



Il workshop della Marina Militare si è tenuto a Roma, presso il circolo sottufficiali di Tor di Quinto nel pieno rispetto delle normative sul COVID-19. (foto: MM)

Eugenio Po

Il Future Combat Naval System 2035 nelle operazioni multidominio

Il 1° luglio scorso, presso il circolo sottufficiali (ed anche in forma virtuale) di Tor di Quinto, si è tenuto il primo workshop organizzato dalla Marina Militare e dedicato agli scenari ed ai domini delle operazioni militari del futuro.

Un evento nel quale la Marina Militare ha riunito molti esponenti dell'industria e del mondo accademico per provare ad illustrare le proprie idee ed i propri progetti a lungo termine, con un orizzonte temporale fissato al 2035. L'evento, moderato dal Direttore di RID, Pietro Batacchi, e organizzato dall'Ufficio Innovazione Tecnologica della MM, ha messo assieme aspetti più strategici con elementi più tecnici ed operativi: in ogni caso, vista la complessità dei

temi trattati, non si è esagerato con gli aspetti concettuali.

Naturalmente l'introduzione ai lavori è stata affidata al Capo di Stato Maggiore della Marina Militare, Ammiraglio Giuseppe Cavo Dragone, il quale ha sottolineato come molte tecnologie emergenti (in grado di spargiare completamente le carte e note in inglese come "disruptive") influiranno notevolmente sulle capacità militari e avranno effetti ancora maggiori

Il Capo di Stato Maggiore della Marina, Amm. Giuseppe Cavo Dragone, durante il suo intervento. (foto: MM)



in un'area geopolitica complessa come quella del Mediterraneo. Secondo l'Ammiraglio Cavo Dragone, la massima priorità della MM è quella di mantenere e rafforzare il vantaggio tecnologico ed operativo di cui oggi la Forza Armata dispone. Per lo sviluppo di queste tecnologie, considerate dei veri "game changer", l'azione della MM, in piena sinergia interforze, si sta sviluppando su 3 principali direttrici.

Innanzitutto - ha spiegato l'Ammiraglio - sono state individuate una serie di aree nelle quali la FA vuole mantenere la propria superiorità. Il Capo di Stato Maggiore ha citato il settore subacqueo (per la protezione delle infrastrutture critiche, come piattaforme estrattive o cavi/condotte sottomarine), la sensoristica, il Comando e Controllo, lo spazio (considerato un dominio abilitante per conseguire un'efficace situational awareness e sostenere una serie di nuove tecnologie a partire dalle comunicazioni satellitari), l'intelligenza artificiale, i computer quantistici e la robotica.

La seconda direttrice è incentrata sull'aspetto organizzativo e prevede di istituire un network dell'innovazione tecnologica, denominato Rete dell'Innovazione Tecnologica, di cui faranno parte tutti i centri tecnici della Forza Armata. Infine, la terza direttrice, di tipo procedurale, prevede che questo network dell'innovazione tecnologica abbia il compito di cercare sinergie con l'industria e con le università e che si occupi di individuare, nel medio/lungo termine, i gap capacitivi della MM. Il suo ulteriore compito sarà poi quello di scoprire le tecnologie più promettenti in termini di maturità e di industrializzazione, in modo che la FA finanzia solo le iniziative veramente realizzabili, senza disperdere tempo e risorse.

Il processo innovativo, che sarà strutturato su un arco temporale di 15 anni (con una serie di verifiche periodiche), prevede una corretta combinazione tra le competenze operative dei militari, le conoscenze tecnico-scientifiche del mondo accademico e quelle capacità "più pratiche" tipiche dell'industria.

Passando dagli aspetti tecnologici a quelli più prettamente operativi - secondo l'Amm. Cavo Dragone - le operazioni multidominio (con il loro approccio interforze, inter-agenzia e interministeriale) si possono considerare la sintesi concettuale e l'obiettivo a cui la Marina vuole tendere. Secondo il Capo di Stato Maggiore della Marina, il workshop ha voluto essere un primo punto di partenza per combinare la vision della Marina Militare e il suo Future Naval Combat System con le operazioni multidominio.

Lo scenario

Il compito di delineare lo scenario ed i domini delle operazioni militari da qui al 2035 è stato affidato al Contrammiraglio Valentino Rinaldi, il quale ha, come di consueto, evidenziato l'im-

portanza del mare. L'80% della popolazione mondiale vive infatti entro 200 km dalle coste, ma, aspetto ancor più significativo, dal mare dipende il 90% del commercio globale e vengono la maggior parte delle risorse energetiche, per non parlare, poi, di Internet, vero elemento discriminante di quest'epoca: oltre il 95% del "traffico" passa infatti sui fondali marini (circa 378 cavi per oltre 1,2 milioni di chilometri).

Per quanto riguarda la nostra penisola, l'importanza del mare è ancora più evidente: con la sua collocazione al centro del Mediterraneo e i suoi 7.500 km di coste (ed un rapporto frontiera marittima/frontiera terrestre di 7 a 1), l'Italia costituisce un punto nodale dei movimenti geopolitici, geostrategici e geoeconomici che si sviluppano nel Mediterraneo. Pur rappresentando solo l'1% della superficie acquosa globale, il "Mare Nostrum" accoglie infatti il 20% del traffico marittimo mondiale ed il 65% del traffico energetico diretto in Europa.

Per quanto riguarda la situazione geopolitica e le tendenze future, si sta andando sempre più verso una situazione di crisi continue, con elementi come il disordine globale, la crescita demografica, l'urbanizzazione, la pervasività tecnologica, i cambiamenti climatici e l'assottigliamento delle risorse a fare da cause scatenanti delle tensioni globali, eventi nei quali i mari e gli oceani avranno un ruolo sempre più centrale. Uno scenario condiviso pure dalla NATO nella sua visione per il 2030 nella quale viene posto l'accento pure sulle minacce alla sicurezza marittima.

Per quanto riguarda il nostro Paese, l'area di interesse resta sempre quella del cosiddetto "Mediterraneo Allargato", una zona che, oltre al Mediterraneo stesso, comprende anche il Golfo Persico, parte dell'Oceano Indiano e quella porzione dell'Oceano Atlantico che bagna le coste dell'Africa settentrionale fino al Golfo di Guinea.

Venendo alla Marina Militare, la Forza Armata, secondo il C.Amm. Rinaldi, è passata dalla tradizionale strategia della difesa/sicurezza marittima alla nuova idea di "sicurezza marittima allargata": si tratta di un concetto operativo - non vincolato geograficamente, ma proiettato laddove vi è un interesse nazionale da tutelare - che include un ventaglio di attività "a tutto tondo". Esso, oltre agli aspetti operativi, abbraccia infatti l'ampio perimetro del capacity building, della cooperazione internazionale, della diplomazia navale a supporto alla politica estera e del supporto all'industria nazionale. In più oggi pure il concetto di potere marittimo si è evoluto e, accanto alla componente militare tradizionale, comprende anche aspetti relativi alla superiorità informativa e alla "sicurezza marittima avanzata".

Il Future Combat Naval System 2035

Nello scenario delineato dal Contram. Rinaldi si inserisce il Future Combat Naval System 2035, illustrato dal Capitano di Vascello Enrico



Alcuni esempi delle possibili minacce alla sicurezza marittima, così come le ha descritte il C.Amm. Valentino Rinaldi. (immagine: MM)

Vignola, Capo Ufficio Innovazione Tecnologica della Marina Militare. Il Future Combat Naval System 2035 (FCNS 2035) è un nuovo concetto che va oltre il semplice "sistema di combattimento" classico (cioè l'insieme dei sensori e dei sistemi d'arma di cui è dotata un'unità navale) poiché viene usato per indicare il complesso degli assetti capacitivi della Marina Militare. Si tratta infatti di sistemi allo stato dell'arte (che spesso ricorrono alle cosiddette "disruptive technologies"), ecosostenibili, integrati ed in grado di esprimere effetti rilevanti nelle operazioni multidominio del 2035. Proprio nell'ambito delle capacità multidominio, la Marina ha in mente sistemi di superficie, subacquei e anfibi equipaggiati con sensori e armi in grado di soddisfare un nuovo spettro requisiti (ordigni ipersonici, sistemi di sorveglianza e tracking satellitare, sensori subacquei, ecc.). Ad essi andranno associati sistemi C2 che siano in grado di controllare una difesa integrata multidominio e che possano garantire la superiorità informativa (con una

gestione dei "dati" effettuata nel rispetto dei dettami della cyber warfare).

In più sarà fondamentale il ricorso a sistemi avanzati di Modelling & Simulation (per il training, la manutenzione e molto altro), mentre sarà altrettanto cruciale l'impiego dei satelliti nelle operazioni expeditionary. Inoltre, una serie di nuove tecnologie, quali l'unmanned, l'armamento ipersonico e ad energia diretta, l'Intelligenza Artificiale (IA), i computer ed i sensori quantistici, saranno assolutamente fondamentali.

Secondo il CV Vignola il processo di innovazione tecnologica prevede la definizione di una serie di macro capacità da raggiungere nel lungo termine (in un arco temporale di 15 anni ed oltre) e di alcuni gap da colmare nel breve termine.

Il ruolo dell'industria

I primi 2 interventi del mondo industriale sono stati curati dalle 2 maggiori realtà della Difesa

Per l'Italia l'area di riferimento resta sempre quella del cosiddetto "Mediterraneo Allargato" anche se, con il nuovo concetto di "sicurezza marittima allargata", essa non è più così vincolata geograficamente potendosi adattare a seconda degli interessi nazionali da tutelare. (immagine: MM)





Alcune tecnologie trasversali che, secondo la Marina Militare, troveranno applicazione nel Future Combat Naval System 2035. (immagine: MM)

del nostro Paese. Ha aperto questa sessione del workshop l'Ing. Giuseppe Giordo, Direttore Generale Navi Militari di Fincantieri, il quale ha sottolineato i grandi risultati ottenuti negli ultimi 2 anni (in un periodo peraltro estremamente difficile) dalle fregate tipo FREMM sul mercato export: un prodotto estremamente competitivo grazie anche all'apporto della MM che ne ha scritto i requisiti. Con queste unità Fincantieri è infatti riuscita ad aggiudicarsi 2 importantissimi contratti internazionali in Egitto ed in Indonesia. In più, ha sottolineato Giordo, l'US Navy ha scelto le nuove fregate classe CONSTELLATION, tipo FFG(X), in funzione delle caratteristiche delle FREMM: un ulteriore riconoscimento della bontà delle navi classe BERGAMINI. Infine, Giordo ha auspicato una maggiore sinergia tra i vari soggetti coinvolti in questi programmi ed ha svelato una delle ambizioni di Fincantieri.

L'azienda, che è uno dei maggiori player mondiali nel settore della cantieristica, ambisce infatti ad assumere, nell'ambito dei grandi programmi navali militari, il ruolo di prime contractor e di integratore di sistemi navali, "scrollandosi un po' di dosso" l'immagine di "semplice costruttore" navalmeccanico.

Il secondo intervento industriale è venuto poi dal Dott. Alessandro Profumo, Amministratore Delegato di Leonardo, che si è soffermato

sulle prospettive industriali e sul ruolo della trasformazione digitale in un ambiente multidominio. Secondo Profumo esistono significativi punti di contatto tra la trasformazione che le forze navali stanno promuovendo e la trasformazione che l'industria sta vivendo. Si tratta di una trasformazione (anche) digitale, all'insegna del paradigma multi-domain, che la Marina Militare ben conosce, perché le forze navali sono di per sé "multi-domain" con le componenti di superficie, subacquea, aerea e "terrestre-anfibia", più quelle, recentissime, spaziale e cyber. A detta di Profumo Leonardo è il "partner naturale" in questa trasformazione della Difesa e della Marina perché l'azienda di Piazza Monte Grappa è protagonista dell'evoluzione multi-domain in ogni singolo dominio: mare, cielo, terra, cyber e Spazio. La società italiana realizza, infatti, una serie di "sistemi" molto importanti in chiave multidominio: si va dalle piattaforme (manned, unmanned ed optionally manned) ai sensori, dai sistemi di comando e controllo/comunicazione/trasmisione alle capacità di Intelligenza Artificiale, dall'automazione all'elaborazione dei dati e alla conservazione/gestione delle informazioni. Leonardo, quale "campione nazionale" della Difesa, ha l'esigenza di presidiare le tecnologie strategiche per la sicurezza del Paese. Il che implica, in una prospettiva di sviluppo di

lungo periodo, un importante sforzo verso la digitalizzazione in ogni aspetto del business: progettare e produrre, relazionarsi con partner e clienti, gestire i prodotti nell'intero ciclo di vita. Nello sforzo di digitalizzazione di Leonardo - enfatizzato anche nel piano Be Tomorrow 2030 - è previsto pure lo sviluppo di una capacità autonoma di super-calcolo. Grazie al super-computer DAVINCI 1, infatti, Leonardo è in grado di simulare sistemi estremamente complessi in modo completo, realizzando il cosiddetto Digital Twin, cioè la copia digitale di un sistema, cosa che offre notevoli vantaggi in termini di tempo di progettazione e sviluppo, di consumi, di costi e di capacità predittiva. Leonardo applica già il Digital Twin in diversi ambiti e, in futuro, esso sarà utilizzato progressivamente per lo sviluppo di tutte le nuove piattaforme: tra gli esempi più importanti si segnalano il TEMPEST e tutta la produzione elicotteristica. Naturalmente questo modo di procedere sarà applicato anche nel campo degli armamenti e dei CMS navali.

La componente underwater

Il Contrammiraglio Andrea Petroni, Capo del 5° Reparto Sommergibili dello Stato Maggiore della Marina (e Capo Ufficio Programma Sommergibili della Direzione degli Armamenti Navali), si è concentrato sull'ambiente subacqueo e sull'importanza della componente underwater.

Il C.Amm. Petroni, ricollegandosi all'introduzione dell'Amm. Cavo Dragone, ha ricordato come gran parte del "sistema nervoso e circolatorio" del nostro Paese dipenda da infrastrutture poste sott'acqua: oltre ai cavi internet vanno infatti ricordati pure gli oleodotti, i gasdotti e le reti elettriche. In più, nel settore sottomarino si sta assistendo ad una notevole diffusione di tecnologie una volta appannaggio esclusivo delle Marine maggiori: si tratta di soluzioni tecnologiche civili, provenienti principalmente dall'Oil and Gas, che faranno mutare l'ambiente operativo underwater. Questa diffusione di capacità subacquee sta rendendo vulnerabili le infrastrutture sottomarine (e in futuro lo saranno ancor di più), elementi che fino ad oggi risultavano protetti dalla loro stessa inaccessibilità. Si tratta di

A destra: Giuseppe Giordo, Direttore Generale Navi Militari di Fincantieri, ha illustrato i grandi risultati ottenuti negli ultimi 2 anni dalla sua azienda. A sinistra: l'intervento del Dott. Alessandro Profumo, AD di Leonardo. (foto: MM)



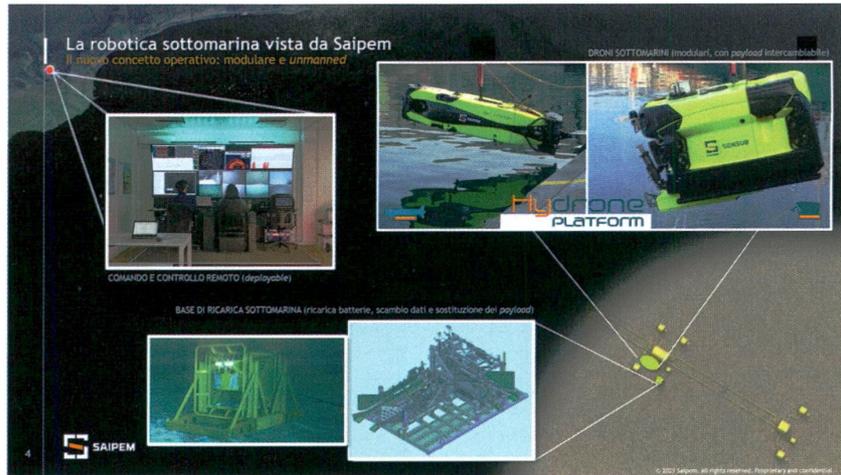
uno scenario molto preoccupante che spiega molto efficacemente il motivo per il quale la Marina Militare deve incrementare le proprie capacità di presidiare, controllare ed agire sotto la superficie del mare.

Partendo dalle attuali capacità subacquee, concentrate quasi esclusivamente nel contrasto ai sottomarini, in futuro sarà necessario estendere la sorveglianza anche ad aree più vaste e a profondità abissali. Secondo il C.Amm. Petroni, tali capacità saranno garantite mediante il ricorso a droni subacquei, i soli mezzi in grado di assicurare elevate profondità operative e lunghi tempi di permanenze in mare. Tali nuovi mezzi subacquei unmanned dovranno avere performance incrementate sul versante della resilienza, dell'autonomia e della connettività.

Quest'ultima caratteristica, in particolare, rappresenterà un fattore chiave per il conseguimento di una capacità net-centrica, cioè sostanzialmente per poter realizzare una rete complessa (grazie al contributo della unità di superficie, dei sottomarini e dei cacciamine) nel dominio underwater che consentirà di contribuire ad una efficace difesa dei porti, delle infrastrutture critiche, delle linee di comunicazione e dei choke point.

Dal punto di vista tecnologico, la prima sfida sarà quella di giungere ad un'elevata autonomia decisionale in campo subacqueo; in particolare le capacità di analisi andranno potenziate (vista la gran mole di informazioni ricavabili dai vari sensori, tra cui possiamo citare, giusto a titolo di esempio, quelli iperspettrali, quelli acustici e quelli magnetici). Nell'ambito dell'autonomia decisionale non vanno dimenticati, poi, i temi dell'Intelligenza Artificiale e dell'analisi dei big data.

L'obiettivo è quello di conseguire un'underwater situational awareness, che rappresenta un tassello molto importante nella più ampia Enhanced Maritime Situational Awareness. Secondo il C.Amm Petroni, nel campo della consapevolezza della situazione subacquea i mezzi sottomarini unmanned saranno fondamentali per la raccolta delle informazioni in modo occulto. In parallelo, andrà potenziato il campo delle comunicazioni sottomarine, per il quale, con lo strumento del PNRM (Piano Nazionale di Ricerca Militare), sono stati finanziati dei progetti di ricerca specifici. In più, la necessità di sorvegliare tratti di mare per lunghi periodi, sia con mezzi pilotati sia con soluzioni unmanned, ha spinto l'industria a studiare nuovi sistemi per la produzione e lo stoccaggio dell'energia, a partire da batterie al litio o da celle a combustibile di nuova generazione. Un altro elemento cruciale sarà quello della silenziosità dei sottomarini, una necessità molto pressante a fronte di sistemi sonar sempre più prestanti ed efficaci (grazie anche alle nuove architetture multistatiche). Per tale ragione sono allo studio sommergibili dalle nuove geometrie, realizzati impiegando materiali innovativi. Nell'ambito, per esempio, del progetto SWINN (finanziato dal PNRM),



Il sistema della Saipem è incentrato su 2 modelli di droni, centri di comando e controllo e basi di ricarica sottomarine. (immagine: Saipem)

il Politecnico di Milano sta studiando una specie di "mantello dell'invisibilità" (acustica), un concetto che verrà approfondito più avanti. In più, sulle piattaforme subacquee del futuro verranno integrati, oltre ai soliti sensori e sistemi d'arma, anche nuovi mezzi unmanned "intelligenti". Mezzi e reti underwater saranno sempre più degli elementi chiave dei nuovi concetti operativi: per tale ragione sarà necessario un deciso cambio di approccio nei confronti della componente subacquea, le cui tecnologie potrebbero trovare applicazione anche nel campo spaziale. Proprio riguardo alle tecnologie sottomarine, la MM si sta impegnando per spingere l'industria sul versante della ricerca subacquea, con l'obiettivo che il nostro Paese si affermi sempre più come un punto di riferimento in questo settore. Alcuni degli aspetti tecnologici affrontati dal C.Amm. Petroni sono stati poi approfonditi dai successivi relatori. In particolare il Prof. Francesco Braghin (coadiuvato da Davide Enrico Quadrelli e da Carlo Sinigaglia) del Politecnico di Milano ha posto l'accento sul famoso "mantello dell'invisibilità", oltre che sull'approfondimento delle tematiche dell'au-

tonomia e del coordinamento dei mezzi senza pilota.

Un modello del cosiddetto "mantello dell'invisibilità" è infatti in fase di studio presso l'ateneo milanese. Al momento una sezione è stata validata in vasca, ma gli ostacoli da superare prima di arrivare ad una soluzione efficace sono ancora moltissimi: è anche possibile che tale approccio si riveli un vicolo cieco. Una soluzione che pare più praticabile è quella dell'invisibilità "attiva". Si può immaginare, cioè, di arrivare al medesimo risultato tramite uno sciame di droni a basso costo in navigazione attorno al sottomarino e la cui presenza sia in grado di "nascondere" acusticamente. Il concetto è stato dimostrato analiticamente nel 2011, quindi, teoricamente nel medio/lungo termine (indicativamente tra 15 anni) si potrebbe pensare ad una soluzione di questo tipo (che, diversamente dalla precedente, non costringe ad accettare compromessi sul versante delle caratteristiche del sottomarino).

Per quanto riguarda l'incremento dell'autonomia operativa, si potrebbe seguire l'approccio della DARPA statunitense che ha progettato uno scafo a forma di manta, una soluzione

La "colonizzazione del settore marino" secondo Saipem. (immagine: Saipem)



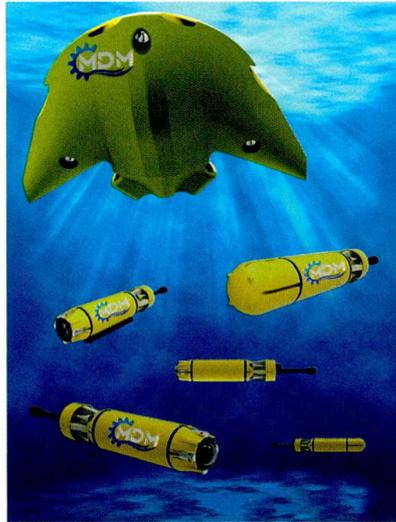
che permetterebbe di ridurre la resistenza all'avanzamento. Si tratta di una soluzione originale che, fino ad oggi, non è stato possibile adottare a causa delle limitazioni costruttive dei materiali, limitazioni che hanno costretto a realizzare esclusivamente scafi cilindrici. Le nuove tecnologie additive (note anche come di stampa 3D) potrebbero portare ad un superamento di queste limitazioni e ad un conseguente miglioramento sul versante dell'autonomia (e non solo).

Per quanto concerne il coordinamento tra i droni, esso si dovrebbe tradurre nella possibilità di comunicare tra loro.

Tuttavia, una soluzione alternativa per gestire uno sciame di droni potrebbe sfruttare il concetto di "campo di forza virtuale" al quale gli appartenenti allo sciame devono "obbedire" per eseguire una data manovra. Immergendo i droni in tale "campo di forze virtuale" si ottiene una soluzione robusta e resiliente che non richiede la comunicazione della traiettoria a ciascun drone: in questo modo sarebbe possibile controllare centinaia o migliaia di mezzi in modo estremamente preciso.

A proposito di droni, Matteo Marchiori e Francesco Cavallini di Saipem, colosso italiano nel settore delle infrastrutture dell'energia, hanno presentato alcuni dei propri prodotti unmanned per la sorveglianza e la manutenzione delle infrastrutture sottomarine

Saipem, forte anche del contratto che ha siglato insieme a Drass per il sistema di soccorso sommergibili della SDO-SURS (che impiega un drone), ha presentato il suo nuovo concetto incentrato su un sistema unmanned che impiega droni sottomarini modulari. Tale sistema si avvale pure di una centrale di comando e controllo e di stazioni di ricarica sottomarina (in grado di fare cambio batterie e sostituzione payload in maniera automatica). Anche secondo Saipem i trend tecnologici nel mondo dei sistemi robotici sottomarini sono legati ai temi dell'Intelligenza Artificiale, delle comunicazioni, della modularità e della riconfigurabilità.



Engineering sta pensando ad uno sciame di droni per la ricognizione e la bonifica della "surf zone". Tali droni dovrebbero essere modelli realizzati dall'MDM Team. (immagine: Engineering)

Anche se è "entrata" da poco nel settore militare (da un paio di anni), Saipem si candida quale fornitore della MM nel campo dei droni sottomarini in virtù della notevole tecnologia robotica e dei numerosi building block di cui dispone, elementi che potrebbero costituire il fulcro dei sistemi robotici di domani.

Il settore anfibio

Dopo aver affrontato lo scenario sottomarino è stata la volta di quello anfibio, con il Capitano di Vascello De Rosa, Vice Capo Reparto Anfibio di SMM, che ha introdotto questo ambiente e le sue peculiarità.

Anche il CV De Rosa ha evidenziato come oggi lo scenario, nel quale l'acqua ha un ruolo essenziale, sia estremamente complesso e si caratterizzi per una forte competizione tra attori statuali e non statuali, con Nazioni che si

possono trovare a competere in alcuni settori (per esempio per il controllo della navigazione) e a collaborare in altri (per esempio nella lotta alla pirateria). Uno scenario nel quale il Mediterraneo è estremamente importante e nel quale molte tecnologie, anche all'avanguardia, sono a disposizione di molti attori statuali (e pure di diverse realtà non statuali). Un'altra novità di questi ultimi anni è costituita dalle cosiddette bolle A2/AD (Anti Access Area Denial), elementi che hanno contribuito a ridurre la supremazia degli USA e della NATO. La forza anfibia nazionale dovrà essere in grado di proiettarsi in questi scenari più complessi: per tale ragione la Marina Militare deve innovare, anche su questo fronte, per mantenere un vantaggio tecnologico sugli avversari. Nel caso specifico l'innovazione deve partire dal fuciliere di marina, cioè dal principale sistema d'arma della forza anfibia.

Secondo il CV De Rosa il fuciliere costituirà quindi il più importante sensore del campo di battaglia (grazie a un opportuno pacchetto di equipaggiamenti) e dovrà essere in grado di trasmettere informazioni operative (e pure quelle logistiche) che permetteranno di incrementare la consapevolezza della situazione del comando superiore. La mole di dati in gioco sarà molta elevata e non più analizzabile manualmente: ragion per cui sarà imprescindibile il ricorso a soluzioni di supporto al comando che velocizzino le operazioni, sistemi che sfrutteranno anche l'Intelligenza Artificiale. Oltre al vantaggio informativo, per incrementare la propria probabilità di successo la Forza da Sbarco dovrà introdurre sistemi che dispongano di una capacità di scoperta a maggiore distanza (e con una migliore accuratezza) integrati con sistemi d'arma autonomi o controllati da remoto (in modo da ridurre i rischi per gli operatori).

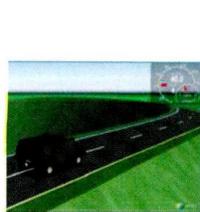
In futuro, secondo De Rosa, i sistemi d'arma autonomi saranno una delle chiavi di volta per acquisire una certa superiorità sull'avversario, un elemento fondamentale per avere successo. Altri elementi importanti saranno rappresentati dai nuovi equipaggiamenti destinati al soldato, le cui prestazioni dovranno migliorare senza aumenti di peso e garantendo la massima libertà di movimento. Un altro tema importantissimo è rappresentato da quello dell'energia elettrica: sempre più equipaggiamenti avranno infatti bisogno di essere alimentati. In uno scenario anfibio in continuo mutamento le soluzioni tecnologiche saranno fondamentali per continuare ad esercitare una certa superiorità: in tale ambito i mezzi autonomi, siano essi mezzi subacquei, mezzi navali o veicoli terrestri, saranno molto importanti. A tale proposito l'Ing. Fabio Barba, Direttore Tecnico della Divisione Difesa, Spazio e Sicurezza di Engineering, ha presentato le soluzioni dell'azienda per le attività di ricognizione nelle "very shallow water" e nella cosiddetta "surf zone", cioè il canale di sbarco.

Per questo delicato ruolo Engineering (specialista soprattutto nel campo dell'IT) ha

Alcuni progetti di Iveco Defence Vehicles nel settore unmanned. A destra, al centro, il progetto PALONA in collaborazione con l'istituto austriaco Fraunhofer e, all'estrema destra, il futuro LMV optionally manned. (immagine: Iveco Defence Vehicles)

Current Unmanned Projects

IVECO Defence Projects for Technological Blocks



Vehicle Dynamic Modelling
2013-2015



Advanced Driver Assistance
Systems 2015-2018



2019-2020 PALONA



LMV Optionally
Unmanned 2021-2024

presentato alcune delle sue idee insieme a MDM Team ed ISME. In particolare **Engineering** propone l'impiego di uno sciame di droni innovativi, multiruolo e riconfigurabili associati ad un DSS (Decision Support System) e ad opportuni algoritmi di AI (Artificial Intelligence). Il concetto di impiego prevede il rilascio degli AUV da un battello, il moto autonomo sino all'area di operazioni, l'esecuzione di un "Rapid Environmental Assessment" con il rientro degli AUV in un luogo predefinito in modo altrettanto autonomo (e con il trasferimento dati al Decision Support System).

La proposta prevede l'impiego di un AUV Ibrido (AUV/ROV), realizzato dall'MDM Team (si tratta dello ZENO, sviluppato per scopi scientifici e molto adatto ad operare sui bassi fondali).

Il DSS, invece, è stato sviluppato direttamente da **Engineering**, che è uno specialista nei software e nell'Intelligenza Artificiale: solamente in questo specifico settore l'azienda dispone di un team di 150 tra tecnici ed ingegneri.

Per questo ambizioso progetto il pool di aziende si è fissato una serie di obiettivi, via via più complessi.

Entro il 2025 si vuole sviluppare un AUV Ibrido (AUV/ROV), con modalità ROV estesa grazie all'impiego di una boa di comunicazione radio/Wifi, i cui sistemi propulsivi siano robusti e resilienti (in grado di resistere alle particelle flottanti), che sia dotato di componenti retrattili (per operazioni occulte), che abbia batterie intercambiabili e che disponga di sistemi di comunicazione ridondati. La soluzione 2025 prevede l'utilizzo di un solo AUV, dotato di sistema di rilascio, recupero e riconfigurazione non autonomi e caratterizzato dal trasferimento manuale dei dati raccolti al DSS.

Il secondo obiettivo, da raggiungere tra il 2025 ed il 2035, prevede invece di arrivare all'impiego di uno sciame di AUV (lightweight e lowcost) con rilascio, recupero e riconfigurazione degli AUV in modalità autonoma e trasferimento dati al DSS anch'esso automatico.

La modalità operativa di questo sciame di AUV sarebbe quindi differente: l'idea è infatti quella di trasportarli a bordo di un mezzo di superficie a conduzione autonoma, denominato Piattaforma Avanzata di Rilascio e Recupero (PARR). Tale PARR è in grado di rilasciare e recuperare gli AUV, grazie ad una serie di bracci robotici, navigando a grande distanza dall'unità "madre". La PARR, inoltre, può essere impiegata sia per "scaricare" i dati acquisiti, sia per la ricarica, la riconfigurazione remota ed il nuovo rilascio degli AUV (per effettuare una nuova missione).

Con l'intervento di Marco Orlandi, Direttore Tecnico di Iveco Defence Vehicle, si è passati alla tematica dei veicoli terrestri autonomi anfibi. Secondo Orlandi i sistemi robotici saranno in grado di aggiungere capacità fondamentali alle operazioni anfibe, arrivando sulla costa per primi, raccogliendo informazioni e fornendo un quadro dettagliato dell'area prima che i fanti di marina lascino le proprie imbarcazioni (e inizino lo sbarco vero e proprio). Inoltre, i veicoli



L'Aviazione di Marina è ancora alla ricerca di una macchina unmanned che risponda ai suoi requisiti: si pensa ad un velivolo che si possa utilizzare insieme a velivoli manned (nell'ottica delle operazioni MUM-T). (immagine: MM)

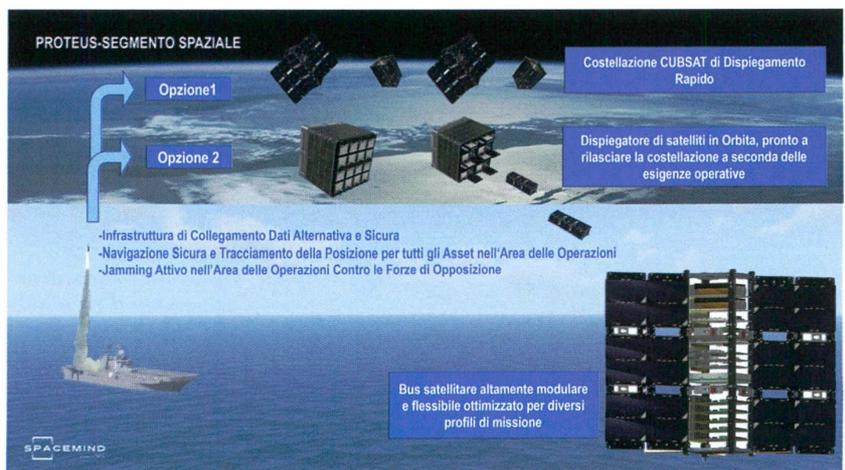
autonomi anfibi potranno fornire appoggio di fuoco e supporto logistico. Già oggi in campo terrestre, ha osservato Orlandi, si vedono alcuni UGV (Unmanned Ground Vehicle) autonomi che vengono utilizzati in team con veicoli con equipaggio a bordo (Manned UnManned - Teaming, MUM-T). Tuttavia, come osservato in precedenza, il tema delle operazioni anfibe è estremamente particolare e quindi in tale specifico ambito non si sono ancora viste soluzioni robotiche dedicate.

Una possibile evoluzione, secondo Orlandi, potrebbe vedere l'introduzione, nel breve termine, di mezzi tele-operati da impiegare per il contrasto alle mine terrestri; nel medio periodo (2025-2035) si può pensare ad un'integrazione di questi sistemi in seno alle operazioni anfibe,

mentre nel lungo termine (2040) si potrebbe arrivare a piattaforme autonome che lavorano in team con mezzi con equipaggio (MUM-T). Sul versante industriale sono molte le tecnologie abilitanti necessarie, alcune di esse saranno di provenienza COTS, mentre altre dovranno per forza di cose essere sviluppate specificamente per soddisfare le esigenze militari. Va anche considerato che tecnologie come l'Intelligenza Artificiale e le capacità di autoapprendimento dovranno tenere conto delle possibili contromisure nemiche. In più - secondo Orlandi - sarà necessario stabilire una policy per le regole di ingaggio dei sistemi autonomi: è infatti improbabile che l'introduzione di sistemi di IA possa risolvere questa problematica.

Tra le caratteristiche peculiari dei mezzi desti-

Il progetto PROTEUS prevede il lancio di microsattelliti da una piattaforma navale per fornire un sistema di supporto a comunicazione, navigazione e osservazione che possa essere velocemente dispiegabile.

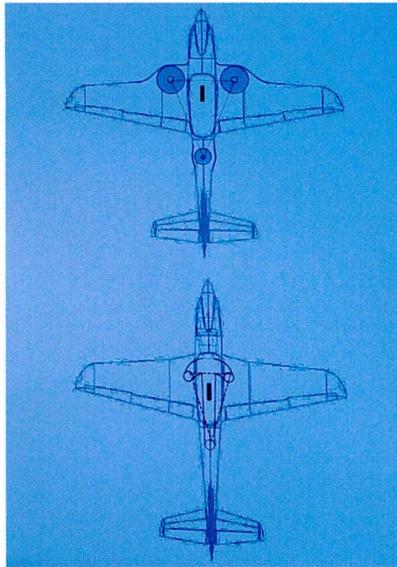


nati agli sbarchi ricordiamo anche le difficoltà specifiche delle operazioni anfibe, quali per esempio il terreno cedevole, l'azione delle onde, la presenza di acqua torbida. Si tratta di elementi che rendono la guida dei mezzi anfibi molto complessa anche per l'uomo (sono necessari piloti molto ben addestrati): pertanto la gestione dei veicoli unmanned in tale ambiente (specialmente nella delicata fase di passaggio dall'acqua alla terraferma) sarà ancor più difficoltosa. Secondo Iveco DV sarà molto importante lavorare sulla simulazione, un'attività che l'azienda sta già conducendo, mentre tra i progetti in corso l'Ing. Orlandi ha ricordato la collaborazione con l'istituto Fraunhofer austriaco per la realizzazione di un veicolo terrestre a guida autonoma per compiti logistici e il lancio, da qui al 2024, del progetto per un 4x4 LMV (Light Modular Vehicle) optionally manned, dotato di un certo livello di autonomia che gli consentirà di fronteggiare in modo autonomo diversi tipi di imprevisti.

Il settore aeronautico

Il workshop è passato poi ad affrontare la tematica delle operazioni aeree con il Contrammiraglio Placido Torresi, Comandante Forze Aeree Marina Militare (al momento del Workshop), che ha illustrato le capacità della componente aero-tattica della Marina. Quest'ultima si trova oggi in una fase di profondo rinnovamento con l'introduzione dell'F-35B, dell'NH-90 e con il futuro arrivo della variante navale dell'AW-169M. Tuttavia il tema più interessante è stato quello relativo alle capacità non pilotate: il C.Amm. Torresi ha infatti sottolineato come l'Aviazione di Marina abbia un gap capacitivo nel campo dei velivoli senza pilota. Sono infatti circa 10 anni che la MM ha un requisito per un sistema UAV senza riuscire a trovare una macchina in grado di soddisfarlo. Nonostante esistano molti UAV (ad ala fissa e ad ala rotante), ad oggi la MM (e, a onor del vero, tutte le Marine occidentali ad esclusione della US Navy che però impiega l'MQ-8C, una macchina molto grande) non dispone di un "drone" navale in grado di rispondere alle sue esigenze, un velivolo che sia anche multiruolo ed in grado di operare dai ponti di volo delle navi.

Il problema principale di quasi tutte le macchine esistenti, siano esse ad ala fissa o ad



Blackshape prevede di trasformare il proprio velivolo ultra-leggero PRIME in una macchina unmanned STOL e VTOL. (immagine: Blackshape)

ala rotante, è infatti la navalizzazione, aspetto tutt'altro che banale. Secondariamente, secondo il C. Amm. Torresi tali velivoli devono poter operare dal ponte delle unità navali, con tempi di appontaggio rapidi almeno quanto quelli degli elicotteri con equipaggio, anche nelle condizioni meteo-marine difficili. In più, poi, tali velivoli devono essere multiruolo e devono disporre di un'ampia suite di sensori. Ad oggi, secondo la MM, sul mercato non esiste ancora una macchina leggera (la MM vuole un velivolo piuttosto compatto che non "sottragga" troppo spazio agli elicotteri) che sia in grado di soddisfare tutte le esigenze (per ora ci è andato vicino solo lo SCANEAGLE di Insitu/Boeing, che però pare abbia grosse difficoltà di certificazione).

Per tale ragione, quindi, l'Aviazione di Marina è ancora alla ricerca di una macchina che possa rispondere al suo requisito: si pensa ad un velivolo che, oltre alle caratteristiche sopracitate, abbia un basso costo di esercizio e che si possa utilizzare insieme a velivoli manned (nell'ottica delle operazioni MUM-T): a livello industriale, poi, non guasterebbe una collaborazione con altri Paesi. In ambiente aereo il Future Naval Combat System 2035

dovrebbe infatti prevedere un potenziamento della situational awareness anche mediante operazioni MUM-T: operazioni rese possibili grazie ad un network robusto, capace di resistere a qualsiasi interruzione ed interferenza, e ad un velivolo unmanned innovativo ed imbarcabile.

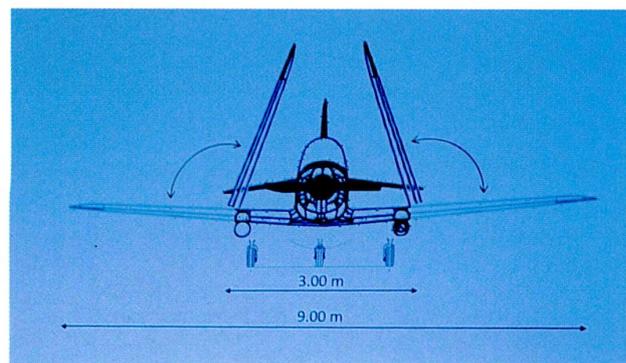
Proprio perché ancora alla ricerca di una soluzione unmanned valida, nel corso del workshop si sono fatte avanti alcune aziende con soluzioni piuttosto interessanti sia in tema di reti che in tema di aerei senza pilota.

L'Avvocato Donatello Gianni, in rappresentanza di un pool di aziende (U-AVITALIA, CURTI Costruzioni Meccaniche Divisione Aerospazio, N.P.C. Spacemind Divisione Aerospazio), ha illustrato una soluzione integrata di supporto al comando e controllo destinata alle operazioni multidominio.

Il progetto, denominato PROTEUS, intende fornire un sistema tattico aerospaziale di supporto a comunicazione, navigazione e osservazione altamente integrato e velocemente dispiegabile. PROTEUS permetterà operazioni di comando e controllo in uno specifico ambiente conteso integrando gli asset spaziali esistenti e futuri. Il progetto si basa su una serie di micro-satelliti lanciabili da piattaforme navali e UAS/RPAS che saranno imbarcati sulle unità navali stesse. Grazie a questa originale soluzione tali capacità saranno rapidamente dispiegabili in qualsiasi parte del Mondo integrandosi in un'architettura net-centrica. Essere rapidi sarà infatti fondamentale: velocità, accelerazione e sorpresa saranno infatti elementi chiave nelle operazioni multi dominio.

L'idea quindi è quella di mettere in orbita un pacchetto di nano satelliti e questo si collega con l'idea di trasformare la portaerei GARI-BALDI in una piattaforma di lancio spaziale (concetto illustrato più avanti nell'ambito del progetto SIMONA di Fincantieri) per effettuare una serie di missioni e, soprattutto, per garantire la navigazione dei velivoli manned e unmanned (ed eventualmente per disturbare l'avversario con il jamming). Per quanto concerne i sistemi senza pilota, la soluzione proposta dall'Avv. Gianni prevede l'impiego di un VTUAV ZEPHIR IIB realizzato partendo da un elicottero ultraleggero della U-AVITALIA. Sul versante dei sistemi ad ala fissa, sempre ultraleggeri, l'Ing. Luciano Belviso di Blackshape ha presentato un concetto di UAV ad ala fissa tipo VTOL e STOL, basato sull'ultra-leggero PRIME. L'idea è quella di trasformare il velivolo della società pugliese in una macchina optionally manned a decollo/atterraggio corto/verticale mediante 2 differenti soluzioni. Una prima variante è stata pensata in forma ibrida con l'introduzione di 3 fan collocati nelle ali e mossi elettricamente. Una seconda variante, invece, sarebbe caratterizzata da motorizzazione totalmente endotermica e vedrebbe l'installazione di un turbofan dotato di ugelli orientabili.

L'intenzione di Blackshape è quindi quella



L'ultraleggero unmanned di Blackshape sarà anche dotato di semiali ripiegabili per facilitarne il ricovero nell'hangar. (immagine: Blackshape)

di far evolvere il velivolo, da qui al 2035, trasformandolo in un velivolo unmanned con capacità VTOL e STOL, con payload modulari ed in grado di operare in completa autonomia. L'aereo, che sarà dotato di torretta EO e di torretta radar, sarà dotato di semiali ripiegabili per facilitare il ricovero in hangar.

Il velivolo, in configurazione di volo, ha un'apertura alare di 9 m, una lunghezza di 8 m, un'altezza di 3 m ed un peso massimo al decollo di 1.200 kg (MTOW).

Sulla carta l'obiettivo è quello di realizzare un OPV (UAS) che abbia un'endurance di oltre 6 ore, un range di oltre 500 miglia nautiche, una tangenza di 25.000 piedi in configurazione UAS e 12.500 piedi in modalità OPV, un payload di circa 300 kg e una velocità massima di 140 nodi.

La componente di superficie

Il workshop si è concluso affrontando la situazione delle unità di superficie, dei sensori e dei sistemi d'arma di cui sono dotate. L'introduzione a questo panel è stata affidata all'Ammiraglio Marco Tomassetti alla guida del 7° Reparto Navi dello Stato Maggiore della Marina che si è soffermato sulle tecnologie e sugli aspetti salienti, base - a suo parere - dei sistemi di nuova generazione.

Nonostante con le unità della Legge Navale vi sia stato un notevole salto tecnologico grazie allo sviluppo di una serie di sistemi allo stato dell'arte (famiglia di radar AESA, artiglierie molto innovative, nuovi sistemi di GE e C4), secondo l'Amm. Tomassetti, non si può pensare che tali soluzioni siano sufficienti per le unità navali del futuro. Secondo la MM, infatti, non ci si può sedere sugli allori: l'industria dovrebbe considerare tali tecnologie quale punto di partenza per sviluppare nuove soluzioni.

Ad ogni modo è estremamente difficile definire gli scenari futuri: per tale ragione l'Amm. Tomassetti ha preferito tratteggiare una rapidissima panoramica su alcuni orientamenti emergenti di cui la MM dovrebbe disporre nel futuro (e sui quali, quindi, dovrebbe investire già ora). Si tratta nel dettaglio delle armi ad energia diretta, dei droni, del munizionamento "a guida passiva", degli UAV alimentati ad energia solare e dei sistemi ipersonici.

Per quanto riguarda i sistemi ad energia diretta (i laser) se in Europa e negli USA sono stati avviati numerosi progetti (e si vedono già i primi sistemi a bordo), l'Italia ha un po' segnato il passo: si tratta dunque di una delle prime tecnologie di cui la Marina dovrà iniziare ad interessarsi.

I droni e gli sciame di droni sono ormai una realtà tangibile che è stata già impiegata operativamente da molti alleati ed avversari. Il munizionamento a guida passiva tipo IR, o infrarosso, e laser semiattivo, o SAL (cioè sostanzialmente i sistemi come il nostro munizionamento VULCANO, NdR), costituiscono, secondo l'Ammiraglio, un vero "game changer" in quanto uniscono alla grande precisione una



Gli orientamenti emergenti nell'ambito delle operazioni navali di superficie, secondo la MM.

sostanziale invisibilità ai radar. Essi giungono infatti sul bersaglio non individuati dai sensori di bordo, con un grande effetto sorpresa che li rende praticamente impossibili da contrastare (bisognerà quindi pensare a qualche soluzione per difendersi da questo tipo di minaccia, NdR).

Gli UAV tipo loitering alimentati ad energia solare costituiscono un altro elemento di grande innovazione, grazie alla loro capacità di trasportare grandi payload rimanendo in volo per tempi lunghissimi.

Infine un'altra famiglia di sistemi innovativi è costituita dai missili ipersonici, oggi molto di moda, che si dividono in cruise ipersonici e Hypersonic Glide Vehicle. Questi ultimi, lanciati mediante vettori balistici, uniscono alle elevate velocità anche il tema dell'ambiguità: risulta infatti molto difficile prevedere su quale bersaglio sono indirizzati (presentano dunque enormi difficoltà sul versante del tracking).

Proprio a proposito di minacce ipersoniche

l'Ing. Enrico Toffi di MBDA Italia ha fatto una carrellata sulle tecnologie ipersoniche oggi disponibili.

Anche l'Ing. Toffi ha suddiviso queste armi in 2 categorie, i cruise ipersonici, aviolanciati o lanciati da nave, e gli Hypersonic Glide Vehicle, associati ad un vettore balistico.

I primi, i cui esempi più significativi sono rappresentati dai missili russi ZIRKON e KINZAL, sono dotati di sistemi propulsivi integrati nella configurazione aerodinamica.

I secondi, invece, sono privi di un sistema di propulsione integrato poiché procedono per inerzia dopo essere stati portati a quote molto elevate (dell'ordine dei 1.000 km) da un lanciatore balistico.

Gli Hypersonic Glide Vehicle raggiungono velocità simili a quelle dei missili balistici ma, volando a quote molto più basse, sono più difficili da intercettare. Gli esempi più famosi di questa categoria di missili sono rappresentati dall'AVANGARD russo e dallo ZF-DF cinese.

La presentazione di MBDA Italia è stata a cura dell'Ing. Toffi ed è stata incentrata sulle minacce ipersoniche e sui possibili intercettori. (foto: Autore)





Vantaggi dell' ipersonico per la missilistica

- Vantaggi operativi :
 - Limitato tempo di azione/reazione
 - Alta potenza di penetrazione e distruzione
 - Alta sopravvivenibilità
 - Elevata portata/gittata
 - Difficoltà di intercettazione e elevata manovrabilità
- Missioni di un missile tattico ipersonico:
 - Ingegaggio di Time-Sensitive Targets (TSTs) (truppe e mezzi in movimento, postazioni mobili di lancio di missili);
 - Distruzione di Hard and Deeply Buried Targets (HDBTs) (bunker di comando interrati, impianti di immagazzinamento e/o produzione di armi fortificati);
 - Soppressione di Sistemi di Difesa Aerea Nemica (SEAD);
 - Potenziamento dei propri Sistemi di Difesa Aerea;

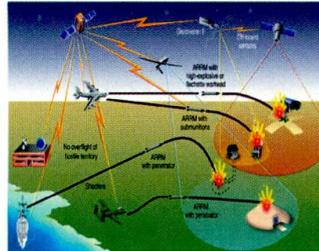


Figure 3. Concept of operations for an ipersonic strike system based on the Affordable Rapid Response Missile (ARRM) under study. The system holds deep targets at risk and also is a short time of flight to hitting targets.

Page : 8 - Reference :

This document and the information contained herein is proprietary information of MBDA and shall not be disclosed or reproduced without the prior authorization of MBDA. © MBDA 2019



I vantaggi dell'ipersonico nella missilistica, secondo MBDA Italia. (immagine MBDA italia)

Secondo MBDA progettare un efficace sistema di difesa contro tali sistemi costituisce una sfida estremamente complessa. Si tratta infatti di missili dalla ridotta segnatura radar, dalla notevole gittata e dalle basse quote di volo. È necessario, poi, realizzare un intercettore che assicuri capacità hit-to-kill (tali ordigni possono essere dotati di testate NBCR), in grado di colpire bersagli manovranti distinguendoli dagli eventuali decoy. In più si può pensare che tali armi possano effettuare attacchi cooperativi: il sistema di intercetto deve quindi essere a sua volta manovrabile e dotato di seeker estremamente evoluto.

È quindi abbastanza evidente che molte delle attuali capacità, concepite per contrastare altri tipi di minacce, vadano completamente ripensate.

Tanto per fare un esempio, per l'osservazione e la ricognizione, ma anche - in chiave difensiva - per la sorveglianza e l'allarme precoce, i satelliti saranno assolutamente fondamentali. Le armi ipersoniche, dunque, aumenteranno l'importanza del segmento spaziale: chi sarà in grado di dominare lo Spazio avrà indubbi vantaggi nel settore ipersonico.

Un'altra sfida tecnologica riguarda invece il volo sostenuto in regime ipersonico, un elemento estremamente complesso sotto svariati punti di vista. Innanzi tutto il design aerodinamico (attraverso modellazione numerica e test in galleria del vento) in regime ipersonico e in condizioni di rarefazione dell'aria è estremamente complicato, così come non è semplice realizzare sistemi di guida e controllo precisi e robusti (sia per quanto riguarda i sensori, sia per i requisiti dei sistemi di controllo dell'assetto). Infine tutt'altro che banali sono i temi dei materiali e delle protezioni termiche, in grado di resistere ad altissime temperature, e quello dei motori scramjet, in grado produrre spinta



Le sfide della tecnologie ipersonica, secondo la Professoressa Antonella Ingenito (nella foto sopra) della Scuola di Ingegneria Aerospaziale dell'Università La Sapienza di Roma.

Sfide relative alle tecnologie ipersoniche

Le prestazioni aerotermodinamiche non possono essere disaccoppiate dalle prestazioni del motore a causa delle superfici condivise e delle interazioni con il flusso termico.

$\Delta Q/U^2 \approx 1$ ($U > 2.5 \text{ km/s}$):
Attrito in CC \approx 60% dell'attrito totale
28% della resistenza netta nel motore

sufficiente al volo ipersonico (mantenendo la stabilità della combustione).

Proprio sulle difficoltà del design di un vettore ipersonico si concentrava l'intervento della Professoressa Antonella Ingenito della Scuola di Ingegneria Aerospaziale dell'Università La Sapienza di Roma.

I temi coinvolti sono, infatti, innumerevoli: si va dai materiali avanzati (in grado di resistere alle alte temperature), ai combustibili e alle tecniche di iniezione (di combustione), dall'ottimizzazione delle geometrie dei motori scramjet alla simulazione numerica, dalla modellistica della combustione (in regime supersonico, cioè con numero di Mach maggiore di 1) al controllo termico, dai test di terra ed in volo, alle metodologie di ottimizzazione del design dei velivoli ipersonici.

La Professoressa ha ricordato che i sistemi ipersonici, a seconda dei tipi (missili o velivoli), possono volare per tempi molto differenti: si va dalle centinaia di secondi ai 15-30 minuti nel caso di missili, ma si potrebbe arrivare anche, nel caso dei futuri velivoli, a 2-3 ore. In ogni caso sono necessari materiali in grado di sopportare le elevatissime temperature prodotte dal volo ipersonico, ma pure i sistemi attivi di controllo delle temperature (con l'impiego del combustibile stesso come refrigerante) possono rivelarsi fondamentali.

Un altro elemento cruciale è costituito dallo scramjet (supersonic ramjet, cioè statoreattore con camera di combustione supersonica, a tale proposito si veda anche il box apparso su RID 09/09 a pag. 69), con particolare riferimento al combustibile da impiegare. Data la limitata lunghezza del combustore (si parla di circa 1-1,5 m, andare oltre non avrebbe senso a causa dell'elevata resistenza prodotta) e a causa dell'elevata velocità del flusso (che è supersonico), il tempo di passaggio dell'aria e del combustibile attraverso il combustore stesso è dell'ordine dei millisecondi. C'è quindi bisogno di combustibili molto efficienti in grado di ottimizzare al massimo la combustione.

Lo scopo dello scramjet è infatti quello di produrre spinta, aspetto che sembrerebbe scontato, ma in realtà non lo è: i risultati deludenti di alcuni dei progetti statunitensi, a partire dall'X-51 WAVERIDER, stanno proprio a testimoniare questa straordinaria difficoltà. A proposito di volo ipersonico, uno degli auspici della Professoressa è stato quello di poter realizzare quanto prima una galleria del vento ipersonica nella quale poter sperimentare le diverse soluzioni tecnologiche (la simulazione numerica, infatti, non è sufficiente).

Un altro elemento importante anche nell'ambito del contrasto ai sistemi ipersonici navali è rappresentato dai sistemi di comando e controllo a bordo delle unità navali. A tale proposito il CV Fabrizio Orenco, Vice Capo Reparto del Reparto C4ISTAR (Command, Control, Communication, Computing, Intelligence, Surveillance, Targetting e Reconnaissance) e C4 e Sicurezza della MM, ha delineato i nuovi trend della MM su questo tema.