, è stata abilitata sui velivoli senza equipaggio già da molto tempo (sin dal ventennio '20-'40) e gli strumenti a disposizione, oggi, permettono una comunicazione in real-time nettamente superiore.

Con queste funzionalità, sostanzialmente l'operatore può essere sempre in contatto visivo con l'ambiente in cui si trova l'UAV in volo anche a notevole distanza. Negli ultimi anni, grazie anche ai progressi ottenuti in tema di Augmented Reality, addirittura basterebbero degli occhiali che, ricevendo informazioni dalla camera installata sul velivolo, consentono all'operatore la stessa panoramica che avrebbe se fosse a bordo. In un contesto tecnologico di questo tipo, sembra alquanto ovvio che presto, i legislatori dovranno modificare il concetto di VLOS,

permettendo agli operatori a terra di poter svolgere missioni da terra senza essere in costante contatto visivo con il velivolo.

Comunicazione e invio ricezione dati

Altro parametro decisamente trascurato nelle attuali normative è quello dello spettro di comunicazione da utilizzare per l'invio dati tra velivolo e stazione ricevente (a terra o su un altro velivolo) e della grossa mole di dati che un gran numero di RPAS potrebbero generare.

Attualmente non esiste, tranne che in Australia, uno spettro di banda dedicato esclusivamente ai veicoli aerei senza equipaggio a bordo, ogni UAV può utilizzare diversi canali, appoggiandosi a infrastrutture esistenti, anche utilizzate in altri ambiti (velivoli manned, connessioni internet, ecc...).

Tornando però all'esempio di una consegna effettuata da Amazon a mezzo drone, è possibile immaginare come, in pochi anni, ci potrebbero essere milioni di dati sensibili che ogni giorno vengono trasmessi da un velivolo verso la stazione di controllo, ad esempio per confermare l'identità del cliente, la disponibilità di credito sulla carta, la corretta composizione della merce ordinata.

Tutti questi dati andranno protetti e potrebbero diventare così tanti da generare blocchi di rete nelle attuali infrastrutture di comunicazione. Il problema sembra così rilevante che già sono stati eseguiti numerosi studi in materia e che forniscono, da una prospettiva puramente tecnica, quale sarebbe il miglior spettro di banda da destinare ai soli velivoli aerei senza equipaggio a bordo. In uno studio condotto nella Yonsei University (Sud Corea)³⁹, addirittura, si fa un ulteriore passo avanti e ci si occupa (venendo in aiuto al policy maker) delle caratteristiche che dovrebbe avere un'infrastruttura dedicata alla ricarica wireless (WPT) per droni, con un proprio spettro dedicato alla sola ricarica.

Operazioni diurne notturne

Infine, si vuole accennare alla distinzione che viene fatta tra operazioni diurne e notturne. La tendenza di tutti i legislatori è quella di considerare critiche le operazioni notturne, in perfetto accordo con l'attuale concezione di VLOS. Questo aspetto, sarebbe marginale se ci occupassimo di consumer drone, non rappresenterebbe infatti un grosso problema per gli hobbisti il doversi limitare a voli diurni, che di per sé consentono migliori riprese e foto aeree. Se però si immaginano operazioni di sorveglianza o di consegna, il dover limitare il volo solo

³⁹ (Yong Hee Cho, 2016)

alle ore diurne rappresenta un problema decisamente rilevante che potrebbe portare sostanzialmente a rendere non conveniente l'utilizzo dei droni.

Gli UAV commerciali, infatti, con un costo nettamente superiore rispetto a quelli destinati ai consumatori, avrebbero un payback time nettamente più lungo se, le ore da considerare nel calcolo, saranno solo quelle “di luce” per ancora molto tempo e questo potrebbe portare sostanzialmente a un brusco arresto della tecnologia, dovuta a mancanza di investimenti piuttosto che a reali limiti tecnologici.

Attuali limiti e normative

Dopo aver presentato come i primi legislatori in materia si sono mossi per governare il fenomeno crescente dei velivoli senza equipaggio a bordo, è possibile capire quali sono stati i limiti che hanno rallentato lo sviluppo degli UAV commerciali e quali prospettive ci sono per il futuro.

È a questo punto chiaro che le aziende, interne ed esterne al settore dei droni civili, hanno frenato i propri investimenti nella tecnologia, spinte soprattutto da un'incertezza legislativa su quali operazioni sono consentite e quali no. Questa incertezza si è tradotta in un comportamento generalizzato di attesa di un quadro normativo più chiaro e omogeneo soprattutto per quanto riguarda:

- Peso e altitudine massima raggiungibile: questi due fattori sono in grado di influenzare in maniera decisa le operazioni consentite agendo sulla concessione (o meno) di permessi
- Operazioni VLOS e diurne/notturne: fattore che influenza per lo più il payback previsto per l'investimento in una flotta di droni operativi
- Assicurazioni e infrastrutture comunicative di supporto: le quali incidono maggiormente sul traffico aereo e di dati che si potrebbe generare quando le vendite degli UAV commerciali supereranno la soglia degli utenti commerciali e i velivoli operativi diventeranno in numero nettamente maggiore.

È da segnalare che come già citato, anche altre Nazioni non analizzate si stanno muovendo, anche se in ritardo, sul problema. Per capire quali siano le prospettive future non si può prescindere da almeno due entità governative, i cui cittadini, potrebbero costituire un enorme bacino di potenziali utenti: U.S.A. e Europa.

Negli Stati Uniti, come già citato, il compito di raccogliere dati utili a legiferare è stato affidato alla FAA che, mediante un censimento online aperto il primo Aprile del 2016, ha iniziato a

carpire i bisogni degli utenti di droni a uso commerciale. Non si intende entrare nel dettaglio di tutti i dati raccolti ma alcuni di essi meritano particolare attenzione perché in grado di confermare e approfondire quanto detto nei paragrafi precedenti.

I risultati della FAA, discussi nella sezione dedicata agli UAV del report previsionale della FAA⁴⁰, riferisce (dato non stimato) che il censimento sui permessi richiesti alla FAA ha permesso di calcolare 44000 unità di droni posseduti in America, nel 2016, per scopi commerciali (Exhibit 5). Pertanto, ammettendo che il mercato è fortemente dinamico anche a causa del contesto legislativo, la stessa agenzia ha stimato 3 scenari previsionali⁴¹ di vendita, ipotizzando che entro il 2020 la flotta di droni utilizzati in ambito commerciale sarà nel peggiore dei casi 5,6 volte maggiore di quella attuale e nelle più rosee previsioni quasi 40 volte tanto quella attuale.

La FAA quindi pone l'accento sulla necessità di avere una normativa in linea con bisogni attuali e futuri degli utilizzatori di droni e della società civile che sarà (più o meno favorevolmente) esposta a tale tecnologia. Sempre per partire da dati concreti, quindi, l'Agenzia Aerospaziale illustra quali sono stati i permessi più richiesti e gli ambiti nei quali i 44000 droni sono stati utilizzati nel corso del 2016 (Figura 12).

Ne emerge un quadro abbastanza chiaro che conferma quanto detto finora, dal lato sinistro della figura possiamo evincere che i maggiori utilizzi attuali sono per lo più legati alla funzionalità degli UAV più apprezzata in ambito hobbystico: fotografia e riprese aeree. I settori che maggiormente usufruiscono di questa funzionalità sono i fotografi professionisti, le agenzie immobiliari e le aziende di costruzione (per rilievi, mappature e ispezioni visive), ma non mancano applicazioni simili nelle assicurazioni. La funzionalità di carico e trasporto è invece sviluppata laddove le condizioni ambientali permettono un utilizzo del drone non pericoloso per i civili, in particolare agricoltura e gestione delle emergenze.

⁴⁰ (FAA, 2017)

⁴¹ Low: bassa diffusione, Normal, seguendo l'attuale diffusione, High: immaginando un boom vero e proprio delle operazioni commerciali condotte da droni

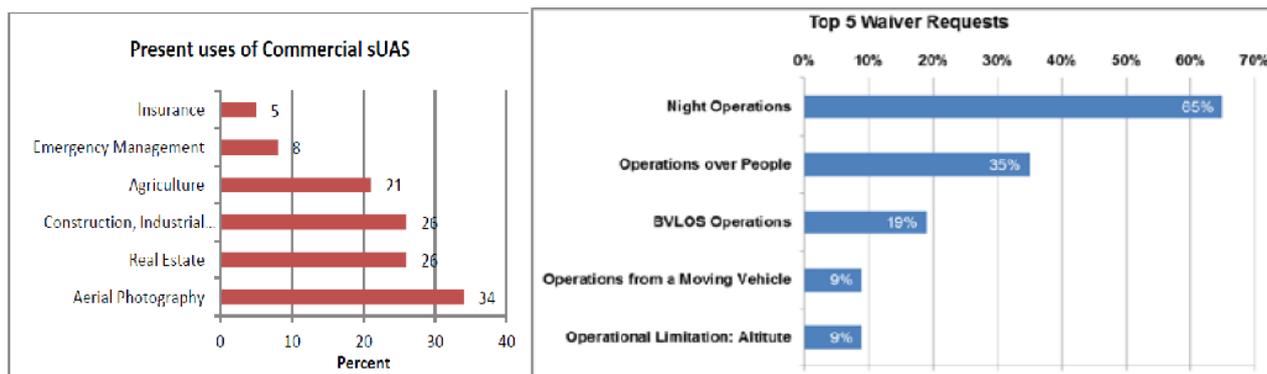


Figure 12. Present Use and Requestes for USA commercial Drone, elaborazione personale, fonte: (FAA, 2017)

Questa evidenza è del tutto normale se si considera che in questi anni le applicazioni che coinvolgevano esclusivamente riprese e fotografie aeree sono state le più utilizzate (dagli hobbysti) e quindi hanno ricevuto maggiore attenzione sia dai produttori che dai legislatori in materia.

Concentrando l'attenzione sul lato destro del grafico, si conferma quanto precedentemente detto riguardo le modifiche che dovrebbero essere effettuate al concetto di VLOS al fine di rendere le applicazioni commerciali degli UAV maggiormente in linea con i bisogni degli operatori industriali: operazioni notturne, sopra assembramenti di persone e in BVLOS sono i permessi più richiesti. Velocizzare la burocrazia relativa a queste operazioni, prevedendo meccanismi automatici di permesso (patentini, responsabilità dell'operazione, ecc...) porterebbe un notevole incremento delle flotte di commercial drone presenti sul mercato.

Oltreoceano, in Europa, le autorità sovranazionali hanno lavorato proprio sullo snellimento delle procedure. Tali input legislativi sono stati raccolti nel documento redatto dall'EASA⁴², non ancora definitivo (Notice of Proposed Amendment - NPA), che dovrebbe entrare in vigore nel corso del 2018 con limite massimo di ricezione per gli stati membri dell'Unione Europea entro il 2021.

Nella bozza di regolamento sono molte le novità che lasciano immaginare un risvolto positivo sul mercato in oggetto. Tra le novità degne di nota:

- è stato rimosso il limite di sorvolare spazi frequentati da persone per tutti gli RPAS al di sotto dei 250 gr di MOD
- è stata riconosciuta la possibilità di auto-costruire il proprio drone
- è stato eliminato il limite di peso e permesso per chiunque operi in zone scarsamente popolate

⁴² EASA: European Aviation Safety Agency

Tuttavia, allo stesso tempo, l'ente si è preoccupato di difendere gli interessi dei cittadini in termini di privacy e sicurezza introducendo norme atte a contrastare una raccolta di informazioni illecite da parte dei possessori di droni. Alcune delle misure che verranno approvate:

- La registrazione obbligatoria per qualunque UAV (di qualunque categoria) se il dispositivo è dotato di telecamera o microfono
- Marchiatura CE per tutti i droni venduti (non auto-costruiti) nei confini dell'Unione Europea
- L'obbligo di targhetta per l'identificazione elettronica per tutti gli UAV che operano a ridosso di gruppi di persone

Conclusioni sulla normativa

In conclusione, volendo analizzare quanto presentato in ambito legislativo, connettendolo a quanto mostrato con i dati di mercato, risulta evidente che, seppur con ritardo, i legislatori di tutto il mondo si stanno muovendo in materia di droni.

Si è preso coscienza, negli enti preposti, che quello dei droni non è un mercato composto esclusivamente da hobbysti simili agli aeromodellisti di un tempo, i droni sono usciti dall'immaginario comune, di armi o giocattoli, per divenire un vero e proprio strumento di business con un enorme potenziale impatto sulle vite quotidiane di tutti noi.

Il fenomeno di diffusione della tecnologia è fortemente dinamico e pertanto va trattato in maniera rapida e il più accurato possibile dai legislatori che, solo ora, possono scegliere se tentare di rincorrere quello che succede nella società civile o cercare di anticipare quanto potrebbe avvenire a breve.

I precursori in campo di consumer drone sono stati pochi Paesi, Australia e Canada in testa, ma sulla regolamentazione degli enterprise drone la situazione sembra più rosea.

Il problema principale riguarda il fatto che, mentre le funzionalità dei consumer drone erano abbastanza limitate (e quindi più facili da gestire), lo stesso non può dirsi per gli enterprise drone, attuali, ma soprattutto futuri.

Stati Uniti ed Europa potrebbero dare una grossa accelerata al mercato se proseguono nel percorso iniziato di raccolta dati e regolamentazione a 360 gradi, guardando sempre sia agli interessi di business e quindi ai reali bisogni delle aziende che svolgono operazioni a mezzo

droni, sia agli interessi dei propri cittadini, soprattutto in termini di sicurezza da incidenti e privacy.

Per fare questo, le due entità governative dovranno essere in grado di sintetizzare gli sforzi fatti dalle Nazioni che per prime si sono occupate del tema, ma, soprattutto, superare i limiti di queste ultime.

I limiti delle attuali normative, infatti, non hanno permesso uno sviluppo del settore industriale dei droni, vietando o rendendo lungo il processo di richiesta permessi, scoraggiando quindi gli investimenti degli early adopters nel settore industriale.

Questo aspetto ha influito molto sul sotto-mercato considerato in quanto, impedendo il passaggio tra innovators e early adopters, si è dato anche un sostanziale freno ai produttori di tecnologia del settore che non hanno la possibilità di esplorare (con un riscontro diretto) i bisogni di un maggior numero di clienti.

A questo si aggiunga l'eterogeneità normativa che, seppur non risulta un fattore fortemente limitante come il precedente, è in grado di frenare gli investimenti di tutte le aziende le quali, pur facendo business in ambito internazionale non possono attualmente operare con prodotti tecnologici e procedure standard nei Paesi confinanti. In altre parole, finché, un'azienda di un qualunque Paese non potrà operare con lo stesso drone e utilizzando pressoché le stesse procedure neanche all'interno dei Paesi direttamente confinanti, l'acquisto di un drone risulterà un investimento troppo incerto per essere intrapreso.

Infine, va ricordata la questione infrastrutturale che, seppur ancora non problematica, potrebbe rapidamente diventare un punto dolente delle amministrazioni cittadine, qualora non ci sia un piano nazionale (o sovranazionale) di investimento statale per tutti i servizi e prodotti che si svilupperanno con la diffusione della tecnologia in esame.

Molti stakeholder, pubblici e privati, si stanno già muovendo immaginando stazioni di ricarica per droni in ambito metropolitano⁴³, ma senza una forte regolamentazione in materia i problemi che potrebbero derivare sarebbero numerosi: dallo smaltimento dei rifiuti prodotti (in primis le batterie esauste) alla sicurezza personale dei cittadini (soprattutto nelle fasi di decollo e atterraggio dei velivoli), dai prezzi monopolistici praticati dai proprietari delle infrastrutture anche verso servizi destinati ai cittadini alla gestione dei dati raccolti e prodotti durante le operazioni nel rispetto di sicurezza e privacy.

In ambito enterprise drone, quindi, più che stare al passo con la diffusione tecnologica (come avvenuto per i consumer drone), sarebbe opportuno che i legislatori anticipassero tale

⁴³ (Pamela Cohn, 2017)

diffusione, proponendo percorsi di sviluppo tecnologico che facciano gli interessi economici del Paese difendendo, al contempo, gli interessi dei cittadini che dovranno convivere con la tecnologia stessa.

Capitolo 3

Introduzione

Questo terzo capitolo costituisce il cuore dell'intero elaborato. Dopo aver visto lo stato attuale del mercato e aver indagato a fondo quali fattori, normativi, sociali ed economici hanno una certa influenza sulla possibile diffusione della tecnologia degli UAV, si rende infatti necessario capire, tecnicamente, cosa sta avvenendo in campo brevettuale.

L'analisi che verrà condotta risulta essere fortemente interessante soprattutto per lo stato di diffusione della tecnologia.

Dalla teoria della gestione dell'innovazione, con particolare riguardo al modello di Abernathy e Utterback⁴⁴ per prodotti discreti⁴⁵, si deduce infatti che, quando una tecnologia è in fase di incubazione e in una prima parte di diffusione, si parla di fase "fluida" dello sviluppo tecnologico.

In questa fase non esiste ancora un'architettura dominante pertanto un gran numero di aziende entrano nel mercato, ognuna innovando in una direzione, ognuna cercando di imporre i propri prodotti sul mercato. Le tecnologie non sono ancora mature pertanto la domanda è bassa e nonostante l'alto tasso di innovazione i prodotti non risultano ancora convenienti per tutti i clienti, motivo per il quale rimangono appannaggio dei già citati "innovators".

Il concetto risulta essere molto più chiaro mediante rappresentazione grafica (Figura 13).

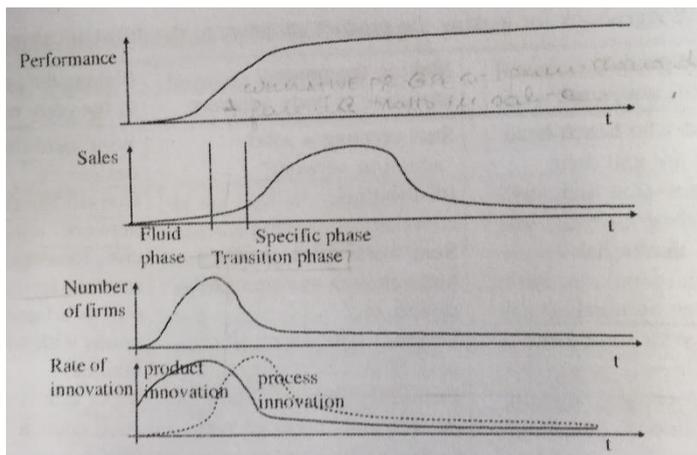


Figure 13. The Abernathy and Utterback's model, fonte: (Cantamessa, 2016)

In questa fase, risulterebbe poco interessante analizzare le innovazioni di processo che inizieranno a comparire solo quando le aziende presenti (decisamente in numero minore rispetto agli inizi), dopo aver individuato dei prodotti vincenti sul mercato, cercheranno soluzioni per rendere la produzione più efficiente.

⁴⁴ (Cantamessa, 2016)

⁴⁵ Prodotti discreti: intesi come quei "prodotti che sono costituiti da componenti assemblati e per i quali è quindi possibile definire un'architettura", fonte: (Cantamessa, 2016)

L'analisi della diffusione della tecnologia, fatta precedentemente, suggerisce infatti che lo sviluppo tecnologico degli UAV è, attualmente, costituito da un alto tasso di innovazione nelle tecnologie, pertanto questo costituisce l'ambito di studio più interessante per ricavare le traiettorie tecnologiche e di mercato dei commercial drone.

L'analisi brevettuale

La ricerca e analisi brevettuale condotta nel presente elaborato è parte di un processo utilizzato, per lo più in aziende che operano in mercati innovativi e istituzioni universitarie, per gestire l'innovazione prodotta internamente ed esternamente.

È risaputo che, in un contesto ad alto tasso di innovazione, questa è un processo aziendale che andrebbe condotto come ogni altro processo (es. ricerca e sviluppo, produzione, amministrazione, ecc...).

La gestione dell'innovazione, tuttavia, è un processo difficilmente standardizzabile in quanto può essere eseguito da diverse entità con diversi scopi e, il variare di questi parametri è in grado di influenzare profondamente i dati a disposizione, le aggregazioni fatte sui dati e quindi i risultati.

È pertanto opportuno fornire una panoramica iniziale delle variabili utilizzate nella ricerca condotta in questo elaborato.

“L'input iniziale per il processo di raccolta dei dati è la definizione della ‘domanda di ricerca’ e la selezione del soggetto delle analisi: una tecnologia o una componente specifica di un'innovazione architettonica”⁴⁶.

Come risulta chiaro, la domanda di ricerca, in questo caso risulta essere: ‘quali sono le prospettive tecnologiche e di mercato future dei droni civili a uso commerciale’?

Al fine di rispondere alla domanda di ricerca, si è giunti alla definizione del panorama brevettuale della tecnologia in esame, evidenziando dati attuali e tendenziali nelle invenzioni.

Visto il carattere accademico di questa ricerca, non sono stati eseguiti tutti i passi previsti per la gestione dell'innovazione, non essendo necessaria l'analisi che generalmente segue la definizione del patent landscape: giungere all'exploitation dei risultati ottenuti per accaparrarsi un vantaggio competitivo sul mercato.

⁴⁶ (Scellato, et al.)

In particolare, questo elaborato, si concentra sui primi due step del processo⁴⁷ su citato: la generazione di una conoscenza di base della tecnologia, attraverso la costruzione di un database (DB) ad hoc e la mappatura della tecnologia.

Costruzione del DB

L'estrazione dei dati: metodologia

La costruzione del DB è un processo che può essere fatto, in generale, sia mediante fonti esterne (tipicamente proveniente dai database delle istituzioni brevettuali) o interne, nel caso in cui l'azienda stessa mette a disposizione informazioni provenienti dalle varie funzioni aziendali (per lo più ricerca e sviluppo).

Ovviamente, in questo elaborato, la costruzione del database è stata fatta esclusivamente mediante l'utilizzo di fonti esterne, con il supporto della piattaforma di raccolta dati Clarivate. Una volta definita la 'domanda' e la tecnologia di ricerca, chi opera su fonti esterne deve essere in grado di estrarre da enormi database le informazioni, in stato grezzo, necessarie a successive elaborazioni.

Il processo di estrazione è tuttavia iterativo e prevede che il ricercatore abbia una conoscenza di base dell'ambito di ricerca, conoscenza che tipicamente deriva da una review dello stato dell'arte in materia. Si lancia quindi una prima estrazione, dalla quale emergono dettagli utili per affinare la ricerca in una seconda estrazione e così via fino a raggiungere un risultato soddisfacente.

L'estrazione dei dati avviene interrogando un database in base a parole chiave utili o a focalizzare l'attenzione su alcuni aspetti della tecnologia⁴⁸ (keywords) o a eliminare aspetti che fuoriescano dall'obiettivo della 'domanda di ricerca'⁴⁹(stopwords).

La ricerca delle parole chiave può essere fatta su diversi campi del database a disposizione del ricercatore, ma in linea di massima i campi presi in considerazione⁵⁰ sono:

- Titolo e abstract dell'invenzione: in questo caso si ottengono risultati abbastanza focalizzati sull'oggetto della query (e quindi della ricerca)

⁴⁷ I seguenti 3 step sono, in ordine: Analisi dei competitors e benchmarking di portafogli IP, Exploitation di Intellectual Property e accesso al mercato; valutazione di patents specifici.

⁴⁸ In linguaggio informatico: select * ... in (...) AND (...)

⁴⁹ In linguaggio informatico: select*...NOT in (...)

⁵⁰ (Scellato, et al.)

- Claims (rivendicazioni): le rivendicazioni cercano di comprendere tutti gli ambiti di utilizzo della tecnologia, pertanto keywords applicate a questo campo sono focalizzate sul termine della ricerca ma possono includere invenzioni che non sono direttamente connesse alla funzionalità principale dell'invenzione in esame
- Descrizione, background: in questo caso i risultati sono generalmente all'interno del perimetro di ricerca e mostrano le varie applicazioni della tecnologia, sia attuali che future.

Per rispondere alla 'domanda di ricerca', in questo elaborato ci si è dovuti scontrare con due problemi principali:

- La già citata eterogeneità di nomenclatura esistente in materia di droni a uso commerciale, che è stata superata includendo tutti i sinonimi precedentemente individuati (vd. Capitolo 1 del presente elaborato⁵¹) utilizzati nei vari Paesi.
- La sostanziale modularità della tecnologia in esame e il suo sviluppo attuale in termini di mercato

Come abbiamo precedentemente visto la tecnologia UAV, ma soprattutto i componenti che possono essere installati su una base tecnologica comune, sono di diversissimo tipo e la loro applicazione è sicuramente possibile su moltissimi altri settori e tecnologie. Per questa ragione si è generato un problema di limitazione del perimetro di ricerca.

Dopo l'analisi preliminare si è pertanto deciso di suddividere ogni estrazione nei seguenti step:

1. Applicazione delle keywords sui campi dei record "titolo e abstract": cercando così di ottenere dati di partenza molto focalizzati sul dominio tecnologico degli UAV, prescindendo dal mercato cui l'invenzione si riferiva (in questo step si poteva ad esempio trovare applicazioni militari)
2. Applicazione di stopwords sui campi "descrizione e background": andando cioè ad affinare i risultati per il mercato di interesse dei commercial drone
3. Analisi qualitativa dei risultati e successive eliminazioni su tutti i campi: cercando, in questa fase, di eliminare i record fuori tema sfuggiti allo step precedente

Per la generazione del database finale sono state lanciate 3 query con un numero sempre maggiore di parole chiave.

Il database definitivo è stato ottenuto come risultato della terza ed ultima estrazione, inizialmente da 4018 record, 3718 a seguito dell'eliminazione dei duplicati e infine 2702 dopo l'esclusione di codici IP risultati non pertinenti con la tecnologia in esame⁵².

⁵¹ Paragrafo: "Cos'è un drone?"

⁵² Sezione C dedicata alla chimica e B62

Quest'ultima fase di eliminazione è una pratica molto comune nella ricerca dei patent, in cui sostanzialmente, piuttosto che eliminare elementi basandosi su una ulteriore ricerca di keywords, si eliminano tutte quelle invenzioni che presentano un codice IPC diverso da quello del dominio tecnologico di interesse.

I codici IPC sono sequenze di caratteri che, a livello internazionale, sono stati scelti per rappresentare un dominio tecnologico, per ogni invenzione sono generalmente associati più codici IPC.

Non possono rappresentare una keywords per il semplice fatto che in contesti fortemente dinamici come quello delle invenzioni non è possibile categorizzare in maniera univoca e statica tutti gli ambiti tecnologici pertanto tecnologie altamente innovative non sarebbero tracciate in maniera appropriata prima dell'aggiornamento della lista di IPC code (Figura 14) a livello internazionale. Nel caso specifico di questo elaborato, ad esempio, non esiste una categoria specifica per i velivoli a pilotaggio remoto benché esistano categorie dedicate ai trasporti in generale (B6*), ai velivoli (B64), , ai motori in generale (F01), ecc...

+	A	HUMAN NECESSITIES
+	B	PERFORMING OPERATIONS; TRANSPORTING
+	C	CHEMISTRY; METALLURGY
+	D	TEXTILES; PAPER
+	E	FIXED CONSTRUCTIONS
+	F	MECHANICAL ENGINEERING; LIGHTING; HEATING; WEAPONS; BLASTING
+	G	PHYSICS
+	H	ELECTRICITY

Figure 14. IPC codes, fonte: (Website)

In accordo con la letteratura esistente, quindi, il database finale è stato ottenuto eliminando le invenzioni con codici IPC: C*, A23G*, A61K*, A61L*, A61N*, A62B*, A63G*, B01D*, B60C*, B60J*, B60K*, B60N*, B60P*, B60Q*, B60R*, B60T*, B62*. Così facendo sono stati esclusi dal calcolo tutti i patent relativi all'ambito chimico e della metallurgia, alcune tipologie di applicazioni di classe B ma specifiche per applicazioni di terra (ad es. patent di innovazioni su ruote) e ad alcune applicazioni di classe A per lo più relative a invenzioni in campo medico e veterinario.

A questo punto della raccolta dati è stato possibile iniziare ad elaborare i dati ottenuti sotto forma di record al fine di poter successivamente fare considerazioni utili a rispondere alla "domanda di ricerca".

Ogni record, infatti, costituisce inizialmente un insieme di informazioni grezze, riferite a ogni singolo patent, sulle quali è possibile effettuare un'analisi approfondita solo dopo opportune operazioni di clusterizzazione che qualifichino i dati in base a prospettive di interesse per il ricercatore.

Questo aspetto verrà approfondito nel paragrafo seguente.

L'elaborazione dei dati: clusterizzazione e Tag

La clusterizzazione dei record ottenuti è nuovamente un processo reiterativo in cui il ricercatore tenta di strutturare il database in base a delle prospettive di interesse per la propria domanda di ricerca. Il processo prevede un primo step, comune a tutti i patent landscape, di validazione dei risultati ottenuti dalle estrazioni attraverso l'utilizzo di parametri dal carattere abbastanza generale.

Successivamente si passa al secondo step di clusterizzazione vera e propria in cui si mappa la tecnologia in esame, sotto diversi punti di vista.

Uno dei processi più diffusi di clusterizzazione è quello dell'assegnazione di *TAG* (*tagging process*). Un tag, in modo simile alle parole chiave, è una parola rappresentativa di una categoria e pertanto consente la suddivisione del database ottenuto in classi, ogni classe rappresenta una prospettiva di interesse per il ricercatore. In base al numero di prospettive ci sarà un numero diverso di tag associati e ovviamente, maggiore è il numero di tag, più completa risulta l'analisi condotta.

L'assegnazione dei tag è, nuovamente, un processo iterativo in cui si analizzano i singoli brevetti in maniera approfondita così da poterli suddividere nelle classi scelte. Ovviamente ogni iterazione consente di aumentare la conoscenza del dominio tecnologico di interesse rendendo possibile affinare il processo di tagging nell'iterazione successiva.

Per gli scopi del presente elaborato sono state fatte due iterazioni (sulla seconda e terza estrazione) grazie alle quali si è giunti alla definizione dei cluster esposti nel seguito.

Riassumendo, le prospettive scelte per l'analisi del database ottenuto sono state sostanzialmente di due tipologie: una prima tipologia composta da parametri utili a livello generale per contestualizzare i risultati ottenuti, e per i quali non è stato necessario l'utilizzo di tag (in quanto le informazioni erano direttamente ricavabili dal DB); una seconda tipologia che invece è stata il risultato del *tagging process* suddetto e ha portato alla suddivisione dei patent in base al loro ambito funzionale e tecnologico.

Qualità del database

La prima categoria di classi in cui è possibile suddividere il database ottenuto è del tutto generale, non è specifica per la “domanda di ricerca” ma è utilizzata nella pratica della ricerca patent per varie ragioni utili a definire un contesto per il panorama brevettuale di interesse.

Fanno parte di questa categoria i parametri di:

- Intervallo temporale: il database iniziale, così come costruito, comprendeva invenzioni con Earliest Priority Year dal 1988 al 2017. L’intervallo temporale è stato ristretto, eliminando le code, tenendo in considerazione due fattori:
 - a. Le invenzioni troppo datate non risultano valide in una ricerca che ha come obiettivo di tracciare le traiettorie tecnologiche (future) sui velivoli commerciali senza equipaggio a bordo. Questo discorso viene fatto per tutte le ricerche di patent landscape fatte in campo tecnologico, pertanto, in accordo con la letteratura esistente⁵³, verranno trascurati i record che hanno Earliest Priority Year antecedente al 2000.
 - b. La Earliest Priority Date è la data di richiesta di brevetto. Nei 18 mesi successivi a tale data i brevetti sono coperti da accordi di non divulgazione, pertanto, risulta inutile studiare brevetti con Earliest Priority Year antecedente ai due anni la data in cui viene condotto lo studio in quanto non permette di avere a disposizione tutti i dati completi. In parole povere, se una domanda di brevetto viene fatta nel secondo semestre del 2016 (es. 07/2016) e la ricerca viene condotta a inizio 2018, il brevetto non sarà ancora conteggiato nel database perché protetto da accordi di non divulgazione, ripetendo l’esempio per tutti gli n brevetti presentati dopo la seconda metà del 2016 si otterrebbe quindi un trend di innovazione negativo proprio negli anni più recenti. Poiché la presente ricerca è stata fatta tra la fine del 2017 e l’inizio del 2018 sono stati trascurati tutti i patent con Earliest Priority Year successiva al 2015 (escluso).

Riassumendo, l’intervallo di tempo considerato nel presente elaborato va dal 2000 al 2015.

- INPADOC⁵⁴: in generale, una stessa invenzione può essere brevettata (anche con piccole modifiche) in più istituzioni brevettuali, all’interno della stessa nazione per proteggere il brevetto a vari livelli (dal locale al nazionale), oppure in più nazioni per

⁵³ (Glaser, 2017), (Malek, 2016)

⁵⁴ (Scellato, et al.)

ottenere una protezione, in ottica di mercato, più ampia (a livello sovranazionale, ad es. europeo o effettuando fisicamente la richiesta in uffici di più nazioni). Poiché ogni domanda di applicazione in un ufficio sarà soggetta a un diverso numero identificativo, al momento della prima richiesta viene associato all'invenzione (la prima della famiglia di invenzioni) un codice che caratterizzerà l'invenzione anche nelle successive richieste (a livello di invenzione unitaria), tale codice prende il nome di INPADOC patent family e tiene traccia delle diverse richieste di brevetto fatte in diversi uffici anche con date diverse.

L'INPADOC può essere utilizzato come proxy in moltissimi casi, tra i più importanti ci sono: il numero di citazioni di un brevetto e i mercati cui l'azienda (o l'inventore) si riferiscono facendo multiple domande per una singola invenzione. Entrambi i casi sono riconducibili alla qualità dei brevetti prodotti sulla tecnologia in esame, e indirettamente sul loro valore economico.

Nel dettaglio:

- a. Numero di citazioni. Il numero di citazioni è una grandezza che misura quante volte un'invenzione è stata citata, tipicamente in contesti scientifici, presumibilmente da esperti di settore. Ogni patent potrebbe essere citato in modo indipendente ma, riferendosi alla somma di citazioni ottenute da una singola patent family (attraverso il suo codice INPADOC quindi), si ottiene il numero di citazioni totali. Una famiglia brevettuale citata più volte di un'altra è generalmente di qualità superiore, pertanto, se ben sfruttata (exploitation del brevetto) può portare a risultati economici migliori. In questo senso il numero di citazioni riferito all'INPADOC può dare utili informazioni circa la risposta della comunità scientifica (e successivamente del mercato) a una determinata invenzione.
- b. Mercati di riferimento. Le aziende cercano, attraverso la certificazione brevettuale, di proteggere asset intellettuale specifici (i brevetti appunto) che possono consentire un vantaggio competitivo sui competitor, in uno specifico mercato. In quest'ottica, un'invenzione difesa da brevetti in uno o più Paesi, indica chiaramente in quali Paesi l'azienda intende commercializzare almeno i prodotti derivanti da quel brevetto (o il prodotto se è l'oggetto stesso del brevetto). Tuttavia, una stessa invenzione brevettata in più Paesi comporta maggiori costi (per lo meno di applicazione ma anche di enforcement) che presumibilmente vengono sostenuti dalle aziende solo se l'invenzione in questione è stimata essere di un certo valore tale da consentire di recuperare i costi sostenuti attraverso lo sfruttamento dei brevetti stessi.

Indagare quanti brevetti afferiscono a una stessa famiglia brevettuale, quindi, consente nuovamente di avere informazioni sulla qualità di un brevetto, ma, in questo caso, il risultato è più costituito da valutazioni interne alle aziende (inventori) che alla comunità scientifica.

I risultati di questi parametri verranno discussi successivamente, durante la presentazione dell'intero panorama brevettuale.

Processo di tagging: presentazione dei tag

In questo paragrafo si presenta il gruppo di parametri più strettamente legato al processo di tagging descritto nel paragrafo introduttivo.

Verranno pertanto descritti i tag, individuati per scelta personale (rifacendosi alla letteratura esistente e a quanto appreso durante le re-iterazioni del processo di tagging), con i quali si è effettuata la mappatura della tecnologia riconducibile agli UAV civili a uso commerciale.

Facendo una review dello stato dell'arte e dopo la prima iterazione del processo di tagging, si è ritenuto opportuno suddividere i patent in 2 categorie di tag:

- Funzionale: a sua volta suddivisa in 2 ambiti
 1. Della funzione di riferimento
 2. Interno/Esterno
- Tecnologica.

Ambito Funzionale

La suddivisione dei patent estratti in ottica funzionale è stata considerata utile al fine di comprendere quali funzioni verranno abilitate sui commercial drone del futuro. Attraverso questa clusterizzazione non ci si interroga sulla tipologia dell'invenzione, ogni brevetto può essere riferito a un sistema di componenti, a una singola componente, a software o insieme combinato di software e apparecchiature fisiche, tuttavia ci si è chiesti quale funzione avrebbero potuto assolvere e in base a questo categorizzati. L'ambito funzionale, come già detto è stato suddiviso in due categorie, una propriamente funzionale che si riferisce quindi alla funzione di riferimento del brevetto, una derivata in cui si è evidenziato se il brevetto (e quindi la funzione di riferimento) fosse interna al drone o esterna al drone, il perché di quest'ultima scelta verrà esposto meglio nel seguito.

I tag utilizzati per la prima clusterizzazione, quella propriamente funzionale, sono 9 e cercano di raccogliere in classi le funzionalità abilitate (o abilitabili) sui droni, grazie ai brevetti in

esame. Le parole chiave da scegliere sono state individuate a seguito della review della letteratura esistente in materia (anche confrontandosi con altri patent landscape simili) e delle iterazioni fatte nelle due estrazioni precedenti a quella definitiva.

Brevemente, di seguito, una descrizione del significato di ogni tag:

1. Generale: in questa classe sono stati raccolti tutti i brevetti riferiti a invenzioni che abilitano funzionalità non limitate da confini settoriali o applicativi. Applicazioni riferibili a questa categoria migliorano la tecnologia dei droni in sé per sé o abilitano una funzione utilizzabile in più ambiti.

Non sorprendentemente per una tecnologia ancora emergente, come verrà evidenziato nel seguito, questa categoria costituisce quella più numerosa.

2. Agricoltura: con questo tag si sono raccolti tutti i brevetti implementati sugli UAV al fine di rendere la tecnologia un valido supporto a tutte le operazioni in campo agricolo, in particolare per ottenere notevoli miglioramenti nell'impianto e manutenzione di terreni agricoli (soprattutto di grandi dimensioni). Fanno parte di questa categoria, ad esempio, le funzionalità di distribuzione pesticidi, raccolta di dati necessari per le coltivazioni, ecc...
3. Monitoraggio: con il quale si sono raccolti tutti i brevetti riferiti a un insieme di operazioni svolte nei settori più attinenti all'industria civile e della sicurezza. Sono qui comprese invenzioni mirate alla corretta esecuzione di operazioni come: sorveglianza, ispezioni, accesso limitato a zone riservate, inseguimento e limitazioni anche imposte ai droni stessi (no fly zone).
4. Emergenza: tag molto simile al precedente, ma con una forte focalizzazione su situazioni di emergenza per cose o persone. Con questo tag si sono raccolti tutti i brevetti utilizzati per il supporto in operazioni di salvataggio soprattutto in situazioni critiche (incendi, calamità naturali, persone in stato critico).
5. Ambiente: gli UAV sono ormai utilizzati da tempo per la raccolta dati, come evidenziato prima, già a partire dall'ambito militare. Con questo TAG sono stati quindi raccolti tutti i brevetti riferiti alla raccolta dati del contesto ambientale in cui viene eseguito il volo (dalle concentrazioni di polveri sottili nel traffico cittadino alla raccolta di dati in luoghi particolarmente inaccessibili per l'uomo).
6. Mappatura: sono qui raccolte tutte le invenzioni che si riferiscono alla capacità del drone di raccogliere dati su parametri che possono essere rappresentati in una mappa (es. correnti ventose, strade, edifici, ecc...)

7. Immagini: per tenere conto di una delle funzionalità più utilizzate sugli UAVs: la creazione (e trasmissione) di materiali audio-visivi (foto e video) dall'alto. L'utilizzo di questa funzionalità è sicuramente molto diffuso in settori quali quello immobiliare, cinematografico e sportivo, ma ha anche numerosissimi utilizzi nel mercato dei consumatori.
8. Logistica: uno dei settori più promettenti, per l'utilizzo dei droni, è sicuramente quello logistico. In molti vorrebbero sfruttare le capacità di carico degli UAV, per sollevare e trasportare carichi in maniera rapida e capillare. In ambito logistico tuttavia le funzioni degli UAV non si limiterebbero alle funzioni di consegna in quanto sarebbe possibile utilizzarle all'interno delle aziende, magari abbinati ad altre tecnologie, per entrare nei sistemi produttivi aziendali delle imprese 4.0. Queste e altre funzionalità utili soprattutto in ambito logistico, farebbero rientrare gli RPAS nella categoria di oggetti IoT sulla quale si sta concentrando l'attenzione dei produttori di tutti i settori.
9. Militare: nonostante sia stata fatta un'attenta scrematura per evitare che molti patent fossero dell'ambito militare, è senza dubbio vero che tra settore civile e militare esiste una sorta di continuo interscambio tecnologico, l'eredità delle ricerche militari hanno permesso un rapido sviluppo dei droni civili e ora, le organizzazioni militari beneficiano delle invenzioni fatte in ambito civile. Per focalizzarsi comunque solo sul settore dei commercial drone, sono stati qui inclusi quei brevetti che abilitano funzionalità prettamente militari ma che potrebbero essere applicate, in maniera rivista, anche in ambito civile (es. identificazione e monitoraggio di un target fisso o mobile, modifiche migliorative per il controllo del velivolo, ecc...)

Come precedentemente detto, questi 9 tag, sono stati combinati con altri due tag (interno ed esterno), appartenenti ad una seconda categoria. Questa seconda tipologia di classi si è resa necessaria per rendere esplicito se l'invenzione andasse applicata nel velivolo in sé per sé (per il drone - interno) o se la sua implementazione fosse solo un'aggiunta al modulo di base per lo svolgimento della funzionalità in oggetto. La logica alla base di questa seconda clusterizzazione funzionale, è che, se un'invenzione risulta essere interna al drone, alla struttura stessa del drone, può portare benefici all'intera tecnologia (anche se sicuramente lo è di più per la funzionalità abilitata dall'invenzione), al contrario, se è esterna al drone, cioè se è un oggetto o sistema a sé stante, verrà utilizzato solo per la funzione in oggetto e non per l'intero settore dei droni commerciali.

Detto in maniera più semplice, sono state create 18 combinazioni funzionali, ognuna con una dicitura tra le 9 strettamente funzionali, più una tra le due classi: interno ed esterno.

Per fare alcuni esempi esplicativi:

Un miglioramento (evolitivo) sull'elica dei velivoli è un brevetto di categoria "generale-interno", in quanto il miglioramento ottenuto è del tutto generale, non ne beneficerà un singolo settore, tutti i settori godranno dell'invenzione se migliorano le prestazioni di volo del drone, al di là delle funzioni richieste al drone. È interno perché fatto all'interno del drone stesso, sulla tecnologia stessa del velivolo.

Invece, l'implementazione di un sistema che, a partire da raggi laser inviati dal drone, monitori un volume delimitato da pareti è un "Monitoraggio-esterno" in quanto la tecnologia è evidentemente usata con lo scopo di controllare un ambiente (non in situazioni critiche) per security o ispezione⁵⁵. È esterno perché l'invenzione non si riferisce a un miglioramento del drone, ma all'utilizzo di un drone in un sistema più ampio, composto anche da altri dispositivi, in grado di portare a termine quella funzionalità e solo quella. L'utilizzo di quel sistema in ambiti diversi dal monitoraggio non sarebbe molto utile (ricordando che si parla di un sistema di monitoraggio, se invece l'invenzione si fosse riferita solo al laser in sé per sé la categoria sarebbe stata di nuovo "generale-interno").

Riassumendo, il primo brevetto potrebbe essere utile a uno o più scopi, compreso quello del monitoraggio cui si riferisce il secondo brevetto (pertanto classificato come "generale") ed è interno perché relativo al dispositivo drone, in sé per sé. Al contrario il secondo brevetto è presentato per un sistema di monitoraggio (l'operazione non è interessante per tutti le altre funzionalità) e include anche oggetti al di fuori del drone perché appunto si occupa di un sistema specifico che può essere svolto anche (ma non necessariamente) con l'ausilio di un drone.

I risultati della clusterizzazione funzionale verranno presentati e discussi nel seguito.

Ambito tecnologico

La clusterizzazione tecnologica è stata fatta con lo scopo di individuare se ogni codice brevettuale si riferisce a un oggetto materiale, immateriale o misto. La distinzione in categorie di questo tipo permetterà infatti di fare considerazioni di mercato soprattutto in merito a come i principali player del settore UAV civili si stanno muovendo: ad esempio indagando su quali aziende innovano maggiormente sulle componenti fisiche e quali sui servizi abilitati dalle

⁵⁵ Publication number: CA2651290A1

componenti fisiche (usufruendo di tecnologie proprie o meno). Quando la tecnologia verrà denominata come appartenente alla classe mista si indicheranno soluzioni brevettuali integrate in cui componenti fisiche e immateriali (comprendendo anche software e altre componenti) sono state combinate dalla stessa azienda o dallo stesso inventore.

Si avranno pertanto i seguenti tag:

- **Materiale:** con questo tag si intende raccogliere le invenzioni riferite a componenti unicamente fisiche. In particolare a oggetti (già realizzati o realizzabili) che possono essere parte costituente del drone ma anche semplicemente complementari. Ad esempio possono rientrare in questa classe sia un particolare tipo di elica (parte integrante del drone) sia una fotocamera pensata unicamente per le riprese aeree fatte a mezzo drone. La stessa fotocamera non avrebbe però il tag “materiale” se l’azienda o l’inventore la registrano con uno specifico software che ne consenta l’utilizzo.
- **Immateriale:** per brevetti in cui viene descritto un servizio, processo di elaborazione dati o schema in cui è fondamentale l’utilizzo di un drone qualunque purché abbia determinate caratteristiche progettuali. Pur non essendo brevettabili in senso stretto, rientrano in questa categoria anche i software che vengono spesso presentati dagli inventori come: metodi implementati al computer⁵⁶. Per seguire l’esempio precedente della fotocamera, in questa categoria rientrerebbe un software particolare per catturare immagini in volo ma solo se questo può essere utilizzato al di là di una particolare fotocamera fisica di riferimento.
- **Misto:** con questo tag si intende raccogliere soluzioni che comprendano sia una parte fisica che una metodologica immateriale. La maggior parte di queste invenzioni sono soluzioni integrate e completamente customizzate da una singola azienda al fine di ottenere lo svolgimento di particolari funzionalità sfruttando solo tecnologie proprietarie. Se ad esempio la già citata fotocamera presenta delle specifiche innovazioni sulla componente fisica e queste stesse innovazioni possono essere sfruttate solo attraverso altre specifiche innovazioni (contenute nel brevetto) metodologiche (magari implementate al computer) non sarebbe opportuno classificarla come solo “materiale” o solo “immateriale”.

⁵⁶ “Computer-implemented method”

Riassumendo quanto detto finora, il primo step di generazione del database ad hoc, si è quindi concluso dopo l'aver analizzato e classificato 2594⁵⁷ patent, attraverso l'individuazione di keywords all'interno degli abstract di ogni brevetto. Tutti i record sono stati suddivisi in base a varie categorie, alcune del tutto generale (anno di application del brevetto, Paese di deposito, ecc...) e due di carattere specifico. Questi ultimi due riflettono la review dello stato dell'arte e hanno permesso di suddividere i patent in base a categorie tecnologiche e funzionali (a sua volta divise in interne o esterne).

Questi risultati sono stati quindi utilizzati nel secondo step di ricerca brevettuale, così come descritto nel seguito.

I risultati della clusterizzazione verranno presentati e discussi nel seguito.

Patent Landscape

In questo secondo step dell'analisi brevettuale, si effettua la vera e propria elaborazione dei risultati ottenuti al fine di ricavare trend tecnologici, sociali o di mercato utili, a imprese e istituzioni, per gestire correttamente l'innovazione internamente ed esternamente prodotta.

In particolare, la mappatura della tecnologia è la pratica di gestione dell'innovazione che permette di rispondere alle domande: *who? where? when? what?*⁵⁸ ovviamente sempre in relazione al dominio tecnologico di interesse e alla domanda di ricerca.

Durante la mappatura della tecnologia, sostanzialmente si individuano i risultati della clusterizzazione effettuata, sia in termini qualitativi che di tagging process.

Questa fase permetterà di individuare i vari trend tecnologici della tecnologia esaminata, cioè i risultati dell'analisi i quali saranno scansionati con modelli teorici di gestione dell'innovazione e di strategia aziendali, così da legarli univocamente a dati economici e non, provenienti dal settore di riferimento.

Qualità dei patent prodotti

I primi risultati che si intendono presentare servono al doppio scopo di contestualizzare la ricerca e fornire i primi trend tecnologici su cosa le aziende del settore dei commercial drone stanno innovando.

⁵⁷ I 2702 record iniziali sono stati ulteriormente sfrondata per vari motivi: l'assenza totale o parziale di abstract, abstract non in lingua inglese o italiana, residui di invenzioni non pertinenti sfuggiti al percorso iterativo precedentemente illustrato.

⁵⁸ Rispettivamente: Chi? Dove? Quando? Cosa?

Innanzitutto è opportuno ricordare che l'intervallo di tempo considerato per l'analisi, come buona prassi per ricerche in ambito tecnologico, parte dal 2000 e si ferma al 2015 (due anni prima rispetto a quando è stata eseguita la ricerca).

Nel corso di questi anni ovviamente, lo sviluppo tecnologico non è avvenuto in maniera uniforme ma ha seguito sia l'andamento delle aspettative sia quello di sviluppo del mercato, graficamente:

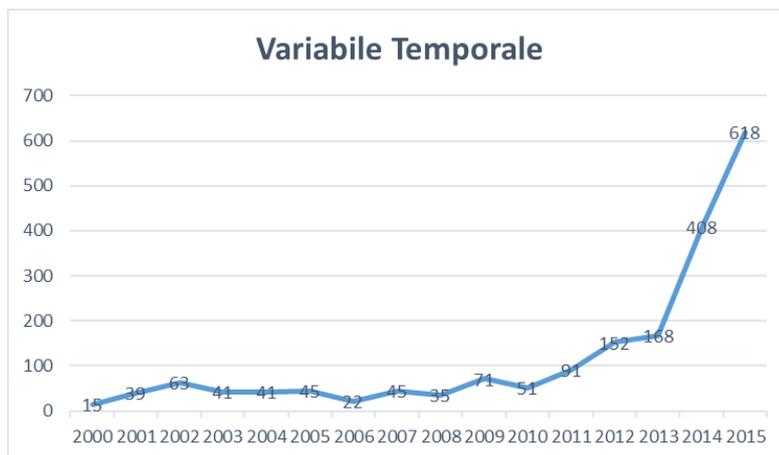


Table 7. Variabile Temporale per numero di brevetti, elaborazione personale

Come si può vedere, dopo un iniziale sostanziale stallo della tecnologia, che dal 2000 al 2010 è stata caratterizzata da un numero di patent altalenanti attorno a una media di 42,5 patent annui, l'innovazione inizia a crescere fortemente nel 2011.

È tuttavia tra il 2013 e il 2014 che il numero di richieste di brevetti inizia a crescere vertiginosamente con una curva che si distacca fortemente dai valori precedenti, raggiungendo i 408 brevetti nel 2014 e addirittura i 618 nel 2015.

Le percentuali di crescita, calcolate rispetto all'anno precedente (Exhibit 6), mostrano un risultato simile, con tassi in alternanza positivi, negativi o nulli tra il 2000 e il 2010 e tassi esclusivamente positivi dopo questa data, con un picco nel tasso del 2014 che evidenzia una crescita del numero di brevetti del 143% rispetto all'anno precedente.

Lo stesso può essere fatto analizzando la situazione temporale in termini di codice INPADOC. Per come è stato definito in precedenza, questo codice dovrebbe fornire una stima più puntuale della crescita dei brevetti nel tempo perché considera una famiglia di brevetti come unità della singola invenzione (evitando cioè che un singolo brevetto per cui è stata fatta richiesta in più uffici venga considerato più volte).

Il risultato è comunque simile al precedente e tuttavia mostra una lieve differenza nella parte

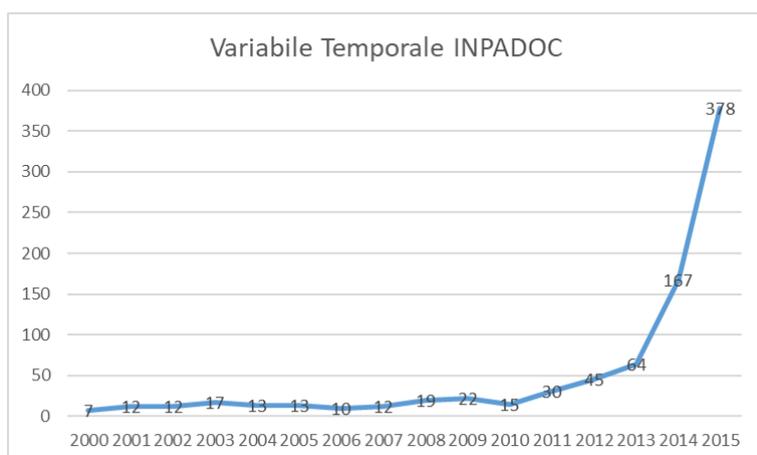


Table 8. Variabile Temporale per INPADOC family, elaborazione personale

finale della curva. In particolare, anche andando ad analizzare le percentuali di crescita su base annua, si nota che in realtà sebbene l'impennata avvenuta tra il 2013 e il 2014 rimanga la più alta dell'intero intervallo considerato, la crescita del 2015 gli è molto vicina.

Questo evidenzia che seppur in misura leggermente minore, i brevetti sugli UAV commerciali continuano a crescere in maniera vertiginosa anche nel 2015.

Questo evidenzia che seppur in

Come già detto un altro dato può essere estratto riferendosi al codice INPADOC: la qualità dei brevetti considerati.

Le famiglie brevettuali considerate sono 824, di queste più del 50% sono state citate almeno una volta per una media totale di 7 (in particolare 7,6) citazioni per famiglia brevettuale.

Nel top 10 dei brevetti vediamo i seguenti codici. La maggior parte dei quali citati più di 100

INPADOC	Nro Citazioni	IPC code
20031127US20030219252A1	325	G01
20040212CA2494458A1	308	G01 B64
20030402GB200304603D0	253	G01 F03
20101028CA2759644A1	179	F03 G01 H02
20150430CA2927096A1	115	G08 B64 G05 G06
20151224US20150370251A1	112	G05 B64 G01 G06
20140619US20140166816A1	106	G01 B64 G05 G08
20131107CA2872698A1	102	G05 B64 G08 H04
20031211WO2003102625A1	93	G01
20030116WO2003004352A1	89	B64 G01 G05 G08

Table 9. Famiglie brevettuali più citate, elaborazione personale.

volte, con picchi di più di 300 citazioni.

In tabella, a questi codici, sono stati abbinati i rispettivi IPC code, i quali, come è stato già anticipato (e come verrà discusso in dettaglio nel seguito), forniscono un'idea de dominio

tecnologico di appartenenza dell'invenzione (al di là del settore, UAV commerciali, in cui può essere utilizzata).

Oltre a notare il codice B64, relativo all'aviazione, quello che si nota è una predominanza di codici della classe G che rappresenta invenzioni relative a sistemi non necessariamente destinati all'aviazione, sensori e componenti, che potrebbero essere utilizzati anche in altri ambiti.

Il trend che si riesce a intuire da questa evidenza calcolata sulle citazioni, può essere confermato guardando esclusivamente ai codici IPC e a come questi si distribuiscano sull'intero campione analizzato.

È stato già detto che non per tutti i domini tecnologici esiste necessariamente un IPC codes corrispondente e questo è quanto mai vero per brevetti che si riferiscono a tecnologie innovative, non ancora inserite nella lista internazionale dei codici riconosciuti. Questo è anche il caso degli UAV per i quali non esiste una categoria unica (ad esempio "Uav all'interno del codice dedicato all'aviazione"), pertanto, le invenzioni si rifanno alle sigle già esistenti.

IPC code	Count No
B64	1167
G01	853
G05	706
G08	461
G06	266
H04	186

Table 10. Conteggio IPC codes, elaborazione personale

A63	50
G07	36

Volendo disegnare un perimetro del dominio tecnologico in analisi, oltre ad escludere i codici citati nel presente capitolo⁵⁹, può risultare quindi utile analizzare quali sono i codici di riferimento più utilizzati⁶⁰.

Gli IPC⁶¹ più usati possono essere letti nella tabella a lato e in particolare, si può rilevare che, non sorprendentemente, il codice più utilizzato è il B64, decodificabile in: aeromobili, aviazione e

cosmonautica. Tuttavia, volendo approfondire si può notare che dalla seconda alla quinta posizione ci sono tutti codici della classe G (fisica) i quali, sommati insieme (2286) sono ben più dei brevetti della prima categoria.

Guardando al significato di ogni singolo codice⁶², si conferma il dato precedentemente intuito nell'analisi delle citazioni e prima ancora della filiera produttiva fatta in precedenza: le maggiori innovazioni in ambito commercial drone sono fatte su sistemi OEM, non necessariamente specifici per il settore sotto analisi, da produttori che piuttosto di vendere droni in grado di svolgere le funzioni richieste dai clienti, vendono componenti utili agli assemblatori dei droni che poi fanno la vendita diretta al cliente.

La presentazione di questi risultati, ha per ora dato un'iniziale risposta a 2 delle 4 domande poste in precedenza, in particolare: quando si è fatta innovazione nei commercial drone e su

⁵⁹ Al paragrafo: "L'estrazione dei dati: metodologia e risultati"

⁶⁰ Tutti i codici utilizzati sono mostrati nell'Exhibit

⁶¹ IPC: International Patent Classification

⁶² In ordine: Misure e testing; Controllo e regolazione; Segnalazione; Computazione calcolo e conteggio

cosa si sono concentrati gli “inventori”. A voler fornire un’ulteriore circoscrizione, questa volta sul dove viene fatta innovazione, si possono mostrare i Paesi in cui le richieste di patent vengono fatte. Si ricorda che questo indice, non è relativo ai codici INPADOC ma è fatto sul totale dei codici brevettuali. Una sola famiglia brevettuale infatti include più codici brevettuali che possono essere stati prodotti da uffici di proprietà brevettuali in diverse parti del mondo. In questo modo non si intende evidenziare la provenienza di aziende (e inventori) che innovano, bensì capire dove gli stessi presentano domanda di protezione per le proprie invenzioni e quindi dove, presumibilmente intendono commercializzare i prodotti che derivano da queste invenzioni.

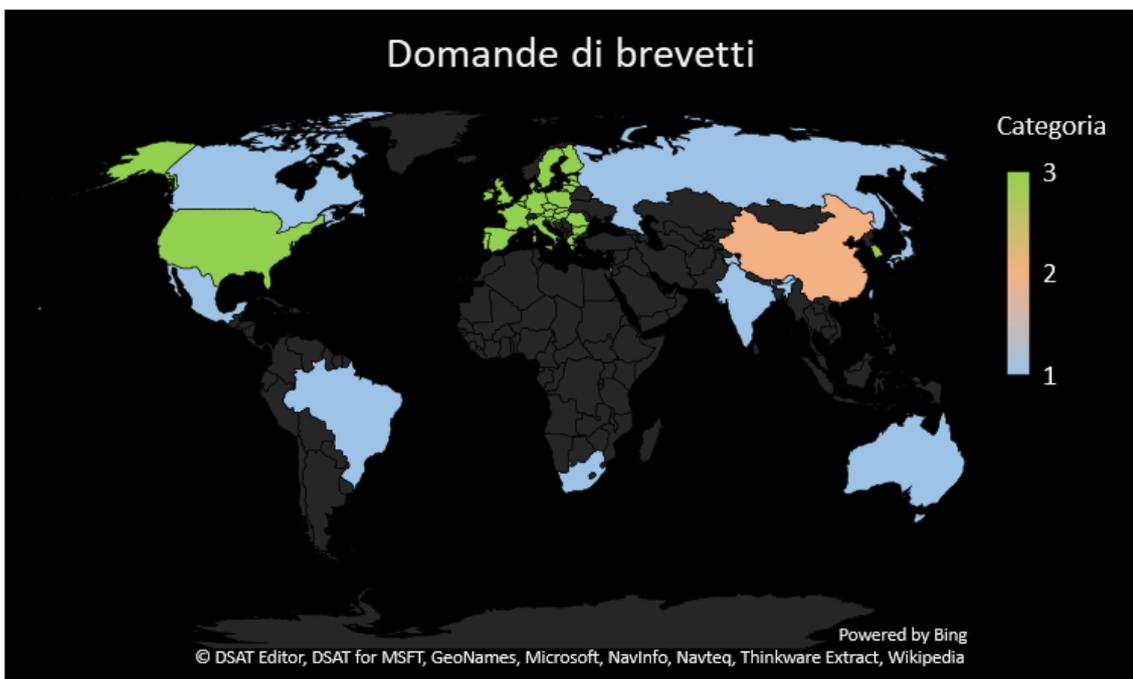


Table 11. Distribuzione geografica brevetti, elaborazione personale

I Paesi non colorati sono quelli per i quali non sono state rilevate innovazioni per il periodo considerato, riferite al solo mercato dei commercial drone.

Le zone colorate, invece, sono state suddivise in 3 categorie:

1. Per numerosità di brevetti che va da 0 a 49
2. Per numerosità di brevetti che va da 50 a 100
3. Per numerosità di brevetti che va da oltre i 100

Il dato che si vuole rilevare, infatti, non è tanto il numero preciso di brevetti presentati in una determinata regione, quanto piuttosto la tendenza del mercato geografico.

La maggior parte dei Paesi ricade sotto la categoria 1 e, sebbene vi siano profonde differenze tra le ultime della categoria (con 1 solo brevetto) e la prima (il Giappone con 41 brevetti), si può rilevare, che la distribuzione geografica dei brevetti concernenti gli UAV a uso

commerciale è decisamente vasta e copre la maggior parte dei Paesi dotati di sistemi interni di protezione brevettuale.

Il dato rilevato può essere confermato se si pensa che dalla tabella in alto sono stati esclusi i brevetti presentati all'ufficio internazionale dell'Organizzazione Mondiale per la proprietà intellettuale (WIPO⁶³) i quali ammontano a 266 e riconducono a un mercato internazionale.

Della seconda categoria fa parte la Cina che, com'è noto, è una delle economie nascenti di questo secolo, soprattutto grazie al bassissimo costo del lavoro con il quale il Paese è riuscito ad accaparrarsi per anni le attività di produzione di moltissimi giganti dell'ambito tecnologico. Tuttavia, il dato che qui si evidenzia è la tendenza, sempre maggiore nel Paese, di innovare piuttosto che subire le innovazioni e di mettere in piedi anche processi di ricerca e sviluppo piuttosto che offrire unicamente opportunità di terziarizzazione delle attività produttive di aziende estere⁶⁴.

La tendenza qui rilevata verrà resa esplicita nei paragrafi successivi, quando saranno presentate le aziende più innovative nel settore dei commercial drone.

Infine, della terza categoria, fanno parte Stati Uniti ed Europa che si confermano due mercati centrali per le aziende di tutto il mondo. La protezione massiccia delle invenzioni nei Paesi Statunitensi e appartenenti all'Unione Europea infatti evidenzia le aspettative che le aziende, non solo di questi Paesi, hanno su questi due mercati enormi.

Gli Stati Uniti sono sicuramente il Paese più gettonato (con più di 900 brevetti), nonostante la

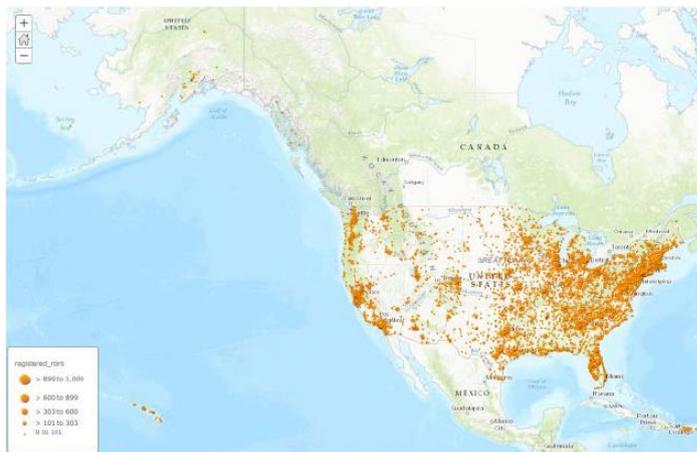


Figure 15. Sales Distribution Small Commercial UAV, fonte: (FAA, 2017)

regolamentazione in fase embrionale e il dato viene confermato dalle vendite finora raccolte dalla FAA dal suo citato censimento. Riferendosi al censimento, tuttavia, si osserva che tale tendenza non è diffusa omogeneamente in tutto il Paese, ma che l'attenzione verso i commercial drone è limitata a quelle aree in cui esistono già realtà economiche e commerciali consolidate.

⁶³ WIPO: World Intellectual Property Organization

⁶⁴ (Carli, 2017)

Un discorso a parte va fatto per i Paesi dell'Unione Europea, per i quali, si è preferito trascurare i dati di ogni singolo Paese, riportando (in tabella 11) i brevetti presentati all'EPO⁶⁵, ufficio brevetti europeo, assumendo che la situazione disomogenea tra Paese e Paese verrà fortemente assorbita grazie alla regolamentazione unica, discussa in precedenza che dovrebbe entrare in vigore a breve.

Fino al 2015 però, il risultato è stato abbastanza eterogeneo, e nel dettaglio (Exhibit 7), risulterebbe che i tutti Paesi Europei appartengono alla classe 1, quindi con numero di patent inferiore ai 50, tranne la Francia (con 62 brevetti).

Ricordando che la Francia è stata la prima Nazione Europea a dotarsi di una legislazione in materia, si ricava (confermando quanto già detto) un altro trend riferibile al mercato dei commercial drone: l'influenza della legislazione sul mercato è molto forte e solo una regolamentazione completa e il più omogenea possibile può essere in grado di permettere anche uno sviluppo della tecnologia in esame.

Mappatura della tecnologia

Per scendere nel dettaglio della domanda di ricerca “*what?*” è opportuno presentare i risultati ottenuti durante la fase di mappatura della tecnologia.

Il processo di tagging è stato eseguito secondo i seguenti step, sulla terza estrazione ottenuta come precedentemente detto:

- Riduzione dell'intero database in base all'intervallo di tempo considerato (per i motivi suddetti), passando da una base di 2594 record a 1895 record
- Su ogni record, costituito dai campi estratti⁶⁶, con l'aiuto del sistema Clarivate, si è effettuata un'attenta review della descrizione contenuta prima nel titolo (in inglese) e poi nell'abstract (in inglese). In questa fase si sono dovuti eliminare ulteriori 31 record che non avevano descrizione sufficiente alla categorizzazione o abstract in lingua non inglese.

⁶⁵ EPO: European Patent Office

⁶⁶ Publication Number, Assignee - Standardized, Earliest Priority Year, IPC Class, Count of Citing Patents, INPADOC Family ID, Title (English), Abstract (English), Claims, Claims Count, Claims (English), First Claim, Assignee - Original - Country, Publication Country Code, Estimated Expiration Date, Estimated Expiration Date Factors - Disclaimer, Estimated Expiration Date Factors - Estimated Earliest Effective Filing Date, Estimated Expiration Date Factors - Estimated Terminal Disclaimer Prior Patent, Estimated Expiration Date, Factors - Terminal Disclaimer Prior Patent Expiration Date, Estimated Expiration Date Factors - U.S.C. Patent, Term Adjustment, Estimated Expiration Date Factors - Issue Date, Estimated Expiration Date Factors - Term of Design, Estimated Expiration Date Factors - Post-grant Patent Term Adjustment (PTA), Estimated Expiration Date Lapse Factor, Estimated Remaining Life,

- Infine, sono stati assegnati i tag, due di tipo funzionale e uno di tipo tecnologico, così come descritto in precedenza.

Verranno innanzitutto mostrati i risultati delle 3 categorie separatamente, per poi passare all'incrocio dei dati tra le varie categorie per ottenere risultati più specifici.

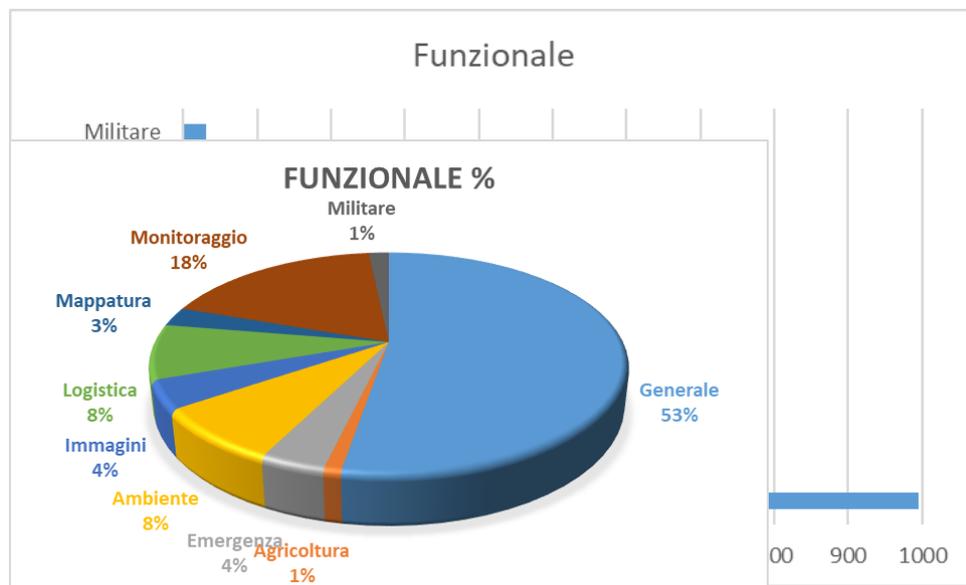


Table 13. Tag FUNZIONALE propriamente detto in %, elaborazione personale

La prima clusterizzazione di tipo funzionale è quella che abbiamo detto essere propriamente detta. In questo tipo di classificazione si è preso a

riferimento la funzione che il

brevetto in esame potrebbe apportare alla tecnologia dei droni. Come già anticipato, il tag con più ricorrenze è “generale”, cioè il tag che si riferisce ad applicazioni non necessariamente utili a un solo dominio settoriale. A questo punto della trattazione dovrebbe essere ormai chiaro che lo stato di diffusione della tecnologia non permette ancora una definizione chiara dei mercati che si intende raggiungere, di quali saranno i settori in cui i droni verranno utilizzati con maggior successo e quali sono le applicazioni che saranno maggiormente apprezzate dai clienti industriali. È per questa semplice ragione che quasi 1000 brevetti, il 53% del totale, ricadono nella categoria “generale”.

Anche se numericamente molto distaccato è però evidente anche l'emergere di un altro tag che prende quasi un quinto (18%) di tutti i brevetti coinvolti nell'analisi: “monitoraggio”. In questa categoria sono inclusi brevetti riferiti a un insieme di operazioni svolte nei settori più attinenti all'industria civile e della sicurezza e anche in questo caso non sorprende che i brevetti attenenti a questa categoria siano molteplici.

In particolare, nel caso di applicazioni in ambito civile e di ispezione (tipicamente di grandi infrastrutture come oleodotti, gasdotti, ecc...) lo sviluppo della categoria dei droni è dovuta per lo più a fattori intrinseci delle operazioni che in questi settori devono essere portate a termine:

spazi chiusi al pubblico e frequentati per lo più da personale specializzato, necessità di percorrere grandi distanze nel minor tempo possibile, possibilità di programmare in anticipo ogni missione sulla base di percorsi già noti. In contesti di questo tipo la presenza dei droni è non solo consentita dalle regolamentazioni attuali, ma garantisce anche un certo ritorno dell'investimento fatto nelle flotte di UAV nonostante i prezzi attuali. Discorso simile può essere fatto per quanto riguarda le applicazioni di sorveglianza anche se, in questo caso, i problemi etico-legislativi non permettono un pari sviluppo di mercato.

Le applicazioni categorizzate come “monitoraggio”, così come quelle appartenenti a “militare”, “ambiente” e “emergenza” (in totale il 31%) hanno inoltre un indubbio vantaggio tecnologico: hanno ereditato molte invenzioni dagli investimenti che negli anni sono stati fatti in ambito militare. Individuazione e inseguimento di target mobili e fissi, sistemi di allerta, sistemi in grado di raccogliere parametri ambientali in situazioni critiche e non, sistemi e sensori termorelevatori e altre applicazioni di questo tipo erano già priorità nelle operazioni militari e i risultati ottenuti nella ricerca sono stati adattati e traslati al campo civile.

In ogni caso, gli altri tag di questa prima clusterizzazione funzionale, sono nettamente distaccati dai primi due, con uno scarto minimo percentuale di almeno il 10%. I motivi sono vari e alcuni di questi sono stati anticipati già nel corso del presente elaborato.

Le applicazioni di droni in campo logistico, ad esempio, saranno probabilmente un elemento disruptive per tutto il settore logistico in un futuro non molto lontano ma, allo stato attuale della regolamentazione, problemi etici e sociali fanno pensare a una maturazione della tecnologia di 5-10 anni se si parla di trasporto di oggetti e dai 10 ai 15 anni nel caso di trasporto di persone⁶⁷. Lo stesso non vale ad esempio nel campo dell'agricoltura dove in effetti lo sviluppo del mercato non è così lontano e tuttavia è un settore in cui non ci si aspetta una fortissima innovazione tecnologica. Nelle missioni nei quali vengono già utilizzati, i droni risultano sufficienti in termini di prestazioni e il boom del mercato avverrà nel momento in cui ci sarà un abbattimento dei prezzi e/o la fornitura di servizi anche ad operatori agricoli che non possiedono grandi appezzamenti di terreno. L'ostacolo principale a questa specifica diffusione sarebbe infatti da ricercare più nella logica delle economie di scala che nella tecnologia in sé per sé.

Altri settori, come quello del monitoring ambientale, della gestione delle emergenze e del mapping, sono sicuramente promettenti ma che poco si adattano ad un utilizzo di massa finché vi saranno: vincoli legislativi confusi sulle aree e le condizioni in cui è possibile operare, scarsi investimenti pubblici a favore delle nuove tecnologie e una bassa presenza di operatori in grado

⁶⁷ (Pamela Cohn, 2017)

di condurre operazioni in situazioni critiche (o ambientali nel caso del monitoring o dovute a disastri nel caso delle emergenze).



Table 14. Tag FUNZIONALE non propriamente detto in %, elaborazione personale

La seconda categoria di tag assegnati ha permesso di approfondire se il brevetto si riferisse a un'invenzione implementabile all'interno o all'esterno del drone.

È già stato detto che questo tipo di classificazione serve allo scopo di individuare se le invenzioni mirano a

proporre migliorie alla tecnologia RPAS in sé per sé o se, invece, sono più orientate alla risoluzione di un problema di un settore diverso da quello in esame.

Quasi sette brevetti su dieci si riferiscono ad invenzioni interne, evidenziando un trend chiaro di miglioramento della tecnologia in esame. Ciò significa che, al di là della specifica funzione, la maggior parte delle invenzioni possono portare benefici all'intera tecnologia dei droni e non sono semplicemente moduli che si aggiungono al drone di base per svolgere una specifica funzione.

Per essere più chiari, se ad esempio un brevetto è stato categorizzato come "logistica" e "interno" perché riguarda un manufatto che potrebbe essere d'aiuto per incrementare la stabilità del drone quando solleva (e rilascia) un carico, al di là dell'evidente vantaggio che ne deriva nell'operazione di consegna di un pacco, ci sono altri vantaggi ad esempio in ambito agricolo (per droni che distribuiscono pesticidi) ma anche in ambito di acquisizione di immagini (e quindi in applicazioni per consumer, di monitoraggio e mappatura) perché garantirebbero maggiore stabilità a qualunque tipo di carico (che siano pesticidi o una fotocamera).

In una fase di sviluppo iniziale della tecnologia UAV, non sorprende quindi che le maggiori innovazioni si fronteggino sui campi meno specifici delle categorizzazioni funzionali: "generale" e "interno".

D'altronde, lo stato di diffusione tecnologica precedentemente analizzato, aveva già preparato a un risultato di questo tipo. In un contesto fluido come quello in cui si trovano i commercial drone (Fig. 13, Modello di Abernathy e Utterback) il tasso di innovazione sulla tecnologia

raggiunge i suoi picchi massimi e ha il compito di spingere in alto le performance attese dalla tecnologia in sé per sé.

È questo il modo in cui le caratteristiche raggiunte dagli UAV diverranno così attrattive per i clienti che si svilupperà il mercato vero e proprio⁶⁸.

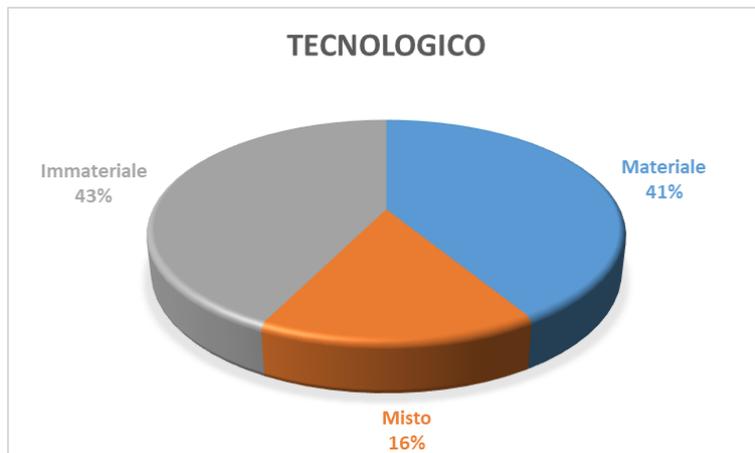


Table 15. Tag TECNOLOGICO in %, elaborazione personale

La clusterizzazione tecnologica, prescinde dalla funzione abilitabile grazie all'innovazione descritta nei brevetti tuttavia fornisce informazioni utili su quelli che sarebbero i prodotti veri e propri di questa innovazione: prodotti materiali, immateriali (come servizi o software) o soluzioni integrate

delle due precedenti.

È evidente la quasi parità delle componenti materiali e immateriali mentre, l'ultima categoria risulta essere quella di soluzioni integrate.

Questa evidenza sperimentale può essere facilmente spiegata in quanto totalmente in accordo con quanto appena detto. In una fase di alta innovazione in pochi sono in grado di fornire soluzioni totalmente integrate, la conoscenza della tecnologia è poco diffusa e spesso si preferisce un approccio di open innovation piuttosto che un approccio di chiusura alle innovazioni altrui. Come già successo in altri ambiti tecnologici (i primi computer, i precursori degli smartphone, ecc...) il processo di sviluppo in questa fase è costituito da innovazioni che si rincorrono, ogni invenzione aggiunge un pezzo alle altre muovendosi verso una direzione più o meno specifica e utilizzabile dagli altri. L'integrazione è sicuramente destinata a venire ma solo quando inizieranno a imporsi forti attori lungo la supply-chain in grado di creare un prodotto che incontri il gusto del cliente (sia un altro attore più a valle, sia il cliente finale).

Per quanto appena detto sembra addirittura strano che in questa fase ci sia un 18% di invenzioni che si riferiscono a questa classe, tuttavia, come vedremo nel seguito, questo dato è dovuto per lo più al diverso grado di maturità tecnologica dei vari sub-market interni al settore più generale dei commercial drone.

⁶⁸ (Cantamessa, 2016)

Volendosi ora concentrare sulle percentuali dei tag “materiale” e “immateriale” è possibile vedere che, benché quasi uguali, attualmente le applicazioni immateriali superano quelle materiali.

Il dato ricavato potrebbe non essere significativo o addirittura fuorviante se il dato viene analizzato in maniera aggregata. Si potrebbe essere portati a pensare che lo sviluppo di software, metodologie e servizi sono del tutto inutili se non c’è una componente materiale alla base che consenta di supportare queste applicazioni. Per essere più chiari, sarebbe inutile avere un ottimo algoritmo di riconoscimento della posizione del drone nello spazio se poi il quadricottero non è capace di superare (per limiti tecnologici) la VLOS dell’operatore, così come sarebbe impensabile avere un ottimo servizio di ispezione di un gasdotto se non si avessero videocamere adeguate a raccogliere gli stessi dati in grado da essere rilevati da un operatore a terra che svolge lo stesso compito. La chiave di volta di questo apparente controsenso risiede nel fattore temporale.

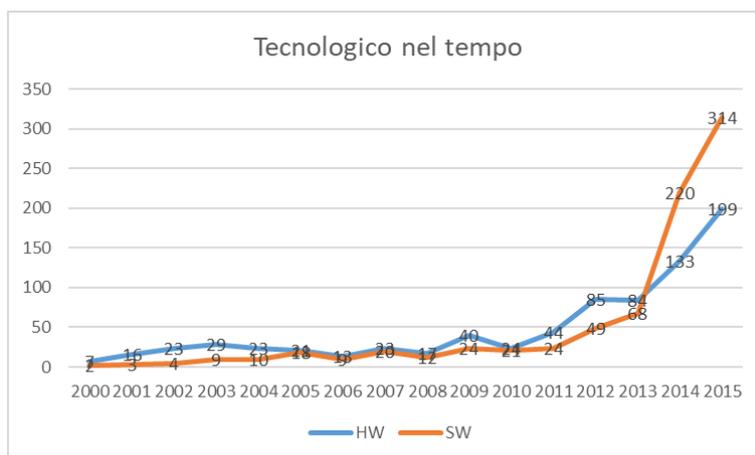


Table 16.Tag TECNOLOGICO in relazione al tempo, elaborazione personale

La componente fisica, non intendendo solo i soli componenti del quadricottero ma anche tutti i sistemi e apparati complementari come sensori, videocamere ad alta risoluzione, radiocomandi, radar, ecc... hanno subito negli anni precedenti un interesse maggiore dovuto sia allo sviluppo precedente dei consumer drone

sia a quello di altri settori ad alto contenuto tecnologico (pertanto non raccolti nei record in analisi) che hanno dato il via al cosiddetto fenomeno dell’IoT⁶⁹.

Nonostante questa grossa eredità, in ogni caso, è possibile vedere che i primi anni dell’intervallo analizzato, le soluzioni di innovazione di componenti fisiche sono sempre state maggiori delle soluzioni immateriali. Questo ha permesso ai produttori di commercial drone di adattare le componenti fisiche alla tecnologia dei quadricotteri utilizzati per scopi commerciali ma, fatto questo, dal 2014 in poi l’ottimizzazione delle tecnologie disponibili, forte di una buona base fisica su cui lavorare, si è concentrata sull’implementazione di soluzioni software e di servizio che consentissero di sfruttare le potenzialità dei manufatti.

⁶⁹ IoT: “Internet Of Things”

Altri trend interessanti possono essere catturati analizzando i dati ottenuti incrociando le varie categorie su discusse.

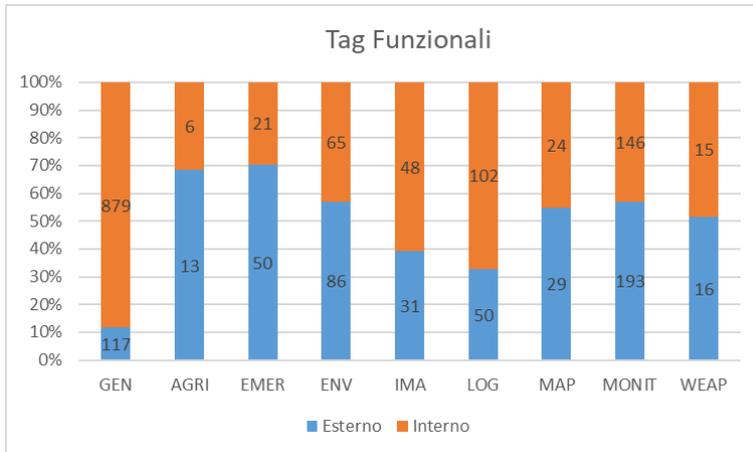


Table 17. Tag Funzionali combinati, elaborazione personale

Innanzitutto è utile combinare i due tag funzionali e cercare di capire, nelle applicazioni suddivise per settori scelti.

Questo permette di definire in quali settori le invenzioni stanno aumentando la conoscenza della tecnologia in generale (interno) e in quali, al contrario, ci si focalizza su alcune applicazioni.

Questo dato fornisce indirettamente anche lo stato di maturità del settore di interesse, è infatti ovvio che, se in un settore si innova di più in applicazioni che si riferiscono più al settore che alla tecnologia degli UAV in sé per sé (esterno), la tecnologia risulta più matura e il mercato quindi più sviluppato.

In particolare è facile notare che nei settori in cui la tecnologia di base, ereditata dal settore militare e consumer era già sufficiente a svolgere operazioni di una certa complessità, le innovazioni “esterne” sono maggiori.

In agricoltura, situazioni di emergenza, mappatura e monitoraggio (e ovviamente nelle invenzioni militari), i brevetti si riferiscono percentualmente in più a innovazioni che mirano a sfruttare appieno i quadricotteri nel proprio ambito settoriale. In agricoltura e ambito ambientale questo dato è quanto mai evidente e difatti queste applicazioni corrispondono a quei settori che, da un punto di vista di mercato sono sicuramente i più avanzati.

A supporto di tutti i settori, in ogni caso, ci sono innovazioni che risiedono nella categoria principe dei brevetti riferibili a invenzioni fatti per la tecnologia UAV in sé per sé: “generale-interno”, la più numerosa in termini assoluti (il 46% del totale).

Combinando i tag funzionali applicativi e tecnologici è possibile approfondire alcuni aspetti.

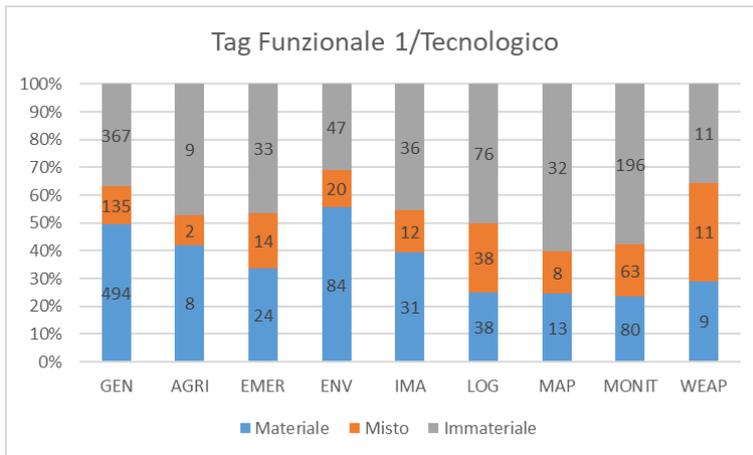


Table 18. Tag Funzionale 1/Tecnologico combinati, elaborazione personale

Innanzitutto le innovazioni “generaliste” sono per lo più equamente divise tra innovazioni in componenti materiali e immateriali. Questo fa pensare che lo sviluppo tecnologico si sta muovendo in maniera abbastanza paritetica sia sulle componenti dei droni sia sulla gestione di queste componenti attraverso

software, metodi e servizi.

Il dato non è per nulla sorprendente, è già stato detto nel capitolo dedicato alla supply-chain che gli investimenti degli attori della catena produttiva sono concentrati per lo più in:

- OEM: i quali, se non specifici per un settore, ricadono proprio nella categoria “generale-materiale”
- Data Management: i quali, per lo più, sono ricaduti nella categoria “generale-immateriale”

A conferma di quanto detto è possibile notare che l’unica altra categoria combinata, confrontabile con queste due, è quella delle del “monitoraggio-immateriale” con il 10% di tutti i brevetti sul totale.

In questa categoria sono state inserite anche tutte le applicazioni di UTM (Unmanned Traffic Management), cioè la terza componente individuata essere la più promettente per gli investitori e le startup impegnati nel settore⁷⁰.

Funzionale 1	Materiale	Misto	Immateriale	totale	% Misto per funzione
EMER	24	14	33	71	20%
LOG	38	38	76	152	25%
WEAP	9	11	11	31	35%

Table 19. % di tag "misto" per tag funzionale1 nel dettaglio, elaborazione personale.

Le applicazioni “miste” più consistenti si vedono per lo più in quei settori in cui, le difficoltà

delle operazioni da svolgere richiedono una personalizzazione di tecnologia e software abbastanza spiccata.

⁷⁰ (Pamela Cohn, 2017)

È infatti lampante che tali soluzioni fioriscano, al di là dello stato del mercato, innanzitutto in ambito logistico, militare e anche se in misura minore nella gestione delle emergenze. In questi campi le innovazioni devono riflettere la complessità delle operazioni da implementare pertanto chi decide di investire nei settori (ad es. in campo logistico Amazon) devono farlo con soluzioni specifiche (ciò non toglie, come detto in precedenza, che miglioramenti in questo campo possano poi apportare benefici a tutti i settori).

I risultati finora presentati verranno consolidati nel capitolo seguente, che come già detto, sarà dedicato unicamente all'estrazione delle traiettorie tecnologiche nel settore degli UAV civili a uso commerciale.

CAPITOLO 4

Introduzione

I dati estratti nel capitolo precedente forniscono molti spunti di riflessione che però vanno confrontati con i principi di teoria di gestione dell'innovazione al fine di estrarre trend tecnologici tali da definire una traiettoria precisa.

È per questo che, seppur trattando delle stesse informazioni, si è voluto suddividere fisicamente (oltre che concettualmente) i due capitoli.

Nel precedente erano trattati i risultati ottenuti ora ci si occuperà di legare tutti questi dati al fine di ottenere delle proiezioni sul settore di interesse.

Traiettorie tecnologiche nel settore dei veicoli aerei senza equipaggio a uso commerciale

Innanzitutto va precisato che, nell'intervallo di tempo considerato (2000-2015), l'interesse dell'opinione pubblica in generale verso il mondo degli UAV a uso commerciale è stato nettamente alto. Lo si è anticipato con le curve di Hype-effect (fig. 5 e 6) che hanno mostrato un generale interesse dell'opinione pubblica e lo si è confermato con lo studio delle citazioni, che invece hanno mostrato un interesse anche da parte di esperti della comunità scientifica.

Non è infatti un caso che più del 50% dei patent analizzati avesse almeno una citazione e che alcuni di essi ne avesse più di 100, per una media del 7,6 sul totale.

In questo senso, è quindi possibile dire che, salvo grossi problemi socio-legislativi che potrebbero venire a crearsi, i droni a uso commerciale non tarderanno ad invadere i cieli di tutto il mondo.

Quanto detto sarà più facilmente visibile nei luoghi geografici su cui si concentrano maggiormente le aspettative degli attori del mercato, in particolare: Europa e USA. In tutti i Paesi di queste due aree i legislatori, seppur in ritardo, si stanno muovendo al fine di garantire una regolamentazione organica e chiara che permetta di difendere sia gli interessi dei cittadini, sia il progresso tecnologico atteso.

È quindi possibile affermare che i mercati geografici più ampi in termini di unità venduti saranno localizzati nell'America del Nord oltre che nei Paesi appartenenti all'Unione Europea.

Allo stato attuale la diffusione tecnologica è, come ripetuto più volte, in una fase ancora iniziale e i clienti per lo più innovators (circa il 2% del potenziale mercato futuro); pertanto le aziende del settore sono in una fase di mercato fluido, caratterizzato da un alto tasso di innovazione e numero di imprese.

Nel momento in cui il rapporto qualità/prezzo degli UAV renderanno la tecnologia abbastanza matura da potersi rivolgere a un mercato più ampio il tasso di innovazione andrà diminuendo, le aziende diventeranno di meno (a causa di fallimenti, fusioni e acquisizioni) e l'attenzione dell'innovazione si sposterà sui processi più che sui prodotti⁷¹.

In effetti, quanto emerge dal patent landscape precedentemente presentato, l'innovazione dei processi è quasi del tutto assente nei quasi 2000 record analizzati, tuttavia la maturità del mercato dei commercial drone non è univoca.

Nel complesso la tecnologia dei droni è ben lontana dall'essere matura, le maggiori innovazioni in assoluto si hanno sulla tecnologia stessa, il 56% dei brevetti si riferisce a innovazioni senza uno specifico settore di riferimento e il 70% delle innovazioni è fatta, da qualunque settore, sul drone in sé per sé. La categoria combinata più numerosa è la classe "generale-interno", il 46% del totale.

Si capisce quindi il perché, per ora, la maggior parte dei clienti degli UAV commerciali siano innovatori: clienti che investono nella tecnologia anche se in realtà il costo/beneficio non è per ora soddisfacente.

Questo non è però ugualmente vero in tutti i settori in cui i droni potranno diventare un elemento di punta nello svolgimento delle operazioni di business.

In particolare esistono due driver che spiegano la maggiore maturità di sub-market rispetto ad altri:

1. L'eredità tecnologica delle ricerche fatte in ambito militare e consumer
2. La facilità di alcune operazioni

Alla luce di questi due driver è possibile ipotizzare che i mercati in cui gli UAV saranno abbastanza maturi da essere adottati in maniera diffusa sono:

- Il settore civile, con particolare riguardo alle operazioni di ispezione e mappatura
- Il settore della sicurezza

⁷¹ (Cantamessa, 2016)

- Il settore di gestione delle emergenze (sul quale però pende l'incognita degli investimenti pubblici)
- Il settore dell'agricoltura che già sta assistendo a una notevole diffusione

A tal proposito, in questi settori, le innovazioni si stanno susseguendo per lo più per integrare i quadricotteri già esistenti con software e servizi in grado di rendere gli investimenti in flotte di droni molto più convenienti e con periodi di rientro dell'investimento più brevi.

A mitigare la relativa maturità di questi settori, sul lato opposto, ci sono i settori che invece hanno un tempo stimato di maturazione che va dai 5 ai 15 anni. In testa a questa seconda tipologia di settori c'è quello logistico.

Nel senso più ampio del termine il settore logistico riguarda la movimentazione di merci e i droni potrebbero essere presenti in moltissime fasi di movimentazioni. Le innovazioni immaginate in questo campo vanno da droni in grado di trasportare materie prime e semilavorati all'interno delle aziende, alla consegna di pacchi al dettaglio con o senza il supporto di veicoli a terra e, addirittura, al trasporto di persone.

In tutti i casi, i droni dovranno essere in grado di interagire con persone in ambienti chiusi o aperti, in qualunque condizione meteo. Se si aggiunge all'evidente difficoltà di queste operazioni che i legislatori di tutto il mondo stanno per ora limitando l'utilizzo degli UAV in zone densamente popolate, si rende facilmente prevedibile che il settore logistico sarà quello più lontano in cui i commercial drone raggiungeranno la maturità e diffusione tecnologica.

Volgendo ora l'attenzione dal mercato (i clienti) ai produttori si ricorda che attualmente la maggior parte degli investimenti si concentrano in 3 grandi aree:

- OEM (Generale-materiale)
- Data Management (Generale-immateriale)
- Unmanned Traffic Management (Monitoraggio-immateriale)

L'analisi condotta ha permesso di confermare questo trend evidenziando però un sostanziale progressivo spostamento da una componente ad altre.

In particolare, attualmente gli Original Equipment Manufacturer sono le aziende in cui si è investito di più in assoluto perché in grado di garantire un ritorno economico per l'investitore. In queste aziende al centro della produzione ci sono oggetti, per lo più fisici, utilizzati dalle aziende di UAV così come di altri settori limitrofi. La maggior parte dei prodotti riguarda moduli di base, sensori, componenti necessarie al volo, IMU, GPS, batterie e altri oggetti che sono stati ottimizzati al fine di essere adattati alle caratteristiche di leggerezza e stabilità in volo richieste ai quadricotteri. Sono tutt'ora una componente molto forte dell'innovazione ma, i

brevetti, dal 2014, hanno iniziato a riguardare sempre di più un livello meno fisico della tecnologia per spostarsi su quello più immateriale.

L'ambito immateriale riguarda per lo più software, servizi, creazione di database e metodologie per operare missioni in stormi di droni piuttosto che droni singoli.

Tutto questo porta ad affermare che benché la tecnologia non sia matura in senso generale, la maggiore immaturità si rileva più nella componente software che in quella hardware pertanto, il trend futuro sarà quello della concentrazione degli investimenti sempre più nel Data Management e nell'UTM che negli OEM.

Rimanendo in ambito tecnologico, ricordando che le applicazioni "miste" erano tutte destinate a operazioni difficili da svolgere (come il settore logistico ma non solo), è possibile individuare un ultimo trend.

Non è possibile definire in maniera precisa tra quanto inizieranno a nascere professioni e servizi dedicati interamente al mondo dei droni tuttavia è possibile immaginare che, nell'immediato futuro inizierà a svilupparsi un settore terziario (di fornitura di servizi) interamente dedicato a questo settore. Lo sviluppo dei primi mercati (alcuni dei quali abbiamo detto essere già in sviluppo) porteranno la necessità di avere un interlocutore tra l'azienda produttrice e i clienti e, con il proliferare di dispositivi, saranno sempre più necessari operatori specializzati sia nell'esecuzione delle missioni (i voli veri e propri) sia nella manutenzione delle flotte di velivoli.

A conferma di quanto detto, soprattutto per quanto riguarda gli operatori specializzati, si stanno già muovendo i legislatori di tutto il mondo, in particolare quelli dei Paesi che abbiamo indicato essere i maggiori mercati potenziali. Attestati, corretta formazione e patentini sono tutte soluzioni che stanno prendendo piede al fine di regolamentare gli operatori di tutti i settori.

Riassumendo, quindi, la tecnologia dei commercial drone non è ancora del tutto matura, un po' a causa di problemi legislativi, un po' per la difficoltà intrinseca delle missioni da operare.

Questo non è vero in maniera omogenea in tutti i settori e le aree tecnologiche.

In particolare, ci si aspetta uno sviluppo abbastanza rapido nei settori dell'agricoltura, il monitoraggio e la sicurezza.

Nel settore della gestione delle emergenze lo sviluppo sarà rapido solo se investimenti pubblici e normative favorevoli permetteranno lo sfruttamento di tecnologie già presenti.

Il settore che ci si aspetta maturerà in tempi più lunghi in assoluto è quello del settore logistico dove il trasporto di oggetti prima e di persone poi, deve scontrarsi prima di tutto con la sicurezza delle persone a terra, soprattutto in zone metropolitane, ad alta densità di popolazione.

I produttori del settore commercial drone si muoveranno sempre più sulle componenti immateriali in quanto in grado di differenziare componenti fisiche che, in breve saranno comuni.

CAPITOLO 5

Introduzione

Finora si è evitato di scendere nel dettaglio di chi ha fatto le invenzioni, si è sostanzialmente evitato di rispondere alla domanda “*who?*” che pure è stato detto essere una delle 4 domande fondamentali cui rispondere nel momento in cui si decide di elaborare un patent landscape.

La scelta è stata voluta al fine di dedicare un capitolo intero a questa risposta così da poter approfondire oltre alle aziende in sé per sé, anche le strategie messe in atto dalle aziende che attualmente risultano leader di innovazione.

L’analisi delle aziende leader di innovazione è stata eseguita secondo step simili a quelli utilizzati per il processo di tagging.

I record analizzati sono stati sempre 1891, nell’intervallo che va dal 2000 al 2015.

116 record sono stati eliminati dal totale a causa della corruzione dei record non essendo stato possibile ricondursi all’inventore o all’azienda.

Sui 1775 record residui, in primo luogo sono stati analizzati tutti i valori appartenenti al campo “Assignee – Standardized” e sono stati assegnati dei tag identificativi delle aziende seguendo questi principi:

- Laddove l’azienda aveva deciso di inserire anche il nome del personale che era stato assegnato alla ricerca necessaria alla produzione dell’invenzione, sono stati eliminati i nomi di persona, lasciando spazio al solo tag dell’azienda. Questa scelta è stata fatta visto che lo scopo della ricerca è quello di individuare le aziende di innovazione piuttosto che i singoli inventori.
- Business unit diverse, ma tutte appartenenti a una stessa azienda, sono state unificate sotto lo stesso tag rappresentativo del nome dell’azienda.
- Poiché rappresentative di una specifica strategia aziendale, parte integrante del processo di innovazione che si vuole indagare, sono state rispettate (e quindi differenziate con nomi diversi): collaborazioni e joint-venture (soprattutto tra università e impresa) e legami di controllo tra imprese come sussidiate o controllate. Il perché di questa scelta sarà più chiaro in seguito, quando verrà analizzato il caso Boeing Company – Insitu (sussidiata della Boeing Co).

Le aziende leader di innovazione

Contesto generale

Per prima cosa è possibile fornire un quadro di insieme utile a contestualizzare su chi, a livello generale, è soggetto attivo nella produzione di brevetti in ambito di commercial drone.

	PRIVATO	PUBBLICO	SINGOLI	Totali
N. Attori	339	43	104	486
% sul totale	87,55%	4%	8,45%	1
N. Brevetti	1554	71	150	1775
Media Brevetti	4,58	1,65	1,44	3,65

Table 20. Attori del processo di innovazione, elaborazione personale

La prima notazione che può essere fatta è la scarsa presenza di brevetti riconducibili a soggetti pubblici, il dato è così evidente soprattutto se si guarda ai soggetti categorizzati come

“singoli” che comprendono fra l’altro anche gruppi di inventori.

Questa evidenza può però essere spiegata guardando ad un contesto più ampio, con almeno due fattori rilevanti:

- Gli investimenti pubblici, in campo degli UAV in generale, sono e sono stati ingenti soprattutto in ambito militare. Le invenzioni prodotte dalle ricerche finanziate per questi scopi, però, o sono state brevettate prima del 2000 (quindi non conteggiate nel database di questa ricerca) o, come si è già detto nel presente elaborato, ancora coperte da segreto, quindi non brevettate
- Le innovazioni fatte in contesti istituzionali, anche non in ambito militare, non vengono sempre brevettate in quanto seguono logiche diverse dal mero sfruttamento del brevetto (pubblicazioni scientifiche, accordi con imprese, ecc...)

A questo si aggiunga che, analizzando nel dettaglio la media dei brevetti, un minor numero di ricercatori ha prodotto una media di 1,65 innovazioni a persona (o gruppo di persone) contro gli 1,44 di “singoli”.

Il trend che ne possiamo ricavare, assumendo di non essere rigorosamente legati al dato numerico, è che quindi mediamente le università e le istituzioni governative innovano anche se non in grande misura nel settore.

Riportando l’attenzione sui singoli, invece, un altro trend precedentemente anticipato può essere confermato: attorno al mondo degli UAV, così come per altri settori tecnologici, ci sono gruppi o singoli appassionati in grado di fornire un supporto sostanziale allo sviluppo (e indirettamente alla diffusione) della tecnologia.

Quello che emerge è che, benché caratterizzati da una bassa forza finanziaria, i soggetti più o meno professionisti che producono innovazione nel settore degli UAV sono tanti. D'altronde, come è già stato detto e come sarà molto più chiaro nel seguito, le aziende del settore sono ben consapevoli di questa evidenza e piuttosto che osteggiare tali innovazioni stanno tentando di attrarre queste community di "maker" al fine di costruire il proprio successo.

Coinvolgere persone che producono innovazioni o comunque ne seguono l'andamento sono un'ottima base di partenza che le aziende produttrici di UAV hanno per carpire i gusti dei clienti a partire dai clienti stessi.

Il dato più interessante da analizzare è però senza dubbio quello delle imprese, con 339 su 486 attori (quasi il 70%) presenti nel database, il gruppo delle imprese rappresenta senza dubbio il più numeroso.

Come è facile intuire è anche il gruppo più produttivo in termini di brevetti, la produzione di questo gruppo rappresenta infatti quasi l'88% sul totale con una media di 4,6 brevetti ad azienda, cioè quasi il triplo del secondo gruppo più produttivo (i soggetti "pubblici").

Il dato in aggregato è però decisamente fuorviante se si pensa che in realtà le prime 34 aziende in termini di numero di patent⁷², il 7% di tutti gli attori presenti, hanno prodotto quasi il 50% del totale dei brevetti del database.

Limitando l'attenzione alle prime 15 aziende in termini di brevetti ottenuti possiamo inoltre scendere nel dettaglio delle imprese leader di innovazione per estrarre ulteriori dati tendenziali utili.

⁷² Quelle che hanno almeno un numero di brevetti pari a 10, nell'intervallo di tempo considerato

Azienda	N. Patent	Paese
DJI	98	China
mitsubishi electric corp	82	Japan
THALES SA	68	France
AMAZON TECH INC	51	USA
AIRBUS GMBH	44	Europe
PARROT	37	France
MICHIGAN AEROSPACE CORP	33	USA
IBM	31	USA
BOEING CO	30	USA
OPHIR CORP	29	Israel
QUALCOMM INC	27	USA
INSITU	26	Europe
UNMANNED INNOVATION INC	25	USA
ELWHA LLC	22	USA
QINETIQ LTD	22	UK
VERIZON PATENT & LICENSING INC	22	USA

Table 21. Prime 15 aziende per numero di patent, elaborazione personale

Innanzitutto, in prima posizione, emerge subito un dato sorprendente: la prima azienda, che da sola produce più del 5,5% della produzione totale di brevetti risulta essere un'azienda localizzata in Shenzhen, Cina.

Questo trend, che come vedremo nel seguito non è casuale, costituisce una conferma a quanto detto precedentemente sugli sforzi attuati dal governo cinese per stimolare la crescita della ricerca interna⁷³.

Sempre rimanendo in ambito di provenienza, questa volta delle aziende, gli

Stati Uniti si confermano leader di innovazione grazie a 8 aziende su 15 che però non occupano posizioni comprese tra le prime 3. Tra le aziende europee spicca, per posizione e numerosità la Francia che grazie alla partecipata statale Thales SA e alla, ormai nota nel mondo consumer drone, Parrot produce quasi il 6% del totale dei brevetti analizzati.

In un settore che è stato a lungo appannaggio dell'ambito militare, non sorprende, inoltre la presenza di un'azienda, la Ophir Corporation, proveniente dallo stato di Israele, Paese con forti tradizioni nell'innovazione militare.

In questa prima tabella va inoltre evidenziato che due delle aziende presenti sono inoltre vincolate da un legame di sussidiarietà. Il colosso dell'aviazione Boeing, infatti, opera nel mondo dei veicoli aerei senza equipaggio a uso civile, mediante la controllata Insitu. Se si unissero i risultati, tenuti separati di proposito come evidenziato in precedenza, la casa madre si troverebbe in quarta posizione.

Le aziende leader

Delle 15 aziende riportate nella Tabella 21, non tutte verranno analizzate.

Sono state scelte, infatti, solo le aziende che potrebbero mostrare in qualche modo elementi utili alla strategia adottata dalle imprese che operano nel settore dei veicoli aerei senza equipaggio per uso commerciale

⁷³ (Carli, 2017)

In particolare, sono state comprese nell'analisi:

- Le prime 5 aziende individuate nella Tabella 21 per il numero di patent presentati
- La Insitu che, grazie al forte legame con la Boeing, dovrebbe essere in quarta posizione
- La Parrot in quanto fornisce una prospettiva strategica diversa dall'unica altra azienda proveniente dal settore dei consumer drone.

Le aziende suddette verranno analizzate brevemente, fornendo solo i dettagli utili a comprenderne le strategie utilizzate e in particolare seguendo questo schema:

1. Risultati di mercato
2. Proprietà
3. Prodotti commercializzati

Successivamente, si provvederà a integrare le traiettorie tecnologiche con i risultati ottenuti in questo capitolo, al fine di tracciare la possibile evoluzione del mercato.

DJI

La Dà-Jiāng Innovations, meglio conosciuta come DJI è un'azienda tecnologica cinese, nata nel 2006, localizzata a Shenzhen, Cina.

Il suo settore di business è focalizzato nei droni a uso civile e deve la sua notorietà soprattutto grazie al sub-market dei droni a uso consumer.

La DJI oltre a essere leader di innovazione risulta essere anche leader incontrastata di mercato in ambito hardware. Secondo fonti Gartner, l'azienda ha un market share a valore, sulla vendita di droni, del 50% risultando non dominante solo nel settore costituito per lo più da droni-giocattolo (prezzo 0-5000\$).

Nei segmenti successivi, e in particolare sui segmenti con fascia di prezzo che supera i 2000\$ (quelli ritenuti dei droni commerciali), le percentuali arrivano al 67% rendendo l'azienda cinese la più forte sul mercato, con un fatturato di 2,83 MLD di \$ nel 2017, completamente ottenuto nel settore dei droni.

Della proprietà aziendale non si sa molto, l'azienda è privata e nonostante in molti hanno pronosticato una quotazione a breve l'azienda non si è mai espressa in senso affermativo.

Da un punto di vista strategico, l'azienda nel suo complesso ha sempre adottato una strategia di "ambidexterity", offrendo cioè prodotti altamente innovativi e di qualità a prezzi non superiori a quelli dei competitor. Quanto detto è stato reso possibile per l'azienda che risiede in uno dei maggiori centri produttivi cinesi, nel distretto industriale in cui si trovano numerosi

produttori di componenti (OEM) destinati alle imprese tecnologiche di tutto il mondo. Grazie a questo tessuto produttivo la DJI ha potuto contenere sin dall'inizio i costi di produzione e concentrare tutti i suoi sforzi economici nella ricerca e sviluppo che gli hanno permesso in soli 12 anni di fornire, per la maggior parte della sua clientela i prodotti più innovativi sul mercato. Questo dato, già evidenziato nel database analizzato, è confermato e supportato da un altro fattore importantissimo già citato: la community. Sul sito stesso dell'azienda la community appare come parte integrante ed ha una sezione completamente dedicata agli sviluppatori.

Ciò detto è possibile passare alla presentazione dei prodotti commercializzati, per le aziende clienti.

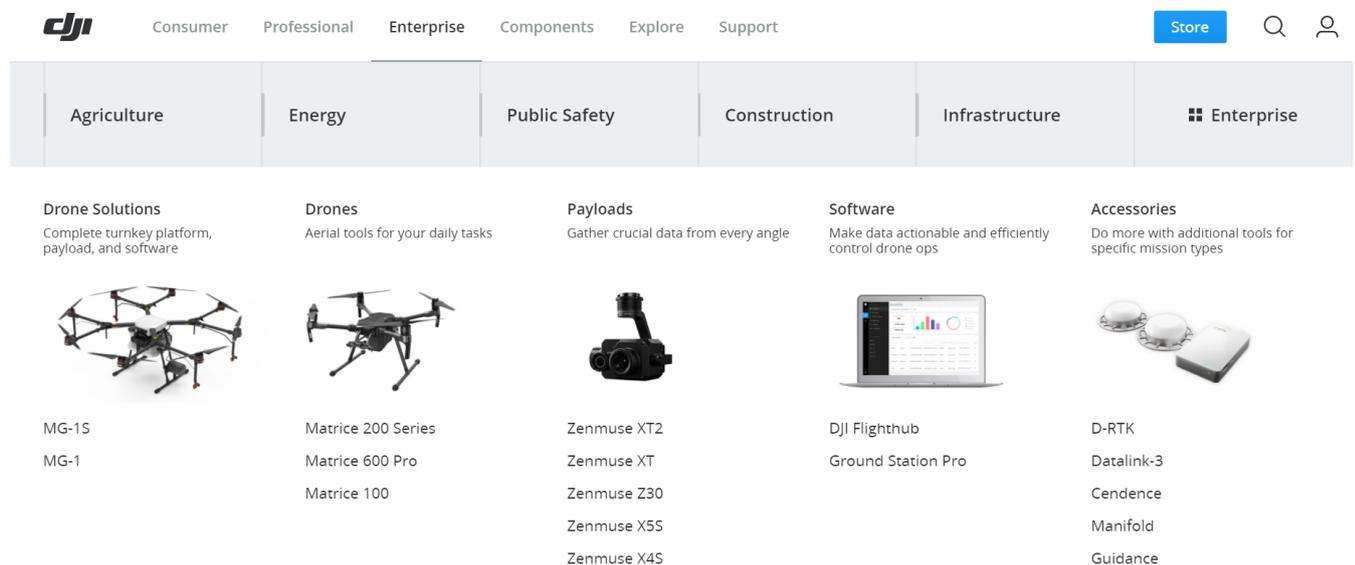


Figure 16. Prodotti Enterprise della DJI, fonte: (DJI)

All'interno della sezione dedicata agli enterprise drone si può vedere innanzitutto la doppia suddivisione fatta dall'azienda:

- Funzionale: in cui ritroviamo tutte le funzioni che era stato detto essere emergenti per gli UAV a uso commerciale, cioè il settore agricolo e quelli di ispezione e sorveglianza (energy, public-safety, construction e infrastructure)
- Tecnologica: anche in questo caso si nota che l'azienda, oltre a essere produttrice di droni di serie ha già iniziato a fornire soluzioni completamente adattate per i singoli clienti (drone Solutions) oltre che rimanere produttrice di Payloads specifici per i velivoli aerei. L'azienda quindi occupa allo stesso tempo la posizione di assemblatore di componenti (acquistati nel distretto industriale su citato) fornendo anche soluzioni

personalizzate e di produttrice stessa di alcuni componenti ritenuti particolarmente rilevanti per la qualità finale dei droni (es. fotocamera Zenmuse e Datalink).

La DJI sta inoltre già offrendo qualche prodotto software di gestione dati, confermando l'attenzione ai trend tecnologici (precedentemente visti in ambito di studio del panorama brevettuale).

Al di là di quello che può essere estratto dall'analisi dei prodotti, un altro punto di forza dell'azienda risulta essere la continua ricerca di partnership che sta stringendo con numerose aziende tecnologiche interne ed esterne al settore droni: per il settore dell'agricoltura con la 3DR o per occhiali di VR con Google.

MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

La Mitsubishi Electric Corporation non è sicuramente un nome nuovo nell'ambito dell'innovazione tecnologica, nata nel 1921, l'azienda ha sempre rappresentato un'azienda di punta per l'industria giapponese.

La sua notorietà non è assolutamente dovuta al settore degli UAV civili, men che meno a quelli commerciali, risultando un'azienda molto affermata in tantissimi altri settori: da prodotti tecnologici per la casa, all'automobilistico, da sistemi di aria condizionata a sistemi di equipaggiamenti impiegati nelle costruzioni, dalla sicurezza pubblica ai semiconduttori.

L'azienda è costituita da innumerevoli business unit dislocate in settori e Paesi diversi, con un fatturato annuo consolidato per il 2017 di 32 MLD di dollari.

Ovviamente dati del genere non sono significativi per l'analisi del singolo sub-market dei droni commerciali in cui, l'azienda opera soprattutto come OEM per altre aziende e per le proprie B.U. in relazione ai specifici settori di riferimento.

In particolare, si rileva che l'azienda, sta articolando la propria strategia in ambito di UAV su due linee fondamentali:

- Sfruttando il proprio marchio e la propria tradizione di innovazione sfruttando economie di scala e apprendimento nel campo della produzione di OEM. In questo settore, che per ora risulta essere il più apprezzato dagli investitori, la Mitsubishi sta sostanzialmente sfruttando impianti e capacità innovativa per la produzione di equipaggiamenti destinati ad altre aziende assemblatrici finali.
- Utilizzando quanto prodotto anche internamente per la proposta di soluzioni che comprendono anche UAV, nelle Business Unit in cui è già un'azienda affermata (es.

guida autonoma aiutata da RPAS, sistemi di sorveglianza che includono velivoli senza equipaggio, ecc...)

Riassumendo, l'impresa, ha una strategia generale cosiddetta "Resource Based", ovvero di sfruttamento delle risorse interne (umane e non), con una forte capacità innovativa (exploration) che cerca di applicare nei settori in cui è focalizzata anche, ma non solo, attraverso l'utilizzo di droni a uso commerciale.

THALES SA

La Thales SA è un'azienda nata nel 1998 grazie all'unione voluta dallo stato francese tra la partecipata statale Thomson CSF e le business unit specializzate in attività militari di Alcatel, Dassault Electronique. Da sempre l'azienda si occupa di apparecchi destinati all'industria aeronautica, dello spazio, della sicurezza, della difesa e sistemi di trasporto terrestre.

Non è quindi sorprendente se nella sezione dedicata alle "sfide del futuro" del sito ufficiale della società un'intera categoria è dedicata ai droni a uso commerciale.

Anche in questo caso, vista la complessità dell'azienda, organizzata con una struttura a matrice divisa per settori e aree geografiche, sarebbe difficile dare il risultato economico riconducibile al solo settore degli UAV commerciali. È tuttavia possibile dare il fatturato complessivo del 2016 che ammonta a 8,36 MLD di \$ dai quali però va eliminato il 50% perché proveniente dal solo settore della difesa.

In ogni caso, così come già visto nel caso precedente, si evince che l'azienda ha una notevole forza economica e un forte carattere innovativo. Si differisce tuttavia dalla Mitsubishi soprattutto per due caratteristiche fondamentali:

- Una forte focalizzazione sul settore aereo, anche se con un background militare piuttosto che dei consumer drone (come nel caso della DJI)
- Una proprietà statale diffusa. Come tradizione dello stato francese, infatti, la partecipazione dello stato nell'azienda è alta (il 25,82%), anche dopo la privatizzazione avvenuta in questi anni (la partecipazione statale iniziale superava il 50%).

Al di là della proprietà statale e delle imprese che hanno dato origine all'azienda mediante fusione, il 46,36% dell'azienda risulta essere di proprietà pubblica.

Per quanto riguarda i prodotti, analizzando solo quelli strettamente collegati all'ambito aerospaziale l'azienda commercializza:

- Sistemi di controlli di volo
- UAV

- Display per cabine di pilotaggio e piattaforme di computazione
- Soluzioni per operazioni VLOS,
- Sistemi elettrici e di ricarica ad alto potenziale
- Sistemi di navigazione e di gestione del volo

L'azienda inoltre opera in maniera massiccia anche nella produzione e manutenzione di infrastrutture di volo, aeroportuali e non.

La Thales SA è quindi totalmente focalizzata in due ambiti della catena produttiva:

- OEM, forte di una vastissima esperienza in materia accumulata soprattutto in ambito aerospaziale militare
- L' Unmanned Traffic Management, diretta conseguenza delle attuali operazioni commerciali svolte nella gestione del traffico aereo commerciale "manned".

Già questi due aspetti, anche in relazione a quanto detto precedentemente, fanno ipotizzare che l'azienda ha tutte le carte in regola per essere leader di alcuni anelli della catena produttiva spiegata nel dettaglio in precedenza, e in particolare, in due fattori che per ora sembrano essere chiave.

Inoltre, l'esperienza accumulata nella costruzione e gestione di infrastrutture aeree, unita all'influenza data dalla partecipazione statale, potrebbe costituire un ottimo trampolino di lancio in futuro, quando i legislatori dovranno iniziare a occuparsi dell'aspetto infrastrutturale soprattutto in ambito metropolitano.

AMAZON TECHNOLOGY INC

Amazon Tech Inc è la business unit dedicata all'innovazione tecnologico del ben noto colosso statunitense Amazon.com Inc.

Come è noto la società ha il suo quartier generale a Seattle, nello stato di Washington ed è attualmente una delle maggiori Internet Company al mondo, oltre che uno dei colossi aziendali più grandi in assoluto.

L'azienda americana, nata come libreria online, ha fatto della diversificazione il proprio modello di business e ha iniziato a vendere qualsiasi tipo di prodotto fisico e virtuale di qualunque settore, nuovo e usato, diventando la piattaforma di commercio elettronico più conosciuto al mondo.

Il fatturato dell'azienda del 2017 ammonta a quasi 178 MLD di \$, di questi, però, nessuno deriva dalla vendita di UAV a uso commerciale prodotti o assemblati dall'azienda.

L'azienda, infatti, pur risultando una delle più innovative del settore, non è assolutamente un attore del settore dei commercial drone, né come assemblatore né come elemento più a monte della catena produttiva (come produttori di OEM o di software per la gestione di dati o del Unmanned Traffic).

In realtà l'azienda è piuttosto un cliente del settore degli UAV commerciali e in particolare è cliente nell'ambito logistico, per il trasporto di oggetti.

In effetti, uno dei punti di forza di Amazon risulta essere proprio il tempo di spedizione per i prodotti spediti direttamente dall'azienda che, nella maggior parte dei casi non supera le 48h e in alcuni casi scende a 24h, non deve quindi stupire se l'azienda, a seguito di numerose innovazioni in ambito dei commercial drone è riuscita, nel 2016 in Gran Bretagna, a spedire un pacco (inferiore ai 2,5 kg) in 13 minuti (calcolati dall'arrivo dell'ordine al centro di smistamento fino alla consegna del pacco al destinatario).

In sostanza, per Amazon non è possibile definire una strategia precisa perseguita nel settore degli UAV commerciali, ma è possibile evidenziare almeno due importanti fattori che potrebbero costituire gli elementi di base per una strategia futura:

- Il settore di riferimento dell'azienda americana sarà quello logistico e, per lo meno in una fase iniziale, nella logistica cosiddetta "ultimo miglio", ovvero direttamente ai consumatori.

Con questo non è detto inoltre che le stesse tecnologie verranno utilizzate all'interno dei numerosi centri di smistamento dell'azienda per la movimentazione di merci all'interno dei centri stessi.

- Così come fatto in moltissimi altri casi (Cloud server, API, editoria, ecc...) probabilmente l'azienda utilizzerà l'esperienza accumulata per vendere i prodotti utilizzati internamente, presentandosi sul mercato degli UAV commerciali (magari a partire dal settore logistico) per fornire prodotti costruiti e assemblati internamente.

In sostanza per ora, Amazon, non rappresenta un reale competitor commerciale per le aziende del settore in analisi, quanto piuttosto un cliente che tenta di risolvere internamente il proprio problema logistico. L'azienda ha però reputazione (brand) e forza finanziaria tali da poter aggredire il mercato dei droni civili, compresi quelli commerciali, fino a diventarne un attore di rilievo.

AIRBUS GROUP

L'Airbus Group SE è una società europea nata dopo un lungo processo di fusioni e acquisizioni che ha portato all'unione di tre aziende focalizzate nel settore aerospaziale: la DaimlerChrysler Aerospace AG (DASA), la Aérospatiale-Matra e la Construcciones Aeronáuticas SA (CASA). Un'azienda con un fatturato, nel 2017, di oltre 66 MLD di \$, nota soprattutto per la commercializzazione di aeromobili civili ma impegnata anche in aeromobili militari, sistemi di comunicazione, satelliti artificiali e missili, competitor storica dell'americana Boeing.

L'azienda ha una proprietà suddivisa tra le aziende costituenti, una componente pubblica del 49,3% del capitale e una minima quota appartenente allo stato francese.

L'azienda europea è sicuramente tra le più attive nell'innovazione del settore dei velivoli ma non è strettamente focalizzata nel settore degli UAV civili.

L'Airbus Group è comunque attivo anche in questo settore, nel quale sono molte le iniziative che, seppur in stato embrionale mirano, a mantenere l'azienda fortemente ancorata alle sue quote di mercato nel trasporto di oggetti e persone.

In particolare, i prodotti per ora presentati (non commercializzati a causa dei problemi legislativi spiegati nel dettaglio precedentemente) sono rappresentati nella figura in basso.



Figure 17. Prodotti presentati dall'Airbus Group, fonte: (SE)

Nel primo riquadro è possibile vedere un esacottero per il trasporto di oggetti, prodotto e sperimentato anche in una versione più pesante in grado di sollevare carichi nettamente maggiori. Immediatamente sulla destra una catena che abbinata all'esacottero è in grado di rendere automatico anche il processo di carico e scarico di merci dal drone stesso.

Infine, nell'ultimo riquadro, il prodotto senza dubbio più avveniristico che, per quanto detto in precedenza, non sarà possibile commercializzare per almeno 10 anni, che è

un concept di velivolo di trasporto urbano non guidato dal passeggero.

Si evince che l'Airbus Group ha una strategia orientata al lungo periodo, focalizzata sul proprio mercato (quello aereo) e si occupa di droni commerciali soprattutto in relazione a due segmenti relativamente complessi come quelli del trasporto di persone e merci per lunghe distanze.

PARROT

La Parrot SA è una società francese parigina, fondata nel 1994, nata come startup impegnata nella produzione e commercializzazione di apparecchi Bluetooth proprietari.

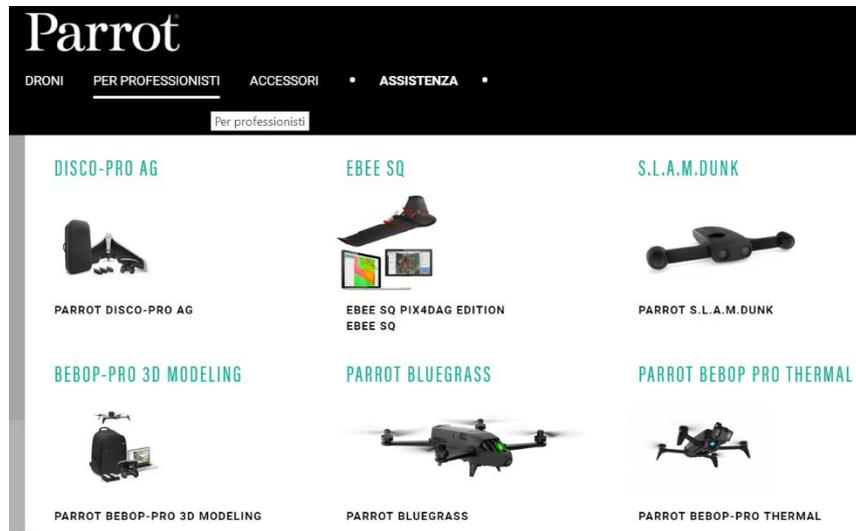


Figure 18. Prodotti commercializzati dalla Parrot SA, fonte: (SA)

Deve il suo ingresso sul mercato degli UAV civili all'enorme successo dei suoi droni e micro-droni ad uso consumer che gli hanno permesso di entrare nel mercato affermandosi tra i player più rilevanti, anche se, come tutti gli altri, ben lontana dai risultati economici della

cinese DJI.

Il forte carattere innovativo, tipico delle aziende nate come startup, gli ha permesso di essere in grado di entrare rapidamente e crescere in un settore che non apparteneva alla sua mission iniziale, e tuttavia, ha obbligato l'azienda a una recentissima ristrutturazione (avvenuta nel 2017), a fronte dei risultati in perdita ottenuti nel 2016.

Nel rilancio dell'azienda, iniziato con il taglio ai costi e terminato con la riorganizzazione delle attività di ricerca e sviluppo, gli UAV a uso commerciale hanno ricoperto un grandissimo ruolo. Nel 2017, unico segmento in crescita per l'azienda (+36%), è stato proprio quello della vendita di prodotti e servizi per droni a uso commerciale, con i quali è stato realizzato il 27% del totale dei ricavi (41,5 MLN di €). L'azienda ha in effetti spostato il proprio focus sulle operazioni interne, abbattendo i costi di produzione (anche esternalizzando parte della produzione), e investendo maggiormente nella ricerca e sviluppo per arrivare a commercializzare prodotti per lo più apprezzati nei segmenti che abbiamo visto essere, attualmente, i più maturi,

Affianco ai prodotti ampiamente apprezzati nel settore consumer, quindi, sono stati commercializzati una vasta gamma di droni con caratteristiche utili a specifici settori (figura 18) e un gran numero di software e sistemi comprendenti l'impiego di droni per applicazioni industriali che possono essere suddivisi in 3 categorie principali:

- Sistemi informativi geografici (GIS) per ambiente, settori estrattivi e urbanistici
- Sorveglianza in ambienti chiusi, con persone o in situazioni di emergenza
- Agricoltura di precisione e mappatura 3D

Come è evidente, il cambio di strategia della Parrot, è dovuto principalmente a costi di produzione molto alti, problema generale che ha affetto anche altre aziende del settore consumer, molte delle quali non hanno retto la competizione con la DJI, fallendo.

La Parrot ha invece investito molto nella ricerca e sviluppo, elemento di punta delle aziende che nascono come startup, spostando il focus in un mercato ancora da esplorare come quello dei commercial drone.

Infine, come sembra essere un trend delle aziende che provengono dal settore dei consumer drone, anche la Parrot insiste molto sulla creazione di una community di clienti maker, innovatori appassionati della tecnologia che forniscono anche spunti interessanti per anticipare i trend di mercato.

INSITU

Nata nei primi anni '90, la Insitu è un'azienda completamente posseduta dalla Boeing, e in particolare dalla Business Unit Boeing Integrated Defense Systems. Proprio per questa ragione, il primo mercato di riferimento dell'azienda è senza dubbio quello del settore militare ed in particolare di produzione e commercializzazione di equipaggiamenti necessari alla rilevazione di fattori ambientali in zone di guerra, con veicoli unmanned.

Un background così orientato agli OEM non è però risultato in un'immediata corsa dell'azienda a occupare una posizione di rilievo nella catena produttiva dei veicoli aerei senza equipaggio a uso civile.

Sin dall'inizio l'azienda si è invece concentrata sulla produzione di soluzioni integrate, specifiche e altamente modificabili in base ai clienti, in tutti quei settori in cui è stato possibile spendere il brand Boeing, oltre che l'esperienza accumulata in 20 anni di operazioni in zone di guerra.

Proprio per questa ragione, i prodotti commercializzati dall'azienda sono:

- Hardware: intesi come UAV adatti soprattutto a contesti critici o equipaggiati per raccogliere un numero notevole di dati ambientali
- Software: in grado di elaborare una grossa mole di parametri contemporaneamente
- Soluzioni integrate: di hardware e software suddetti cui si aggiungono tantissime altri processi abbinabili come assistenza, manutenzione, formazione, supporto per le operazioni, ecc...

L'azienda, quindi, sembra aver scelto una strategia che piuttosto di guardare al breve periodo, punta a spendere esperienza e forza finanziaria per focalizzarsi sulla fornitura di soluzioni specifiche per missioni altamente complesse.

Probabilmente scopo dell'impresa è quello di non aggredire il mercato più numeroso di sistemi hardware e software più aperti (ma a minor prezzo), focalizzandosi su vere e proprie operazioni particolarmente complesse per le quali è possibile richiedere un prezzo premium e guadagnare oltre che da velivoli e software anche da servizi accessori.

Con L'Insitu si conclude l'elenco delle aziende risultate leader di innovazione.

Come risulta evidente, ogni azienda si sta presentando sul mercato con un modello di business diverso, sfruttando più o meno competenze e reputazione acquisite in precedenza.

Nel capitolo seguente si tratterà un quadro di insieme di quanto presentato al fine di cercare di estrarre una possibile configurazione delle aziende del settore.

CAPITOLO 6

Introduzione

Prima di approfondire quali aziende potrebbero essere vincenti sul mercato e in che modo potrebbero raggiungere il successo è utile innanzitutto tracciare, a livello generale, i fattori chiave rilevanti nel settore degli UAV a uso commerciale.

Innanzitutto quello che sembra emergere è che nel settore, la reputazione derivante dal brand ha un certo valore, spendibile nel breve o lungo periodo. Tutte le aziende analizzate provenienti dal settore militare insistono molto nell'affidabilità dei propri prodotti, consci che la battaglia sulla sicurezza dei dispositivi aerei è già molto importante e a maggior ragione lo sarà quando i droni saranno abilitati dalla regolamentazione a operare in ambienti densamente popolati. Le aziende nate più di recente, per lo più provenienti dal settore dei consumer drone, stanno puntando su una reputazione diversa, evidenziando fortemente l'innovatività dei propri prodotti.

È tuttavia evidente che, quando il traffico aereo generato dagli UAV commerciali inizierà a essere sostenuto, ci sarà una battaglia di reputazione incentrata sul tema della sicurezza dei velivoli. Analogamente a quanto succede nel settore automotive, l'assemblatore finale, colui che apporrà il proprio marchio sul prodotto finito, sarà individuato come il detentore ultimo di tale reputazione.

Un secondo punto di interesse sarà quello delle prestazioni e probabilmente anche in questo caso emergeranno dei conflitti soprattutto per quanto riguarda componenti particolarmente rilevanti per determinare la caratteristica del drone e difficilmente recuperabili con semplice manutenzione. Dall'analisi della tecnologia i componenti che risulteranno più delicati saranno, con tutta probabilità batterie e flight controller.

Le prime sono il principale limite tecnico allo sviluppo dell'autonomia dei velivoli mentre i secondi costituiranno un elemento critico nel momento in cui ai droni sarà richiesto di svolgere elaborazioni complesse, sia in termini di raccolta e analisi preliminare di dati, sia in termini di guida autonoma.

In entrambi i casi, le aziende che riusciranno ad assicurare alte prestazioni, per almeno uno dei due equipaggiamenti, probabilmente diverranno le aziende leader nello sviluppo e produzione del componente.

Una situazione del genere si è avuta nei processori per computer in cui la battaglia è stata vinta da Intel che attualmente è leader quasi incontrastato di quella produzione, tanto che al di là del brand del produttore del computer, l'altro brand ben visibile sulla maggior parte dei computer è proprio "Intel".

Gli UAV commerciali potrebbero subire lo stesso processo per almeno una delle due componenti su citate e questo assicurerebbe all'azienda di OEM una posizione di vantaggio strategico sostenibile nel lungo periodo.

Allo stato attuale le applicazioni degli UAV nelle operazioni commerciali sono fortemente limitate dalla regolamentazione esistente pertanto, nell'immediato futuro, molto importante sarà l'influenza che le aziende possono esercitare sui legislatori nazionali. Questo potrebbe favorire aziende a partecipazione statale ma anche aziende che hanno raggiunto una rilevanza commerciale tale da poter esercitare la giusta influenza.

In ultimo, altro fattore che si rivelerà determinante nel settore sarà quello dell'esperienza e della capacità innovativa che le aziende saranno in grado di utilizzare nel breve così come nel lungo periodo. È ormai evidente che l'intero settore è caratterizzato da un forte dinamismo, dovuto principalmente alla tecnologia in sé per sé oltre che al già citato stato attuale del mercato.

Per essere più chiari, innanzitutto c'è da dire che i clienti attuali, i cosiddetti innovators, non sono la quota rilevante del mercato potenziale (in termini percentuali) e passare agli early adopters e poi all'early majority non sarà un compito semplice per le aziende che attualmente risultano leader di mercato. I bisogni dei clienti attuali non saranno necessariamente gli stessi dei clienti appartenenti alle categorie successive. Inoltre, la tecnologia in sé per sé, ha un carattere fortemente modulare pertanto, al di là dei bisogni espressi dai clienti, le aziende dovranno essere in grado di intercettare in anticipo i bisogni nascosti e le possibili evoluzioni della tecnologia in esame. Anche se in senso opposto del mercato, una situazione simile è stata già vista nel settore dei computer, nati come oggetti industriali sono poi spopolati sul mercato dei consumatori quando la maggior parte dei leader di mercato non riuscivano a ipotizzare nessun utilizzo per quelli che in seguito sono diventati i personal computer.

Punti di forza e debolezza

Alla luce dell'analisi fatta durante il patent landscape e ai fattori chiave individuati nel paragrafo precedente, è possibile fornire una traiettoria di quello che sarà il panorama produttivo e di mercato degli UAV a uso commerciale.

Per quanto riguarda il brand, come già anticipato, le aziende del settore stanno investendo molto in reputazione. Le aziende con alle spalle un background consolidato nel campo militare, in questo senso, hanno un indubbio vantaggio. Questo è quanto mai evidente per Airbus e Thales, entrambe dalla forte tradizione in campo di difesa e sicurezza aereaospaziale. Per entrambe però il punto di forza è un'arma a doppio taglio, che potrebbe colpire l'intera compagnia anche negli altri settori in cui opera qualora ci fossero problemi nello sviluppo della tecnologia degli UAV. Probabilmente per questo motivo, la Boeing preferisce investire nel settore sussidiando una controllata come INSITU che può godere del patrocinio dell'intera compagnia costituendo però un cuscinetto nel caso in cui ci fossero problemi.

Lo stesso discorso può essere fatto per le due aziende con esperienza forte in termini di innovazione anche se non provenienti dall'ambiente militare, ovvero Mitsubishi e Amazon che seppur in ambiti completamente diversi potrebbe sfruttare una reputazione di realtà consolidate, la prima in ambito di equipaggiamenti (OEM) con vasta esperienza in moltissimi settori, la seconda nel settore cui sta volgendo maggiormente l'attenzione: la logistica ultimo miglio.

Lo stesso non può dirsi invece per DJI e Parrot le quali hanno una storia breve e un background costituito per lo più in consumer drone. Paradossalmente, benché siano le più presenti sul mercato attuale, sono le più deboli in termini di reputazione.

A questa mancanza la DJI sta sopperendo seguendo fondamentalmente due linee guida:

- Siglando partnership di rilievo nel panorama internazionale
- Cercando di costruire una reputazione di azienda innovativa in grado di presentare i prodotti migliori sul mercato

Quest'ultimo punto è sicuramente il più importante ma molto più difficile da sostenere nel lungo periodo.

Per quanto riguarda le componenti che si riveleranno fondamentali per i quadricotteri nel futuro, attualmente è difficile ipotizzare un'azienda che possa diventare leader produttiva nel settore. È tuttavia palese che le aziende già impegnate nella produzione di queste componenti abbia per lo meno un minimo di vantaggio.

Probabilmente quindi, Mitsubishi, Parrot, DJI e INSITU, tutte aziende focalizzate nella produzione di almeno uno dei due componenti godono di un vantaggio competitivo, non necessariamente sostenibile nel lungo periodo.

La Parrot, ad esempio, pur avendo un forte carattere innovativo potrebbe non avere la forza economica necessaria per raggiungere in tempi brevi componenti soddisfacenti.

Tuttavia, la propensione all'innovazione mostrato dalla Parrot, così come dalla DJI, potrebbe rappresentare un punto di forza nel passaggio tra gli "innovators" e gli "early adopters" e potrebbe rivelarsi fondamentale nel su citato "crossing the chasm" nel momento in cui il mercato volgerà all'"early majority". Quello che abbiamo detto essere un punto critico per le aziende che operano sul mercato già dalla fase fluida è sicuramente un punto di forza per le aziende in grado di cambiare i propri prodotti in relazione ai gusti dei clienti futuri del mercato. La Parrot ha già dato prova di essere in grado di re-organizzarsi quando l'azienda non si muove nella giusta direzione del mercato mentre, le aziende con una tradizione più forte alle spalle, costituite in grandi gruppi aziendali, spesso non riescono a cambiare in tempo la propria strategia.

È per questo che sotto questo punto di vista Thales, Insitu e Airbus risultano svantaggiate. È improbabile che strutture aziendali del genere, riescano a riorganizzare la business unit dedicata agli UAV commerciali qualora le loro strategie non dovessero rivelarsi vincenti, con tutta probabilità, in questo caso, colossi di questo tipo preferirebbero abbandonare un mercato poco redditizio a favore di altri mercati.

C'è infine l'ostacolo delle regolamentazioni, tutt'ora insufficienti a supportare lo sviluppo e la diffusione tecnologica degli UAV. I legislatori di tutto il mondo, in particolare di USA e Europa, però sembrano muoversi per adeguare queste regolamentazioni, per lo meno laddove l'accettazione del pubblico risulta essere già consolidata. In questi settori, come quello dell'agricoltura, l'acquisizione di immagini dall'alto, la raccolta dati ambientali, la gestione delle emergenze e le ispezioni di grandi infrastrutture, non sembrano esserci attualmente grossi impedimenti sociali. In questa fase le aziende che sembrano essere vincenti sono quelle già presenti sul mercato e quindi Parrot e DJI. La loro esperienza, accumulata in anni di produzione per il segmento consumer, risulta il maggior punto di forza in questo momento. Le tecnologie sviluppate in questi ambiti infatti possono essere facilmente adattate per questi settori se le aziende, come sembra che stiano facendo, saranno in grado di implementare oltre a degli hardware di qualità anche soluzioni software (non necessariamente integrate) in grado di facilitare i clienti nel Data Management e nell'elaborazione dei dati ottenuti.

Particolarmente favorite in questo campo risulta essere Insitu. L'azienda ha un'esperienza tale da fornire soluzioni completamente integrate, che vanno dal prodotto fisico vero e proprio al

servizio di manutenzione e formazione, che potrebbero risultare particolarmente utili in grossi contesti industriali in cui la gestione della flotta di velivoli potrebbe essere un'attività esternalizzata.

Tuttavia, a guardare i settori con tempi di maturità più lunghi, Thales, Airbus e Amazon potrebbero avere maggiori possibilità di successo.

Le prime due perché già allo stato attuale hanno accordi, personale ed esperienza nel settore dei velivoli manned. Tali caratteristiche hanno sicuramente il vantaggio di renderle degli interlocutori più credibili agli occhi dei Governi in cui operano. La consolidata esperienza in campi come il trasporto di persone, l'ambito militare e la sicurezza in aeroporti costituisce sicuramente un punto di forza nel momento in cui si dovesse sviluppare il settore logistico in cui a essere coinvolti sono non solo gli operatori specializzati nell'operazione di volo, ma anche le persone (in ambito urbano e non) che si trovano sulle rotte dei velivoli. Inoltre, come già citato, seppur non nell'immediato, si genererà un problema di infrastrutture (per manutenzione, ricarica, ecc...) che potrebbe coinvolgere le aree metropolitane, inizialmente europee e americane.

Probabilmente i legislatori preferiranno affrontare tale problema con aziende con cui già hanno rapporti (ad esempio nella gestione del traffico aereo "manned") piuttosto che con aziende nascenti del settore e questo rappresenterebbe un ulteriore vantaggio per Thales, Airbus e Insitu (quest'ultima qualora faccia affidamento sulla reputazione della casa madre Boeing).

Lo stesso discorso vale per Amazon che pur non essendo forte di una tradizione militare e aerospaziale è un soggetto aziendale che ha già dato prova, più volte, di poter influenzare i governi dei Paesi in cui opera. Tanto per rimanere all'interno del settore degli UAV, si ricorda quanto detto in precedenza, l'Internet company americana è una delle poche che ha ottenuto dei permessi speciali dalla FAA per poter condurre test sul trasporto di merci dai propri centri di smistamento al cliente finale. Questo dato, anticipato dalla prima consegna fatta nel 2016 in un altro Stato, non è un fattore trascurabile se si pensa che le attuali regolamentazioni vietano la forte interazione dei velivoli con le persone, a maggior ragione se provviste di carichi.

Traiettorie di mercato nel settore dei veicoli aerei senza equipaggio a uso commerciale

Volendo riassumere quanto detto in questo capitolo, confrontando le ultime evidenze con i capitoli precedenti, è possibile tracciare delle possibili traiettorie di mercato e, di conseguenza,

del ruolo che le aziende leader di innovazione degli UAV a uso commerciale avranno in un più o meno prossimo futuro.

Il mercato è destinato a evolvere, la tecnologia è ancora alle prese con alcuni problemi tecnici per lo più dovuti ad autonomia e capacità di elaborazione in relazione al peso, ma il limite principale allo sviluppo del mercato e quindi alla diffusione della tecnologia, risulta essere la regolamentazione esistente.

Quest'ultima è per ora troppo eterogenea tra Paese e Paese e non consente grossi investimenti da parte di aziende leader nei propri settori che potrebbero beneficiare largamente degli UAV per condurre le proprie operazioni di business in maniera più efficiente.

I legislatori di tutto il mondo si stanno però già muovendo in tutti quei settori in cui l'utilizzo degli UAV non risulta essere particolarmente pericoloso per le persone.

I settori dell'agricoltura (di precisione e non), raccolta dati ambientali e ispezioni e monitoraggio di infrastrutture sono i più maturi pertanto quelli in cui le aziende produttrici possono iniziare a passare da una clientela di innovatori early adopters. In questi segmenti le aziende più promettenti risultano essere DJI e Parrot, entrambe accomunate da un'esperienza nel settore dei consumer UAV. La prima ha però una forza commerciale nettamente maggiore dovuta soprattutto ai ricavi ottenuti grazie a una sua posizione dominante nel precedente segmento.

In questa fase attualmente solo altre due aziende sembrano intenzionate ad aggredire il mercato ma senza entrare in diretta competizione con le due già citate:

- La Insitu: che si sta rivolgendo a un segmento di clientela premium, fornendo soluzioni integrate di prodotti e servizi. Queste soluzioni potrebbero essere più adatte a contesti aziendali molto più grandi di quelli di riferimento di DJI e Parrot
- La Mitsubishi che piuttosto di presentarsi sul mercato come assemblatore e venditore finale, sembra essere più orientato, per sua stessa natura, a perseguire una politica da Original Equipment Manufacturer. La strategia aziendale, che risulta in linea con il resto dei mercati in cui l'azienda opera, potrebbe portare l'azienda a essere un fornitore di punta per tutte le altre aziende che opereranno nel settore, soprattutto se sarà in grado di risolvere i problemi legati all'autonomia delle batterie utilizzate nei quadricotteri.

La diffusione degli UAV commerciali in questi segmenti potrebbe portare a due benefici fondamentali per lo sviluppo dell'intero settore:

- Una maggiore accettazione da parte dell'opinione pubblica

- La nascita di figure professionali specializzate in una o più fasi del ciclo di vita dei droni (volo, analisi dei dati raccolti, manutenzione, costruzione, ecc...)

Negli stessi settori, le aziende attualmente leader dovranno però essere in grado di intercettare i gusti dei clienti futuri, cosa che già sta avvenendo in diversi modi ma tutti mirati ad alcuni trend di mercato rilevanti:

- La minore importanza dell'hardware rispetto al software: la tecnologia in sé per sé, sta subendo numerosissime modifiche che ne stanno migliorando prestazioni generali e funzionalità specifiche. In breve tempo però l'hardware sarà caratterizzato da un tasso decrescente di innovazione e la vera differenziazione tra imprese sarà fatta dai software. Questo trend, evidenziato nel patent landscape, è del tutto naturale per tecnologie di questo tipo e, come è già avvenuto per i personal computer (molte aziende hardware, poche software con in testa la Microsoft) ha il potere di creare forti squilibri nelle aziende che attualmente dominano il mercato.
- L'usabilità dei prodotti che verranno commercializzati. Già nel settore consumer, la DJI e la Parrot hanno affrontato il problema del passaggio da utenti esperti e appassionati di tecnologia a persone più affascinate dalle funzionalità del drone che dal drone in sé per sé. Per questi clienti le aziende che inizialmente avevano a che fare con utenti in grado di costruire da soli i propri UAV a partire da un kit, si sono dovute rivolgere a persone che preferivano droni già assemblati e di facile utilizzo. Per questi clienti sono state implementate addirittura comandi impartiti al drone mediante "gesture" (gesti) così da eliminare anche l'apprendimento dei principi base di volo.

Lo stesso passaggio si rileverà con tutta probabilità nel mondo degli UAV commerciali e anche se ora i clienti "innovators" si accontentano di soluzioni grafiche basse, interfacce non sempre di facile intuizione e velivoli per i quali serve un certo grado di apprendimento, lo stesso non sarà presumibilmente per i successivi clienti. Solo le aziende che riusciranno a implementare soluzioni più adatte a un pubblico meno esperto in tecnologia saranno in grado di raccogliere il favore del mercato.

- La sicurezza dei dati raccolti, elaborati e trasmessi dai velivoli. Finora le aziende non hanno dovuto affrontare problemi particolarmente rilevanti in tema di sicurezza, la scarsa diffusione della tecnologia non ha reso necessaria una spasmodica attenzione ai dati elaborati in ingresso e uscita dagli UAV. Tuttavia, con lo sviluppo dei primi segmenti commerciali, i dati raccolti ed elaborati dai droni saranno sempre più di carattere commerciale e, in breve, potranno detenere e processare dati sensibili di clienti che avranno a che fare con le aziende che li utilizzeranno. A ciò si aggiunga che il

controllo del volo da remoto o in modalità autonoma è gestito mediante un continuo scambio di informazioni in ingresso e uscita dal flight controller del velivolo. Non è assolutamente impensabile che queste comunicazioni possano subire attacchi informatici con scopi tutt'altro che positivi.

Quest'ultimo punto costituisce un punto critico soprattutto per i segmenti non ancora citati perché molto più lontani dall'essere maturi. Eventuali attacchi informatici sarebbero infatti molto più rilevanti in settori come quello del monitoraggio, le infrastrutture in ambito urbano, il trasporto di merci per brevi e lunghe distanze e soprattutto il trasporto di persone. In questi settori, che abbiamo visto essere i meno maturi e in cui la tecnologia è prevista diffondersi non prima di 5-10 anni, l'interscambio di dati sensibili sarebbe all'ordine del giorno, anche solo pensando a un banale pagamento con carta di credito per una consegna.

Questo e altri problemi già abbondantemente discussi, stanno determinando uno sviluppo molto lento di questi segmenti in cui, per ora, le aziende che abbiamo visto avere le carte in regola per dominare sui segmenti più maturi, potrebbero non riuscire a reggere la competizione con soggetti che da anni sono già impegnati nella sicurezza, nella gestione del traffico aereo manned e la logistica.

Questa seconda categoria di segmenti sarebbe caratterizzata da operazioni più complesse per le quali sono richieste figure professionali altamente specializzate e soluzioni commerciali totalmente integrate (anche nei servizi offerti). In questo contesto, come già detto, le aziende con maggiore influenza derivante da un'esperienza consolidata in ambito militare o della sicurezza (come Thales, Insitu e Airbus) o aziende dalla forza finanziaria tale da supportare una vasta ricerca e sviluppo (come Amazon) risulteranno con tutta probabilità i principali player.

In sostanza, volendo riassumere quanto detto, il mercato dei droni a uso commerciale sarà suddiviso al suo interno in due segmenti principali, in base alla complessità delle missioni da portare a termine.

Un primo segmento, già in corso di maturazione, che sta uscendo dalla fase fluida, caratterizzato da regolamentazione sufficiente in molti Paesi (anche se per ora eterogenea), diffusione della tecnologia già abbastanza forte e caratterizzata da clienti che già richiedono un rientro economico per l'investimento fatto in flotte di droni. Questo mercato sarà sempre più costituito da prodotti hardware abbastanza standard, soluzioni software non necessariamente chiuse e soggette a personalizzazioni più o meno spinte.

Le figure professionali che saranno richieste in questo settore non dovranno necessariamente essere altamente specializzate e dovranno essere in grado di fornire supporto a una o più operazioni del ciclo di vita degli UAV, soprattutto per quanto riguarda le operazioni di volo e la manutenzione dei velivoli.

In questo segmento la DJI, la Parrot e le aziende che hanno un background nel settore dei consumer drone saranno probabilmente le imprese più avvantaggiate.

Un secondo segmento, ancora lontano dallo stato di maturazione, per i quali esistono ancora problemi di accettazione sociale e, di conseguenza, una regolamentazione allo stato embrionale. In questo secondo mercato le operazioni richieste ai droni saranno nettamente più complesse che pongono maggiori problemi di sicurezza sia per i velivoli in sé per sé che per le persone. I clienti di questo segmento saranno sicuramente di meno, realtà aziendali molto grosse o soggetti istituzionali, ma i prodotti richiesti avranno caratteristiche così particolari da essere categorizzati come premium: prodotti hardware non standard, venduti insieme a software altamente personalizzati per lo specifico cliente e tutto un insieme di servizi accessori tali da coprire l'intero ciclo di vita degli UAV.

Per prodotti di questo tipo, le aziende fornitrici, dovranno disporre di figure altamente specializzate in una delle fasi del ciclo di vita del drone (solo per il volo, solo nella gestione dei dati o nella manutenzione, ecc...) che lavoreranno in team inter-funzionali in grado di fornire un servizio completo ai propri clienti.

In questo segmento, emergeranno le aziende più legate al settore militare o all'innovazione in un contesto specifico come: Thales, Airbus, Insitu e Amazon.

A parte questi due segmenti, risalendo la catena produttiva, si può individuare un terzo mercato, che non sarà rivolto ai clienti finali ma alle aziende produttrici del settore. Questo mercato che abbiamo visto essere per ora il più redditizio in quanto non strettamente legato al solo mondo degli UAV, è quello degli OEM, ovvero dei componenti necessari alla tecnologia dei quadricotteri in sé per sé.

Dall'analisi di altri casi studio, questo settore potrebbe prendere due strade differenti, in base alla complessità tecnologica dei componenti:

- O la tecnologia diventerà così comune da essere standard e in questo caso le aziende che opereranno nel settore saranno costrette a fare una battaglia di prezzo dalla quale emergeranno pochi produttori che hanno la possibilità di implementare economie di

scala. In un contesto del genere i prodotti venduti saranno di poche fasce qualitative standard, caratterizzate da bassi margini unitari per i produttori stessi

- Oppure la tecnologia diventerà così rilevante per le prestazioni dei velivoli da vedere l'emergere di un produttore il quale sarà così importante da guidare l'acquisto dei clienti.

Più probabilmente non si creerà una situazione così netta ma, alcune componenti poco fondamentali apparterranno alla prima categoria (es. eliche, bracci, case, ecc..) e altre alla seconda (batterie e flight control).

La Mitsubishi sembra avere la potenza economica per intercettare la produzione di scala delle prime componenti così come la capacità innovativa di aggredire anche la seconda categoria di mercato. L'azienda potrebbe emergere in entrambi i casi a patto che aumenti il focus sul settore degli UAV che per ora non sembra essere tra le priorità dell'azienda.

CONCLUSIONE

Il presente elaborato di tesi riguarda lo studio approfondito dell'innovazione tecnologica nel campo dei veicoli aerei senza equipaggio nel settore civile, a uso commerciale.

Per agevolare la trattazione, la prima parte dell'elaborato si concentra sulla definizione del dominio tecnologico di cui ci si è occupati nel dettaglio in seguito.

Si è partiti dalle definizioni e nomenclature esistenti in materia, argomento spinoso per una tecnologia tutt'ora in sviluppo nella quale il recente e improvviso interesse dell'opinione pubblica ha scatenato il proliferare di nomi e definizioni anche a livello istituzionale.

Al di là delle specifiche inesattezze, in ogni caso, la tendenza generale di legislatori ed esperti di tecnologia è quella di intendere gli UAV (o RPAS o droni) come sistemi complessi comprendenti allo stesso tempo il velivolo e tutte le risorse (umane e non) impiegate nelle operazioni di volo.

Si è quindi proseguito spiegando nel dettaglio la tecnologia di riferimento di cui ci si è occupati in tutto l'elaborato: il quadricottero, configurazione per ora dominante nell'intero settore. La definizione di questa tecnologia si è resa necessaria al fine di porre dei limiti ben precisi a un dominio tecnologico che altrimenti sarebbe stato troppo esteso da trattare.

Sempre per approfondire la conoscenza della tecnologia, sono stati inoltre riassunti i passi storici fondamentali nello sviluppo dei quadricotteri. La trattazione storica non è sicuramente completa, ma dettata dalla scelta ben precisa di raccogliere solo le sperimentazioni che hanno reso questa tecnologia, precedentemente utilizzata solo in ambito militare, utile anche in ambito civile.

Definito il quadro tecnologico di riferimento si è passati a fotografare lo stato dell'arte in materia di droni a uso commerciale.

Questa parte dell'elaborato è stata articolata a partire dalla review della letteratura esistente condotta con strumenti provenienti dalla teoria di gestione dell'innovazione, ed è stata fondamentale per definire il contesto legislativo, economico e sociale in cui l'innovazione tecnologica si sta muovendo.

In breve, si è potuto constatare che in ambito legislativo le normative esistenti sono per lo più carenti e molto eterogenee da Paese a Paese. Questo è vero in quasi tutti i segmenti di mercato ipotizzabili per gli RPAS commerciali anche se in misura diversa da segmento a segmento. Il discrimine principale risulta essere la sicurezza per le persone che non hanno a che fare con l'operazione di volo. Laddove gli UAV operino in zone scarsamente popolate la

regolamentazione è più chiara e permissiva, in zone più densamente popolate, al contrario risulta più confusa e restrittiva.

Il mercato segue (e influenza) la regolamentazione pertanto sono previsti tempi di sviluppo e diffusione tecnologica a seconda dei contesti in cui gli UAV devono operare.

I problemi che risultano tuttora insoluti e che hanno il potere di frenare enormemente la diffusione tecnologica dei droni nel quotidiano sono sostanzialmente due: l'accettazione pubblica e le infrastrutture soprattutto in ambito urbano.

A valle della definizione del contesto si è giunti alla parte più importante dell'elaborato: la definizione di un panorama brevettuale delle aziende coinvolte nell'innovazione tecnologica dei velivoli a pilotaggio remoto a uso commerciale.

Da un punto di vista tecnico, l'analisi brevettuale è un'operazione che viene portata a termine in moltissimi campi industriali e istituzionali ogni qual volta sia necessaria una profonda conoscenza delle dinamiche di innovazione presenti nel settore.

Trattandosi di un'analisi accademica, in questo elaborato ci si è concentrati sui primi step della ricerca brevettuale, non essendo necessarie le ultime fasi utili all'individuazione di competitor o all'utilizzo commerciale dei risultati ottenuti.

Lo scopo dell'intera analisi brevettuale è stato riassunto nella domanda di ricerca: 'quali sono le prospettive tecnologiche e di mercato future dei droni civili a uso commerciale'?

Per rispondere alla quale ci si è serviti di altre domande più dettagliate, comunemente utilizzate dai ricercatori brevettuali: "where?", "who?", "when?", "what?".

Per rispondere a queste domande ci si è riferiti a un database contenente la descrizione in campi di brevetti, ordinati in base al proprio codice brevettuale. Il database ottenuto a seguito di alcune reiterazioni del processo di estrazione è stato di 4018 record ridotto a 2702 a seguito di eliminazione di duplicati e codici non pertinenti.

Riferendosi a una pratica comune in campo di ricerca brevettuale, l'intervallo di tempo considerato è stato limitato dal 2000 al 2015 (when?).

Sul database sono stati applicati due processi: il primo ha portato a definire la qualità del database ottenuto, il secondo è stato quello di mappatura tecnologica.

Dal primo processo si è potuto rilevare che le aziende attualmente innovano nei droni a uso commerciale ipotizzando che in breve il mercato si svilupperà, geograficamente, in Europa e USA (where?).

In questi Paesi, infatti, si sta concentrando la maggior parte delle richieste e approvazione dei brevetti.

In secondo luogo, sempre grazie a quest'analisi, si è potuto constatare una qualità brevettuale consistente, verificata sia in riferimento alle aspettative delle aziende sia in riferimento alle citazioni della comunità scientifica.

Si è quindi passati al secondo step di ricerca, quello di mappatura delle innovazioni, ottenuta a valle del processo di tagging, utilizzato per clusterizzare i brevetti in base ad alcuni fattori rilevanti:

- Ambito funzionale: definendo le funzionalità che i brevetti in oggetto sono in grado di abilitare sui quadricotteri. Questo ambito è stato suddiviso in 2 categorie, una strettamente funzionale costituita da 9 tag diversi, e una più generale in cui si è specificato se il prodotto del brevetto fosse destinato a migliorare la tecnologia del drone in sé per sé (interno) o se fosse utile soltanto alla funzione che è in grado di implementare (esterno).
- Ambito tecnologico: in cui si è definito se i prodotti dei brevetti in oggetto fossero soluzioni innovative per l'aspetto prettamente fisico della tecnologia, per quello prettamente immateriale o in entrambe.

Con questi due ambiti, 3 categorie, si è risposto alla domanda "what?", ovvero, su cosa si sta innovando?

I risultati della ricerca sono stati molto chiari e hanno permesso di tracciare dei trend per la composizione delle traiettorie tecnologiche.

Attualmente nel mondo degli UAV, le maggiori innovazioni sono rivolte a migliorare la tecnologia in sé per sé, piuttosto che a implementare soluzioni specifiche per alcuni ambiti applicativi.

Di queste innovazioni, le soluzioni in cui l'elemento di innovazione è sia nelle componenti fisiche che in quelle immateriali sono poche e riguardano per lo più sistemi in cui l'UAV è utilizzato in concomitanza con altri dispositivi.

Per quanto riguarda invece brevetti riguardanti solo componenti fisiche o solo componenti immateriali il quadro che si delinea è che inizialmente le aziende miravano a innovare per lo più sulle componenti fisiche degli UAV al fine di rendere la componente hardware in grado di svolgere molteplici funzioni.

Dal 2014 però, questo trend si è invertito e le applicazioni software, i servizi abilitabili e le elaborazioni richieste agli UAV hanno reso necessario una forte innovazione delle componenti immateriali, per cui, da due anni a questa parte la maggior innovazione si ha proprio in quest'ultima componente.

Il trend tecnologico inoltre fornisce un quadro abbastanza variegato per quanto riguarda gli altri ambiti funzionali in cui è forte l'influenza della maturità tecnologica. In particolare, nei settori in cui le precedenti ricerche in ambito militare hanno lasciato una forte eredità (settore delle ispezioni, raccolta dati ambientali, gestione delle emergenze) le innovazioni principali riguardano il Data Management e la gestione del traffico aereo (UTM) mentre nei restanti settori (trasporto soprattutto di persone, infrastrutture urbane) le innovazioni riguardano per lo più ancora le componenti fisiche. Questo trend prescinde però dalla maturità dei singoli mercati che invece seguono per lo più la logica dell'accettazione pubblica e della regolamentazione esistente.

Un secondo processo di tagging è stato fatto per rispondere alla quarta e ultima domanda di ricerca brevettuale: who?

Sono quindi stati assegnati tag rappresentativi dei soggetti che stanno investendo nello sviluppo di brevetti per i droni a uso commerciale.

Il primo dato rilevante estratto è stato quello della suddivisione degli investimenti con il quale si è giunti alla conclusione che i maggiori investimenti derivano dal settore privato (quindi le aziende). Proprio per questa ragione sono quindi state estratte le 7 aziende più innovative delle quali, a seguito di una breve descrizione, sono state analizzate le strategie commerciali in merito ai soli commercial drone.

Confrontando i risultati di entrambi i processi di tagging si è quindi definito il mercato attuale e futuro degli RPAS commerciali, individuando lo stato attuale e futuro di domanda e offerta.

Uno dei maggiori driver di mercato è risultato essere la diversa complessità delle operazioni richieste ai velivoli nei vari settori. In base a questo driver è stato possibile suddividere il mercato in due segmenti:

- Un primo segmento, più maturo tecnologicamente e più numeroso in termini di clienti, in cui le operazioni richieste ai droni saranno relativamente più semplici. Per questo segmento ci si aspetta un boom di vendite nel breve periodo (3-5 anni) e i produttori che avranno maggiori probabilità di successo saranno coloro che già sono focalizzati sul settore UAV, con un carattere fortemente innovativo, come DJI e Parrot. A produttori di questo tipo saranno richiesti prodotti abbastanza standardizzati nelle componenti fisiche, abbinati a software e servizi poco personalizzati e non necessariamente integrati nella tecnologia.
- Un secondo segmento, meno maturo in termini tecnologici, con un tempo di maturità previsto di 5-15 anni, su cui pesano ancora forti i problemi concernenti la sicurezza delle persone e dei dati che verranno elaborati dai droni. Ai prodotti di questo segmento sarà

richiesto di svolgere operazioni abbastanza complesse pertanto probabilmente i produttori si concentreranno su soluzioni completamente integrate hardware-software non mancando di fornire servizi durante l'intero ciclo di vita degli UAV. Prodotti di questo tipo saranno sicuramente offerti a un prezzo premium da aziende che hanno la competenza e la reputazione tale da poter interloquire con grandi realtà industriali e istituzionali come: Thales SA, Airbus, Insitu e Amazon. Probabilmente in questo settore ricadranno anche le applicazioni infrastrutturali per la gestione del traffico aereo in contesti urbani.

È inoltre stato evidenziato come lungo la catena produttiva, l'unico elemento che costituirà una reale differenziazione tra le aziende produttrici saranno i software e i servizi offerti piuttosto che le componenti fisiche (ormai già relativamente standard), eccezion fatta per alcune componenti che potrebbero risultare critiche per le performance dell'intero velivolo: batterie (per l'autonomia) e flight controller (per la capacità di elaborazione dati sul drone). Entrambi i componenti per ora sono in uno stadio abbastanza avanzato (rispetto a quanto necessario agli attuali UAV) grazie alle innovazioni operate in altri settori ad alto contenuto tecnologico, ma in futuro, potrebbe diventare rilevante avere strumenti molto più potenti con dimensioni ridotte, rendendo così almeno una delle due componenti decisamente rilevanti per le performance dell'intero quadricottero. In questa situazione potrebbero, tra gli altri, emergere Original Equipment Manufacturer i quali piuttosto che diventare leader del mercato end-to-end si assicureranno una posizione di rilievo nella catena produttiva stessa.

Acronimi

AG Augmented Reality

APR Aeromobile a pilotaggio remoto

ATS Air Traffic Services

BVLOS Beyond Visual Line of Sight

EASA European Aviation Safety Agency

GPS Global Positioning System

HD High Definition

OEM Original Equipment Manufacture

RAF Royal Air Force

SAPR Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto

UAS Unmanned Aerial Systems

UAV Unmanned Aerial Vehicle

USAAF United States Army Air Forces

UTM Unmanned Traffic Management

VLOS Visual Line of Sight

Bibliography

- (ICAO), I. C. (2011). *Unmanned Aircraft Systems (UAS)*. Cir. 328-AN/190. Montréal.
- Beene, R. (2017). Amazon Vision of Deliveries by Drone Gets Boost in FAA Measure. *Bloomberg LP*.
- Blom, J. (n.d.). *Unmanned Aerial Systems: A Historical Perspective*. Fort Leavenworth, Kansas: Combat Studies Institute Press.
- Cantamessa, M. &. (2016). *Management of Innovation and Product Development*. Turin: Springer-Verlag.
- Carli, A. (2017). Le aziende italiane guardano alla Cina: opportunità da robotica, infrastrutture e hi-tech. *Sole 24 Ore*.
- Clarke, R. (2014). *Understanding the drone epidemic*. *Computer Law and Security Review*.
- Cox, T., & Nagy, C. (2004). *Civil UAV Capability Assessment*.
- Davies. (2014). Attention Adland - Drones Are Going to Take Over Our Lives.
- DJI. (n.d.). <https://www.dji.com/>.
- FAA. (2017). *FAA Aerospace Forecast, fiscal year 2017-2037*.
- General, U. O. (2016). *Public Perception of Drone Delivery in the United States*.
- Gerald Van Hoy, B. W. (2016). *Forecast: Personal and Commercial Drones, Worldwide, 2016*. Gartner.
- Glaser, P. (2017). Unmanned Aerial Vehicles Patents: A Survey.
- Luppicini, R., & So, A. (2016). *A technoethical review of commercial drone use in the context of governance, ethics, and privacy*. Elsevier Ltd.
- Malek, M. (2016). Industry report - Drones: up in the air, but grounded in patent protection.
- Meola, A. (2017). Drone Industry Analysis: market trends & growth forecasts. *Business Insider*.
- Orsi, S. (2017). Nuova linfa vitale per l'ex produttore di droni 3DR, che ci riprova con Site Scan. <https://www.dronezine.it>, u.c. 10/03/2018.
- Ostiari, L. S. (2014). *Game od Drones*.

- Pamela Cohn, A. G. (2017). *Commercial drones are here: the future of unmanned aerial systems*. McKinsey & Company.
- Rao, B. G. (2016). *The societal impact of commercial drones*. *Technology in Society*.
- SA, P. (n.d.). <https://www.parrot.com>.
- Scellato, Federico, C., Antonio, D. M., Lara, a., Francesco, R., Giorgi, D., . . . Micolucci. (n.d.). *Technology Intelligence Through Patent Data Analysis*. IPL@b.
- SE, A. G. (n.d.). <http://www.airbus.com>.
- Stamford, C. (2017). Gartner says almost 3 M Personal and Commercial Drones will be shipped in 2017. *newsroom*.
- Vachtsevanos, G., & Kimon P., V. (2015). *Handbook of Unmanned Aerial*. Springer Editors.
- Website, W. (n.d.).
<http://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20180101&symbol=none&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcpc=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>.
- Yong Hee Cho, C. H. (2016). Proposal for WPT Drones Spectrum Allocation Policy.

Exhibit Index

Tabella 1. Commercial and Personal forecasts, fonte: (Gerald Van Hoy, 2016).....	113
Tabella 2. Average Selling Price Forecast, Enterprise Drones [\$], elaborazione personale..	113
Tabella 3. Value-chain, commercial UAV, fonte: (Pamela Cohn, 2017)	114
Tabella 4. Construct analysis, fonte: (Luppicini & So, 2016).....	114
Tabella 5. FAA Sales Forecast commercial UAVs, fonte: (FAA, 2017).....	115
Tabella 6. Dettagli variabile temporale, per brevetti e INPADOC, elaborazione personale .	115
Tabella 7. IPC code utilizzati, elaborazione personale	116
Tabella 8. Dettaglio Numero di Patent per Paese, elaborazione personale.....	117
Tabella 9. Tag FUNZIONALI combinati dettaglio, elaborazione personale.....	117
Tabella 10. Tag FUNZIONALE1/TECNOLOGICO combinati dettaglio, elaborazione personale.....	118

Tables Index

Table 1. Revenue Forecast, elaborazione personale	15
Table 2. Units sold Forecast, elaborazione personale	15
Table 3. ASP Commercial vs Consumer drone, elaborazione personale.....	17
Table 4. Cumulated Sales, elaborazione personale	18
Table 5. Paesi e altezza massima consentita, elaborazione personale	35
Table 6. Classi di MOD considerate dai Paesi regolamentati, elaborazione personale.	36
Table 7. Variabile Temporale per numero di brevetti, elaborazione personale	59
Table 8. Variabile Temporale per INPADOC family, elaborazione personale	60
Table 9. Famiglie brevettuali più citate, elaborazione personale.	60
Table 10. Conteggio IPC codes, elaborazione personale	61
Table 11. Distribuzione geografica brevetti, elaborazione personale	62
Table 12. Tag funzionale propriamente detto, elaborazione personale.....	65
Table 13.Tag funzionale propriamente detto in %, elaborazione personale	65
Table 14.Tag funzionale non propriamente detto in %, elaborazione personale	67
Table 15.Tag tecnologico in %, elaborazione personale.....	68
Table 16.Tag tecnologico in relazione al tempo, elaborazione personale	69
Table 17. Tag Funzionali combinati, elaborazione personale.....	70
Table 18. Tag Funzionale 1/Tecnologico combinati, elaborazione personale	71
Table 19. % di tag "misto" per tag funzionale1 nel dettaglio, elaborazione personale.....	71
Table 20. Attori del processo di innovazione, elaborazione personale	79
Table 21.Prime 15 aziende per numero di patent, elaborazione personale	81

Figure Index

Figure 1. Elaborazione personale: Phantom 3 SE, DJI	8
Figure 2. Performance and Diffusion s-curves, fonte: (Cantamessa, 2016)	17
Figure 3. Market Segments, Rogers & Moore. Fonte: (Cantamessa, 2016)	19
Figure 4. A simplified representation of a hype cycle, fonte: (Cantamessa, 2016)	22
Figure 5. Gartner Hype Cycle Technologies 2016.....	23
Figure 6. Gartner Hype Cycle Technologies 2017.....	23
Figure 7. UAV applications in 5 big categories, fonte: (Pamela Cohn, 2017).....	25
Figure 8.3B \$ distribution in commercial UAV chain, fonte: (Pamela Cohn, 2017).....	27
Figure 9. GraficCostruct established from Literature Review, fonte: (Luppicini & So, 2016).....	32
Figure 10. 5 factors can influence UAS growth, fonte: (Pamela Cohn, 2017)	32
Figure 11. Regulation of UAS in the world, fonte: (Pamela Cohn, 2017).....	34
Figure 12. Present Use and Requestes for USA commercial Drone, elaborazione personale, fonte: (FAA, 2017).....	41
Figure 13. The Abernathy and Utterback's model, fonte: (Cantamessa, 2016).....	45
Figure 14. IPC codes, fonte: (Website).....	49
Figure 15. Sales Distribution Small Commercial UAV, fonte: (FAA, 2017).....	63
Figure 16. Prodotti Enterprise della DJI, fonte: (DJI).....	83
Figure 17. Prodotti presentati dall'Airbus Group, fonte: (SE).....	88
Figure 18. Prodotti commercializzati dalla Parrot SA, fonte: (SA)	89

Exhibit 1

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR 2015-2020
Revenue (Thousands of Dollars)							
Personal	1,100,010	1,705,845	2,362,228	3,069,157	3,826,633	4,634,657	33.3%
Commercial	2,224,605	2,799,272	3,687,128	4,741,516	5,585,535	6,610,269	24.3%
Total Revenue	3,324,615	4,505,117	6,049,356	7,810,673	9,412,168	11,244,927	27.6%
Total Revenue Growth (%)	41.6%	35.5%	34.3%	29.1%	20.5%	19.5%	—
Units (Thousands)							
Personal	1,266.5	2,041.9	2,817.3	3,592.7	4,368.1	5,143.5	32.4%
Commercial	76.4	110.3	174.1	258.1	344.3	449.6	42.5%
Total Unit	1,342.9	2,152.2	2,991.4	3,850.8	4,712.4	5,593.0	33.0%
Total Unit Growth (%)	145.6%	60.3%	39.0%	28.7%	22.4%	18.7%	—
Average Selling Price (ASP) (Dollars)							
Personal	869	835	838	854	876	901	0.7%
Commercial	29,120	25,385	21,180	18,373	16,222	14,704	-12.8%
Average ASP (Dollars)	2,476	2,093	2,022	2,028	1,997	2,011	-4.1%
Average ASP Growth (%)	-42.3%	-15.4%	-3.4%	0.3%	-1.5%	0.7%	

Tabella 1. Commercial and Personal forecasts, fonte: (Gerald Van Hoy, 2016)

Exhibit 2

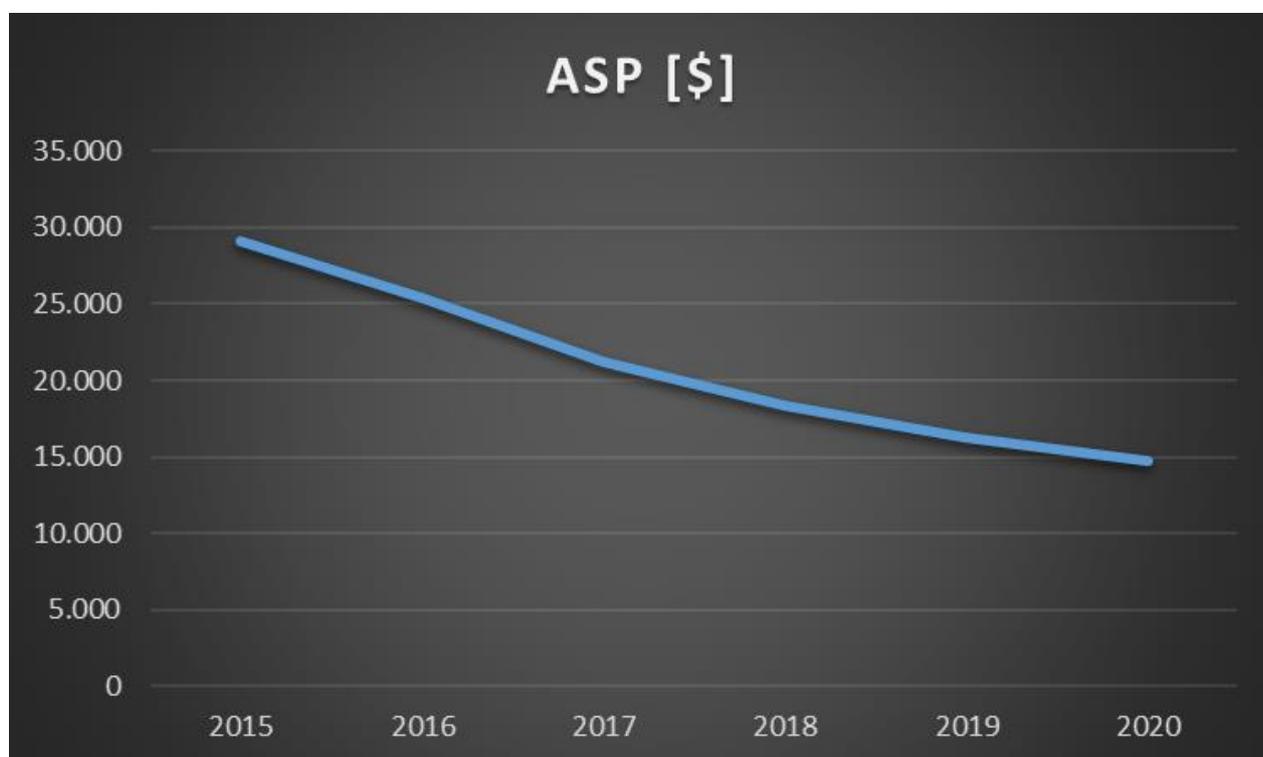


Tabella 2. Average Selling Price Forecast, Enterprise Drones [€], elaborazione personale

Exhibit 3

	Aircraft hardware		Operations			Services			
	Components	Original equipment manufacture	Physical infrastructure	Navigation/traffic/UTM ¹	Operators	UAV ² mitigation	Support services	Data management	Multi-segment
Description	Components used on a UAS ¹ platform	Full UAS platform manufacturing or integration	Physical infrastructure for UAS takeoff, landing, recharging	Systems designed to navigate airspace	Professional operation of UAS	Threat prevention and mitigation	Services supporting the UAS ecosystem	Software and analytics to digitize the information collected by UAS	Organizations with multiple value-chain offerings
What's included	<ul style="list-style-type: none"> • Batteries • Gimbals • Payloads • Sensors • Motors 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumer UAS • Commercial UAS 	<ul style="list-style-type: none"> • Landing pads • UAS stations • Vertiports • Chargers 	<ul style="list-style-type: none"> • Artificial intelligence software • Route planning • GPS devices • UTM 	<ul style="list-style-type: none"> • Photography • Mapping • Inspections 	<ul style="list-style-type: none"> • UAS guns • Shields • Nets • Lasers 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilot marketplaces • UAS law • Insurance • Retail and distributors • Consulting • Training 	<ul style="list-style-type: none"> • UAS mapping software • Image-processing software 	<ul style="list-style-type: none"> • Manufacturers with a data-analysis platform

Tabella 3. Value-chain, commercial UAV, fonte: (Pamela Cohn, 2017)

Exhibit 4.

Articles/Constructs	Safety	Ethics & morals	Legal	Privacy	Air space	Info integrity	Human vs Machine	Commercial related
1							✓	✓
2	✓		✓	✓				
3	✓		✓	✓				
4	✓		✓	✓				✓
5	✓		✓	✓			✓	
6	✓		✓	✓			✓	
7	✓		✓	✓				✓
8	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
9	✓		✓	✓				✓
10	✓		✓	✓	✓			✓
11	✓		✓	✓	✓		✓	✓
12	✓		✓	✓	✓			✓
13	✓		✓	✓				✓
14	✓		✓	✓				✓
15	✓		✓	✓			✓	✓
16	✓	✓	✓	✓			✓	✓
17	✓	✓	✓	✓		✓		✓
18	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
19	✓		✓	✓		✓	✓	✓
20	✓		✓	✓			✓	✓
21	✓		✓	✓			✓	✓
22	✓		✓	✓	✓		✓	✓
23	✓		✓	✓			✓	✓
24	✓		✓	✓			✓	✓
25	✓		✓	✓				✓
26	✓		✓	✓				✓
27	✓		✓	✓	✓			✓
28	✓		✓	✓				✓
29	✓		✓	✓	✓		✓	
30	✓	✓	✓	✓			✓	
31	✓		✓	✓			✓	✓
32	✓		✓	✓			✓	
33	✓		✓	✓				✓
34	✓		✓	✓				✓
35	✓		✓	✓				✓
36	✓		✓	✓				✓
Frequencies	24	4	29	14	6	2	15	19
Percentage	21.24	3.54	25.66	12.39	5.31	1.77	13.27	16.81

Tabella 4. Construct analysis, fonte: (Luppicini & So, 2016)

Exhibit 5

Year	Total Non-Hobbyist (Commercial) Fleet		
	Million sUAS Units		
	Low	Base	High
2016	0.042	0.042	0.042
2017	0.095	0.108	0.235
2018	0.133	0.167	0.445
2019	0.173	0.242	0.742
2020	0.207	0.327	1.133
2021	0.238	0.422	1.616

Tabella 5. FAA Sales Forecast commercial UAVs, fonte: (FAA, 2017)

Exhibit 6

Anni	Tot. Brev.	% Cresc.		Anni	Totale INP	% Cresc.
2000	15			2000	7	0
2001	39	160%		2001	12	71%
2002	63	62%		2002	12	0%
2003	41	-35%		2003	17	42%
2004	41	0%		2004	13	-24%
2005	45	10%		2005	13	0%
2006	22	-51%		2006	10	-23%
2007	45	105%		2007	12	20%
2008	35	-22%		2008	19	58%
2009	71	103%		2009	22	16%
2010	51	-28%		2010	15	-32%
2011	91	78%		2011	30	100%
2012	152	67%		2012	45	50%
2013	168	11%		2013	64	42%
2014	408	143%		2014	167	161%
2015	618	51%		2015	378	126%

Tabella 6. Dettagli variabile temporale, per brevetti e INPADOC, elaborazione personale

Exhibit 7

IPC code	Count No	IPC code	Count No
A01	19	F03	56
A45	2	F16	4
A47	4	F17	1
A61	13	F21	1
A62	7	F24	3
A63	50	F41	30
B01	1	F42	4
B05	7	G01	853
B08	5	G02	33
B23	1	G03	9
B25	8	G05	706
B26	1	G06	266
B29	3	G07	36
B33	2	G08	461
B60	74	G09	19
B63	18	G10	4
B64	1167	G11	3
B65	9	G12	1
E01	1	H01	26
E02	1	H02	22
E04	3	H04	186
E06	2	H05	5
F01	3		
F02	3		

Tabella 7. IPC code utilizzati, elaborazione personale

Exhibit 8

Paese	No Patent
Australia	18
Brazil	2
Canada	49
Cina	65
Europe	265
France	60
Germany	11
Greece	1
India	1
Israel	1
Japan	41
Mexico	4
Netherlands	1
Portugal	1
Russian Federation	6
Singapore	2
South Africa	1
South Korea	161
Taiwan	3
United Kingdom	24
United States of Am	944
WIPO	266

Tabella 8. Dettaglio Numero di Patent per Paese, elaborazione personale

Exhibit 9

Funzionale 1	Esterno	Interno	% Sul totale Esterno	% Sul totale Interno
GEN	117	879	6%	46%
AGRI	13	6	1%	0%
EMER	50	21	3%	1%
ENV	86	65	5%	3%
IMA	31	48	2%	3%
LOG	50	102	3%	5%
MAP	29	24	2%	1%
MONIT	193	146	10%	8%
WEAP	16	15	1%	1%
Grand Total	585	1306	31%	69%

Tabella 9. Tag FUNZIONALI combinati dettaglio, elaborazione personale

Exhibit 10

Funzionale 1	Materiale	Misto	Immateriale	% sul totale Materiale	% sul totale Misto	% sul totale Immateriale
GEN	494	135	367	26%	7%	19%
AGRI	8	2	9	0%	0%	0%
EMER	24	14	33	1%	1%	2%
ENV	84	20	47	4%	1%	2%
IMA	31	12	36	2%	1%	2%
LOG	38	38	76	2%	2%	4%
MAP	13	8	32	1%	0%	2%
MONIT	80	63	196	4%	3%	10%
WEAP	9	11	11	0%	1%	1%

Tabella 10. Tag FUNZIONALE1/TECNOLOGICO combinati dettaglio, elaborazione personale

