

# Scenari



**Report per i decisori**

ISSN 2785-3217

**N° 4/2023**

**Luglio**



**MINACCE ALLA SUPPLY CHAIN  
DEI LANCIATORI SPAZIALI**

# Scenari

Report per i decisori

ISSN 2785-3217

N° 4/2023

Luglio

## Minacce alla supply chain dei lanciatori spaziali

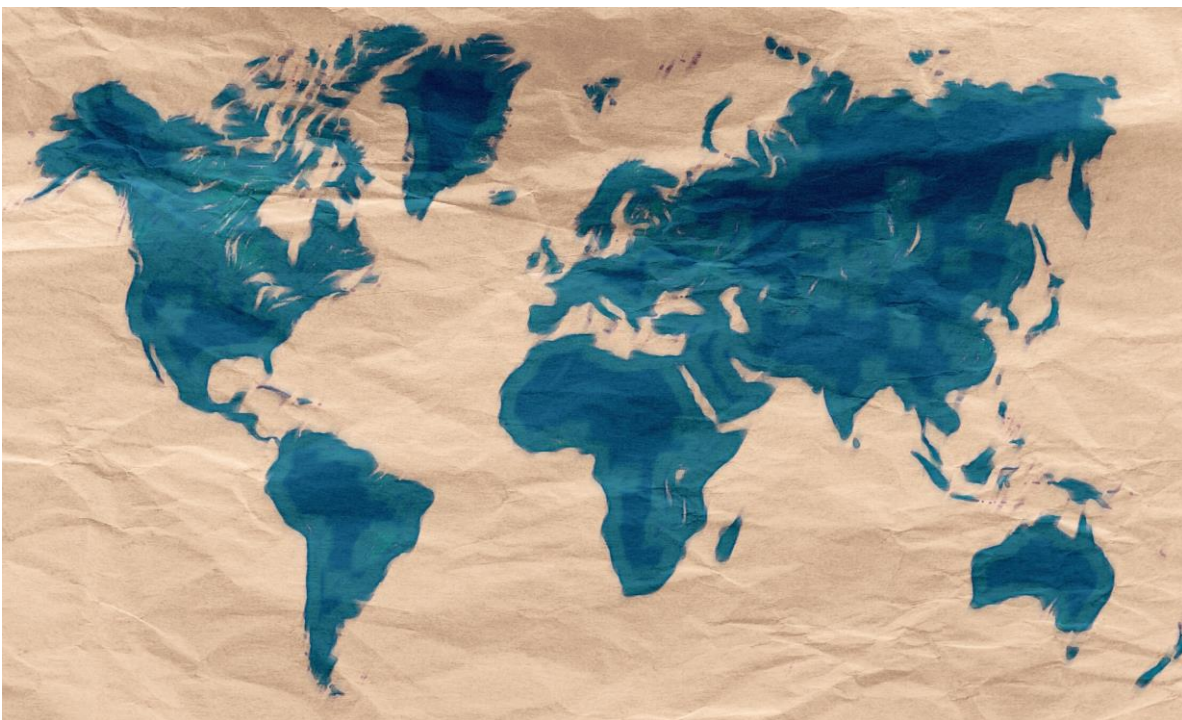
# AMIStaDeS

AMIStaDeS - Fai Amicizia con il Sapere, è un centro studi indipendente fondato nel 2017 a Roma e impegnato nella diffusione della cultura internazionale.

Il centro si occupa di ricerca, divulgazione e formazione sulle tematiche internazionali, con un particolare focus sulla geopolitica e il diritto internazionale.

Eroga corsi di formazione per istituti scolastici, studenti, professionisti e aziende; realizza analisi geopolitiche e report; organizza eventi e conferenze istituzionali e incontri informali di avvicinamento alle materie trattate.

Al momento di questa pubblicazione, fanno parte di AMIStaDeS oltre 50 giovani professionisti tra board direttivo e analisti. Tutti animati dalla stessa sete di conoscenza e condivisione



# Scenari

Scenari è una linea di reportistica rivolta a decisori di diversa natura, quali aziende, istituzioni, ONG e altri enti che operano a livello nazionale e internazionale. L'analisi del presente, unita alla consapevolezza e alla conoscenza del passato e dell'evoluzione di società, relazioni e fenomeni, consente di individuare le ipotesi di contesto più probabili. Scenari è una bussola per orientare i decisori nelle azioni che decideranno di intraprendere. Scenari fornisce prospettive e visioni utilizzando le molteplici sfumature mutate da diversi settori come le scienze sociali, il diritto e la geopolitica. Scenari è uno spettro di possibilità tra cui i decisori potranno scegliere.



# INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b><u>MINACCE ALLA SUPPLY CHAIN DEI LANCIATORI SPAZIALI</u></b>       | <b>4</b>  |
| <b>MINACCE ALLA SUPPLY CHAIN DEI LANCIATORI SPAZIALI</b>              | <b>5</b>  |
| ABSTRACT  | 5         |
| APPROCCIO METODOLOGICO  | 5         |
| ANALISI DI CONTESTO   | 6         |
| 1. ASSET DELLA SUPPLY CHAIN   | 11        |
| 1.1 AZIENDE   | 11        |
| 1.2 LANCIATORI  | 12        |
| 1.3 MATERIE PRIME E COMPONENTI  | 13        |
| 2. MINACCE ALLA SUPPLY CHAIN  | 15        |
| 2.1 RIDUZIONE ESPORTAZIONE MATERIE PRIME E COMPONENTI (1)             | 15        |
| 2.2 RIDUZIONE ESPORTAZIONE CARBURANTE (2)                             | 17        |
| 2.3 ATTACCHI CYBER - SPIONAGGIO INDUSTRIALE (4)                       | 18        |
| 2.4 ATTACCHI CYBER - INTERRUZIONE SUPPLY CHAIN (5)                    | 19        |
| 2.5 CAMBIO PARTNERSHIP (6)  | 20        |
| 2.6 SUPERAMENTO KNOW-HOW TECH (7)                                     | 21        |
| 2.7 ERRORE UMANO E MANOMISSIONE COMPONENTI IN STEP SUPPLY CHAIN (3,8) | 23        |
| 2.8 COMPETIZIONE TRA ALLEATI (9)                                      | 25        |
| 2.9 INSTABILITÀ GEOPOLITICA (10)                                      | 27        |
| 2.10 RIDUZIONE INVESTIMENTI PUBBLICI (11)                             | 29        |
| 2.11 DEGRADAZIONE EXPERTISE, KNOW-HOW E FORMAZIONE (12)               | 30        |
| 3. ANALISI DELLE MINACCE RILEVANTI                                    | 31        |
| ELABORAZIONE DEI DATI   | 37        |
| <b><u>CLASSIFICAZIONE DELLE FONTI</u></b>                             | <b>41</b> |
| <b><u>FONTI</u></b>   | <b>42</b> |
| <b><u>HANNO COLLABORATO A QUESTO NUMERO</u></b>                       | <b>46</b> |

# Minacce alla supply chain dei lanciatori spaziali



# Minacce alla supply chain dei lanciatori spaziali

di Cristiano Fanelli, Gianluca Aurelio, Moras Angelo Orlando e Simonetta Viola

## Abstract

*Il presente report si concentra la rilevanza cruciale della Space Economy per l'Unione Europea (UE), con l'emergere di potenze spaziali assertive che aspirano all'accesso indipendente all'orbita, in cerca di prestigio e autonomia politico-industriale. In questo contesto, l'UE affronta la sfida di conseguire un vantaggio tecnologico-industriale a livello globale, tramite la promozione della resilienza contro le crescenti minacce e il rafforzamento dell'infrastruttura spaziale Europea. Per far fronte a tali sfide, l'UE è chiamata ad adottare una strategia di mitigazione del rischio che includa la diversificazione dei partner fornitori, l'investimento in ricerca e sviluppo di nuovi materiali e tecnologie avanzate, oltre alla promozione di pratiche di riciclo e riutilizzo. Inoltre, la sicurezza informatica deve essere trattata come prioritaria, con un incremento della formazione del personale e una sinergia più stretta tra settore pubblico e privato, al fine di prevenire attacchi cyber. Infine, il report evidenzia come la dipendenza da fornitori extra-continentali e l'instabilità geopolitica possa rappresentare un ostacolo per la capacità di mantenere un accesso indipendente allo spazio.*

*Assicurare la resilienza della supply chain dei vettori di lancio è nevralgico per garantire la competitività dell'UE nel settore spaziale e promuovere la sua leadership nella Space Economy. Solo attraverso un approccio strategico integrato e una cooperazione sinergica sarà possibile affrontare con successo le sfide attuali e costruire un futuro sostenibile e sicuro nello spazio.*

## Approccio metodologico

*Al fine di individuare le minacce più rilevanti, è stato adottato il metodo della **matrice delle minacce**, considerando la natura altamente **diversificata** della catena di approvvigionamento per la progettazione e costruzione di lanciatori spaziali, sia in termini di attività che di attori coinvolti.*

*La criticità di una minaccia è stata modellata mediante la formula  $M = P \times I$ , in cui i componenti moltiplicativi rappresentano la probabilità (P) che un determinato evento possa verificarsi nell'asset di riferimento, e l'impatto dello stesso (I). Questa rappresenta una moltiplicazione tra matrici, e i valori sono stati normalizzati rispetto al valore massimo di criticità per rappresentare tutti gli eventi sulla stessa scala, poi tradotta in indice di colore. È importante sottolineare che questi valori sono relativi e non assoluti, nel contesto descritto.*

*La matrice fornisce una quantificazione delle minacce in esame e, mediante l'uso di colori e parole chiave (**low**, **medium**, **high**), mostra in modo visivo e intuitivo le minacce più impattanti. Sono stati assunti una distribuzione gaussiana e un sottocampione delle minacce più significative e meritevoli di attenzione e monitoraggio. I valori risultanti dalla matrice finale*

sono stati modellati per identificare gli eventi statisticamente più significativi in base al valore di  $M$ , definendo così una soglia di rilevanza: nel caso specifico, rimandiamo alla sezione *Analisi delle minacce rilevanti*.

I valori di  $P$  ed  $I$  sono stati assegnati indipendentemente dagli analisti del team; quindi, ogni valore ha delle valutazioni che sono figlie di un background culturale e formativo differente, così come l'utilizzo delle fonti. Il valore finale riportato nelle matrici è la media di ogni gruppo di valutazioni per ogni minaccia. Per ogni singola minaccia, la distribuzione delle valutazioni ci dà indicazione su i) la presenza di unconscious bias per quella minaccia durante la fase di valutazione e ii) una effettiva instabilità nella valutazione della minaccia; nello specifico, è stata utilizzata la standard deviation ( $\sigma$ ) come indicatore per l'incertezza della valutazione. Nella matrice delle incertezze è riportato l'errore associato, ovvero la  $\sigma$  diviso la radice quadrata del numero di valutazioni (ovvero  $\sqrt{4}$ ), sia per  $P$  che per  $I$ . Infine, essendo misure linearmente indipendenti, abbiamo sommato gli errori riportati in quadratura, che sono quelli riportati nella matrice delle incertezze. Infine, le suddette matrici delle minacce sono state calcolate su due scale temporali, lo stato attuale (status quo a 1 anno) e la proiezione futura (proiezione a 1+4 anni). Prese le minacce i-esime selezionate come più rilevanti, tramite il fitting delle minacce alle due scale temporali, è possibile osservare come le minacce in esame varino nel tempo, ovvero se il loro impatto aumenta, diminuisce o rimane costante. Ciò consente, anche se con un margine di errore non trascurabile, di estrapolare tali tendenze a tempi più lunghi.

---

## Analisi di contesto

### *Supply chain e materie prime*

L'accelerazione europea alla **transizione energetica “verde”**, convalidata dall'introduzione del concetto di “neutralità climatica”, è stata nell'ultimo lustro il principale propulsore per il crescente ricorso a materiali e minerali, comunemente conosciuti come materie prime critiche e terre rare, in grado di tradurre le nuove esigenze di conversione tecnico-industriale sostituendo quelle tecnologie che fino ad oggi operavano grazie ai combustibili fossili. L'invasione dell'Ucraina da parte della Federazione Russa nel 2022 ha posto in risalto il

tema della dipendenza da petrolio e gas in tutta la sua emergenzialità, rendendo quella di sicurezza energetica una priorità strategica dalle ripercussioni chiave in diversi settori industriali. Non è un caso che il ***Critical Raw Materials Act*** adottato dalla Commissione Europea nel 2023 abbia introdotto il concetto di **materie prime strategiche**, oggi da ritenersi nevralgiche per l'adempimento delle linee guida in materia di digitalizzazione, nonché per la salvaguardia dello sforzo comunitario teso all'**autonomia strategica** sullo scacchiere globale.

Un'autonomia che passa anche dalla necessità cross-settoriale di mettere al sicuro le catene del



valore e dell'approvvigionamento di materie prime critiche intra ed extra europee, la cui *disruption* genererebbe un contraccolpo per la capacità delle aziende operanti in settore chiavi, tra cui la **difesa e l'aerospazio**, di mantenere un posizionamento di mercato competitivo rispetto a partner e competitor globali.

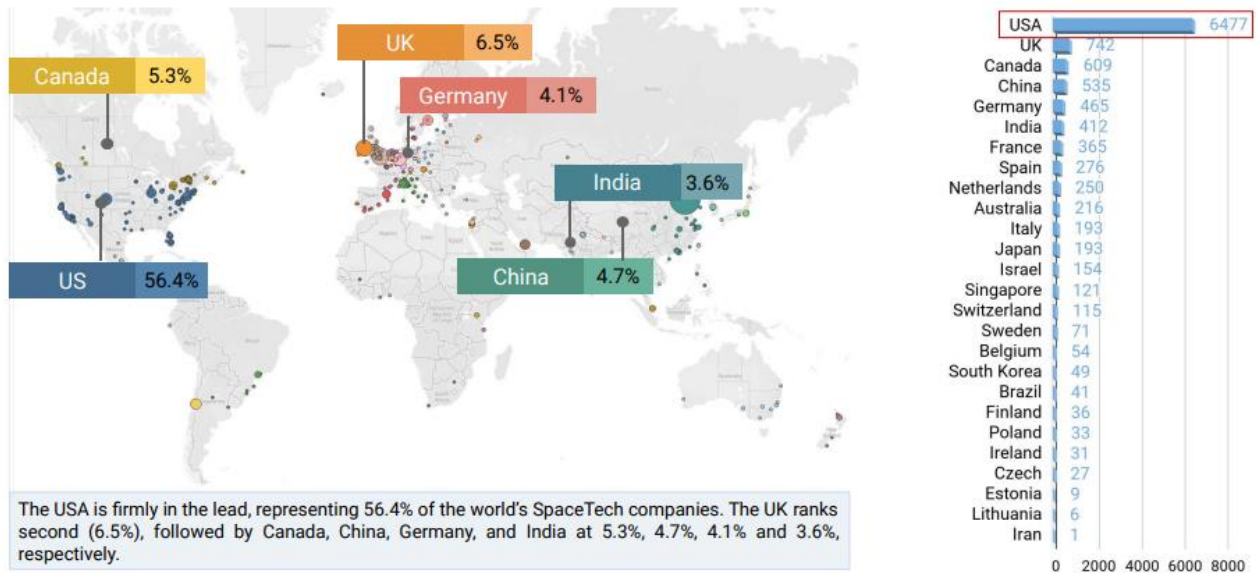
Esempio determinante in questo senso risultano essere i **lanciatori spaziali**, il cui insieme di tecnologie è sottoposto a minacce in tutti i segmenti della catena di approvvigionamento: a cominciare dalle **materie prime** e dai **materiali processati**, per passare ai **componenti** e **materiali assemblati**, e finire con i cosiddetti **super-assemblati** e gli stessi **sistemi**. Tale esposizione aumenta drasticamente la probabilità dell'insorgenza di cosiddetti "colli di bottiglia", che contribuiscono a porre sotto stress le catene di approvvigionamento a tal punto da generare, negli scenari peggiori, vere e proprie interruzioni. Tra i maggiori fattori concorrenti alla vulnerabilità del settore spaziale si annoverano l'alta specificità dei manufatti *hardware* ed il celere ritmo di innovazione tecnologica, connesse alla salvaguardia del *know-how* manifatturiero e all'aggiornamento della ricerca accademica, a loro volta legati ai rigidi standard di *test* e qualifica congeniti all'industria, da aggiungersi alle criticità del mercato europeo in fatto di sinergie pubblico-privato ed economie di scala, su cui per finire insistono la competizione tra *competitor* o alleati e l'instabilità geopolitica globale.

### *Supply chain e lanciatori*

All'interno dello spazio europeo i lanciatori utilizzati per le missioni spaziali sono principalmente due: i Vega prodotti dall'italiana AVIO e gli Ariane, prodotti dall'omonima società francese. Le quattro big del settore (Airbus group, Thales group, Leonardo group e Safran group) forniscono circa il 60% delle capabilities e della forza lavoro nel settore spaziale europeo. La catena di approvvigionamento per i programmi spaziali è altamente **diversificata e complessa**. Il sistema è organizzato con una struttura contrattuale a più livelli, in cui il primitivo appaltatore si occupa di gestire il programma per il cliente mediante l'approvvigionamento e l'integrazione di tutte le parti e i sub-assemblati del sistema (AIT: assembly integration & test).

Numerose forniture intermedie sono fornite da aziende subappaltatrici, che forniscono materiali, componenti, blocchi di costruzione, apparecchiature e sottosistemi. Inoltre, i subappaltatori offrono servizi specifici, come l'ingegneria, i test, la gestione dei progetti, le ricerche di mercato e la consulenza legale, e forniscono anche hardware dedicato per l'integrazione e i test come apparecchiature elettriche e meccaniche di supporto a terra. I dati del 2021 sul mercato globale delle tecnologie spaziali riportati nel report stilato da [Spacetechnics Analytics](#), mostrano come gli USA abbiano il dominio di tale mercato con ben oltre 6k aziende (più del 54% del totale).

## REGIONAL DISTRIBUTION OF THE SPACETECH COMPANIES IN 2021



Distribuzione regionale delle compagnie spacetech nel 2021  
[https://analytics.dkv.global/spacetech/s%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B5tech industry year 2021 overview.pdf](https://analytics.dkv.global/spacetech/s%D1%80%D0%B0%D1%81%D0%B5tech%20industry%20year%2021%20overview.pdf), p.11]

### *Complessità analisi catena di approvvigionamento*

La costruzione di un lanciatore spaziale è un processo complesso che richiede la cooperazione di numerose aziende e organizzazioni. Lo studio della catena di approvvigionamento per questa tipologia di progetti è altrettanto complesso, in quanto implica la gestione di diverse fasi, attività e attori che interagiscono tra loro. La costruzione di un lanciatore spaziale richiede la produzione di una vasta gamma di componenti specializzati e di alta precisione: questi componenti devono essere progettati e costruiti secondo specifiche rigorose, che richiedono un alto livello di competenza tecnica e ingegneristica. Inoltre, i materiali utilizzati nella produzione di questi componenti devono essere altamente resistenti

alle condizioni estreme dell'ambiente spaziale, come la radiazione, le variazioni di temperatura e le sollecitazioni gravitazionali e di accelerazione. L'elevato numero di componenti fa sì che la costruzione di un lanciatore spaziale sia un processo costoso e soprattutto rischioso, poiché il fallimento di un singolo componente può avere conseguenze disastrose per l'intera missione.

Inoltre, la costruzione di un lanciatore richiede la collaborazione di numerose aziende e organizzazioni, ognuna delle quali svolge un ruolo chiave (e quindi potenzialmente critico) nella catena di approvvigionamento, come per esempio le aziende di produzione dei componenti devono collaborare strettamente con i fornitori di servizi di trasporto e logistica per assicurarsi che i componenti siano

consegnati tempestivamente e in modo sicuro alle sedi di produzione del lanciatore spaziale. Essendo i progetti per la costruzione dei lanciatori a lungo termine (diversi anni), questo richiede un impegno che va ben al di là della pura pianificazione, ovvero un'attenta analisi della situazione corrente e una profonda analisi previsionale durante tutte le fasi del progetto.

In questo contesto quindi, lo studio della catena di approvvigionamento per la costruzione di un lanciatore spaziale è necessario quanto complesso, a causa delle numerose fasi, attività e attori coinvolti, delle specifiche rigorose dei componenti e dei materiali utilizzati, della collaborazione tra diverse aziende e organizzazioni, della natura del progetto stesso e dei costi e dei rischi associati alla costruzione di un lanciatore spaziale. Conoscere le catene di approvvigionamento dei lanciatori spaziali e andare a generalizzare i suoi punti critici può essere altrettanto dispendioso in termini di tempo, di risorse economiche e di man-power.

### *Le aziende produttrici*

L'attuale situazione relativa alle aziende che producono o co-producono grazie a delle joint venture materiali ed applicazioni per i lanciatori europei (come prima citato, Vega e Ariane) è alquanto variegata. Infatti, quella del Vega si può specificare come una **produzione principalmente italiana**, mentre per quanto riguarda l'Ariane le aziende che contribuiscono alla realizzazione sono principalmente di nazionalità europea. Ricoprono particolare importanza le aziende che si occupano della struttura dell'AVUM+ soprattutto se contestualizzate nel quadro geopolitico europeo di riferimento. Infatti, proprio a causa del conflitto russo-ucraino i lanciatori hanno subito ritardi che hanno generato delle problematiche note. Il processo di supply chain, in questo modo, è stato interessato da processi di riadattamento sia per quanto riguarda la gestione delle forniture delle componentistiche che alla gestione dei servizi connessi.

In un panorama che raggruppa per ogni lanciatore una ventina di aziende che si occupano singolarmente della fornitura di componenti o servizi minacce di varie tipologie, come quella **geopolitica** o quella **cyber**, diventano un fattore di rischio non trascurabile e da tenere in considerazione. Le aziende ed i fornitori presi in analisi hanno evidenziato la completa matrice europeista degli investimenti, fatta eccezione per i recenti risvolti che hanno visto l'Unione Europea richiedere l'appoggio

anche ad aziende e fornitori extra UE ai fini di garantire una più stabile supply chain. Occorre, inoltre, specificare come per il lanciatore Vega C le fasi di produzione, integration e testing sono completamente gestite da un'azienda italiana che basa il proprio lavoro su componentistica generata da aziende europee. L'attuale panorama, quindi, sottolinea come la stabilità della supply chain nella produzione di lanciatori come il Vega (anche per la variante Vega C) sia indubbiamente connessa alla **stabilità delle singole aziende e dei singoli fornitori** che compongono la catena di produzione. Per questo l'eccellenza italiana che sta sviluppando una nuova generazione di lanciatori interamente in fibra di carbonio necessita di un'analisi relativa alle minacce che potrebbero comportare uno stop o un ritardo nella fornitura della componentistica necessaria per la riuscita delle attività dei lanciatori europei. Questo ragionamento si applica, inoltre, a tutte quelle aziende che forniscono le singole componenti che vanno a costruire e generare gli stage di un lanciatore.

## 1. Asset della supply chain

### 1.1 Aziende

Nel panorama europeo delle aziende produttrici di lanciatori fanno capolino realtà consolidate che da anni forniscono un apporto fondamentale alla supply chain europea, ma anche molte **new entry** rappresentate da **start-up** che entrano nel mercato spaziale tramite la presentazione di **modelli e tecnologie innovative**. Il periodo storico attuale vede quella che viene definita una vera e propria rivoluzione tecnologica che non risparmia il settore spaziale e che investe anche la dimensione europea e nello specifico le aziende che decidono di affacciarsi al cambiamento tecnologico con ritrovato fervore. Per le aziende europee non si tratta solo di una mera battaglia con i competitor statunitensi o cinesi, ma di una vera e propria corsa tecnologica che investe tutti i settori interni alla supply chain.

Il panorama europeo è altresì vasto tanto da vedere l'apporto di parte delle nazioni europee come determinante all'interno del processo di avanzamento tecnologico spaziale. Aziende svizzere che producono dal 2009 le carenature dei lanciatori come Ariane, Vega o sui più piccoli Atlas V vedono ad oggi la sempre crescente necessità di intervenire sulla produzione al fine di metterla in sicurezza dalle minacce esterne. La Svizzera è, altresì, famosa per le aziende che producono le attrezzature per il trasporto di componenti per i lanciatori. Ruolo cardine è

rappresentato anche dalle aziende francesi ed italiane. Per quanto riguarda quest'ultime, infatti, le collaborazioni sono aperte su più fronti congiuntamente con la Germania. E' recente, infatti, l'accordo che vede i tre paesi stringere alleanza al fine di collaborare ad una più larga cooperazione europea per quanto riguarda il mercato dei lanciatori europei, soprattutto in seguito al ritiro dei lanciatori Soyuz da parte della Russia impegnata sul fronte ucraino. Nello specifico, le aziende italiane ad oggi ricoprono un ruolo cardine all'interno della strategia europea tanto da fornire, ad esempio, sul Vega le seguenti componenti: le fasi di integration e testing per AVUM, P120C e per il P80, le fasi di production, integration e testing per lo ZEFIRO-9, ZEFIRO 40 e lo ZEFIRO-23.

In questo contesto l'Italia diventa un giocatore fondamentale in quella che è identificata come la **sicurezza spaziale** degli stessi lanciatori che vengono gestiti sia a distanza che sul campo da veri e propri team di sicurezza, anche cibernetica, italiana. Non mancano aziende tedesche che si occupano dei propulsori dei lanciatori o aziende francesi specializzate nella fornitura di batterie, dei radar trasponder o dei sistemi di navigazione. E ancora la telemetria e le unità multifunzioni (MFU) sono assegnate ad aziende spagnole che ne guidano gli avanzamenti tecnologici. Ad oggi il panorama delle aziende aerospaziali che si occupano dei singoli stadi dei lanciatori europei è oltremodo variegato.

## 1.2 Lanciatori

L'industria spaziale Europea mantiene una posizione strategica e competitiva in diverse aree, tra le quali troviamo l'industria dei lanciatori, con il 15% del mercato globale e profitti di oltre €10.6 miliardi nell'ultimo decennio. Nonostante ciò, specialmente in questo settore stanno avanzando rapidamente nuovi Stati interessati alla corsa allo spazio, tra cui **Cina** ed **India**. L'UE ha stilato lo *Space Programme Regulation for 2021-2027* che definisce gli obiettivi che intende perseguire in ambito spaziale, tra cui **Galileo**, **Copernicus** e **EGNOS**. Per portare avanti questi progetti è facile capire quanto sia fondamentale mantenere un'autonomia strategica nella produzione dei lanciatori, mezzi senza i quali non sarebbe possibile portare satelliti ed altri dispositivi in orbita.<sup>1</sup>

I lanciatori ad oggi utilizzati in Europa sono quelli prodotti dalla francese Arianespace e dall'italiana Avio: l'Ariane 5 e il nuovo Vega C. Entrambi i lanciatori vengono utilizzati per il lancio di diverse tipologie di satelliti, con una capacità di payload che varia dalle 2-3 tonnellate del Vega C, alle 10-20 tonnellate dell'Ariane 5.

Il Vega C è formato da un corpo singolo a quattro stadi: il primo stadio è il P120C, un nuovo motore a propellente solido che

garantisce un aumento delle performance e una riduzione dei costi; il secondo stadio è lo Z40, il terzo stadio è lo Z9, che offre un tempo di combustione di circa 120 secondi, e il quarto stadio è l'AVUM+, responsabile del posizionamento orbitale e del controllo dell'altitudine. I primi tre stadi sono costituiti da materiali compositi e utilizzano propellente solido HTPB. Il quarto stadio AVUM+ utilizza propellente liquido N2O4/UDMH.<sup>2</sup>

Il lanciatore Ariane 5 è stato il punto di riferimento mondiale per il lancio di carichi pesanti (ultimo volo: luglio 2023) ed è composto da soli due stadi le cui componenti variano a seconda della versione del lanciatore. Entrambi i lanciatori made in EU, però, hanno uno svantaggio competitivo dato dall'avanzamento tecnologico di altri competitor, come l'americana SpaceX con il suo Falcon 9. Infatti, a differenza dell'Ariane e del Vega, quest'ultimo è un razzo riutilizzabile, il che consente una riduzione dei costi previsti per i lanci, oltre a quelli per la produzione stessa.

Nonostante diverse soluzioni stiano nascendo grazie anche ai fondi stanziati dall'ESA, al momento l'Europa dipende ancora troppo da altri paesi per il delivery dei propri satelliti in orbita: **nel 2022 sono stati effettuati 1796 lanci da parte degli USA contro i 35 dei diversi Stati europei.**<sup>3</sup>

<sup>1</sup> [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/695483/IPOL\\_STU\(2021\)695483\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/695483/IPOL_STU(2021)695483_EN.pdf)

<sup>2</sup> <https://www.arianespace.com/vehicle/vega-c/in-depth-vega-c/>

<sup>3</sup> <https://ourworldindata.org/grapher/yearly-number-of-objects-launched-into-outer-space?country=USA~RUS~CHN~ESP~BEL~AUT~DEU~FRA~FIN~EST~ITA~CHE~SWE~POL~PRT>

### 1.3 Materie Prime e Componenti

Come evidenziato dal **Critical Raw Materials Act** adottato dalla Commissione Europea nel 2023 quello dell'approvvigionamento delle materie prime risulta tra i segmenti sistematicamente critici per la catena del valore dei lanciatori spaziali. Diverse tendenze e fenomeni, di carattere recente o meno, contribuiscono ad incrementare il tasso di **fragilità delle rotte di approvvigionamento globali**. Alla pandemia globale del 2020 ha fatto seguito lo scoppio del conflitto russo-ucraino, a cui si somma il generale mutamento dell'ordine globale in una direzione multipolare, con effetti che inevitabilmente contribuiscono a ricalibrare la domanda e l'offerta di *commodities* chiave per la competitività di imprese e governi, inficiando l'affidabilità di mercati e delle partnership esistenti per il commercio di materie prime critiche, a livello B2B e G2G.

Il settore spaziale da questo punto di vista può essere considerato come paradigma per misurare come le ripercussioni di tali sfide siano in grado di alterare le due dimensioni chiave della proiezione spaziale europea: la capacità, sotto il profilo hardware e software, e l'autonomia, da un punto di vista tecnico e politico.<sup>4</sup>

Per assicurare che la seconda prerogativa sia mantenuta (oggi di appannaggio di un limitato numero di attori nell'arena globale – Cina, Corea del Nord, Corea del Sud, Francia, Giappone,

India, Iran, Israele, Italia, Russia, Stati Uniti)<sup>5</sup>, occorre agire sulla cosiddetta **resilienza della catena del valore**.

L'interezza di componenti, assemblati e sottosistemi necessari all'assemblaggio dei lanciatori spaziali devono essere forniti con continuità, venendo sottoposti ai più rigidi standard di controllo qualità e sicurezza.

Del resto, l'alta specificità dei materiali unita all'avanguardia delle tecnologie e capacità manifatturiere impiegate rende i lanciatori particolarmente vulnerabili al rischio di una lenta sostituzione dei segmenti più critici della catena, specialmente nel caso di esito negativo dei controlli di qualità e *testing*, ed all'attrazione competitiva che altri settori industriali più convenzionali esercitano in materia di finanziamenti e approvvigionamenti.

Al contrario, fattori di garanzia sono rappresentati dalla predisposizione a pagare prezzi più alti per assicurare la continuità di approvvigionamento di materie prime critiche, nonché la disponibilità ad accumulare riserve strategiche, raramente possibile in settori manifatturieri a vocazione produttiva di massa.

Tra le materie prime da considerarsi oggi fondamentali alla sicurezza della catena di valore dei lanciatori spaziali si distinguono le materie prime il cui approvvigionamento risulta generalmente critico per il mercato europeo (denominate di seguito come “**critiche**”), e quelle il cui approvvigionamento risulta critico

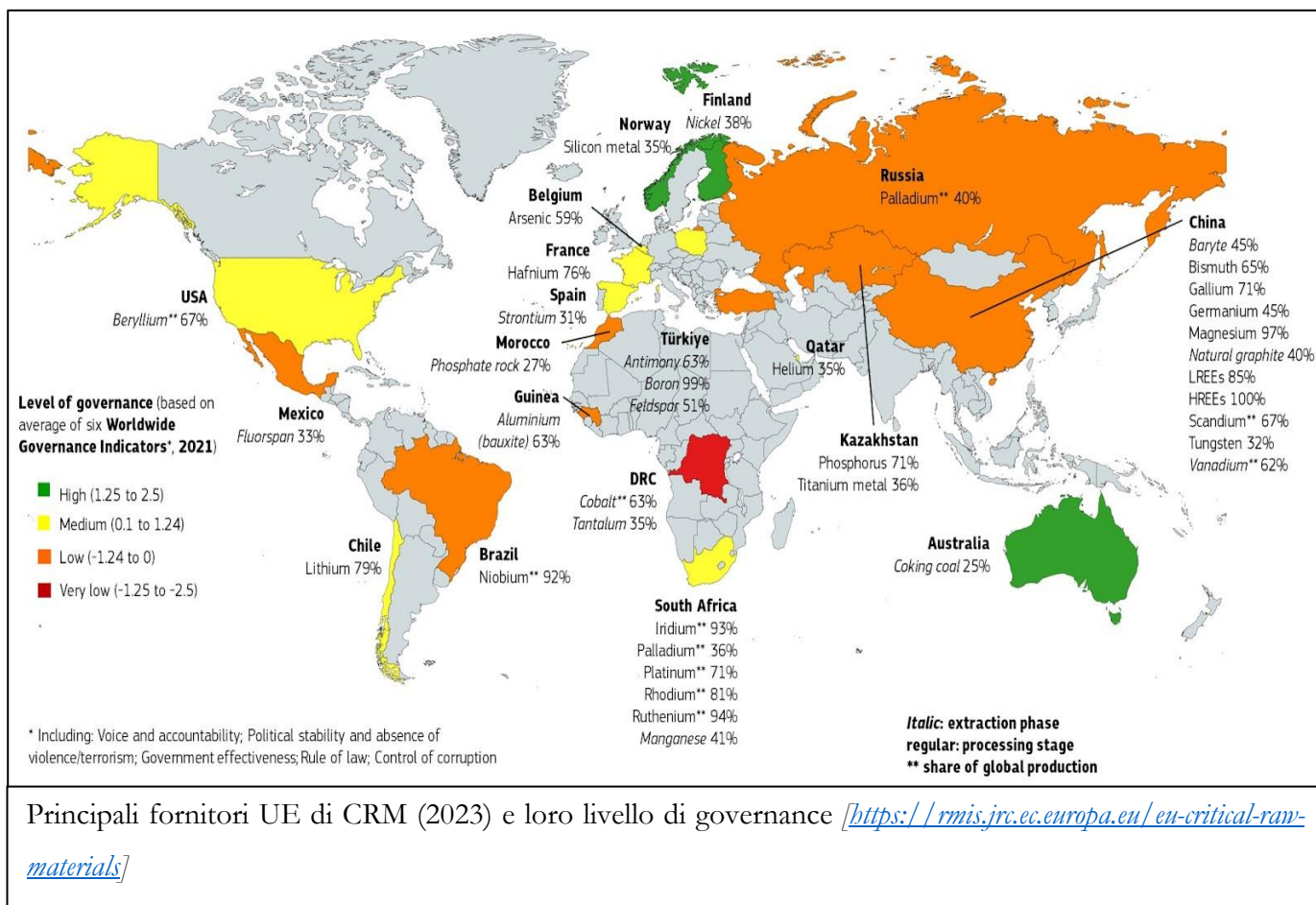
<sup>4</sup> [Emerging Spacefaring Nations \(espi.or.at\)](https://www.espi.or.at/)

<sup>5</sup> [190115-F-NV711-0002.PDF \(defense.gov\)](https://www.defense.gov/policy/190115-F-NV711-0002.PDF)

per il settore spaziale *tout court* (denominate di seguito come “**strategiche**”).

1. Tra le prime vanno incluse: gallio, magnesio metallico, elementi generali di terre rare (REE) impiegati nei magneti (e.g., neodimio, disprosio), boro, metalli del gruppo del platino, litio, bismuto, germanio, cobalto, titanio metallico, silicio metallico, tungsteno, manganese, nichel, rame.

2. Tra le seconde vanno incluse: elementi delle terre rare pesanti, niobio, elementi delle terre rare leggere, fosforo, scandio, vanadio, antimonio, berillio, arsenico, afnio, barite, tantalio, alluminio, elio, fluorite.





## 2. Minacce alla Supply Chain

| Valutazione minaccia | Status quo | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|------------|---------------------|
| Materie prime        | MEDIO-ALTA | MEDIA               |
| Componenti           | MEDIA      | MEDIO-ALTA          |
| Grado di incertezza  | MEDIO      | MEDIO-BASSA         |

### 2.1 Riduzione esportazione materie prime e componenti (1)

La minaccia di **riduzione delle materie prime critiche** rappresenta oggi un anello di sostanziale **fragilità** per la catena di approvvigionamento spaziale. I segmenti più vulnerabili dell'intera catena interessano infatti proprio l'estrazione di materie prime e la successiva produzione di materiali processati, che in entrambi i casi costituiscono le fasi dell'approvvigionamento geograficamente più remote. La distanza geografica che intercorre tra i paesi esportatori e importatori, nonché le fasi che intercorrono tra l'estrazione delle materie prime critiche e l'assemblaggio finale dei sistemi, si traduce in un generale *deficit* di controllo sulla catena di fornitura. In questo senso, un'alta esposizione comporta una considerevole volubilità dettata da shock di carattere geopolitico o fluttuazioni macroeconomiche di domanda-offerta.

Lo studio testimonia come le **leghe metalliche** (verso cui vengono destinati la gran parte delle **materie prime critiche** – e.g. alluminio e titanio), i compositi e materiali ceramici avanzati, i magneti semipermanenti (per cui sono indispensabili le terre rare – e.g. samario e

disprosio), i vetri e ceramiche, i gas nobili e l'elio siano oggi tra i **materiali processati maggiormente soggetti a colli di bottiglia**.

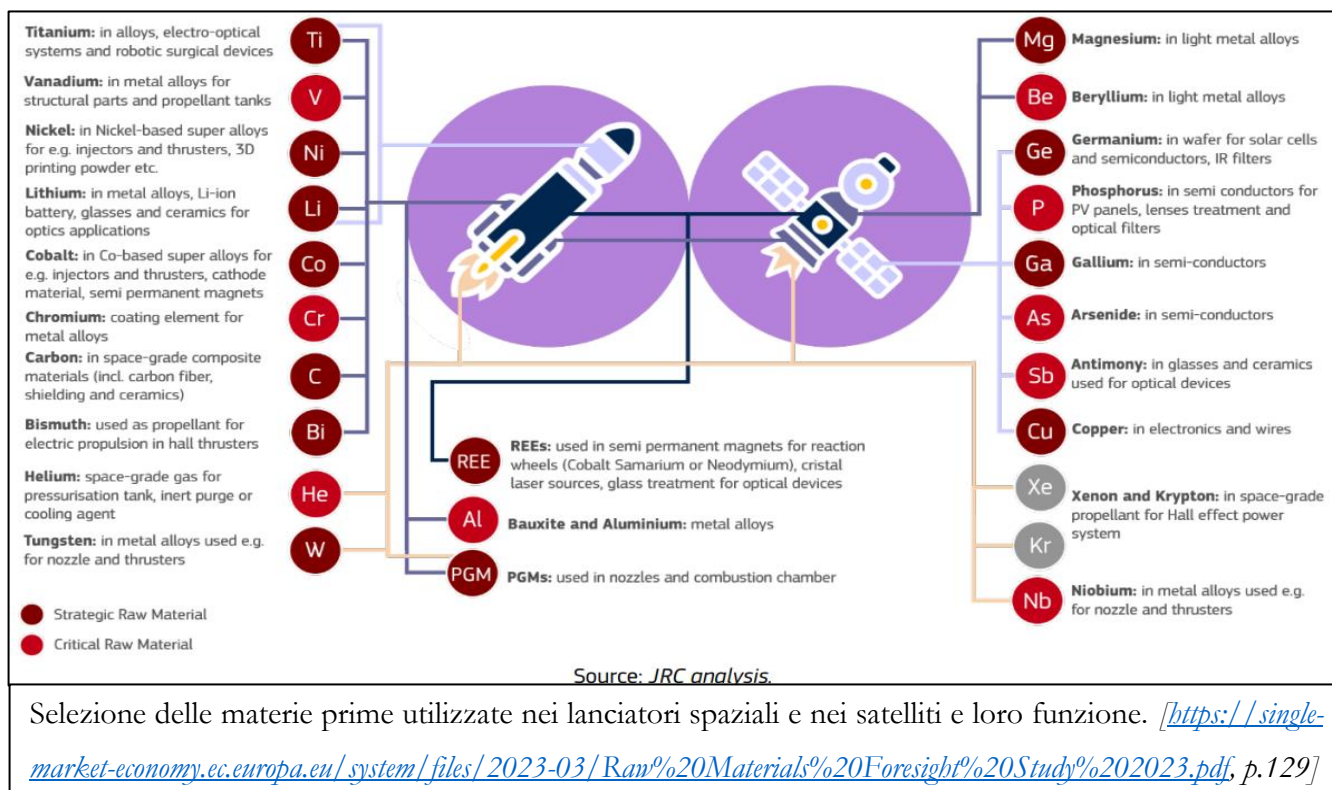
A ciò, si aggiungono poi vulnerabilità sull'approvvigionamento di assemblati come le celle solari per impianti fotovoltaici, semiconduttori utilizzati per applicazioni spaziali, propulsori e componenti relativi al motore, batterie agli ioni di litio, unità giroscopiche e unità di misura inerziale, nei confronti dei quali vi è una dinamica di emancipazione da mercati alleati e ostili. Per concludere, per quanto concerne il segmento finale dei super-assemblati menzione specifica va riservata alle capacità di lancio continentale, che hanno dall'invasione dell'Ucraina del 2022 subito una pesante battuta d'arresto, compromettendo la prerogativa comunitaria di accesso autonomo allo spazio.

Ad aver minato l'autonomia strategica spaziale europea hanno contribuito l'impossibilità di utilizzare il lanciatore di produzione russa Soyuz, che ha generato una riduzione importante dei lanci totali effettuati, i ritardi nella transizione dei vettori Ariane 5 e Ariane 6, e non ultimo il **fallimento del volo VV22 del nuovo Vega C**, frutto di una **falla riconducibile al 'supply**

**chain management**’ “causato dall'eccessiva erosione del materiale composito carbonio-carbonio durante il lancio (ESA, 2023).”<sup>6</sup>

I dati raccolti, che sono compatibili con le risultanze emergenti dalla matrice delle minacce, consentono di delineare un quadro che dipinge un vero e proprio trend ricorrente, laddove la vulnerabilità risulta essere inversamente proporzionale all'andamento del ciclo di produzione dei lanciatori spaziali. Se i primi segmenti della catena produttiva appaiono più vulnerabili, in virtù di alti valori di impatto e probabilità provocati da una riduzione dell'esportazione di materie prime, man mano che vengono interessati i segmenti successivi dei componenti, degli assemblati e dei super-assemblati, si sconta un'opacità minore e la

dipendenza da fornitori extra-continentali si affievolisce notevolmente. Tale dinamica, che è intrinseca alla natura stessa europea di forza manifatturiera e potenza spaziale globale nel design e integrazione di sistemi spaziali nonché alla maggiore suscettibilità alla minaccia in suolo extra-europeo, spiega la generale riduzione del rischio nella catena del valore all'avvicinarsi dell'assemblaggio finale del lanciatore spaziale (fatta eccezione per lo status quo, che presenta forti criticità dovute alla congiuntura geopolitica anche nel segmento produttivo conclusivo).



<sup>6</sup> Raw Materials Foresight Study 2023.pdf (europa.eu)

| Valutazione minaccia | Status quo  | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|-------------|---------------------|
| Materie prime        | MEDIO-BASSA | MEDIO-BASSA         |
| Componenti           | BASSA       | MEDIO-BASSA         |
| Grado di incertezza  | MEDIO-ALTA  | MEDIO-ALTA          |

## 2.2 Riduzione esportazione carburante (2)

Un fattore che incide significativamente sui lanciatori è la **potenza data dal propellente che brucia**. Ad oggi vengono utilizzati principalmente due tipologie di propellenti: **solido** e **liquido**.

Nel caso del Vega C e dei booster dell'Ariane 6, viene utilizzato il P120C, un motore a propellente solido. Mentre in altri casi, come nello stadio principale dell'Ariane 6, l'americano Falcon 9 e nel prossimo lanciatore riutilizzabile europeo, il Themis, è previsto l'utilizzo di propellente liquido. Le due tipologie di propellente hanno distinte caratteristiche tecniche e il loro utilizzo varia anche in base allo scopo del lancio.

I **propellenti solidi** sono **tendenzialmente più economici** grazie alla loro relativa semplicità di produzione e richiedono meno infrastrutture e attrezzature specializzate. Inoltre, possono essere **immagazzinati per tempi lunghi** mantenendo le stesse prestazioni iniziali.

Tuttavia, i **propellenti liquidi**, pur necessitando di maggiori accortezze a livello di stoccaggio e di serbatoi e sistemi di gestione più complessi,

permettono una **maggiore flessibilità operativa** e la possibilità di ottimizzare le prestazioni, **abbattendo** parte dei **costi di lancio** e applicativi. Ponendo un occhio al futuro, **sempre maggiore sarà l'applicazione di razzi riutilizzabili** e in questo caso il propellente più adatto è quello liquido: questo, infatti, permette di avere razzi con serbatoi che possono essere riforniti e riutilizzati.

Un esempio è il razzo Zhuque-2, dell'azienda cinese Landscape, che è riuscito a raggiungere l'orbita alimentato da un propellente liquido a metano-ossigeno, il primo al mondo con questa tipologia di alimentazione, ritenuta meno inquinante, più sicura, più economica e un propellente adatto a un razzo riutilizzabile. La Cina è così riuscita a raggiungere un traguardo che la posiziona in vantaggio rispetto all'America, superando SpaceX e Blue Origin.<sup>7</sup>

Dunque, dato l'allargarsi di protagonisti in gioco nella corsa allo spazio, a cui si aggiunge anche l'India, diventa importante riuscire a guardare strategicamente alle fonti di approvvigionamento delle materie prime necessarie alla produzione dei propellenti, siano essi solidi, ma soprattutto quelli liquidi.

<sup>7</sup> [China beats rivals to successfully launch first methane-liquid rocket | Reuters](#)

| Valutazione minaccia | Status quo | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|------------|---------------------|
| Materie prime        | MEDIO-ALTA | ALTA                |
| Componenti           | MEDIO-ALTA | ALTA                |
| Grado di incertezza  | MEDIA      | MEDIO-ALTA          |

### 2.3 Attacchi cyber - spionaggio industriale (4)

Lo **spionaggio industriale** in ambito **aerospaziale** ha una storia tanto antica quanto travagliata. Nello scenario attuale questo tipo di minaccia ha visto una sorta di ricalibratura verso quello che può definirsi un avanzamento tecnologico della suddetta minaccia. Infatti, ad oggi lo spionaggio industriale è diventato particolarmente pericoloso a causa degli scenari cyber su cui si fonda. Con mezzi via via più sofisticati e grazie all'ingaggio di gruppi di hacker state-sponsored (quindi grazie ad un'elevata liquidità monetaria) la minaccia cyber è diventata sempre più pressante per il sistema spaziale.

Secondo il rapporto annuale di Thales sulle minacce informatiche<sup>8</sup>, il **75% dei dati salvati in cloud è a rischio attacco cyber** rendendo così uno dei principali strumenti informatici dell'outer space uno dei principali obiettivi da parte di attori dello spionaggio industriale. Ad esempio, proprio all'inizio del conflitto russo-ucraino si è verificato un cospicuo aumento di attacchi cyber che hanno avuto come target proprio il settore dei lanciatori aerospaziali al

fine di rallentare le operazioni di avanzamento tecnologico necessarie per le aziende europee.

Lo spionaggio cyber industriale in un mondo che si avvia ad un'ulteriore polarizzazione delle forze scese in campo diventa uno degli strumenti principali per rallentare la corsa allo spazio e alle tecnologie più avanzate. E' per queste motivazioni che hacker state-sponsored guidati, oltre che dal fattore economico, da una forte componente nazionalistica si affacciano sempre di più sul panorama delle minacce cibernetiche.

<sup>8</sup> 2023 Data Threat Report, Perspectives and pathways to sovereignty and transformation (Global Edition), Thales Group, 2023.

| Valutazione minaccia | Status quo | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|------------|---------------------|
| Materie prime        | MEDIO-ALTA | MEDIO-ALTA          |
| Componenti           | MEDIO-ALTA | ALTA                |
| Grado di incertezza  | MEDIA      | MEDIO-ALTA          |

## 2.4 Attacchi cyber - Interruzione Supply chain (5)

La **supply chain** in questione, a causa della **forte capillarità dei suoi processi**, diventa ogni giorno di più uno dei **target preferiti degli attacchi cyber**. Il panorama europeo risulta ancora impreparato per affrontare quella che ad oggi si può definire come un'emergenza da dover sanare necessariamente. Una **vulnerabilità** particolarmente pericolosa si aggancia proprio al processo di supply chain: la **perdita di software** o della **strumentazione connessa a diverse componenti** utilizzate da più attori può diventare un vero e proprio evento catastrofico non solo per le aziende coinvolte, ma anche e soprattutto per le Nazioni e le Agenzie che fanno inevitabilmente parte del processo.<sup>9</sup> **Attacchi DoS e DDoS**, ma anche interruzioni dei servizi attraverso i vituperati **Jammer** rischiano di vanificare gli sforzi degli attori impegnati a difendere la cyber sicurezza europea. Secondo il report annuale di Thales sulle minacce informatiche,<sup>10</sup> **solo il 49% delle aziende avrebbe un piano di prevenzione**

**degli attacchi ransomware**. Questo dato particolarmente allarmante fornisce un chiaro quadro di come più della metà delle aziende si troverebbe a prestare un fianco scoperto all'attacco cyber al fine di interrompere anche solo momentaneamente la supply chain sui lanciatori spaziali.

L'interruzione della supply chain spaziale è già di per sé una minaccia particolarmente sentita dalle aziende spaziali. Tuttavia, a questo si aggiunge il continuo miglioramento tecnologico che ha portato negli anni ad una vera e propria economia degli attacchi informatici. La minaccia di un cyber attacco ad un sistema così capillare e dipendente da fattori e da aziende di nazioni diverse è oltremodo presente, oggi più di ieri.

<sup>9</sup> <https://www.cigionline.org/articles/responding-to-the-cybersecurity-challenges-of-the-new-space-environment/>

<sup>10</sup> 2023 Data Threat Report, Perspectives and pathways to sovereignty and transformation (Global Edition), Thales Group, 2023.

| Valutazione minaccia | Status quo | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|------------|---------------------|
| Materie prime        | BASSA      | BASSA               |
| Componenti           | BASSA      | BASSA               |
| Grado di incertezza  | BASSA      | MEDIO-BASSA         |

## 2.5 Cambio Partnership (6)

La minaccia del cambio di *partnership* è stata analizzata con particolare riferimento alle ricadute che tale fenomeno può suscitare per l'asset dei componenti. Se è vero che l'abilità a stringere *partnership* commerciali con aziende e governi afferenti ai paesi esportatori di materie prime risulta ancora determinante per i consorzi di aziende del settore spaziale, è il segmento della componentistica a presentare maggiori vulnerabilità dettate dalla potenziale alterazione nella partecipazione ai programmi di *procurement* spaziale.<sup>11</sup> In un settore ad alta specificità tecnologica come quello dei lanciatori, caratterizzato da ingenti investimenti in ricerca e sviluppo di provenienza statale ma comunque azionati in un **perimetro competitivo di libero mercato**, le aziende parte della catena di approvvigionamento si trovano esposte alla minaccia di cambio di partnership a causa di **fattori di carattere tecnico-programmatico, finanziario o squisitamente politico**, intrinseci o meno al mercato comunitario.<sup>12</sup> Tale dinamica può tradursi in un rischio con riverberi sull'intera catena del valore se coinvolge fornitori o subfornitori che offrono prodotti a **scarso**

**indice di sostituzione** (di cui è un esempio la prima azienda europea che produce chip programmabili qualificati per lo spazio – noti come FPGA).<sup>13</sup> Di norma le criticità maggiori emergono in presenza di **meccanismi di cooperazione interstatale tra aziende europee ed extracomunitarie**, come dimostrato dall'interruzione dell'approvvigionamento di assemblati chiave postuma allo scoppio del conflitto russo-ucraino. Tra questi vanno annoverati i motori di progettazione e sviluppo ucraino dello stadio superiore AVUM del lanciatore europeo Vega (Avio), piuttosto che lo stesso lanciatore russo di classe media Soyuz.<sup>14</sup> Ulteriori criticità, anche se limitate per impatto e frequenza, potrebbero poi emergere in seno a programmi esclusivamente europei. Sebbene tale minaccia sia potenzialmente pregiudicante per macro-attori come Avio e Ariane, che potrebbero essere indotti a valutare **riassestamenti strategici** a causa di **disruption tecnico-operative** come un incremento nel *failing ratio* di lanci orbitali, viene attualmente giudicata di bassa entità in virtù dell'architettura di governance spaziale volto a tutelare i campioni nazionali dell'industria europea.

<sup>11</sup> [Partnership e investimenti. La strada per lo spazio italiano secondo Mulè \(formiche.net\)](#)

<sup>12</sup> [Ricerca Leone AQ-SMM-07.pdf \(difesa.it\)](#)

<sup>13</sup> [Raw Materials Foresight Study 2023.pdf \(europa.eu\)](#)

<sup>14</sup> [How the war in Ukraine is affecting space activities \(oecd.org\)](#)

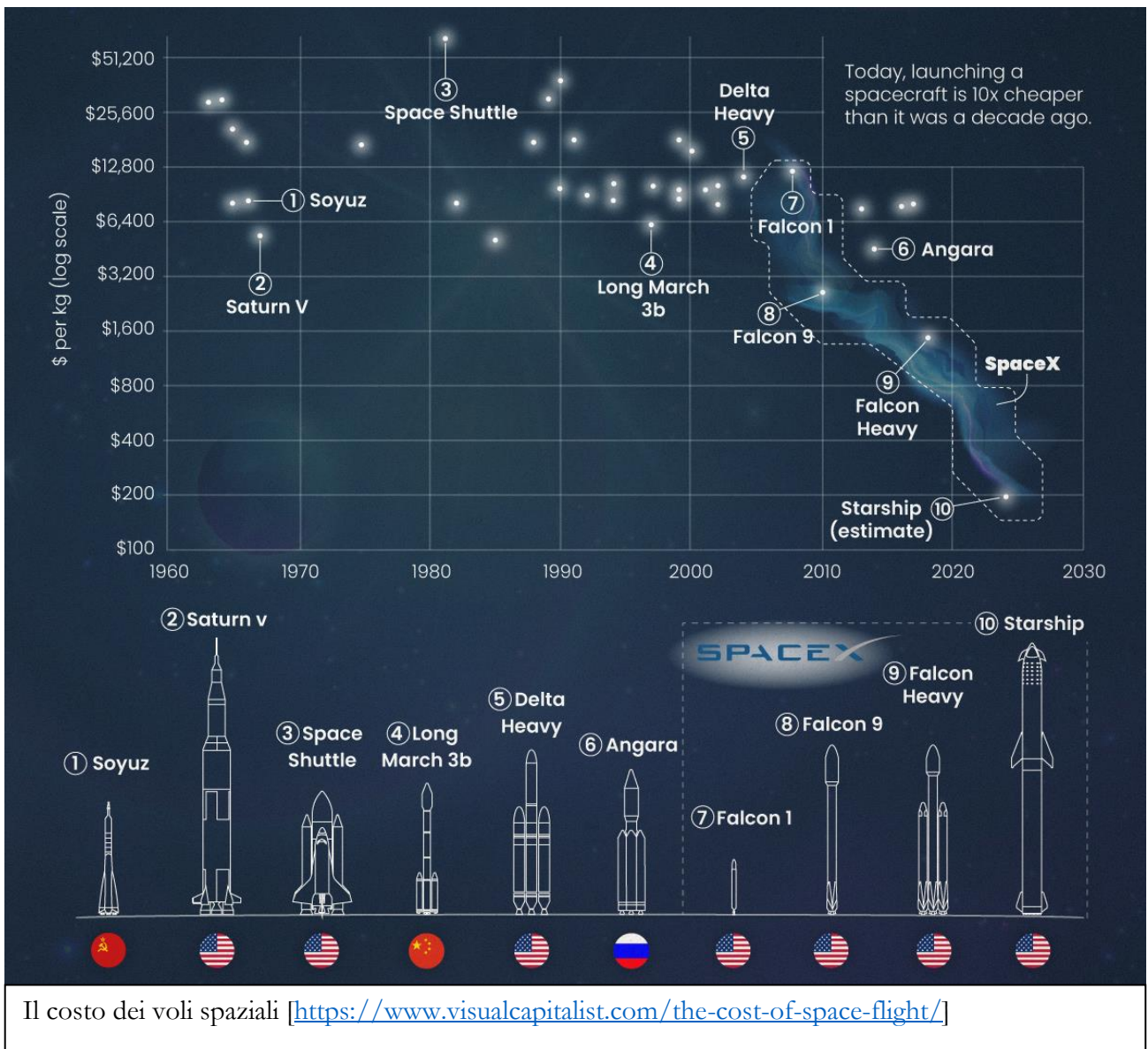
| Valutazione minaccia | Status quo  | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|-------------|---------------------|
| Materie prime        | BASSA       | MEDIO-BASSA         |
| Componenti           | BASSA       | MEDIO-BASSA         |
| Grado di incertezza  | MEDIO-BASSA | MEDIO-ALTA          |

## 2.6 Superamento know-how tech (7)

L'**industria spaziale** si caratterizza per la sua **componente tecnologica predominante**. Negli ultimi due decenni, le **innovazioni tecnologiche** nel campo dei lanciatori spaziali hanno ricoperto un **ruolo cruciale nella determinazione dei finanziamenti** destinati a questo settore. Ciò è dovuto principalmente al fatto che uno dei **principali ostacoli per le attività spaziali è il costo elevato di lancio in orbita dei satelliti**, che, prima dell'introduzione della tecnologia dei vettori riutilizzabili da parte di SpaceX, era di circa 10.000 dollari per chilogrammo. Con l'avvento di SpaceX, il costo si è ridotto a circa 1/10.

In generale, il concetto di "superamento del know-how tecnologico" nel contesto dei vettori di lancio spaziali si riferisce allo **sviluppo di nuovi motori a propulsione** più efficienti, alla **scoperta di materiali leggeri e resistenti** o di **nuovi tipi di carburante**, all'implementazione di **sistemi avanzati di guida e navigazione**, all'adozione di **metodi di produzione più efficienti** e/o all'applicazione di **nuove tecniche di progettazione**. Un esempio di cambio di paradigma in questo ambito è stato rappresentato dal passaggio di SpaceX dai vettori monouso ai vettori riutilizzabili.

Data la natura strategica del settore, le informazioni relative alle ricerche all'avanguardia vengono generalmente classificate fino a quando non possono essere messe in produzione. Nel caso in cui altre aziende concorrenti vogliano emulare una determinata tecnologia (magari perché il mercato ha risposto positivamente a quella innovazione specifica), si troveranno notevolmente in ritardo a causa delle restrizioni informative e delle tempistiche necessarie per raggiungere un livello paragonabile, con conseguente perdita di mercato, contratti, appalti.





| Valutazione minaccia | Status quo  | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|-------------|---------------------|
| Materie prime        | MEDIO-BASSA | MEDIO-BASSA         |
| Componenti           | BASSA       | MEDIO-BASSA         |
| Grado di incertezza  | MEDIO-ALTA  | ALTA                |

## 2.7 Errore umano e manomissione componenti in step supply chain (3,8)

Durante i **numerosi passaggi** che coinvolgono la **produzione di un lanciatore** è possibile immaginare che un **errore umano** possa presentarsi. Sia per distrazione o per mancata minuzia nei processi, un errore potrebbe essere fatale per il corretto funzionamento del veicolo. Ciò che è successo nella notte tra il 20 e il 21 dicembre 2022 con il primo volo VV22 commerciale del Vega C ne è la dimostrazione. Infatti, l'anomalia che si è provocata poco dopo l'accensione del secondo stadio, lo Z40, ha determinato il fallimento del lancio e la perdita del payload che avrebbe dovuto trasportare in orbita.

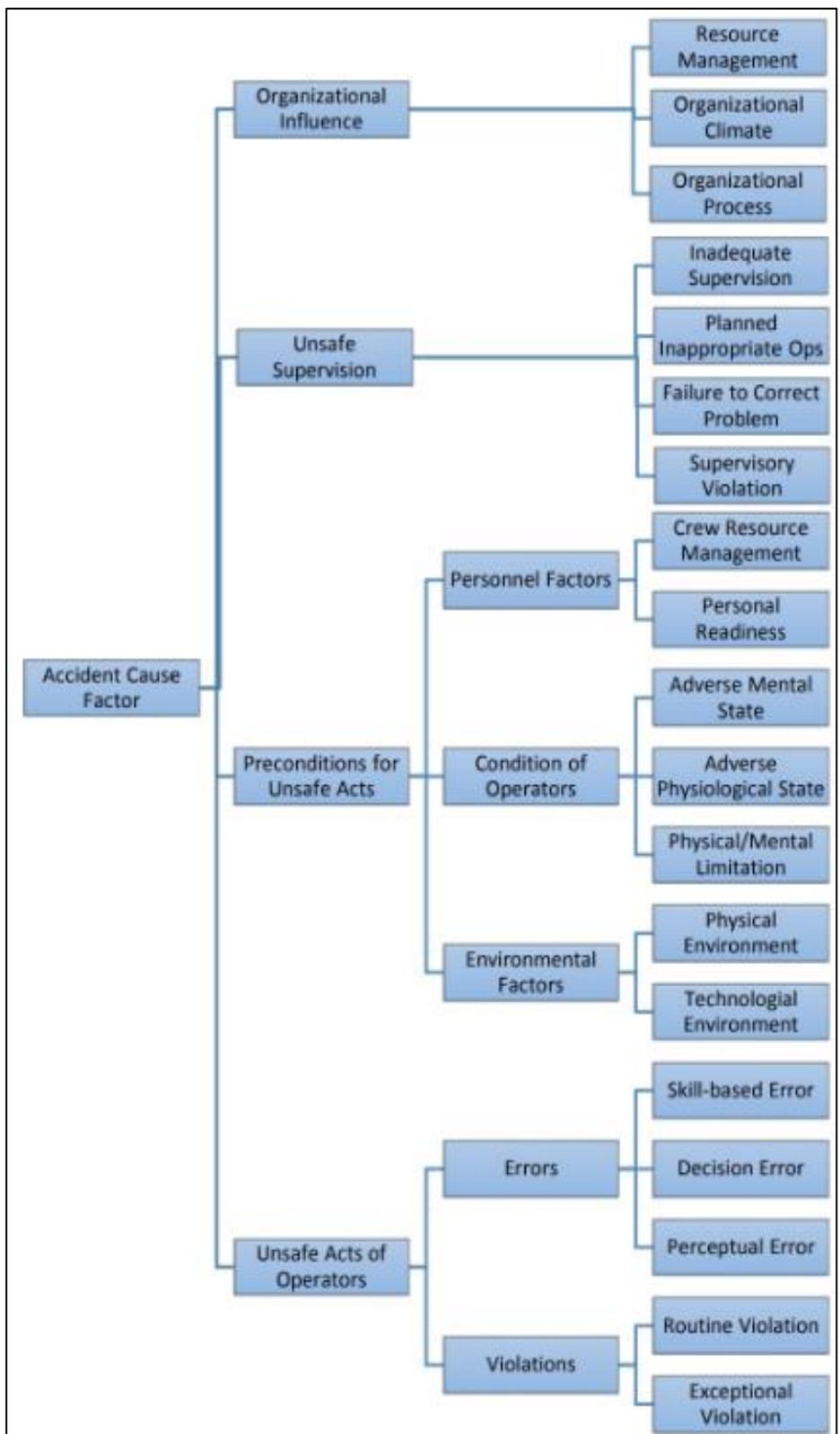
La causa di questo fallimento è stata fatta risalire ad un **pezzo difettoso**, prodotto dall'azienda Ucraina Yuzhnoye, che a causa delle forti sollecitazioni avrebbe ceduto. Le indagini hanno individuato un difetto di omogeneità del materiale che componeva il pezzo in questione, l'inserito di gola dell'ugello in carbonio-carbonio (C-C). Casi come questo, oltre ad impattare i piani di lancio, fanno sorgere anche **dubbi su un'eventuale volontà di "manomissione"** delle componenti per altri fini. Tutta la

componentistica elettronica che si trova in un lanciatore ha produzione fortemente centralizzata, il che apre una possibilità alla manomissione alla fonte delle componenti per uno sfruttamento successivo, causando ingenti danni ai destinatari e un vantaggio competitivo ai Paesi fornitori. La **probabilità** che ciò avvenga è **relativamente bassa**, ma al contempo i **danni** che uno scenario come questo provocherebbe sarebbero **molto elevati** sotto diversi aspetti: **economico, strategico e operativo**.

Gli errori umani involontari, invece, da diversi studi sono risultati essere alla base di più della metà degli incidenti d'aviazione, aerospaziali e aeronautici. Per questo è necessario utilizzare sistemi come lo *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) che permettano di indagare ed analizzare la causa di questi errori. L'HFACS elenca gli errori umani a ciascuno dei **quattro livelli di fallimento**:

1. Atti non sicuri degli operatori
2. Precondizioni per atti non sicuri
3. Supervisione non sicura
4. Influenze organizzative

Strumenti come questo possono essere utilizzati per adottare misure di mitigazione dalle lezioni apprese per le operazioni future, oltre che per condurre in modo proattivo le valutazioni dei rischi legati al fattore umano durante l'intero processo di progettazione. Dimostrazione del reale impatto di questo fenomeno sono i dati riportati in ben due report di Thales che indagano la sicurezza cyber e cloud: in entrambi i casi emergono dati rilevanti che vedono l'errore umano essere la causa numero uno del successo di attacchi e data breach.<sup>15</sup>



Step richiesti per classificare fattori casuali utilizzando il Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) [<https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20190001274/downloads/20190001274.pdf>, p.6]

<sup>15</sup> <https://cpl.thalesgroup.com/euro-data-threat-report>  
<https://cpl.thalesgroup.com/cloud-security-research>

| Valutazione minaccia | Status quo  | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|-------------|---------------------|
| Materie prime        | ALTA        | ALTA                |
| Componenti           | MEDIO-ALTA  | MEDIO-ALTA          |
| Grado di incertezza  | MEDIO-BASSA | BASSA               |

## 2.8 Competizione tra alleati (9)

La minaccia della competizione fra alleati trova una netta intersezione con la prospettiva di una riduzione degli investimenti pubblici al settore spaziale, di una degradazione *dell'expertise, know-how* e formazione su scala nazionale, e del cambio *partnership*.

Non è un caso che le **divisioni di carattere politico** interne al mercato spaziale europeo originino **ritardi a livello programmatico e operativo** nella catena di approvvigionamento, per l'effetto del combinato disposto di **interessi nazionali rivali** e dell'**inclinazione risolutamente liberista del mercato europeo**. Sebbene le politiche di stampo governativo mantengano un notevole controllo sulle attività spaziali, i dati raccolti da PWC dimostrano come negli ultimi anni i due terzi in media dei contratti di lancio europei siano stati emessi seguendo le **regole del mercato aperto**. Una postura in controtendenza rispetto ai *competitor* di altre geografiche, caratterizzate da un'impalcatura normativa tipica dei ristretti/vincolati (77% dei contratti di lancio per gli Stati Uniti, 79% per la Russia, 87% per l'India e oltre il 99% per la Cina).<sup>16</sup>

In questo quadro di vulnerabilità diventa nevralgico assicurare che i processi di *procurement* ed *acquisition*, sia per quanto concerne l'approvvigionamento di materie prime che di componenti, vengano inquadrati in una **strategia prima nazionale e poi comunitaria** declinata in ottica armonica anziché antagonista. Secondo tale prospettiva, i programmi che interessano lo sviluppo di lanciatori spaziali devono poter giovare delle **specificità industriale dei diversi partner** aderenti senza tuttavia pregiudicare i **volumi produttivi dell'economia di scala**, in una logica *win-win* che consenta alle aziende spaziali europee di essere competitiva con i rivali globali. Da un lato per salvaguardare gli interessi congeniti all'architettura spaziale nazionale, dall'alto per promuovere meccanismi di cooperazione industriale frutto di consorzi multilaterali europei.<sup>17</sup>

A livello di componentistica, va poi segnalato il rischio che la **ridondanza industriale** incentivata dalla **strategia di diversificazione** a tutela della stessa catena di approvvigionamento conduca ad una eccessiva **atomizzazione nel panorama di fornitori** europei, ben oltre la

<sup>16</sup> Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, JRC Science for Policy Report, 2023, p.130

<sup>17</sup> <https://formiche.net/2022/02/mule-spazio-partnership/>

soglia idonea a stimolare la competitività tra imprese.<sup>18</sup> L'emergere di tale scenario potrebbe trovare una mitigazione tramite un **percorso gerarchico d'integrazione partecipativa a livello pubblico-privato**, senza dover ricorrere ad approcci *top-down* inutilmente ultra-regulatori nonché controproducenti nel lungo periodo. Nella direzione di un impegno ad attrarre le nuove aziende verso determinati segmenti della catena di approvvigionamento dei lanciatori oggi appaltati ad attori extra-europei, preservando allo stesso tempo al vertice dei programmi di procurement i *leader* tradizionali del settore.

---

<sup>18</sup> <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/il-futuro-e-orbita-32843>

| Valutazione minaccia | Status quo  | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|-------------|---------------------|
| Materie prime        | ALTA        | ALTA                |
| Componenti           | MEDIO-ALTA  | MEDIO-ALTA          |
| Grado di incertezza  | MEDIO-BASSA | BASSA               |

## 2.9 Instabilità geopolitica (10)

Dall'analisi condotta la minaccia costituita dall'instabilità geopolitica si colloca al vertice di pericolosità per la catena di approvvigionamento dei lanciatori spaziali. Non a caso i pareri degli esperti che hanno preso parte a questo studio convergono nell'attribuire i valori più alti tra il ventaglio di minacce prese in considerazione, mostrando un'omogeneità di giudizio sia per quanto concerne le *disruption* nella fornitura di materie prime che di componenti ed assemblati. Inoltre, emblematico dell'impatto degli indicatori geopolitici sulla sicurezza della catena del valore dei lanciatori risulta essere la scarsa variazione nei valori di minaccia emersi nello *status quo* e nella proiezione a cinque anni. Una risultanza in contrapposizione con il *trend* delle altre minacce, caratterizzato da valori sempre crescenti nella proiezione futura, che trova giustificazione nella congiuntura internazionale degradante.

Se è avvalorato che le catene di approvvigionamento del settore spaziale scontano uno *shock* squisitamente nuovo legato alla **pandemia globale del 2020** ed al **conflitto russo-ucraino del 2022**, il fenomeno della

“radicalizzazione geopolitica” ha manifestato i suoi sintomi all'incirca quindici anni fa, in occasione della crisi finanziaria globale del 2008-2011. In concomitanza con il processo di redistribuzione delle quote di potere globale conosciuto come la **transizione dall'unipolarismo al multipolarismo**, se il settore spaziale ha in primo momento vissuto il salto generazionale della terza rivoluzione industriale beneficiando della fluidificazione e accelerazione nella libera circolazione di merci, persone e capitali per effetto della **globalizzazione**, oggi assiste ad una **crescente entropia commerciale** che si sostanzia in una **graduale frammentazione della filiera del valore**.<sup>19</sup> Ove questa sia assecondata, attraverso una strategia tutelante del *know-how* tecnologico e degli interessi industriali nazionali raccolta attorno ai concetti di **reshoring** e **friendshoring**, piuttosto che subita a causa di ragioni di forza maggiore legate a conflitti ed altre tensioni, è innegabile come l'instabilità geopolitica rappresenti oggi la sfida più complicata nel preservare l'accesso autonomo europeo allo spazio.<sup>20</sup>

<sup>19</sup> <https://www.pandorarivista.it/articoli/esa-ue-spazio-e-difesa-per-la-geopolitica-del-continente-analisi-del-conflitto-russo-ucraino/>

<sup>20</sup> [Doc. 34 n.10 bozza.pdf \(parlamento.it\)](#)

Tra i fenomeni di stampo geopolitico che hanno maggiormente contribuito a rendere vulnerabile l'operatività dei lanciatori, l'analisi va ricondotta ad alcune voci chiave di instabilità:

- l'imposizione di dazi e tariffe a causa della **guerra commerciale tra Stati Uniti e Cina**;
- il riassetto nelle rotte di approvvigionamento globali per effetto della **pandemia da Covid-19**;
- la **contrapposizione commerciale tra Europa e Stati Uniti** seguita all'asimmetria nella politica di sussidi pubblici dell'amministrazione Biden;
- la **crisi energetica e manifatturiera** scaturita dallo scoppio del **conflitto russo-ucraino**;
- le tensioni nell'approvvigionamento di risorse naturali legate al **cambiamento climatico**.

Tali fenomeni ed eventi, analizzati in via disgiunta o congiunta, stanno costringendo l'industria europea ad un processo di adattamento politico-regolatorio, e di riflesso industriale, che consenta di convivere con il **paradigma para-protezionista** che si va a

delinearsi su scala globale. A tale scopo, si è dato impulso all'adozione di impianti programmatici come lo **Strategic Compass** in materia di Difesa e Sicurezza (2022) ponendo un'attenzione *ad hoc* al settore spaziale<sup>21</sup>, sigillati dalla sottoscrizione del più alto budget di sempre dell'ESA (2023).<sup>22</sup> Tuttavia in un quadro di precarietà confermato da iniziative unilaterali ostili come la legge sull'**export di materie prime del governo cinese** (2023)<sup>23</sup>, a cui hanno fatto seguito recenti limitazioni su materie prime critiche strategiche come il gallio ed il germanio ad applicazione *dual-use*<sup>24</sup>, piuttosto che dalle importanti ripercussioni sugli approvvigionamenti di materiali critici e componenti da Ucraina, Bielorussia e Russia, le **strategie di resilienza** finora adottate **non** possono essere considerate **sufficienti**.<sup>25</sup>

<sup>21</sup> <https://www.strategic-compass-european-union.com/>

<sup>22</sup> <https://www.pandorarivista.it/articoli/esa-ue-spazio-e-difesa-per-la-geopolitica-del-continente-analisi-del-conflitto-russo-ucraino/>

<sup>23</sup> <https://formiche.net/2020/12/legge-export-tech-cina/>

<sup>24</sup> [https://www.cnbc.com/2023/07/04/china-imposes-export-curbs-on-chipmaking-metals-in-tech-war-with-](https://www.cnbc.com/2023/07/04/china-imposes-export-curbs-on-chipmaking-metals-in-tech-war-with-the-us.html?_source=iosappshare%7Ccom.google.Gmail.ShareExtension)

[the-us.html?\\_source=iosappshare%7Ccom.google.Gmail.ShareExtension](https://www.cnbc.com/2023/07/04/china-imposes-export-curbs-on-chipmaking-metals-in-tech-war-with-the-us.html?_source=iosappshare%7Ccom.google.Gmail.ShareExtension)

<sup>25</sup> Joint Research Centre, Ec's Raw Materials Information System, "RMIS Newsletter special edition: focus on the Ukraine – Russia crisis", European Commission, 04/2022.

| Valutazione minaccia | Status quo  | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|-------------|---------------------|
| Materie prime        | MEDIO-BASSA | MEDIO-BASSA         |
| Componenti           | MEDIO-BASSA | BASSA               |
| Grado di incertezza  | MEDIO-BASSO | MEDIO-BASSA         |

## 2.10 Riduzione investimenti pubblici (11)

Il mercato della cosiddetta *space economy* è composto da diversi settori: l'*upstream*, che coinvolge i lanciatori, satelliti e costruzioni delle componenti, il *midstream*, con le infrastrutture terrestri, e il *downstream*, che comprende la parte software e analisi dei dati collezionati a bordo satellite. A livello globale i dati mostrano un **aumento degli investimenti** in questi settori, con una **crescita del 40% nel quadriennio 2023-2027 rispetto al 2013-2017**.<sup>26</sup>

Il mercato che investe maggiormente è quello americano, che nel 2022 ha speso quasi \$62 miliardi nel suo programma spaziale, seguito dalla Cina con circa \$12 miliardi, mentre l'Europa ha speso \$2.6 miliardi contro i \$2.57 miliardi dell'anno precedente, una crescita dunque trascurabile.<sup>27</sup> Per il lancio del nuovo programma spaziale europeo, l'ESA e l'Unione Europea hanno firmato un Accordo Quadro di Partenariato Finanziario (FFPA) ad inizio 2021, che prevede un investimento di €14 miliardi nel

periodo tra il 2021 e il 2027, vale a dire poco più di due miliardi all'anno.<sup>28</sup>

Uno dei problemi a livello italiano ed europeo è la **mancanza di forti investimenti privati** da parte di Venture Capitalist **che favoriscano la crescita e l'evoluzione di nuove start-up** nel settore. I fondi ad oggi stanziati per il programma spaziale europeo devono essere utilizzati in maniera efficace per poter creare un vantaggio competitivo e riuscire a creare un'indipendenza strategica, oltre a puntare a far crescere i servizi offerti dalle imprese sul nostro territorio, al fine di rendersi competitive nell'offerta di servizi a livello internazionale.

Un esempio di azienda che sta portando innovazione nell'ambito dei razzi riutilizzabili a livello europeo è la spagnola PLD Space, che grazie ai €50 milioni ricevuti in gran parte da investitori privati, è riuscita a sviluppare il razzo suborbitale *Miura 1*, lanciato con successo lo scorso giugno, ed è già in corso lo sviluppo del *Miura 5*, molto più simile al rivale Falcon 9, che dovrebbe essere pronto per il 2024, battendo così le tempistiche francesi previste per il 2026.<sup>29</sup>

<sup>26</sup> <https://www.statista.com/statistics/946403/space-exploration-government-investment-worldwide/>

<sup>27</sup> <https://www.statista.com/statistics/745717/global-governmental-spending-on-space-programs-leading-countries/>

<sup>28</sup> [https://www.esa.int/Newsroom/Press\\_Releases/ESA\\_a](https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/ESA_a)

nd EU celebrate a fresh start for space in Europe ; [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/performance-and-reporting/programme-performance-statements/eu-space-programme-performance\\_en#programme-in-a-nutshell](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/performance-and-reporting/programme-performance-statements/eu-space-programme-performance_en#programme-in-a-nutshell)

<sup>29</sup> <https://www.pldspace.com/en/>

| Valutazione minaccia | Status quo  | Proiezione a 4 anni |
|----------------------|-------------|---------------------|
| Materie prime        | MEDIO-BASSA | MEDIA               |
| Componenti           | MEDIA       | MEDIA               |
| Grado di incertezza  | MEDIA       | MEDIA               |

## 2.11 Degradazione Expertise, know-how e formazione (12)

Secondo le **stime** del programma spaziale **2021-2027 dell'Unione Europea** attualmente sono **più di 231.000<sup>30</sup> i professionisti impiegati nel campo spaziale**. Il **fattore umano** riveste, quindi, un'importanza fondamentale ed è al centro di quella che, ad oggi, è una delle **minacce più permeanti**. A causa anche del forsennato avanzamento tecnologico che costringe il settore spaziale a correre ai ripari in numerosi ambiti (dalla **sicurezza fisica** a quella **cyber** ad esempio), i professionisti del settore si trovano a dover gestire una **degradazione dell'expertise e del know-how che va di pari passo con l'avanzamento tecnologico**. Ad oggi, riuscire a gestire le innovazioni tecnologiche senza che queste sovrastino velocemente i precedenti aggiornamenti diventa un vero e proprio impatto per il settore spaziale. Attualmente la sfida più preminente nel panorama spaziale europeo è quella di trovare dei professionisti che posseggano decine di competenze trasversali che coprano settori di ingegneria aerospaziale così come informatica,

come anche geopolitiche ed economiche. Secondo il rapporto "Space Education in Europe"<sup>31</sup>, elaborato dall'European Space Policy Institute (ESPI), **solo il 18% dei programmi spaziali offre una formazione multidisciplinare essenziale** nel panorama attuale. A questo si aggiunge un altro dato inquietante: **solo il 6% dei dottorati di ricerca previsti hanno un approccio multidisciplinare**.

Ad oggi il panorama di **formazione accademica** e relativo all'**aggiornamento delle skills e abilità tecniche essenziali** per affrontare le nuove sfide tecnologiche è in parte **da riformulare**, rendendo così ogni azienda che opera in campo spaziale responsabile della degradazione d'expertise e di know-how dei propri professionisti.

<sup>30</sup>

<https://www.consilium.europa.eu/en/infographics/eu-in-space/>

<sup>31</sup> ESPI Report 81 - Space Education in Europe, European Space Policy Institute (ESPI), 2022, p.7



### 3. Analisi delle minacce rilevanti

Complessivamente, l'analisi tramite **matrice delle minacce** si è rivelata **efficace** per **valutare le minacce** alle catene di approvvigionamento, fornendo una base solida per l'**identificazione delle priorità e delle azioni necessarie per mitigare i rischi e garantire la continuità delle attività**. I risultati ottenuti consentono al decisore di essere in grado di prendere decisioni informate e di adottare misure preventive adeguate per preservare l'integrità e l'efficienza delle catene di approvvigionamento nel contesto specifico considerato.

Attraverso l'applicazione di strumenti statistici e il modellamento della criticità delle minacce  $M$ , è stato possibile valutare la probabilità e l'impatto

di eventi specifici su asset di riferimento all'interno delle catene di approvvigionamento.

Di seguito sono elencate le minacce prese in considerazione per l'analisi, descritte nella sezione *Minacce alla Supply Chain*, e a cui fanno riferimento i numeri sull'asse x delle matrici delle minacce e delle incertezze di seguito.

Nello specifico, i colori nella matrice delle minacce vanno dal verde (M basso) a giallo (M medio) a rosso (M alto), mentre le matrici delle incertezze indicano formalmente l'errore; questo **errore** non è solamente un modo per quantificare eventuali **bias cognitivi** che differenti analisti del team possono avere, ma sono indicatori della **instabilità della valutazione**; anche le minacce che presentano

1. Riduzione esportazione componenti/materie prime
2. Riduzione esportazione carburante
3. Manomissione componenti in step supply chain
4. Attacchi cyber – Spionaggio Industriale
5. Attacchi cyber – Interruzione Supply Chain
6. Cambio Partnership
7. Superamento know-how tech
8. Errore umano
9. Competizione tra alleati
10. Instabilità geopolitica
11. Riduzione investimenti pubblici
12. Degradazione Expertise, know-how e formazione

quindi un valore almeno moderato di indice di impatto ma un'alta incertezza, necessitano monitoraggio.

Abbiamo suddiviso le minacce in due classi: **Classe A**, quelle maggiormente incidenti sulla vulnerabilità della *supply chain*, per cui bisogna attuare delle precauzioni o che devono essere monitorate con attenzione. **Classe B**,

quelle minacce per cui l'analisi in proiezione ha rivelato la necessità di un monitoraggio continuo, per via della combinazione tra valore di *M* e l'incertezza; queste ultime sono meno impattanti rispetto alle precedenti, ma potrebbero variare velocemente in virtù delle loro incertezze elevate, o semplicemente il valore di *M* potrebbe essere incerto.

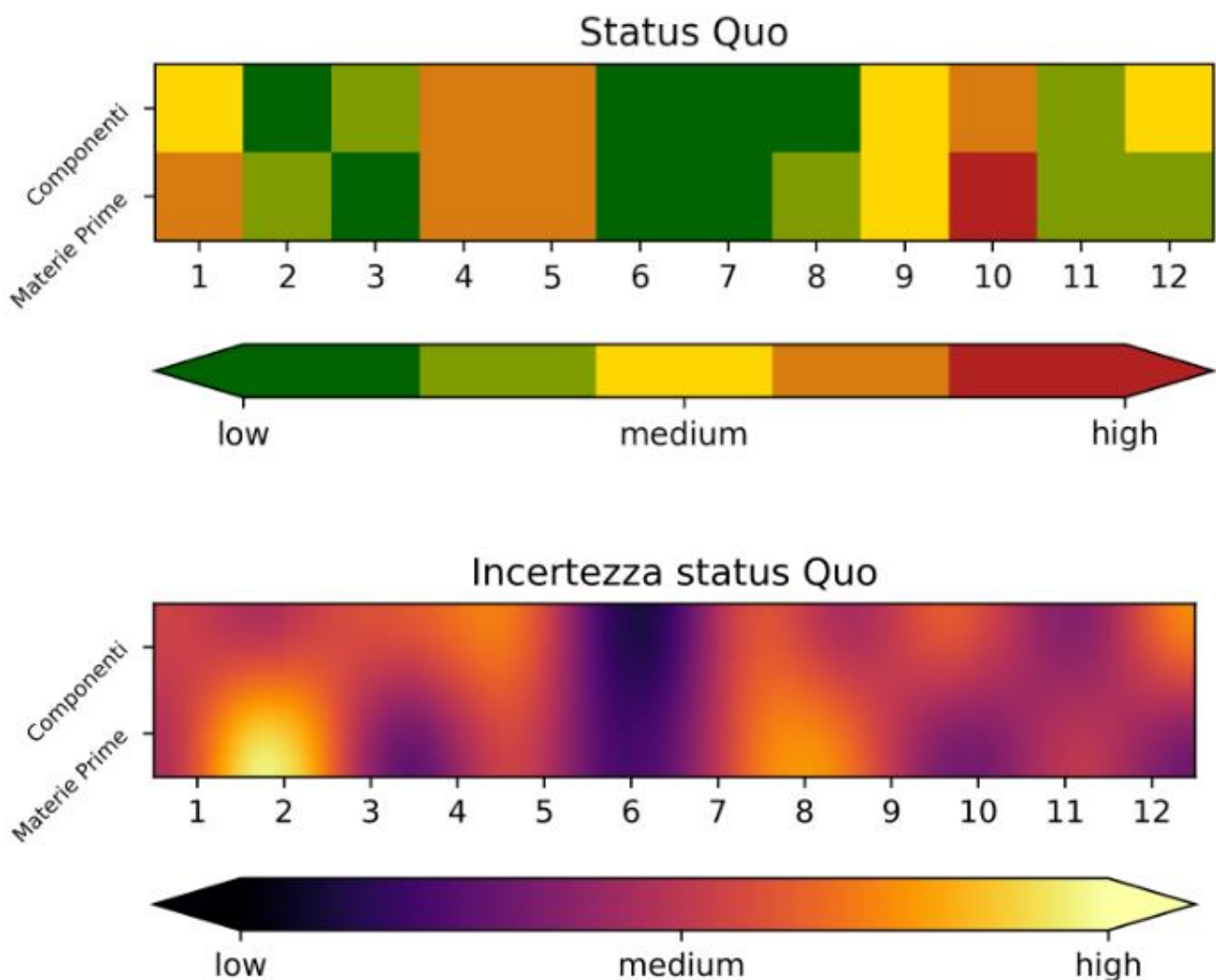
| Classe A  | Classe B   |
|---|--|
| Riduzione esportazione materie prime/componenti (1) | Riduzione esportazione carburante (2)              |
| Attacchi Cyber - spionaggio industriale (4)         | Errore Umano (8)                                   |
| Attacchi Cyber - interruzione supply chain (5)      | Degradazione expertise, know-how e formazione (12) |
| Instabilità Geopolitica (10)                        |  |

### Status Quo

Lo **status quo** (valutazione ad un anno) presenta una situazione generale **medio-bassa per le componenti**, mentre si riscontrano **rilevanti minacce nelle materie prime**, in particolare per quanto concerne l'**instabilità geopolitica**, ma anche le **minacce cyber** e la conseguente **riduzione delle esportazioni** delle stesse.

Le incertezze per quanto concerne lo status quo, data la natura dell'analisi dei dati fattuali più che proiezioni o estrapolazioni, rappresentano piuttosto la presenza di bias cognitivi non del tutto quantificati e mitigati, ovvero l'incertezza della valutazione.

Da notare tuttavia che, laddove i valori delle minacce rappresentano delle criticità rilevanti, i valori delle incertezze per tali minacce sono basse; quindi, la valutazione per le minacce critiche rimane statisticamente solida.



### Proiezione

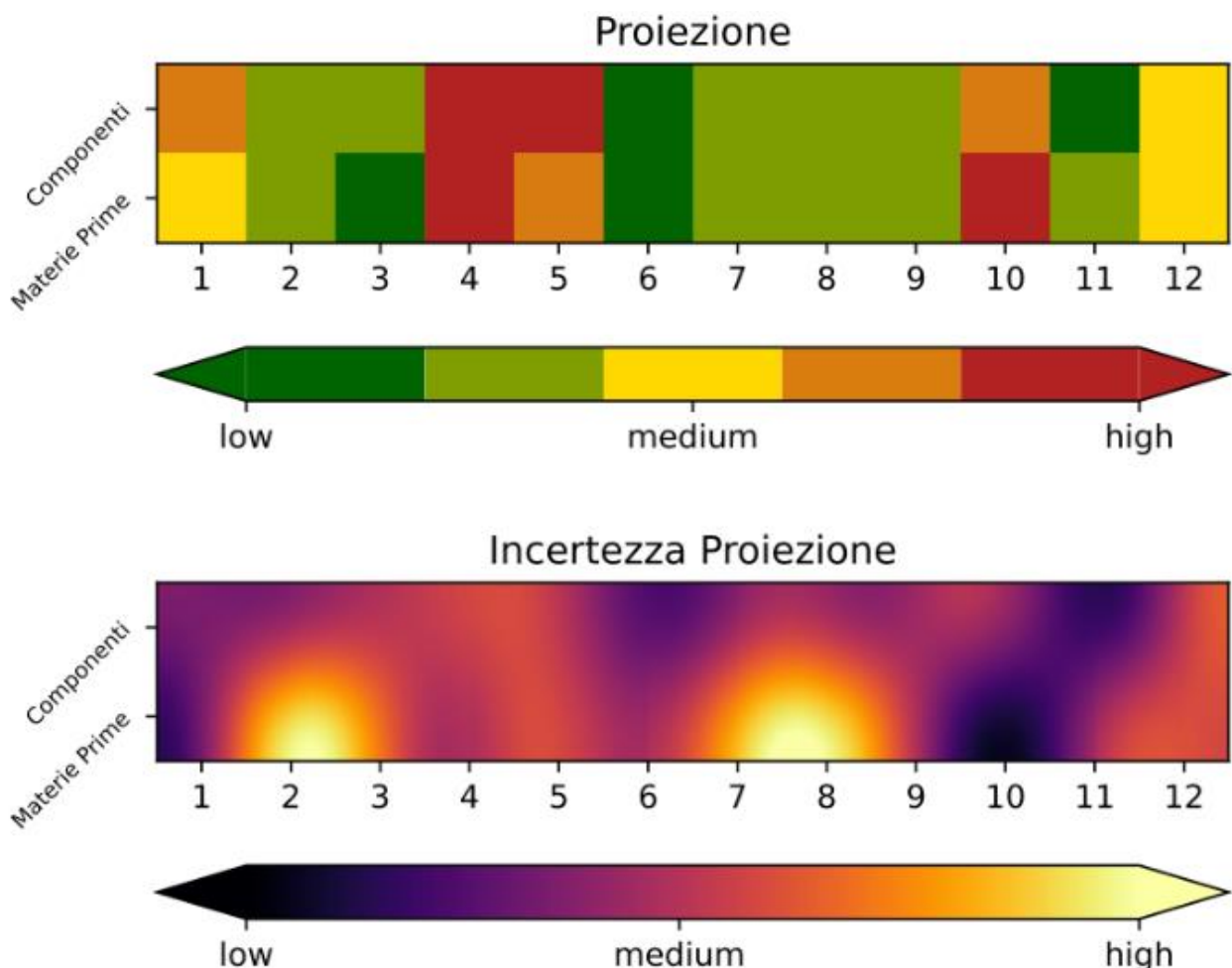
In proiezione la situazione delle minacce è mediamente peggiore; in particolare per le componenti si ha un netto peggioramento, mentre per le materie prime si ha un lento peggioramento.

Le incertezze diventano mediamente più importanti, e questo è principalmente dovuto al fatto che nelle proiezioni si assumono delle indicazioni che sono vere nel presente e che si presume possano verificarsi/non verificarsi nel prossimo futuro. Si propaga quindi l'incertezza dello status quo, nel futuro.

Vi è un solo caso degno di nota per cui l'errore non aumenti sensibilmente, anzi,

diminuisce: l'instabilità geopolitica. Questo sottolinea il fatto che, sia per le componenti (in proiezione) che per le materie prime (nello status quo), l'aspetto geopolitico è uno degli aspetti più impattanti nel contesto preso in esame. Questo risultato trovato con un approccio data driven trova accordo con la natura estremamente diversificata delle catene di approvvigionamento per la progettazione e costruzione di lanciatori spaziali, sia in termini di attività che di attori coinvolti.

Infine, notiamo una crescente e repentina importanza degli aspetti cyber in proiezione, sia per quanto concerne le materie prime che le componenti.



### Analisi temporale

L'analisi temporale permette di analizzare l'evoluzione di una minaccia in funzione del tempo: nel caso dello studio, sono stati presi in considerazione due scale temporali: a 1 anno e a 5 (4+1) anni.

Sono state selezionate le minacce di **Classe A**, ovvero quelle che dalle matrici delle minacce risultano più impattanti negativamente.

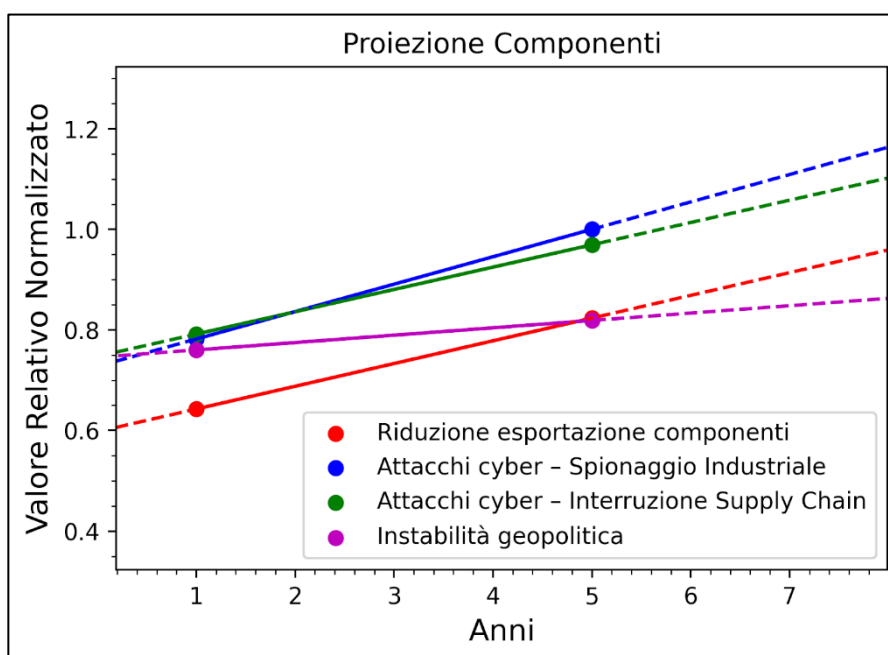
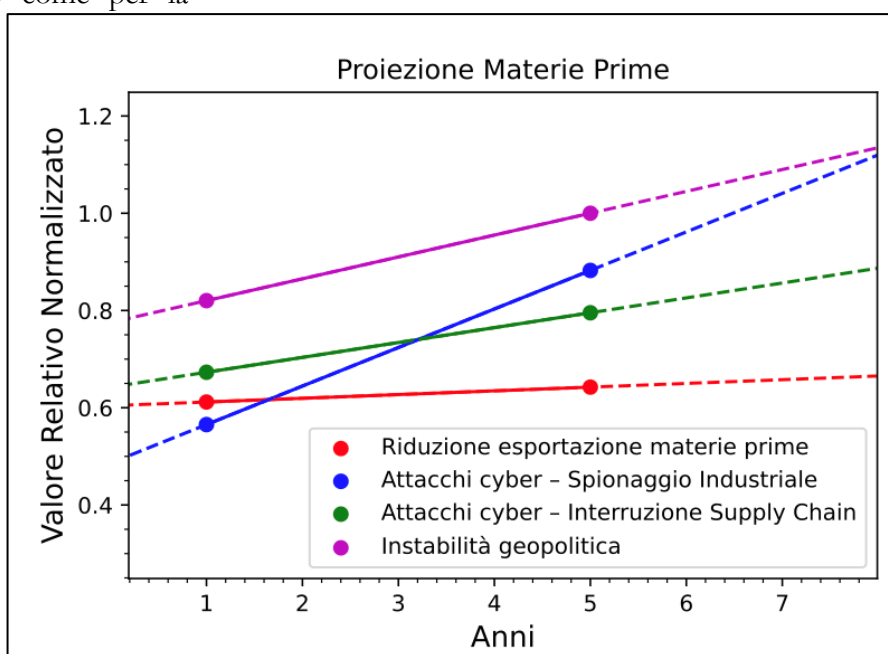
Per le materie prime vediamo come per la

minaccia (1) e la (5) l'andamento sia in lenta risalita e, entro le incertezze, possono ritenersi quasi costanti. Diverso per la minaccia (10) che ha un andamento in risalita e comunque sempre più impattante degli altri, mentre infine per la minaccia (4) si presenta una crescita di rilevanza estremamente rapida, già dopo tre anni: da monitorare con attenzione.

Per le componenti la situazione è molto diversa, poiché tutte le minacce (1,4,5,10) si crescono con velocità in maniera molto rapida. In particolare, le minacce cyber si differenziano anche per valori maggiori rispetto alla media.

In conclusione, dai dati analizzati risulta che nelle prime fasi le minacce alla parte di

catena di approvvigionamento legata alle materie prime è più critica, con particolare riguardo alla situazione geopolitica, al pari delle minacce cyber. Nelle fasi intermedie ed avanzate iniziano a diventare progressivamente più critiche le minacce relative alle componenti, in particolare riguardo le minacce di tipo cyber.



|                   | <b>Status Quo</b>  |
|-------------------|--|
| <b>Scenario 1</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Instabilità geopolitica, minaccia ad alto impatto sia per quanto riguarda le materie prime che i componenti.</li> <li>- Minaccia di tipo cyber, sia per quanto concerne lo spionaggio industriale che atti di interruzione alla supply chain e sabotaggio della stessa.</li> <li>- Riduzione esportazione componenti/materie prime.</li> <li>- Il fattore umano come l'errore in quanto tale derivante anche dalla degradazione delle expertise e della formazione, seppur non hanno un impatto alto, sono estremamente variabili.</li> </ul>   |
|                   | <b>Proiezione a 5 anni</b>   |
| <b>Scenario 2</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'instabilità geopolitica cresce (lentamente per i componenti), rimane importante.</li> <li>- La minaccia di tipo cyber cresce molto velocemente, diventando la minaccia più impattante assieme a quella geopolitica (sono inevitabilmente connesse).</li> <li>- Riduzione esportazione componenti/materie prime cresce, ma rimane la meno impattante tra le minacce più importanti.</li> <li>- Come nello status quo, il fattore umano come l'errore in quanto tale derivante anche dalla degradazione delle expertise e della formazione, seppur non hanno un impatto alto, sono estremamente variabili.</li> </ul> |

## Elaborazione dei dati

Il settore spaziale sconta una **rinnovata competitività** sia a livello intra che extra-europeo, con una crescente assertività di potenze spaziali emergenti che ambiscono ad un accesso autonomo in orbita, per ragioni tanto di prestigio che d'autonomia politico-industriale. Diventa, perciò, determinante per l'UE riuscire ad assumere una **posizione di vantaggio tecnologico-industriale** nell'arena globale, attraverso il perseguimento degli obiettivi strategici contenuti nel *Critical Raw Materials Act*, al fine di garantire una **resilienza** contro le crescenti sfide che pone il mercato irrobustendo il sostegno all'infrastruttura spaziale continentale.

Se l'accelerazione delle iniziative a livello di *governance* comunitaria inter-statale dell'ultimo lustro sono incoraggianti, la *roadmap* per preservare l'accesso autonomo allo spazio europeo, ed il coacervo di programmi ad esso legati, si trova minacciata dalla recente congiuntura internazionale fortemente pregiudicante la sicurezza degli approvvigionamenti. Tra le voci di minaccia prese in considerazione nello studio, le maggiori vulnerabilità alla *supply chain* nel settore dei lanciatori, nel breve e medio periodo, scaturiscono singolarmente o dal combinato disposto di potenziali **attacchi cyber**, sia in ottica di **spionaggio industriale**, che di attacchi all'**integrità della supply chain**, dal **deterioramento della stabilità geopolitica e**

dalla **riduzione dell'approvvigionamento di materie prime e componenti**.

- Quadro descrittivo: Esiste un *trend* ricorrente per quanto concerne la **minaccia della riduzione nell'estrazione ed esportazione di materie prime e componenti**, laddove la vulnerabilità risulta essere inversamente proporzionale all'andamento del ciclo di produzione dei lanciatori spaziali. Se i primi segmenti della catena produttiva appaiono più vulnerabili, in virtù di alti valori di impatto e probabilità provocati da una riduzione dell'approvvigionamento di materie prime, man mano che vengono interessati i segmenti successivi dei componenti e degli assemblati, si sconta un'opacità minore e la dipendenza da fornitori extra-continentali si affievolisce notevolmente. Tale dinamica spiega la generale riduzione del rischio nella catena del valore all'avvicinarsi dell'assemblaggio finale del lanciatore spaziale (fatta eccezione per lo *status quo*, che presenta forti criticità dovute alla congiuntura geopolitica anche nel segmento produttivo conclusivo–processo di transizione per la sostituzione del vettore russo Soyuz).

Quadro prescrittivo-mitigativo (*Course of Actions*): La strategia di mitigazione del rischio di *disruption* di materie prime e

componenti si articola su **cinque direttive integrate** fra loro:

1. **Stoccaggio:** accumulare riserve di materie prime e componenti critiche individuando **cluster geografici** di stoccaggio all'interno dell'EU (in relazione alle specificità produttive nazionali) per evitare *shortage* futuri;
2. **Diversificazione:** aumentare i possibili partner fornitori (in **paesi** considerati "amici") per rendere innocue le interruzioni da parte alcuni di loro;
3. **Sostituzione:** indirizzare la ricerca e sviluppo per l'individuazione e impiego dei cosiddetti **materiali avanzati**, la cui applicazione gioverebbe alla produzione di lanciatori in termini di accelerazione dell'innovazione tecnologica, strumento di attenuazione della dipendenza da fornitori affidabili e/o materie prime critiche di scarsa reperibilità, riduzione dell'impatto ecologico dovuto a materie critiche tradizionalmente inquinanti per il segmento *downstream* e *upstream*.<sup>32</sup>
4. **Riciclo:** ottimizzare il riciclo e riutilizzo di materie prime e componenti con il duplice beneficio di ricavare vantaggi economici, secondo i principi dell'**economia circolare** (di cui l'Italia è leader europeo), e stimolare un

incremento della produzione domestica.<sup>33</sup>

5. **Governance:** promuovere un indirizzo istituzionalizzato d'azione in seno all'ESA o alla Commissione Europea che diriga e controlli le strategie sopra-men-zionate secondo dei **benchmark** stabiliti, e s'incarichi di coordinare il comparto industriale europeo per prevenire il rischio di atomizzazione dei fornitori. Tale direttiva dovrebbe stimolare le aziende ad un'**integrazione partecipativa pubblico-privata**, verso determinati segmenti della catena di approvvigionamento dei lanciatori oggi appaltati ad attori extra-europei.

- Quadro descrittivo: **Le minacce cyber** sono un fenomeno in aumento e possono creare danni non indifferenti alle aziende. *Data leak*, che metterebbero a rischio segreti industriali, progetti e dati sensibili, e attacchi mirati, che potrebbero compromettere il funzionamento dei sistemi e, soprattutto, interrompere la **business continuity**, sono ormai all'ordine del giorno e sono una minaccia che non cesserà nel medio termine.

Quadro prescrittivo-mitigativo (Course of Actions): Le aziende sono chiamate a

<sup>32</sup> <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/eu-critical-raw-materials>

<sup>33</sup> Un esempio è ROMEO: impianto per la verifica di processi idrometallurgici per il recupero di materiali di

ENEA, un progetto di ricerca per il recupero di terre rare ed altri metalli da rifiuti elettronici.



mettere in atto piani di prevenzione per mitigare le possibilità di accadimento di potenziali incidenti informatici in grado di compromettere seriamente la loro produzione. Sarebbe opportuno formalizzare due direttrici principali: la **formazione e la prevenzione**. La prima può essere presentata grazie all'applicazione dell'idea già in applicazione della Cybersecurity Skills Academy europea applicata anche al sistema spaziale. E' importante, quindi, prevedere una maggior formazione del personale, dal generale e verticalmente nei diversi settori dell'azienda. L'interazione tra le iniziative private e quelle pubbliche, a livello nazionale e europeo, risultano di fondamentale importanza per la preparazione del personale e la creazione di strategie di cooperazione tra i paesi per la prevenzione di tali minacce.

- Quadro descrittivo: La minaccia dell'**instabilità geopolitica** si colloca al vertice di pericolosità per la catena di approvvigionamento dei lanciatori spaziali, mostrando una convergenza di giudizio tra gli analisti che hanno condotto lo studio sia per quanto concerne le *disruption* nella fornitura di materie prime che di componenti ed assemblati. A riguardo va segnalata una scarsa variazione nei valori di minaccia

emersi nello *status quo* e nella proiezione a cinque anni. Una risultanza in contrapposizione con il *trend* delle altre minacce, caratterizzato da valori sempre crescenti nella proiezione futura, che trova giustificazione nella congiuntura internazionale degradante. Tra le voci d'instabilità maggiori si contano: **la guerra commerciale tra Stati Uniti e Cina; le *disruption* nella supply chain globale per effetto della pandemia da Covid-19; la contrapposizione fiscale-commerciale tra Europa e Stati Uniti; la crisi energetica e manifatturiera legata al conflitto russo-ucraino; gli effetti sulla supply chain globale del cambiamento climatico.**

Quadro prescrittivo-mitigativo (*Course of Actions*): In un quadro di precarietà confermato da iniziative ostili come la legge sull'*export* di materie prime del governo cinese, piuttosto che dalle azioni di rappresaglia industriale russa seguite all'imposizione del dispositivo sanzionatorio postuma all'invasione dell'Ucraina, le strategie di resilienza finora adottate non risultano sufficienti. Da qui la necessità da parte dell'Europa (e dell'Italia) di correggere il piano strategico per migliorare la propria sicurezza e competitività a livello globale, nella direzione di una vera e propria **strategia di difesa comune spaziale ad ampio spettro**, che superi

l'approccio necessariamente cross-  
settoriale e dispersivo dello *Strategic  
Compass*.

# Classificazione delle fonti

| Affidabilità della fonte |                                   |   |
|--------------------------|-----------------------------------|---|
| <b>A</b>                 | <b>Affidabile</b>                 | <b>Nessun dubbio</b> di autenticità, affidabilità o competenza; ha una storia di completa affidabilità.                           |
| <b>B</b>                 | <b>Normalmente affidabile</b>     | <b>Piccoli dubbi</b> di autenticità, affidabilità o competenza; ha una storia di informazioni valide nella maggior parte dei casi |
| <b>C</b>                 | <b>Abbastanza affidabile</b>      | <b>Dubbio</b> di autenticità, affidabilità o competenza, tuttavia in passato ha fornito informazioni valide                       |
| <b>D</b>                 | <b>Normalmente non affidabile</b> | <b>Dubbio significativo</b> sull'autenticità, affidabilità o competenza, tuttavia in passato ha fornito informazioni valide       |
| <b>E</b>                 | <b>Inaffidabile</b>               | <b>Mancanza</b> di autenticità, affidabilità o competenza; storia di informazioni non valide                                      |
| <b>F</b>                 | <b>Non giudicabile</b>            | <b>Non esiste alcuna base per valutare l'affidabilità della fonte</b>   |

| Contenuto dell'informazione |                             |   |
|-----------------------------|-----------------------------|---|
| <b>1</b>                    | <b>Confermata</b>           | <b>Confermato</b> da altre fonti indipendenti; <b>logico</b> in sé; <b>coerente</b> con altre informazioni sull'argomento |
| <b>2</b>                    | <b>Presumibilmente vera</b> | <b>Non confermato</b> ; <b>logico</b> in sé; <b>coerente</b> con altre informazioni sull'argomento                        |
| <b>3</b>                    | <b>Forse vera</b>           | <b>Non confermato</b> ; ragionevolmente <b>logico</b> in sé; <b>concorda</b> con alcune altre informazioni sull'argomento |
| <b>4</b>                    | <b>Incerta</b>              | <b>Non confermato</b> ; possibile ma non <b>logico</b> ; <b>non ci sono</b> altre informazioni sull'argomento             |
| <b>5</b>                    | <b>Improbabile</b>          | <b>Non confermato</b> ; non <b>logico</b> in sé; <b>contradetto</b> da altre informazioni sull'argomento                  |
| <b>6</b>                    | <b>Non giudicabile</b>      | <b>Non esiste alcuna base per valutare la validità dell'informazione</b>  |

# Fonti

## BIBLIOGRAFIA

- [A1] Arianespace, “Ariane Flight VA259 - Launch Kit”, Arian Group, 2022.
- [A1] Arianespace, “VEGA C - User’s Manual”, Arian Group, 2018.
- [A1] Arianespace, “Ariane Flight VA258 - Launch Kit”, Arian Group, 2022.
- [A2] Istituto di Ricerca e Analisi della Difesa Ufficio Studi - IASD, Analisi e Innovazione, “La cooperazione nel settore spaziale quale strumento di soft power. Analisi delle iniziative in corso da parte delle maggiori potenze regionali e delle possibili conseguenze sui futuri equilibri internazionali e sulla sicurezza delle infrastrutture spaziali”, Centro Alti Studi per la Difesa - CASD, 2021.
- [A1] FIOTT D., “The European space sector as an enabler of EU strategic autonomy”, Policy Department for External Relations - European Parliament, 2020.
- [A1] Joint Research Centre, Ec’s Raw Materials Information System, “RMIS Newsletter special edition: focus on the Ukraine – Russia crisis”, European Commission, 04/2022.
- [B2] SpaceTech Industry Year 2021, SpaceTech Analytics, 2022.
- [A1] Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, JRC Science for Policy Report - European Union, 2023.
- [A1] GROHOL M., VEEH C., “Study on the Critical Raw Materials for the EU 2023”, Commissione Europea, 2023.
- [A1] Joint Research Centre, Ec’s Raw Materials Information System, “RMIS Newsletter special edition: focus on the Ukraine – Russia crisis”, European Commission, 04/2022.
- [A1] ALIBERTI M., RENČELJ M., POIRIER C., HALLET L., HERMES M., “ESPI Report 79 - Emerging Spacefaring Nations - Full Report”, European Space Policy Institute - ESPI, 2021.
- [A1] COmitato PARlamentare per la SICurezza della Repubblica - COPASIR, “Relazione sul dominio aerospaziale quale nuova frontiera della competizione geopolitica”, Senato Della Repubblica, 2022.
- [A1] Tiffany Miller Alexander, “A case based human reliability assessment using HFACS for complex space operations”, Journal of Space Safety Engineering, Volume 6, Issue 1, 2019.

- [A1] WHITTLE M., SIKORSKI A., EAGER J., NACER E., “Space Market - How to facilitate access and create an open and competitive market?”, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies Directorate-General for Internal Policies, 2021.

## SITOGRAFIA

- [A1] Aerospace, Security and Defence Industries Association of Europe - ASD, [https://euospace.org/wp-content/uploads/2023/02/euospace-general-presentation-january-2023\\_v2.pdf](https://euospace.org/wp-content/uploads/2023/02/euospace-general-presentation-january-2023_v2.pdf), consultato il 14/07/2023.
- [A1] Agenzia Spaziale Europea - ESA, [https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Transportation](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation), consultato il 24/06/2023.
- [A1] Agenzia Spaziale Europea - ESA, [https://www.esa.int/Newsroom/Press\\_Releases/ESA\\_and\\_EU\\_celebrate\\_a\\_fresh\\_start\\_for\\_space\\_in\\_Europe](https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/ESA_and_EU_celebrate_a_fresh_start_for_space_in_Europe), consultato il 24/06/2023.
- [A1] Agenzia Spaziale Europea - ESA, [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Italy/Euronews\\_Viaggio\\_nella\\_fabbrica\\_dei\\_razzi\\_spaziali](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Italy/Euronews_Viaggio_nella_fabbrica_dei_razzi_spaziali), consultato il 05/06/2023.
- [A1] Agenzia Spaziale Italiana - ASI, <https://www.asi.it/trasporto-spaziale/vega/>, consultato il 13/06/2023.
- [A1] Arianspace, <https://www.arianespace.com/>, consultato il 10/07/2023.
- [B2] Aspenia online, <https://aspeniaonline.it/finanziamenti-competenze-e-interesse-nazionale-i-pilastri-del-made-in-italy-spaziale-del-2023/>, consultato il 22/06/2023.
- [B2] Astrospace, <https://www.astrospace.it/2023/07/12/la-cinese-landspace-e-la-prima-azienda-a-raggiungere-lorbita-con-propulsione-a-metano/>, consultato il 12/07/2023.
- [A1] AVIO, <https://www.avio.com/it/azienda-avio>, consultato il 13/06/2023.
- [A1] Centre for International Governance Innovation - CIGI, <https://www.cigionline.org/>
- [B2] CNBC, <https://www.cnbc.com/2023/07/04/china-imposes-export-curbs-on-chipmaking-metals-in-tech-war-with-the-us.html>, consultato il 18/06/2023.
- [A1] Commissione Europea, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/performance-and-reporting/programme-performance-statements/eu-space-programme-performance\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/performance-and-reporting/programme-performance-statements/eu-space-programme-performance_en), consultato il 10/07/2023.
- [A1] Commissione Europea, <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/eu-critical-raw-materials>, consultato il 30/06/2023.

- [B1] Corriere Della Sera, [https://www.corriere.it/tecnologia/22\\_aprile\\_26/boom-trasporto-spaziale-europa-micro-lanciatore-italiano-tristadio-romania-cc2911cc-c23f-11ec-9ffc-d9c4202c6b45.shtml](https://www.corriere.it/tecnologia/22_aprile_26/boom-trasporto-spaziale-europa-micro-lanciatore-italiano-tristadio-romania-cc2911cc-c23f-11ec-9ffc-d9c4202c6b45.shtml), consultato il 09/06/2023.
- Cyber Risk GmbH, <https://www.strategic-compass-european-union.com/>, consultato il 10/06/2023
- [A1] European Association of Remote Sensing Companies - EARSC, <https://earscc.org/2020/12/21/eu-space-programme-2021-2027/>, consultato il 05/07/2023
- [A1] Eurospace, <https://eurospace.org/>, consultato il 05/06/2023.
- [B2] Formiche, <https://formiche.net/2020/12/legge-export-tech-cina/>, consultato il 11/06/2023.
- [B2] Formiche, <https://formiche.net/2023/01/terre-rare-green-tech-materiali-critici/>, consultato il 11/06/2023.
- [B2] Formiche, <https://formiche.net/2022/02/mule-spazio-partnership/>, consultato il 11/06/2023.
- [B1] Istituto per gli Studi di Politica Internazionale - ISPI, <https://www.ispionline.it/it/pubblicazione/il-futuro-e-orbita-32843>, consultato il 14/06/2023.
- [A1] Ministero delle Imprese e del Made in Italy - MIMIT, <https://www.mimit.gov.it/index.php/it/impresa/competitivita-e-nuove-imprese/materie-prime-critiche/materie-prime-critiche>, consultato il 14/06/2023.
- [A1] Organisation for Economic Co-operation and Development - OECD, <https://www.oecd.org/ukraine-hub/policy-responses/how-the-war-in-ukraine-is-affecting-space-activities-ab27ba94/>, consultato il 07/06/2023.
- [B1] PLD Space, <https://www.pldspace.com/en/>, consultato il 07/07/2023.
- [B2] Prest M.V, Bonifazi A., Pandora Rivista, <https://www.pandorarivista.it/articoli/esa-ue-spazio-e-difesa-per-la-geopolitica-del-continente-analisi-del-conflitto-russo-ucraino/>, consultato il 03/06/2023.
- reusable strategic space Launcher Technologies & Operations - SALTO, <https://salto-project.eu/>, consultato il 10/07/2023
- [B2] Segreteria di Stato per la formazione, la ricerca e l'innovazione - SBFI, <https://www.sbfi.admin.ch/sbfi/it/home/ricerca-e-innovazione/affari-spaziali/les-lanceurs-europeens.html>, consultato il 11/06/2023.
- [A1] Solutions for CRITICAL Raw materials - a European Expert Network - SCRREEN, <https://screen.eu/crms-2023/>, consultato il 15/06/2023.

- [B2] Start Magazine, <https://www.startmag.it/innovazione/avio-pezzo-prodotto-da-societa-ucraina-dietro-il-fallimento-del-primo-volo-di-vega-c/>, consultato il 07/07/2023.
- [B2] Start Magazine, <https://www.startmag.it/innovazione/guerre-stellari-tra-parigi-e-roma-su-vega/>, consultato il 07/07/2023.
- [A1] Statista, <https://www.statista.com/statistics/946403/space-exploration-government-investment-worldwide/>, consultato il 28/06/2023.
- [A1] Statista, <https://www.statista.com/statistics/745717/global-governmental-spending-on-space-programs-leading-countries/>, consultato il 28/06/2023.
- [A1] Thales, <https://www.thalesgroup.com/it>, consultato il 17/06/2023.
- [B1] The Wall Street Journal, <https://www.wsj.com/articles/aluminum-hits-decade-high-after-guinea-coup-imperils-bauxite-supplies-11630932111>, consultato il 22/06/2023.
- [A1] Unione Europea, <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en>, consultato il 22/06/2023.

# Hanno collaborato a questo numero



## **CRISTIANO FANELLI**

Dottorato in Astrofisica e con un master in Istituzioni e Politiche Spaziali, ora è ricercatore in Astrofisica presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), Analista di Intelligence junior e coordinatore del gruppo di lavoro sulla Space Intelligence dell'Associazione Italiana Analisti di Intelligence e Geopolitica (AIAIG).



## **GIANLUCA AURELIO**

Laureato in Scienze e Tecniche Psicologiche e in Scienze Criminologiche per l'Investigazione e la Sicurezza, ha conseguito diversi master in analisi comportamentale. E' appassionato di informatica, Bitcoin e di blockchain, e affascinato dalla storia dell'attivismo digitale. E' analista junior dell'Associazione Italiana Analisti di Intelligence e Geopolitica (AIAIG) e collabora con AMIStaDeS.



## **MORAS ANGELO ORLANDO**

Analista di sicurezza in ambiente corporate nel settore Oil&Gas. Si occupa di rischio geopolitico, rischio terze-parti e rischio travel. È esperto in proliferazione delle armi, embargo sulle armi, analisi dei conflitti non simmetrici all'interno dello Spazio Post-Sovietico e del Medio Oriente-Nord Africa. Laureato in Relazioni Internazionali, Studi Strategici e Arms Control, Crisis e Security Management.



## **SIMONETTA VIOLA**

Socia dell'Associazione Italiana di analisti di intelligence e geopolitica e laureata in Internazionalizzazione delle relazioni commerciali, attualmente ricopre la posizione di Cyber Security Advisor presso una multinazionale dell'informatica. Ha conseguito, dopo aver presentato due tesi sulla Cyber Security, un Master presso la SIOI su Cyber Intelligence, Big Data e Sicurezza delle Infrastrutture Critiche.





**PROGETTO EDITORIALE E  
REALIZZAZIONE GRAFICA**

**ANDREA SPEZIALE**

SMM e Graphic Editor, AMIStaDeS



**COORDINAMENTO**

**ALESSANDRO VIVALDI**

Presidente, Associazione Italiana  
Analisti di Intelligence e  
Geopolitica (AIAIG)

# Scenari

## Report per i decisori

ISSN 2785-3217

### Minacce alla supply chain dei lanciatori spaziali

**Report**

**N. 4/2023**

**Luglio**

Realizzazione grafica

Andrea Speziale



Edito da

**Centro Studi AMIStaDeS**

[www.amistades.info](http://www.amistades.info)

[info@amistades.info](mailto:info@amistades.info)