

**Il volo ipersonico
tra competizione tecnologica e cooperazione
*Il ruolo dell'Italia***

Roma, 23 maggio 2016

Giuseppe Cornacchia, CESMA

Il volo ipersonico
tra competizione tecnologica e cooperazione
Il ruolo dell'Italia

Il Gruppo di Lavoro

**Aero Sekur,
AIDAA, ALTEC,
ASI, Avio,
Aviospace,
CIRA, CTNA,
Distr. Aer.
Campania,
Piemonte,
Puglia,
Sardegna,
ENAC, ENAV,**

**Finmeccanica,
Leaf Space,
Politecnico di
Bari, Milano,
Torino,
Segretariato
Generale della
Difesa, Stato
Maggiore
dell'Aeronautica,
Stato**

**Maggiore della
Difesa,
Thales Alenia
Space-Italia,
Università
Federico II di
Napoli,
Sapienza di
Roma.**

**Il volo ipersonico
tra competizione tecnologica e cooperazione**
Il ruolo dell'Italia

Il Gruppo di Lavoro

Obiettivi:

- **IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO**
- **OPZIONI DI IMPIEGO**
- **TECNOLOGIE ABILITANTI**
- **NORME**
- **INFRASTRUTTURE**
- **COLLOCAZIONE DELL'ITALIA**
- **POSSIBILE ROADMAP**

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO

Accesso allo spazio

- Volo orbitale/suborbitale
- Capsule – Lifting body
– Winged body
- Sistemi di decelerazione dispiegabili
- Riutilizzabile - Spendibile
- RCS e/o Superfici di controllo aerodinamiche
- Materiali high temperature

Trasporto atmosferico/trans-atmosferico

- Lifting & Winged body
- Sharp leading edges
- Superfici di controllo aerodinamiche
- Basso impatto ambientale (emissioni, rumore)
- Propulsione Turbojets/Ramjet/Scramjet/TBCC
- Atterraggio su pista
- Materiali innovativi (light/high temperature)

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO



Principali iniziative nazionali

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO



USV (Unmanned Space Vehicles) del CIRA: sviluppo di tecnologie abilitanti per i futuri sistemi di accesso e rientro spaziali e di volo trans-atmosferico (aerospazioplani)

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO



HYPLANE

6 posti (+ 2 piloti)

2 motori turbo-ramjet combinati con un razzo liquid

30 km di quota, circa 7000 km, Mach 4,5

Decollo e atterraggio da piste normali

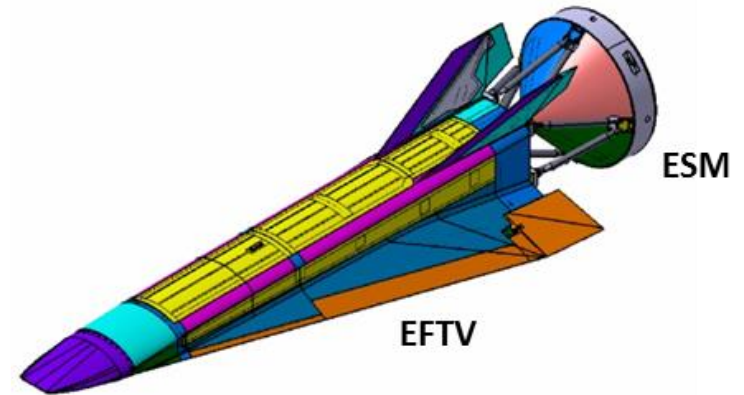
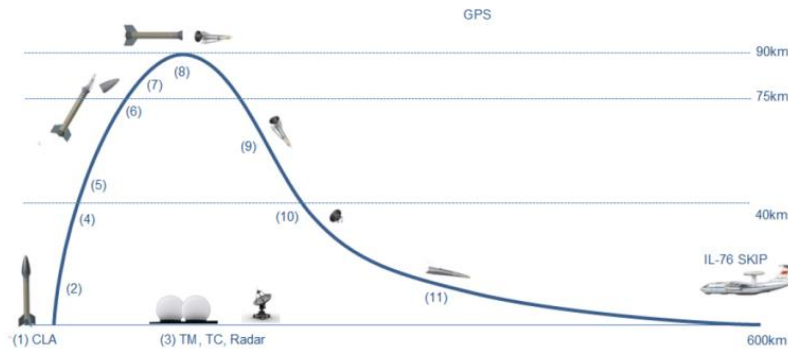
IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO



IXV

Programma, ESA (Italia 36%, ASI, TAS-I, CIRA, Alenia, Altec, AeroSekur, etc), lanciatore VEGA, quota max 412 km, 33.000 km di cui 8.000 in atmosfera, Mach 22, 101 minuti


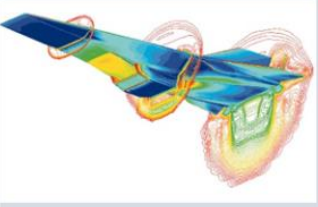








IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO



HEXAFLY-INT

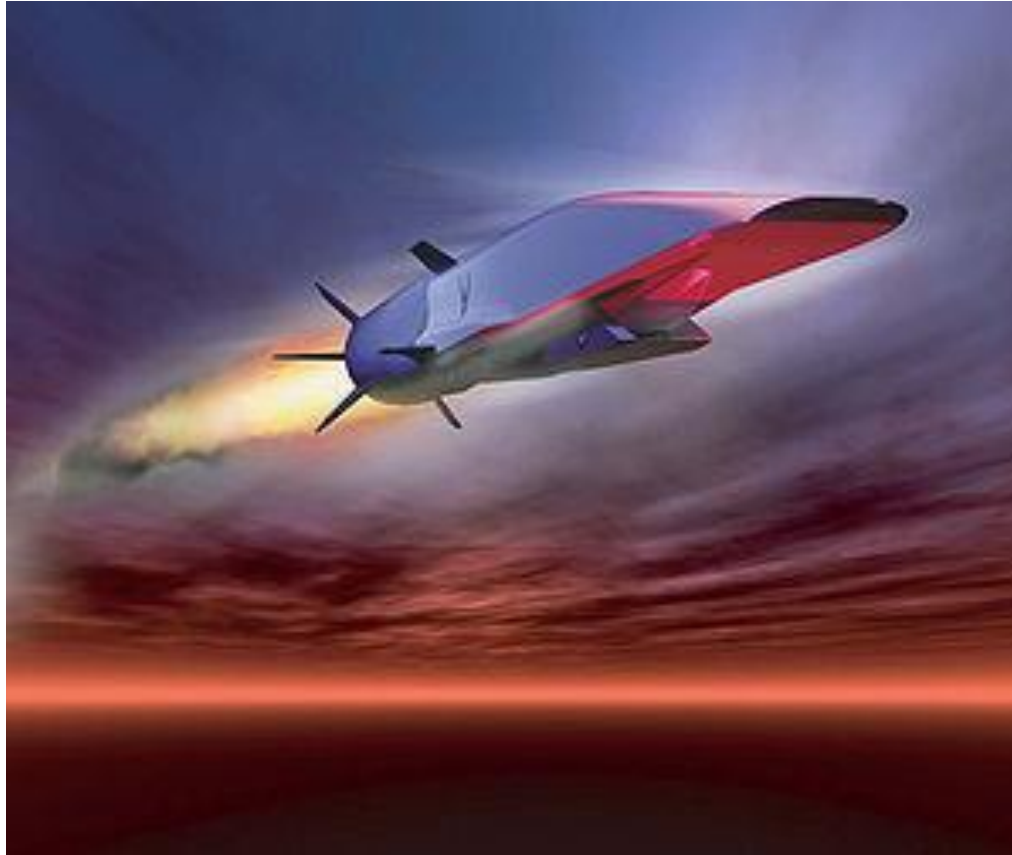
Programma ESA/EC con Russia e Australia – CIRA responsabile per sistema e payload

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO

<p>HyFly (DARPA) Hypersonic missile (Mach 6) with Dual Combustor Ramjet</p> 	<p>X-43 (NASA/Boeing) unmanned scramjet (Mach 7-9)</p> 	<p>X-51 (WaveRider) (NASA/Boeing) unmanned scramjet (Mach 6)</p> 	<p>SR-72 (NASA/LockheedM.) unmanned hypersonic aircraft (Mach 6)</p> 	<p>Lynx (XCOR Aerospace) horizontal-takeoff, horizontal landing, rocket powered</p> 
<p>Space Shuttle (NASA)</p> 	<p>X-37 (NASA/Boeing) unmanned flight demonstrator; Automated Reentry and Landing</p> 	<p>HTV-2 (Falcon Project) (DARPA/USAF) Mach22 in volo sub- orbitale</p> 	<p>SpaceShip Two (Virgin Galactic) Suborbital Passenger spaceplane (Space Tourism)</p> 	<p>Dream Chaser (Sierra Nevada Corporation) Trasporto passeggeri in orbita terrestre bassa</p> 

Alcuni dei progetti USA

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO



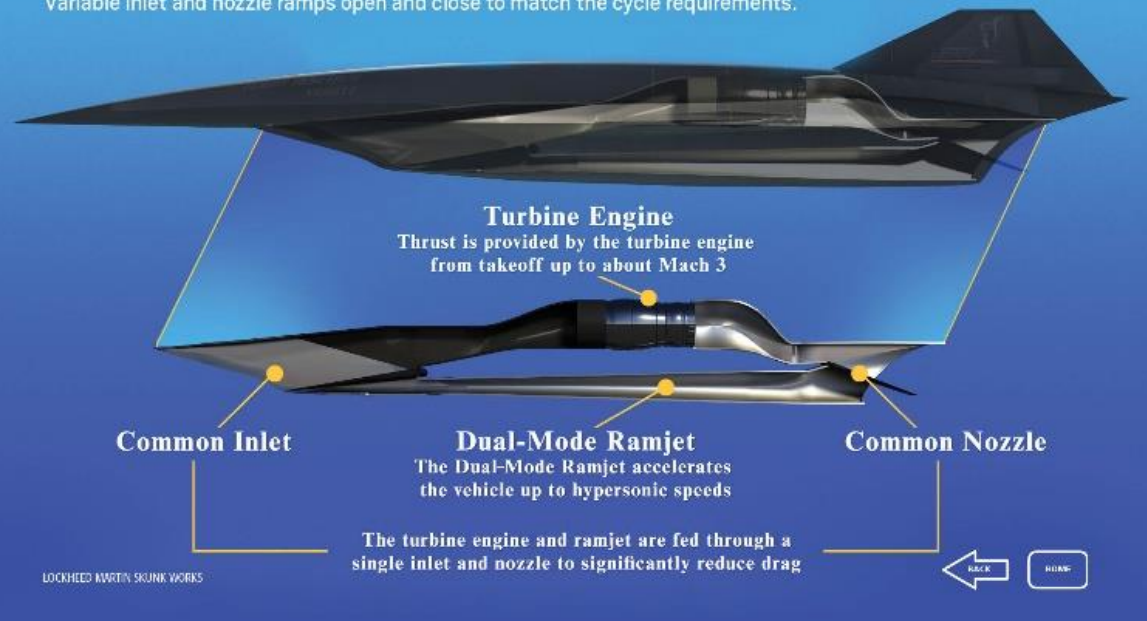
X-51 WAVERIDER (NASA/Boeing)

Dimostratore tecnologico, motore scramjet, 2013: Mach 5.1 per 6 minuti e 230 m. n.

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO

SR-72 Combined Cycle

The SR-72 propulsion system is centered on a turbine-based combined cycle which merges a modified production fighter turbine engine with a dual-mode ramjet (scramjet) to accelerate the vehicle from a standing start to Mach 6. The turbine provides thrust up to and beyond Mach 3 when the ramjet takes over. A common inlet provides air to both turbine and ramjet, with the exhaust from both also exiting through a common nozzle. Variable inlet and nozzle ramps open and close to match the cycle requirements.



SR-72

**Senza pilota, turbogetto fino a Mach 2, scramjet fino a Mach 6
Operativo nel 2030?**

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO



SSTO Spaceplane – Giappone
Liquified air cycle engines/scramjets, 10 passeggeri, Mach 5+

IPERSONICO IN EUROPA E NEL MONDO

RUSSIA, INDIA, CINA

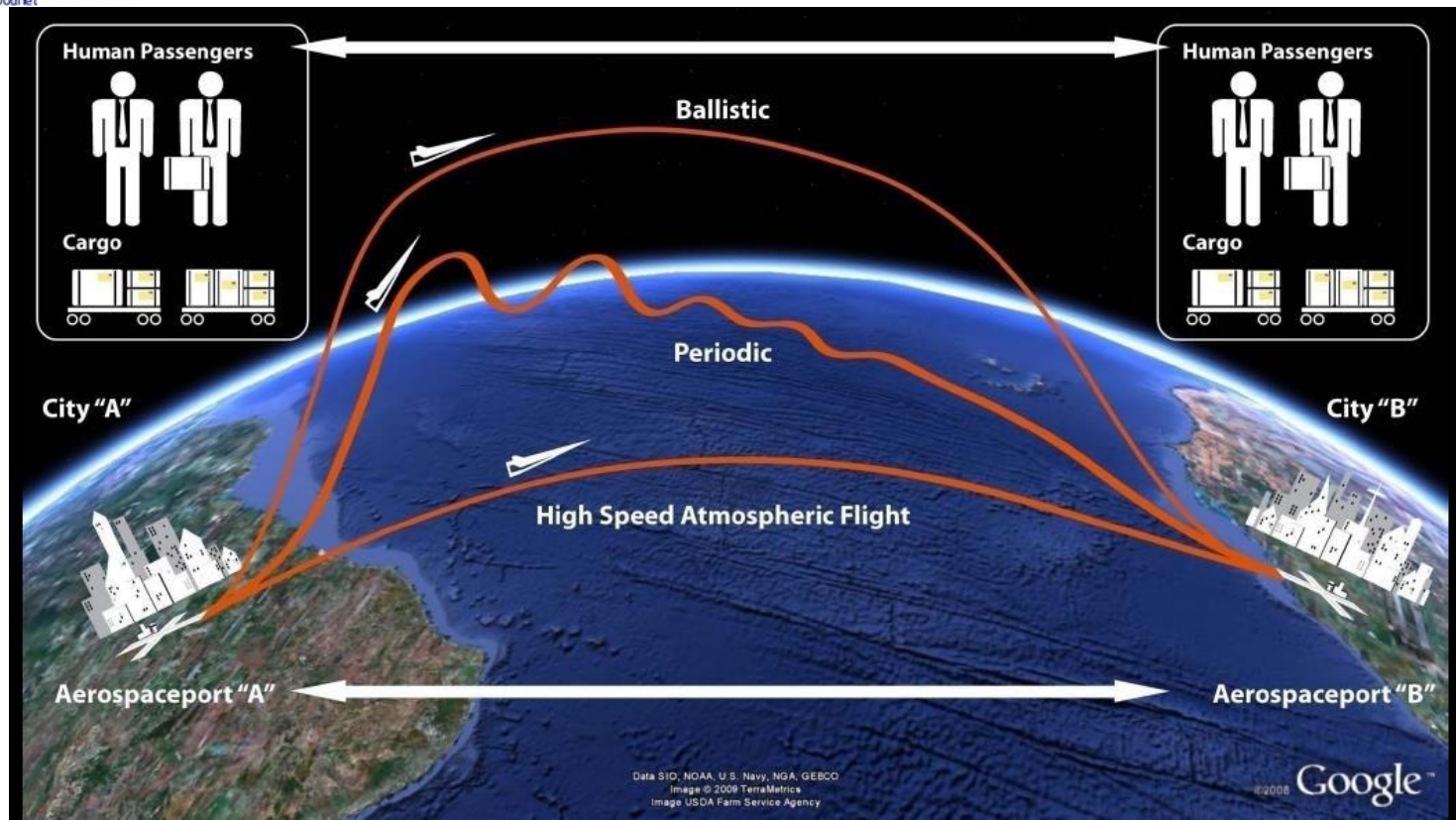
- **Yu-71 (Russia): velivolo con equipaggio, test avviati nel 2015**
- **BrahMos II (Russia/India): progetto di missile da crociera, raggio 290 km a Mach 7, test in 2017**
- **Zircon (Russia): missile da crociera, Mach 5-10, previsto in servizio già nel 2018**
- **Pantsir (Russia): missile antiaereo, Mach 5-7**
- **S-500 (Russia): difesa aerea, operativo nel 2017, fino a 124 miglia di quota**
- **ZF-DF o WU-14(Cina): vettore per testate convenzionali o nucleari, Mach 5-10,**

OPZIONI DI IMPIEGO

- **Sicurezza e difesa**
- **Commerciale**
- **Scientifico**

- **SALTO**
- **Missili ipersonici**
- **Spazioplano ipersonico**

OPZIONI DI IMPIEGO Commerciale



Regime	Transonic	Supersonic	Hypersonic	High-hypersonic	
Mach	0.8-1.2	1.0-5.0	5.0-10.0	>10.0	25.5
Speed (km/h)	900 - 1000	1.200 - 5.300	5.300 - 11.000	> 11000	25.500
Altitude	10km	15km	-	100 km	- LEO
Vehicles	Air liners	Concorde	- SpaceShipOne, X15	-	Space Shuttle

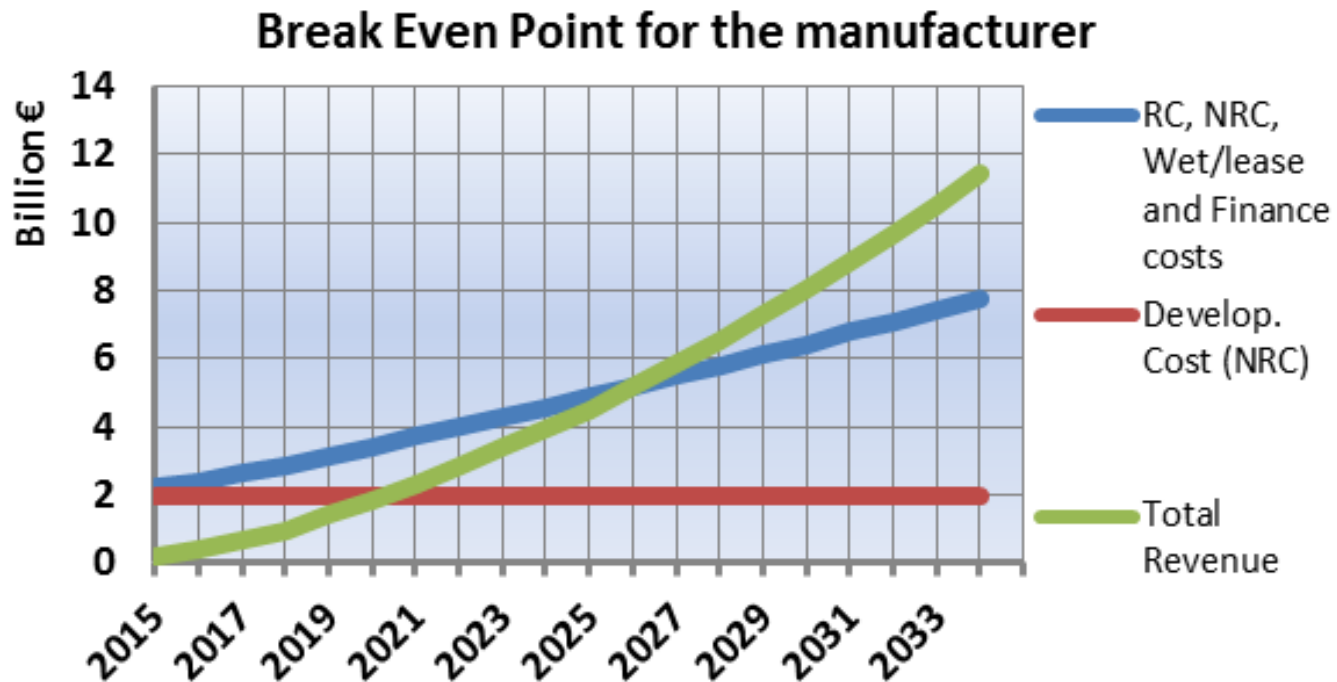
OPZIONI DI IMPIEGO Commerciale

- **Volo di linea/cargo stratosferici o sub-orbitali**
- **Business**
- **Turismo**
- **Servizi spaziali**

Proiezioni e stime a 15 anni

- **Trasporto aereo generale in aumento 3-4% annuo (FAA, ICAO, Airbus, etc.)**
- **Costo/pax scoraggia grandi velivoli ipersonici (50-100 pax)**
- **Favoriti business jet ipersonici per fascia alta**
- **Domanda funzione del costo (43%/80M€, 29%/90M€, 14%/100M€)**

Proiezioni e stime a 15 anni

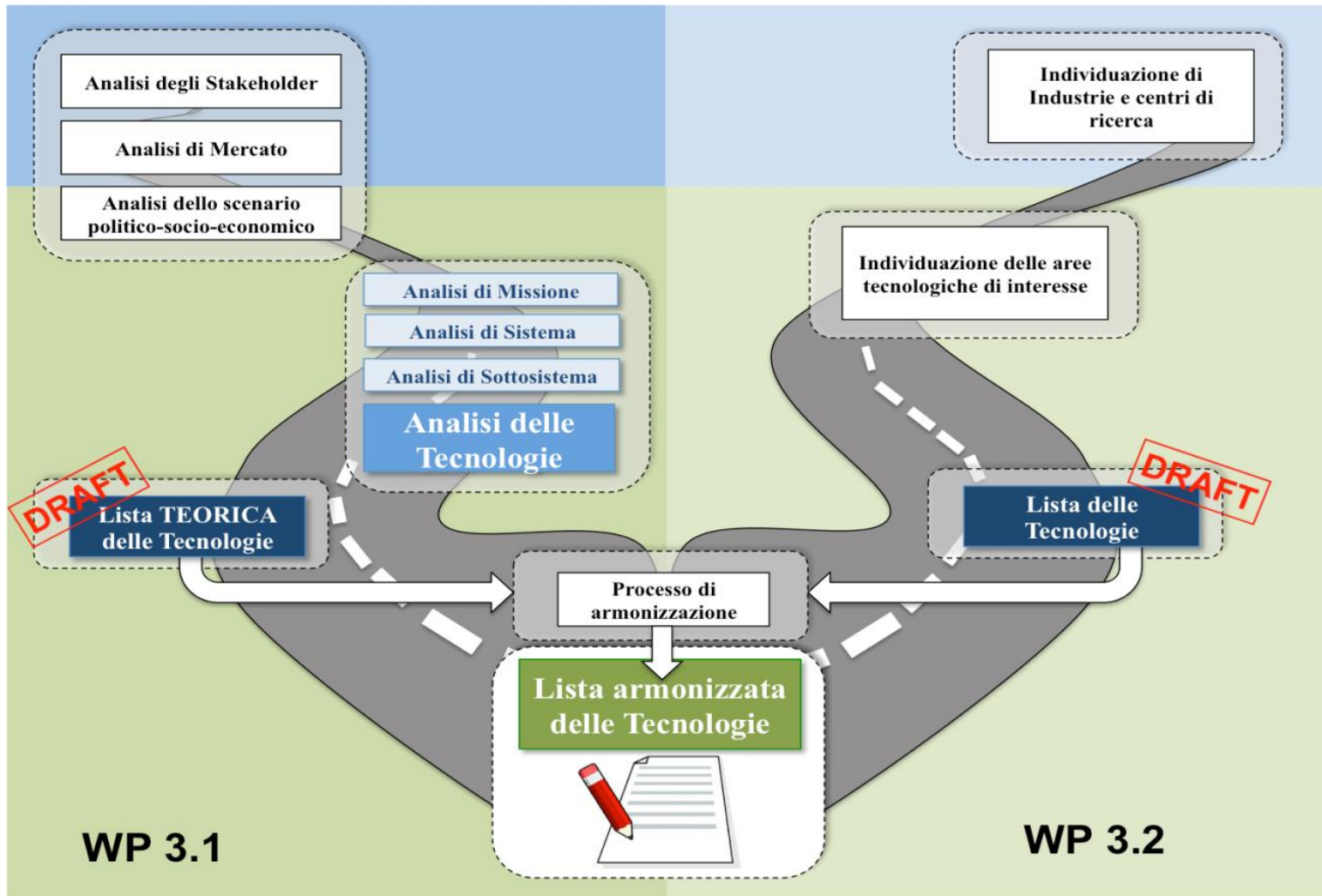


Fonte Trans-Tech srl

OPZIONI DI IMPIEGO Scientifico

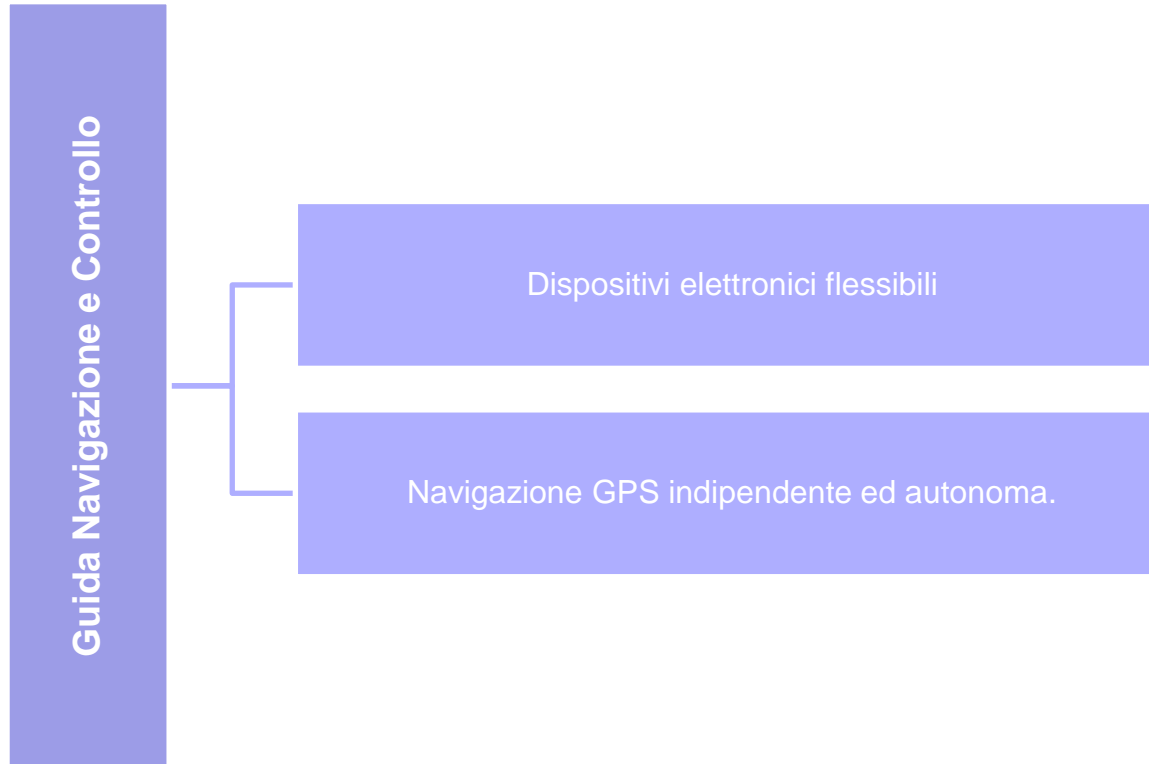
- **Test in volo e sperimentazioni aerodinamica ipersonica**
- **Sperimentazioni in micro e bassa gravità**
- **Astronomia, osservazione della terra**
- **Addestramento piloti e astronauti in gravità ridotta**

TECNOLOGIE ABILITANTI



TECNOLOGIE ABILITANTI





Dominio Tecnologico	Tecnologia costituente	Tecnologia subcostituente	TRL	Importanza
Guida Navigazione e Controllo	Dispositivi elettronici flessibili	-	4-5	M
	Navigazione GPS indipendente ed autonoma	-	5-8	A

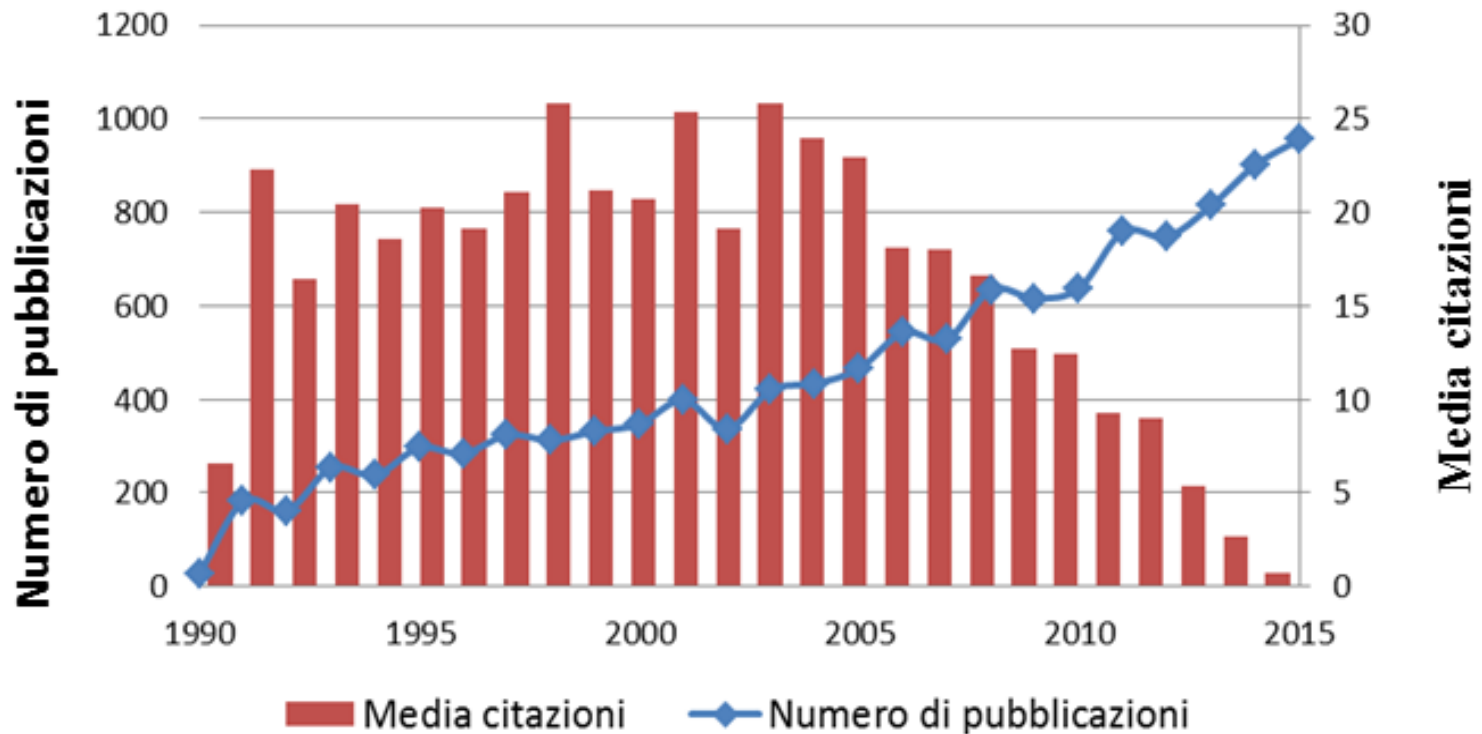
TECNOLOGIE ABILITANTI

Mappatura tecnologie

- **Identificazione pubblicazioni, brevetti e progetti**
- **Studio trend di espansione, impatto dei prodotti realizzati, principali attori, loro collocazione geografica**
- **Periodo 1990-2015**
- **Web of Science, USPTO**
- **Applicabilità industriale ed impatto tecnologico dei brevetti (*scouting*)**
- **Organizzazioni più attive, posiz. geografica, collaborazioni (*auditing*)**

TECNOLOGIE ABILITANTI

Mappatura tecnologie: Strutture e materiali



Strutture e materiali: Impatto degli articoli per anno

TECNOLOGIE ABILITANTI

Mappatura tecnologie: Strutture e materiali



Classifica per pubblicazioni globale



Classifica in Italia

Premessa

- **Per voli ipersonici in atmosfera:**
 - **Applicazione diritto aereo**
 - **Sviluppare standard di certificazione**

- **Voli suborbitali:**
 - **Nuovo quadro normativo**
 - **Integrazione diritto spaziale/aereo**

NORME E REGOLAMENTI

Obiettivi

- **Promuovere lo sviluppo nazionale del settore**
- **Garantire la sicurezza delle operazioni**
- **Favorire graduale transizione verso la futura regolamentazione UE (EASA) ed internazionale (ICAO/UNOOSA)**

NORME E REGOLAMENTI

Tempi

- **Regolamentare voli suborbitali sperimentali (entro 2020)**
- **Voli per turismo spaziale (2025)**
- **Operazioni commerciali e messa in orbita di piccoli satelliti (2030)**

NORME E REGOLAMENTI

Cooperazioni e opportunità

- **Definizione accordi specifici tra ENAC ed agenzie, istituzioni ed enti locali (AMI, ENAV, Guardia costiera, Regioni)**
- **Acquisizione capacità monitoraggio della traiettoria in tempo reale**

continua

NORME E REGOLAMENTI

Cooperazioni e opportunità

- **Sostegno governativo alla cooperazione Italia-USA nel settore per progetti condivisi**
- **Iniziale utilizzazione di vettori di operatori statunitensi con *wet lease***
- **Adeguamento della normativa FAA-AST al contesto nazionale (MoC ENAC/FAA del 2014)**
- **Individuazione di uno spazioporto**

INFRASTRUTTURE

Spaziporto: requisiti

- **Collocazione geografica, fattori climatici, densità abitativa**
- **Aree segregabili per le operazioni**
- **Spazi per le strutture logistiche e di manutenzione**
- **Accessibilità, mobilità, collegamenti di superficie**
- **Valutazione impatto ambientale**
- **Definizione delle procedure di sicurezza del sito e dell'area**

INFRASTRUTTURE



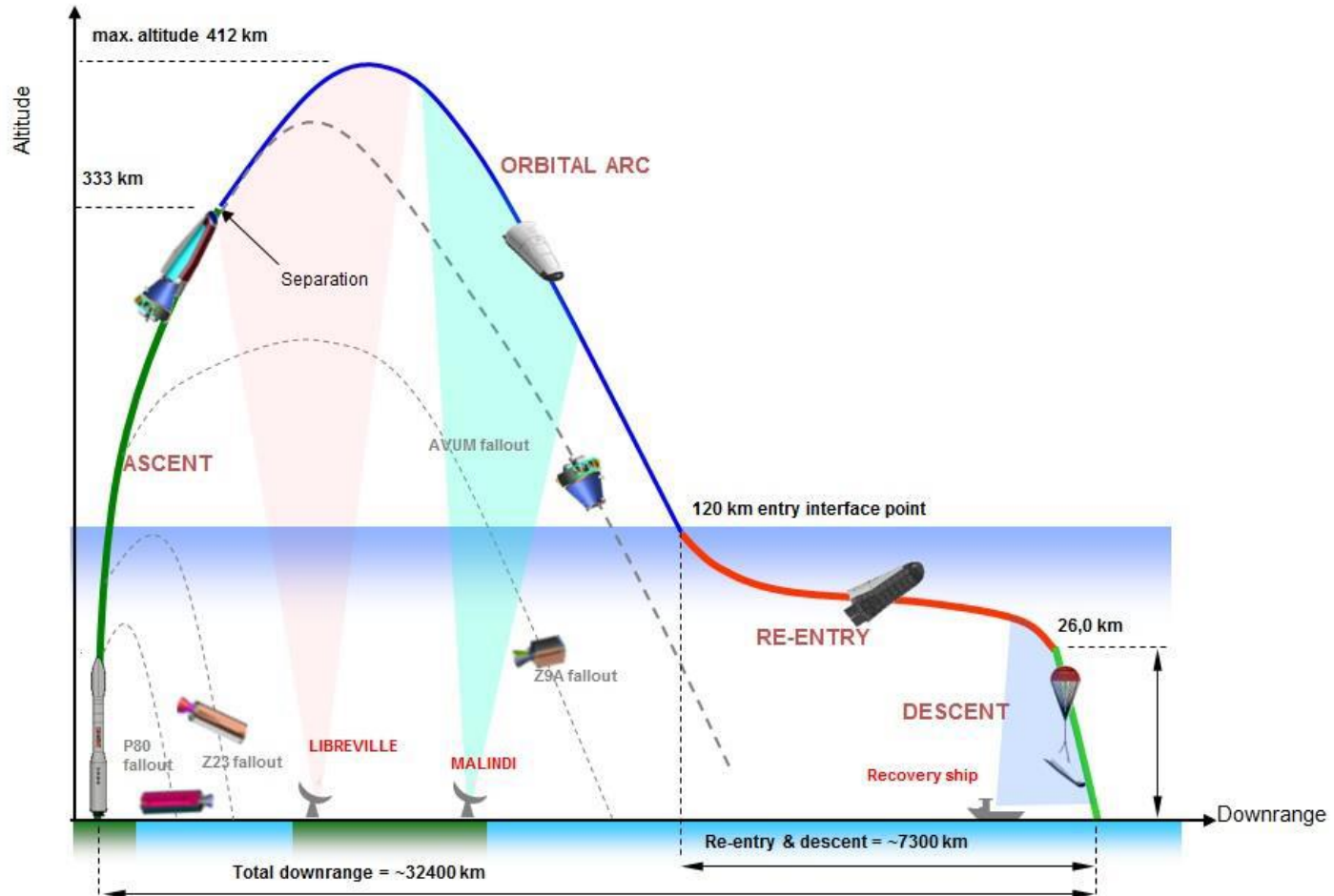
Il vantaggio della linea di costa

INFRASTRUTTURE

Il segmento di terra

- **Stazioni di terra**
- **Centro di controllo**
- **Collegamenti enti a terra**
- **Infrastrutture di supporto per le operazioni**

INFRASTRUTTURE



Il segmento di terra della missione IXV

INFRASTRUTTURE

Uno studio in corso

“Implementation of a licensing process for an Italian commercial spaceport adopting the Federal Aviation Administration procedure”

Al fine di acquisire conoscenze sulla complessità, norme, procedure, costi, impatto ambientale ed atti concreti necessari alla messa in opera di uno spazioporto

COLLOCAZIONE DELL'ITALIA

Considerazioni

Cooperazione europea

- **L'Italia è presente con ruolo di rilievo nei più importanti programmi ESA, spesso in posizione di leader**
- **La maggioranza dei progetti riguardano accesso allo spazio e rientro ed in parte il volo ipersonico controllato**
- **Non abbiamo progetti nazionali dedicati**

COLLOCAZIONE DELL'ITALIA

Considerazioni

Opzioni di impiego:

- L'evoluzione del quadro internazionale in corso fa ritenere possibile lo sviluppo di sistemi ipersonici già a medio termine
- L'introduzione di vettori ipersonici (velivoli e missili) appare destabilizzante per gli equilibri geostrategici
- La sicurezza nazionale richiede valutazione dei rischi ed acquisizione di capacità
- Prospettive commerciali favoriscono i piccoli velivoli ipersonici

/continua

COLLOCAZIONE DELL'ITALIA

Considerazioni

- **Ricerca e sperimentazione possono beneficiare di tale disponibilità**
- **Tecnologie abilitanti: l'Italia ha solide basi, conoscenze e competenze di alto livello**
- **Ottima la produzione scientifica, quasi assente quella brevettuale**
- **Necessaria la creazione di norme idonee per sostenere voli suborbitali sin dalla fase di sperimentazione**
- **Cooperazioni internazionali facilitano lo sviluppo delle norme e delle attività**
- **Individuazione di spazioporti concorrono alla loro definizione**

Lineamenti di una roadmap

- **Il PNR già pone la ricerca aerospaziale in priorità: occorre uno sforzo supplementare ed il riorientamento di almeno parte delle risorse verso le tecnologie di alta importanza per l'ipersonico**
- **Mantenendo attiva la proficua cooperazione europea ed internazionale attuale, occorre promuovere una maggiore brevettualità nazionale e sostenere attività sperimentali nazionali**
- **Impostare una strategia nazionale mirata alla costruzione di un programma di R&S ipersonico**

/continua

Lineamenti di una roadmap

- **Sostenere la creazione di norme nazionali integrative in tempi contenuti, inizialmente nel contesto delle collaborazioni internazionali, per regolare le attività di voli sub-orbitali, premessa allo sviluppo di attività sperimentali anche di altri paesi sul nostro territorio**
- **In concorso tra enti centrali e territoriali competenti, avviare l'esame per l'individuazione di uno spazioporto e la sua organizzazione per sostenere dette attività sperimentali**
- **Avviare le attività organizzative di supporto (segmento di terra, centro di controllo, etc.)**

Il volo ipersonico tra competizione tecnologica e cooperazione *Il ruolo dell'Italia*

Ringraziamenti ai coordinatori dei sottogruppi:

- **CIRA:** L. Vecchione/S. Di Benedetto
- **SMA:** P.Serra/M. Antonucci
- **DAC/AIDAA:** G. Russo
- **TAS-I:** A. Gammarota/G. Pandolfi (Leaf Space)
- **ENAC:** G. Di Antonio
- **ALTEC:** F. Santoro
- **Esperti com:** V.Argento/P.Plantina/E.Bottone

Il volo ipersonico
tra competizione tecnologica e cooperazione
Il ruolo dell'Italia

Grazie per l'attenzione

ed un invito al:

2nd International Symposium on Hypersonic Flight

Biblioteca Nazionale Centrale di Roma

30 giugno-1 luglio 2016