

Le capacità missilistiche ipersoniche: stato dell'arte e implicazioni per l'Italia

a cura di Karolina Muti

ABSTRACT

Le capacità missilistiche ipersoniche sono annoverate tra le tecnologie emergenti e dirompenti capaci di avere un impatto sulla stabilità strategica e sull'equilibrio tra potenze. Il presente studio spiega le caratteristiche dei sistemi ipersonici di nuova generazione e si sofferma sullo stato dell'arte, a partire da alcuni paesi dotati dei programmi più avanzati in questo campo. In particolare, vengono analizzati i programmi ipersonici di Russia, Cina, Stati Uniti, Regno Unito e Francia. Ognuno di questi ha inserito o intende inserire i sistemi ipersonici nel proprio arsenale con un approccio nazionale specifico che varia da paese a paese. I programmi più avanzati sembrano essere quelli di Cina e Russia. Nel caso di Mosca, il capitolo dedicato analizza l'impiego dei missili cosiddetti "ipersonici" nel conflitto in corso in Ucraina. Lo studio riporta l'approccio ai missili ipersonici adottato dalla Nato nel più ampio quadro della difesa aerea e missilistica integrata della Nato ed elenca i programmi cooperativi europei sviluppati attraverso il Fondo europeo per la difesa. Lo studio si conclude con una riflessione sulle implicazioni degli sviluppi nel campo dei missili ipersonici dal punto di vista strategico, operativo e tattico, in particolare per gli Alleati e per le forze armate europee. Una riflessione è poi dedicata nello specifico all'Italia, a partire dagli ultimi Documenti programmatici pluriennali della Difesa, dal nesso tra spazio e missilistica e dalle tante eccellenze nazionali a livello tecnologico, industriale e di ricerca.

*Missili ipersonici | Russia | Cina | Usa | Regno Unito | Francia | Nato |
Unione europea | Italia*

 keywords

Le capacità missilistiche ipersoniche: stato dell'arte e implicazioni per l'Italia

a cura di Karolina Muti*

Indice

1. Il contesto internazionale, la tecnologia e la valenza militare	3
di Karolina Muti	
2. Le capacità russe e l'utilizzo di missili ipersonici nella guerra all'Ucraina	8
di Michelangelo Freyrie	
3. Le crescenti capacità della Cina	17
di Michelangelo Freyrie	
4. Gli Stati Uniti	22
di Michelangelo Freyrie e Alessandro Marrone	
5. Le capacità di Regno Unito e Francia	27
di Michelangelo Freyrie	
6. Le iniziative in ambito Nato e UE	36
di Karolina Muti	
7. Conclusioni	
di Karolina Muti e Alessandro Marrone	
Acronimi	41

* Karolina Muti è responsabile di ricerca nei programmi Difesa e Sicurezza dell'Istituto Affari Internazionali (IAI). Michelangelo Freyrie è stato ricercatore junior nei programmi Difesa e Sicurezza dello IAI. Alessandro Marrone è responsabile del programma Difesa dello IAI.

Questo studio è stato preparato per il seminario "Missili ipersonici. Capacità, iniziative e implicazioni per l'Italia" che si è tenuto a Roma, presso lo IAI, il 28 settembre 2023, con il supporto di Mbda Italia. Lo studio è stato rivisto alla luce del dibattito ivi svoltosi. Gli autori ringraziano Maria Grazia Caccamo, Federica Cavo, Stefano Cont, Masao Dahlgren, Tonino Genito, Giulia Gigli, Antonella Ingenito, Bogusz Madej, Michele Nones e Elena Potitò. Gli autori ringraziano tutti gli esponenti della Difesa e delle Forze Armate che hanno fornito preziosi contributi e input.

1. Il contesto internazionale, la tecnologia e la valenza militare

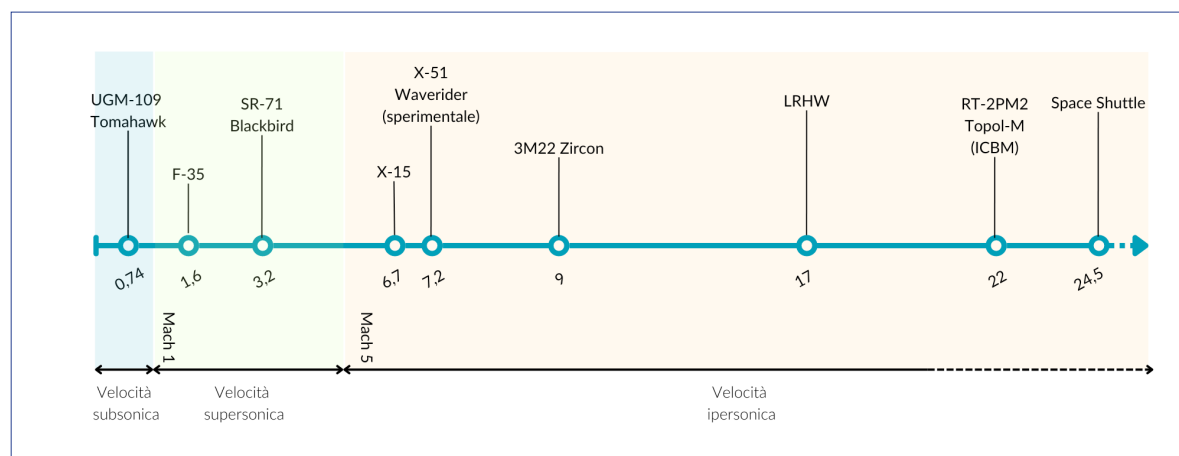
di Karolina Muti

L'attuale contesto internazionale è caratterizzato da instabilità e imprevedibilità dovute a vari fattori, tra cui il ritorno della competizione tra grandi potenze (*great power competition*) e l'affermarsi di alcune tecnologie cosiddette emergenti e dirompenti (*emerging and disruptive technologies*, Edt). Si tratta di tecnologie il cui impatto per definizione non è ancora del tutto noto o calcolabile. I missili ipersonici sono spesso considerati nella categoria delle Edt.

1.1 Di cosa parliamo quando parliamo di missili ipersonici

L'aggettivo "ipersonico" può essere in questo caso fuorviante, in quanto si riferisce a quei missili, velivoli o vettori capaci di viaggiare con una velocità intorno a Mach 5, ossia pari cinque volte alla velocità del suono. Tuttavia quando nel dibattito odierno si fa riferimento ai missili ipersonici, si allude solitamente a due tipi di sistemi emergenti – i velivoli plananti ipersonici (*hypersonic glide vehicles*, Hgv) e i missili ipersonici da crociera (*hypersonic cruise missiles*, Hcm)¹ – e non necessariamente a qualsiasi sistema capace di viaggiare a velocità ipersoniche, come può essere il caso dei missili balistici intercontinentali.

Figura 1 | Velocità in scala Mach (esempi)



La capacità di viaggiare con velocità ipersonica non è infatti una novità. Basti pensare che qualsiasi missile balistico intercontinentale viaggia a velocità ipersonica, raggiungendo velocità anche di Mach 20 nella fase di volo extra-atmosferica e prima di colpire il target. Si tratta in questo caso di tecnologie ben note

¹ Andreas Schmidt, "Hypersonic Threats. Hype or Game Changer for NATO's Deterrence?", in *The Journal of the JAPCC*, n. 31 (2021), p. 39-46, <https://www.japcc.org/articles/hypersonic-threats>.

e risalenti agli anni '50. Fin dagli anni '60, nell'ambito civile, raggiungono velocità ipersoniche i vettori spaziali nella fase di rientro nell'atmosfera e di decelerazione. In questo campo uno dei più importanti pionieri dell'ipersonica è stato l'italiano Antonio Ferri che contribuì alla creazione di una delle prime gallerie (supersoniche) del vento presso il centro sperimentale dell'Aeronautica militare a Guidonia. Ferri collaborò con la Nasa ed ebbe un ruolo importante in tutto lo sviluppo del trasporto spaziale americano negli anni '60 e '70². Studiò le proprietà del plasma che si forma a velocità ipersoniche e i problemi termici di rientro delle capsule spaziali. Nel 1967 il progetto di un velivolo sperimentale con pilota a bordo e a propulsione (*rocket propulsion*), l'X-15, raggiunse una velocità record per l'epoca di Mach 6,7 (più di 7.000 km/h) all'altitudine di 59 km³. Lo Space Shuttle, il sistema di lancio spaziale della Nasa utilizzato tra il 1981 e il 2011, al rientro nell'atmosfera viaggiava con velocità oltre 24 Mach. Se dunque non è la capacità di viaggiare a velocità oltre Mach 5 a essere un elemento nuovo, né in ambito civile che militare, cosa rende i sistemi missilistici ipersonici una Edt? Le capacità missilistiche ipersoniche di nuova generazione devono rispettare due ulteriori requisiti: essere in grado di mantenere la velocità ipersonica in un tempo di volo protratto ed essere capaci di compiere manovre durante il volo⁴.

Quando parliamo di velocità ipersonica calcolata in numero Mach, intendiamo il rapporto tra la velocità di un oggetto in moto in un fluido e la velocità del suono in quel fluido. Pur sembrando questo un dettaglio tecnico irrilevante, la definizione stessa ci indica una caratteristica importante: la velocità ipersonica non viene definita al raggiungimento di un numero di km/h preciso, ma varia, insieme alla velocità del suono, a seconda dei fattori ambientali del fluido nel quale il mezzo si trova, come la temperatura o la quota. Per questo la velocità raggiunta da un missile ipersonico subacqueo (ad esempio lanciato da un sottomarino) e da un missile ipersonico aereo, anche presentando la stessa velocità ipersonica in Mach, avranno due velocità diverse in km/h⁵.

Tecnicamente, tra le capacità missilistiche ipersoniche possiamo annoverare i seguenti tipi: 1) i missili balistici aviolanciati; 2) i missili ipersonici da crociera (Hcm); 3) i velivoli plananti ipersonici (Hgv).

² Intervento di Raffaele Savino al primo panel dal titolo "Oltre Mach 5: opportunità e rischi" del *Simposio tecnico scientifico per il centenario dell'Aeronautica Militare*, Pozzuoli, 9 novembre 2023, <https://www.youtube.com/watch?v=7Wp7jIG9UMo>.

³ Hans-Ludwig Besser et al., "Hypersonic Vehicles. Game Changers for Future Warfare?", in *The Journal of the JAPCC*, n. 24 (2017), p. 11-27 a p. 12, <https://www.japcc.org/articles/hypersonic-vehicles>; Angelos Klothakis e Ioannis K. Nikolos, *Overview of International Hypersonic Weapons Programmes and Potential Ways to Exploit Physical Phenomena Around Hypersonic Weapons to Improve Surveillance Capabilities (Detection and Tracking)*, Chania, NATO Integrated Air and Missile Defence Centre of Excellence, 31 marzo 2023, https://iamd-coe.org/wp-content/uploads/2023/04/IAMD_Study.pdf.

⁴ Missile Defense Advocacy Alliance, *Hypersonic Weapon Basics*, aggiornato al 30 maggio 2018, <https://missiledefenseadvocacy.org/?p=8061>.

⁵ AC Drone – Design for Performance, *Missili ipersonici: facciamo chiarezza (con nuova grafica 3D)*, in YouTube, 26 giugno 2022, <https://youtu.be/JuHiWyyvILTc>.

Considerando i missili balistici come una tecnologia ben nota⁶ questo studio affronterà principalmente i sistemi di nuova generazione Hcm e Hgv, ai quali si farà riferimento come "missili ipersonici".

L'Hcm è un missile caratterizzato dall'utilizzo di un motore ramjet/scramjet (*supersonic combustion ramjet*), un tipo di motore a reazione capace di operare a velocità estremamente elevate, grazie al flusso d'aria dentro il motore che rimane costantemente a velocità supersoniche. Come un motore a reazione ramjet più semplice, lo scramjet utilizza l'energia cinetica del flusso d'aria in ingresso e la geometria della presa d'aria per operare. Tuttavia, un motore ramjet non permette il mantenimento di una velocità supersonica all'interno del motore. L'Hcm per iniziare la fase di volo viene lanciato da un booster/razzo e poi mantiene una velocità ipersonica per lo più costante⁷.

Anche l'Hgv inizia la prima fase di volo con ausilio di un booster/razzo che ne supporta l'accelerazione. A differenza dell'Hcm, che mantiene una traiettoria di volo all'interno dell'atmosfera e vola a bassa quota e a una minore velocità, l'Hgv viene condotto al di fuori dell'atmosfera per poi immettersi nuovamente a un'altitudine specifica e, come indica il nome stesso, iniziare a planare all'interno di essa⁸. L'Hgv non ha motori, viaggia con una velocità in media superiore agli Hcm e per mantenere la propria velocità ipersonica necessita di spostarsi a una precisa altitudine. Pur distinguendosi quindi l'Hcm dall'Hgv sostanzialmente per il sistema di propulsione, in futuro è probabile che emergano sistemi ibridi, ad esempio degli Hgv con ramjet/scramjet e che quindi la distinzione tra Hgv e Hcm non esaurirà i tipi di sistemi esistenti⁹. Il fatto che sia gli Hgv che gli Hcm si avvalgono di vettori, ad esempio di missili balistici, per venire lanciati, rende a volte difficile capire il range dei missili ipersonici stessi¹⁰.

Inoltre, sono sistemi che viaggiano all'interno dell'atmosfera per l'intera fase di volo nel caso degli Hcm, o per una parte (quella intermedia e finale) del volo nel caso degli Hgv. La capacità dei sistemi ipersonici di volare sotto i 100 km implica una complessità aggiuntiva in termini di difesa da tali sistemi, legata al gap di intercettori per la fascia tra i 30 e 50 km di altezza.

⁶ Alessandro Marrone e Karolina Muti (a cura di), "Europe's Missile Defence and Italy: Capabilities and Cooperation", in *Documenti IAI*, n. 21|05 (aprile 2021), <https://www.iai.it/it/node/13072>.

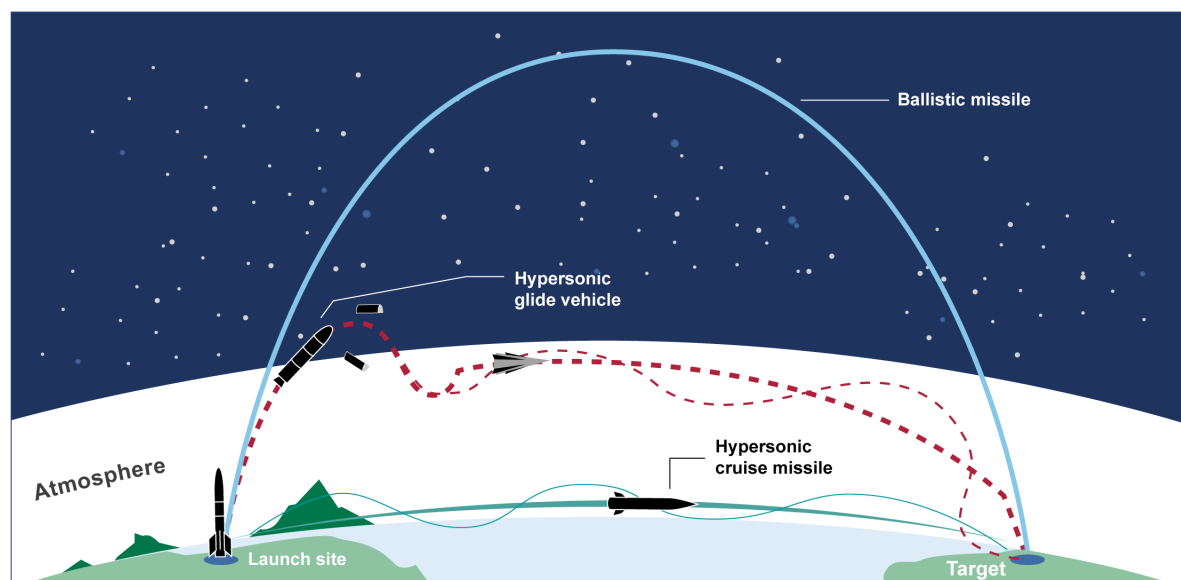
⁷ Kolja Brockmann e Markus Schiller, "A Matter of Speed? Understanding Hypersonic Missile Systems", in *SIPRI Commentaries*, 4 febbraio 2022, <https://www.sipri.org/node/5671>.

⁸ Andreas Schmidt, "Hypersonic Threats", cit.

⁹ Tom Karako, "Breaking Down the Hypersonic Missile Threat", in *MWI Podcast*, 8 aprile 2022, <https://mwi.westpoint.edu/?p=17580>.

¹⁰ Intervista, 12 settembre 2023.

Figura 2 | Traiettorie di volo di missili balistici e ipersonici



Fonte: US Government Accountability Office, "Hypersonic Weapons: DOD Should Clarify Roles and Responsibilities to Ensure Coordination across Development Efforts", in *GAO Reports*, n. GAO-21-378 (marzo 2021), p. 4, <https://www.gao.gov/products/gao-21-378>.

1.2 Vantaggi e limiti dei sistemi missilistici ipersonici

Ai sistemi missilistici ipersonici viene spesso riconosciuta dagli esperti la peculiarità di combinare i vantaggi dei missili balistici e di quelli da crociera. In particolare, i sistemi Hcm e Hgv unirebbero la velocità e la gittata (maggiore di 5.500 km) di un missile balistico intercontinentale – che un missile da crociera non raggiunge – alla capacità di volo a basse altitudini e alla manovrabilità tipiche di un missile da crociera – vantaggi che un missile balistico volando con traiettoria predefinita e in parte fuori dall'atmosfera non ha per antonomasia. Queste caratteristiche li renderebbero difficilmente rilevabili e intercettabili persino dai moderni sistemi di difesa aerea e missilistica integrata, oltre che meno tracciabili e quindi più imprevedibili. La scarsa rilevabilità (*detection*) viene determinata dal volo a bassa quota che avviene in parte fuori dal perimetro dei radar situati a terra (*ground based*). Infatti, quando la sensoristica *ground-based* riesce a rilevare il missile ipersonico, quest'ultimo si trova già in una fase di volo spesso troppo avanzata per essere intercettato con successo dal sistema di difesa. Nella pratica, è quindi troppo tardi per abbatterlo. A ciò si aggiunge la capacità del missile ipersonico di manovrare e dunque di cambiare direzione e traiettoria in volo: ciò, specialmente nella fase finale prima dell'acquisizione del target, determina un forte livello di imprevedibilità rispetto all'obiettivo che il missile si appresta a colpire e quindi un'elevata difficoltà di intercetto da parte dei sistemi di difesa.

Nonostante questo set di caratteristiche renda i sistemi missilistici ipersonici potenzialmente dirompenti, essi presentano anche una serie di limitazioni

tecniche legate proprio alla velocità ipersonica¹¹. Una delle difficoltà riguarda il mantenimento della velocità ipersonica per un tempo di volo prolungato (*sustained flight*) e la manovrabilità a una velocità così elevata. Un oggetto in moto a velocità ipersonica a contatto con l'atmosfera genera temperature elevatissime dovute all'onda d'urto, che richiedono una resistenza dei materiali straordinaria (scudi termici) e che rende il missile intercettabile a radar che rilevano il loro calore. L'altissima temperatura del volo ipersonico produce infatti del plasma attorno al missile che contribuisce a renderlo "visibile" ai sistemi di difesa. Per quanto riguarda la manovrabilità, il moto a velocità ipersonica implica una difficoltà nel mantenere comando, controllo e comunicazione (C3) che infatti gran parte delle volte si interrompono. Per ripristinare il C3 e quindi per poter manovrare, i sistemi missilistici ipersonici devono rallentare, rendendosi più facilmente intercettabili. Inoltre, nel caso degli Hgv è necessario che questi mantengano una precisa altitudine durante il volo all'interno dell'atmosfera per poter planare, in quanto il volo a quota troppo bassa porterebbe alla deflagrazione del missile¹².

La sfida tecnica riguarda anche l'assemblaggio e l'integrazione di tutte le sotto-componenti del missile ipersonico e, nel caso dell'Hcm, a queste si aggiungono specifiche problematiche tecniche legate all'utilizzo dello scramjet¹³. Alle difficoltà legate alla tecnologia in senso stretto si aggiungono problematiche più generali legate alla disponibilità di infrastrutture per lo sviluppo, la sperimentazione e i test, come le gallerie del vento, ma anche di risorse umane specializzate (ingegneri aerospaziali, fisici, ecc.)¹⁴. La complessità di questa sfida tecnologica interseca varie discipline: dalle scienze dei materiali alla dinamica dei fluidi, fino al comando di volo e ai sistemi di propulsione¹⁵. Pur constatando quindi un'accelerazione nella ricerca, sviluppo e test dei e sui sistemi missilistici ipersonici su spinta di diversi governi, va sottolineato che si tratta di un processo graduale di innovazione che richiederà tempo per essere completato.

1.3 Il contesto internazionale e la valenza militare dei missili ipersonici

Nonostante l'attuale squilibrio tra la capacità offensiva dei missili ipersonici e i sistemi di difesa disponibili, a favore della prima, non occorre ingigantire la portata della sfida tecnologica che queste capacità presentano¹⁶. Per la maggior parte degli esperti, le emergenti capacità missilistiche ipersoniche di per sé non rappresentano

¹¹ Andrew W. Reddie, "Hypersonic Missiles: Why the New 'Arms Race' Is Going Nowhere Fast", in *Bulletin of the Atomic Scientists*, 13 gennaio 2020, <https://thebulletin.org/?p=70716>.

¹² Tom Karako, "Breaking Down the Hypersonic Missile Threat", cit.

¹³ Kolja Brockmann e Markus Schiller, "A Matter of Speed?", cit.

¹⁴ Intervista, 28 aprile 2023.

¹⁵ Tom Karako, "Breaking Down the Hypersonic Missile Threat", cit.

¹⁶ Ivan Oelrich, "Cool Your Jets: Some Perspective on the Hying of Hypersonic", in *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 76, n.1(2020), p. 37-45, DOI10.1080/00963402.2019.1701283, <https://thebulletin.org/?p=76924>; Dominika Kurnetova, "Weaponized and Overhyped: Hypersonic Technology", in *CSS Analyses in Security Policy*, n. 285 (giugno 2021), <https://css.ethz.ch/en/center/CSS-news/2021/06/weaponized-and-overhyped-hypersonic-technology.html>.

un punto di svolta, ma piuttosto un'evoluzione tecnologica nel settore missilistico nella quale si è tornati a investire, per una serie di ragioni¹⁷. In primo luogo, il ritorno della competizione tra grandi potenze che vede protagoniste Cina, Russia e Stati Uniti e che si manifesta (anche) attraverso una corsa alla superiorità tecnologica. In questa corsa, Pechino e Mosca hanno perseguito nuove capacità missilistiche ipersoniche con lo scopo di penetrare i sistemi di difesa missilistica costruiti da Washington negli ultimi due decenni e lo hanno fatto raggiungendo dei risultati importanti, come si vedrà nei capitoli 2 e 3. Alcuni esperti hanno notato come, accanto a considerazioni di natura strategica e operativa, dietro alla corsa ai sistemi missilistici ipersonici ci siano anche motivazioni che esulano da una attenta valutazione dell'utilità di questi stessi in teatro operativo, se comparati ad altri sistemi missilistici già esistenti¹⁸. È il caso della ricerca di prestigio internazionale e del non rimanere indietro a priori rispetto ai competitor, che in parte si ritrovano nell'approccio degli stessi Stati Uniti¹⁹. La vasta gamma di programmi di ricerca, sviluppo e procurement statunitensi nel campo della missilistica ipersonica e le ingenti risorse messe a disposizione verranno analizzate con più attenzione nel capitolo 4.

In secondo luogo, a livello strategico le capacità missilistiche ipersoniche servono ad aumentare il livello di deterrenza di chi le possiede poiché implicano la capacità di trasportare armi nucleari o penetrare in profondità nel territorio avversario con effetti potenzialmente devastanti e di colpire da una distanza molto ampia obiettivi strategici²⁰. A livello operativo e tattico, possono rivelarsi efficaci per colpire obiettivi militari sensibili dell'avversario (ad esempio difese aeree, sistemi di comando e controllo C2 e radar) e/o infrastrutture critiche nella fase iniziale di un conflitto, al fine di mettere immediatamente fuori uso assetti critici dell'avversario²¹. Questo spianerebbe la strada ad attacchi tradizionali via terra, mare e aria, ma rischierebbe anche un'escalation se a essere attaccato fosse un Paese dotato di armi nucleari²². Si tratta indubbiamente di sistemi che valorizzano l'effetto sorpresa nelle operazioni militari e costringono l'avversario ad accorciare i tempi del *decision-making*²³. Tuttavia, durante una guerra d'attrito protratta e su vasta scala come quella in corso in Ucraina il loro valore aggiunto non è considerato alto rispetto ad altri sistemi

¹⁷ Interviste 28 aprile 2023, 7 luglio 2023, 12 settembre 2023; Dominika Kurnetova, "Weaponized and Overhyped: Hypersonic Technology", cit.

¹⁸ Interviste, 7 e 12 settembre 2023.

¹⁹ Ivan Oelrich, "Hypersonic Missiles: Three Questions Every Reader Should Ask", in *Bulletin of the Atomic Scientists*, 17 dicembre 2019, <https://thebulletin.org/?p=70051>.

²⁰ Douglas Barrie, "Unstable at Speed: Hypersonics and Arms Control", in *Military Balance Blog*, 18 ottobre 2019, <https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2019/10/hypersonics-arms-control>.

²¹ Michael T. Klare, "Assessing the Dangers: Emerging Military Technologies and Nuclear (In) Stability", in *Arms Control Association Reports*, febbraio 2023, p. 35, <https://www.armscontrol.org/node/13447>.

²² Ibid.

²³ Joseph Henrotin, "Hypersonic Weapons: What Are the Challenges for the Armed Forces?", in *Briefings de l'Ifri*, 18 giugno 2021, <https://www.ifri.org/en/node/20049>.

missilistici, considerandone anche la scarsa disponibilità e il costo²⁴.

I sistemi missilistici ipersonici andrebbero quindi considerati come un nuovo importante strumento nel quadro del dispositivo militare di un Paese, certamente ad alto contenuto tecnologico e con un valore di deterrenza, ma da utilizzare a livello tattico e operativo combinato con altri sistemi d'arma in un approccio più strutturato. La loro massima efficacia può esprimersi quindi in un attacco strutturato e multilivello, in cui il sistema missilistico ipersonico è una componente all'interno di un approccio *combined*²⁵. In ogni caso, sono ancora vicine allo zero le esperienze documentate dell'utilizzo di missili ipersonici in teatro operativo e la maggior parte dei dati disponibili fa riferimento a test ed esercitazioni, dunque possono esser fatte molte ipotesi sul potenziale utilizzo futuro, ma senza certezza.

²⁴ Interviste, 7 e 8 settembre 2023.

²⁵ Tom Karako, "Breaking Down the Hypersonic Missile Threat", cit.

2. Le capacità russe e l'utilizzo di missili ipersonici nella guerra all'Ucraina

di Michelangelo Freyrie

2.1 Approccio strategico russo ai sistemi ipersonici

Le armi ipersoniche sono considerate dai pensatori strategici russi uno dei principali sviluppi tecnologici degli ultimi anni. Come nel caso cinese (vedi capitolo 3), lo sviluppo di armi ipersoniche indigene è concettualizzato a Mosca come risposta al *Global Prompt Strike* (Gps) statunitense, oltre che a "pericoli asimmetrici" derivanti da assetti spaziali per i quali la Russia non ha attualmente trovato pari risposta²⁶. I sistemi ipersonici rientrano anche in una precisa strategia intimidatoria da parte del Cremlino, che almeno dal 2018 ha posto l'adozione di nuove tecnologie dirompenti come pietra di volta di una retorica di potenza e prestigio militare²⁷.

Nella prospettiva russa, l'acquisizione di sistemi ipersonici rappresenta un significativo allargamento delle proprie capacità di *warfighting* e di deterrenza, soprattutto per quel che riguarda la potenziale minaccia posta dalle infrastrutture militari Nato in Europa in caso di conflitto. La presunta superiorità americana ed europea nel dominio aereo in un potenziale conflitto *peer-to-peer* ha spinto Mosca a sviluppare capacità alternative per colpire obiettivi strategici come basi aeree, posti di comando e depositi strategici²⁸. Così facendo, Mosca punta a poter effettuare attacchi ad alta precisione, una capacità ritenuta fondamentale dalle forze armate russe per poter competere con Stati Uniti e gli alleati Nato, e soprattutto eludere la difesa aerea e missilistica integrata (*Integrated Air and Missile Defence*, Iamd) dell'Alleanza atlantica²⁹. Per questo, la dottrina russa enfatizza il ruolo dei sistemi ipersonici in quella che definisce la fase "pre-nucleare" di un'escalation, sia per danneggiare le capacità militari dell'avversario, sia per colpire obiettivi di valenza politica con lo scopo di dissuadere ulteriori escalation³⁰.

²⁶ "Генерал РВВС сообщил о разработке Россией нового вида военных операций" [Il generale delle Forze missilistiche strategiche ha dichiarato che la Russia sta sviluppando un nuovo tipo di operazioni militari], in *RBC*, 2 marzo 2023, <https://www.rbc.ru/politics/02/03/2023/63ffefdc9a79471bbe1bb414>.

²⁷ Samuel Bendett et al., "Advanced Military Technology in Russia. Capabilities and Implications", in *Chatham House Research Papers*, settembre 2021, <https://www.chathamhouse.org/node/26962>.

²⁸ Mikhail P. Stepshin and Andrej N. Anikonov, Развитие вооружения, военной и специальной техники и их влияние на характер будущих войн [Lo sviluppo di armamenti, equipaggiamenti militari e speciali e il loro impatto sulla natura delle guerre future], in *Военная Мысль* [Pensiero militare], n. 12 (dicembre 2021), p. 35-43, <https://vm.ric.mil.ru/upload/site178/yQH4EuoqHP.pdf>.

²⁹ Dave Johnson, "Russia's Conventional Precision Strike Capabilities, Regional Crises, and Nuclear Thresholds", in *Livermore Papers on Global Security*, n. 3 (febbraio 2023), <https://cgsl.llnl.gov/content/assets/docs/Precision-Strike-Capabilities-report-v3-7.pdf>.

³⁰ A.V. Yevsyukov and Aleksandr L. Khryapin, "Оль новых систем стратегических вооружений в обеспечении стратегического сдерживания" [Il ruolo dei nuovi sistemi d'arma strategici nella deterrenza strategica], in *Военная Мысль* [Pensiero militare], n. 12 (dicembre 2020), p. 26-30, <https://>

Gli autori russi pongono l'attenzione sul vantaggio di avere a disposizione un variegato arsenale di sistemi ipersonici lanciabili da piattaforme terrestri, navali e aeree³¹. In questa visione, la versatilità dei sistemi ipersonici introduce una certa dose di imprevedibilità strategica a vantaggio dei loro possessori, oltre che fornire uno strumento imprescindibile in caso di uno scontro su scala globale³². Ciò colloca la famiglia di sistemi ipersonici in un duplice ruolo concettuale. Da un lato, essa rappresenta un significativo miglioramento tecnologico per il deterrente nucleare russo; dall'altro, gli ipersonici sono considerati un mezzo ideale per esercitare una forma di deterrenza non-nucleare, che nella concezione russa rimarca l'utilizzo di sistemi convenzionali ma estremamente efficaci nell'eliminare i centri politico-militari nevralgici dell'avversario³³.

2.2 Tecnologie e programmi

La Russia rientra teoricamente fra i primi Paesi al mondo ad aver schierato un missile ipersonico, il Kh-47M2 Kinzhal³⁴, in un contesto operativo. In pratica, i dubbi su questo primato sono tuttavia diffusi e leciti. Il dibattito riguarda soprattutto la natura del Kh-47M2, il cui sistema di propulsione non è assimilabile né alla tecnologia Hcm né a quella Hgv³⁵. Sviluppato verosimilmente a partire dal 2010³⁶, il Kinzhal non può essere considerato un vero sistema ipersonico capace nel lungo periodo di rispondere ai requisiti di *deep penetration* delle forze armate russe³⁷. Il Kinzhal è infatti una versione aviolanciata del missile balistico Iskander, che può tecnicamente raggiungere velocità ipersoniche in certe fasi di volo ma che non ricorre ai metodi illustrati nel capitolo 1 per mantenerle per un lungo periodo³⁸. Solo la capacità di navigazione tramite il sistema di geolocalizzazione Glonass anche durante le fasi di lancio, oltre che soluzioni aerodinamiche già presenti nell'Iskander, gli garantiscono una manovrabilità aggiuntiva che lo distingue da

vm.ric.mil.ru/upload/site178/AMiei6v9c7.pdf.

³¹ Si veda, ad esempio: Dmitry Verkhoturov, "Удар гиперзвуковым 'Кинжалом': неотразимый или нет?" [Attacco ipersonico 'Dagger': irresistibile o no?], in *Военное обозрение* [Rivista militare], 3 dicembre 2019, <https://topwar.ru/165372-udar-giperzvukovym-kinzhalom-neotrazimyj-ili-net.html>.

³² Mikhail P. Stepshin and Andrej N. Anikonov, Развитие вооружения, военной и специальной техники и их влияние на характер будущих войн [Lo sviluppo di armamenti, equipaggiamenti militari e speciali e il loro impatto sulla natura delle guerre future], cit.

³³ Alexander Yermakov e Dmitry Stefanovich, "Is Non-Nuclear Deterrence Possible?", in *RIAC Articles*, 30 giugno 2020, <https://russiancouncil.ru/en/analytics-and-comments/analytics/is-non-nuclear-deterrence-possible>.

³⁴ "Pugnale" in russo.

³⁵ Alexander H. Montgomery e Amy J. Nelson, "Ukraine and the Kinzhal: Don't Believe the Hypersonic Hype", in *Brookings Commentaries*, 23 maggio 2023, <https://www.brookings.edu/articles/ukraine-and-the-kinzhal-dont-believe-the-hypersonic-hype>.

³⁶ Sito Missile Threat: *Kh-47M2 Kinzhal*, aggiornato al 19 marzo 2022, <https://missilethreat.csis.org/?p=3801>.

³⁷ Intervista, 1 agosto 2023.

³⁸ Intervista, 8 maggio 2023.

altri missili di natura simile³⁹.

Tabella 1 | Missili ipersonici russi

Sistema	Velocità	Gittata	Tecnologia	Piattaforma di lancio
Avangard ⁴⁰	Mach 20	>6.000 km	Hgv	Lancio da terra tramite SS-19 Stiletto / R-28 Sarmat
Kh-47M2 Kinzhal ⁴¹	Mach 4-5	1.500-2.000 km	Missile balistico aviolanciato	Caccia multiruolo MiG-31K, Su-34
3M22 Zircon ⁴²	Mach 8	1.000 km	Hcm	Fregate classe <i>Gorshkov</i> ; sottomarini classe <i>Yasen</i>

Al netto di ciò, la Russia possiede anche un programma ipersonico nel senso proprio del termine, che fino al 2014 ha anche beneficiato della cooperazione con la Francia⁴³.

Il missile ipersonico russo "vero" più promettente in termini di prossima operatività è il 3M22 Zircon, un Hcm attualmente in dotazione alla fregata Ammiraglio Gorshkov⁴⁴ e testato anche sui sottomarini di classe *Yasen*⁴⁵. L'impiego di un sistema ipersonico su assetti marittimi corrisponde largamente alla strategia di modernizzazione perseguita dalla Marina russa (*Voенно-Морской Флот*), che capitalizza soprattutto su un potenziamento delle proprie capacità missilistiche antinave⁴⁶ e di attacco a terra⁴⁷. Una difficoltà identificata nell'utilizzo di un Hcm per il combattimento navale, e di cui si ignora la risposta trovata dai progettisti russi, è che il motore scramjet necessita di rimanere a un'altitudine di circa 20 km per gran parte del proprio volo, diventando identificabile dai radar nemici⁴⁸.

³⁹ Ibid.

⁴⁰ Sito Missile Threat: *Avangard*, aggiornato al 31 luglio 2021, <https://missilethreat.csis.org/?p=4985>.

⁴¹ Sito Missile Threat: *Kh-47M2 Kinzhal*, cit.

⁴² Sidharth Kaushal, "The Zircon: How Much of a Threat Does Russia's Hypersonic Missile Pose?", in *RUSI Commentaries*, 24 gennaio 2023, <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/zircon-how-much-threat-does-russias-hypersonic-missile-pose>.

⁴³ Vedi capitolo 5 di questo studio.

⁴⁴ Brad Lendon e Anna Chernova, "Putin Deploys Russian Warship with Zircon Hypersonic Missile, TASS Says", in *CNN*, 5 gennaio 2023, <https://edition.cnn.com/2023/01/05/europe/russia-warship-hypersonic-missile-deployed-intl-hnk-ml/index.html>.

⁴⁵ Masao Dahlgren, "Russia Launches Zircon Hypersonic Missiles from Submarine", in *Missile Threat*, 4 ottobre 2021, <https://missilethreat.csis.org/?p=9687>.

⁴⁶ "Новая мобильная пусковая установка под 'Циркон' сможет применять ракеты 'Оникс'" [Il nuovo lanciatore mobile per lo Zircon sarà in grado di utilizzare missili Onyx], in *TASS*, 22 novembre 2022, <https://tass.ru/armiya-i-opk/16391297>.

⁴⁷ Vedi a riguardo il capitolo 2 in Alessandro Marrone e Elio Calcagno (a cura di), "Naval Combat Systems: Developments and Challenges", in *Documenti IAI*, n. 23|01 (gennaio 2023), <https://www.iai.it/it/node/16476>.

⁴⁸ I tradeoff fra visibilità e velocità sono spiegati con più dettaglio qui: Sidharth Kaushal, "The

Un ulteriore sistema attualmente in sviluppo, qualitativamente diverso da Zircon e Kinzhal ma dall'impatto strategico potenzialmente maggiore, è Avangard. Anche se le autorità russe sostengono di averne schierato un primo esemplare nel 2019⁴⁹, ad oggi il sistema Hgv rilasciato da missile balistico SS-19 o R-28 è considerato ancora in sviluppo. Avangard è ritenuto particolarmente importante nel quadro dell'ammodernamento del deterrente nucleare russo⁵⁰. Ironicamente, il conflitto in Ucraina a partire dal 2014 ha rallentato lo sviluppo del sistema ipersonico a causa della conseguente sostituzione di subappaltatori ucraini coinvolti nella produzione dei sistemi di puntamento⁵¹.

2.3 L'utilizzo nel conflitto ucraino

Come già menzionato e al netto di molti dubbi tecnici, la Federazione Russa è ad oggi l'unico Paese che sostiene di aver fatto uso di sistemi ipersonici in un conflitto armato. L'aeronautica russa (*Vozdušno-kosmičeskie sily, Vks*) avrebbe impiegato missili Kh-47M2 Kinzhal in almeno tre casi nel corso della guerra in Ucraina⁵². L'impatto del Kinzhal non sembra però essere stato particolarmente significativo, al netto dell'effetto psicologico causato dal primo impiego di un'arma di nuova generazione. È verosimile che l'utilizzo del Kh-47M2 sia giustificato più in termini propagandistici e di test che di reale esigenza operativa, nonostante il Cremlino abbia inizialmente esitato a dare risalto all'utilizzo di tali sistemi⁵³. La dimensione propagandistica è confermata dalla decisione del presidente Putin di onorare l'equipaggio del Su-34 che per la prima volta ha effettuato un lancio ipersonico in Ucraina con un ordine al merito⁵⁴. Il Kinzhal è stato nuovamente utilizzato a inizio 2023, insieme a missili a propulsione convenzionale, nella campagna di distruzione sistematica ai danni delle infrastrutture energetiche ucraine, un'altra scelta bizzarra considerato il numero estremamente limitato di un sistema destinato a operazioni contro obiettivi di alto valore come ad esempio i centri di comando⁵⁵. Le forze armate ucraine hanno risposto a questa minaccia colpendo gli

Zircon", cit.

⁴⁹ "Russia Deploys Avangard Hypersonic Missile System", in *BBC News*, 27 dicembre 2019, <https://www.bbc.com/news/world-europe-50927648>.

⁵⁰ "Avangard Hypersonic Missiles Replace Rubezh ICBMs in Russia's Armament Plan through 2027", in *TASS*, 22 marzo 2018, <https://tass.com/defense/995628>.

⁵¹ Nikolai Surkov, "Гиперзвуковой 'Авангард'" [Avangard ipersonico], in *Izvestia*, 2 marzo 2018, <https://iz.ru/715170/nikolai-surkov/giperzvukovoi-avangard>.

⁵² "Russia Says It Has Deployed Kinzhal Hypersonic Missile Three Times in Ukraine", in *Reuters*, 21 agosto 2022, <https://www.reuters.com/world/europe/russia-says-it-has-deployed-kinzhal-hypersonic-missile-three-times-ukraine-2022-08-21>.

⁵³ "Russia Has Hypersonic Weapons Now, But It Does Not Use Them in Fact – Putin" [La Russia ora ha armi ipersoniche, ma in realtà non le usa - Putin], in *TASS*, 19 marzo 2023, <https://tass.com/defense/1590921>.

⁵⁴ "Russia Recognises First Crew to Use Hypersonic Missile in Ukraine, TASS reports", in *Reuters*, 4 settembre 2023, <https://www.reuters.com/world/europe/russia-recognises-first-crew-use-hypersonic-missile-ukraine-tass-2023-09-04>.

⁵⁵ Ben Hall e Roman Olearchyk, "Military Briefing: Russian Hypersonic Missiles Bring New Menace

Awacs della Vks di tipo Beriev A-50U, il cui supporto è fondamentale per indirizzare i MiG-31K portatori di armi ipersoniche⁵⁶.

L'assenza di vere motivazioni militari per l'uso del Kinzhal è evidente se si considera che le difese antiaeree ucraine, soprattutto durante il primo impiego a marzo 2022, non presentavano un ostacolo tanto formidabile da rendere necessario l'impiego di un'arma pensata per penetrare uno scudo antimissile analogo alla Iamd della Nato⁵⁷. D'altra parte, è importante ricordare che il Kinzhal non si sia ad oggi dimostrato completamente all'altezza della propria missione quando utilizzato come previsto dalla dottrina d'impiego russa. Il 4 maggio 2023, infatti, almeno sei missili Kinzhal sarebbero stati intercettati e abbattuti dalle batterie Patriot schierate a difesa di Kyiv. Almeno uno dei Patriot, principale obiettivo del bombardamento ipersonico⁵⁸, sarebbe stato danneggiato senza però essere distrutto. Si tratta di un risultato piuttosto magro se si considera che i Kinzhal sono stati impiegati esattamente per eliminare il sistema di difesa aereo di produzione americana, posto a difesa della capitale ucraina⁵⁹. Le implicazioni per il programma Kinzhal sono significative perché il Patriot è considerato dalle pubblicazioni militari russe come principale avversario da sopraffare con sistemi ipersonici⁶⁰. La vulnerabilità del Kinzhal a sistemi antimissile si sofisticati ma non certo avveniristici è dovuta a una serie di fattori già in precedenza identificati dalle riviste specializzate russe⁶¹. Uno su tutti è il fatto che nella fase di volo terminale il Kinzhal vola a velocità supersoniche (Mach 3) in linea retta, diventando così più facilmente intercettabile.

Un'ulteriore questione aperta dal conflitto è quanto le sanzioni occidentali (e non solo) imposte all'indomani del 24 febbraio 2022 danneggeranno la capacità russa di continuare a produrre e sviluppare nuovi sistemi ipersonici. Secondo fonti ucraine, fino a gennaio 2023 la Russia avrebbe utilizzato ben 16 dei 42 missili Kinzhal presenti nel proprio arsenale⁶², indebolendo fortemente il proprio potenziale missilistico. Detto questo, una serie di elementi suggeriscono che le sanzioni avranno un effetto limitato sulla capacità russa di dispiegare missili ipersonici, soprattutto se si considera anche la prossima industrializzazione del 3M22 Zircon

to Ukraine", in *Financial Times*, 10 marzo 2023, <https://www.ft.com/content/e85762ec-ccc5-43e4-896c-074a451dad30>.

⁵⁶ Reuben Johnson, "Why Drones Targeted a Russian A-50U, Vital for Hypersonic Kinzhal Strikes", in *Breaking Defense*, 24 marzo 2023, <https://breakingdefense.com/?p=277023>.

⁵⁷ Intervista, 8 maggio 2023.

⁵⁸ "U.S. Officials Confirm Damage to Patriot Defense System in Kyiv Attack", in *The New York Times*, 16 maggio 2023, <https://www.nytimes.com/live/2023/05/16/world/russia-ukraine-news>.

⁵⁹ Peter Mitchell, "Hypersonic Hype? Russia's Kinzhal Missiles and the Lessons for Air Defense", in *Modern War Institute Articles*, 23, maggio 2023, <https://mwi.westpoint.edu/?p=20385>.

⁶⁰ Zhang Haoyue e Sheng Qiuyu, Жэньминь жибао (Китай): российское гиперзвуковое оружие отличается выгодными преимуществами [People's Daily (Cina): Le armi ipersoniche russe presentano vantaggi], in *InoSMI*, 16 marzo 2020, <https://inosmi.ru/20200316/247053833.html>.

⁶¹ Dmitry Verkhoturov, "Удар гиперзвуковым "Кинжалом": неотразимый или нет?" (Attacco ipersonico "Dagger": irresistibile o no?), cit.

⁶² Igor Kossov, "How Many Missiles Does Russia Have Left?", in *The Kiev Independent*, 13 gennaio 2023, <https://kyivindependent.com/how-many-missiles-does-russia-have-left>.

e lo sviluppo dell'Avangard. La base industriale e tecnologica russa è infatti ritenuta autonoma e autosufficiente per quel che riguarda i settori tecnologici necessari per lo sviluppo continuativo di capacità ipersoniche, a partire dalla resistenza dei materiali e la progettazione dei vettori. Le componenti maggiormente colpite dalla politica di sanzioni hanno un impatto limitato per il settore missilistico⁶³. L'unica eccezione sono i sistemi di guida inerziale, comunque assemblabili su suolo russo e i cui limitati volumi di produzione interna possono essere coadiuvati dal contrabbando⁶⁴. È oltretutto inverosimile che Mosca possa incorrere in colli di bottiglia produttivi se continuerà a considerare gli ipersonici come una "punta di diamante" missilistica, almeno a livello dottrinale. Un uso parsimonioso dei sistemi ipersonici significherebbe infatti che non è necessario raggiungere livelli produttivi paragonabili a quelli dei missili a propulsione convenzionale.

⁶³ Intervista, 12 settembre 2023.

⁶⁴ Intervista, 8 maggio 2023.

3. Le crescenti capacità della Cina

di Michelangelo Freyrie

La Repubblica popolare cinese è un attore di primaria importanza per quanto riguarda le capacità missilistiche, tanto in termini di varietà che di ampiezza degli arsenali⁶⁵. In questo quadro non fanno eccezione le capacità ipersoniche e il ruolo preponderante che Pechino sta giocando nella corsa al riguardo. Negli ultimi anni sono stati effettuati numerosi test in tal senso, attirando l'attenzione di autorità militari e della stampa internazionale⁶⁶. L'ultimo test rilevante risale all'inizio del 2023 ed era dedicato a un nuovo sistema Hgv che potrebbe andare a sostituire la prima generazione di missili ipersonici in servizio⁶⁷. A differenza di altri Paesi analizzati in questo studio, la Cina è difatti fra quei pochi che hanno sistemi ipersonici già presumibilmente operativi e schierati, rispondendo così a una serie di esigenze strategiche e dottrinali proprie di Pechino.

3.1 La dimensione convenzionale dei programmi ipersonici cinesi

La proliferazione di test ipersonici ha avuto luogo a pochi anni dall'elevazione della Seconda forza di artiglieria dell'Esercito popolare di liberazione (*People's Liberation Army, Pla*) a una vera e propria forza armata al pari di marina, aeronautica ed esercito, denominata Forza missilistica dell'Esercito popolare di liberazione (*PLA Rocket Force, Plarf*)⁶⁸. I balzi in avanti in termini tecnologici compiuti dalla Cina si pongono quindi all'interno di un quadro strategico e dottrinale nel quale i missili convenzionali, inclusi gli ipersonici, vanno ad assumere un ruolo sempre più importante. A partire dagli anni '90 la Commissione militare centrale (Cmc) ha enfatizzato la necessità di acquisire sistemi in grado di infliggere colpi debilitanti contro avversari militarmente superiori, puntando ai sistemi di comando e controllo (C2) e agli arsenali⁶⁹. Lo sviluppo di questi "assi nella manica" (*shashoujian*) dovrebbe permettere non solo un rafforzamento della deterrenza convenzionale esercitata dalla Pla, ma anche fornire ulteriore flessibilità nel *warfighting* e nello sferrare colpi preventivi⁷⁰. È evidente che le tecnologie ipersoniche possono fornire

⁶⁵ Shaan Shaikh, "China's Hypersonic Future", in *Missile Threat*, 12 dicembre 2021 (aggiornato al 2 agosto 2022), <https://missilethreat.csis.org/?p=9765>.

⁶⁶ Jr Ng, "China's Hypersonic Testing Surge", in *Asian Military Review*, 16 marzo 2022, <https://www.asianmilitaryreview.com/?p=12691>.

⁶⁷ Paul Adams, Jean Mackenzie e Antoniette Radford, "What the Leaked Pentagon Documents Reveal - 8 Key Takeaways", in *BBC News*, 15 aprile 2023, <https://www.bbc.com/news/world-us-canada-65238951>.

⁶⁸ Lawrence Trevethan, "The PLA Rocket Force's Conventional Missiles", in *U.S. Naval Institute Proceedings*, vol. 149/4/1,442 (aprile 2023), <https://www.usni.org/node/60309>.

⁶⁹ Elsa B. Kania, "Designing Deterrence: The PLA's Outlook on Disruptive Technologies and Emerging Capabilities", in Roy D. Kamphausen (a cura di), *Modernizing Deterrence. How China Coerce, Compels and Deters*, Seattle/Washington, National Bureau of Asian Research, 2023, p. 121-140 a p. 125, <https://www.nbr.org/?p=195205>.

⁷⁰ Ibid., p. 127.

un netto vantaggio in tal senso, potenziando le capacità della Pla di proiettare forza al di là delle difese aeree americane a livello di teatro e di irrobustire l'arsenale antinave che la Cina ritiene fondamentale per mantenere un largo perimetro difensivo attorno alle proprie coste⁷¹.

La ricerca nei sistemi ipersonici è stata almeno inizialmente una risposta allo sviluppo del *Global Prompt Strike* (Gps) americano⁷². Il programma statunitense è stato largamente interpretato come il primo passo verso l'acquisizione di un sistema di attacco globale, immediato e ad alta precisione, imprescindibile per la costruzione di futuri arsenali missilistici anche solo in chiave di deterrenza⁷³. La correlazione fra il programma ipersonico cinese e il Gps è resa evidente anche dalle analisi delle discussioni intercorse fra esperti militari cinesi nel corso degli anni 2010, in cui si evidenzia quanto anche programmi statunitensi attribuiti (a volte erroneamente) al Gps abbiano provocato un'esplosione di ricerche e dibattiti tecnici attorno al mondo degli ipersonici, alimentando l'ansia cinese di dover recuperare una ipotizzata arretratezza nel settore missilistico⁷⁴.

3.2 Le implicazioni nucleari e di deterrenza nell'Indo-Pacifico

A queste considerazioni vanno aggiunte anche le implicazioni che l'accesso a tecnologie ipersoniche prospetta in termini di deterrenza nucleare. C'è consenso nel mondo della ricerca sul fatto che la Cina abbia adottato finora una forma di deterrenza "minima", affidandosi a un arsenale strategico relativamente piccolo, pensato principalmente per garantire un secondo colpo in risposta a un attacco nemico⁷⁵. Per questo, Pechino vede le migliorie apportate dagli Stati Uniti alle proprie difese missilistiche come la principale minaccia alla propria capacità di deterrenza, in quanto renderebbero meno probabile la riuscita di una rappresaglia nucleare su territorio americano⁷⁶. L'utilizzo di sistemi ipersonici andrebbe a mitigare questo rischio: grazie alla loro capacità di eludere ed evadere le difese antimissile avversarie, la Cina potrebbe continuare a mantenere un arsenale nucleare ridotto, senza dover puntare su un deterrente massiccio che saturi le capacità di intercettazione avversarie, come fatto da Usa e Unione Sovietica durante la Guerra fredda⁷⁷. Per Pechino, una minore fallibilità delle proprie testate

⁷¹ Larry M. Wortzel, "Hypersonic Weapons Development in China, Russia and the United States: Implications for American Security Policy", in *Land Warfare Papers*, n. 143 (marzo 2023), <https://www.ausa.org/node/11521>.

⁷² Vedi capitolo 4 in questo studio.

⁷³ Elsa B. Kania, "Designing Deterrence", cit.

⁷⁴ Lora Saalman, *Prompt Global Strike: China and the Spear*, Asia-Pacific Center for Security Studies, aprile 2014, p. 5, <https://dkiapcss.edu/?p=15359>.

⁷⁵ Anamay Agarwal e Ryan J.A. Harden, China's Hypersonic Missile Test Does Not Change the Nuclear Calculus, in *RUSI Commentaries*, 18 novembre 2021, <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/chinas-hypersonic-missile-test-does-not-change-nuclear-calculus>.

⁷⁶ Liping Xia, "China's Nuclear Doctrine: Debates and Evolution", in *Carnegie Regional Insights*, 30 giugno 2016, <https://carnegieendowment.org/publications/63967>.

⁷⁷ Larry M. Wortzel, "Hypersonic Weapons Development in China, Russia and the United States", cit.

nucleari porterebbe anche dei benefici in termini di *escalation management*, permettendo teoricamente di condurre attacchi nucleari limitati contro obiettivi militari. In questo quadro si è tuttavia ritenuto che la crescente fiducia cinese nei propri sistemi convenzionali abbia di gran lunga ridotto l'appetito per un ricorso ad armi di valenza strategica⁷⁸.

3.3 Le tecnologie perseguite

L'importanza dell'elemento nucleare è riscontrabile nel focus di ricerca della comunità scientifica cinese in termini tecnologici. Ad oggi, la Cina sembra aver investito soprattutto nei sistemi ipersonici plananti (che implicano un approccio al volo ipersonico ritenuto più impreciso e assimilabile all'uso di armi con effetti su larga scala, come ordigni chimici, biologici, radiologici o nucleari (Cbrn)⁷⁹. Studi internazionali suggeriscono che Pechino ambisca in particolare allo sviluppo di un Hgv capace di eseguire manovre "skip glide" nell'atmosfera terrestre, che renderebbe il sistema difficile da intercettare ma più impreciso. Inoltre, ciò sottoporrebbe le ceramiche industriali dell'ordigno (un campo che la Cina deve ancora padroneggiare) a temperature estreme⁸⁰.

Ad oggi la Cina conta diversi programmi ipersonici, di cui uno – il Dong Feng⁸¹ 17 (DF-17) – è attualmente già in dotazione alla Pla. Testato a partire dal 2014, il DF-17 sembra essere progettato soprattutto per colpire le basi statunitensi nel Pacifico occidentale⁸². Si tratta di un Hgv, convenzionale o nucleare, rilasciato da un missile balistico a medio raggio e operato da un lanciatore terrestre mobile e con una gittata massima di 2.500 km. Il DF-17 viaggia a una velocità compresa fra Mach 5 e Mach 10. Nel 2019 l'Epl sosteneva di stare sviluppando una variante antinave del DF-17⁸³. Questa capacità è attualmente coperta dal Yingji⁸⁴-21 (YJ-21). Il missile è progettato per essere lanciato da un incrociatore Tipo 055 classe *Renhai*⁸⁵ e dovrebbe raggiungere Mach 10 in fase di volo terminale⁸⁶. Di questo

⁷⁸ Tong Zhao, "Digging Deep into China's Motivations and Intentions", in *Arms Control Today*, vol. 51, n. 10 (dicembre 2021), p. 40-43, <https://www.armscontrol.org/node/12698>.

⁷⁹ Intervista, 28 aprile 2023.

⁸⁰ Sidharth Kaushal e Sam Cranny-Evans, "China's New Hypersonic Capability", in *RUSI Commentaries*, 26 ottobre 2021, <https://rusi.org/explore-our-research/publications/commentary/chinas-new-hypersonic-capability>.

⁸¹ "Vento dell'est" in mandarino.

⁸² Akhil Kadidal, "China's DF-17 Designed to Strike Pacific Bases: US", in *Janes*, 9 dicembre 2022, <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/chinas-df-17-designed-to-strike-pacific-bases-us>.

⁸³ Sito Missile Threat: *DF-17*, aggiornato al 2 agosto 2021, <https://missilethreat.csis.org/?p=6423>.

⁸⁴ "Colpo d'aquila".

⁸⁵ È teorizzato che ne esista anche una versione aviolanciata, denominata 2PZD-21. Vedi Douglas Barrie, "Chinas Air Show but Dont Tell Weapons Development", in *Military Balance Blog*, 25 novembre 2022, <https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2022/11/chinas-air-show-but-dont-tell-weapons-development>.

⁸⁶ Amber Wang, "Chinese Military Announces YJ-21 Missile Abilities in Social Media Post Read as Warning to US amid Tension in Taiwan Strait", in *South China Morning Post*, 2 febbraio 2023, <https://www.scmp.com/news/china/military/article/3208763/chinese-military-announces-yj-21-missile>.

sistema esiste anche una versione di export, il YJ-21e⁸⁷. Altri sistemi attualmente in sviluppo includono il DF-27, lanciato da terra e con una gittata stimata di 7.000 km⁸⁸, e il Lingyun-1, che potrebbe diventare il primo missile da crociera ipersonico (*Hypersonic Cruise Missile, Hcm*) dispiegato dalla Cina.

Tabella 2 | Missili ipersonici cinesi

Sistema	Velocità	Gittata	Tecnologia
DF-17	Mach 5-10	2.500 km	Hgv
YJ-21	fino a Mach 10	1.500 km ⁸⁹	Hgv
DF-27	fino a Mach 10	7.000 km	Hgv
Lingyun-1	?	?	Hgm

Pechino sta perseguendo una serie di iniziative che la differenziano da altri stati coinvolti nella corsa ai sistemi ipersonici. Quella che ha attirato più attenzione negli ultimi anni riguarda il possibile sviluppo di un sistema frazionale di bombardamento orbitale (*Fractional Orbital Bombardment System, Fobs*), ovvero lo stazionamento di testate nucleari nell'orbita terrestre che si ritiene sarebbero portate sull'obiettivo tramite un Hgv. È tuttavia dubbio che questa tecnologia possa apportare vantaggi particolari rispetto all'utilizzo di Hgv endo-atmosferici⁹⁰. Le autorità militari americane affermano che la capacità cinese di dispiegare un Fobs sarebbe stata testata già nel 2021, rilasciando un Hgv tramite lancio di missile balistico intercontinentale (*Intercontinental Ballistic Missile, Icbm*). L'ordigno avrebbe volato per 40.000 km in circa 100 minuti (raggiungendo quindi una velocità media minima di 21.818,2 km/h)⁹¹. A ciò si aggiunge la ricerca cinese volta allo sviluppo di un sistema di trasporto ipersonico suborbitale, volto a "portare persone e cargo in qualsiasi parte del pianeta in meno di un'ora"⁹². Questa tecnologia avrebbe un impatto significativo sul settore della logistica e dei trasporti; in generale, la Cina sembra investire un'ingente quantità di risorse nella

performance-social-media-post-read-warning-us-amid-tension.

⁸⁷ Ibid.

⁸⁸ "DF-27 Hypersonic Ballistic Missile Leaked", in *China-Arms*, 12 agosto 2021, <https://www.china-arms.com/?p=3647>.

⁸⁹ Alex Gatopoulos, "Russia's Sarmat and China's YJ-21: What the Missile Tests Mean", in *Al Jazeera*, 22 aprile 2022, <https://www.aljazeera.com/features/2022/4/22/russias-sarmat-and-chinas-yj-21-what-the-missile-tests-mean>.

⁹⁰ Timothy Wright, "Is China Gliding toward a FOBS Capability?", in *IISS Online Analysis*, 22 ottobre 2021, <https://www.iiss.org/online-analysis/online-analysis/2021/10/is-china-gliding-toward-a-fobs-capability>.

⁹¹ Timothy Wright, "USSTRATCOM Provides a Pulse Check on Chinese and Russian Missile Programmes", in *IISS Online Analysis*, 24 marzo 2022, <https://www.iiss.org/online-analysis/online-analysis/2022/03/usstratcom-provides-a-pulse-check-on-chinese-and-russian-missile-programmes>.

⁹² US Department of Defense, *Military and Security Development Involving the People's Republic of China 2022*, p. 149, <https://www.defense.gov/Spotlights/2022-China-Military-Power-Report>.

sperimentazione di sistemi a più stadi anche per il volo aeronautico⁹³.

Il principale attore cinese nel settore degli ipersonici è il decimo istituto di ricerca (il "Near Space Flight Vehicle Research Institute" in inglese) che opera sotto alla China Aerospace Science & Industry Corporation Limited (Casic). La Casic produce il DF-17⁹⁴ e verosimilmente il YJ-21⁹⁵. Inoltre, l'Istituto di tecnologia di Harbin e l'Università nazionale di tecnologia per la Difesa sono considerate le due istituzioni più attive nella formazione di scienziati e ingegneri specializzati in sistemi ipersonici⁹⁶.

⁹³ Intervista, 1 agosto 2023.

⁹⁴ Sito Missile Threat: *DF-17*, cit.

⁹⁵ Roman Skomorokhov, "Who Is Threatened by China's Hypersonic Missiles?", in *Military Review*, 29 giugno 2022, <https://en.topwar.ru/198293-komu-grozjat-giperzvukovye-rakety-kitaja.html>. Casic ha anche prodotto il YJ-18 subsonico. Si veda il sito Missile Threat: *YJ-18*, aggiornato al 28 luglio 2021, <https://missilethreat.csis.org/?p=6706>.

⁹⁶ BluePath Labs, *An Exploratory Analysis of the Chinese Hypersonics Research Landscape*, Montgomery, China Aerospace Studies Institute, 5 dicembre 2022, <https://www.airuniversity.af.edu/CASI/Display/Article/3235816>.

4. Gli Stati Uniti

di Michelangelo Freyrie e Alessandro Marrone

Gli Stati Uniti stanno facendo dei significativi investimenti nello sviluppo di sistemi d'arma ipersonici. La decisione di Washington è stata dettata da un lato dalla valutazione della minaccia cinese, e in misura minore russa, e dall'altro dall'avanzamento della tecnologia in questo settore. Alcuni giornalisti hanno definito la fase attuale di spinta statunitense su questa capacità un "momento Sputnik"⁹⁷, ovvero la percezione che, come agli albori della corsa allo spazio, gli Stati Uniti si trovino in evidente svantaggio rispetto ai propri avversari nel campo delle tecnologie missilistiche. Ciò risulta in ingenti investimenti, pari a 8 miliardi di dollari dal 2018, e in una moltiplicazione dei programmi di ricerca e sviluppo così come di acquisizione di capacità ipersoniche.

4.1 L'Indo-Pacifico e lo sviluppo di missili ipersonici

La crescita dell'interesse per le tecnologie ipersoniche corrisponde anche a uno spostamento dell'attenzione statunitense verso la regione dell'Indo-Pacifico. A Washington non esiste ancora un solido consenso sulla natura *disruptive* dei sistemi ipersonici⁹⁸. Tuttavia, l'ipotesi che l'utilizzo di questi sistemi possa effettivamente alterare l'equilibrio tecnologico e militare nella regione è ritenuta particolarmente realistica, e i progressi fatti dalla Cina in particolare sono visti come una minaccia alla postura statunitense nella prima catena di isole a ridosso del Mar Cinese Meridionale⁹⁹.

In una prospettiva più ampia, ciò ha delle chiare implicazioni sulla capacità americana di mantenere una deterrenza credibile nel teatro¹⁰⁰, da Taiwan alla protezione delle stesse isole americane nel Pacifico, suggerendo così anche un parziale cambiamento nella logica strategica americana: se nel 2008 il lancio del progetto ipersonico *Conventional Prompt Strike* (Cps) era visto come una soluzione per proiettare potenza senza dipendere da una fitta rete di basi all'estero¹⁰¹, oggi la

⁹⁷ Associated Press, "China's Hypersonic Missile Test 'Close to Sputnik Moment', Says US General", in *The Guardian*, 28 ottobre 2021, <https://www.theguardian.com/p/jd29h>.

⁹⁸ Vedi, ad esempio: John T. Watts, Christian Trotti e Mark J. Massa, *Primer on Hypersonic Weapons in the Indo-Pacific Region*, Washington, Atlantic Council, agosto 2020, <https://www.atlanticcouncil.org/?p=283510>.

⁹⁹ Nella strategia americana, la prima catena di isole si riferisce idealmente all'area che partendo dall'arcipelago giapponese include Taiwan e le acque rivendicate da Beijing al largo di Filippine e Vietnam. La seconda catena include l'isola di Bonin, Guam, le Caroline e la Nuova Guinea. Vedi: US Department of Defense, *Military Power of the People's Republic of China 2006*, <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA449718>.

¹⁰⁰ Ankit Panda, *Missile Proliferation in the Indo-Pacific. Drivers and Consequences*, Intervista NBR, 18 giugno 2022, <https://www.nbr.org/?p=185379>.

¹⁰¹ Congressional Budget Office, *U.S. Hypersonic Weapons and Alternatives*, gennaio 2023, <https://www.cbo.gov/publication/58924>.

leadership militare considera il fattore ipersonico innanzitutto come uno strumento per mantenere la deterrenza nell'Indo-Pacifico nei confronti di Pechino¹⁰², e quindi la sicurezza e la stabilità regionale sia per gli alleati che per gli stessi Stati Uniti.

Figura 3 | Catene di isole nell'Indo-Pacifico



Che il primo prototipo di sistema ipersonico assegnato allo US Army, il *Long-Range Hypersonic Weapon (Lrhw)*, sia stato schierato da un'unità subordinata al Comando dell'Indo-Pacifico è un segnale importante in tal senso¹⁰³. In particolare, la supposta capacità cinese di imporre dei perimetri inaccessibili se non con gravissime perdite ai mezzi americani grazie a sistemi d'arma antiaerei e anti-nave (le cosiddette bolle *Anti-Access/Area Denial, A2/AD*) richiede soluzioni alternative per poter continuare a proiettare potenza nel Mar Cinese Meridionale. Le tecnologie ipersoniche sarebbero una soluzione praticabile, come spiega tra gli

¹⁰² Ashley Roque, "Here Are 3 Future Missiles INDOPACOM Says It Needs to Challenge China", in *Breaking Defense*, 20 aprile 2023, <https://breakingdefense.com/?p=282516>.

¹⁰³ Richard Parlato, "1st Multi-Domain Task Force Deploys the Army's First Long-Range Hypersonic Weapon System", in *US Army Articles*, 30 marzo 2023, <https://www.army.mil/article/265349>.

altri uno studio commissionato dal Congresso americano:

Gittate più lunghe e velocità più elevate sono gli attributi principali che distinguono le armi ipersoniche che il Dipartimento della Difesa sta sviluppando dalle armi d'attacco convenzionali presenti nell'inventario odierno, [... le quali] potrebbero essere lanciate da aree a minor rischio, senza però impiegare troppo tempo per coprire le maggiori distanze dai loro obiettivi¹⁰⁴.

Ciò ha portato anche un fondamentale cambio di politiche da parte degli Stati Uniti nell'ambito della non-proliferazione rispetto ai missili a lunga gittata ed elevate velocità. Per controbilanciare gli enormi passi in avanti fatti da Cina e Russia nel settore, sia l'amministrazione repubblicana di Donald Trump che quella democratica di Joe Biden hanno adottato una politica di "proliferazione condizionale", condividendo con gli alleati britannici e australiani del blocco trilaterale Aukus, lanciato nel 2021, tecnologie avanzate e risorse per lo sviluppo di sistemi ipersonici¹⁰⁵. Come si approfondisce nel capitolo 5, l'alleanza fra Stati Uniti, Australia e Regno Unito ha avviato una cooperazione su questo tipo di tecnologie e permetterà di mettere a sistema i punti di forza delle tre basi industriali e tecnologiche di difesa¹⁰⁶, nonché i rispettivi assetti infrastrutturali e geografici. Ciò comprende le aree di test per sistemi che hanno bisogno di percorrere enormi distanze in brevissimo tempo per sperimentare le relative tecnologie.

4.2 I programmi in corso

Ad oggi, le forze armate americane non schierano alcun sistema d'arma ipersonico completamente maturo anche a causa della cancellazione di alcuni programmi, nonostante le ricerche decennali condotte da diverse aziende e l'interesse mostrato per questi sistemi da parte dal Dipartimento della Difesa statunitense (*Department of Defense*, DoD) a fasi alterne a partire dagli anni '70. Nel 2021 il Pentagono ha chiesto al Congresso americano finanziamenti per poco più di tre miliardi di dollari per la ricerca di base e la prototipizzazione avanzata di sistemi ipersonici¹⁰⁷, una cifra che ha raggiunto i 4,7 miliardi di dollari nel budget per il 2023¹⁰⁸. Attualmente esistono ben otto programmi per vettori ipersonici noti al pubblico, riportati nella tabella 1 e di cui riportiamo di seguito alcune caratteristiche.

¹⁰⁴ Congressional Budget Office, *U.S. Hypersonic Weapons and Alternatives*, cit., p. 1.

¹⁰⁵ William Alberque e Ben Schreer, "AUKUS, US Allies and the Age of Conditional Proliferation", in *IISS Online Analysis*, 29 ottobre 2021, <https://www.iiss.org/online-analysis/online-analysis/2021/10/aucus-us-allies-and-the-age-of-conditional-proliferation>.

¹⁰⁶ Shannon Bugos, "AUKUS to Collaborate on Hypersonics", in *Arms Control Today*, maggio 2022, <https://www.armscontrol.org/node/12976>.

¹⁰⁷ Daniel Wasserbly, "Pentagon Budget 2021: Hypersonic Weapons Would Get USD3.2 Billion Boost", in *Janes*, 11 febbraio 2020, <https://www.janes.com/article/94221/pentagon-budget-2021-hypersonic-weapons-would-get-usd3-2-billion-boost>.

¹⁰⁸ US Undersecretary of Defense - (Comptroller)/Chief Financial Officer, *FY 2023 Defense Budget Overview*, aprile 2022, p. 4-6, <https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/Budget2023>.

Il programma più vecchio è il *Conventional Prompt Strike (Cps)* della US Navy¹⁰⁹, forza armata coinvolta anche nel programma *Hypersonic Offensive Anti-Surface Warfare (Halo)*. Cps affonda le proprie radici in test effettuati congiuntamente a partire dal 2008 dall'Agenzia per i progetti di ricerca avanzata di difesa (*Defense Advanced Research Project Agency, Darpa*), DoD, Marina ed Esercito¹¹⁰. L'ultima iterazione del Cps è entrata in fase di collaudo nel giugno 2022 e dovrebbe superare Mach 5¹¹¹. L'intenzione da parte della Marina è di equipaggiare con tale sistema le proprie cacciatorpediniere di classe *Zumwalt* nel 2025 e i sottomarini di classe *Virginia* a partire del 2029, con l'obiettivo di penetrare le A2/AD avversarie e colpire obiettivi prioritari¹¹². La tecnologia utilizzata è Hgv e l'azienda responsabile del programma è Lockheed Martin. I primi test effettuati non sembrano ancora aver dimostrato la capacità di Cps di operare effettivamente in un teatro operativo conteso¹¹³ in cui nessuna delle due parti in conflitto detiene la superiorità aerea e i sistemi di difesa sono in grado di abbattere una parte significativa dei mezzi convenzionali usati dagli Stati Uniti.

Tabella 3 | Progetti ipersonici statunitensi in corso

Programma	Tecnologia	Istituzione di riferimento
Conventional Prompt Strike (Cps)	Hgv	US Navy
Hypersonic Offensive Anti-Surface Warfare (Halo)	Hcm	US Navy
Long-Range Hypersonic Weapon (Lrhw)	Hgv	US Army
Operational Fires (OpFires)	Hgv	Darpa
Hypersonic Attack Cruise Missile (Hacm) e More Opportunities with Hypersonic Air-breathing Weapon Concept (Mohawc)	Hcm	US Air Force
Hypersonic Air-breathing Weapon Concept (Hawc)	Hcm	Darpa
Air-launched Rapid Response Weapon (Arrw)	Hgv	US Air Force
Tactical Boost Glide (Tbg)	Hgv	Darpa

¹⁰⁹ Justin Katz, "Navy Seeks \$3.6 Billion over 5 Years for 64 Hypersonic Conventional Prompt Strike Rounds", in *Breaking Defense*, 22 marzo 2023, <https://breakingdefense.com/?p=276669>.

¹¹⁰ Amy F. Woolf, "Conventional Prompt Global Strike and Long-Range Ballistic Missiles: Background and Issues", in *CRS Reports*, n. R41464 (16 luglio 2021), <https://crsreports.congress.gov/product/details?prodcode=R41464>.

¹¹¹ Sito Lockheed Martin: *Hypersonic Solutions*, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/capabilities/hypersonics.html>.

¹¹² Justin Katz, "Navy Seeks \$3.6 Billion over 5 Years for 64 Hypersonic Conventional Prompt Strike Rounds", cit.

¹¹³ US Office of the Director, Operational Test & Evaluation, "Conventional Prompt Strike", in *FY2022 Annual Report*, gennaio 2023, p. 163-165, <https://www.dote.osd.mil/Annual-Reports/2022-Annual-Report>.

L'esercito è la forza armata di riferimento per il *Long-Range Hypersonic Weapon* (Lrhw)¹¹⁴, già schierato in esercitazioni e attualmente in fase di test da parte della forza armata¹¹⁵. Si tratta di un vettore lanciato da un camion, con la capacità di raggiungere obiettivi a 2.776 km di distanza a velocità superiori a Mach 5. Lrhw utilizza il *Common Hypersonic Glide Body* (C-Hgb) sviluppato per il Cps della US Navy, il quale impiega un motore a razzo per accelerare a velocità ipersoniche, per poi rilasciarlo una volta esaurito il carburante. Lrhw è organizzato in batterie, ognuna delle quali è composta da quattro lanciatori, un centro operativo e un veicolo di supporto¹¹⁶.

A questi progetti si aggiunge *Operational Fires* (OpFires) della Darpa¹¹⁷, ancora in fase embrionale, con una gittata prevista di 1.609 km e una velocità superiore a Mach 5¹¹⁸. Vi è poi il programma Hcm guidato da Raytheon e Northrop Grumman¹¹⁹ per l'aeronautica, con una gittata di 500 km e una velocità di Mach 7¹²⁰. Si tratta di un Hcm derivato dal progetto dimostrativo svolto da queste aziende insieme a Darpa denominato *Hypersonic Air-breathing Weapon Concept* (Hawc)¹²¹. Hawc è giunto a termine con successo nel gennaio del 2023, raggiungendo una gittata di 555 km a una velocità superiore a Mach 5; i successivi studi tecnologici verranno continuati con un ulteriore progetto a guida Darpa¹²². Secondo l'Ufficio di controllo del bilancio statunitense, i requisiti capacitivi espressi dal DoD suggeriscono che laddove altri Paesi prediligono carburanti a base di idrogeno, gli Stati Uniti sembrano aver optato per carburanti idrocarburici per i propri programmi Hcm¹²³.

Hawc andrà probabilmente in produzione al posto del *Air-launched Rapid Response Weapon* (Arrw) di Lockheed Martin e Boeing¹²⁴. Quest'ultimo, pur godendo ancora

¹¹⁴ Andrew Feickert, "The U.S. Army's Long-Range Hypersonic Weapon (LRHW)", in *CRS In Focus*, n. IF11991 (15 settembre 2023), <https://crsreports.congress.gov/product/details?prodcode=IF11991>.

¹¹⁵ Rojoef Manuel, "US Army Deploys First Range Hypersonic Weapon in Florida", in *The Defense Post*, 3 aprile 2023, <https://www.thedefensepost.com/2023/04/03/us-long-range-hypersonic-weapon-florida>.

¹¹⁶ Andrew Feickert, "The U.S. Army's Long-Range Hypersonic Weapon (LRHW)", cit.

¹¹⁷ Hamish Malin, "Operational Fires (OpFires)", in *DARPA Programs*, <https://www.darpa.mil/program/operational-fires>.

¹¹⁸ Peter Ong, "DARPA Updates on OpFires Hypersonic Missile Test", in *Naval News*, 10 agosto 2022, <https://www.navalnews.com/?p=36413>.

¹¹⁹ Raytheon, *Partnering and Integration Speed Delivery of a Hypersonic Missile*, 29 marzo 2023, <https://www.rtx.com/raytheon/news/2023/02/07/partnering-and-integration-speeds-delivery-of-a-hypersonic-missile>.

¹²⁰ "Hypersonic Missile Integration with Aircraft", in *Airforce Technology*, 14 agosto 2023, <https://www.airforce-technology.com/analyst-comment/hypersonic-missiles-aircraft-integration>.

¹²¹ Salvatore Buccellato, "Hypersonic Air-breathing Weapon Concept (HAWC)", in *DARPA Programs*, <https://www.darpa.mil/program/hypersonic-air-breathing-weapon-concept>.

¹²² DARPA, "Final Flight of HAWC Program Screams through the Sky", in *DARPA News*, 30 gennaio 2023, <https://www.darpa.mil/news-events/2023-01-30>.

¹²³ Congressional Budget Office, *U.S. Hypersonic Weapons and Alternatives*, cit.

¹²⁴ US Office of the Director, Operational Test & Evaluation, "AGM-183A Air-Launched Rapid Response Weapon", in *FY2021 Annual Report*, gennaio 2022, p. 191-193, <https://www.dote.osd.mil/Annual-Reports/2021-Annual-Report>; Michael Marrow, "Broken ARRW: Air Force to Ditch Troubled

di fondi di ricerca forniti dal Congresso per il 2024, non vedrà alcun programma di acquisizione a causa di numerosi test fallimentari fra il 2021 e il 2022¹²⁵. Arrw avrebbe avuto una gittata di 1.000 km e una velocità di Mach 7¹²⁶.

Infine, è stato reso noto nell'estate 2023 che l'azienda Leidos ha vinto un bando del Air Force Research Laboratory per un dimostratore di drone ipersonico, ribattezzato "Progetto Mayhem". Il velivolo dovrebbe poter condurre tanto missioni di ricognizione e intelligence, quanto attacchi a terra¹²⁷. Si tratterebbe di un assetto sacrificabile per missioni pericolose e a lunga distanza¹²⁸. È possibile che Mayhem utilizzi come sistema di propulsione un *turbine-based combined cycle engine* (Tbcc), un ibrido che utilizzerebbe un motore turbo jet per aggiungere Mach 3 prima di passare allo scramjet per salire a velocità ipersoniche¹²⁹.

4.3 Una rinnovata priorità strategica per gli Usa

La panoramica di programmi americani in corso denota un interesse diffuso tra le singole forze armate per questa capacità, seppur con logiche parzialmente diverse. L'Aeronautica considera i missili ipersonici come parte integrante di una continua spinta tecnologica complessiva verso un potere aereo sempre predominante rispetto agli avversari, essendo la rapidità un elemento costitutivo e particolarmente rilevante della forza armata. Per la Marina poter colpire efficacemente in profondità a grandi distanze (*deep strike*) e a velocità ipersonica fa la differenza, sia in uno scenario di battaglia aeronavale nell'Indo-Pacifico, sia nella logica di penetrazione e distruzione delle bolle A2/AD anche in vista di operazioni anfibiae. La distruzione a distanza degli assetti strategici avversari è una ratio che accomuna le tre forze armate ed è particolarmente rilevante infine per l'Esercito, chiamato a portare le proprie truppe sulle coste dell'Indo-Pacifico in scenari di conflitti ad alta intensità e su larga scala, nei quali le perdite sono potenzialmente molto elevate. Una certa proliferazione di progetti in corso, anche da diversi anni, rispetto alle capacità ipersoniche risponde quindi sia a requisiti specifici delle singole forze armate, sia a un approccio tradizionale statunitense ben disposto al rischio di sperimentare su più fronti – e con più aziende fornitrici in competizione tra loro – prima di decidere quale prototipo merita gli investimenti necessari per entrare in una fase di produzione.

Hypersonic Missile", in *Breaking Defense*, 29 marzo 2023, <https://breakingdefense.com/?p=278322>.

¹²⁵ Stephen Losey, "US Air Force Drops Lockheed Hypersonic Missile after Failed Tests", in *Defense News*, 30 marzo 2023, <https://www.defensenews.com/air/2023/03/30/us-air-force-drops-lockheed-hypersonic-missile-after-failed-tests>.

¹²⁶ "Hypersonic Missile Integration with Aircraft", cit.

¹²⁷ Joseph Trevithick, "Mayhem Hypersonic Strike-Recon Jet Contract Awarded to Leidos", in *The Warzone*, 16 dicembre 2022, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/mayhem-hypersonic-strike-recon-jet-contract-awarded-to-leidos>.

¹²⁸ Sindy E. Dean, "Hypersonic Multitasker: USAF Project Mayhem Takes Shape", in *European Security & Defence*, 1 agosto 2023, <https://euro-sd.com/2023/08/articles/32901>.

¹²⁹ Darren Orf, "Project Mayhem, the Air Force's Secret Hypersonic Bomber, Has Begun Cooking", in *Popular Mechanics*, 20 gennaio 2023, <https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a42589676>.

È tuttavia l'intero Dipartimento della Difesa ad aver fatto delle capacità ipersoniche una priorità, tanto che il loro sviluppo è supervisionato dal Sottosegretario alla difesa per la ricerca e lo sviluppo ingegneristico (*Under Secretary of Defense for Research and Engineering*), responsabile per la strategia complessiva di innovazione tecnologica del Pentagono. Ciò ne sottolinea non solo il potenziale impatto interforze in termini di *warfighting* e in linea con un approccio multidominio, ma anche la valenza strategica e politica della tecnologia. Ai missili ipersonici viene infatti attribuito un peso crescente in termini di deterrenza rispetto a rivali alla pari, o quasi, come Cina e Russia già in possesso, o quasi, di tali capacità e in grado di sfidare le difese statunitensi. Per Washington rimane cruciale la capacità di colpire in profondità obiettivi strategici sul suolo cinese e russo al fine di scoraggiare attacchi difficilmente intercettabili, in primo luogo, contro il territorio americano, comprese le isole del Pacifico, ma anche verso alleati con i quali gli Stati Uniti hanno accordi bilaterali o multilaterali di deterrenza e difesa collettiva. I sistemi ipersonici ricoprono quindi un triplice ruolo: sono sistemi d'arma avanzati per un campo di battaglia in evoluzione, strumenti strategici e di deterrenza nella dialettica con Pechino e Mosca, e infine una tecnologia sulla quale intessere una rinnovata politica di alleanze nell'Indo-Pacifico.

L'interesse del Pentagono per i missili ipersonici non è nuovo, anche se nel corso degli scorsi decenni non ha portato a significativi risultati. Tuttavia, il riorientamento strategico statunitense verso un confronto a tutto campo e di lungo periodo con la Cina sta portando a investimenti in tecnologie, infrastrutture materiali – quali ad esempio gallerie del vento che rappresentano finora dei colli di bottiglia per le sperimentazioni – e risorse umane che è probabile diano frutti nel corso di questo decennio¹³⁰. Si pone anche per Washington la questione della portata della sfida tecnologica, in primo luogo quanto a numero di scienziati e tecnici da formare su questo specifico settore, ma anche in termini di aree di sperimentazione dalle caratteristiche peculiari. È questo uno dei motivi alla base di una certa disponibilità americana rispetto alla condivisione di sforzi e tecnologie con Gran Bretagna e Australia, nel quadro del suddetto Aukus, ma anche con il Canada, al fine di mettere a sistema risorse umane, economiche e infrastrutturali.

Seppur su scala minore rispetto alla corsa allo spazio, non è quindi fuori luogo il paragone tra la rinnovata priorità strategica attribuita dagli Stati Uniti ai missili ipersonici e il "momento Sputnik" degli anni '50. Il confronto geopolitico allora con Mosca e oggi con Pechino, l'apertura di una nuova corsa tecnologica, il potenziale per inediti sistemi d'arma di cambiare l'equilibrio tra i rispettivi dispositivi militari, fanno dei missili ipersonici una delle maggiori priorità del Pentagono. Priorità che si inserisce coerentemente in una tendenza strutturale e di lungo periodo verso il rinnovamento e potenziamento di diverse capacità militari statunitensi, dalla

¹³⁰ Intervista, 1 agosto 2023.

prossima generazione di elicotteri¹³¹ ai sistemi di combattimento navali¹³², ritenute fondamentali per la deterrenza e il contenimento della Cina, a partire proprio dalla superiorità in scenari di conflitto ad alta intensità nell'Indo-Pacifico¹³³.

¹³¹ Si veda al riguardo: Alessandro Marrone e Giancarlo La Rocca (a cura di), "Future Military Helicopters: Technological Innovation and Lessons Learned from Ukraine", in *Documenti IAI*, n. 23|19 (settembre 2023), <https://www.iai.it/it/node/17434>.

¹³² Si veda al riguardo: Alessandro Marrone e Elio Calcagno (a cura di), "Naval Combat Systems", cit.

¹³³ La presentazione dal Pentagono al Congresso del bilancio della difesa 2024 è, insieme a diversi altri documenti strategici statunitensi, un chiaro esempio di come l'obiettivo esplicito delle forze armate americane sia mantenere il vantaggio tecnologico necessario per mantenere la deterrenza e vincere un eventuale conflitto con la Cina. Si veda al riguardo: US Undersecretary of Defense - (Comptroller)/Chief Financial Officer, *FY 2024 Defense Budget Overview*, marzo 2023, <https://comptroller.defense.gov/Budget-Materials/Budget2024>.

5. Le capacità di Regno Unito e Francia

di Michelangelo Freyrie

5.1 Regno Unito – Verso un Aukus ipersonico

La difesa britannica considera le tecnologie ipersoniche, e in particolare i sistemi Hgv, un ambito nel quale il Regno Unito e i suoi alleati rischiano di perdere la propria superiorità tecnologica rispetto a potenziali avversari¹³⁴. Pur in assenza di un preciso inquadramento dottrinale dei sistemi ipersonici, è evidente che il Regno Unito consideri questa tecnologia fondamentale per stare al passo con le principali potenze militari globali¹³⁵.

5.1.1 Programmi in corso

I programmi ipersonici del Regno Unito hanno conosciuto diverse vicissitudini negli ultimi decenni, con forti investimenti in ricerca e sviluppo (R&D) nei primi anni 2000 per poi subire pesanti tagli al bilancio negli anni 2010. L'abbandono di diversi progetti intrapresi in questa prima fase, in particolare lo *Sustained Hypersonic Flight Experiment* (SHyFE) perseguito con l'Australia, ha avuto un impatto pesante sulla capacità britannica di sviluppare sistemi missilistici con velocità superiori al Mach 5¹³⁶. Da allora è osservabile un evidente cambio di passo. Un nuovo programma, denominato *Hypersonic Air Vehicle Experimental* (Hvx), prevede lo sviluppo di nuove tecnologie ipersoniche, innovative architetture di propulsione e un velivolo riutilizzabile, coinvolgendo diverse aziende britanniche attive nel settore aerospaziale anche grazie all'utilizzo del Fondo di investimenti strategici per la sicurezza nazionale (*National Security Strategic Investment Fund*, Nssif)¹³⁷. Un focus dell'industria britannica (e in particolare di Reactions Engines e Rolls Royce) è la ricerca in un sistema di raffreddamento sufficientemente efficace da gestire le altissime temperature raggiunte dai sistemi ipersonici in volo¹³⁸. Queste iniziative sono raccolte sotto il programma volto a costruire il motore Sabre,

¹³⁴ Ministero della Difesa del Regno Unito, *Defence in a Competitive Age*, marzo 2021, <https://www.gov.uk/government/publications/defence-in-a-competitive-age>.

¹³⁵ Si veda: Phil Clare, "High Time for Hypersonic Missiles – The Challenges of Fielding Hypersonic Weapons for UK Defence", in *Wavell Room*, 20 settembre 2022, <https://wavellroom.com/?p=29250>; e Timothy Wright, "Accelerating the UK's High-Speed Missile Ambitions", in *Military Balance Blog*, 11 agosto 2023, <https://www.iiss.org/en/online-analysis/military-balance/2023/08/accelerating-the-uks-high-speed-missile-ambitions>.

¹³⁶ Timothy Wright, "Hypersonic Missile Proliferation: An Emerging European Problem?", in *Nonproliferation and Disarmament Papers*, No. 80 (maggio 2022), <https://doi.org/10.55163/QVHV3959>.

¹³⁷ Rolls-Royce, *Delivering the Future of UK Hypersonic Capabilities*, 18 luglio 2022, <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2022/18-07-2022-delivering-the-future-of-uk-hypersonic-capabilities.aspx>.

¹³⁸ Jonathan Amos, "UK Studies Reusable Hypersonic Military Jet Technology", in *BBC News*, 19 luglio 2022, <https://www.bbc.com/news/science-environment-62218968>.

attualmente in sviluppo¹³⁹. Da ultimo il Ministero della Difesa ha anche allocato un miliardo di sterline su sette anni per *Team Hypersonics*¹⁴⁰, un accordo quadro con industrie e università per accelerare ulteriormente lo sviluppo di capacità ipersoniche nazionali¹⁴¹.

5.1.2 Aukus e prospettive industriali

Si ritiene che il Regno Unito, come in analoghi progetti ad alto rischio e ad alto contenuto tecnologico, abbia adottato un approccio che si basa sulla specializzazione del comparto industriale nazionale in alcune componenti-chiave (come la propulsione) da fornire ai partner in un contesto di cooperazione multinazionale¹⁴².

Una peculiarità dell'approccio britannico deriva infatti da un'impostazione fortemente collaborativa, con Australia e Stati Uniti che rappresentano partner privilegiati nella ricerca in capacità missilistiche ipersoniche. Anche se questa collaborazione precede di molto gli anni 2020¹⁴³, in tempi recenti essa è sfociata in due progetti strutturati: un'iniziativa trilaterale all'interno del patto di sicurezza Aukus¹⁴⁴ e uno studio angloamericano denominato *Tactical High-Speed, Responsive and Highly Efficient Round (Thresher)*¹⁴⁵. L'iniziativa Aukus beneficia sia dei forti investimenti operati dagli Stati Uniti, sia della presenza in Australia di poligoni come il Woomera Range Complex¹⁴⁶. Quest'ultimo è percepito come un significativo moltiplicatore delle iniziative di ricerca dei tre Paesi, nei quali scarseggiano zone di test e poligoni sufficientemente al riparo dall'intelligence di potenze avversarie¹⁴⁷.

¹³⁹ UK Space Agency, *Synergetic Air-Breathing Rocket Engine (SABRE) Programme Evaluation Report 2022*, gennaio 2023, <https://www.gov.uk/government/publications/synergetic-air-breathing-rocket-engine-sabre-programme-evaluation-report-2022>.

¹⁴⁰ Ministero della Difesa del Regno Unito, *Hypersonic Technologies & Capability Development Framework – Defence Prior Information Notice (PIN)*, 4 luglio 2023, <https://bidstats.uk/tenders/2023/W27/801964536>.

¹⁴¹ Tim Martin, "UK Launches Team Hypersonics in Bid to Eventually Develop 'Hypersonic Strike Capabilities at Pace'", in *Breaking Defense*, 26 luglio 2023, <https://breakingdefense.com/?p=299193>.

¹⁴² Mikayla Easley, "AUKUS Partners Aim to Catch China in Hypersonics Race", in *National Defense Magazine*, 17 febbraio 2023, <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2023/2/17/aukus-partners-aim-to-catch-china-in-hypersonics-race>.

¹⁴³ Intervista, 1 agosto 2023.

¹⁴⁴ Shannon Bugos, "AUKUS to Collaborate on Hypersonics", cit.

¹⁴⁵ "UK/U.S. Thresher Project Points to Britain's New Hypersonic Push", in *Aviation Week*, 1 aprile 2020, <https://aviationweek.com/node/4206686>.

¹⁴⁶ Joseph Trevithick, "The United States and Australia Quietly Test Hypersonic Missiles", in *The Warzone*, 29 giugno 2019, <https://www.thedrive.com/the-war-zone/12456/the-united-states-and-australia-quietly-test-hypersonic-missiles>.

¹⁴⁷ Intervista, 1 agosto 2023.

5.2 Francia – Deterrente ipersonico

Le autorità francesi considerano la capacità di schierare sistemi ipersonici come fondamentale per mantenere una politica di deterrenza nucleare. La recente *Revue nationale stratégique* illustra che lo sviluppo di armi ipersoniche da parte degli avversari della Francia è visto come un cambiamento importante da considerare nella politica di deterrenza del Paese¹⁴⁸. La tecnologia ipersonica è elencata al secondo posto come priorità di ricerca da perseguire nella *Loi de Programmation militaire 2024-30*¹⁴⁹. Oltre che per un ammodernamento generale della *Force de dissuasion*, le tecnologie ipersoniche vengono considerate come uno strumento per rafforzare e modernizzare la capacità di *deep strike* francese contro obiettivi terrestri¹⁵⁰.

5.2.1 ASN4G e deterrente nucleare

I progetti attualmente più avanzati si concentrano sul tentativo di creare un missile da crociera ipersonico capace di sostituire i vettori attualmente utilizzati per il deterrente nucleare francese. Ciò rientra soprattutto all'interno del programma Asn4G, sigla di *Air-Sol Nucléaire de 4ème Génération*. Si tratta di un missile aviolanciato che a partire dal 2035 dovrà sostituire la componente aerea della diade nucleare francese, rappresentata dai caccia multiruolo Rafale di tipo B e M (rispettivamente di Aeronautica e Marina) equipaggiati con il missile da crociera nucleare *Air-sol moyenne portée* (Asmp) 5¹⁵¹. Le informazioni di pubblico dominio su questo progetto sono scarse, ma è noto che la scelta finale per la tecnologia alla base di Asn4G si baserà su due possibili soluzioni sviluppate da Mbda e l'*Office national d'études et de recherches aérospatiales* (Onera) del Ministero delle Forze armate. Delle due, solo l'opzione derivata dal piano di studi per un nuovo statoreattore ad alta velocità denominato Prometheus (in essere dagli anni '90) raggiungerebbe velocità superiori al Mach 5¹⁵². A partire dal 2045, l'Asn4G dovrebbe anche essere in dotazione al caccia di nuova generazione che la Francia sta attualmente sviluppato con Germania e Spagna all'interno del progetto *Future Combat Air System* (Fcas)¹⁵³.

¹⁴⁸ Segretariato generale della difesa e della sicurezza nazionale, *Revue nationale stratégique 2022*, par. 104, <https://www.sgdsn.gouv.fr/publications/revue-nationale-strategique-2022>.

¹⁴⁹ Par. 2.2.3 ("Innovation"), Legge n. 2023-703 del 1° agosto 2023: *Loi relative à la programmation militaire pour les années 2024 à 2030 et portant diverses dispositions intéressant la défense*, <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000047914986>.

¹⁵⁰ Ibid., par. 2.2.3 ("Munitions").

¹⁵¹ Timothy Wright, "Counting the Cost of Deterrence: France's Nuclear Recapitalisation", in *Military Balance Blog*, 14 maggio 2021, <https://www.iiss.org/online-analysis/military-balance/2021/05/france-nuclear-recapitalisation>.

¹⁵² "The Future Missile of the Airborne Component of the French Deterrent: the ASN4G", in *Air&Cosmos International*, 13 marzo 2023, <https://aircosmosinternational.com/article/the-future-missile-of-the-airborne-component-of-the-french-deterrent-the-asn4g-3690>.

¹⁵³ Jean-Marc Tanguy, "French Military Nuclear Power: Multiple Engagements Agenda in 2023", in *Air&Cosmos International*, 8 marzo 2023, <https://aircosmosinternational.com/article/french-military-nuclear-power-multiple-engagements-agenda-in-2023-3633>.

5.2.2 Altri progetti

La Francia sta anche sperimentando tecnologie Hgv, sebbene per ora solo con l'ambizione di produrre un dimostratore tecnologico. Questi sforzi sono affidati a Onera, la Direzione generale Armamenti francese (*Direction Générale de l'Armement*, Dga) e Ariane Group¹⁵⁴, che nel 2019 ha lanciato il *Véhicule manoeuvrant experimental* (V-MaX). Il primo volo del *glider* era previsto per il 2021, ma il primo test effettivo del dimostratore ha avuto luogo nell'estate del 2023¹⁵⁵. Verifiche ulteriori sono previste per il 2024 o il 2025 con il dimostratore V-MaX 2, che dovrebbe poi aprire la strada a un vero e proprio programma di acquisizione con un orizzonte temporale al 2035¹⁵⁶.

Anche la Francia conduce numerosi programmi cooperativi per lo sviluppo di sistemi ipersonici. A partire dagli anni '90, Parigi ha stretto accordi di ricerca con Berlino a sostegno del progetto *Joint Airbreathing Propulsion for Hypersonic Application Research* (Japhar), dedito allo sviluppo di *scramjet*, e con la Russia attraverso il progetto *LEtnoispytatel'naya Avtomobil'* (Lea, veicolo di volo sperimentale)¹⁵⁷. A questi si accompagnano piani di studio nazionali come Prepha (*Programme de la Recherche pour la Propulsion Hypersonique Avancée*) e Prometheus, confluiti nei programmi capacitivi attuali di cui sopra.

Di particolare importanza nel contesto francese è stato l'ammodernamento del poligono di Biscarrosse, nel dipartimento delle Landes¹⁵⁸. In precedenza, negli ambienti politici francesi ha fatto particolarmente scalpore la decisione delle Forze armate di effettuare in Russia il test dello stratoreattore misto *Astrée*, derivato dal motore sviluppato nel quadro di Lea. La partnership con la Francia si concentrava soprattutto su prove di volo nell'area di test di Gromov e coinvolgeva l'agenzia governativa Rosoboronexport e il Raduga Design Bureau. Secondo un accordo firmato al Paris Air Show nel 2008, i russi avrebbero dovuto fornire un laboratorio in volo, le infrastrutture necessarie per il test e il dimostratore avrebbe dovuto

¹⁵⁴ Simon Chodorge, "Ariane group va construire le premier démonstrateur de planeur hypersonique français", in *L'Usine nouvelle*, 28 gennaio 2019, <https://www.usinenouvelle.com/editorial/arianegroup-va-construire-le-premier-demonstrateur-de-planeur-hypersonique-francais>. N798700.

¹⁵⁵ Direzione generale degli Armamenti, *Tir d'essai du démonstrateur technologique de planeur hypersonique VMaX*, 27 giugno 2023, <https://www.defense.gouv.fr/dga/actualites/tir-dessai-du-demonstrateur-technologique-planeur-hypersonique-vmx>.

¹⁵⁶ Laurent Lagneau, "Le ministère des Armées va financer un second démonstrateur de planeur hypersonique, le VMaX-2", in *Zone Militaire*, 4 maggio 2023, <https://www.opex360.com/2023/05/04/le-ministere-des-armees-va-financer-un-second-demonstrateur-de-planeur-hypersonique-le-vmx-2>.

¹⁵⁷ Timothy Wright, "Hypersonic Missile Proliferation: An Emerging European Problem?", cit.

¹⁵⁸ Laurent Lagneau, "Le premier vol du planeur hypersonique français V-MAX est (enfin) pour bientôt, promet M. Chiva", in *Zone Militaire*, 3 marzo 2023, <https://www.opex360.com/2023/03/03/le-premier-vol-du-planeur-hypersonique-francais-v-max-est-enfin-pour-bientot-promet-m-chiva>.

essere lanciato da un bombardiere strategico russo Tu-22M3¹⁵⁹. Il deterioramento delle relazioni tra Europa e Russia dopo il 2014 ha chiaramente impedito la continuazione di questa partnership¹⁶⁰.

¹⁵⁹ Andrei Yurgenson, "На пути к гиперзвуку" [Sulla strada dell'ipersonico], in *AviaPort*, 21 agosto 2009, <http://www.aviaport.ru/news/179812>.

¹⁶⁰ Laurent Lagneau, "Le ministère des Armées justifie la délocalisation aux États-Unis de l'essai d'un statoréacteur mixte que doit mener la DGA", in *Zone Militaire*, 2 gennaio 2022, <https://www.opex360.com/2022/01/02/le-ministere-des-armees-justifie-la-delocalisation-aux-etats-unis-de-lessai-dun-statoreacteur-mixte-que-doit-mener-la-dga>.

6. Le iniziative in ambito Nato e UE

di Karolina Muti

6.1 L'approccio verso i sistemi ipersonici della Nato

Come analizzato nel capitolo 1, i sistemi missilistici ipersonici di nuova generazione presentano delle sfide in parte inedite per la difesa dell'area euro-atlantica, e questo chiama in causa direttamente l'Alleanza atlantica a livello militare, e l'UE a livello tecnologico e industriale.

L'approccio della Nato verso i missili ipersonici si inserisce pienamente nel quadro della più ampia difesa aerea e missilistica integrata, la suddetta Iamd¹⁶¹, per cui gli alleati devono essere in grado di difendersi lungo tutto lo spettro di minacce provenienti dal dominio aereo – a partire dagli *unmanned aerial vehicles* (Uav), passando per i tradizionali missili da crociera e balistici a corto, medio e lungo raggio, fino ad arrivare agli Hgv e Hcm di nuova generazione¹⁶². Questo approccio deriva dalla natura difensiva dell'Alleanza. La Nato si trova ora in una fase di comprensione della minaccia ipersonica con lo sguardo rivolto verso gli arsenali di Russia e Cina.

L'Alleanza non considera però i missili ipersonici come una minaccia a parte né come un *game changer*, ma piuttosto come un nuovo strumento inserito nel già ampio e variegato arsenale missilistico della Russia, definita nel Concetto strategico 2022 e poi durante il vertice di Vilnius del 2023 come la minaccia più significativa e diretta alla sicurezza degli alleati e alla pace e stabilità nell'area euro-atlantica¹⁶³. Questo anche perché si stima che la quantità di questi sistemi in mano agli avversari della Nato sia ancora relativamente bassa¹⁶⁴. Gli Alleati vedono quindi la capacità ipersonica in primis come stimolo per adattare la Iamd della Nato, nella quale tradizionalmente hanno dato finora priorità alla difesa da missili balistici (*Ballistic Missile Defence, Bmd*)¹⁶⁵. In questo quadro, la detection di missili ipersonici è considerata una capacità cruciale da sviluppare e vi è consenso tra gli Alleati per affrontare la problematica dei sistemi missilistici ipersonici e i necessari sviluppi capacitivi nel prossimo ciclo del *Defence Planning Process* della Nato (Ndpp)¹⁶⁶. Occorre ricordare che tecnicamente, solo il sistema di comando e controllo (C2)

¹⁶¹ Per un'analisi approfondita della Nato Iamd e degli approcci alla difesa missilistica degli Alleati, si veda Alessandro Marrone e Karolina Muti (a cura di), "Europe's Missile Defence and Italy", cit.

¹⁶² Intervista, 7 settembre 2023.

¹⁶³ Nato, *Vilnius Summit Communiqué*, 11 luglio 2023, https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_217320.htm.

¹⁶⁴ Intervista, 7 settembre 2023.

¹⁶⁵ Intervista, 7 settembre 2023; sito Nato, *Ballistic Missile Defence*, aggiornato al 26 luglio 2023, https://www.nato.int/cps/en/natolive/topics_49635.htm.

¹⁶⁶ Intervista, 7 settembre 2023; sito Nato, *NATO Defence Planning Process*, aggiornato al 31 marzo 2022, https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49202.htm.

dell'infrastruttura Iamd alleata appartiene alla Nato, mentre le altre componenti – dagli intercettori alla sensoristica, ai sistemi satellitari di sorveglianza – sono forniti dai singoli alleati e integrati nell'architettura in maniera modulare¹⁶⁷.

Come visto nel capitolo 1, nel caso della difesa da missili ipersonici non sono sufficienti difese basate a terra. Una difesa missilistica più efficace dovrebbe puntare ad avere tre strati (*layers*): uno strato *ground-based*, uno strato *space-based* e uno strato intermedio (*ground-based but over the horizon*, oppure situato nello spazio aereo, ad esempio palloni aerostatici ad alta quota)¹⁶⁸. I sistemi satellitari garantiscono una maggiore estensione e copertura e più capacità di *early warning*, tuttavia non riescono ad assicurare adeguatamente il tracciamento del missile (*tracking*), per questo la presenza di uno strato intermedio ne aumenta la capillarità¹⁶⁹.

Il mancato rispetto da parte della Russia del Trattato sulle forze nucleari a raggio intermedio, noto come Trattato Inf (*Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty*) e la successiva fuoriuscita degli Stati Uniti dal Trattato decisa dall'amministrazione Trump nel 2019 fu un campanello di allarme per l'Alleanza atlantica, che diede uno stimolo per il rafforzamento dell'architettura Iamd¹⁷⁰. Secondo alcuni esperti, considerato il tipo di minaccia e la scarsa disponibilità di missili ipersonici, i Paesi europei e la Nato dovrebbero puntare sulla difesa di selezionate zone cruciali in chiave anti-ipersonica, e garantire la difesa su più vasta scala da missili da crociera e balistici non ipersonici¹⁷¹. La Bmd della Nato rimane quindi fondamentale da questo punto di vista come parte della Iamd dell'Alleanza che si espande, dovendo integrare un alto numero di sistemi, intercettori e sensori, capaci di contrastare minacce che vanno dai missili ipersonici fino agli Uav¹⁷². Inoltre, la protezione dei network che supportano e alimentano i sistemi della Iamd della Nato diviene sempre più rilevante¹⁷³.

6.2 I programmi cooperativi europei

In ambito UE, sono in corso diversi progetti di sviluppo di capacità difensive contro missili ipersonici, sintetizzati di seguito.

¹⁶⁷ Per un approfondimento si veda Alessandro Marrone e Karolina Muti (a cura di), "Europe's Missile Defence and Italy", cit.

¹⁶⁸ Intervista, 7 settembre 2023.

¹⁶⁹ Ibid.

¹⁷⁰ Dominika Kunertova, "New Missiles, Eroding Norms. European Options after the Demise of the INF Treaty", in *CMS Reports*, aprile 2021, <https://cms.polsci.ku.dk/english/publications/new-missiles-eroding-norms-european-options-after-the-demise-of-the-inf-treaty>.

¹⁷¹ Sidharth Kaushal, "Putting the Russian Hypersonic Threat in Perspective", in *RUSI Commentaries*, 28 settembre 2021, <https://rusi.org/edhartxplore-our-research/publications/commentary/putting-russian-hypersonic-threat-perspective>.

¹⁷² Sito del NATO Integrated Air and Missile Defence Centre of Excellence, *2nd NATO IAMD CoE Annual Conference*, Chania, 15-18 giugno 2023, <https://iamd-coe.org/2nd-iamd-coe-conference>.

¹⁷³ Ibid.

6.2.1 Timely Warning and Interception with Space-based TheatER surveillance (Twister)

Twister è un programma nel quadro della cooperazione strutturata permanente (*Permanent Structured Cooperation*, PESCO) dell'UE, guidato dalla Francia, con la partecipazione di Finlandia, Germania, Italia, Olanda e Spagna, mentre Svezia e Ungheria sono Paesi osservatori. Il programma è stato approvato dal Consiglio dell'UE nel 2019 e il suo sviluppo è stato conferito a un consorzio guidato da Mbda.

Twister punta a sviluppare entro il 2030 un intercettore multiruolo endo-atmosferico con lo scopo di rafforzare le capacità europee – e di conseguenza della Nato – di individuazione e intercettazione di minacce missilistiche. La dimensione multiruolo permetterà al sistema di contrastare un'ampia varietà di minacce missilistiche, quali i missili da crociera ipersonici o supersonici ad alta quota, *glider* ipersonici, missili balistici con gittate intermedie e manovranti, così come target che operano a un'altitudine inferiore. Questo sistema di difesa missilistica dovrebbe essere in grado di colpire target fino a un'altitudine di 100 km e che viaggeranno a una velocità "maggiore a Mach 5".

6.2.2 European Hypersonic Defence Interceptor (Hydef)

Il progetto Hydef è stato selezionato nel 2022 nel quadro del Fondo europeo per la difesa (*European Defence Fund*, Edf) sotto la guida della società spagnola Sener Aeroespacial Sociedad Anonima e sviluppato insieme a partner di Germania, Polonia, Repubblica Ceca, Norvegia, Svezia e Belgio.

La fase iniziale dello studio è coordinata dal consorzio Spanish Missile Systems (Sms) con Escribano Mechanical & Engineering, Gmv e Sener Aeroespacial. Il progetto punta a sviluppare il concetto di un intercettore europeo endo-atmosferico per "raggiungere il più alto livello di manovrabilità e capacità di rispondere a minacce ad alta velocità." A maggio 2023, nell'ambito dell'esibizione Feindef a Madrid, Sms ha presentato un prototipo dell'intercettore.

A fronte di un costo totale del progetto stimato in circa 110 milioni di euro, l'Edf ha garantito a Hydef un finanziamento di 100 milioni, che rappresenta la sovvenzione maggiore nel contesto di un round di investimenti di 1,2 miliardi di euro dedicati a 61 progetti europei di ricerca e sviluppo. Questo importante investimento comunitario non è però stato integrato da alcuna *national contribution* da parte dei paesi partecipanti.

6.2.3 Hypersonic Defence Interceptor Study 2 (Hydis2)

In seguito a questa scelta, le perplessità espresse da alcuni Stati membri sull'esclusione della principale società europea nel settore missilistico e sul rischio di uno sganciamento dal programma Twister, oltre al ricorso presentato da Mbda, hanno fatto sì che la Commissione decidesse a marzo 2023 di avviare un secondo studio denominato Hydis2.

Il 2 agosto 2023 la Commissione europea ha confermato che il progetto Hydis2 è stato selezionato, utilizzando i fondi recuperati su altri progetti per circa 80 milioni di euro. Il progetto, coordinato da Mbda, ha lo scopo di sviluppare il concetto di intercettori endo-atmosferici lanciati da terra e da nave, in piena sintonia col programma Pesco Twister. I paesi coinvolti sono Francia, Italia, Germania e Paesi Bassi con un consorzio di 19 partner¹⁷⁴ e 30 *subcontractor* provenienti da 14 paesi europei. Oltre che dal fondo Edf, Hydis2 è supportato finanziariamente dai quattro paesi partecipanti con un contributo complessivo pari a 62 milioni di euro.

Gli stati europei stanno definendo la difesa da minacce emergenti, e quindi dalle minacce missilistiche di tipo ipersonico e non solo balistico o supersonico, una priorità. I suddetti progetti Pesco ed Edf mirano non solo a rafforzare la cooperazione a livello europeo, ma anche a perseguire l'affermazione di una base industriale europea sviluppando nuove tecnologie nell'ambito della difesa da minacce ipersoniche.

Nonostante i tre progetti (Twister, Hydef e Hydis2) siano fondamentali per lo sviluppo di tecnologie innovative, la competizione a livello internazionale – come dimostrato dalla recente presentazione da parte dell'israeliana Rafael dell'intercettore ipersonico Sky Sonic – impone ai Paesi europei di sviluppare questi progetti in tempi relativamente brevi.

6.2.4 Multinational Development Initiative for a Space-based missile early-warning architecture (Odin's Eye) / Odin's Eye II

Odin's Eye è un progetto del Programma europeo di sviluppo del settore industriale della difesa (*European Defence Industrial Development Programme, Edidp*), finanziato con 7,5 milioni di euro, che mira a sviluppare uno studio di tecnologie di rilevamento (*space based missile early warning, Sbmew*) di missili balistici e ipersonici, al fine di contribuire alla difesa missilistica alla *space situational awareness* (Ssa). Il progetto iniziò alla fine del 2021 e ha una durata complessiva di 24 mesi.

Il consorzio che conduce lo sviluppo del progetto è composto da 27 partner coordinati dall'azienda tedesca Ohb System AG. Gli stati membri che partecipano sono Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Italia, Lituania, Paesi Bassi, Polonia e Spagna. Il progetto ha avuto un seguito nel contesto del bando Edf 2022 con Odin's Eye II, che prevede sia attività di ricerca che di design della tecnologia. Odin's Eye, dalla durata di 36 mesi, ha un costo stimato di 95,5 milioni di euro e vede la partecipazione di 38 entità europee.

¹⁷⁴ I partner sono ArianeGroup, Avio, Avio Aero, Bayern-Chemie, Cira, Dlr, Gkn Fokker, Lynred, Mbda España, Mbda France, Mbda Germany, Mbda Italia, Ohb System AG, Onera, Roxel France, Thales Las France, Tdw, Thales Netherlands e Tno.

7. Conclusioni

di Karolina Muti e Alessandro Marrone

Alla luce di quanto analizzato nei precedenti capitoli, si possono fare alcune considerazioni e trarre delle implicazioni preliminari per l'Italia.

7.1 Il quadro europeo e transatlantico

1. *I sistemi missilistici ipersonici sono degli strumenti che, in termini militari, hanno attualmente più rilevanza a livello strategico che a livello operativo e tattico. Possono essere utili infatti per la pre-strategic deterrence e potenzialmente come vettore di armi nucleari¹⁷⁵. Alcune delle potenze nucleari stanno quindi investendo in questa capacità per inserire missili ipersonici come parte integrante della propria strategia di deterrenza nucleare.*

A livello operativo e tattico i sistemi missilistici ipersonici hanno attualmente un'utilità relativamente più limitata, specialmente per le forze armate europee che non ne dispongono, se non per quel che riguarda i programmi di sviluppo preliminari di Regno Unito e Francia¹⁷⁶. Per l'impiego in teatro operativo possono essere spesso sostituiti da sistemi missilistici tradizionali meno costosi e complessi, con la stessa efficacia per il raggiungimento degli obiettivi sul campo e senza le problematiche tecniche che i missili ipersonici tuttora presentano¹⁷⁷. Tuttavia, essi possono rivelarsi utili per la capacità di deep strike e per colpire obiettivi strategici nel territorio dell'avversario, oppure per contrastare bolle A2/AD di un avversario near peer¹⁷⁸ e i cosiddetti time sensitive target (Tst).

2. *In questo contesto, i sistemi missilistici ipersonici sono pensati con funzioni diverse nei dispositivi militari nazionali, in base ai differenti approcci all'ipersonico. Per Russia e Cina si tratta esplicitamente di rafforzare e modernizzare il proprio deterrente, convenzionale e nucleare, con capacità missilistiche in grado di penetrare le difese americane e/o la Iamd della Nato. Al contrario, gli Stati Uniti hanno dichiarato che non utilizzeranno capacità missilistiche ipersoniche come vettore di armi atomiche e sembra che le stiano sviluppando più per motivazioni legate al mantenimento di una superiorità tecnologica su Cina e Russia. Si può quindi affermare che, in assenza di incentivi e di volontà da parte degli stati interessati, di dotarsi di regimi efficaci di controllo degli armamenti e non proliferazione, le tecnologie ipersoniche stiano alimentando una nuova fase della tradizionale dinamica tra offesa e difesa, lancia e scudo, nella quale i principali attori investono per "ribilanciare" dal rispettivo punto di vista l'equilibrio di deterrenza reciproca,*

¹⁷⁵ Intervista, 12 settembre 2023.

¹⁷⁶ Si veda a tal proposito il capitolo 5.

¹⁷⁷ Interviste, 6 settembre 2023, 8 settembre 2023 e 12 settembre 2023.

¹⁷⁸ Congressional Budget Office, *U.S. Hypersonic Weapons and Alternatives*, cit.

rischiando di innescare tuttavia una dinamica di instabilità strategica. In Europa la Francia punta a vettori ipersonici per il proprio deterrente nucleare a fronte di avversari dotati di missili ipersonici, mentre il Regno Unito vuole giocare un ruolo circoscritto ma importante nella cooperazione ipersonica con gli Usa e l'Australia. In aggiunta ai casi approfonditi in questo studio, occorre menzionare che Paesi non-nucleari, in particolare nell'aerea indo-pacifica (Australia, Giappone), stanno sviluppano dei sistemi missilistici ipersonici per aumentare la loro capacità di deterrenza non-nucleare (es. *deep strike*) alla luce dell'ascesa militare della Cina.

3. In questo quadro internazionale, si inseriscono *la Nato come alleanza difensiva e l'UE come attore che ha le risorse economiche per spingere il defence capability development europeo*. Ci sono due riflessioni in parte contraddittorie che interessano la zona euro-atlantica, con particolare riferimento alla Nato e in parte all'UE.

Per la Nato e per l'UE l'aumento delle capacità di difesa da missili ipersonici ha la precedenza rispetto allo sviluppo di una capacità offensiva. Il rafforzamento della difesa missilistica dovrebbe interessare specialmente la *capacità di detection* dei missili ipersonici da parte degli alleati, ad esempio attraverso assetti di early warning e space-based. È necessario inoltre *adattare e rafforzare la Iamd della Nato*, sia in termini di architettura che di modernizzazione dei sistemi d'arma alleati che la compongono, per renderla capace di intercettare tali missili a protezione del continente europeo.

Sta inoltre emergendo in seno alla Nato una lezione appresa dall'invasione russa dell'Ucraina riguardo il *giusto equilibrio tra capacità difensive e offensive degli alleati*. Pur essendo la Nato un'alleanza difensiva infatti, al fine di garantire la deterrenza e implementare fino in fondo il concetto di *deterrence by denial* (a complemento della *deterrence by punishment*), è *necessario che i suoi stati membri si dotino anche di adeguate capacità offensive*, di modo da cambiare il calcolo dei potenziali avversari riguardo al danno che i paesi Nato sono capaci di infliggere immediatamente nell'eventualità dello scoppio di un conflitto¹⁷⁹. In questa equazione, gli alleati che stanno sviluppando programmi di sistemi missilistici ipersonici offensivi contribuiscono alla dissuasione degli avversari e a raggiungere un equilibrio offesa-difesa più efficace. Questo non cambia tuttavia la necessità di sviluppare robuste capacità di difesa missilistica a complemento di questa equazione.

4. La ricerca di un equilibrio efficace tra capacità offensive e difensive *chiama in causa direttamente gli alleati europei* che sono, dal punto di vista capacitivo, l'anello debole della relazione transatlantica. Questa fragilità mina le capacità di deterrenza dell'Europa e espone il Vecchio Continente a dei rischi di sicurezza sempre più concreti. Uno degli scenari futuri più allarmanti e al tempo stesso più probabile vedrebbe infatti gli Stati Uniti che, per far fronte alla sfida cinese nell'Indo-Pacifico, spostino in quell'area risorse e assetti strategici che oggi sono dispiegati a difesa

¹⁷⁹ Intervista, 12 aprile 2023.

dell'Europa scoprendola rispetto alla minaccia russa.

Questo ha implicazioni a cascata per l'UE in quanto unico attore capace di mettere a disposizione le risorse finanziarie necessarie per accelerare il capability development di programmi congiunti di difesa a livello europeo. Nel campo della difesa missilistica da armi ipersoniche, sarebbe importante accelerare i programmi collaborativi UE in corso (da Odins'Eye II a Hydys2), superando logiche di competizione intra-europea che spesso ne rallentano la realizzazione, e garantirne la complementarità.

7.2 Il quadro italiano: una riflessione embrionale

In Italia la riflessione sullo sviluppo di sistemi missilistici ipersonici sembra essere in una fase embrionale. Questo è in un certo senso fisiologico poiché il Paese ha tradizionalmente concepito fin dalla Guerra Fredda il settore missilistico come parte di una politica cooperativa più ampia a livello Nato, a forte guida statunitense. Al tempo stesso, con la creazione del campione europeo Mbda, l'Italia ha impostato la propria politica industriale in questo settore nel quadro di una cooperazione europea – che dopo la Brexit si estende anche oltre l'UE. In quanto media potenza, l'Italia ha perseguito storicamente una politica estera e di difesa incentrate sul multilateralismo, sull'atlantismo e su una spinta verso l'integrazione europea, e per questo motivo la dimensione missilistica della difesa è sempre stata incastonata nella più ampia politica della Nato e concepita dal punto di vista nazionale esclusivamente in termini di difesa (piuttosto che di offesa). Per questo il Paese non ha avuto in passato l'ambizione di dotarsi di sistemi missilistici offensivi (come quelli balistici), pur ospitando assetti americani nel quadro appunto di una cornice transatlantica.

Questa postura sembra influenzare fortemente la traiettoria futura del Paese anche per quel che riguarda le capacità ipersoniche¹⁸⁰, in particolare alla luce delle precedenti valutazioni sulla loro valenza strategica più che operativa e tattica. Nel periodo 2019-2022 i Documenti programmatici pluriennali (Dpp) della Difesa menzionavano i sistemi missilistici ipersonici in quanto minaccia. I Dpp del 2019 e 2020 indicavano che è necessario far fronte a tale minaccia attraverso lo sviluppo di sistemi di difesa missilistica¹⁸¹, mentre i Dpp pubblicati successivamente (2021 e 2022) si riferivano a un adeguamento della difesa missilistica a minacce future Bmd+ (*Ballistic Missile Defence Plus*) "contro [la] minaccia aerea e minaccia missilistica di tipo balistico/ipersonico" e per uno "sviluppo dei concetti di difesa aerea multistrato"¹⁸². Nel Dpp del 2019, inoltre, il riferimento era a "un sistema di

¹⁸⁰ Intervista, 8 settembre 2023.

¹⁸¹ Ministero della Difesa, *Documento programmatico pluriennale per la Difesa per il triennio 2019-2021*, Edizione 2019, p. 61, https://www.difesa.it/Content/Documents/Documento_Programmatico_Pluriennale_%28DPP%29_2019_2021_digit.pdf; *Documento programmatico pluriennale della Difesa per il triennio 2020-2022*, Edizione 2020, p. 75, <https://www.difesa.it/Content/Documents/DPP/DPP%202020-2022.pdf>.

¹⁸² Ministero della Difesa, *Documento programmatico pluriennale della Difesa per il triennio 2021-*

difesa missilistica integrata europeo (post 2030)".

Il Dpp per il triennio 2023-25 mantiene questa linea, riferendosi all'impiego di Edt, tra cui i sistemi ipersonici, come a "nuove forme di conflittualità" da gestire e indicando la necessità per le Forze Armate italiane di disporre di "un'efficace capacità di Difesa Aerea e Missilistica Integrata multistrato, multisistema e multisensore", confermata anche dagli aspetti operativi dell'invasione russa dell'Ucraina¹⁸³. Dal punto di vista capacitivo, è chiamato a comporre la difesa da missili ipersonici il nuovo intercettore Aster 30 B1NT- EC per lo strato basso (*lower layer*), mentre per l'*upper layer* si farà affidamento sull'ammodernamento dei sistemi di difesa aerea di superficie a lungo raggio come il *Principal Anti Air Missile System* (Paams) in dotazione alla Marina militare e il Samp-T, in dotazione all'Esercito e all'Aeronautica, oltre che su nuovi sistemi sviluppati in ambito europeo, in particolare Pesco e Edf¹⁸⁴.

L'Italia partecipa infatti ad almeno tre progetti europei che porteranno il Paese ad aumentare le proprie capacità di difesa contro sistemi ipersonici¹⁸⁵. Si tratta dei sistemi *space-based* Twister e Odins'Eye II e dello sviluppo di un prototipo di *counter-hypersonic interceptor* (Hydis2). Quest'ultimo è un progetto a guida Mbda sul quale l'Italia ha puntato molto aggiudicandosi la leadership del pacchetto di lavoro tecnico¹⁸⁶. Nel 2021 sono stati stanziati 408 milioni di euro per un sistema di Bmd+, in funzione della protezione delle forze e capacità d'ingaggio, ma l'adeguamento del sistema per contrastare missili ipersonici rimane tra le "priorità" ancora prive di finanziamento.

Il documento "L'impatto delle Emerging & Disruptive Technologies (EDTs) sulla Difesa" redatto nel 2022 dal Capo di Stato Maggiore della Difesa dedica un capitolo alle criticità legate ai sistemi ipersonici¹⁸⁷. Tra queste, le difficoltà di individuazione e di tracciamento, che portano di conseguenza all'impossibilità di fornire dati per l'ingaggio, l'elevata velocità e la capacità di manovra dei missili ipersonici. Il documento propone tre principali forme di protezione: *close contact*, *standoff* e *left of launch*, oltre che l'ottimizzazione dell'infrastruttura C2 e lo sviluppo di *Concept of Operations* (ConOps), simulazioni e *wargaming* adeguati a valutare l'integrazione delle nuove capacità con i sistemi esistenti.

2023, Edizione 2021, p. 107, <https://www.difesa.it/Content/Documents/20210804%20DPP%202021-2023%20per%20pubblicazione.pdf>; Documento programmatico pluriennale della Difesa per il triennio 2022-2024, Edizione 2022, p. 88, https://www.difesa.it/Il_Ministro/Documents/DPP_2022_2024.pdf.

¹⁸³ Ministero della Difesa, Documento programmatico pluriennale della Difesa per il triennio 2023-2025, Edizione 2023, p. 30 e 44, https://www.difesa.it/Content/Documents/DPP_2023-2025.PDF.

¹⁸⁴ Ibid., p. 45.

¹⁸⁵ Vedi capitolo 6.

¹⁸⁶ Intervista, settembre 2023.

¹⁸⁷ Stato Maggiore della Difesa, L'impatto delle Emerging & Disruptive Technologies (EDTs) sulla Difesa, Edizione 2022, https://www.difesa.it/SMD_/Staff/Sottocapo/UGID/Documents/Concetto_Impatto_delle_EDT_sulla_Difesa_Ed_2022.pdf.

Nonostante l'Italia abbia un approccio alle capacità missilistiche ipersoniche prettamente difensivo, determinate tecnologie utilizzate per lo sviluppo di sistemi ipersonici possono avere in futuro ricadute positive in termini di innovazione tecnologica e spin off legati allo sviluppo di altre e diverse capacità, civili e militari. Potrebbe essere questo il caso della scienza dei materiali, dei sistemi di propulsione e di C2, nonché della sensoristica e della ricerca di base in ambito civile. Tutte aree in cui l'Italia presenta delle eccellenze nazionali importanti, non da ultimo a livello industriale con Mbda, Avio o Leonardo. Il sistema-paese dovrebbe quindi continuare a monitorare gli sviluppi in questo settore non solo per sviluppare delle capacità di difesa – e in particolare di *detection* – ma anche per puntare su alcune di queste aree di eccellenza industriale e tecnologica che potrebbero fungere da traino dell'innovazione futura. Nel campo della ricerca infatti, la comunità scientifica italiana vanta un livello avanzato. Come indicato dal prof. Raffaele Savino (Università di Napoli Federico II) durante il Simposio tecnico scientifico per il centenario dell'Aeronautica militare a Pozzuoli, se si considera ad esempio il numero di pubblicazioni relative alle tecnologie ipersoniche dell'ultimo biennio, nella più utilizzata banca dati in ambito universitario e di ricerca "Scopus", l'Italia figura come prima in Europa e "seconda solo a Cina, Stati Uniti e India"¹⁸⁸. Serve tuttavia continuità nei programmi tecnologici, accompagnata a una visione di medio e lungo termine¹⁸⁹, che possano poi creare sinergie tra ambito civile e militare, nonché tra ricerca, Difesa e industria. Nel campo della Difesa, per l'Italia questo processo passa necessariamente per collaborazioni a livello europeo e transatlantico, in cui far valere i propri punti di forza e condividere con partner e alleati gli oneri finanziari di progetti di sviluppo di ampio respiro. Infatti, una limitata forma di sovranità tecnologica, in questo come in altri settori di punta del comparto aerospazio e difesa, si costruisce mantenendo la padronanza di tecnologie e componenti chiavi in sistemi complessi da sviluppare e costruire insieme ai partner europei in una logica di interdipendenza *by design*: l'unica che può garantire al tempo stesso una certa specializzazione nazionale e meccanismi di tutela reciproca, economie di scala sufficienti a reggere il confronto con le potenze mondiali, e il consenso politico tra i principali Paesi in Europa sulle scelte strategiche da compiere e attuare insieme.

Infine, un elemento importante su cui riflettere è *l'intersezione tra le tecnologie nel dominio spaziale e quelle nel settore missilistico*. Questo legame risale allo sviluppo dei primi missili balistici intercontinentali e alla conseguente creazione di sistemi di *detection* e tracciamento collocati nello spazio. I due settori hanno continuato a intrecciarsi diventando un volano l'uno per l'altro e trainando innovazione tecnologica sia civile che militare. L'esplorazione spaziale, gli sviluppi nel campo dei lanciatori, della resistenza di materiali, dei sistemi di propulsione sono tutte aree in cui la missilistica e lo spazio si intersecano. Ad esempio, le tecnologie per la fase di rientro nell'atmosfera e la fase endo-atmosferica di *glide*, come i lanciatori

¹⁸⁸ Intervento di Raffaele Savino al primo panel dal titolo "Oltre Mach 5: opportunità e rischi" del Simposio tecnico scientifico per il centenario dell'Aeronautica Militare, cit.

¹⁸⁹ Ibid.

riutilizzabili, sono le stesse impiegate nei programmi spaziali civili e hanno una rilevanza per lo sviluppo di Hgv¹⁹⁰. Questo legame viene implicitamente riconosciuto anche nell'ultimo Dpp, che fa riferimento all'importanza di presidiare in modo *responsive* l'aerospazio e compiere dove possibile delle *Higher Airspace Operation (Hao)*¹⁹¹, tra cui i voli suborbitali, il lancio aviotrasportato e i voli stratosferici ipersonici, in "piena contiguità" con le capacità di accesso allo spazio¹⁹².

Grazie alla solidità del sistema-Paese nel campo dello spazio (dalla ricerca scientifica al tessuto industriale)¹⁹³, e grazie alla mole di investimenti pubblici senza precedenti degli ultimi anni, lo spazio si presenta come un settore capace di generare spin off positivi in altre aree, compresa la missilistica, che andrebbero opportunamente sfruttate. *Le lacune presenti in Europa per quanto riguarda un upper layer (dunque sistemi space-based) della Iamd, necessario in termini di capacità di early warning e di copertura per tracciare missili ipersonici, sono un gap in cui l'Italia si potrebbe inserire per giocare un ruolo trainante.*

In conclusione, la minaccia dei missili ipersonici è più articolata di quanto appare da letture mediatiche di eventi recenti. E fa parte di un processo di competizione geopolitica e innovazione tecnologica in cui Cina, Russia e Stati Uniti si stanno impegnando fortemente, così come delle medie potenze quali Francia, Regno Unito o alcuni stati dell'Indo-Pacifico. Si tratta quindi di un trend militare e industriale, di cui il Sistema-Paese italiano non può non tenere conto.

Serve perciò portare la riflessione nazionale, finora embrionale, a uno stadio più maturo, tramite il coinvolgimento attivo degli attori istituzionali, militari e industriali, del mondo della ricerca e del livello politico, per delineare gli adeguamenti necessari e le scelte da compiere a livello nazionale, europeo e transatlantico. I programmi cooperativi europei attuali e in cantiere, così come l'adeguamento in corso della postura di deterrenza e difesa della Nato, rappresentano i più urgenti banchi di prova per la capacità del Paese di affrontare questa sfida insieme ad alleati e partner cogliendone anche le relative opportunità di sviluppo per le Forze armate e la base industriale nazionale.

aggiornato 16 novembre 2023

¹⁹⁰ Kolja Brockmann e Dmitry Stefanovich, "Hypersonic Boost-glide Systems and Hypersonic Cruise Missiles: Challenges for the Missile Technology Control Regime", in *SIPRI Policy Reports*, aprile 2022, <https://doi.org/10.55163/BDYX5243>.

¹⁹¹ Questo tipo di operazioni si svolge indicativamente nella fascia di altitudine tra i 20 e i 100 km (nel cosiddetto higher airspace), ovvero solitamente sopra la fascia nella quale si svolgono le operazioni di traffico aereo, ma sotto quella dello spazio extraatmosferico. A tal proposito si veda: Giovanni Di Antonio, *Higher Airspace Operations (HAO) Overview*, presentazione al XXVII Congresso dei Delegati ANACNA, Fiumicino, 5 aprile 2022, <https://anacna.it/uploads/files/353302610.pdf>.

¹⁹² Ministero della Difesa, *Documento programmatico pluriennale della Difesa per il triennio 2023-2025*, cit.

¹⁹³ Karolina Muti, Ottavia Credi e Giancarlo La Rocca, "Il sistema-Paese Italia di fronte alle sfide dello spazio: tra space economy, cooperazioni internazionali e cybersecurity", in *Documenti IAI*, n. 23|15 (luglio 2023), <https://www.iai.it/it/node/17272>.

Acronimi

A2/AD	Anti-Access/Area Denial
Arrw	Air-launched Rapid Response Weapon
Asmp	Air-sol moyenne portée
Asn4G	Air-Sol Nucléaire de 4ème Génération
Aukus	Australia, United Kingdom and United States
Awacs	Airborne Warning and Control System
Bmd	Ballistic Missile Defence
Bmd+	Ballistic Missile Defence plus
C-Hgb	Common Hypersonic Glide Body
C2	Comando e controllo
C3	Comando, controllo e comunicazione
Casic	China Aerospace Science & Industry Corporation Limited
Cbrn	Chimico, biologico, radiologico, nucleare
Cmc	Commissione militare centrale
ConOps	Concept of Operations
Cps	Conventional Prompt Strike
Darpa	Defense Advanced Research Project Agency
DF-17	Dong Feng 17
Dga	Direction générale de l'Armement
DoD	Department of Defense
Dpp	Documento programmatico pluriennale
Edf	European Defence Fund
Edidp	European Defence Industrial Development Programme
Edt	Emerging and disruptive technologies
Epl	Esercito popolare di liberazione
Fcas	Future Combat Air System
Fobs	Fractional Orbital Bombardment System
Gps	Global prompt strike
Hacm	Hypersonic Attack Cruise Missile
Halo	Hypersonic Offensive Anti-surface warfare
Hao	Higher Airspace Operation
Hawc	Hypersonic Air-breathing Weapon Concept
Hcm	Hypersonic cruise missile
Hgv	Hypersonic glide vehicles
Hvx	Hypersonic Air Vehicle Experimental
Hydef	European Hypersonic Defence Interceptor
Hydis2	Hypersonic Defence Interceptor Study 2

Iamd	Integrated Air and Missile Defence
Icbm	Intercontinental Ballistic Missile
Inf	Intermediate-Range Nuclear Forces
Japhar	Joint Airbreathing Propulsion for Hypersonic Application Research
Lea	LEtnoispytatel'naya Avtomobil'
Lrhwc	Long-Range Hypersonic Weapon
Mohawc	More Opportunities with Hypersonic Air-breathing Weapon Concept
Ndpp	Nato Defence Planning Process
Ngf	New Generation Fighter
Nssif	National Security Strategic Investment Fund
Odin's Eye	Multinational Development Initiative for a Space-based missile early-warning architecture
Onera	Office national d'études et de recherches aérospatiales
Opfires	Operational Fires
Pesco	Cooperazione strutturata permanente
Plarf	PLA rocket force
Prepha	Programme de la Recherche pour la Propulsion Hypersonique Avancée
R&D	ricerca e sviluppo
Sbmew	Space based missile early warning
SHyFE	Sustained Hypersonic Flight Experiment
Ssa	Space Situational Awareness
Tbcc	Turbine-based combined cycle engine
Tbg	Tactical Boost Glide
Thresher	Tactical High-Speed, Responsive and Highly Efficient Round
Twister	Timely Warning and Interception with Space-based Theater surveillance
Uav	Unmanned aerial vehicle
UE	Unione europea
V-MaX	Véhicule manoeuvrant experimental
Vks	Vozdušno-kosmičeskie sily
YJ-21	Yingji-21

Istituto Affari Internazionali (IAI)

L'Istituto Affari Internazionali (IAI) è un think tank indipendente, privato e non-profit, fondato nel 1965 su iniziativa di Altiero Spinelli. Lo IAI mira a promuovere la conoscenza della politica internazionale e a contribuire all'avanzamento dell'integrazione europea e della cooperazione multilaterale. Si occupa di temi internazionali di rilevanza strategica quali: integrazione europea, sicurezza e difesa, economia internazionale e *governance* globale, energia e clima, politica estera italiana; e delle dinamiche di cooperazione e conflitto nelle principali aree geopolitiche come Mediterraneo e Medioriente, Asia, Eurasia, Africa e Americhe. Lo IAI pubblica una rivista trimestrale in lingua inglese (*The International Spectator*), una online in italiano (*AffarInternazionali*), due collane di libri (*Trends and Perspectives in International Politics* e *IAI Research Studies*) e varie collane di paper legati ai progetti di ricerca (*Documenti IAI*, *IAI Papers*, ecc.).

Via dei Montecatini, 17 - I-00186 Roma, Italia

T +39 06 6976831

iai@iai.it

www.iai.it

Ultimi DOCUMENTI IAI

Direttore: Alessandro Marrone (a.marrone@iai.it)

- 23 | 22 Karolina Muti (a cura di), *Le capacità missilistiche ipersoniche: stato dell'arte e implicazioni per l'Italia*
- 23 | 21 Ottavia Credi e Maria Vittoria Massarin, *L'Italia nello spazio: collaborazioni e prospettive future*
- 23 | 20 Afaf Zarkik, *Gas Crisis in Europe: A Harbinger of Sustainable Cooperation with North Africa*
- 23 | 19 Alessandro Marrone and Giancarlo La Rocca (eds), *Future Military Helicopters: Technological Innovation and Lessons Learned from Ukraine*
- 23 | 18 Miriam Zenobio, *Reframing EU-Tunisia Relations: Democracy, Governance, Migration*
- 23 | 17 Federico Castiglioni, *Van Wittel/Vanvitelli Dialogue Policy Roundtable*
- 23 | 16 Silvia Colombo and Dario Cristiani, *European Think Tanks Contact Group on Libya: Towards a New Common European Narrative on Libya*
- 23 | 15e Karolina Muti, Ottavia Credi and Giancarlo La Rocca, *Italy and the Challenges of Space: Between Space Economy, International Cooperation and Cybersecurity*
- 23 | 15 Karolina Muti, Ottavia Credi e Giancarlo La Rocca, *Il sistema-Paese Italia di fronte alle sfide dello spazio: tra space economy, cooperazioni internazionali e cybersecurity*