

«Innovazione e Ricerca Aerospaziale: i Velivoli a Pilotaggio Remoto»

24 ottobre 2015

Le attività di ricerca sui droni: L'esperienza del CIRA

Giuseppe Persechino



- **Partenariato Pubblico Privato**
- **Operatività coordinata con l'Agencia Spaziale Italiana quale azionista di maggioranza**
- **Incaricato del Programma Nazionale di Ricerca Aerospaziale (PRORA)**
- **Ospita "World Class Facilities" dedicate alla simulazione dell'accrescimento del ghiaccio, crash e rientro atmosferico ad alta energia**
- **Coinvolto nei principali programmi europei R&T**
 - **Clean Sky (Greening Aviation)**
 - **SESAR, MIDCAS (ATM and Aviation Safety)**
 - **ESA and EC funded programs come IXV, HEXAFLY, SHARK, etc.**
 - **Altri programmi nazionali e regionali (CTNA e distretti tecnologici) a supporto delle PMI**
- **Cooperazione con enti ed istituzioni nazionali come ENAC, ENAV, MoD, università ed altri centri studi (CESMA).**

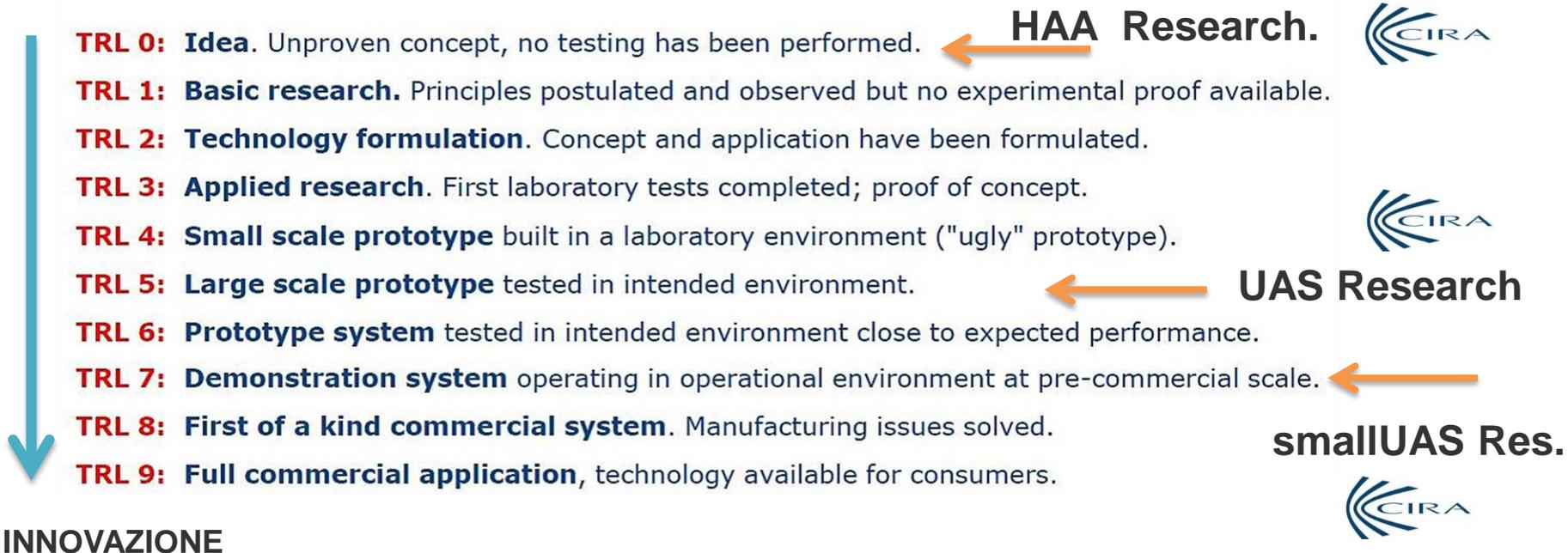


+ 370 impiegati

INNOVAZIONE → Conoscenza utile a tutti

RICERCA

Technology Readiness Levels

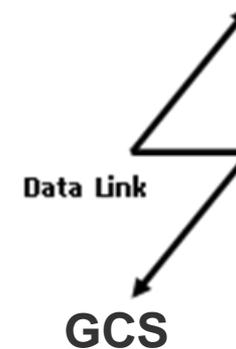


INNOVAZIONE

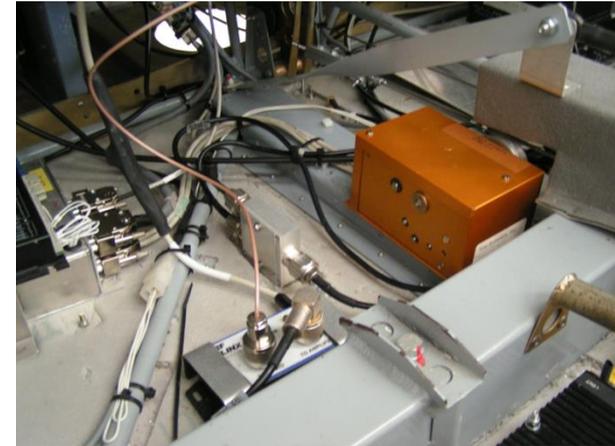
- **Acquistata presso TECNAM quale piattaforma volante per la validazione delle tecnologie del volo autonomo a maturità TRL5 (uso iniziale).**
- **Basata sulla versione P92 ECHO ultraleggera su cui sono state apportate modifiche per soddisfare i requisiti di sperimentazione CIRA.**
- **Richiede il rilascio di specifico permit to fly (PTF).**
- **Utilizzato in modalità Option Piloted Vehicle con safety pilot on-board (primo in Italia).**



- **Segmento di volo – Piattaforma Volante P92 FLARE**
- **Datalink a due distinti canali monodirezionali :**
 - **downlink WBDL a 12 Mbps bitrate, Banda S**
 - **uplink NBDL ad 1 Mbps bitrate , Banda S**
- **Segmento di terra (GCS) con workstation di acquisizione dati scientifici, mission planning e controllo missione**



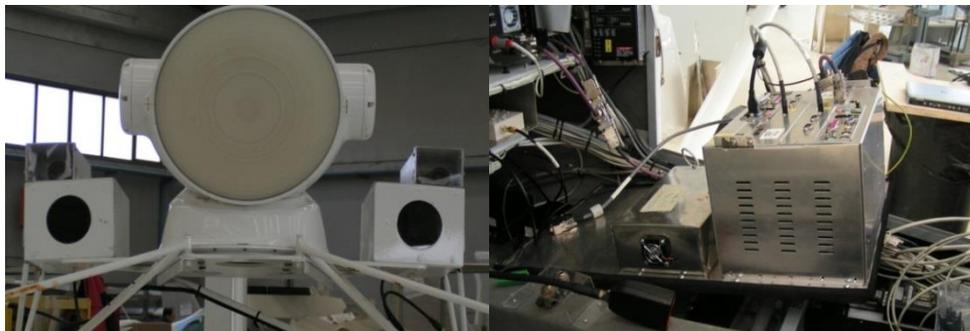
- Rimozione sediolino passeggero
- Installazione di due mensole per sostenere parte del payload scientific
- Installazione di un supporto esterno per radar e telecamere
- Installazione di un alternatore da 3 kW nella baia motore
- Sostituzione dell'elica originale con una a passo più ridotto.
- Installazione di attuatori sulle linee di comando per modalità «Autopilot Type Actuation».
- In collaborazione con TECNAM ed OMASUD sotto sorveglianza ENAC.





**Ernitech Varicam 23
per visione
stereoscopica**

**Flight Control
Computer (FCC),
AHRS, I/O
Conditioning Units e
2 ricevitori GPS**



**Radar DSA in banda
Ka 35 Ghz, sensori
E/O ed IR + ODID
computer**

Sono stati eseguiti 120 voli per la validazione delle seguenti tecnologie:

- **GCS, Avionics, Actuation & LOS Data Link, 2006**
- **On-Line Adaptive Trajectory Generation, 2007**
- **Adaptive Approach & Landing, 2007**
- **Automatic Failure Identification and Management, 2008**
- **Automatic Non Cooperative See & Avoid, 2010**
- **Immersive visualization for ground pilot, 2010**
- **Automatic Take-Off, 2012.**



Platform for orbital and re-entry mission

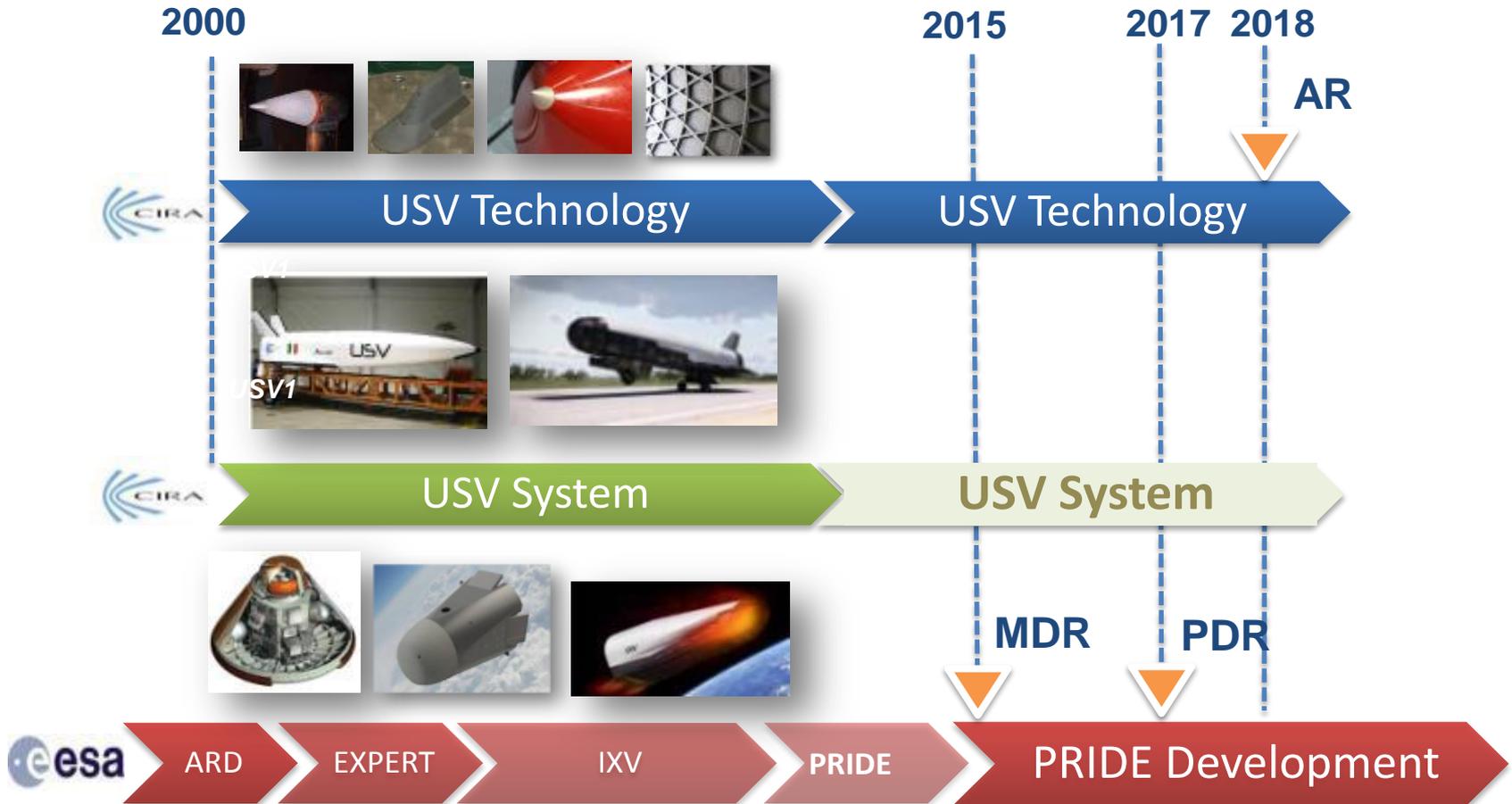
Development of an innovative unmanned space platform with orbital, autonomous reentry, maneuvering flight and conventional landing capabilities.



Technological Domains	Status
Aerodynamics & Aerothermodynamics (CLAE)	State of Art methodologies (numerical and experimental)
Guidance, Navigation & Control (GNC-2)	Guidance Adaptive Solutions, Virtual Sensors for Drag Derived Altitude, Fault Tolerant Algorithms & Dynamic Control Allocation, Advanced FDI (TRL5)
Thermal Protection System (SHS)	Ablatives (TRL2), CMC UHTC coated (TRL4), Metals UHTC coated (TRL4)
Cold Structure (ICCS)	Anisogrid composite structures (TRL4/5)



PRIDE - Programme for Reusable In-orbit Demonstrator for Europe



INNOVAZIONE → Conoscenza utile a tutti

RICERCA

Technology Readiness Levels

- TRL 0: Idea.** Unproven concept, no testing has been performed. ← **HAA Research.**
- TRL 1: Basic research.** Principles postulated and observed but no experimental proof available.
- TRL 2: Technology formulation.** Concept and application have been formulated.
- TRL 3: Applied research.** First laboratory tests completed; proof of concept.
- TRL 4: Small scale prototype** built in a laboratory environment ("ugly" prototype).
- TRL 5: Large scale prototype** tested in intended environment.
- TRL 6: Prototype system** tested in intended environment close to expected performance.
- TRL 7: Demonstration system** operating in operational environment at pre-commercial scale.
- TRL 8: First of a kind commercial system.** Manufacturing issues solved.
- TRL 9: Full commercial application,** technology available for consumers.



INNOVAZIONE

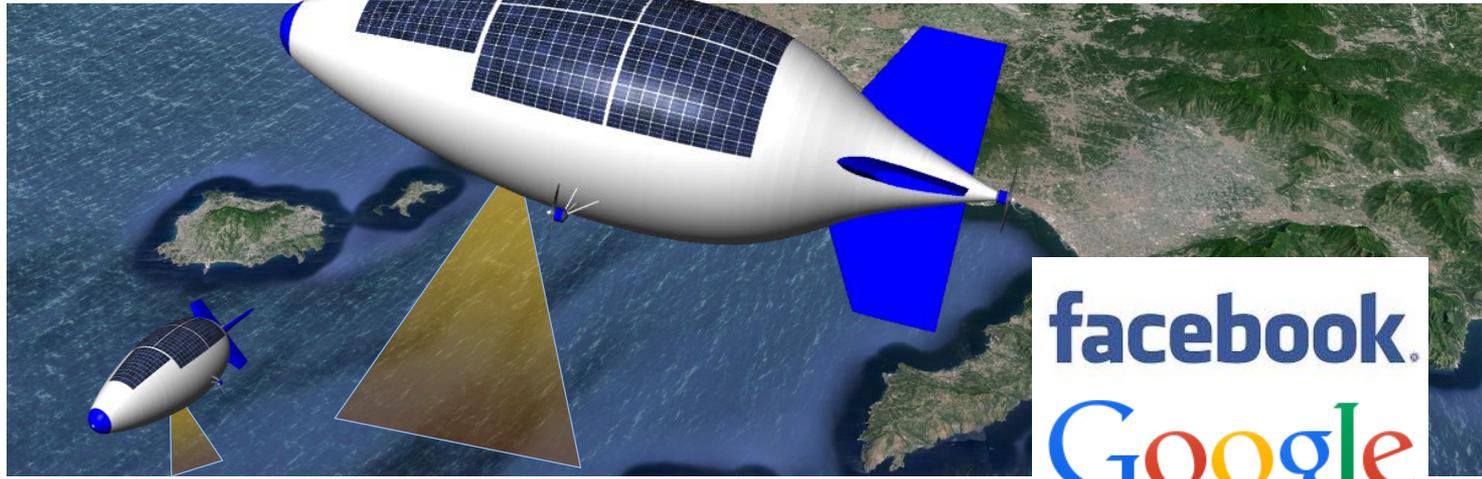


Cluster Tecnologico Nazionale Aerospazio



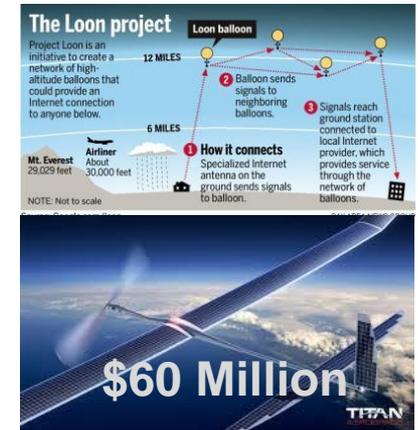
Ha come suo principale obiettivo strategico quello di portare il Sistema Italia, in primis la Piccola e Media Impresa e il mondo della Ricerca, ad assumere la leadership in ambito Europeo sulle piattaforme stratosferiche più leggere dell'aria.

- Definire i domini applicativi e i mercati di riferimento per le piattaforme stratosferiche;
- analizzare lo stato dell'arte a livello mondiale relativamente alle piattaforme stratosferiche;
- identificare i requisiti di alto livello e le tecnologie abilitanti per uno utilizzo effettivo delle piattaforme stratosferiche;
- fornire uno strumento di supporto, discussione e confronto, all'Industria, alla Ricerca e agli *stakeholders*, per identificare obiettivi e strategie da implementare in un potenziale programma strategico Nazionale;
- coordinare un Piano di Sviluppo Tecnologico (PST) e definire una *roadmap* tecnologica sulla base delle necessità dei domini applicativi e di tutti gli *stakeholders* coinvolti.



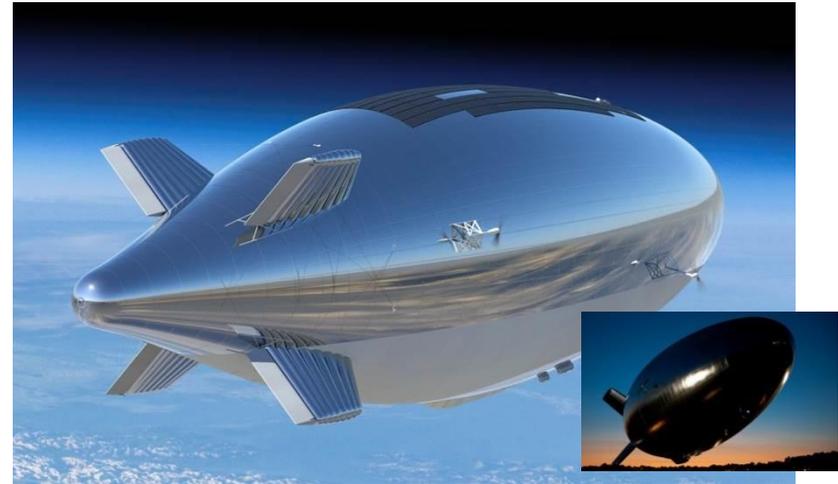
I vantaggi delle piattaforme HAA hanno indotto nel tempo a dare sempre maggior credito alla possibilità di un loro utilizzo come valido complemento a satelliti e UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) e diversi progetti di ricerca e sviluppo sono stati finanziati sia in ambito civile sia militare. I principali Domini Applicativi previsti per questo tipo di piattaforme sono:

1. Telecomunicazioni
2. Osservazione e Monitoraggio
3. Navigazione
4. Produzione di Energia
5. Accesso e Osservazione dello Spazio



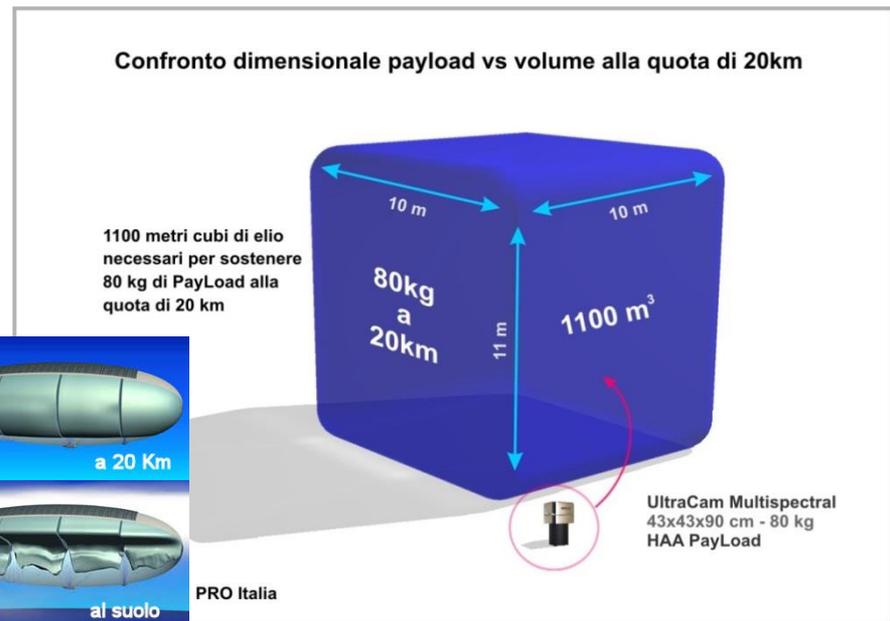
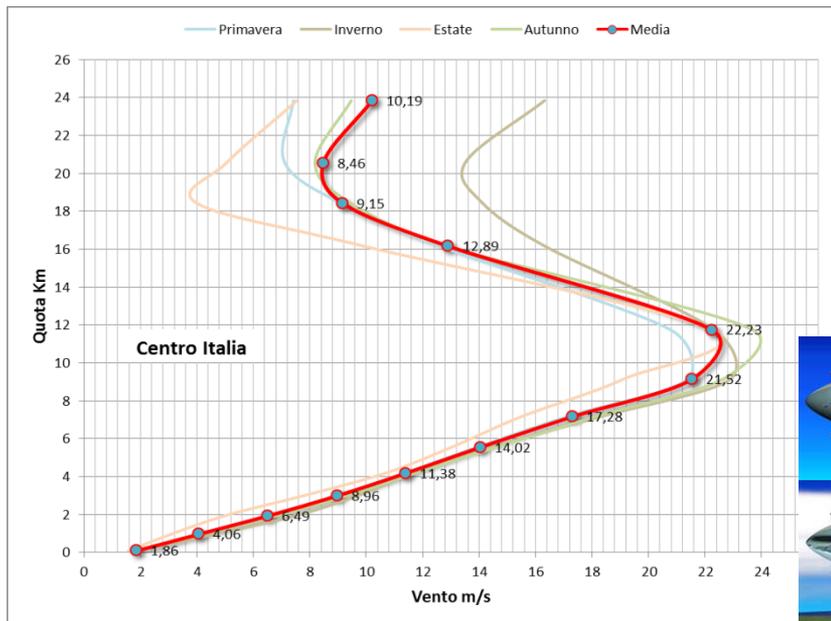
Le caratteristiche comuni alle piattaforme stratosferiche sono:

- permanere in volo a quote a livello stratosferico tra i 15 km e i 25 km;
- rimanere a tali quote e in condizioni operative continue e costanti per un periodo di tempo avente come unità di misura l'anno (o frazioni di esso);
- stazionare in una determinata posizione e quota ma anche avere la capacità di muoversi e raggiungere una prefissata nuova posizione;
- essere energeticamente autonomo e autosufficiente;
- essere in grado di imbarcare *payload* per missioni utili a più domini applicativi.
- offrire una ampia Linea di Vista ai sensori (circa 550km @18km)



L'ambiente operativo in cui le piattaforme Stratosferiche si troveranno ad operare ha una grande influenza sia sulle loro performance che sulle scelte progettuali.

Sono da considerarsi determinanti quattro fattori per la caratterizzazione dell'ambiente operativo: velocità e distribuzione dei venti, la radiazione solare, la temperatura e la densità dell'aria.

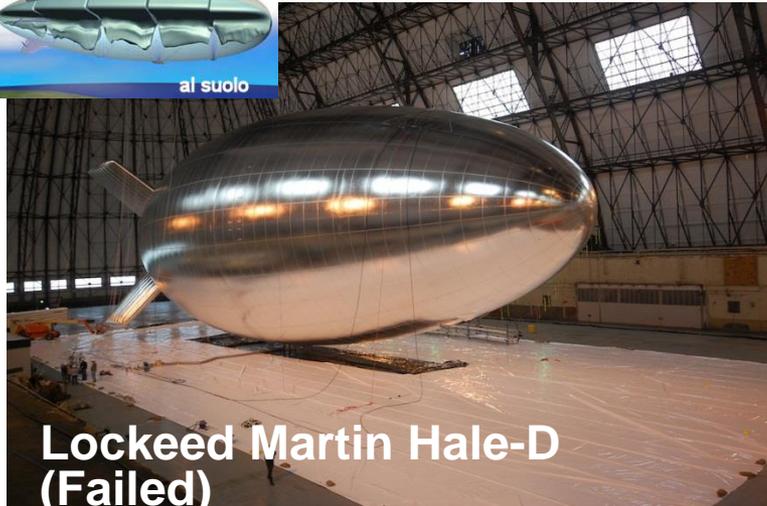
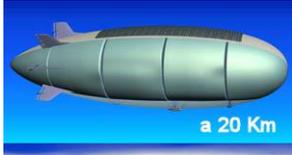


I dati confermano che le quote stratosferiche tra i 18 e i 22 km sono quelle che esibiscono i venti di minore entità, con un minimo posizionato intorno ai 20 km dove tale minimo e' di circa 8-9 m/s nella media annuale

A 20 km in Aria Standard la densità è il 7.2% di quella a quota zero

Stato dell'Arte su Piattaforme Stratosferiche

Nome	Azienda	Tipologia	Quota	Endurance	Volume	Lunghezza	P/L weight (kg)	Platform Weight (kg)	Rapporto peso P/L / peso piattaforma
HiSentinel 80	SwRI	HALE	20 km	Flight 8 hrs/6 hrs float	6800 m3	60 m	36	500	7,20%
HALE-D	Lockheed Martin	HALE	18 km	5 days	14158 m3	73 m	36	1361	2,65%



\$36 Million
Ballonet
Vs
No
Ballonet
\$11 Million



La grande differenza che porta l'HiSentinel 80 a portare lo stesso Payload con la meta del Volume è sostanzialmente dovuta all'approccio innovativo del progetto che ha eliminato il Ballonet a scapito di una ascesa in quota non controllata, sale come un pallone aerostatico, e acquisisce la giusta forma a fuso alla quota di 20 Km

Confronto Ala fissa vs Dirigibile

Zephyr 6- Airbus 2009



Altitudine	21 km
Payload	2,5 kg
Endurance	82 hours
Apertura alare	19 m
Peso al decollo	30 kg
Cruise Speed	15 m/s
Rapporto Payload/Peso = 8,33%	

HiSentinel 80

SwRI 2010



Altitudine	20 km
Payload	36 kg
Endurance	8 hours (target >24h)
Lunghezza	60 m
Peso al decollo	500 kg
Cruise Speed	9,6 m/s
Rapporto Payload/Peso = 7,2%	

INNOVAZIONE → Conoscenza utile a tutti

RICERCA

Technology Readiness Levels

- TRL 0: Idea.** Unproven concept, no testing has been performed.
- TRL 1: Basic research.** Principles postulated and observed but no experimental proof available.
- TRL 2: Technology formulation.** Concept and application have been formulated.
- TRL 3: Applied research.** First laboratory tests completed; proof of concept.
- TRL 4: Small scale prototype** built in a laboratory environment ("ugly" prototype).
- TRL 5: Large scale prototype** tested in intended environment.
- TRL 6: Prototype system** tested in intended environment close to expected performance.
- TRL 7: Demonstration system** operating in operational environment at pre-commercial scale. ←
- TRL 8: First of a kind commercial system.** Manufacturing issues solved.
- TRL 9: Full commercial application,** technology available for consumers.

small UAS Res.

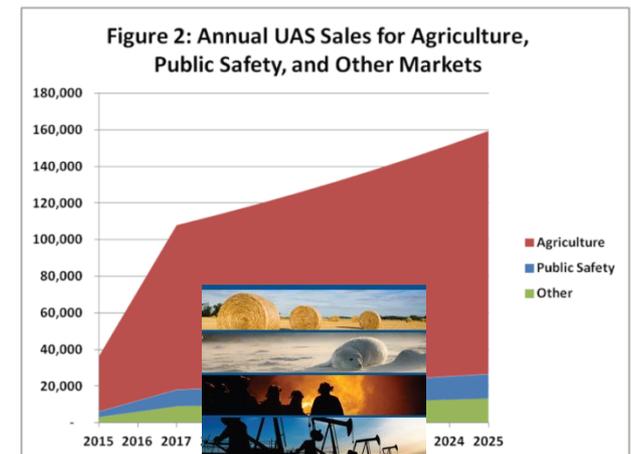


INNOVAZIONE

- Negli ultimi 10 anni Il mercato dei Droni è stato principalmente rivolto al settore militare con piattaforme di medie e grandi dimensioni e dai costi elevati.
- Se il mercato militare non ha ridotto i costi delle piattaforme *unmanned* rispetto alle *manned*, il mercato civile ha invece rivoluzionato l'approccio e oggi le piattaforme sotto i 25kg, soprattutto ad ala rotante, hanno abbattuto i costi di alcuni ordini di grandezza facendo diventare il loro utilizzo alla portata di tutti.
- Gli sUAS: da radio-modelli giocattolo a strumento di ricerca delle migliori università nel mondo.
- Rappresentano una democratizzazione della cultura aeronautica che produce applicazioni professionali impensabili per le piattaforme *manned*



DJI fatturerà nel 2015 1 Miliardo di dollari



1. Ambiente
2. Agricoltura
3. Edilizia
4. Beni culturali
5. Fotografia/Film
6. Sicurezza
7. Catasto
8. Ricerca e Soccorso
9. Logistica



- Sono **molteplici gli sforzi degli enti preposti** al controllo del territorio e della sicurezza del cittadino tesi a mitigare le conseguenze negative di azioni antropiche soprattutto dovute a **illeciti ambientali**.

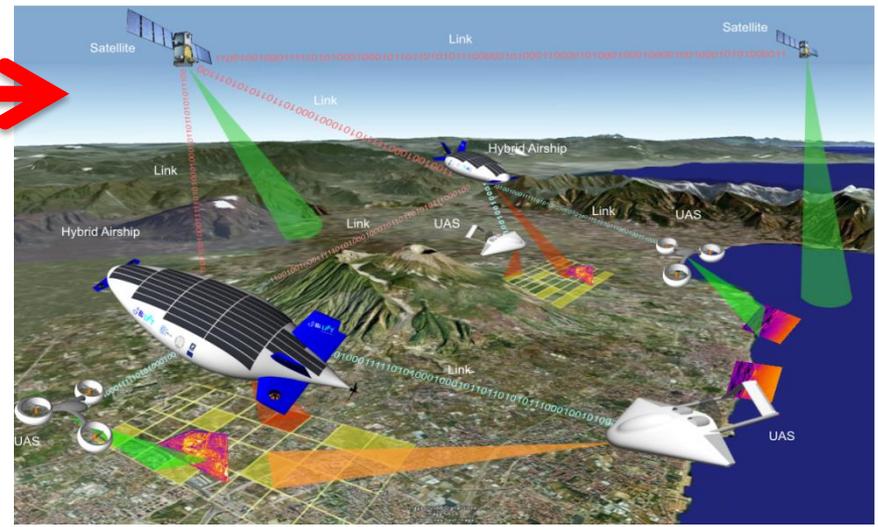
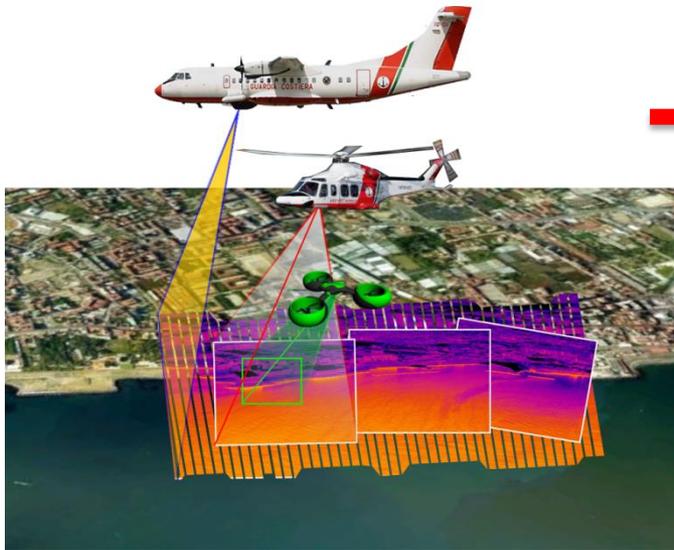
- Purtroppo il **rapporto di forze è spesso impari** e per questo diventa sempre più importante **utilizzare tutte le conoscenze tecnologiche disponibili** per aumentare l'efficacia delle azioni sul campo.



- Molte **tecnologie Aerospaziali sono di possibile impiego** in questi ambiti e la loro introduzione in operatività rappresenta una **Innovazione** decisiva volta a **migliorare la gestione e il controllo del territorio**.

Per **interoperabilità** si intende la **capacità di cooperare di più piattaforme**, di diverso tipo, che trasportano sensori diversi, finalizzate a compiere **una stessa missione** di monitoraggio ambientale.

*Il sistema è Interoperabile quando I due livelli di azione sono connessi sia logicamente che temporalmente. Più la connessione logica è **bidirezionale** più il sistema è interoperabile. Più la concorrenza tra le acquisizioni sui due livelli è **contemporanea** più possiamo considerarli interoperabili.*



Criticità: Area da sorvegliare vs dimensione target

Problema

Aree di grande estensione, generalmente a carattere Regionale, la cui competenza amministrativa è spesso proprio di organi Regionali, per questa fase la risoluzione spaziale è meno stringente.

Le aree selezionate sono circoscritte, le estensioni sono di pochi km², la risoluzione spaziale è dell'ordine del metro

L'identificazione dei target selezionati dalla fase di riconoscimento richiede alte risoluzioni spaziali, anche centimetriche ma basse estensioni di area

Processo

Detezione



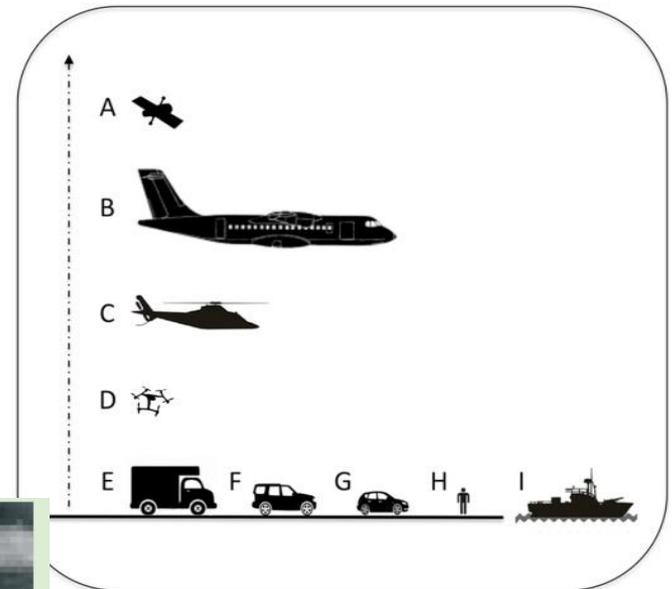
Riconoscimento



Identificazione

Soluzione

Interoperabilità tra piattaforme aeree e di superficie



Detection = 3.6 pixels by 1 pixel
You can see something is there.

Recognition = 14.4 pixels by 4 pixels
You can see that a person is there.

Identification = 28.8 pixels by 8 pixels
You can see that the person is holding a rifle.

Technology key:

key 1: **The Aerial Platform (drone)**
Multirotor, Ground Control Station, data link



key 2: **Acquisition Sensors**
Photographic, Multispectral, Thermal, Lidar, ecc..



key 3: **On Board Data Acquisition and Processing Computer**
Linux, windows, android, ecc..



key 4: **Software for Mission and Sensors management**
Mission plan, Sensor Synchronization, Sensor Acquisition, ecc..

Key 5: **Software for Data Interpretation**
Geomatics, GIS, Image analysis, application specific

Key 6: **Know-how on the application field**
Agronomy, Civil /Electrical/Environmental engineering, ecc..





TETRACAM ADC Lite

Multispectral Image for Vegetation Monitoring

TETRACAM ADC Lite

The ADC Lite contains a single 3.2 megapixel sensor (2048 x 1536 pixels) optimized for capture of visible light wavelengths longer than 520 nm and near-infrared wavelengths up to 920 nm. The camera and its accompanying software, PixelWrench2, are ideally suited for capturing and processing multi-spectral images of crops and forests. The captured channel Green, Red and NIR are approximately equal to Landsat TM2, TM3 and Tm4.



Sony QX1

Hi Quality Still Images for Geomatics

Sony QX1 with Interchangeable Lens

The Sony QX1 Capture 20 Mpixel images with high sensitivity and low noise thanks to a APS-C CMOS sensor. Equipped with a 20mm Sony G or Carl Zeiss Lens, from a altitude of 100m can capture on ground detail of 2 cm/pixel. The acquired set of images can be processed with photogrammetric software to obtain a very high resolution 3D model and orthomosaic images for GIS applications.



FLIR A65

Radiometric Infrared Inspection

FLIR A65 Radiometric Thermal Camera

FLIR T620 infrared camera for industrial applications. features a 640 x 512 30Hz infrared detector with < 50 mK thermal sensitivity captures the finest image details and temperature difference information.



GoPro Hero 4 Black

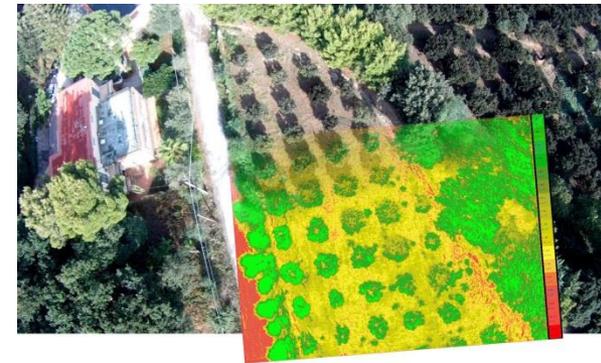
Ultra High Definition Video 4K

GoPro Hero 4 Black

This camera can capture progressive 4K(3840 x 2160 pixels) video @ 30fps. The Hero 4 Black still captures images up to 12MP, with a burst fire mode that shoots at 30 photos per second. Coupled with a 3 axis gimbal can record high quality footage in a lightweight package.



Thermal measurement via Flir A65



Fusion Visible and Multispectral ADC lite



Achitettura basata su Open Source e Open Hardware



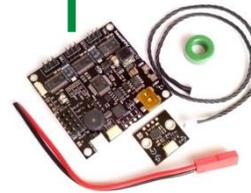
Sensori



Gimbal 3 assi



Controller Gimbal



MAV Link su uart

GCS Android



GCS linux

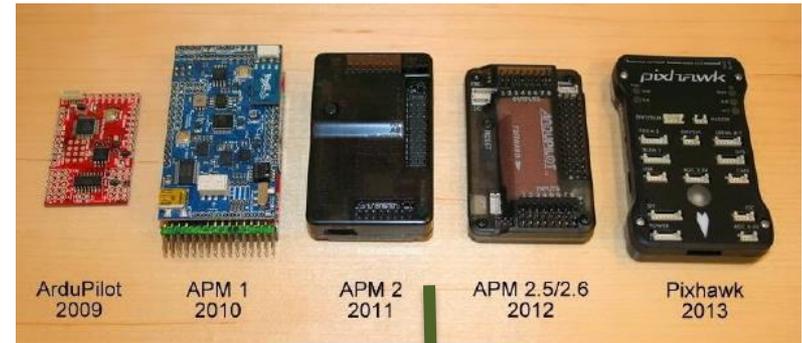
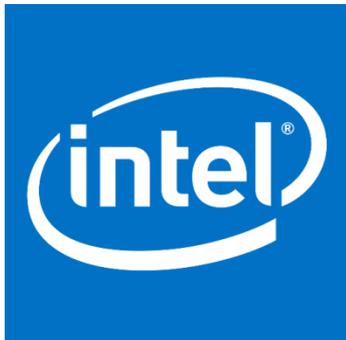


LINUX FOUNDATION COLLABORATIVE PROJECTS



The Dronecode Project is an open source, collaborative project that brings together existing and future open source drone projects under a nonprofit structure governed by The Linux Foundation.

The result will be a common, shared open source platform for Unmanned Aerial Vehicles (UAVs).



*Open For Developers
Navio+ is more than a ready to fly autopilot – it was built for research and education. Powerful, flexible and fueled with Raspberry Pi goodness.*



Il codice sviluppato nella comunità OS viene compilato ed seguito su kernel real time linux.

«Innovazione e Ricerca Aerospaziale: i Velivoli a Pilotaggio Remoto»

24 ottobre 2015

Grazie

Giuseppe Persechino

