

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE
Sede Amministrativa del Dottorato di Ricerca

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BUCAREST (ACCADEMIA ROMENA – ISTITUTO PER LE
SCIENZE POLITICHE E LE RELAZIONI INTERNAZIONALI), CLUJ-NAPOCA-BABEŞ BOLYAI,
KOPER/CAPODISTRIA-PRIMORSKA, MESSINA, NAPOLI “FEDERICO II”, PARIS-SORBONNE
(PARIS IV – U.F.R. DE GEOGRAPHIE), PARMA, PÉCS (HUNGARIAN ACADEMY OF
SCIENCES – CENTRE FOR REGIONAL STUDIES), PIEMONTE ORIENTALE “A. AVOGADRO”,
SANNIO, SASSARI, TRENTO, UDINE
Sedi Convenzionate

XX CICLO DEL DOTTORATO DI RICERCA IN
GEPOLITICA E GEOECONOMIA

(SETTORE SCIENTIFICO-DISCIPLINARE M-GGR/02)

MILITARIZZAZIONE DELLO SPAZIO E SICUREZZA NAZIONALE – ASPETTI GEPOLITICI E GEOECONOMICI

DOTTORANDA
Dott.ssa Annalisa BARZI

COORDINATORE DEL COLLEGIO DEI DOCENTI
Chiar. ma Prof. MARIA PAOLA PAGNINI – UNIV. DI TRIESTE

RELATORE E TUTORE
Chiar. ma Prof. . MARIA PAOLA PAGNINI – UNIV. DI TRIESTE

ANNO ACCADEMICO 2006-2007

INDICE

Introduzione.....	pag. 3
-------------------	--------

CAPITOLO PRIMO

LA PROIEZIONE NELLO SPAZIO E LA SUA VALENZA GEOPOLITICA

1.1. Aspetti teorici e dottrinali.....	pag. 9
1.2. Il regime giuridico internazionale.....	pag. 13
1.2.1. Il diritto spaziale.....	pag. 13
1.2.2. Da “res communis” a “res nullius”.....	pag. 22
1.2.3. Quali nuove prospettive per un regime dello spazio.....	pag. 23

CAPITOLO SECONDO

ASPETTI OPERATIVI E FUNZIONALI DELLE ATTIVITA' SPAZIALI CIVILI E MILITARI

2.1. Introduzione	pag. 32
2.2. Elementi di meccanica orbitale.....	pag. 32
2.3. Le attività spaziali militari e civili di interesse strategico.....	pag. 43
2.3.1. I satelliti.....	pag. 45
2.3.1.1. I satelliti per le telecomunicazioni.....	pag. 48
2.3.1.2. “ <i>Early warning</i> ” e difesa anti-missilistica.....	pag. 50
2.3.1.3. I satelliti IMINT e SIGINT.....	pag. 52
2.3.1.4. I satelliti per l’osservazione terrestre (telerilevamento).....	pag. 53
2.3.1.5. I dispositivi PNT (“ <i>Positioning, Navigation and Timing</i> ”) e i sistemi di navigazione satellitare.....	pag. 57
2.3.1.6. I dispositivi ASAT.....	pag. 58
2.3.2. I sistemi di lancio.....	pag. 63
2.3.3. La Stazione Spaziale Internazionale.....	pag. 64

CAPITOLO TERZO

PROGRAMMI SPAZIALI E SICUREZZA: PROSPETTIVE NAZIONALI E ATTUALI ASSETTI DELLA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE DI SETTORE

3.1.	Introduzione	pag. 66
3.2.	Il caso statunitense	pag. 67
3.3.	Il caso russo	pag. 81
3.4.	Il caso cinese	pag. 90
3.5.	Cenni alla politica spaziale europea	pag. 98
3.6.	Il caso italiano	pag. 108
3.6.1.	Il satellite per le telecomunicazioni SICRAL.....	pag. 110
3.6.2.	Cosmo-SkyMed.....	pag. 113
3.6.3.	Il lanciatore VEGA.....	pag. 116
3.7.	Il caso iraniano	pag. 119
3.8.	Il caso indiano	pag. 121
3.9.	Cenni ai recenti sviluppi nelle capacità spaziali di alcuni Stati emergenti.....	pag. 123

CAPITOLO QUARTO

LA DIMENSIONE GEOECONOMICA DELLA CORSA ALLO SPAZIO

4.1.	Introduzione	pag. 126
4.2.	Problematiche connesse alla crescente domanda di frequenze radio	pag. 127
4.3.	Problematiche connesse alla crescente domanda di spazi orbitali	pag. 128
4.4.	Aspetti commerciali	pag. 130
4.5.	Esplorazione spaziale e risorse naturali	pag. 133
	Conclusioni.....	pag. 136
	Bibliografia.....	pag. 139

INTRODUZIONE

I sistemi di difesa nazionale delle Potenze militarmente più evolute, grazie alla dotazione tecnologica che li connota, sono caratterizzati da una stretta relazione tra potere militare terrestre e capacità di controllo dei sistemi in orbita. Settori come quelli delle telecomunicazioni, dell'osservazione terrestre, della navigazione, della sorveglianza e dell'"*early warning*" rivelano quanto sia marcata la valenza strategica della componente spaziale per gli assetti militari odierni.

Alla luce di questa premessa, è del tutto comprensibile l'interesse riservato dagli Stati ai rapporti di forza che si profilano sulla scena internazionale per il controllo dello spazio.

La materia è di estrema sensibilità, soprattutto alla luce del fatto che l'utilizzo del cosmo a fini militari e civili è, ad oggi, caratterizzato dall'assenza di un accordo generale sul piano giuridico: mancano quindi gli strumenti normativi per dirimere eventuali controversie tra i Paesi coinvolti nelle attività spaziali. La disciplina vigente a livello internazionale non permette, ad oggi, di definire un quadro preciso dei diritti e dei doveri in capo ai soggetti statuali ed alle entità che operano nello spazio e manca quindi un impianto sanzionatorio condiviso. Non si è nemmeno pervenuti ad una definizione puntuale di cosa si intenda per "attività spaziale".

Del resto, proprio gli Stati maggiormente coinvolti nella corsa allo spazio, in primis gli Stati Uniti, non hanno mai incoraggiato l'introduzione di una disciplina più restrittiva in questo settore.

La corsa per il predominio dello spazio è stata giustificata da una certa letteratura facendo ricorso ad un'analogia con il regime giuridico che disciplina le acque extraterritoriali, che non ricadono sotto la sovranità di alcuno Stato e possono essere utilizzate a fini militari. L'indicazione data da questi autori, peraltro ampiamente recepita in seno all'Amministrazione statunitense, detta orientamenti strategici che

perseguono una logica di difesa preventiva, anche mediante l'impiego di assetti da "guerra totale". L'analogia tra la navigazione nelle acque extraterritoriali e l'uso militare dello Spazio si presenta nondimeno controversa e suscita contestazioni, soprattutto in ordine al fatto che scelte di politica spaziale mirate a stabilire il predominio di una Nazione sulle altre possano esporre i Paesi in posizione dominante al rischio di ritorsioni da parte di altre entità, statuali e non, ostili o potenzialmente tali, in grado di sviluppare ed utilizzare armi antisatellite con l'intento di spezzare il loro monopolio. Sorgono inoltre interrogativi circa la compatibilità dell'uso militare dello spazio con il diritto spaziale vigente, secondo cui lo spazio extra-terrestre rappresenta invece un patrimonio di pubblico dominio, utilizzabile per «scopi pacifici», a fini di bene comune.

Aspetto cruciale di questa dinamica è la contrapposizione tra Paesi fautori di un'ottica unipolarista, quali gli Stati Uniti, per cui lo spazio costituisce il fondamento della "*full spectrum dominance*" (basata su deterrenza, controllo e capacità di proiezione unilaterale nel *battlefield* a tutti i livelli), e Paesi votati invece ad una forte egemonia regionale, come Cina e Russia, che puntano al multipolarismo.

Episodi come quello che nel gennaio 2007 ha visto protagonista proprio la Cina, che ha dimostrato di poter lanciare e guidare un veicolo anti-satellitare (ASAT) contro un proprio satellite meteorologico (situato, peraltro, alla stessa altezza dei satelliti spia americani) abbattendolo, evidenziano come la lotta per l'egemonia terrestre possa trovare nella dimensione spaziale un fattore di vulnerabilità incredibilmente sensibile in assenza di forme di controllo condivise.

I fattori di minaccia di questo tipo potrebbero moltiplicarsi se la proliferazione di tecnologia antisatellite interessasse anche la cerchia degli Stati "canaglia" o addirittura gruppi eversivi, magari finanziati e supportati sul piano tecnico proprio da Stati ostili all'Occidente. Un altro fronte di rischio potrebbe essere rappresentato dall'enorme quantità di detriti spaziali, letali per i delicati sistemi orbitanti, che si verrebbero a creare in conseguenza di eventuali attacchi finalizzati alla distruzione di dispositivi nemici.

Sebbene lo spazio sia, come evidenziato in premessa, già militarizzato nella misura in cui viene utilizzato a scopi di supporto dell'apparato bellico, nessun Paese vi ha al momento ancora introdotto armamenti.

Varcare questa soglia significherebbe, infatti, provocare un probabile scontro per il predominio dello spazio, situazione che il sistema giuridico attuale non sarebbe pronto a gestire. Per la Comunità Internazionale, inoltre, lo sviluppo di antagonismi di questo tipo rappresenterebbe un forte fattore di destabilizzazione, ragion per cui da più parti viene auspicata l'introduzione di una regolamentazione più ampia che limiti la corsa agli armamenti nel cosmo.

Alla luce di queste considerazioni, il presente lavoro intende delineare un quadro delle prospettive inerenti l'utilizzo dello spazio a fini strategici e di difesa da parte degli Stati dotati di tecnologia sufficiente per poter intraprendere il lancio e la gestione operativa di apparati a livello extra-atmosferico.

In apertura di trattazione si è provveduto a tracciare, attingendo a nozioni della geopolitica classica, una sinossi di alcuni contributi risultati significativi nell'orientare le strategie spaziali degli ultimi anni, fino ad arrivare al concetto di "astropolitica", intraprendendone una lettura critica alla luce delle recenti posizioni assunte in tema di strategia spaziale da parte dei diversi attori coinvolti.

Contestualmente è stata affrontata la disanima degli aspetti giuridici salienti del regime internazionale in vigore nel settore di interesse.

Nel secondo capitolo, sono stati introdotti alcuni cenni relativi ad aspetti funzionali, quali ad esempio alcune nozioni di meccanica orbitale, utili a capire le problematiche connesse al lancio ed all'operatività dei sistemi spaziali ed a valutarne l'incidenza sulle politiche dei diversi attori. Per lo stesso motivo, si è ritenuto opportuno inserire una semplice descrizione delle principali caratteristiche tecnico-funzionali degli assetti impiegati per le attività spaziali militari e civili e dei relativi sistemi di supporto terrestre.

Nel terzo capitolo, è stato stilato un quadro dei possibili sviluppi nel settore aerospaziale, considerandone in prospettiva le evoluzioni sia con riguardo al gruppo dei Paesi già affermati in questo campo, sia ai Paesi emergenti.

Questa parte dell'elaborato è stata sviluppata tramite un'intensa attività di indagine tesa a raccogliere ed archiviare informazioni tratte da riviste specializzate di settore e da

manualistica istituzionale qualificata, al fine di definire un punto di situazione quanto più possibile aggiornato sulle scelte operative e sulle strategie recentemente intraprese dagli operatori del comparto.

Gli argomenti che presentano i riscontri più significativi riguardano:

- le recenti evoluzioni degli assetti aerospaziali statunitensi, caratterizzati, negli ultimi anni, da un progressivo shift di competenze dalla NASA al Pentagono, per quanto attiene le attività in orbite terrestri, e dal delicato passaggio del dopo-Shuttle, che potrebbe esporre l'Amministrazione statunitense a forme di cooperazione prolungata con Paesi concorrenti nel settore dei lanci, come la Russia;
- la crescente autonomia spaziale rivendicata dall'Europa allo scopo di acquisire maggiore indipendenza strategica dagli Stati Uniti. Caso emblematico in questo contesto è lo sviluppo, da parte europea, del sistema di navigazione satellitare Galileo, dotato di funzionalità sostitutive del GPS Navstar statunitense. Il progetto, finanziato da Agenzia Spaziale Europea ed Unione Europea, fortemente voluto soprattutto da parte francese e tedesca, inizialmente è partito in sordina, come sistema a vocazione civile, per poi assumere una connotazione militare solo una volta superato l'impatto dell'opposizione statunitense, che non ha mancato di sollevare questioni sui rischi e sulla presunta inopportunità della sovrapposizione dei due sistemi.

Il programma Galileo non rappresenta solo il mezzo mediante il quale l'Europa cerca di emanciparsi dalla dipendenza strategica degli USA, ma costituisce, nel contempo, un'opportunità per stabilire rapporti di cooperazione internazionale con Paesi avanzati sotto il profilo tecnico-militare spaziale, come la Cina, che partecipa al progetto, ma che a sua volta mira in prospettiva a dotarsi di un proprio sistema di navigazione satellitare (la Russia ne ha già uno, in funzione fin dagli anni '80, il GLONASS).

E' evidente come la collaborazione con detti Paesi da parte europea rappresenti un fattore di criticità per gli Stati Uniti, che, comunque, a loro volta intrattengono, pragmaticamente, programmi comuni con i russi nell'ambito di specifici progetti, soprattutto in relazione al mantenimento della Stazione Spaziale Internazionale. Si consideri che il vettore-capsula russo Sojuz è al momento l'unico veicolo per

voli umani disponibile oltre al cinese Shenzhou, mentre gli USA stanno sviluppando le future capsule Orion, sostitutive dello Shuttle, i cui primi voli con equipaggio sono però in programma solo a partire dal 2013;

- lo stato dei programmi spaziali italiani e la componente spaziale degli assetti di difesa nazionale. L'Italia, dal canto suo, potrebbe beneficiare degli sviluppi che emergono in ambito europeo, soprattutto grazie a sinergie possibili tra la propria industria nazionale e partner europei in settori strategici, come quello del telerilevamento e dell'osservazione terrestre. Positivi passi in questo senso sono già stati fatti grazie al consorzio del sistema nazionale Cosmo-SkyMed con la costellazione satellitare francese Plèiades. Importanti prospettive in questo settore si potrebbero aprire anche grazie al progetto "GMES - Global Monitoring for Environment and Security", un'iniziativa sviluppata in ambito spaziale europeo che mira a incrementare le capacità dell'informazione geospaziale a supporto della politica ambientale e della sicurezza.

Il comparto spaziale italiano potrebbe inoltre beneficiare dell'ormai affermata tradizione nello sviluppo di lanciatori di piccole dimensioni, in particolare con riferimento al sistema "Vega", che potrebbe inserirsi con successo nella fascia dei lanci satellitari commerciali da 1.500 Kg in orbita bassa;

- i programmi spaziali presenti e futuri di Cina e Russia:
 - 1) la prima risulta proiettata verso un programma spaziale ambizioso, che prevede anche la realizzazione di una stazione spaziale per il 2015 ed un fitto programma di attività nei settori a valenza strategica, quali quelli dell'osservazione terrestre, delle telecomunicazioni, della navigazione satellitare, della meteorologia, dei veicoli spaziali riutilizzabili, nonché dell'esplorazione lunare, presumibilmente prodromica ad un possibile sfruttamento economico delle ricche risorse presenti sul satellite terrestre;
 - 2) la seconda, erede dell'infrastruttura spaziale, di gran parte della tecnologia e delle risorse umane che avevano determinato i successi dell'Unione Sovietica, è impegnata nel rivendicare un ruolo di primo piano in settori cruciali per l'attività spaziale come quello dei lanciatori e dei vettori per le missioni con equipaggio. A questo proposito, va ricordato che i vettori russi Proton, Dnepr ed in particolare la già citata Sojuz, mantengono una solida

posizione nel mercato dei lanci spaziali, anche in ragione della loro affidabilità e dei loro costi relativamente contenuti rispetto ad altri sistemi, aspetti che rendono attraente la cooperazione con i russi anche per gli Stati Uniti e l'Europa;

- recenti sviluppi nell'industria spaziale di Paesi emergenti come India, Brasile, Giappone, ma anche Iran, Corea del Sud, Corea del Nord e Pakistan.

Da ultimo, alla luce di queste finali considerazioni, non si è trascurato di trattare l'importante ruolo assunto in tale contesto dalle diverse industrie aerospaziali nazionali, delineando un quadro dei principali accordi di cooperazione internazionale ed evidenziando sinergie operative e possibili aree di competizione.

Particolare attenzione è stata dedicata anche ai possibili sviluppi per le rispettive strategie spaziali a fronte delle opportunità che si aprirebbero nel caso diventassero attuabili forme di sfruttamento economico delle risorse presenti nello spazio.

CAPITOLO 1

LA PROIEZIONE NELLO SPAZIO E LA SUA VALENZA GEOPOLITICA

1. Aspetti teorici e dottrinali 2. Il regime giuridico internazionale.

1.1 ASPETTI TEORICI E DOTTRINALI

La dottrina militare di numerosi Stati riflette in modo crescente il ruolo sempre più importante che gli assetti spaziali rivestono a supporto delle funzioni militari.

In linea con questo orientamento, le potenze spaziali tendono a considerare il segmento spaziale come parte integrante delle proprie infrastrutture strategiche.

In particolare, cruciale importanza viene conferita al concetto di “controllo spaziale”, ovvero, secondo la definizione del DoD (Dipartimento della Difesa) statunitense, “l’insieme delle attività finalizzate a garantire libertà di azione nello spazio per le forze alleate, impedendo al contempo le azioni avversarie”.¹ Proprio gli Stati Uniti, per i quali la “*Space Situation Awareness*” rappresenta una delle dimensioni fondanti della “*Full-spectrum dominance*”,² hanno supportato il proprio orientamento strategico, volto alla supremazia in campo spaziale, con numerose rassegne di dottrina militare dedicate

¹ Si veda, a titolo di esempio, il sito <http://www.dtic.mil/ndia/2002spacepolicy/hyten.pdf>, che riporta la definizione.

² Uno dei concetti di dottrina militare più significativi contenuti nel documento programmatico del Dipartimento della Difesa statunitense “*Joint Vision 2020*” è proprio quello di “*Full-spectrum dominance*”, ovvero il dominio a tutti i livelli del campo di battaglia, obiettivo da perseguire tramite l’impiego di Forze terrestri, aeree, marittime e spaziali. Per “campo di battaglia” si intendono sia i comparti terrestre, aereo e marittimo (sia sopra che sotto la superficie), che lo spettro elettromagnetico, aprendo anche al campo dell’“*information warfare*”. Per “controllo” si intende, invece, la completa estromissione dal campo di battaglia degli assetti bellici nemici. L’obiettivo della “*Full-spectrum dominance*” viene raggiunto nella misura in cui le Forze militari, nazionali o alleate, riescono a sconfiggere ogni avversario e ad assicurarsi il controllo di ogni situazione localizzata all’interno del raggio di azione delle operazioni militari.

Per ulteriori definizioni ed approfondimenti si consultino ad esempio i siti internet <http://www.defenselink.mil/news/newsarticle.aspx?id=45289> e <http://www.iwar.org.uk/military/resources/aspc/pubs/jv2020.pdf>.

a questo tema ed hanno trovato in alcuni autori, come Dandridge Cole, James Oberg e, più recentemente, Everett C. Dolman i sostenitori di una linea politica che ha trovato concretezza nelle scelte in materia spaziale dell'amministrazione Bush.

Interessante, in particolare, il recupero dei contributi di alcuni autori classici, precursori della moderna geopolitica, quali Alfred Thayer Mahan o Halford Mackinder, le cui teorie sono state letteralmente proiettate nello spazio,³ dando vita ad una branca della geografia rinominata da Dolman "astropolitica", ovvero lo studio della relazione tra i caratteri fisici e meccanici dello spazio extraterrestre, la tecnologia e le strategie politico-militari.

In particolare Dolman trae spunto dalla teoria del potere marittimo di Thayer Mahan, osservando come una sua trasposizione in campo spaziale attribuisca rilevanza, in chiave deterministica rispetto alla corsa allo spazio, alla disponibilità di una posizione geografica idonea a consentire lanci a latitudini compatibili con le orbite che si intendono raggiungere od alla possibilità di stabilire sul territorio postazioni di controllo, per operazioni di comando e telemetria.

Cruciale anche il riferimento ai "chokepoints", rappresentati, nella concezione di Thayer Mahan, dalle basi marittime situate in punti strategici e ben controllabili lungo le principali rotte mercantili mondiali, i quali, trasposti in orbita, vengono invece identificati con i nodi strategici delle rotte spaziali, secondo paradigmi mutuati dalle teorie del potere marittimo del XIX secolo. È il caso, ad esempio:

- delle orbite di trasferimento di Hohmann, rotte obbligate per il passaggio dei satelliti dalle orbite basse alla cintura geostazionaria;
- dei punti lagrangiani, caratterizzati dall'annullamento reciproco dei campi gravitazionali di Terra e Luna e quindi da condizioni favorevoli, in prospettiva, all'installazione di basi militari spaziali;
- della stessa orbita geostazionaria, una fascia unica e circoscritta che presenta caratteristiche peculiari che la rendono adatta allo stazionamento ed all'operatività di numerosi satelliti, in particolare di quelli per le telecomunicazioni.

Anche la teoria dell'*hearthland* di MacKinder trova una sua interpretazione in ambito spaziale, soprattutto per quanto riguarda il passaggio cruciale secondo cui, se uno Stato

³ Dolman (2001).

desidera il controllo del potere globale ma non è in grado di occupare fisicamente i punti strategici sul territorio, deve perlomeno impedire che questi vengano controllati dagli avversari. Il parallelismo con le già citate definizioni della dottrina militare statunitense circa il controllo dello spazio, sconfinato bacino di risorse ancora tutte da scoprire e sfruttare, è facilmente ravvisabile.

Tra gli autori citati per cercare di dare un'interpretazione alla politica di espansione spaziale delle moderne potenze si annoverano anche Ratzel e Kjellen, sulla base di una concezione del *Lebensraum* che trascende i confini terrestri e che non rappresenta altro che il naturale, successivo passo dell'evoluzione della specie.

Per quanto riguarda la concezione dello spazio in altre tradizioni militari, alternative a quella statunitense, va rilevato che anche la dottrina militare russa si basa sulla constatazione che il segmento spaziale assume un ruolo sempre più determinante nella moderna concezione di “*warfare*”, specie per quel che riguarda la prontezza delle operazioni terrestri e navali. Uno dei cardini del sistema di difesa russo consiste proprio nella protezione del proprio segmento spaziale, tramite la dislocazione, che risale all'inizio degli anni '90, di una rete di stazioni di terra sul proprio territorio e su quelli di alcune Repubbliche ex-sovietiche, con cui la Russia intende salvaguardare i propri sistemi di “*early warning*” e “*space surveillance*”. La particolare attenzione posta dal Governo di Mosca a questi settori, si è concretizzata in notevoli investimenti in materia spaziale, soprattutto per acquisire nuove tecnologie e migliorare l'efficienza nei sistemi di informazione e comunicazione. Forte rimane inoltre l'impegno russo nello sviluppo e nell'implementazione di moderni assetti per la difesa anti-missile.

Per quanto riguarda la Cina, il “Libro Bianco” sulle attività spaziali, pubblicato dalle Autorità cinesi nel 2000, identifica la sicurezza nazionale come elemento chiave della politica spaziale di Pechino.

Il “Libro Bianco” della Difesa Nazionale, edito nel 2004 rende nota, invece, l'intenzione di sviluppare tecnologie *dual use* anche in campo spaziale.

Sul fronte europeo, i documenti di riferimento in materia spaziale dell'Unione Europea sono il “Libro Verde” ed il “Libro Bianco” sulla Politica Spaziale europea, che riflettono i principi già contenuti nel rapporto “Rapporto Bildt-Peyrelevade-Späth”, pubblicato dall'Agenzia Spaziale Europea nel 2000. Il rapporto presentava, per la prima volta in ambito europeo, il concetto di Spazio quale strumento strategico per

l'implementazione di una politica di sicurezza europea, aprendo all'utilizzo di tecnologia *dual use* anche in campo militare e marcando una svolta all'atteggiamento dell'Unione Europea nei confronti della competizione spaziale.

1.2 IL REGIME GIURIDICO INTERNAZIONALE

1.2.1 Il diritto spaziale

Il diritto spaziale internazionale si fonda su alcune dichiarazioni di principio a carattere generale formulate nell'ambito delle Nazioni Unite,⁴ su cinque importanti accordi internazionali e su accordi multilaterali relativi ad attività militari strettamente legate alla materia spaziale, che contengono disposizioni su assetti specifici correlati al settore della difesa. Tale diritto comprende, inoltre, diversi accordi correlati allo sfruttamento commerciale dello Spazio, per quanto attiene, in particolare, i diritti di utilizzazione delle orbite geostazionarie e l'istituzione di organizzazioni intergovernative nei settori delle comunicazioni, dell'aviazione civile e della meteorologia.

Per quanto riguarda la normativa in ambito ONU, secondo quanto emerge dal testo della Risoluzione delle Nazioni Unite 62/217 del 21 dicembre 2007 e della Risoluzione 61/111 del 14 dicembre 2007 in merito alla cooperazione internazionale ed all'utilizzo a scopi pacifici dello spazio, in linea anche con quanto sancito:

- dalla "Space Millennium - Dichiarazione sullo spazio e sullo sviluppo umano", siglata a Vienna nel 1999 nell'ambito della 3° Conferenza sull'utilizzo pacifico dello spazio UNISPACE III, e dalla Risoluzione 54/68 che l'ha recepita;⁵
- dalla Risoluzione 59/2 del 20 ottobre 2004;
- dal Piano d'Azione del Comitato per l'utilizzo pacifico dello spazio;

crescente rilievo viene attribuito ad aspetti dello sfruttamento dello spazio cosmico correlati alla ricerca scientifica ed alla sicurezza ambientale. Le Nazioni Unite si dimostrano particolarmente sensibili al tema dell'applicazione della tecnologia spaziale ad aree quali la telemedicina, la formazione a distanza, la protezione ambientale, la prevenzione dei disastri ecologici, affinché lo spazio divenga mezzo per perseguire gli obiettivi di sviluppo sostenibile promossi dall'Assemblea Generale delle Nazioni

⁴ Per un elenco completo di tutte le risoluzioni adottate dalle Nazioni Unite in materia spaziale, si consulti il sito <http://www.unoosa.org/oosa/SpaceLaw/gares/index.html>.

⁵ <http://www.un.org/events/unispace3/>.

Unite.⁶ Particolare interesse viene attribuito al coordinamento, a livello internazionale, per la prevenzione di disastri ambientali mediante lo sviluppo di sistemi di osservazione terrestre e telerilevamento, con la promozione di un maggiore accesso all'uso di questi servizi da parte dei Paesi in via di sviluppo.

Contestualmente, come reazione ai rischi di progressivo aumento dell'uso militare dello spazio, le Nazioni Unite hanno dedicato, nell'ambito delle proprie conferenze di settore, ampio spazio a dibattiti sull'eventualità di prevedere una disciplina più stringente per quanto riguarda la messa in orbita di armi, anche provvedendo ad una revisione degli strumenti normativi a disposizione. Il problema si pone, in particolare, in merito alle armi convenzionali, attualmente escluse dai divieti vigenti, in quanto oggetto di interessi ritenuti irrinunciabili dalla quasi totalità degli Stati protagonisti della corsa spaziale.

Specifici organismi, operanti in ambito Nazioni Unite, sono incaricati di perseguire gli obiettivi illustrati.⁷ Tra questi assumono particolare importanza:

- il già citato **Comitato per l'utilizzo pacifico dello spazio (COPUOS - Committee on the Peaceful Uses of Outer Space)**, fondato nel 1959 con la Risoluzione 1472/14,⁸ composto da 67 membri,⁹ i cui scopi sono "la cooperazione per l'uso pacifico dello spazio e la pianificazione di programmi che, in questo campo, possano essere promossi sotto gli auspici delle Nazioni Unite; il supporto alla ricerca ed alla diffusione dell'informazione sullo spazio cosmico e lo studio degli aspetti legali correlati all'esplorazione dello spazio". Per svolgere la propria attività istituzionale, il COPUOS prevede, in organico, due Sottocomitati, il Sottocomitato tecnico-scientifico e quello legale,¹⁰

⁶ Durante il World Summit promosso dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel 2005 per il 60° Anniversario della firma della Carta di San Francisco, è emersa la forte volontà di promuovere scienza e tecnica come strumenti per uno sviluppo sostenibile su scala globale. Si veda, per approfondimenti su questo tema, il sito internet http://www.un.org/ga/59/hl60_plenarymeeting.html.

⁷ Oltre agli organismi dettagliati si citano, anche, il "Comitato sulla Prevenzione sulla corsa agli armamenti spaziali" (PAROS), istituito nell'ambito della "Commissione sul disarmo e l'"Agenzia per il coordinamento in materia di detriti spaziali" (IADC).

⁸ Prodromica a questa Risoluzione, che rese il COPUOS un organismo permanente delle Nazioni Unite, è stata la Risoluzione 1348/13 del 1958, emanata poco dopo il lancio del primo satellite spaziale.

⁹ In aggiunta agli Stati ed alle organizzazioni governative che costituiscono i membri titolari, in ambito COPUOS è previsto un ampio numero di osservatori, costituiti da numerose organizzazioni governative e non con interessi nel settore.

¹⁰ Tali organismi e il COPUOS si incontrano su base annuale per discutere di questioni sottoposte al Comitato dall'Assemblea Generale e dagli Stati membri e formulare raccomandazioni.

- la **Piattaforma di informazione spaziale per la gestione dei disastri e la risposta alle emergenze** (*UN-SPIDER - United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response*), che risponde alla volontà delle Nazioni Unite di rendere accessibili, a tutti gli Stati ed alle Organizzazioni internazionali e regionali interessate, informazioni derivate dallo spazio per la prevenzione dei disastri, con particolare riguardo ai Paesi poveri, spesso i più esposti al degrado ed i più vulnerabili, in quanto non dotati di mezzi e di conoscenza appropriati;
- il **Comitato internazionale per i sistemi globali di navigazione satellitare** (*ICGNSS - International Committee on Global Navigation Satellite Systems*),¹¹ un ente costituito su raccomandazione dell'Action Team dedicato al GNSS costituito in ambito COPUOS, per promuovere la cooperazione nei settori del rilevamento e della navigazione, nonché l'interoperabilità e la compatibilità tra i diversi sistemi di navigazione satellitare esistenti, così da incrementarne l'utilizzo nel rispetto del principio di sviluppo sostenibile, anche nei Paesi più arretrati.

Per quanto riguarda i trattati internazionali, documenti di riferimento sono:

- il “Trattato sulle norme per l'esplorazione e l'utilizzazione, da parte degli Stati, dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti”, meglio noto come “Outer Space Treaty”, siglato il 27 gennaio 1967 e finora ratificato da 98 membri.¹² Questo atto rappresenta la principale fonte di diritto internazionale in materia aerospaziale. Esso sancisce, agli Articoli 1 e 2, il concetto di libera accessibilità da parte di ogni Stato all'esplorazione ed all'utilizzo dello spazio extra-atmosferico ed esclude che chiunque possa estendervi la propria sovranità. Sul piano militare, l'Art. 4 vieta la messa in orbita di armi nucleari e la loro installazione su corpi celesti, introducendo il concetto di “utilizzo a scopo pacifico dello spazio”, il che concretamente si traduce nel divieto di costruire sui

Per approfondimenti, si consultino i siti internet <http://www.unoosa.org/oosa/en/COPUOS/copuos.html> e http://www.unoosa.org/oosa/en/COPUOS/cop_overview.html.

¹¹ Detto Comitato, promosso dall'Assemblea Generale con la Risoluzione 59/2 del 20 ottobre 2004, è di recentissima costituzione, essendosi riunito per la prima volta nel novembre 2006 a Vienna. Nel 2007 l'incontro si è svolto a Bangalore (India).

¹² Dato riferito al 1 gennaio 2007.

corpi celesti basi, installazioni militari e fortificazioni, nonché di sperimentare armi di qualsiasi tipo e di eseguire manovre militari.¹³

Il fatto che si escluda la collocazione di armi nucleari e di distruzione di massa, non pare peraltro sufficiente a garantire un uso pacifico dello spazio, in quanto, come già accennato, non si è ritenuto di vietare la messa in orbita di armi convenzionali e di armi ad alta energia, apparati peraltro oggetto negli ultimi anni di sperimentazioni sempre più avanzate.

Del resto, se si fossero introdotti limiti così stringenti, non sarebbe stato più possibile nemmeno il lancio di missili ICBM. Sono invece stati esclusi completamente dall'utilizzo a scopi militari i corpi celesti, sui quali è vietato installare armi di qualsiasi tipo ed effettuare esercitazioni militari. Viene fatta salva, invece, la possibilità di utilizzare personale militare a fini di ricerca, possibilità comunque importante per la sperimentazione di apparati di uso militare in condizioni extraterrestri.

Nei successivi articoli vengono disciplinati temi trattati più dettagliatamente nell'ambito degli specifici accordi di cui si fa cenno in seguito.

Inoltre, all'Art. 9,¹⁴ viene introdotto il diritto di avviare una procedura di consultazione internazionale ove si ravvisi che *“un'attività o un esperimento nello*

¹³ In particolare, l'Art. 1 recita *“L'esplorazione e l'utilizzazione dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, devono essere condotte per il bene e nell'interesse di tutti i Paesi, senza riguardo alcuno al livello del loro sviluppo economico o scientifico. Esse sono una prerogativa dell'intero genere umano. È libero l'accesso a tutte le regioni dei corpi celesti; lo spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, può essere quindi, a parità di condizioni e in conformità col diritto internazionale, esplorato e utilizzato liberamente da parte di tutti gli Stati senza alcuna discriminazione. Nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, le ricerche scientifiche sono libere e gli Stati devono facilitare e promuovere, in dette ricerche, la cooperazione fra gli Stati”*.

All'Art. 2 viene inoltre sancito che *“Lo spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, non è soggetto ad appropriazione da parte degli Stati, né sotto pretesa di sovranità, né per utilizzazione od occupazione, né per qualsiasi altro mezzo possibile”*.

¹⁴ In particolare, in base all'Art. 9 *“Nell'esplorazione e utilizzazione dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, gli Stati contraenti devono essere guidati dalle norme della cooperazione e assistenza reciproca e devono condurre tutte le loro attività nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, col dovuto rispetto per gli interessi degli altri Stati partecipi del Trattato. Nell'esplorazione e nello studio dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, gli Stati contraenti devono, prendendo all'uopo le misure opportune, evitare effetti pregiudizievoli di contaminazione e di modificazioni nocive del mezzo terrestre, dovute all'introduzione di sostanze extraterrestri. Se uno Stato contraente ha ragione di ritenere che un'attività o un esperimento nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, da lui progettato o da suoi cittadini, possa cagionare un'interferenza dannosa con le attività di altri Stati partecipi del Trattato, nel campo dell'esplorazione e dell'utilizzazione a scopi pacifici dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, detto Stato deve procedere a opportune consultazioni internazionali prima*

spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, programmato da un altro Stato partecipe del Trattato, possa cagionare possibili interferenze con attività di esplorazione e utilizzazione a scopi pacifici dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti”;

- il “**Rescue Agreement**”, entrato in vigore nel 1968 e finora ratificato da 89 membri.¹⁵ Tale atto approfondisce quanto già contenuto all’Art. 5¹⁶ e dall’Art. 8¹⁷ dell’“Outer Space Treaty” e prevede che gli Stati impegnati in attività spaziali prestino soccorso e restituiscano allo Stato di appartenenza astronauti che si siano trovati in difficoltà durante l’espletamento delle proprie missioni in orbita, nonché che, su richiesta, si rendano disponibili a rendere apparati spaziali eventualmente atterrati al di fuori del territorio dello Stato che li ha lanciati;
- la “**Liability Convention**”, ovvero la “Convenzione sulla responsabilità internazionale per danni causati a terzi da apparati spaziali”, entrata in vigore nel 1972 e finora ratificata da 84 membri.¹⁸ Anche in questo caso, si tratta di un atto che riprende quanto introdotto a livello generale dagli Art. 6 e seguenti¹⁹

di iniziare l’attività o l’esperimento programmato. Ogni Stato contraente, il quale abbia ragione di ritenere che un’attività o un esperimento nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, programmato da un altro Stato partecipi del Trattato, possa cagionare possibili interferenze con attività di esplorazione e utilizzazione a scopi pacifici dello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, è autorizzato a richiedere consultazioni internazionali rispetto all’attività o all’esperimento di cui si tratta”.

¹⁵ Dato riferito al 1 gennaio 2007.

¹⁶ In particolare, l’Art. 5 recita “Gli Stati contraenti considerano i cosmonauti come ambasciatori del genere umano nello spazio extra-atmosferico e forniscono loro tutta la assistenza possibile in caso di incidenti, di difficoltà o di atterraggio di emergenza, nel territorio di altro Stato contraente o in alto mare. I cosmonauti che sono costretti a effettuare tali atterraggi devono essere, senza indugio e con le dovute misure di sicurezza, restituiti allo Stato di registrazione del veicolo spaziale. Nel corso di un’attività nello spazio extra-atmosferico e su corpi celesti, i cosmonauti di uno Stato contraente forniscono ai cosmonauti di altri Stati partecipi del Trattato tutta l’assistenza possibile. Gli Stati contraenti comunicano immediatamente, agli altri Stati partecipi del Trattato o al Segretario generale dell’Organizzazione delle Nazioni Unite, tutti i fenomeni che potrebbero presentare un pericolo per la vita o l’incolumità dei cosmonauti, scoperti nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti”.

¹⁷ In particolare, l’Art. 8 recita “Lo Stato contraente, nel quale è registrato un oggetto lanciato nello spazio extra-atmosferico, conserva giurisdizione e controllo su detto oggetto e sull’eventuale suo equipaggio, quando essi si trovano nello spazio extra-atmosferico o su un corpo celeste. La proprietà degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico, compresi quelli costruiti o portati su un corpo celeste, e la proprietà delle loro parti componenti non muta quando essi si trovano nello spazio extra-atmosferico o su un corpo celeste, o quando essi ritornano sulla terra. Tali oggetti o parti componenti, se recuperati fuori dei confini dello Stato di registrazione partecipe del Trattato, devono essere a questo restituiti, previo controllo dei dati di identificazione, che da esso sono forniti a richiesta”.

¹⁸ Dato riferito al 1 gennaio 2007.

¹⁹ Nel dettaglio, segue il testo:

dell'“Outer Space Treaty” in merito al concetto di responsabilità per danni arrecati a beni di terzi (sulla terra, in aria o nello spazio) a causa di mezzi o apparati spaziali. Nelle previsioni della “Liability Convention” rientra l'istituzione di una Commissione incaricata di accogliere i reclami delle parti danneggiate e di valutarne la pertinenza e l'entità;

- la “**Registration Convention**”, entrata in vigore nel 1976 e finora ratificata da 49 membri,²⁰ ha introdotto l'obbligo di iscrivere in apposito registro²¹ ogni oggetto lanciato nello spazio. Detto registro viene aggiornato a cura dell' “Ufficio delle Nazioni Unite per gli Affari Spaziali” (UNOOSA), che si occupa anche della divulgazione delle informazioni in esso contenute per conto del Segretario Generale delle Nazioni Unite. I dati richiesti per la compilazione del registro²² sono i seguenti:

- . nazionalità dell'Ente che effettua il lancio;

Art. 6: “*Gli Stati contraenti assumono responsabilità internazionale per le loro attività nazionali nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, siano esse condotte da Organi governativi o da Enti non governativi, e garantiscono che le attività stesse saranno condotte conformemente alle norme formulate nel presente Trattato. Le attività nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, di Enti non governativi, devono essere autorizzate e sottoposte a continua sorveglianza da parte dello Stato responsabile, partecipe del Trattato. Ove le attività nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, vengano condotte da una Organizzazione internazionale, la responsabilità del rispetto delle norme del presente Trattato ricade su detta Organizzazione internazionale e sugli Stati contraenti che ne fanno parte*”.

Art. 7: “*Lo Stato contraente che effettua o fa effettuare il lancio di un oggetto nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti, come pure lo Stato contraente dal cui territorio un oggetto viene lanciato o le cui installazioni servono al lancio, sono responsabili internazionalmente per i danni arrecati, ad altri Stati partecipi del Trattato o a persone fisiche o giuridiche rilevanti a questi ultimi, da parte dell'oggetto suddetto o delle sue parti componenti, sulla terra, nell'atmosfera o nello spazio extra-atmosferico, compresi la luna e gli altri corpi celesti*”.

Art. 8: “*Lo Stato contraente, nel quale è registrato un oggetto lanciato nello spazio extra-atmosferico, conserva giurisdizione e controllo su detto oggetto e sull'eventuale suo equipaggio, quando essi si trovano nello spazio extra-atmosferico o su un corpo celeste. La proprietà degli oggetti lanciati nello spazio extra-atmosferico, compresi quelli costruiti o portati su un corpo celeste, e la proprietà delle loro parti componenti non muta quando essi si trovano nello spazio extra-atmosferico o su un corpo celeste, o quando essi ritornano sulla terra. Tali oggetti o parti componenti, se recuperati fuori dei confini dello Stato di registrazione partecipe del Trattato, devono essere a questi restituiti, previo controllo dei dati di identificazione, che da esso sono forniti a richiesta*”.

²⁰ Dato riferito al 1 gennaio 2007.

²¹ Di fatto un registro dei lanci veniva tenuto a cura del Segretariato Generale fin dal 1962.

²² Hanno provveduto ad inviare segnalazioni sui propri lanci Algeria, Argentina, Australia, Brasile, Canada, Cina, Cile, Repubblica Ceca, Francia, Germania, Grecia, India, Israele, Italia, Giappone, Kazakhstan, Lussemburgo, Malaysia, Messico, Nigeria, Pakistan, Repubblica di Corea, Russia, Spagna, Svezia, Turchia, Ucraina, Emirati Arabi Uniti, Regno Unito e Stati Uniti. Per quanto riguarda le Organizzazioni Internazionali di settore, hanno contribuito alla compilazione del registro anche l'ESA (Agenzia Spaziale Europea) e l'EUMETSAT (European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites).

- . identificativo dell'oggetto lanciato o numero di registrazione;
 - . data e località da cui viene effettuato il lancio;
 - . parametri orbitali, come il periodo nodale,²³ l'inclinazione orbitale,²⁴ l'apogeo e il perigeo;²⁵
 - . specifiche tecnico-funzionali;
- l'“**Accordo sulle attività degli Stati sulla luna e sugli altri corpi celesti**”, meglio noto come “**Moon Agreement**”, entrato in vigore nel 1984 e finora ratificato solo da 14 Stati.²⁶

Il “*Moon Agreement*”, adottato dall'Assemblea Generale nel 1979, si prefigge lo scopo di stabilire una regolamentazione circa lo sfruttamento delle risorse naturali presenti sulla luna e sugli altri corpi celesti, intese come patrimonio dell'umanità, vietando peraltro il sorgere di diritti di proprietà o di sovranità in capo a Stati ed Organizzazioni,²⁷ ma riconoscendone il diritto all'esplorazione ed allo sfruttamento nel rispetto delle condizioni ambientali, sotto il controllo del Segretario delle Nazioni Unite e della comunità scientifica internazionale.²⁸ Detto trattato riprende molti dei concetti dell'“*Outer Space Treaty*”, sancendo che luna e altri corpi celesti devono essere utilizzati esclusivamente per usi pacifici, che il loro ambiente va rispettato e che le Nazioni Unite devono essere informate circa la localizzazione e gli scopi delle diverse stazioni ivi installate.

Ognuno dei trattati citati sottolinea il concetto che lo spazio, le attività che vi si svolgono e i benefici che se ne traggono debbano essere destinati a promuovere il benessere di tutta l'umanità, includendo dettami che partecipano alla definizione delle forme di cooperazione nel campo delle attività spaziali.

D'interesse, per completare il quadro della normativa spaziale di riferimento a livello internazionale, anche il “**Limited Test Ban Treaty**”, siglato già nel 1963 e volto a proibire gli esperimenti e le esplosioni nucleari nell'atmosfera terrestre e nell'*Outer Space*.

²³ Ovvero il tempo tra due nodi equatoriali ascendenti successivi espresso in minuti.

²⁴ Considerando che l'orbita equatoriale ha 0° e l'orbita polare ha 90°.

²⁵ Rispettivamente, la più alta e la più bassa altitudine sopra la superficie terrestre dell'orbita espressa in chilometri.

²⁶ Dato riferito al 1 gennaio 2007.

²⁷ In linea con i contenuti dell'Art. 2 dell'“*Outer Treaty*”.

²⁸ Principi contenuti all'art. 11 dello stesso Trattato.

Come già anticipato, è poi opportuno considerare parte integrante del diritto spaziale i numerosi trattati SALT²⁹ e START³⁰ siglati tra USA e URSS,³¹ che riguardano essenzialmente il comparto degli armamenti missilistici, ma che, nell'ambito delle clausole sulla verifica del rispetto dei trattati, prevedono l'utilizzo di dispositivi spaziali come satelliti per attività di "early warning", osservazione e comunicazione, ELINT³² e SIGINT.³³

Trattandosi di strumenti utilizzati per monitorare il rispetto dei trattati, se si verificasse un attacco a questi apparati, si configurerebbe la violazione del trattato stesso.

Per quanto riguarda il Trattato ABM (*Anti-Ballistic Missile*), tale atto contiene più specificamente il divieto di impiego di armi ASAT.

Va poi ricordata la normativa derivante da accordi internazionali in materia di controllo sulle esportazioni missilistiche e Chimiche, Batteriologiche, Radiologiche e Nucleari (CBRN), come il MTCR (*Missile Technology Control Regime*), che pur non avendo lo status di un trattato, per l'ampiezza del numero di Stati che vi aderiscono su base volontaria, rappresenta un documento importante in materia di controproliferazione, con dirette ripercussioni sulle esportazioni e quindi sulla produzione di tecnologia impiegabile anche per sistemi di lancio spaziale. Sulla stessa linea, il "Codice di condotta dell'Aja contro la proliferazione di missili balistici" (HCOC), nelle cui previsioni rientra addirittura l'obbligo di annunciare in anticipo un eventuale lancio di missili.

A livello più generale, incidono sulla disciplina giuridica in materia spaziale anche la Convenzione di Ginevra e quella dell'Aja sui Conflitti Armati, nelle quali viene

²⁹ SALT sta per "*Strategic Armaments Limitations Talks*", accordi per la limitazione degli armamenti strategici (ICBM – *Intercontinental Ballistic Missile* e ABM – *Anti-Ballistic Missile*), siglati a partire dagli anni '70 tra USA e URSS.

³⁰ START sta per "*Strategic Arms Reduction Treaty*", accordi per la limitazione degli arsenali di armi di distruzione di massa siglati a partire dall'inizio degli anni '90.

³¹ Oggi vi aderiscono, oltre ad USA e URSS, anche gli Stati aderenti al trattato "Conventional Forces in Europe" (CFE), patto che limita il numero di armi pesanti dispiegate fra l'Oceano Atlantico e gli Urali, siglato nel 1990 tra 16 Stati della NATO e diversi Paesi aderenti al Patto di Varsavia. Il testo integrale dell'Accordo è disponibile al sito internet http://www.osce.org/documents/doclib/1990/11/13752_en.pdf. In questo quadro va però segnalato che, proprio la Russia, nell'estate del 2007 ha annunciato il ritiro dal Trattato sulla Riduzione delle Forze Convenzionali in Europa, nel contesto di tensione con Stati Uniti e NATO venutesi a creare a seguito della proposta USA di istituire uno scudo ABM nell'Europa orientale. La Russia avrebbe, peraltro, recriminato ai Paesi occidentali di non aver ratificato una versione emendata del Patto, firmata nel 1999, accusando i Paesi NATO di aver violato, con il progetto dello Scudo spaziale, il Trattato sui missili balistici.

³² *Electronic Signals Intelligence*.

³³ *Signal Intelligence*.

condannata l'incidenza di operazioni militari su obiettivi civili, quali potrebbero essere, nel caso specifico di un'eventuale "guerra spaziale", satelliti civili o a satelliti di parti neutrali danneggiati da eventuali detriti.

Da ultimo, alcune indicazioni sui regimi che regolano telecomunicazioni e telerilevamento.

Per quanto riguarda il settore delle telecomunicazioni spaziali, questo rientra nella materia disciplinata:

- per quanto attiene i satelliti televisivi, dalla Risoluzione 37/92 adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite il 10 dicembre 1982, contenente i "Principi che governano l'utilizzazione da parte degli Stati dei satelliti artificiali terrestri per la televisione diretta internazionale";³⁴
- per quanto attiene gli altri satelliti per le telecomunicazioni, dalla normativa "*International Telecommunications Union*" (ITU) in materia di regolamento radio internazionale.

In materia di telerilevamento, intervengono invece le disposizioni sancite dalla Risoluzione 41/65 dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite del 3 dicembre 1986. Trattasi di principi a carattere generale, che tentano una mediazione tra chi considera questa attività lesiva del diritto di sovranità e chi invece la giustifica. Tra gli scopi indicati dall'ONU come obiettivi legittimi per l'esercizio di attività di telerilevamento, si citano la gestione delle risorse naturali e del territorio e la protezione dell'ambiente. E' evidente come il successo commerciale del telerilevamento satellitare di questi ultimi anni, che ha portato all'ingresso nel mercato di numerosi operatori privati, imponga una disciplina più certa in questo campo. Per questa ragione è auspicabile la stipula di un trattato internazionale anche in tale settore.

³⁴ Reperibile al sito internet http://www.jaxa.jp/library/space_law/chapter_3/3-2-1-1_e.html.

1.2.2 Da “res communis” a “res nullius”

Scorrendo gli atti di diritto spaziale internazionale sopra citati, appare evidente come, dopo il lancio del primo Sputnik (1957), il dibattito circa la concezione dello spazio,³⁵ abbia trovato un approdo nel concetto di “bene comune”, in linea con l’accezione giuridica di “res communis”.³⁶

I principi generali contenuti nell’ “*Outer Space Treaty*” sono infatti finalizzati a affermare lo spazio come “un santuario”³⁷ da preservare dal controllo di pochi Stati predominanti allo scopo di garantirne l’uso a beneficio dell’intera umanità. Detti principi, anche per mancanza di dispositivi sanzionatori adeguati, non hanno però di fatto trovato applicazione. La militarizzazione dello spazio appare infatti già da tempo una tendenza ineludibile, con la diffusione dell’uso di satelliti militari per l’osservazione e le comunicazioni e la progettazione di scudi spaziali in funzione antimissile. Del resto, lo strumento militare oggi non è concepibile senza l’utilizzo di tecnologie spaziali e, diventando gli Stati sempre più dipendenti dalle proprie risorse spaziali in materia di sicurezza, è naturale che essi intendano proteggerle. In questo contesto, si è quindi affermato, come più aderente all’evoluzione del contesto strategico globale in materia spaziale, il concetto di spazio inteso come “res nullius”,³⁸ che è compatibile con l’imposizione di diritti di proprietà e sovranità sullo spazio e suoi corpi celesti.

A questo proposito, quest’ultima tendenza pare confermata ad esempio dalle scarse adesioni raccolte, in termini di Stati ed organismi firmatari, dal “*Moon Treaty*”, che, come già accennato, consente lo sfruttamento a fini pacifici delle risorse dei corpi celesti, ma non l’estensione di diritti di proprietà su di essi.³⁹ Ebbene, non è un caso che i più grandi protagonisti della corsa allo spazio, nella fattispecie, Stati Uniti, Russia e

³⁵ Si vedano Arpino (2007) e Listner (2005).

³⁶ Espressione latina mutuata dal diritto romano ed utilizzata in diritto civile per indicare una cosa di cui non è possibile appropriarsi, in quanto appartiene alla comunità ed è utilizzabile da tutti come patrimonio collettivo.

³⁷ Vedi Cervino, Corradini, Davolio (2003).

³⁸ Categoria mutuata dal diritto romano in uso nel diritto civile, con cui si intende ogni cosa che possa astrattamente essere oggetto di diritti, non essendo proprietà di alcuno. Pertanto, considerando l’art. 923 del codice civile che descrive, alla voce “cose suscettibili di occupazione”, le cose mobili che non sono di proprietà di alcuno, deriva che la res nullius può essere oggetto di appropriazione legittima, in quanto non appartenente a nessuno.

³⁹ Si veda il già citato Art. 11 del Trattato in parola.

Cina, non siano compresi tra i (pochi) sottoscrittori del Trattato in parola. Evidentemente, infatti, le restrizioni previste dal testo normativo non vengono accettate, verosimilmente perché viene ritenuto che lo sforzo tecnologico, sia esso sostenuto dall'imprenditoria privata, piuttosto che da organismi pubblici, vada "ripagato" con l'estensione di un diritto di proprietà o di sovranità. Inoltre, lo stesso Trattato, prevede che i benefici dell'esplorazione delle risorse extra-terrestri vengano resi accessibili anche agli Stati meno sviluppati, per il bene dell'intera umanità.⁴⁰ E' chiaro che siffatte previsioni normative vedano gli imprenditori, pubblici e privati, riluttanti ad investire nel settore. Soprattutto se si condivide un punto di vista come quello presentato da Dinkin (2004), che arriva a paragonare l'organizzazione di attività di sfruttamento delle risorse dei corpi celesti a una sorta di colonizzazione, introducendo un parallelismo tra il ruolo dell'imprenditoria privata nello spazio e quello dei coloni, i quali erano spinti alla conquista proprio dall'incentivo dell'arricchimento personale.⁴¹ Ne consegue addirittura la proposta, finalizzata ad incentivare gli investimenti in tecnologia e ricerca necessari a garantire progetti economici nello spazio, di una spartizione dei diritti di proprietà anticipata rispetto ai tempi dell'avvio delle esplorazioni sulla luna o sugli altri corpi celesti, che offra garanzie agli addetti commerciali coinvolti.

1.2.3 Quali nuove prospettive per un regime dello spazio

L'utilizzo dello spazio a fini militari e civili è, ad oggi, caratterizzato dall'assenza di un accordo generale per la definizione un regime giuridico atto a dirimere eventuali controversie tra i Paesi coinvolti nelle attività spaziali e ad imporre un impianto di sanzioni efficace nel caso di non ottemperanza alle disposizioni internazionali. Manca un quadro preciso dei diritti e dei doveri in capo ai soggetti statuali ed alle entità che partecipano alla corsa allo spazio e non è stata definita in modo analitico una lista delle attività da regolamentare, cosicché rimangono alquanto aleatori i criteri di distribuzione dei benefici della corsa allo spazio.

⁴⁰ Si consulti l'Art. 4 dello stesso Trattato.

⁴¹ Si veda, in proposito, Listner (2005).

Come già anticipato, il principio fondante della legislazione attualmente in vigore consiste nel concepire lo Spazio come un'entità di pubblico dominio, utilizzabile per "scopi pacifici" a fini di bene comune.

Di fatto si tratta di principi destinati a rimanere astratti, in primis in ragione del fatto che il numero di Paesi dotati del potenziale tecnologico necessario per trarre vantaggio da attività spaziali è limitato.

Inoltre non è mai stata meglio definita la reale portata del concetto di "scopo pacifico". Questo, contestualmente al prevalere di un'interpretazione del testo giuridico che consente l'uso militare "passivo", ha di fatto consentito l'impiego dello spazio extraterrestre per attività di supporto tecnico-militare (in particolare *surveillance* e telecomunicazioni) o per il passaggio di missili balistici.⁴²

L'attuale regime giuridico non pare dunque in grado di incidere realmente sull'attitudine all'impiego militare dello Spazio e quindi, fatte salve alcune limitazioni, come il divieto di stazionamento di armi di distruzione di massa nello Spazio, consente ampi margini di manovra alle grandi Potenze.

In particolare, non proibisce il transito di armi nucleari nello spazio extraterrestre, né il loro lancio dalla Terra in funzione anti-missile e non vieta esplicitamente l'uso di armi antisatellite o l'installazione di armamenti convenzionali o ad energia diretta nello Spazio.⁴³

Per promuovere la cooperazione internazionale finalizzata all'utilizzo pacifico dello spazio, in modo che il suo sfruttamento avvenga su basi di mutua utilità, non si può prescindere dall'assegnare alla legge un ruolo centrale, così da garantire un equilibrio fra i diversi attori ed impedire che gli interessi nazionali di uno Stato precludano agli altri le opportunità offerte dalle nuove scoperte spaziali e dalle applicazioni di nuove tecnologie a questo settore.

Senza un approccio come quello descritto, l'ordine spaziale sarebbe unicamente basato su rapporti di forza, ove le grandi Potenze, quali in particolare Stati Uniti, Russia, Cina ed alcuni Paesi europei tendono a proiettare nello spazio il peso militare e politico acquisito nel contesto geopolitico mondiale, conquistando posizioni militari e

⁴² Si veda Tannenwald (2007), pag. 8.

⁴³ Si veda, ad esempio, Watts (2001) pag. 32.

commerciali nel cosmo e rivendicando il diritto di difenderle, consolidando così di fatto la propria supremazia.

Un tale contesto andrebbe, inoltre, ad incidere sul diritto degli altri Stati di accedere allo spazio, di fatto contravvenendo alle attuali disposizioni del diritto internazionale, e determinerebbe uno scenario in cui il primo Paese ad imporre la propria supremazia militare in orbita, deterrebbe il controllo sull'accesso degli altri Stati. Sul piano dottrinale, la militarizzazione dello Spazio, come già accennato, è stata giustificata dai propri sostenitori facendo ricorso ad un'analogia con il regime giuridico che disciplina le acque extraterritoriali che non ricadono sotto la sovranità di alcuno Stato e possono essere utilizzate da ogni Paese anche a scopi militari. Quindi, in base ad una sorta di principio della libertà dei mari, qualunque Paese può utilizzare lo spazio extraterrestre anche a scopi militari. Inoltre, un paragone ricorrente viene fatto con la *Pax Britannica*, imposta dalle grandi potenze imperialiste a favore dei propri traffici commerciali ed ottenuta proteggendo i mercantili con la scorta di navi armate. Pertanto, per analogia, come la sicurezza del commercio marittimo giustificava l'impiego di mezzi militari, anche gli impieghi strategici associabili alle strumentazioni spaziali rendono necessaria la predisposizione di assetti di difesa specifici.

Tuttavia, detta analogia tra la navigazione nelle acque extraterritoriali e l'uso militare dello Spazio è controversa, poiché non pare esservi paragone possibile tra la navigazione negli oceani, seppur armata e con finalità imperialiste, ed il passaggio di ordigni orbitanti nello spazio, in particolare perché lo spazio, a differenza del territorio, non presenta limiti se non quelli economici e tecnologici, ovvero le risorse necessarie a finanziare i costosi programmi spaziali e le tecnologie per attuarli.⁴⁴

Appare discutibile anche la concezione secondo cui lo Spazio va considerato alla stregua dei teatri di guerra terrestri – aria, terra e mare – e quindi difeso con le armi, posizione peraltro sostenuta fortemente dall'attuale Governo degli Stati Uniti.

Le dispute connesse alla militarizzazione spaziale sono tornate attuali proprio a seguito del recente varo della nuova “*US Space National Policy*”, presentata dal Presidente statunitense Bush nel 2006,⁴⁵ con cui sostanzialmente il Governo degli Stati Uniti ha

⁴⁴ Per approfondimenti si consulti Tannenwald (2004), Tannenwald (2006) e Tannenwald (2007).

⁴⁵ Si tratta del documento contenente la nuova politica spaziale degli Stati Uniti, approvato il 31.08.2001, che ha sostituito analogo documento risalente alla Presidenza Clinton, datato 1996.

rivendicato il diritto di “negare ai potenziali avversari l’utilizzo di capacità spaziali ostili agli interessi nazionali statunitensi”.⁴⁶

L’orientamento statunitense, mirato ad una politica di difesa preventiva, anche mediante l’impiego di assetti da “guerra totale”,⁴⁷ pone seri interrogativi circa la sua compatibilità con il diritto spaziale vigente.⁴⁸

E’ indubbio che negando, seppur in nome della difesa degli interessi nazionali, il diritto paritario di tutti gli Stati a praticare liberamente le proprie attività nello spazio, gli Stati Uniti godrebbero, in un primo momento, di una posizione di vantaggio “temporale”, che permetterebbe loro di precludere ad altri Stati la corsa agli armamenti spaziali. L’obiettivo primario sarebbe naturalmente quello di creare condizioni di deterrenza contro eventuali incursioni da parte di nemici pronti a colpire obiettivi statunitensi terrestri o spaziali. Si tratta di una posizione non priva di rischi.

Gli Stati Uniti, si esporrebbero, infatti, in questo modo al pericolo che altre nazioni si attivino per sviluppare armi antisatellite con l’intento di spezzare questo monopolio.

La superiorità militare degli Stati Uniti nello spazio indurrebbe, quindi, le altre Nazioni a seguire la stessa strada, esacerbando le tensioni esistenti soprattutto in considerazione che oggi lo Spazio, grazie alla crescente diffusione delle tecnologie, risulta sempre più accessibile.

Di conseguenza, se grazie alla militarizzazione dello Spazio gli Stati Uniti potranno anche risultare meglio armati, rischiano, d’altro canto, di incorrere in forme di contrasto sempre più insidiose, legate a fattori di minaccia asimmetrica.

Questa eventualità va valutata soprattutto alla luce dell’immenso valore strategico e commerciale insito nelle strumentazioni in orbita, la cui perdita di fatto porrebbe lo Stato predominante in una condizione di vulnerabilità inaccettabile.

Gli scenari più preoccupanti, nell’attuale contesto geostrategico spaziale, si rilevano in merito al dibattuto tema delle armi ASAT, che peraltro, determinando la creazione di

⁴⁶ Per il testo completo del documento della “*US National Space Policy*” divulgato nel 2006, si consulti il sito internet <http://www.ostp.gov/html/US%20National%20Space%20Policy.pdf>.

⁴⁷ In tale contesto lo spazio rappresenterebbe un nuovo “medium” strategico attraverso il quale coordinare globalmente i propri assetti militari, implementando la “*Full Spectrum Dominance*”.

⁴⁸ A questo proposito va ricordato che gli Stati Uniti si sono ritirati da alcuni anni dal Trattato ABM, venendo meno ad un accordo trentennale che prevedeva di non collocare assetti di difesa anti-missile nello spazio. Ciò ha garantito agli Stati Uniti libertà nella messa in orbita di armi convenzionali e ad energia diretta (laser o fasci di particelle).

enormi quantità di detriti, potrebbero rendere molto più pericoloso il lancio in orbita a bassa quota di satelliti commerciali o militari.

L'episodio più eclatante, avvenuto all'inizio del 2007, con l'apparente successo nella sperimentazione di un'arma ad energia cinetica da parte della Cina, ha fatto crescere una certa preoccupazione in merito alla possibilità che taluni Paesi sviluppino capacità di offesa in grado di colpire o sabotare satelliti,⁴⁹ sia con l'impiego di armi ad energia cinetica, sia con l'impiego di armi ad energia diretta.

Anche gli Stati Uniti, da più di un decennio, stanno attuando esperimenti in questo campo, mentre ci si aspetta che l'altra grande potenza spaziale, la Russia, non esiti a mettere in campo assetti deterrenti per scongiurare possibili attacchi americani ai propri sistemi spaziali.⁵⁰ Altri Paesi, dotati di crescenti potenzialità nella produzione di armamenti e nelle applicazioni tecnologiche in campo tecnico-militare, prime fra tutte l'India e la Corea del Nord, potrebbero seguire l'esempio di Russia e Cina, imitati, a breve, da Paesi privi del gradiente tecnologico necessario, ma disposti ad acquisirlo attraverso lo spionaggio ed il mercato sommerso.

Risulta quindi evidente, come sostengono molti osservatori, che il settore ASAT può costituire un vaso di Pandora che, se venisse aperto, metterebbe seriamente a rischio la

⁴⁹ Tali atti sarebbero motivati dal fatto di ritenere detti satelliti, ad esempio, ostili o invasivi della propria sovranità territoriale. Questo è il caso della Cina che, per motivi strategici regionali, è contraria al passaggio di satelliti spia statunitensi sul proprio territorio, che riterrebbe lesivi del proprio diritto di difesa, anche in considerazione della situazione conflittuale che la contrappone a Taiwan.

⁵⁰ A questo proposito, non pare superfluo ricordare come sia la Cina che la Russia abbiano fatto regolari pressioni affinché, nell'ambito della "Conferenza del Disarmo di Ginevra" (operante in ambito ONU), si affrontasse il problema della "prevenzione di una corsa agli armamenti nello Spazio". Il soggetto statutale più problematico in questo senso sarebbero proprio gli Stati Uniti che, nell'ambito della predetta Conferenza, si sono sempre opposti ad intese che potessero limitare la propria autonomia nel settore delle armi spaziali.

Si veda, ad esempio, il sito internet <http://cns.miis.edu/research/space/russia/arms.htm>, che riporta un puntuale elenco delle iniziative assunte dalla Russia in questo senso dal 2002 al 2005, come pure gli articoli:

- "China, Russia to offer treaty to ban arms in space", accessibile al sito: <http://www.reuters.com/article/worldNews/idUSL2578979020080125?feedType=RSS&feedName=worldNews>;
- "Spazio: Usa, no a bando uso armi", accessibile al sito: http://www.ansa.it/site/notizie/awnplus/mondo/news/2008-02-12_112198271.html;
- "Russia proposes space arms treaty", accessibile al sito: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/7240796.stm>;
- NEBEHAY, S., "China, Russia to offer treaty to ban arms in space," accessibile al sito : <http://www.reuters.com/article/worldNews/idUSL2578979020080125>.

Detti articoli riguardano tutti le più recenti evoluzioni del dibattito sul tema in oggetto, dopo l'ennesimo rifiuto USA di bandire l'uso delle armi dallo spazio, a seguito della proposta congiunta sino-russa proposta alla conferenza sul disarmo di Ginevra svoltasi 12 febbraio 2008.

convivenza nello spazio e potrebbe palesare definitivamente i limiti dell'assetto geo-spaziale vigente.

Non è quindi avveniristico aspettarsi, già entro qualche anno, il dispiegamento da parte statunitense di sofisticate armi ASAT nello spazio, e in reazione, lo schieramento di intercettori co-orbitali, mine spaziali ed armi ad ascesa diretta da parte di Paesi interessati a mettere a rischio la tecnologia in orbita di una grande Nazione occidentale percepita come predominante ed ostile.

Considerato che questo tipo di attacco si presta alla realizzazione di piani secondo un'ottica di minaccia asimmetrica, va anche tenuta in debita considerazione l'eventualità che le tecnologie necessarie a scatenare un attacco contro le installazioni spaziali di Paesi occidentali entrino in possesso di entità non statuali, come ad esempio organizzazioni terroristiche o eversive, eventualmente con il sostegno economico/operativo di uno o più Stati interessati a destabilizzare la potenza avversaria.

Nell'eventualità si giungesse ad un conflitto ad ampio raggio, bersagli di un'azione ostile potrebbero essere gli stessi satelliti, che potrebbero essere messi a repentaglio sia da attacchi diretti (dallo spazio o da terra) che da detriti in orbita,⁵¹ ma soprattutto, verosimilmente, i supporti terrestri delle attività spaziali.

In prospettiva, diventa quindi significativa la predisposizione di assetti di deterrenza, basati sulla prevenzione e sulla riduzione della vulnerabilità dei satelliti, che proteggano, anziché esporre al rischio di attacchi, i sistemi spaziali.

La questione essenziale, per i contendenti in tale scenario, è che l'uso di armi antisatellite potrebbe avere conseguenze negative indesiderate per chi decida di impiegarle. Infatti, qualsiasi misura di prevenzione volta a militarizzare lo Spazio

⁵¹ Come verrà approfondito anche al cap. 2, proprio la necessità di evitare il rischio di attacchi che avrebbero provocato un aumento incontrollato di detriti in orbita indusse l'Unione Sovietica, in piena epoca di guerra fredda, a rinunciare alla sperimentazione di armi ASAT, aderendo unilateralmente ad una moratoria contro tali dispositivi, a partire dal 1982. L'URSS effettuò il suo ultimo test ASAT, ufficialmente, proprio in quell'anno, mentre nel 1985 anche il Congresso degli Stati Uniti impose uno stop alle sperimentazioni del sistema ASAT statunitense noto come ALMV (*Air-Launched Miniature Vehicle*). Già dal 1986, fu però disposto, da parte statunitense, che i programmi sospesi sarebbero stati ripristinati nel caso l'URSS avesse ripreso lo sviluppo di sistemi ASAT. La Russia ha, apparentemente, rispettato la predetta moratoria, anche se, di fatto, entrambi i Paesi avrebbero continuato a svolgere la propria attività di implementazione di sistemi di difesa missilistica, utili all'occorrenza per la conversione in dispositivi anti-satellite. Per approfondimenti vedasi, ad esempio, Grego (2006).

costringerebbe Stati rivali a fare altrettanto, determinando un innalzamento generalizzato dei costi di mantenimento dei propri assetti in orbita.

Un altro fronte di prevenzione in ambito ASAT, potrebbe essere quello di aumentare la *situational awareness* e di rafforzare la predetta “**Registration Convention**”, anche se, di fatto, sebbene Stati Uniti, Russia, Cina e altre potenze spaziali abbiano messo in orbita satelliti militari, nessuno è mai stato registrato come tale.

Va inoltre considerato il rischio generato dal “sovrappollamento dello Spazio”, che non può essere sfruttato all’infinito. Le orbite dei satelliti geostazionari e la crescente quantità di detriti nella stratosfera pongono seri limiti all’attività nello Spazio, innescando il rischio crescente di incidenti con effetti distruttivi incalcolabili sui sistemi orbitanti che alimentano le reti di comunicazione terrestri, le attività di supporto militare e le più svariate attività scientifiche e commerciali.

Alla luce di queste considerazioni, anche su impulso dei soggetti i cui interessi sono direttamente coinvolti nel settore – tra cui l’industria delle comunicazioni satellitari, i responsabili delle attività di supporto militari e la comunità scientifica – e della Comunità Internazionale, appare probabile che si giunga alla conclusione che è preferibile la più stabile protezione garantita da un sistema di regolamentazione giuridica dello Spazio rispetto a quella più incerta e destabilizzante rappresentata da sistemi di difesa ancora tutti da sperimentare.

In quest’ottica, non si può escludere che il profilarsi di minacce ai propri sistemi spaziali possa, nel tempo, indurre le potenze spaziali a trovare rifugio nel diritto spaziale internazionale e negli accordi multilaterali anche se, il regime attuale appare inadeguato a fronteggiare i problemi derivati dall’uso crescente dello Spazio. Esso si basa, infatti, su alcuni principi molto generali, come si evince scorrendo i contenuti dei citati trattati specifici sottoscritti a partire dagli anni ’60.

Oggi una politica dello Spazio orientata secondo pragmaticità non può far leva solo su principi di deterrenza e dissuasione ma deve mirare alla sicurezza generale, in modo da garantire equità nell’uso delle risorse, compatibilmente con le potenzialità tecniche e disposizioni degli attori coinvolti.

Una più ampia concezione della sicurezza trascende la sfera militare e tiene conto anche di aspetti ambientali e commerciali. Riconoscere che lo spazio è un “bene

comune” implica il sorgere di una responsabilità collettiva in capo alla comunità internazionale ed ai singoli, che sono chiamati ad agire in modo da:

- permettere un’equa distribuzione dei benefici derivanti dall’impiego dello spazio;
- tutelare le risorse ad esso riconducibili, soprattutto alla luce del fatto che esse possono venir messe in discussione da un uso indiscriminato dello stesso, specie in chiave militare;
- dotarsi di un regime giuridico che tuteli gli interessi generali e non soltanto quelli di pochi soggetti predominanti.

Per avviare tali principi ad una fase attuativa pare innanzitutto necessario definire in termini certi cosa si intenda per “libertà d’uso” e “scopo pacifico”.

A questo proposito, se l’ipotesi di una completa smilitarizzazione dello spazio risulta inverosimile,⁵² sarebbe però auspicabile trovare un accordo per definire inequivocabilmente quali attività militari siano da considerarsi legittime, in linea con il principio di non proliferazione espresso in numerose convenzioni, Risoluzioni dell’ONU, Regolamenti di organizzazioni internazionali.

La questione più controversa, ma anche di estrema attualità, riguarda la funzione svolta dai satelliti nelle attività di supporto agli armamenti con base al suolo, compreso l’impiego di forze nucleari e convenzionali strategiche. Fin dall’inizio degli anni ’90, gli impianti satellitari hanno, infatti, diretto i sistemi di puntamento dei missili e orientato le azioni terrestri nei più importanti teatri di guerra che vedono tra i protagonisti gli Stati dotati di assetti spaziali, permettendo una più agevole e precisa identificazione e localizzazione degli obiettivi da colpire.

Considerato che in molti casi si tratta di vere e proprie azioni di supporto ad attività belliche, vanno definiti i limiti entro i quali si può parlare di conformità al principio di uso pacifico nell’espletamento di queste attività, per evitare che l’assenza di regole consenta surrettiziamente l’armamento dello Spazio.

Essendo nell’interesse collettivo che non si ingeneri un’escalation di aggressività nello spazio, appare auspicabile che gli Stati, nell’ambito di organismi multilaterali, collaborino per forme di monitoraggio e preallarme.

⁵² Se viene infatti sancita la proibizione di dislocare armi nello spazio con l’intento di tutelare i satelliti militari e civili, le orbite più basse continuano ad essere utilizzate per le traiettorie degli ICBM e comunque viene garantita la possibilità di disporre di strumenti per le attività di supporto militare.

Una possibile regolamentazione in questo senso potrebbe, in alternativa, essere attivata mediante negoziati analoghi al “Processo di Ottawa”,⁵³ con il coinvolgimento degli Stati più favorevoli ad una disciplina più definita, ma anche di ampi strati della società civile, quindi delle Organizzazioni Non Governative e del mondo imprenditoriale, in primis le compagnie di telecomunicazioni. Questi soggetti potrebbero rendersi protagonisti di una campagna di sensibilizzazione mirata a convincere i contrari e gli indecisi che la sicurezza delle attività scientifiche e commerciali nello Spazio trova maggiori garanzie nella disciplina giuridica piuttosto che nella deterrenza data dal dispiegamento di armamenti il cui eventuale utilizzo danneggerebbe il mondo intero. Il miglior modo di garantire stabilità e di favorire le attività scientifiche e commerciali nello Spazio appare, quindi, ancora quello di consolidare il predominio della legge, anziché una supremazia militare unilaterale o una corsa alle risorse extraterrestri secondo il principio del *first come served*.⁵⁴

⁵³ Ovvero il movimento di opinione, promosso da alcuni Stati ma, soprattutto, da un esteso aggregato di Organizzazioni non Governative e della società civile, che ha supportato la messa al bando delle mine anti-uomo ed ha portato alla sigla dell’omonimo Trattato, sottoscritto proprio nella città canadese. Per approfondimenti sul contenuto dell’accordo, si consulti il sito internet: <http://www.icbl.org/treaty>.

⁵⁴ In proposito, si veda, a titolo di esempio, quanto sottolineato da Deblois B., Garwin, R., Kemp S., Marwell J. (2004).

CAPITOLO 2

ASPETTI OPERATIVI E FUNZIONALI DELLE ATTIVITA' SPAZIALI CIVILI E MILITARI

1. Introduzione 2. Elementi di meccanica orbitale 3. Le attività spaziali militari e civili di interesse strategico 4. I satelliti 5. I dispositivi ASAT 6. I lanciatori 7. La Stazione Spaziale Internazionale

2.1 INTRODUZIONE

Jean Gottmann (1980) ha sottolineato come non si possa postulare alcun concetto di geopolitica, senza analizzare contestualmente le caratteristiche fisiche e topografiche del territorio.⁵⁵ Anche per quanto riguarda la proiezione cosmica degli Stati un approccio geopolitico alla materia presuppone l'attribuzione di una certa importanza alla dimensione geografica fisica, che, nel contesto specifico, consiste nel considerare anche aspetti afferenti a discipline scientifiche correlate, in primis la meccanica orbitale, utili anche ad introdurre le principali sfide tecnico-operative che si presentano al momento del lancio e del posizionamento in orbita di un satellite o di un qualsiasi altro apparato spaziale ed a valutare consapevolmente aspetti funzionali e operativi relativi alle problematiche sottese alla gestione degli strumenti in campo, spesso alla base di scelte strategiche di cui altrimenti non si comprenderebbero appieno tutte le implicazioni.

2.2 Elementi di meccanica orbitale

L'orbita è una curva conica che disegna il percorso imposto dalla forza di gravità di un corpo principale ad un dispositivo o ad un altro corpo spaziale.

⁵⁵ Gottman J. (1980).

L'orbita può essere chiusa (e in questo caso prenderà una forma circolare o ellittica), come quella comunemente percorsa dai satelliti, o aperta (di tipo iperbolico o parabolico), come quella impressa ad alcune sonde destinate all'esplorazione dello spazio cosmico extraterrestre.

Ogni orbita è tracciata su un piano orbitale. Per definire la posizione di un oggetto in orbita è necessario conoscere una serie di parametri, che definiscono le caratteristiche dell'orbita stessa.⁵⁶

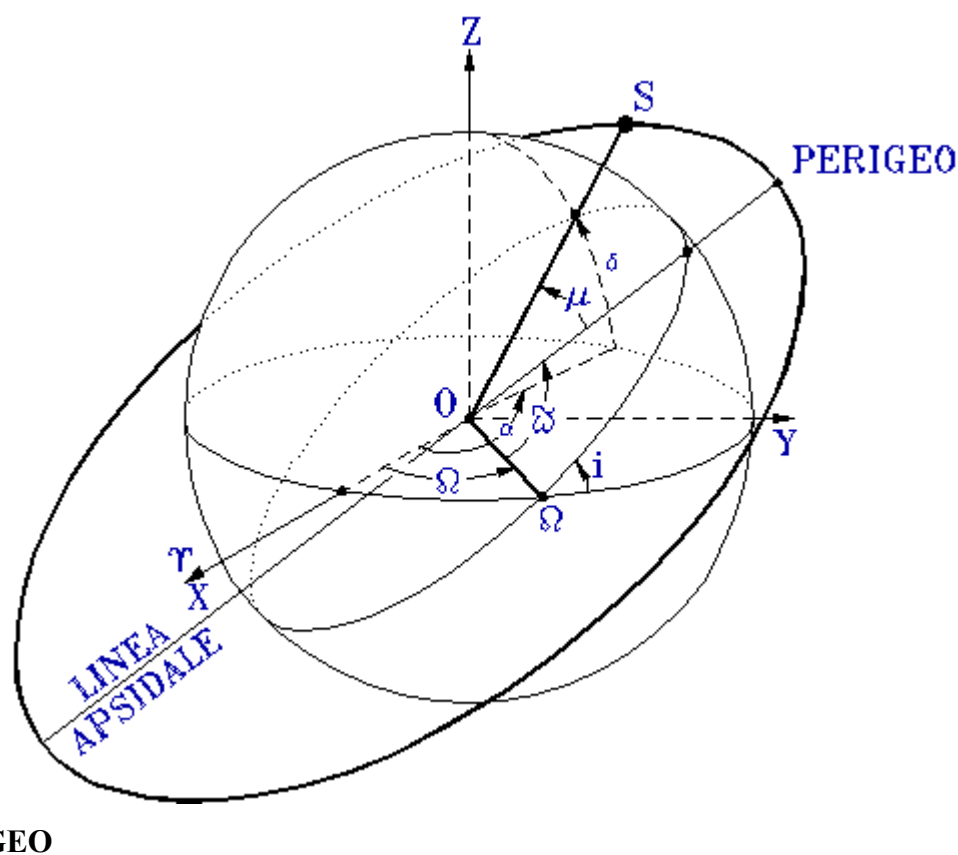


Fig. 1 Elementi orbitali.⁵⁷

La **forma** dell'orbita viene definita, date le altezze di *apogeo* (punto più alto rispetto al centro della terra) e *perigeo* (punto più basso rispetto al centro della terra) da un

⁵⁶ Per approfondimenti si consultino, ad esempio, Borrini (2006) pagg. 117-128 e Dolman (2001) a pagg. 60-85.

⁵⁷ Grafico tratto dal sito: <http://laser1.ca.astro.it/University/AstroGeoWeb/lez021.htm>.

parametro noto come *eccentricità*,⁵⁸ vale a dire dal rapporto tra la differenza e la somma delle altezze di apogeo e perigeo. Se questo rapporto è nullo, ci troviamo di fronte ad un'orbita circolare, in cui apogeo e perigeo si eguagliano. In questo caso il parametro significativo per definire la curva sarà il raggio. Nel caso di un'orbita ellittica, l'eccentricità assumerà invece valori compresi tra 0 e 1, nelle orbite paraboliche 1 e in quelle iperboliche maggiore di 1.

Il **moto** di un oggetto lungo la curva orbitale risponde alla *seconda legge di Keplero*, ovvero è più veloce man mano che il corpo orbitante si avvicina al corpo principale su cui gravita, rallentando quando si allontana. La velocità orbitale è, cioè, funzione inversa della distanza dell'oggetto dalla Terra⁵⁹ ed è costante solo per le orbite circolari. E' importante sottolineare come la velocità in ogni punto della curva risponda a leggi matematiche precise, che rendono prevedibile il passaggio dell'oggetto gravitante in un dato punto ad un dato tempo. Questa regola è fondamentale per seguire il moto di un satellite e identificarne il momento di passaggio sulla superficie terrestre di interesse. Tra i parametri utilizzati per localizzare un oggetto in orbita, si utilizza il tempo di passaggio dello stesso in un punto della curva facilmente identificabile, ad esempio il perigeo.

Posto che l'orbita poggia su un piano fisso ideale, detto piano orbitale, un ulteriore parametro necessario a descriverla è dato dall'**orientamento della stessa sul suo piano**. Per effettuarne la misura, è necessario definire dei riferimenti sul piano orbitale, segnatamente:

- la linea degli apsi, ovvero la retta, allineata al piano orbitale stesso, che unisce apogeo e perigeo;
- e la linea dei nodi, che unisce i due punti intersecati sul piano equatoriale dal moto ascendente (nodo ascendente, da sud a nord) e discendente (nodo discendente, da nord a sud) del corpo orbitante.

⁵⁸ Le orbite circolari, a velocità costante, sono generalmente utilizzate per dispositivi che svolgono missioni spaziali continuative (percorrendo l'intera orbita) mentre le orbite maggiormente eccentriche sono impiegate per la realizzazione di missioni focalizzate su punti critici dell'orbita stessa, solitamente il perigeo o l'apogeo.

⁵⁹ Da ciò deriva altresì che un cambio di orbita comporta un cambio di velocità, in aumento o in diminuzione a seconda che ci si avvicini o che ci si allontani dalla Terra.

L'orientamento dell'orbita sul piano è descritto dall'*angolo compreso tra linea dei nodi e linea degli aspidi*, misurato a partire dal nodo ascendente in senso antiorario, detto anche *argomento del perigeo*.

Da ultimo, va definita anche la **posizione del piano orbitale nello spazio**. La misura dell'*inclinazione* del piano è data dall'angolo compreso tra piano orbitale e piano equatoriale, ma, per rapportarsi allo spazio, va individuato un riferimento astronomico esterno al piano stesso, dato comunemente dal vettore del punto vernale, quello a cui punta la terra durante l'equinozio di primavera. L'orientamento del piano orbitale nello spazio sarà dato dall'angolo formato tra il vettore indicato e il nodo ascendente, misurato a partire dal vettore del punto vernale in senso antiorario e la sua misura prende il nome di "*ascensione retta del nodo ascendente*" (o *Right Ascension Ascending Node*).⁶⁰

I parametri descritti rispondono a leggi matematiche definite e, una volta identificata l'orbita che si vuole analizzare, sono invariabili. Questo almeno nella teoria, perché in pratica non siamo di fronte a forme geometriche perfette, per cui subentrano una serie di perturbazioni legate alle caratteristiche del geode terrestre, non perfettamente sferico ed alle asperità della sua superficie. Si tratta di fattori che incidono sul potenziale gravitazionale terrestre. Tra i fenomeni più noti si elencano:

- la *precessione nodale*,⁶¹ ovvero la tendenza del nodo ascendente a spostarsi in senso retrogrado rispetto al moto terrestre. Questo fenomeno viene utilizzato per mantenere in orbita eliosincrona i satelliti che svolgono missioni per le quali è necessaria la continua esposizione alla luce solare. Detta orbita è un'orbita polare⁶² leggermente retrograda,⁶³ mantenuta lungo la linea del terminatore (che demarca il giorno e la notte) tramite l'imposizione al satellite di una velocità

⁶⁰ Comunemente detta anche longitudine del nodo ascendente.

Per approfondimenti sul calcolo del moto sul piano orbitale si veda, ad esempio, il sito internet: <http://www.phy6.org/stargaze/Imotion.htm>.

Per alcune utili definizioni sugli elementi orbitali si veda il sito internet <http://laser1.ca.astro.it/University/AstroGeoWeb/lez021.htm>.

⁶¹ La precessione è un movimento terrestre per il quale l'orientamento dell'asse di rotazione del pianeta cambia rispetto alle stelle fisse della volta celeste (la dimostrazione più immediata della precessione si osserva nel moto della trottola).

⁶² L'orbita polare è l'orbita maggiormente inclinata rispetto all'equatore, raggiunge i 90° di inclinazione ed è perpendicolare al piano equatoriale. Inclinazioni inferiori ai 90° sono definite "posigrade", dato che ad ogni passaggio il corpo orbitante tende a spostarsi nel senso di rotazione terrestre, ovvero da ovest a est, mentre quelle maggiori di 90° sono definite "retrograde" e tendendo verso ovest.

⁶³ Questa condizione assicura che i satelliti si muovano in senso opposto a quello a cui ruota il globo.

angolare di circa 1° ogni giorno (pari al rapporto approssimativo tra 365 giorni e 360°),⁶⁴

- la *precessione assidale*, ovvero lo spostamento angolare subito ad ogni rivoluzione dalla linea degli apsi. Questo fenomeno è nullo, con inclinazione orbitale pari a $63,5^\circ$ rispetto al piano equatoriale. Tale inclinazione viene, infatti, scelta per il posizionamento dei satelliti operanti in orbite molto eccentriche, dette Molniya,⁶⁵ utili soprattutto per missioni che rendono necessaria la copertura delle zone polari;
- il *drifting equatoriale*, fenomeno che interessa in modo particolare i satelliti geostazionari, i quali sono situati in una posizione dell'orbita che mantiene una distanza fissa rispetto ad un punto sull'equatore, ma che di fatto risentono della perturbazione legata alla non perfetta circolarità dell'equatore stesso (che ha forma leggermente ellittica, con il semiasse maggiore superiore di circa 65 metri rispetto al semiasse minore). I satelliti geostazionari tendono quindi a scivolare verso i punti estremi del semiasse minore, acquistando velocità man mano che si avvicinano alla Terra, per trovare, invece, agli estremi del semiasse maggiore punti di equilibrio instabile;
- l'*attrazione gravitazionale imposta dagli altri corpi celesti* (principalmente la Luna e il Sole), che incidono sull'eccentricità delle orbite e sull'inclinazione del piano orbitale rispetto allo spazio. La Luna in particolare, per la frequenza dei suoi passaggi sulla Terra e a causa della vicinanza al nostro pianeta, è in grado di

⁶⁴ Più nel dettaglio, un'orbita eliosincrona o SSO (*Sun Synchronous Orbit*) mantiene costante l'orientamento del piano orbitale rispetto al sole. Un satellite in orbita SSO *dawn-dusk* è quindi costantemente illuminato dal sole in ogni punto dell'orbita e per tutto l'anno, condizione favorevole anche per la funzionalità dell'apparato sul piano termico ed energetico. Si tratta di orbite basse e circolari, che, per le caratteristiche sopra descritte, sono utilizzate per posizionarvi satelliti dedicati all'osservazione terrestre. Trovandosi sulla linea di demarcazione tra giorno e notte, detti satelliti possono anche registrare immagini di regioni terrestri nel momento della mattina o della sera, quando si proiettano ombre che permettono di definire l'altezza degli oggetti e dei corpi con un'attività di telerilevamento complementare a quella di satelliti che riprendono immagini in maniera più perpendicolare.

⁶⁵ Orbite polari, così rinominate proprio in base al nome del satellite sovietico per le telecomunicazioni che le impiegava comunemente negli anni '60. Si tratta di un'orbita ellittica altamente eccentrica, studiata in modo tale da azzerare gli effetti di perturbazione della precessione assidale. Per garantire la copertura continua del territorio sovietico, i satelliti Molniya venivano utilizzati nell'ambito di costellazioni di 3 sistemi. Questo tipo di orbita, grazie alla capacità di raggiungere anche angolazioni polari (contrariamente alle orbite geostazionarie), viene utilizzata anche da alcuni satelliti militari statunitensi. Per approfondimenti, si veda il sito internet <http://www.astronautix.com/craft/molniya1.htm>.

far variare sensibilmente questi parametri, rendendo necessarie costose manovre di riassetto del piano orbitale;

- *l'influsso dell'atmosfera* che, generando resistenza aerodinamica, induce il moto al decadimento di orbita, riducendone la velocità e l'energia. Un dispositivo spaziale situato alle orbite basse subirà maggiormente l'influsso di questo tipo di frizione. Se l'orbita è ellittica, la maggiore resistenza verrà sperimentata all'altezza del perigeo, che inciderà però sulla velocità del corpo e quindi sull'altezza dell'apogeo, di riflesso, fino a quando, con progressivi movimenti a spirale, l'apparato in orbita rientrerà verso la superficie terrestre. Di fatto, si tratta di una dinamica che viene comunemente sfruttata per il rientro naturale dei satelliti.

Le orbite terrestri possono essere distinte in 4 categorie, differenziate per altitudine e tipo di impiego ai fini delle diverse missioni.⁶⁶ Le orbite più basse, infatti, sono vantaggiose ove si necessiti di una visione più dettagliata della superficie terrestre. Le orbite più elevate, invece, sacrificano la percezione dei dettagli, ma offrono un campo visivo più ampio.

(1) orbite basse (LEO-Low Earth Orbits):

sono comprese tra i 150 e gli 800 km sopra la superficie terrestre, altitudine che permette dalle 14 alle 16 orbite complete al giorno.

Oltre ad ospitare stazioni spaziali e missioni umane, le orbite LEO risultano particolarmente utili per attività militari e di intelligence, svolte mediante, ad esempio, l'impiego di satelliti per attività di ricognizione o di Imint.

I voli umani hanno solitamente inclinazioni basse, per massimizzare il controllo del contatto con il centro a terra da parte del veicolo spaziale, mentre i voli di ricognizione generalmente hanno inclinazioni alte, per massimizzare la copertura della superficie terrestre osservata.

Si tratta di orbite facilmente accessibili, ma estremamente dispendiose dal punto di vista energetico, in quanto estremamente instabili, poiché risentono delle perturbazioni legate alla frizione con l'atmosfera ed alle imperfezioni della sfera terrestre. Sono utilizzabili per operazioni di breve durata.

⁶⁶ Per approfondimenti, si veda Dolman (2001), pagg. 60-85.

(2) orbite medie (MEO-Medium Earth Orbits):

sono comprese tra gli 800 e i 35.000 km di altitudine, e permettono un numero di rotazioni che vanno dalle 12 alle 14 orbite complete al giorno. Si tratta di orbite circolari o con bassa eccentricità, adatte a costellazioni satellitari, ad esempio per le telecomunicazioni o la navigazione (ad esempio i sistemi GPS - *Global Positioning System*);

(3) orbite alte (HEO-High Earth Orbits):

interessano le altitudini superiori ai 35.000 km e, per questo, consentono la massima copertura continua di visibilità terrestre con il numero minimo di satelliti in orbita. In considerazione del maggior tragitto da percorrere, questo tipo di orbita consente solo 1 rotazione attorno alla Terra al giorno. Nel caso il periodo orbitale coincida perfettamente con il tempo di rotazione terrestre, l'orbita percorsa è "geosincrona". Nel caso l'orbita geosincrona abbia inclinazione pari a 0° e si trovi, cioè, in perfetta corrispondenza dell'equatore, si ha il caso di un'orbita "geostazionaria", in cui la distanza tra l'oggetto in orbita e un punto fisso sull'equatore rimane invariata con la rotazione terrestre.⁶⁷

Ciò agevola la continuità nel collegamento tra il satellite in orbita e gli assetti di supporto e ricezione a terra. Queste condizioni favoriscono, quindi, in termini di funzionalità, un ambiente elettromagnetico ottimale, che garantisce una lunga durata della vita operativa dei sistemi satellitari e la massima qualità nelle prestazioni dei dispositivi spaziali, che sul piano della manutenzione necessitano solo di periodici ripristini dell'orbita, ottenuti con l'azionamento di getti di gas a pressione. Si tratta dunque, di gran lunga, delle orbite terrestri più lucrative sul piano commerciale, che consentono la massima rintracciabilità e stabilità del satellite al minor costo. Per questi motivi, le orbite geostazionarie sono ideali per la dislocazione di strutture di grandi dimensioni - che sarebbero altrimenti molto onerose da gestire ad orbite più basse - e sono molto richieste, sia dal comparto pubblico che da quello privato, per la localizzazione dei satelliti per le telecomunicazioni e per l'osservazione terrestre. Per questo motivo, come anticipato al capitolo 1, nel quadro di possibili strategie mirate al primato nello

⁶⁷ Le orbite geostazionarie interessano la fascia situata a 36.000 km di altitudine rispetto all'Equatore.

spazio da parte delle Potenze terrestri, questa orbita diverrebbe di fondamentale importanza, in quanto detenerne il controllo significherebbe poter assumere un vantaggio nello svolgimento di una serie di attività tattiche mirate ad ostacolare od impedire l'ingresso di altri contendenti.

Un'orbita geostazionaria, con soli 3 satelliti debitamente piazzati in modo equidistante, permette, infatti, di osservare il pianeta interamente, fino ad un'inclinazione di 70° a nord e di 70° a sud. Oltre i 70° di latitudine, l'angolazione della visibilità è troppo obliqua per permettere il rilevamento. Per raggiungere queste latitudini, è necessario ricorrere ad orbite molto ellittiche. Queste sono dotate di marcata eccentricità, con un perigeo basso fino a 250 km ed un apogeo fino a 700.000 km (ove si pensi che la forza di gravità terrestre giunge fino a 900.000 km, ovvero 1/166 della distanza tra Terra e Sole, ovvero 2 volte la distanza tra Terra e Luna).⁶⁸ Oltre tale distanza, non esiste possibilità di orbitazione intorno alla terra, in quanto subentrano i campi gravitazionali di altri corpi celesti. I satelliti situati nelle orbite altamente inclinate, con apogeo a 36.000 - 40.000 km sono particolarmente utili per le telecomunicazioni, che insistono sulle zone artiche ed antartiche.⁶⁹

⁶⁸ Un'orbita ellittica di oltre 700.000 km impiega un periodo orbitale di circa 1 mese, ed è utile soprattutto per progetti di osservazione scientifica che studiano comete, asteroidi o radiazioni solari e altri fenomeni spaziali.

⁶⁹ In particolare le già descritte orbite Molniya.

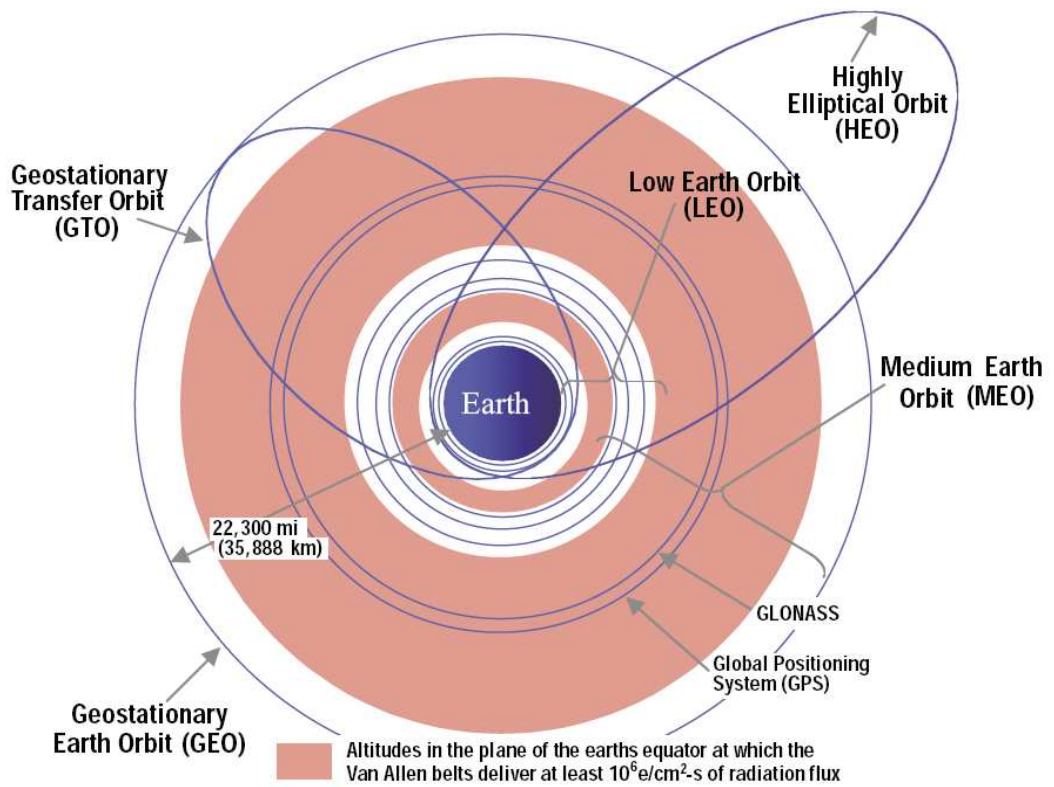


Fig. 2 Orbite terrestri.⁷⁰

Alle orbite inferiori, i costi delle operazioni spaziali per mantenere in orbita circolare i satelliti sono maggiori, soprattutto per quelli che compiono il percorso orbitale in meno di 93', in quanto richiedono un grande quantitativo di carburante per effettuare le correzioni orbitali necessarie a mantenere velocità e distanza.

I satelliti operativi ad orbite circolari con un tempo di percorrenza superiore ai 101 minuti non subiscono invece l'influsso dell'atmosfera, non richiedono grossi aggiustamenti in termini orbitali e consentono risparmio di carburante e un maggior ciclo di vita dell'operatività del satellite.

Orbite inferiori ai 150 km di altitudine (con un periodo orbitale teorico di 87,5'), sono possibili sulla carta, ma non realizzabili in pratica, a causa del disturbo gravitazionale atmosferico.

⁷⁰ Grafico tratto da Watts (2001).

L'altitudine minima che permette ad un corpo di rimanere in orbita si aggira attorno ai 150 km. A questa altezza la vita operativa dell'apparato spaziale è di una settimana, utile ad esempio per satelliti che devono essere recuperati in fretta, ad esempio quelli per attività di IMINT che rendono necessario il recupero di pellicole o di dispositivi fotografici a bordo.

Ad altezze superiori di qualche centinaio di chilometri, precisamente tra 300 e 400 km, sono state invece posizionate le stazioni spaziali, come la MIR o, attualmente, la Stazione Spaziale Internazionale (SSI), la cui vita operativa in orbita si aggira sui 5-6 anni. Attorno ai 500 km, la vita operativa di un apparato in orbita è di circa 10 anni, mentre raggiungendo i 1.000 km, si tocca il secolo. E poi a crescere, fino alle orbite MEO e HEO, in cui la vita operativa si allunga fino a secoli e millenni.

In termini generali, la vita operativa di un satellite dipende in larga misura dalla stabilità orbitale e dalla sua capacità in termini di carburante.

Per immettere in orbita un apparato spaziale, è necessario imprimervi una certa velocità, orientata in base alla posizione da raggiungere, a seconda della latitudine del punto di lancio.

Una volta nello spazio, tra le manovre che si possono effettuare, ve ne sono di attuabili sia rimanendo sullo stesso piano orbitale, che modificando l'inclinazione del piano:

- 1) tra le manovre attuabili nel piano, le più utilizzate sono le seguenti:
 - quelle finalizzate al **cambiamento della forma dell'orbita**, effettuate mediante accelerazione o decelerazione agli apsi. Per modificare uno solo degli apsi, è necessario manovrare all'apside opposto. Per modificarli entrambi, vanno effettuate due manovre;
 - quelle utilizzate nei casi in cui si rende necessario un vero e proprio cambio di orbita, da attuarsi mediante **trasferimento orbitale**. Tra le più comuni manovre di trasferimento orbitale, vi è quella nota con il nome di "*Trasferta di Hohmann*", attuata comunemente per il passaggio da un'orbita (circolare o ellittica) bassa ad un'orbita (circolare o ellittica) più elevata. In questo caso, al corpo orbitante verrà impressa velocità direzionata all'immissione in un'orbita ellittica "di trasferimento" intersecante sia l'orbita inferiore che quella superiore. Segnatamente, la manovra meno dispendiosa dal punto di vista energetico prevede che l'orbita di trasferimento sia una tangente ad

entrambe le orbite coinvolte, ovvero che sia tangente al suo perigeo con l'orbita minore e al suo apogeo con l'orbita maggiore;

- 2) per quanto riguarda, invece, le manovre che implicano una modifica all'inclinazione del piano orbitale, queste prevedono una manovra che imprime un cambiamento di velocità, perpendicolarmente, in direzione del nuovo piano e in concomitanza con uno dei nodi (in quanto la linea dei nodi è comune al piano di partenza ed al piano finale), possibilmente in prossimità dell'apogeo, ovvero nella parte dell'orbita caratterizzata da velocità inferiore.

Si tratta di manovre molto dispendiose in termini energetici, necessarie però, ad esempio, per far fronte a perturbazioni solari o lunari o per portare in orbita equatoriale i satelliti geostazionari.

I satelliti geostazionari, in particolare, se una volta portati alla loro posizione definitiva in orbita non necessitano praticamente più di manovre (se non per operazioni di assestamento legate al drifting equatoriale), per essere immessi in orbita hanno bisogno sia di assestamenti della forma orbitale, che va resa circolare, sia di manovre del piano orbitale, affinché questo coincida con il piano equatoriale. E' evidente che la dispendiosità della manovra in parola dipenderà dalla latitudine di lancio del satellite. Ciò spiega il motivo per cui, in fase di lancio, i siti spaziali più adatti alla messa in orbita di apparati spaziali verso le orbite geostazionarie siano posizionati in prossimità dell'Equatore, da dove possono raggiungere la propria meta senza dover compiere grosse variazioni di traiettoria. Da tale localizzazione inoltre, i lanci possono beneficiare dell'effetto "*slingshot*", impresso dall'energia centrifuga che trae origine dalla velocità di rotazione della massa terrestre attorno all'asse polare, che raggiunge il proprio massimo livello proprio all'Equatore. Questa forza aumenta la velocità del lanciatore di circa 460 m/s: si tratta, evidentemente, di un altro importante fattore di risparmio in termini di carburante e denaro, nonché di prolungamento della vita del dispositivo lanciato.

Rispetto ai costi di navigazione spaziale nelle orbite dello spazio terrestre, il trasporto tra Terra e Luna è relativamente meno dispendioso, in quanto la minor forza di gravità dello spazio intermedio tra i due corpi celesti permette di percorrere maggiori distanze con minor spinta. In particolare, all'interno dello spazio cislunare sono presenti due

importanti punti, cosiddetti punti lagrangiani (o “*Trojan Libration Points*”), in cui i campi gravitazionali di Terra e Luna si annullano l’un l’altro. E’ evidente come un apparato spaziale posizionato esattamente ai punti lagrangiani goda di particolare stabilità, ragion per cui, sempre in un’ottica di strategia della conquista spaziale da parte delle Potenze terrestri, detti punti potrebbero essere in futuro utilizzati per dislocarvi infrastrutture spaziali, basi militari, colonie o apparati dedicati alla ricerca scientifica o all’assistenza tecnica per operazioni spaziali. I punti lagrangiani potrebbero inoltre essere usati come base intermedia in eventuali tragitti dalla Luna o dalle orbite geostazionarie.

Da un punto di vista geopolitico, è evidente, come già anticipato al cap. 1, soprattutto nel caso la strada dello sfruttamento delle risorse lunari si rivelasse praticabile, che i punti lagrangiani hanno una valenza strategica assolutamente significativa. Peraltro, anche in questo caso l’analisi a supporto di dottrine favorevoli al presidio di punti strategici dello spazio per l’imposizione di una predominanza militare, ha trovato ampie assonanze con l’evoluzione del pensiero di un certo filone di studi strategici del settore marittimo, che attribuisce particolare rilievo al controllo di passaggi critici e stretti per il presidio di sfere di influenza.⁷¹

2.3 LE ATTIVITA’ SPAZIALI MILITARI E CIVILI DI INTERESSE STRATEGICO

Il settore della Difesa è da sempre il principale fruitore di dispositivi spaziali. La militarizzazione dello spazio è stata avviata contestualmente alla sua esplorazione ed è stata fortemente accelerata nel corso della guerra fredda. Il culmine di questo processo è stato raggiunto con l’iniziativa reaganiana del programma di difesa globale noto come “*Strategic Defense Initiative*” (SDI), che prevedeva l’utilizzo di sistemi d’arma con base nello spazio in funzione anti-missilistica ed anti-nucleare.

⁷¹ Si veda, in particolare, Watts (2001) a pag. 116.

All'inizio degli anni '90, con l'affermarsi di dottrine militari basate sul concetto di "Network Centric Warfare",⁷² si affermò ancora più consapevolmente la necessità di dotarsi di sistemi spaziali in grado di sostenere moderni assetti della difesa, ispirati alla massima compenetrazione, sul piano strategico e tattico, tra i fattori del cosiddetto C4I ("Command, Control, Communications, Computing and Intelligence"). L'intelligence spaziale si è, quindi, ritagliata un ruolo determinante nei moderni comparti della difesa, in quanto segmento fondamentale di supporto alle operazioni sul campo, al punto che il settore spaziale viene oggi considerato, a livello dottrinale, parte integrante del campo di battaglia.

L'ambito entro cui si gioca la sfida militare nello spazio rientra nello "spazio terrestre", ovvero entro i circa 36.000 km dell'orbita geostazionaria, distanza entro cui operano, in orbite basse, i satelliti di osservazione e navigazione, in orbite medie i sistemi di posizionamento e navigazione satellitare, in orbite geostazionarie, i satelliti per le telecomunicazioni e per l'osservazione polare.

Per lo sviluppo di un programma militare nazionale in autonomia, la condizione ideale consiste, seguendo lo schema proposto da Rubin (2006),⁷³ nell'aver capacità di costruire i propri satelliti, di dotarsi dei propri lanciatori e di disporre di basi di lancio ubicate in territorio nazionale, dalle caratteristiche ben precise in termini di latitudine e di ubicazione sul territorio, in modo da minimizzare i rischi per l'ambiente e la popolazione circostante e da garantire il collegamento con mezzi di trasporto dei materiali.

Oltre che nel settore delle attività di supporto militare (intercettazione di veicoli spaziali, preallarme, comunicazioni, ricognizione, rilevamento delle condizioni atmosferiche e navigazione), gli apparati in orbita nello spazio terrestre trovano impiego anche in una serie di attività di tipo civile, in primis la ricerca scientifica, ma anche l'osservazione terrestre per attività di monitoraggio ambientale o la navigazione

⁷² La dottrina del "Network Centric Warfare" si basa sulla massima razionalizzazione e condivisione dell'informazione all'interno della struttura militare che, a questo fine, viene concepita come una rete composta da elementi che interagendo sono in grado di ottenere la massima consapevolezza del campo di battaglia ("Battlefield Situational Awareness"), anche grazie alla moderna tecnologia dell'informazione. L'assetto che ne deriva permette la massima sincronizzazione tra le varie unità, la massima velocità nell'esecuzione del comando e quindi la massima efficienza nelle operazioni militari svolte. Per approfondimenti si veda, in particolare, la pubblicazione "Network Centric Warfare", pubblicata dal "Command and Control Research Program" e accessibile al sito internet http://www.dodccrp.org/files/Alberts_NCW.pdf.

⁷³ Pag. 41, Rubin (2006).

satellitare a fini commerciali. Spesso la stessa tecnologia e gli stessi apparati hanno un impiego “duale”, ovvero al contempo civile e militare. La possibilità di concepire i rispettivi piani spaziali nazionali in termini “*dual use*”, negli ultimi anni ha indotto parecchi Stati, tra cui quelli europei, meno vincolati a logiche di supremazia (rispetto, ad esempio, agli Stati Uniti), a destinare ingenti fondi per progetti e impianti spaziali applicati ai settori della sicurezza ambientale, della protezione civile o della navigazione satellitare a scopi commerciali. Si tratta però, di fatto, di investimenti strategici a possibile impiego anche militare,⁷⁴ che, nel caso europeo, garantiscono una maggior indipendenza rispetto al passato dagli assetti statunitensi, prefigurando scenari di apertura alla collaborazione con Paesi come Russia e Cina, secondo dinamiche strategiche, ma anche commerciali, che esulano dalla schematica logica della polarizzazione e degli allineamenti.

2.3.1 I satelliti

I satelliti sono dispositivi spaziali introdotti nell’orbita di un corpo celeste, le cui componenti fondamentali sono:

- la carrozza, composta a sua volta da un corpo centrale (ovvero la struttura, sede del motore principale per la manovra orbitale di apogeo), da dispositivi dedicati al fabbisogno energetico dell’apparato⁷⁵ e da altri sottosistemi preposti alle manovre di posizionamento e mantenimento del proprio assetto in orbita;⁷⁶
- il *payload* (o carico utile), costituito dall’insieme degli apparati funzionali alla missione specifica del satellite. Ad esempio, nel caso di satelliti per le telecomunicazioni, il *payload* sarà costituito da antenne e *transponders*, dispositivi che hanno la funzione di ricevere la comunicazione da terra (tratta di

⁷⁴ Si pensi, ad esempio, alle possibili duplici applicazioni in campo militare e commerciale del progetto europeo di navigazione satellitare “Galileo”, alternativo al GPS americano.

⁷⁵ Solitamente si tratta di pannelli solari che vengono ripiegati durante la fase di lancio e poi aperti in posizione definitiva una volta raggiunto il posizionamento finale in orbita. Il satellite viene anche fornito di fonti di energia suppletive, da utilizzare quando il dispositivo è in ombra o per manovre di emergenza. A bordo vengono di solito anche predisposti comandi in grado di garantire il risparmio energetico mediante lo spegnimento automatico dei sistemi di bordo non utilizzati in modo continuativo.

⁷⁶ Specificamente trattasi di sistemi per controllo dell’assetto, del sistema propulsivo, del sistema di controllo termico, del sistema TT&C (telemetria, comando e controllo).

uplink), di convertirne la frequenza, di ritrasmetterla a terra (tratta di *downlink*). Nel caso di satelliti per l'osservazione terrestre, il *payload* sarà costituito da radar e sensori, nel caso di satelliti scientifici da strumentazioni e componenti di laboratori.

Una volta in orbita ogni satellite tende a subire l'influsso di determinate condizioni ambientali, come la non-sfericità della terra, la posizione della luna o le radiazioni solari, ma anche le eclissi e le tempeste magnetiche, che sono in grado di imprimere variazioni sensibili sulla posizione orbitale dell'apparato. Il sistema di controllo del satellite viene assicurato da sensori che rilevano la posizione del satellite rispetto a corpi di riferimento fissi come il Sole, la Terra e le stelle, nonché da giroscopi⁷⁷ di precisione.

Per ripristinare la posizione orbitale assegnata, si rendono necessarie regolari manovre correttive, che possono essere automatiche o programmate da terra.

Le prime si avvalgono dei computer sistemati a bordo, che effettuano una sorta di auto-diagnosi del satellite e calcolano l'entità delle rettifiche da applicare per correggere l'assetto del sistema, ad esempio azionando dispositivi come motorini di reazione o ruote di inerzia.

Le seconde consistono in manovre correttive attivate con il supporto del centro di controllo da terra, che vanno attentamente valutate e pianificate sulla base di calcoli di precisione sull'entità della spinta e della direzione da imprimere all'apparato. Una manovra errata potrebbe, infatti, costare molto in termini di vita del satellite, ad esempio comportando un uso eccessivo di carburante che potrebbe non bastare poi per portare a termine il suo ciclo di vita pianificato.

Le difficoltà correlate alla realizzazione, al lancio ed alla gestione operativa di un satellite variano a seconda del tipo di orbita in cui andrà ad inserirsi e della posizione di lancio.

Ad esempio, la messa in orbita di un **satellite geostazionario**, poniamo un satellite per le telecomunicazioni, è relativamente semplice e poco costosa, rispetto ad altri tipi di

⁷⁷ Il giroscopio è un dispositivo fisico rotante, ovvero una ruota in rotazione attorno al proprio asse, che, per effetto della legge di conservazione del movimento angolare, tende a mantenere il proprio asse di rotazione in una direzione fissa. Il giroscopio viene ampiamente utilizzato per orientare la traiettoria dei missili o per tenere fisse le antenne di un apparato mobile verso un obiettivo. Negli apparati spaziali come i satelliti costituisce il dispositivo alla base del sistema di guida inerziale, in quanto per le sue proprietà sostituisce la bussola magnetica.

sistemi satellitari, se il cosmodromo si trova ad altezza equatoriale. La posizione in orbita del satellite, in linea diretta con l'Equatore e fissa rispetto ad un punto di riferimento sulla terra, faciliterà anche le operazioni di controllo, grazie ad un'interazione con i sistemi di controllo da terra relativamente agevole⁷⁸ ed alla stabilità della sua localizzazione, che permette di calcolare più agevolmente anche il rapporto tra carico utile e carburante in uso.⁷⁹

Un satellite geostazionario, inoltre, è situato ad un'altitudine (circa 36.000 km) tale da permettergli un'ampia visibilità del globo, fatto che lo rende un "ripetitore" ideale: da qui il diffuso utilizzo di questa fascia orbitale per il posizionamento di satelliti per le telecomunicazioni.⁸⁰ Di contro, però, questo determina una certa complessità nel coordinamento del gran numero di apparati presenti lungo tale fascia orbitale, onde evitare che la funzionalità dei satelliti geostazionari non subisca le interferenze dei sistemi vicini.

Un **satellite in orbita bassa**, ad esempio un satellite meteorologico o per il telerilevamento, risulta invece di più complessa gestione, sia per quanto riguarda il raggiungimento della posizione assegnata, che rende necessarie un maggior numero di manovre, sia per la successiva fase operativa, che va guidata con più stazioni a terra, implicando l'utilizzo di maggiori risorse e quindi di fondi economici più ingenti.

Al fine di approfondire le principali caratteristiche dei diversi tipi di satelliti comunemente impiegati per attività militari e civili, si è ritenuto opportuno illustrarne

⁷⁸ Ciò consente peraltro il mantenimento di stazioni di terra relativamente semplificate (considerando che le antenne di ricezione rimangono praticamente immobili) e poco costose in termini di risorse e personale addetto

⁷⁹ Per fargli mantenere la posizione orbitale assegnata è sufficiente correggere, sulla base di parametri noti e regolari, gli effetti di alcuni fattori perturbatori già illustrati in apertura di capitolo, come l'influsso di altri corpi celesti e delle loro radiazioni o le irregolarità del campo gravitazionale terrestre. Tali correzioni si concretizzano, sul piano operativo, in movimenti di riassetto, indotti dall'azione di ruote o razzi, controllati dai centri di supporto terrestre. I consumi di propellente richiesti per tali assestamenti vanno attentamente calcolati in fase di sperimentazione del dispositivo, in quanto calcoli errati possono portare ad una significativa abbreviazione del ciclo di vita del satellite stesso.

Il movimento di Terra e Luna attorno al Sole comporta, inoltre, che per alcuni giorni all'anno il satellite geostazionario, immobile in orbita rispetto alla Terra, si trovi in condizioni di eclissi per un massimo di un'ora e mezza al giorno in condizioni di equinozio, situazione che rende necessaria, oltre che un'operatività ridotta, l'attivazione di sistemi energetici diversi dai pannelli solari solitamente utilizzati per garantire il funzionamento del dispositivo.

I maggiori oneri di gestione di un satellite geostazionario si concentrano, però, nella fase di lancio, sia in ragione dell'elevata potenza del lanciatore necessaria per portarlo in quota, sia per l'ingente quantità di propellente di cui l'apparato deve essere dotato per permettergli di arrivare all'altezza assegnata.

⁸⁰ Va specificato che ai satelliti geostazionari è preclusa la copertura delle aree polari, ragion per cui, in caso di necessità di questo tipo, il loro impiego va integrato con sistemi complementari, ad esempio satelliti ad orbita fortemente eccentrica, in grado coprire latitudini così elevate.

alcuni significativi aspetti tecnici e funzionali nel corso dei seguenti paragrafi, dedicati ai principali assi lungo i quali si sviluppa l'utilizzo a fini strategici dello spazio terrestre, segnatamente: le telecomunicazioni (civili e militari, anche con finalità di "search&rescue"), le attività di telerilevamento e osservazione terrestre, l'"early warning", l'attività intelligence di SigInt ed ElInt, la navigazione PNT ("Positioning, Navigation and Timing"), la ricerca meteorologica ed oceanografica.

Strettamente collegata allo studio dei satelliti è anche la tematica dei dispositivi ASAT (anti-satellitari), cui verranno dedicati alcuni cenni riassuntivi.

2.3.1.1 I satelliti per le telecomunicazioni

La predisposizione di un sistema di comunicazioni efficace tra le varie componenti di una Forza Armata è da sempre stata sentita come un'esigenza fondamentale in campo militare.

A lungo, il raggio di operatività dei sistemi di comunicazione in uso, è stato limitato alla *line of sight*, vale a dire il limite di reciproca visibilità, con il conseguente impiego di ponti radio e ripetitori per ampliare il raggio di comunicabilità tra le varie unità operative.

Per mezzi mobili posti in luoghi ove non era possibile installare tali apparecchiature, come navi in alto mare ed aerei ad alta quota, è stato a lungo possibile solamente l'impiego di frequenze in banda HF (onde corte), basate sulla propagazione ionosferica,⁸¹ per sua natura inaffidabile e variabile, nonché costosa in termini di infrastrutture e antenne.

A partire dagli anni '50 del secolo scorso, sono state avviate sperimentazioni che prevedevano addirittura la possibilità di far rimbalzare le onde radio sul suolo lunare, per approdare poi a soluzioni basate sull'impiego di satelliti militari per le telecomunicazioni. Il primo satellite prototipo di questo genere messo in orbita fu lo

⁸¹ Conseguente al rimbalzo delle onde radio sugli strati della ionosfera. La ionosfera rappresenta una parte dell'atmosfera costituita da zone altamente ionizzate di mesosfera (dai 55 ai 90 km sopra la superficie terrestre) e termosfera (la zona più esterna dell'atmosfera), la struttura dei cui strati viene modificata dalla radiazione solare. Gli strati della ionosfera riflettono in maniera diversa le radiazioni pertinenti a diverse lunghezze d'onda.

Score (“*Signal Communication by Orbiting Relay Equipment*”),⁸² di produzione statunitense. Da allora, si sono susseguiti modelli sempre più evoluti,⁸³ la cui messa a punto è progredita parallelamente a quella di lanciatori sempre più potenti necessari per la loro messa in orbita.⁸⁴

In ambito militare, tra i satelliti più noti che sono stati lanciati, si ricordano la serie Skynet, di produzione britannica, la serie NATO, le serie DSCS e Milstar, di produzione statunitense. Per quanto riguarda l’Italia, si tratterà più diffusamente al cap. 3 il sistema satellitare militare SICRAL.

In ambito non militare, molti dei satelliti dedicati alle telecomunicazioni sono sviluppati da consorzi internazionali o regionali, come i sistemi IntelSat ed EutelSat (di tipo governativo) o ancora i sistemi PanAmSat o AsiaSat (posseduti da compagnie private).

A questo proposito, nell’ambito della categoria dei satelliti dedicati alle telecomunicazioni, particolare rilevanza, anche ai fini civili, assumono i dispositivi di “*search&rescue*” (SAR - ricerca e soccorso), spesso previsti proprio nell’ambito di reti o consorzi internazionali che si avvalgono di sistemi satellitari condivisi tra più Stati, magari a disposizione di un organizzazione governativa internazionale dedicata al traffico aereo o marittimo. La più nota è forse la rete COSPAS-SARSAT, cui partecipano Canada, Francia, USA e Russia, che permette di localizzare vettori dotati di trasmettitori idonei in caso di emergenze segnalate tramite *mayday*. L’allarme viene captato dai sensori del satellite che lo riflette a terra dove la stazione ricevente elabora il segnale e coinvolge per l’intervento la rete di stazioni nazionali collegate.⁸⁵ Le

⁸² Trattasi di un satellite appartenente alla categoria “*store and forward*”, così denominata in quanto basata sul principio della registrazione dei dati e della successiva trasmissione a terra. Altri noti satelliti sperimentali per le telecomunicazioni lanciati a partire dagli anni ’60 sono stati Courier, Echo, West-Ford, Telstar, Relay, LES e Syncom. Per quanto riguarda l’Italia, si ricorda il satellite Sirio, lanciato nel 1977 e operativo fino al 1985, impiegato per valutare la fattibilità di comunicazioni in banda EHF (20-30 GHz).

⁸³ L’elenco comprende satelliti passivi (simili a specchi che riflettono i segnali) e varie tipologie di costellazioni satellitari operanti in orbite basse, medie ed ellittiche. Un lungo processo di maturazione della tecnologia utile a costruire lanciatori sufficientemente potenti, consentì infine di immettere satelliti in orbite geostazionarie. Questa soluzione si rivelò la più adatta a questa tipologia di apparato.

⁸⁴ Per una rassegna aggiornata al 2007 e completa dei principali satelliti per le telecomunicazioni finora prodotti a livello mondiale, corredata di schede tecniche per ogni apparato, si consulti Martin, D., P.R. Anderson, L. Bartamian (2007).

⁸⁵ Anche l’Italia aderisce al COSPAS-SARSAT. In particolare, i segnali acquisiti in ambito territoriale italiano vengono convogliati alla centrale operativa del “*Mission Control Center*” (MSC) di Bari, che partecipa gli allertamenti rispettivamente alla centrale operativa delle Capitanerie di porto, in quanto

applicazioni più evolute dei sistemi satellitari impiegati a fini di “*search&rescue*” riguardano però il comparto della navigazione GPS.

In generale, a livello tecnico, nell’ambito della categoria dei satelliti per le telecomunicazioni, si distinguono apparati con terminali terrestri fissi o mobili. Tra questi ultimi, i sistemi satellitari più conosciuti sono l’Inmarsat, sviluppato in ambito IMO (“*International Maritime Organization*”) e giunto ormai alla serie IV⁸⁶ ed il Thuraya, noto soprattutto per l’ampia copertura geografica dei suoi apparati.

2.3.1.2 “*Early warning*” e difesa antimissilistica

Fin dagli albori dell’era spaziale, l’escalation militare che coinvolse USA e URSS durante la guerra fredda impose alle Potenze coinvolte l’individuazione di sistemi in grado di contrastare la minaccia ICBM, generando l’esigenza di sviluppare capacità di “*early warning*” (letteralmente allarme precoce o pre-allarme). I sistemi predisposti prevedevano l’installazione, su appositi satelliti, di sensori all’infrarosso in grado di individuare, soprattutto in fase di lancio, i segnali di calore emessi dall’apparato.

I primi tentativi evidenziarono il rischio di “falsi allarmi”, ovvero di allertamenti ICBM non corrispondenti ad un effettivo lancio missilistico, bensì ad altre emissioni di calore sulla superficie terrestre (anche, banalmente, semplici incendi). Ora è evidente come, in quel contesto storico caratterizzato da rapporti diplomatici estremamente tesi tra i due Paesi, l’eventualità di un allarme che provocasse un attacco ABM “non necessario”, ma in grado di far scattare rappresaglie pesanti della controparte, magari mediante armi nucleari, generasse non poche perplessità.

Con il progredire della tecnica, furono sviluppati sensori in grado di individuare le caratteristiche peculiari della traccia di un missile (eliminando progressivamente il rischio di “falsi allarmi”) fino a giungere, all’inizio degli anni ’80, ad assetti “*multi-layered*” (multi-strato) su cui si fondava l’iniziativa reaganiana della SDI, nella quale rientrava lo sviluppo di un apparato di sensori e sistemi d’arma, sia con base a terra che

“*Maritime Rescue Coordination Center*” (MRCC), per quanto riguarda le segnalazioni in mare, agli Enti ATS (“*Air Traffic Services*”) per gli allarmi aerei e al *desk SAR* (“*search&rescue*”) degli Uffici Territoriali del Governo (UTG - Prefetture) per gli altri allarmi.

⁸⁶ Dal 1998 la compagnia Inmarsat è stata privatizzata.

nello spazio, in grado di intercettare il missile anche nelle fasi successive al lancio (ovvero tragitto e rientro a terra), seguendone sia la traccia calda tipica della fase di spinta che quella fredda in corso di volo, nonché valutando e distinguendo la presenza di eventuali “*decoys*” (falsi bersagli).⁸⁷

Furono quindi sviluppati sofisticati sistemi d’arma e sensori di nuova concezione, basati su sistemi laser e radar, ma fu anche ripensata l’architettura del comando e controllo, dando luogo a complessi assetti di rete basati su apparati informatici in grado di far comunicare e coordinare contestualmente tutti e quattro i segmenti della difesa ABM: terra, aria, mare e spazio.

Nel corso degli ultimi anni, con lo sviluppo del comparto dei velivoli UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) e della tecnologia “*stealth*”,⁸⁸ il settore della difesa aerea e missilistica si è trovato di fronte a nuove sfide, spesso al di fuori della tradizionale contrapposizione tra Stati, bensì in un contesto di minaccia asimmetrica aperta anche a gruppi estremisti ed altre entità. Tali formazioni potrebbero trovare un importante e pericoloso alleato nella relativa facilità con cui oggi è possibile accedere alle tecnologie necessarie per convertire i suddetti velivoli in potenti armi.

Allo stato attuale non è ancora stato possibile individuare alcun sistema satellitare in grado di rilevare la presenza di velivoli UAV. Per l’“*early warning*” in questo specifico settore ci si affida, quindi, a radar di terra o a velivoli dotati di sistemi di controllo e allarme aviotrasportati (*AWACS - Airborne Warning And Control System*).

Parimenti, un’altra sfida di difficile soluzione ai sistemi spaziali nel settore “*early warning*” viene posta dai missili da crociera,⁸⁹ ipersonici o subsonici, sia che siano operativi a basse quote, a causa della rasenza al suolo della loro traiettoria che rende difficile l’intercettazione, sia che si muovano a livello stratosferico, in quanto la traccia fredda che li caratterizza rende più difficile la loro individuazione da parte del satellite rispetto al missile balistico. Per poter monitorare in maniera efficace la presenza di

⁸⁷ Progetto anche noto come “scudo spaziale”.

⁸⁸ Realizzato, cioè, con tecnologie e materiali che lo rendono scarsamente percettibile ai normali sistemi di rilevamento ed ai radar. Tra le metodologie impiegate a questo fine si ricordano, in particolare, l’utilizzo di vernici *radar-assorbenti* e la realizzazione di una serie di accorgimenti tecnici tali da permettere scarse emissioni elettriche e sonore e basse tracce di calore.

⁸⁹ Così definiti in quanto percorrono una traiettoria guidata, a differenza dei missili balistici, che seguono invece una traiettoria prefissata. Il missile da crociera (meglio noto con la dicitura inglese “*cruise*”) è, infatti, simile ad un aeromobile, dotato di motore che resta acceso in volo e di ali per il controllo della rotta, nonché, nei modelli più avanzati, persino di sistemi di guida basati sul GPS.

missili da crociera in volo si renderebbe necessario l'utilizzo di un gran numero di satelliti in orbite basse, per permettere una continua sorveglianza, situazione al momento non realizzabile, se non altro per i costi ancora troppo elevati dei satelliti radar.⁹⁰

Di fronte a sistemi d'arma come UAV e missili da crociera, l'esercizio dell'"*early warning*" pare quindi destinato a soluzioni ibride, basate sia sulla componente spaziale (per eventuali attacchi mediante missili balistici) che su dispositivi per il rilevamento terrestre o aviotrasportato (nel caso di attacchi tramite UAV o missili da crociera, appunto).

2.3.1.3 I satelliti IMINT E SIGINT

I satelliti dedicati ad attività intelligence sono pertinenti al settore IMINT (*Imagery Intelligence*) e SIGINT (*Signal Intelligence*), a sua volta composto da due branche, la ELINT (*Electronic Signals Intelligence*) e la COMINT (*Communication Intelligence*):

- (1) i satelliti IMINT sono satelliti ad alta definizione dedicati all'osservazione terrestre. Rispetto all'utilizzo di aeromobili, il satellite fornisce immagini meno dettagliate e risulta più costoso per la messa in orbita e il mantenimento in funzione, ma permette di diminuire i rischi di abbattimento,⁹¹ anche rispetto agli UAV;⁹²
- (2) i satelliti dedicati alla ELINT sono una componente fondamentale della rete di sensori necessari allo sviluppo degli assetti di difesa previsti dalla dottrina della "*Network Centric Warfare*". Tali dispositivi raccolgono informazioni utili per localizzare generatori di emissioni elettromagnetiche e fanno parte integrante degli assetti di difesa militare, occupandosi in particolare di individuare vari tipi di radar, tra cui quelli montati alla guida di missili, quelli utilizzati dalla difesa

⁹⁰ Una soluzione conveniente in questo senso potrebbe essere quella suggerita da Borrini (2006), che ipotizza la predisposizione di costellazioni di sistemi radar montati su microsattelliti da poter utilizzare con doppia finalità "*early warning*" e controllo del traffico aereo.

⁹¹ Si ricordi in particolare l'episodio dell'abbattimento di un aereo spia statunitense del tipo U2 avvenuto negli anni '60 ad opera di un sistema ASAT IS sovietico, episodio che rappresentò uno dei momenti di maggior tensione tra i due Paesi nel corso della guerra fredda.

⁹² Nonostante i pericoli rappresentati da dispositivi ASAT ad energia cinetica o diretta.

aerea nemica o presenti a bordo delle navi. Trovano impiego, quindi, soprattutto come supporto tattico di operazioni militari dell'aeronautica, permettendo di individuare la posizione di basi di lancio missilistiche nemiche o contribuendo all'individuazione dei percorsi più sicuri (cioè privi di radar nemici) per i dispositivi “*stealth*”. Oltre che da satellite, le intercettazioni ELINT si praticano anche da stazioni fisse o mobili a terra o da navi o aerei a ciò predisposti;

- (3) i satelliti COMINT riguardano invece il comparto delle telecomunicazioni e svolgono sostanzialmente funzioni di intercettazione di comunicazioni radio che coinvolgono soggetti stranieri rispetto alla nazione che le intercetta. Una delle definizioni più comuni in dottrina descrive il COMINT come “l'insieme delle informazioni tecniche e di intelligence derivate dalle comunicazioni straniere da parte di soggetti non corrispondenti ai destinatari intenzionali”.⁹³

2.3.1.4. I satelliti per l'osservazione terrestre (telerilevamento)

Come già accennato in precedenza, le attività spaziali dedicate all'osservazione terrestre possono trovare impiego sia in campo militare che civile: da un lato, infatti, possono essere dedicate allo sviluppo della “*battlefield situational awareness*”, anche mediante il monitoraggio dell'area in cui sono impiegate le proprie forze terrestri e quelle del nemico, dall'altro possono trovare applicazione anche in ambiti non necessariamente militari, come ad esempio il controllo del traffico navale o il coordinamento di interventi di protezione civile in caso di calamità, nonché in genere per studiare fenomeni che modificano l'aspetto del territorio legati all'ecologia o alla geografia fisica.

Sul piano tecnico, i sistemi di osservazione vengono posizionati in orbite basse, per permettere una risoluzione soddisfacente, soprattutto ove si tratti di apparati ottici.

I satelliti di tipo ottico permettono il telerilevamento solo in condizioni di perfetta visibilità, quindi con sufficiente illuminazione ed in circostanze metereologiche favorevoli. Il posizionamento dei dispositivi in parola in orbite vicine alla crosta

⁹³ Per la definizione completa si veda la direttiva 5100.20 del DoD statunitense accessibile al sito internet http://www.fas.org/irp/doddir/dod/d5100_20.htm.

terrestre fa sì che il passaggio sull'obiettivo da inquadrare sia sporadico, risentendo di tempi tecnici legati al periodo orbitale. Inoltre, per quanto specificato al par. 2.2, il transito ad altitudini così basse comporta notevoli costi per la gestione dell'apparato, a causa delle perturbazioni orbitali ivi presenti, ove si consideri l'assoluta necessità di mantenere in condizioni di stabilità un assetto per il quale la precisione del puntamento del *target* è fondamentale ai fini del buon esito della missione.

Le orbite percorse da questi satelliti sono ellittiche⁹⁴ e polari.

I primi satelliti per l'osservazione terrestre erano dei semplici apparati fotografici, lanciati ad orbite di 150-200 km, la cui vita orbitale si riduceva a pochi giorni, a causa dell'attrito atmosferico. Questo tipo di strumento, una volta rientrato a terra, andava recuperato quanto prima, per estrarne la pellicola.

A queste condizioni, per poter effettuare attività di ricognizione sui siti di interesse, era necessario effettuare parecchi lanci, dato che ogni satellite in orbita garantiva solo pochi passaggi sul bersaglio di interesse.

A supporto delle operazioni di osservazione terrestre, considerate le esigenze funzionali di questi primi strumenti spaziali di ricognizione, venne contestualmente implementato il comparto della meteorologia militare.

Con il progredire della tecnica, la risoluzione migliorò anche ad alta quota e le immagini passarono alla forma digitale. Grazie all'interazione tra fotografia digitale e progressive applicazioni delle tecniche televisive, si è giunti a ricevere dal satellite immagini trasmesse da telecamere digitali.

Divenne man mano possibile, inoltre, posizionare i satelliti per l'osservazione anche in orbite più alte e più ellittiche (fino a raggiungere orbite polari con apogeo fino a 900 km), rendendo l'attrito con l'atmosfera trascurabile.

Oggi giorno, le orbite polari o quasi polari comunemente utilizzate per l'osservazione terrestre, permettono in pratica la ripresa dell'intero globo terrestre con risoluzioni di pochi centimetri.

Parimenti, grazie alle possibilità offerte dall'applicazione di tecniche di rilevamento multispettrale, in grado di riprendere contemporaneamente a più lunghezze d'onda, è

⁹⁴ Con perigeo dai 150 ai 250 km e con apogeo dai 500 ai 900 km. Questa circostanza fa sì che per lunghi tratti orbitali l'apparato goda di condizioni di scarso attrito atmosferico.

stato possibile definire non solo le forme geometriche delle strutture osservate,⁹⁵ ma anche altre informazioni con utili applicazioni in campo civile, come la tipologia di terreno o le colture praticate.⁹⁶

Man mano che, con l'evoluzione della tecnica la risoluzione disponibile raggiungeva un grado di definizione maggiore, fu anche avviata, a partire dalla metà degli anni '80, la commercializzazione di immagini satellitari di interesse militare (cioè dell'ordine di pochi metri), fatto che permise anche a Paesi non in grado di lanciare satelliti propri, di acquistare immagini ad alta definizione riprese dallo spazio.⁹⁷

Con successive evoluzioni tecnologiche, si cercò poi di ovviare ai limiti delle riprese con sistemi ottici introducendo meccanismi ad infrarosso, in grado di registrare immagini anche in condizioni di oscurità, rivelatesi però di scarsa qualità.

I limiti imposti alla funzionalità dei sistemi ottici dalle orbite “geosincrone”,⁹⁸ che impedivano riprese costanti a causa della periodicità dell'illuminazione che le caratterizzano, fu superato mediante l'utilizzo di orbite “eliosincrone”,⁹⁹ che ancora però non permettevano di far fronte al problema meteorologico.

Fu quindi sviluppata la ricerca nel settore degli apparati radar, che, al momento attuale, offrono le prospettive più interessanti per l'osservazione terrestre, grazie a sistemi che sono in grado di rilevare immagini anche nelle ore notturne ed in condizioni di nuvolosità.¹⁰⁰ Particolarmente significativa in prospettiva futura è l'evoluzione dei

⁹⁵ Con risoluzione progressivamente più definita.

⁹⁶ L'epoca dei satelliti a capacità multi-spettrale fu avviata all'inizio degli anni '70, con il lancio del satellite della NASA Landsat-1.

⁹⁷ Borrini (2006) cita l'esempio della società francese “Spotimage”, che nel 1986 iniziò a commercializzare le immagini, con risoluzione a 10 metri, ricavate dai satelliti della serie Spot. Questa tendenza si è affermata a partire dalla metà degli anni '80 e poi, in misura maggiore, con l'apertura al mercato del settore delle immagini dei satelliti russi.

IKONOS, GeoEye e QuickBird sono altri satelliti le cui foto, con risoluzioni comprese tra 60 centimetri e 4 metri, sono state messe liberamente in vendita negli ultimi anni, permettendo così a qualsiasi nazione, o privato interessato, di acquistare immagini satellitari della terra.

⁹⁸ Che, come detto, permettono di ripassare su un target una volta al giorno essendo sincronizzate con la rotazione terrestre, ma che per lunghi periodi non permettono un'illuminazione favorevole all'osservazione con sensori ottici.

⁹⁹ Le quali, come già indicato, garantiscono condizioni di illuminazione favorevole costanti, ma limitano il numero di passaggi sullo stesso sito, consentendo il rilevamento di uno stesso punto solo una volta al mese. Per far fronte alla bassa frequenza di questi passaggi, fu introdotta una tecnologia a specchio orientabile, che permetteva ai satelliti in orbita eliosincrona di osservare il suolo anche lateralmente, aumentando, di fatto “artificialmente”, la frequenza di osservazione. Questo espediente fu utilizzato ad esempio con i satelliti *Spot*.

¹⁰⁰ Per le peculiari caratteristiche della radiazione utilizzata negli apparati radar, i fenomeni atmosferici sono praticamente “trasparenti” per il sistema utilizzato, che peraltro possiede caratteristiche di “sensore attivo”, che cioè produce da sé la “luce” necessaria alla visualizzazione del bersaglio. Questa proprietà di

sistemi radar nel campo del SAR (radar ad apertura sintetica).¹⁰¹ Si tratta, sostanzialmente, di sistemi in grado di elaborare segnali sovrapposti relativi alle diverse angolazioni di osservazione di un medesimo obiettivo, da cui emergono risoluzioni estremamente significative. Questo tipo di rilevamento si accompagna all'implementazione di sofisticate analisi per l'assemblamento e la valutazione dei segnali raccolti con diversa angolazione nel corso della "strisciata" dell'apparato sul terreno, tenendo conto delle diverse proprietà riflettenti dei materiali indagati.¹⁰² Considerando che le onde radar sono anche in grado di penetrare per una certa profondità nel suolo, è possibile utilizzare gli apparati che montano questo tipo di strumentazione per rivelare, ad esempio, bersagli localizzati sotto strati di neve, ghiaccio o altri ostacoli. E' parimenti possibile valutare accuratamente l'elevazione delle superfici e del terreno, il tipo di vegetazione, la presenza di agenti inquinanti nel suolo o nelle acque. Grazie a queste proprietà, la tecnologia SAR si propone come strumento ideale per applicazioni "dual-use", essendo utile, oltre che per il supporto ad attività militari, anche per significativi compiti di monitoraggio territoriale e protezione

indipendenza dalle condizioni atmosferiche e di illuminazione rende, peraltro, possibile la sorveglianza continua anche delle zone polari, caratterizzate da frequente copertura nuvolosa e da lunghi periodi di semi-oscurità a causa della latitudine.

¹⁰¹ Il principio di funzionamento è quello degli usuali radar di avvistamento: lo strumento emette un'onda elettromagnetica, la quale, investendo un target posto ad una certa distanza, viene riflessa in tutte le direzioni, inclusa quella di origine. Rispetto ai sistemi radar ad apertura reale, in grado di rilevare la distanza del punto osservato o di individuare la presenza di ostacoli ma non di definirne i contorni, i sistemi SAR, aviotrasportati o montati su satellite, possono determinare anche la forma di un oggetto, con una definizione estremamente dettagliata. Tutto ciò è reso possibile grazie alle caratteristiche tecniche peculiari dei dispositivi SAR, che permettono di rilevare, con il radar in movimento, il medesimo punto più volte ad angolazioni diverse. Dall'elaborazione del segnale ricevuto durante il moto si può ottenere un segnale equivalente a quello che si ricaverebbe da un'antenna molto più grande e proprio a questo si deve l'attributo "ad apertura sintetica". Una volta ricevuta dal radar, l'eco viene analizzata per ricavarvi informazioni mediante una complessa fase di focalizzazione.

Uno dei limiti all'utilizzo dei sistemi radar per il telerilevamento è il forte dispendio energetico associato alla loro funzionalità, fatto che renderebbe necessario l'impiego di satelliti alimentati con generatori nucleari, di cui è stato però verificato nel tempo il difficile recupero, con correlati rischi ambientali.

Attualmente, proprio per ovviare a questi rischi, i satelliti che montano sensori SAR funzionano a pannelli solari coadiuvati da batterie.

Tra i satelliti attualmente in uso (sia a scopi civili che militari) che montano apparati SAR si ricordano l'Ers-1, l'Ers-2 e l'Envisat, dell'Agenzia Spaziale Europea, e, per quanto riguarda iniziative nazionali, il Lacrosse statunitense, il SAR-Loupe tedesco, il Cosmo-Skymed italiano e il recentissimo Tecsar israeliano. Per approfondimenti sulla funzionalità degli apparati SAR si consultino, ad esempio, i siti internet <http://home.dei.polimi.it/monti/papers/storiasar/storiasar.html> e

http://www2.ing.unipi.it/~d5993/Materiale_Didattico/ELAB_IMMA_MOD_2/LEZIONI/SAR.pdf.

Si veda, anche Borrini (2006), da pag. 66 a pag. 68.

¹⁰² Importanti risultati in questo particolare settore si sono finora avuti soprattutto in materia oceanografica, grazie alle peculiari doti di omogeneità delle masse acquatiche, che favoriscono un'elevata qualità delle immagini rilevate.

civile, secondo finalità di sicurezza e tutela ambientale che da alcuni anni costituiscono obiettivi prioritari per i piani spaziali a livello internazionale, soprattutto in ambito europeo.

2.3.1.5 I dispositivi PNT (“*Positioning, Navigation and Timing*”) e i sistemi di navigazione satellitare

I dispositivi di navigazione e localizzazione satellitare sono stati introdotti, in prima battuta, per rispondere ad esigenze militari di supporto tattico, per permettere cioè la corretta determinazione della posizione di uomini e mezzi sul terreno, al fine di prendere decisioni in condizioni di “*situational awareness*”. Attualmente, le applicazioni ai dispositivi militari di assetti GPS sono innumerevoli, dai sistemi di guida di veicoli, velivoli e imbarcazioni, alle moderne munizioni guidate “*Joint Direct Attack Munition*” (JDAM).

I sistemi satellitari per la navigazione sono posizionati in orbite medie, poco eccentriche, disposti su diversi piani orbitali comprendenti ognuno diversi apparati, cosicché ogni utente posizionato a terra possa ricevere i segnali di più satelliti contemporaneamente. Ciascun satellite di una costellazione emette segnali radio su frequenze stabilite, sulle quali passano i c.d. messaggi di effemeride, che contengono i parametri orbitali del satellite riferiti ad un certo tempo, i quali, combinati ad analoghi segnali di almeno altri due satelliti della costellazione, permettono al ricevitore terrestre di determinare, con opportuni algoritmi, la sua posizione.

I sistemi satellitari di posizionamento, in una fase successiva, sono stati messi a disposizione anche del settore commerciale e civile, ma naturalmente con caratteristiche degradate in termini di precisione rispetto al segnale militare.

Nel 2000, però, un decreto presidenziale statunitense ha sospeso la degradazione del segnale del GPS americano, basato su una costellazione di 24 satelliti NAVSTAR. Questa decisione non ha comunque evitato che l’ESA continuasse a perseguire il

progetto Galileo,¹⁰³ che di fatto si propone, per certi versi, come un'alternativa ancora più precisa alla versione militare del GPS.

Su un piano strategico, la scelta europea di intraprendere il programma Galileo sostanzialmente rappresenta il risultato di una presa di posizione piuttosto forte da parte degli Stati europei, in primis la Francia, nei confronti di una certa politica degli Stati Uniti, volta a fornire avanzati strumenti operativi, mantenendone però un rigido controllo.

I due sistemi entreranno a far parte congiuntamente del sistema noto come “*Global Navigation Satellite System*” (GNSS) che, oltre a disporre di una doppia costellazione di satelliti che garantiscono una maggior continuità di servizio, potrà avvalersi di apparati in grado di assicurare precisione e controllo di integrità, come la rete di stazioni di controllo di posizione “*European Geostationary Navigation Overlay Service*” (EGNOS), che serve a limitare eventuali errori di posizione del sistema satellitare di base.

Allo stato attuale, vi sono circa 60-80 sistemi satellitari per la navigazione in orbita. Oltre al sistema statunitense GPS-Navsta, numerosi altri Stati stanno implementando assetti in questo settore. Nel 2005 l'ESA ha lanciato la prima costellazione di satelliti del programma Galileo, mentre anche la Russia dispone di un proprio sistema di navigazione, il GLONASS. Cina e India si stanno interessando al settore, partecipando al sistema europeo ed a quello russo con il probabile intento di poterne poi sviluppare uno proprio in autonomia. La Cina sta, infatti, implementando ormai da qualche anno il sistema per la navigazione satellitare noto come “Beidou”, mentre il futuro sistema per la navigazione indiano verrà denominato GAGAN.

2.3.1.6 I dispositivi anti-satellitari (ASAT)

La progressiva militarizzazione dello spazio che ha accompagnato tutta la guerra fredda ha fatto sì che, parallelamente all'ideazione ed allo sviluppo di assetti satellitari, fossero concepiti anche sistemi in grado di annientarli, soprattutto ove si profilasse l'ipotesi di un conflitto che utilizzasse gli stessi satelliti come strumento di contrasto agli interessi

¹⁰³ Costituito da 27 satelliti attivi in orbita MEO con 56° di inclinazione.
La messa in funzione complessiva del sistema satellitare Galileo è prevista per il 2008.

nazionali. Secondo un altro punto di vista, il sistema ASAT sviluppato dalle Potenze contrapposte poteva anche assumere i connotati di un sistema difensivo in grado di fornire protezione contro un eventuale attacco dallo spazio, nel quadro di scenari da guerra stellare, poi ripresi dagli Stati Uniti con la SDI all'inizio degli anni '80.

Il settore dei dispositivi ASAT trovò quindi sostegno nei rispettivi programmi di difesa fin dai primi anni della corsa allo spazio. Tra i primi anni '60 e gli anni '70 furono, infatti, avviati, sia da parte statunitense che sovietica, numerosi programmi per la messa a punto di armi in grado di intercettare ed abbattere satelliti.

I primi sistemi prevedevano l'impiego di missili lanciati da aeromobili, in grado di entrare in orbita puntando i bersagli spaziali, ma, fin da subito, fu chiaro che si trattava di operazioni rischiose per chi sferrava l'attacco almeno quanto lo erano per chi le subiva, a causa dei detriti generati dall'impatto con il bersaglio. Contestualmente, si approntarono sistemi ASAT con lancio da terra, che montavano testate nucleari,¹⁰⁴ situazione ancora più rischiosa, dato che si trattava di dispositivi i quali, disintegrando l'obiettivo, avrebbero potuto ingenerare, oltre che innumerevoli detriti in orbita, anche impulsi elettromagnetici dagli effetti imprevedibili sugli altri dispositivi spaziali e sull'atmosfera.

Successivamente, furono anche messi a punto satelliti intercettori, di cui fu curata la manovrabilità in modo da renderli in grado di avvicinarsi ad altri satelliti in orbite vicine e colpirli mediante il lancio di munizioni anche a distanza di qualche chilometro. Nel 1972, con la sottoscrizione da parte di USA e URSS del trattato di non proliferazione SALT, il dispiegamento operativo di sistemi ASAT fu abbandonato. Anche se non ufficialmente, la sperimentazione da parte di entrambi i Paesi però continuò. I sovietici continuarono a sviluppare satelliti intercettori, in particolare successive versioni del sistema ASAT conosciuto come "*Istrebitel Sputnikov*" (IS),¹⁰⁵

¹⁰⁴ In particolare, si ricordino i sistemi *Nike Zeus* e *Thor*.

¹⁰⁵ Sistema ASAT cosiddetto co-orbitale, in quanto viene posizionato in un'orbita vicina al satellite bersaglio e viene fatto poi esplodere per provocare l'impatto dei suoi frammenti con il satellite stesso, distruggendolo o mettendolo fuori uso.

Anche se non è stato oggetto di sperimentazione ufficiale per lunghi anni, si suppone che il sistema IS sia ancora operativo. Si veda, in particolare, Grego (2006).

mentre gli statunitensi vararono il missile ASM-135A,¹⁰⁶ che, nel 1985, intercettò con successo un satellite.

Progressivamente, si cominciò però a ritenere che il lancio di armi ASAT fosse altamente improbabile, in ragione degli enormi danni che avrebbero potuto derivare agli strumenti spaziali dell'intera umanità dallo scoppio di un'escalation di violenza in orbita. Andava, infatti, considerato il loro potenziale destabilizzante sugli equilibri geopolitici mondiali.

Nel 1982 l'Unione Sovietica, proprio ritenendo piuttosto bassa la possibilità che si verificasse un attacco ASAT, a causa degli alti rischi che questa iniziativa avrebbe comportato a livello globale, abbandonò volontariamente la sperimentazione di armi ASAT, aderendo ad una moratoria. Nel 1985 anche gli Stati Uniti smisero la sperimentazione sul proprio sistema ASAT "*Air-Launched Miniature Vehicle*" (ALMV).

Queste iniziative non posero evidentemente fine alla ricerca in campo ASAT da parte dei due Paesi, che anche negli anni successivi vi dedicarono, comunque, importanti risorse, anche investendo nel campo degli assetti di difesa missilistica,¹⁰⁷ campo peraltro significativamente liberalizzato dopo il ritiro unilaterale dal Trattato ABM da parte statunitense nel 2002.¹⁰⁸

Contestualmente, cominciò ad incontrare un certo interesse il comparto ASAT dedicato alle armi ad energia diretta, mediante l'impiego di laser e microonde in grado di mandare in *jamming* un satellite per le comunicazioni militari o di accecare i sensori dei satelliti per l'osservazione terrestre.¹⁰⁹

¹⁰⁶ Si trattava di un sistema ASAT del tipo ALMV, un sistema missilistico a due stadi lanciato da un caccia F-15 ad alta quota e destinato ad abbattere satelliti posizionati in orbite basse mediante energia cinetica. Rispetto al sistema co-orbitale IS di fabbricazione sovietica, il sistema statunitense ALMV presentava il vantaggio di non rendere necessarie manovre orbitali particolarmente complesse per la messa in orbita del dispositivo ASAT e di accorciare i tempi di attesa per l'abbattimento del satellite.

¹⁰⁷ Le tecnologie sviluppate nel comparto ABM, riferendosi a sistemi missilistici a lungo raggio, si prestano al duplice impiego anche nel settore delle armi ASAT. Paradossalmente, in questo settore potrebbero risultare addirittura più letali. Un sistema satellitare, infatti, per la natura prevedibile del suo moto in orbita, è molto più vulnerabile di un missile lanciato in un momento inatteso da un altro Paese. I satelliti sono inoltre solitamente sprovvisti di sistemi di difesa.

¹⁰⁸ Il Trattato ABM fu siglato nel 1972 e conteneva il divieto di sviluppare, testare o impiegare sistemi anti-missilistici, prevedendo un sistema di verifica del trattato stesso basato, a sua volta, su sistemi satellitari del tipo impiegati per le attività di "*early warning*".

¹⁰⁹ Dettagliando sul piano tecnico, le armi satellitari si dividono in due principali categorie:

- armi ad energia cinetica (*able to hit*), dette anche "*Kinetic-Energy ASAT*" (KE-ASAT);

Con la fine della guerra fredda ed il declino del confronto per la supremazia strategica bipolare, lo spazio parve perdere di centralità nel quadro delle dinamiche geopolitiche mondiali, non costituendo più una frontiera di confronto militare tra USA e URSS.

In effetti, il confronto per l'utilizzo dello spazio a fini militari appare oggi multipolare, piuttosto che bipolare.

Di fatto però, l'affermarsi di dottrine militari di tipo “*network-centric*”, volte al possesso della massima consapevolezza (“*situational awareness*”) delle condizioni vigenti nel campo di battaglia (considerato in tutte le sue componenti: terrestre, aerea, marittima e spaziale, nonché informatica), accompagnate dalla predisposizione da parte dell'industria militare di nuovi sistemi d'arma in grado di integrare al massimo i componenti del C4I, hanno reso evidente la centralità della dimensione spaziale nella concezione degli assetti tattici e strategici dei moderni dispositivi di difesa nazionale.¹¹⁰

Per questo motivo, il comparto ASAT non è stato trascurato nemmeno in questi ultimi anni,¹¹¹ anche se il proliferare di assetti spaziali dedicati a fini civili e commerciali, oltre che militari, rende ancora più cruciale la necessità di uno spazio sicuro, quindi esente da aggressioni e soprattutto privo di detriti. In questo quadro, come già anticipato, il fattore di rischio maggiore può essere rappresentato da iniziative terroristiche pianificate da entità o da Stati “che non hanno nulla da perdere”.

Alla luce del ruolo tattico militare che satelliti e apparati spaziali possono avere in settori come le telecomunicazioni militari o l'osservazione terrestre, anche a fini di

- armi impiegabili per provocare interferenze con apparecchiature elettroniche allestite su satelliti (*able to jam*).

Tra queste si citano, in particolare, i dispositivi ad energia diretta (“*Directed Energy Weapons*” - Dew), in forma di laser, microonde (frequenze radio) e fasci di particelle. Le Dew possono colpire il bersaglio alla velocità di 300.000 km/s. Le armi a radiofrequenza circondano il bersaglio con intense radiazioni che inducono voltaggi letali nei circuiti elettronici. Quelle a particelle inviano fasci di energia che possono penetrare nell'oggetto colpito, provocandone l'implosione.

Tra i primi sistemi ASAT laser si ricorda lo statunitense MIRACL, un laser chimico con lancio da terra che trovò implementazione tra il 1989 e il 1990, la cui sperimentazione continuò per tutti gli anni '90, seppur a più riprese, e la cui pericolosità indusse la Russia a chiedere la negoziazione di un accordo sulle armi ASAT.

¹¹⁰ In particolare, nel corso della prima Guerra del Golfo, fu evidente che il controllo dello spazio e dei sistemi di comunicazione che vi operano possono avere effetti importanti sull'andamento delle operazioni terrestri. Circa un terzo di tutte le bombe lanciate nel corso delle Operazioni “*Enduring Freedom*” e “*Iraqi Freedom*” era guidato dai satelliti. Entro il 2010, è probabile che la maggior parte delle bombe utilizzate dagli Stati Uniti in qualsiasi conflitto saranno guidate da satelliti.

¹¹¹ In particolare, negli Stati Uniti l'amministrazione Bush ha rinnovato l'impegno in questo settore, come è emerso dal *Report* divulgato nel 2001 dalla Commissione USA per la Sicurezza Nazionale e l'Organizzazione Spaziale presieduta da Donald Rumsfeld (convinto promotore della supremazia USA nello spazio).

intelligence, non va però trascurata la possibilità che singoli Stati mostrino i muscoli per scoraggiare attività spaziali ritenute in contrasto con i propri interessi nazionali.

In questo quadro, l'episodio più significativo di questi ultimi anni ha avuto luogo, come già anticipato, nel mese di gennaio 2007, quando la Cina ha portato a termine con successo l'abbattimento di un proprio vecchio satellite meteorologico¹¹² a circa 800 km di altezza con un apparato ASAT.¹¹³ Tale altezza sarebbe consistente, pari a quella a cui sono localizzati i satelliti IMINT giapponesi e statunitensi.¹¹⁴ Proprio questa circostanza ha provocato non poca apprensione negli osservatori occidentali, i quali si sono subito interessati alle reali capacità di puntamento del Paese asiatico, anche alla luce dei progressi fin qui compiuti dalle Autorità spaziali di Pechino nei settori del *jamming* e delle armi DEW.¹¹⁵

Il dilemma principale rimane se si sia trattato veramente di un lancio in grado di raggiungere, in altezza e per capacità di controllo, un bersaglio in orbita a quell'altezza, o se l'attacco sia stato simulato tramite un'esplosione auto-indotta e programmata nei dispositivi stessi del satellite o diretta da terra. Nel primo caso, evidentemente, le inquietudini per il potenziale pericolo rappresentato dallo sviluppo di queste capacità da parte cinese sarebbero giustificate, considerando che i satelliti spia americani sono dislocati esattamente alla stessa altezza in orbita.

Per quanto riguarda il futuro della ricerca ASAT, nonostante i vari programmi nazionali siano coperti dal più stretto riserbo, paiono affermarsi tendenze volte al miglioramento dei sistemi di propulsione e di *tracking* ed, in genere alla riduzione, della dimensione degli apparati. Anche tutto il comparto dei laser e delle armi ASAT ad energia diretta presenta poi interessanti margini di miglioramento tecnologico, mentre alla luce dei

¹¹² Segnatamente, il satellite abbattuto era il Fengyung 1-C (FY-1C) (1.390 Kg), sviluppato dalla "Shanghai Academy of Space Technology" per "Aerospace ESIC", lanciato nel 1999. Si tratta di un satellite ad infrarossi per l'analisi degli strati nuvolosi, utilizzato per le previsioni meteorologiche con specifico riferimento a tifoni e tempeste di sabbia, con una vita operativa di 3 anni, in grado di trasmettere dati aggiornati ogni 30'.

¹¹³ Si veda, ad esempio, l'articolo "*China's Space Odyssey*", in "The Wall Street Journal Europe", 23 gennaio 2007.

¹¹⁴ Gordon Johndroe, della "National Security Agency" statunitense, avrebbe immediatamente esternato la preoccupazione del proprio Paese per un atto non in linea con lo spirito di cooperazione cui entrambe le Nazioni dovrebbero aspirare per il mantenimento di una convivenza civile nello spazio.

¹¹⁵ Si veda, ad esempio, l'articolo di Craig Covault "*Chinese Anti-Satellite [ASAT] Capabilities*", accessibile al sito internet

http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=awst&id=news/CHI01177.xml, gennaio 2007.

rischi associati a minacce di tipo asimmetrico, diventa sempre più sentita l'esigenza di predisporre sui satelliti assetti di difesa in grado di proteggere il sistema stesso da attacchi in orbita.

2.3.2 I sistemi di lancio

Come già anticipato al par. 1, in orbite inferiori ai 150 km di altitudine non è tecnicamente possibile lanciare un oggetto in orbita. Ad orbite circolari a bassa quota, la velocità minima possibile per la rotazione è di 8 km/sec, al di sotto della quale l'oggetto tende a ricadere nell'atmosfera. Maggiore è la velocità di lancio, maggiore sarà l'eccentricità dell'orbita. A volte, si effettua un lancio in orbite basse per poi attuare una manovra di apogeo e raggiungere un'orbita circolare più elevata, ad esempio l'orbita geostazionaria, operazione che rende necessaria peraltro una grande quantità di carburante.¹¹⁶

L'operazione di lancio di un satellite è costosa in termini di energia, in misura diversa a seconda dell'altitudine di destinazione e del peso dell'oggetto lanciato.

Un altro fattore determinante nel definire la quantità di energia necessaria ad un lancio è dato dalla latitudine del sito da cui si effettua il lancio stesso: ad esempio, per il raggiungimento delle orbite equatoriali sono più convenienti lanci all'altezza dell'equatore, considerando che lanci più inclinati rendono necessarie costose spinte per lo spostamento del piano orbitale del satellite fintanto che non avrà raggiunto quello di destinazione.

Per quanto riguarda, invece, i lanci in orbita bassa e media, questi possono essere suddivisi in categorie a seconda della massa lanciata:

- lanci pesanti, superiori ai 2000 kg, vengono garantiti dallo Shuttle (precluso però ai lanci commerciali) o da grossi vettori come il russo *Proton* o lo statunitense *Titan*;

¹¹⁶ Alternativamente, può essere previsto anche un lancio in orbita supersincrona, ovvero con apogeo superiore ai 36.000 km, che permetterebbe il degrado dell'orbita fino a raggiungere la geostazionaria con minor utilizzo di carburante.

Va anche considerato che il carburante necessario per immettere un satellite in orbita geostazionaria deve bastare a permettere la vita operativa del satellite, pari a 10-15 anni e soprattutto a favorirne lo spostamento a fine ciclo, che considerando l'"affollamento" di quell'orbita, va messo in previsione.

- lanci medi, compresi tra i 1000 e i 2000 kg, trovano la soluzione più conveniente nel lanciatore russo *Sojuz*, attualmente commercializzato da Arianespace;
- lanci piccoli, inferiori ai 1000 kg, possono essere configurati anche con missili ICBM convertiti in lanciatori, anche se più comunemente i satelliti di queste dimensioni vengono inseriti nell'ambito di lanci multipli di categoria superiore.

I vettori usati per i lanci, vengono, quindi, dotati di quantità di propellente variabile a seconda della portata e dell'altezza da raggiungere. Si tratta comunemente di razzi a più stadi, costituiti cioè da moduli che generano combustione in sequenza e che, man mano, vengono abbandonati nel corso della traiettoria del lancio (in questo caso si parla, infatti, di “vettore spendibile”), una volta che hanno svolto la loro funzione di spinta, alleggerendo progressivamente il corpo del vettore stesso.¹¹⁷

2.3.3 La Stazione Spaziale Internazionale

La Stazione Spaziale Internazionale (SSI), situata, dal 2000, in orbita LEO a 350 km di altitudine, costituisce attualmente l'unica base permanente dedicata ad attività scientifica presente nello spazio, dopo l'abbandono dei programmi SkyLab (statunitense) e Mir (russo).

La SSI viene finanziata congiuntamente da cinque grandi Agenzie spaziali, ovvero CSA (canadese), ESA (europea), NASA (statunitense), RKA (russa) e JAXA (giapponese) e beneficia dell'apporto di altre collaborazioni, tra cui quella con l'Italia, che vi partecipa sia in qualità di membro dell'ESA, che di partner nazionale.

La SSI rappresenta l'esperienza di cooperazione spaziale multilaterale più significativa degli ultimi anni, con un totale di 16 Stati coinvolti, 56 lanci effettuati al 2006 e una spesa complessiva di oltre 100 miliardi di USD. Ha, inoltre, svolto un ruolo chiave nello sviluppo di capacità tecniche e scientifiche, di cui hanno beneficiato tutti i partner. La SSI è stata concepita sulla base di progetti nazionali, come la stazione russa Mir-2 o la statunitense *Freedom*, e prevedeva moduli apportati dai singoli membri del consorzio.

¹¹⁷ Alternativamente, sarebbe possibile attuare il lancio con un vettore riutilizzabile, i cui costi di recupero e ripristino superano, però, quelli dei lanciatori composti da più stadi

La costruzione della SSI si è rivelata molto impegnativa, anche finanziariamente, rendendo necessari circa 40 viaggi nello spazio, principalmente attuati dallo Shuttle, ma anche mediante l'impiego dei vettori russi *Proton* e *Sojuz*, più numerosi altri voli di rifornimento per la successiva operatività, con altri vettori, tra cui probabilmente, in un futuro prossimo, anche il vettore europeo ATV e il giapponese HTV.

La stazione è allestita per poter ospitare in via permanente fino a 3 astronauti, anche se, in via occasionale, ne può contenere molti di più e, nella sua versione finale, prevista per il 2010, dovrebbe essere strutturata in 10 moduli allestiti per 6 astronauti, tra i quali il *Columbus* dell'ESA, che ha agganciato la base all'inizio del 2008.¹¹⁸

Sul piano geopolitico, gli aspetti più significativi che riguardano la SSI sono correlati ad un eventuale ampliamento della base di partecipazione al progetto. In particolare, tra il 2003 ed il 2004, a ridosso del successo del suo primo invio di un astronauta nello spazio, la Cina avrebbe avanzato una richiesta di ingresso. Gli Stati Uniti parrebbero però aver reagito freddamente e la Cina avrebbe successivamente annunciato la volontà di intraprendere la strada di una stazione orbitante indipendente.

¹¹⁸ Oltre al *Columbus*, tra i moduli già montati si citano i russi *Zarya* e *Zvezda* e i moduli statunitensi *Destiny*, *Unity (Node 1)* e *Harmony (Node 2)* - quest'ultimo lanciato il 7 novembre 2007. I moduli ancora non in orbita sono, invece, il *Kibo* (Giappone), il "*Multipurpose Laboratory Module*" (Russia), il *Node 3* (Italia), la cupola ed il magazzino.

CAPITOLO 3

PROGRAMMI SPAZIALI E SICUREZZA: PROSPETTIVE NAZIONALI E ATTUALI ASSETTI DELLA COOPERAZIONE INTERNAZIONALE DI SETTORE

1. Introduzione 2. Il caso statunitense 3. Il caso russo 4. Il caso cinese 5. Cenni alla politica spaziale europea 6. Il caso italiano 7. Il caso iraniano 8. Il caso indiano 9. Cenni ai recenti sviluppi nelle capacità spaziali di Stati emergenti.

3.1 INTRODUZIONE

A tutto il 2006, Stati Uniti e Russia risultavano aver lanciato più di 4.800 satelliti militari, contro gli 80-90 del resto del mondo.¹¹⁹

Oltre alle due grandi potenze, solo Gran Bretagna, NATO e Cina sono stati, per lungo tempo, gli unici altri attori in possesso di satelliti militari dedicati. Tale situazione è durata fino alla fine degli anni '80. Successivamente, in progressione, diversi altri Stati hanno messo in orbita apparati spaziali a supporto della propria difesa nazionale: nella maggior parte di casi si trattava di satelliti per le telecomunicazioni sicure e per attività di “*reconnaissance*”. Più di recente, le industrie nazionali di Paesi come Israele, Australia, Francia, Germania, Giappone, Italia e Spagna hanno sviluppato anche satelliti militari dedicati ad attività di “*early warning*”, SIGINT e navigazione, materie che, per un lungo periodo, sono state appannaggio di pochi Stati.

Ancora oggi molti altri Paesi, non avendo la possibilità di disporre di satelliti militari dedicati, si affidano ad applicazioni “*dual use*”, anche sfruttando le capacità operative di satelliti del comparto commerciale (ad esempio, nelle telecomunicazioni non classificate o nell’*imagery*). Altre volte, vengono addirittura sottoscritti accordi di

¹¹⁹ Dati tratti da “*Space Security 2007*”, luglio 2007, pubblicazione accessibile al sito <http://www.spacesecurity.org/SSI2007.pdf>.

partnership per la condivisione di apparati non di proprietà, o semplicemente vengono acquistati i dati e le immagini provenienti da providers internazionali.

Durante la Guerra Fredda, nel quadro di una logica fondamentale bipolare, l'alleanza con gli Stati Uniti o con l'URSS garantiva di fatto l'accesso ai dispositivi ed alle capacità spaziali di una o dell'altra parte. Attualmente, lo spazio presenta, invece, una accessibilità più capillare, sempre maggiore grazie alla diffusione della tecnologia ed all'abbassamento dei costi. In questa dinamica si inserisce la proiezione, anche sul piano spaziale, della contrapposizione tra Paesi fautori di un'ottica unipolarista, quali gli Stati Uniti e Paesi votati invece ad una forte egemonia regionale, come Cina e Russia, che puntano al multipolarismo e che utilizzano il comparto in parola a scopi difensivi, ma soprattutto come chiave per inserirsi in contesti di collaborazione internazionale che vedono protagonisti, ormai a tutti i livelli, anche Paesi tradizionalmente legati ad alleanze strategiche con gli stessi Stati Uniti.

Nel corso del presente capitolo verranno passati in rassegna i principali assetti spaziali di alcuni Paesi il cui ruolo viene ritenuto particolarmente significativo sulla scena internazionale in questo settore. In particolare, oltre ai casi di Stati Uniti, Russia e Cina, si è valutato opportuno considerare l'evoluzione della politica spaziale europea, che rivendica una crescente autonomia in questo settore dagli Stati Uniti, dell'Italia, come caso nazionale di interesse e di alcuni Stati emergenti, soffermandosi in particolare sui casi di Iran ed India, l'uno impegnato da tempo nell'affermare di fronte alla Comunità Internazionale il proprio diritto di perseguire programmi "*dual use*" a scopi civili, l'altra, in quanto coinvolta in partnership di sicuro interesse con Russia e Cina, ma allo stesso tempo legata a programmi di avanguardia con gli USA.

3.2 IL CASO STATUNITENSE

La politica geospaziale degli Stati Uniti, che risale all'inizio del XXI secolo, ha assunto inizialmente i connotati del programma di difesa missilistica nazionale (NMD), sotto la direzione della "*Missile Defense Agency*" del Pentagono. Negli ultimi anni, in particolare a seguito delle evidenze circa attività sperimentali in campo balistico intercontinentale sviluppate da Paesi come la Corea del Nord o l'Iran, ritenuti capaci di

azioni ostili contro gli interessi statunitensi ed occidentali in genere, è rimasto attuale l'utilizzo dello spazio a fini militari dettato da esigenze di difesa antimissile.

La progressiva implementazione di sistemi d'arma sempre più sofisticati e fortemente dipendenti da sistemi satellitari, ha però evidenziato i rischi a cui sono esposti i moderni apparati di rilevamento e puntamento statunitensi. Ad esempio, nel 2003, nel corso della campagna contro Saddam Hussein, le forze irachene sono state in grado di creare problemi alle capacità spaziali americane, mediante l'utilizzo di *jammer* di fabbricazione russa, in grado di interferire col segnale GPS.

In quell'occasione fu evidente come la marcata dipendenza delle Forze armate statunitensi dai satelliti avrebbe incentivato i Paesi ostili a colpirli, in quanto strumenti sensibili ad alto potenziale strategico.

Nel 1997 l'USSSPACECOM¹²⁰ ha pubblicato un documento programmatico, noto come "*Vision for 2020*", che interpretava lo sviluppo di capacità militari statunitense in campo spaziale con finalità di supremazia quale forma di garanzia e tutela degli interessi nazionali, in particolare delle proprie attività commerciali e militari nello spazio, contro possibili rischi che potessero derivare dall'utilizzo ostile dello spazio da parte di altri Stati.

La dottrina elaborata dall'USSSPACECOM ha trovato ampio sostegno negli ambienti della Difesa statunitensi, che hanno tradotto l'orientamento descritto in assetti organizzativi e previsioni di bilancio.¹²¹

Nel gennaio 2001, un rapporto pubblicato dalla Commissione Rumsfeld¹²² sottolineava l'opportunità di sostenere la presenza americana nello Spazio per prevenire possibili minacce alla sicurezza militare degli Stati Uniti, spingendosi fino al punto di parlare della necessità di prevenire un'eventuale "Pearl Harbor spaziale" e, di fatto, riproponendo scenari da guerre stellari.

¹²⁰ L'USSPACECOM è un Comando interforze dedicato all'implementazione della politica militare spaziale, costituito, nell'ambito del Dipartimento della Difesa statunitense (DoD), dai tre Comandi AFSPACECOM, NAVSPACECOM e USARSPACE. L'USSPACECOM coordina le operazioni di "*early warning*", "*space control*" e supporto tattico al servizio delle Forze Armate e dei Comandi militari statunitensi.

¹²¹ Per il quadriennio 2003-2007 il Pentagono ha chiesto uno stanziamento di 1,6 miliardi di USD allo scopo di sviluppare laser installati nello Spazio e veicoli killer cinetici in grado di intercettare e distruggere missili balistici (e satelliti).

¹²² Segretario della Difesa per l'amministrazione Bush, dal 2001 al 2006, noto per le sue posizioni *neocoon*.

Nel febbraio 2001, a Monaco di Baviera, nel corso di un incontro dei ministri della Difesa della NATO, lo stesso Rumsfeld propose agli alleati di prendere parte, congiuntamente agli Stati Uniti, ad una nuova dottrina globale antimissile.

Il Rapporto Quadriennale sulla Difesa statunitense, diffuso nell'autunno del 2001, auspicava il rafforzamento della sorveglianza militare dello Spazio, dei sistemi di comunicazione e di altre stazioni orbitanti, enunciando, in un passaggio chiave, la necessità di impedire l'uso dello Spazio alle nazioni ostili, assunto che di fatto giustificava anche la possibilità di ostacolare l'attività spaziale di altri Stati e di sviluppare armi ASAT.

L'attacco alle torri gemelle, nel settembre 2001, ha reso ancora più importante per l'Amministrazione statunitense, impegnata nella lotta alla minaccia asimmetrica imposta dal terrorismo, il poter disporre di sistemi di rilevamento satellitare efficaci. La Casa Bianca ha, di conseguenza, investito ulteriori risorse nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie spaziali impiegabili, direttamente o indirettamente, a fini militari, avviando, nel contempo, programmi per la realizzazione di assetti ASAT e di sistemi di sensori per l'intercettazione spaziale (necessari alla difesa anti-missile).

In un documento reso pubblico dal DoD nel 2002, il "*Nuclear Posture Review*", veniva auspicato l'uso delle installazioni spaziali per potenziare le capacità offensive convenzionali e nucleari.¹²³

Nel quadro di questo vero e proprio "salto in avanti" statunitense per accaparrarsi il predominio del cosmo, da attuarsi eventualmente anche mediante il dispiegamento di armi nello Spazio, appare chiaro come il dibattito circa l'applicazione di una legislazione più incisiva in materia, con l'eventuale previsione di organismi internazionali deputati ad attività di controllo, regolamentazione e sanzione in ambito spaziale, non abbia trovato interlocutori concordi nell'ambito dell'Amministrazione statunitense.

A conferma di questo orientamento, vi è il fatto che l'Amministrazione Bush, nel 2002, abbia addirittura optato per il ritiro degli USA dal Trattato ABM, rimuovendo di fatto il divieto trentennale all'installazione di basi di missili balistici nello Spazio da parte delle superpotenze. Si è indubbiamente trattato di un atto forte, con cui gli USA hanno

¹²³ In questo quadro, nell'autunno del 2002, l'USSSPACECOM è confluito nell'USSTRATCOM, un organismo deputato, tra le altre questioni, al controllo delle forze nucleari americane, dando vita ad un ente unificato, responsabile dei sistemi di preallarme, di difesa missilistica e di prevenzione degli attacchi a lungo raggio.

espresso la volontà di svincolarsi da qualsiasi limitazione in grado di influire sulla propria proiezione nello spazio.

A supporto della stessa, il Pentagono ha potuto coordinare i propri sforzi e quelli della NASA con quelli dei colossi dell'industria del settore (Lockheed-Martin, Northrop Grumman, Boeing e Raytheon), favorendo lo sviluppo di tecnologie “*dual use*” che garantiscano, al contempo, la predominanza militare ed una significativa presenza delle imprese statunitensi nel comparto commerciale del settore satellitare.

Le importanti implicazioni per la difesa nazionale del rilancio del programma spaziale, annunciato da Bush nel gennaio 2004, hanno comportato il rafforzamento delle competenze del Pentagono in questo ambito, in particolare per ciò che riguarda l'implementazione dei sistemi satellitari militari nelle orbite basse, ma anche riguardo allo sviluppo avanzato di sistemi di lancio, mentre per la NASA si profila il ruolo di agenzia dedicata all'esplorazione del sistema solare (Luna, Marte, altri corpi planetari),¹²⁴ anche se evidentemente lo sviluppo di applicazioni in un ambito potranno avere ricadute di interesse anche per l'altro.¹²⁵

Nel 2010 termineranno le missioni dello Shuttle, e nel 2016 verrà completata la SSI,¹²⁶ il che orienterà sempre più le attività della NASA verso lo Spazio remoto e la ricerca scientifica. In questo quadro, alla NASA potrebbe essere affidato l'obiettivo ambizioso

¹²⁴ Questo orientamento è stato definito a seguito del lavoro della Commissione d'inchiesta incaricata a suo tempo di valutare l'incidente del Columbia del 1° febbraio 2003, nell'ambito di consultazioni tra i rispettivi rappresentanti, con il coordinamento del “*National Security Council*”.

La razionalizzazione della materia è stata imposta anche dalle prestazioni sempre crescenti di Paesi come la Cina e la Russia, protagonisti di voli con equipaggio, seppur dotati di budget spaziali inferiori a quello della NASA.

La scelta di affidare la competenza sulle orbite basse al Ministero della Difesa, è spiegabile con:

- il venir meno del ruolo della NASA nel campo delle telecomunicazioni spaziali;
- la rimozione dei *payload*, militari e commerciali, dallo Shuttle dopo l'incidente del Challenger;
- la fine della ricerca sui vettori non riutilizzabili, affidata al ministero della Difesa;
- il progressivo passaggio della produzione di sistemi di telerilevamento al comparto industriale.

¹²⁵ Si pensi ad esempio all'utilità che potrebbero rivestire, anche per il settore spaziale militare, possibili sperimentazioni attuate dalla NASA nel quadro del programma “*Near Earth Objects*” (NEO) e finalizzate a valutare l'impiego di vettori nucleari per colpire asteroidi in rotta di collisione con la Terra, allo scopo di scongiurare un eventuale impatto con il nostro pianeta.

¹²⁶ In prospettiva, gli Stati Uniti concepiscono le attività all'interno della SSI come funzionali allo studio dell'impatto sulla salute umana della permanenza nello spazio, pensandola come una sorta di laboratorio sperimentale per viaggi spaziali a lungo raggio, anche verso la Luna e verso Marte.

di sviluppare una propulsione nucleare per voli con equipaggio verso la Luna e Marte.¹²⁷

L'obiettivo temporale per il ritorno sulla Luna è fissato tra il 2015 e il 2020. Ancora più a lungo termine è prevista l'esplorazione di Marte, pianificata per il 2030, ma naturalmente lo scadenario definitivo andrà valutato alla luce di quelle che saranno le evoluzioni tecnologiche del settore nei prossimi anni.

Successivamente al ritiro dello Shuttle,¹²⁸ i voli umani statunitensi nello spazio verranno garantiti dalle capsule Orion, che con il sistema di lancio Ares, costituiranno il nuovo veicolo di esplorazione spaziale CEV (*Crew Exploration Vehicle*), da utilizzare per voli umani diretti sia alla SSI che all'orbita lunare. Lo sviluppo del CEV¹²⁹ rientra nell'ambito del programma denominato *Constellation*,¹³⁰ cui verranno destinati nei prossimi 5 anni, circa 23 miliardi di Dollari.¹³¹ Oltre che ai voli con equipaggio, il CEV sarà in grado anche di garantire voli di servizio per la SSI.¹³² Nel novembre 2007, l'Amministratore della NASA, Mike Griffin, ha chiarito che non sarà possibile realizzare un volo del nuovo sistema Orion/Ares prima del 2015.

Ciò significa, in buona sostanza, che gli Stati Uniti, non disponendo di idonei mezzi propri, non saranno in grado, per alcuni anni, di mandare autonomamente in orbita i

¹²⁷ Con particolare riferimento al progetto *Prometheus*, finalizzato allo sviluppo di razzi in grado di trasportare una missione umana su Marte. L'impiego di vettori a propulsione nucleare risulterebbe utilissimo per ridurre drasticamente i tempi di un tale viaggio.

¹²⁸ L'interruzione dei voli dello Shuttle è resa necessaria anche dall'opportunità di evitare di dover affrontare un nuovo, costoso, processo di ricertificazione, che verrebbe a scadere proprio nel 2010, come previsto dal Comitato di investigazione sull'incidente del Columbia.

¹²⁹ I test di volo del sistema Orion/Ares inizieranno a partire dal 2008 e serviranno per mettere a punto l'efficacia del sistema di fuga delle varie fasi di lancio. Seguiranno test per la messa a punto dell'aborto di missione nelle varie condizioni (aborto di lancio sulla piattaforma, in volo subsonico, supersonico, in condizioni di avvistamento e ad alta quota), nonché prove per il vettore Ares I e per la capsula Orion. Vedasi, a questo proposito, i contenuti della pagina web http://www.nasa.gov/mission_pages/constellation/news/constellation_briefing_092207.html.

¹³⁰ Più dettagliatamente, il programma *Constellation* è concepito come un insieme di sistemi che daranno all'uomo la possibilità di viaggiare ed esplorare il sistema solare. Tali apparati comprenderanno assetti per la messa in orbita, l'esplorazione della superficie, sistemi per la produzione di energia, sistemi per le comunicazioni, strumentazione scientifica e congegni robotici per l'esplorazione e per il supporto delle missioni umane, pensati per ridurre costi e rischi. Per approfondimenti, si veda il sito <http://www.globalsecurity.org/space/systems/vse.htm>.

¹³¹ Si veda, in <http://www.dedalonews.it/it/index.php/11/2007/griffin-nasa-servono-altri-due-miliardi-di-dollari-per-orion/>, l'articolo di G. di Bernardo, "*Griffin (NASA): servono altri due miliardi di dollari per Orion*", del 17 novembre 2007.

¹³² Con l'implementazione del CEV, è venuta meno l'esigenza di continuare a sviluppare l'aereo spaziale orbitale (OSP - *Orbital Space Plane*) e il programma NGLT (*Next Generation Launch Technology*), che sono, infatti, stati dismessi come conseguenza della "*New Vision for Space Exploration*", annunciata nel 2004.

propri astronauti, trovandosi costretti a rivolgersi ai russi per disporre dell'unico veicolo per voli con equipaggio disponibile, oltre alla cinese Shenzhou, ovvero la Sojuz,¹³³ o perfino agli europei, per voli cargo.

Nel periodo 2010-2016, in cui gli Stati Uniti prevedono ancora di partecipare al progetto della SSI, l'utilizzo della Sojuz diverrebbe quindi fondamentale.

Anticipare lo sviluppo di Orion comporterebbe costi enormi ma, del resto, l'incertezza nelle prospettive dei contatti tra Usa e Russia impone prudenza nel valutare le eventuali future evoluzioni della politica di cooperazione di Mosca verso gli Usa in campo spaziale.

Il Pentagono e le principali Agenzie di intelligence si concentreranno, invece, sul fronte della sicurezza. L'obiettivo prioritario rimane lo sviluppo di un sistema di difesa integrato aria-spazio che conferisca agli Stati Uniti il predominio dello spazio vicino alla Terra, allo scopo di prevenire la competizione di altre potenze. Per ottenere questa posizione, si punta innanzitutto all'implementazione:

- di sistemi di propulsione ipersonica e transatmosferica, per l'applicazione ad operazioni di ricognizione e di attacco a risposta rapida;
- di sistemi satellitari utili ad attività di supporto in orbita, come il rifornimento di carburante e la manutenzione, o con funzioni di ispezione o neutralizzazione rispetto ad assetti nemici;
- di sistemi spaziali che proteggano dalle interferenze e/o dagli attacchi di Paesi nemici.

Per quanto riguarda le armi ASAT, nel novembre 2003 l'Air Force ha diffuso un rapporto contenente nuove specifiche tecniche e progettuali in questo settore. Gli Stati Uniti puntano, in particolare, a sofisticati dispositivi che potrebbero essere sviluppati entro il 2010, fra i quali si rilevano in particolare:

- armi ad energia diretta (laser) per lo sviluppo di sistemi terrestri in grado di colpire satelliti per comunicazioni e telerilevamento (attacco da terra a spazio);

¹³³ Questa prospettiva è complicata dall'esistenza di un trattato di non proliferazione destinato ad ostacolare i piani di armamento di Iran e Siria, che non permette agli USA di acquisire strumenti spaziali e servizi da Mosca, fatto possibile solo in base ad una deroga, che scade però nel 2011. Questa coincidenza di date probabilmente costringerà gli Stati Uniti a prolungare detta deroga, pena la sospensione temporanea, per alcuni anni, delle missioni umane statunitensi.

- armi ad energia cinetica con base al suolo;
- “micro-satelliti” per la perlustrazione dello Spazio;
- sistemi tattici di ricognizione e di raccolta di informazioni.

In futuro potrebbero addirittura essere messe a punto vere e proprie piattaforme orbitanti, in grado di danneggiare satelliti nemici mediante la disseminazione mirata di detriti lungo le orbite interessate (attacco da spazio a spazio).

Per quanto riguarda il settore dei vettori di lancio, gli Stati Uniti utilizzano attualmente i sistemi Delta e Atlas,¹³⁴ sviluppati nell’ambito del programma EELV (*Evolved Expendable Launch Vehicle*), che ha visto un significativo coinvolgimento dell’industria aerospaziale nazionale.¹³⁵

L’Aviazione statunitense presiede a tutti i lanci correlati alle attività spaziali militari, che vengono condotti dai cosmodromi di Cape Canaveral (Florida), Vandenberg (California) e dal Centro spaziale John F. Kennedy (Florida), da cui partono anche le missioni spaziali con equipaggio.

In un contesto commerciale in cui la domanda di lanci viene assorbita da un’offerta sempre più concorrenziale anche sul piano dei prezzi, in ragione della posizione sul mercato di Paesi come l’India o la Russia, gli Stati Uniti devono fare i conti con la necessità di agevolare i propri fornitori nazionali con sussidi e agevolazioni.

Nel comparto satellitare, invece, si registrano perplessità tra gli operatori in merito al mantenimento di misure restrittive sull’esportazione di satelliti USA a Paesi terzi, che, a fronte di un’offerta sempre maggiore di prodotti di qualità anche da fornitori non statunitensi e della tecnologia *off-the-shelf* sempre più diffusa, potrebbero essere indotti a non acquisire prodotti satellitari di fabbricazione USA.

Per quanto riguarda il settore satellitare militare, nell’agosto del 1996, il Ministero della Difesa statunitense ha approvato l’architettura del futuro sistema di comunicazioni satellitari militari (MILSATCOM), che opera lungo tre segmenti funzionali, ovvero sicurezza delle comunicazioni, banda larga e comunicazioni mobili.

¹³⁴ Fino al 2005 era impiegato anche il Titan 4B.

¹³⁵ Ad esempio, il Delta 4, un vettore in grado di trasferire un *payload* di 13.130 kg. in orbita geostazionaria, è stato sviluppato dalla Boeing, mentre Atlas 5, che nella versione più potente può portare 8.700 kg. in orbita geostazionaria, è stato progettato dalla Lockheed Martin.

L'intento era quello di convogliare tutti gli utenti che necessitavano di comunicazioni protette (sia forze tattiche impegnate in teatro operativo che forze strategiche) in un unico singolo sistema militare di comunicazioni, segnatamente il MILSTAR,¹³⁶ poi tradottosi in un sistema satellitare a funzionalità in “*Advanced Extremely High Frequency*” (AEHF), a partire dal 2006.

Per quanto riguarda la banda larga e le comunicazioni mobili, tali segmenti sono stati resi quanto più possibile accessibili al settore commerciale, per permettere di trarre il maggior vantaggio dalla tecnologia e dagli investimenti sviluppati nel mercato delle comunicazioni satellitari commerciali.

Nel 2002, il Ministero della Difesa statunitense ha commissionato ad una struttura appositamente istituita, il “*Transformational Communications Office*” (TCO), il coordinamento e l'implementazione di una profonda trasformazione nell'ambito delle comunicazioni militari, nota come “*Transformational Communications Architecture*” (TCA).

Si tratta di un insieme di misure di transizione volte allo sviluppo ed alla diffusione di nuove soluzioni comunicative basate sull'interoperabilità resa possibile dalle tecnologie internet. La TCA sostanzialmente consente la piena affermazione dei principi di “*Information Dominance*”, concretizzando:

- . la massima condivisione delle informazioni;
- . lo sviluppo degli elementi costitutivi della rete di informazione globale (*Global Information Grid - GIG*);
- . un coordinamento avanzato di procedure e regolamenti in materia di comunicazioni militari.

¹³⁶ Il MILSTAR è un sistema satellitare per le telecomunicazioni militari attivo dal 1994, a servizio della Difesa e del Comando Nazionale. Il sistema è operativo a supporto di missioni tattiche e strategiche, sia operando da terminali fissi che mobili. Nei prossimi anni il MILSTAR è destinato ad essere sostituito da sistemi AEHF, che diventeranno il sistema di riferimento per le comunicazioni sicure per le missioni tattiche e strategiche di difesa. In AEHF sarà, infatti, possibile sviluppare una rete 10 volte superiore in termini di capacità e 6 volte in termini di velocità di trasmissione dei dati (*channel data rates*) rispetto a MILSTAR, da utilizzare a supporto di attività militari terrestri, navali ed aeree, per operazioni speciali, operazioni nucleari strategiche, difesa anti-missile, operazioni spaziali e di intelligence. Il programma di telecomunicazioni in AEHF sarà basato sulla riconversione del sistema satellitare Pathfinder, già utilizzato per il MILSTAR.

Oltre a MILSTAR, tra i sistemi di comunicazione satellitare militare in uso si ricorda il “*Global Broadcasting Service*” (GBS), un sistema di trasmissione attivo dal 1990, in grado di trasferire in pochi secondi ad utenti della Difesa dotati di terminali mobili informazioni di interesse militare quali video, mappe, grafici, aggiornamenti atmosferici in forma digitale, superando i limiti della banda larga.

La nuova architettura, che si basa sostanzialmente sulla combinazione di comunicazioni militari satellitari (*Military Satellite Communications - MILSATCOM*) e sistema radio tattico congiunto (*Joint Tactical Radio System - JTRS*), rappresenta un sistema di comunicazioni simile ad internet, estremamente flessibile, esteso alla sfera spaziale, terrestre, aerea e marittima.

La componente satellitare di questa nuova architettura delle comunicazioni militari negli Stati Uniti gioca inequivocabilmente un ruolo fondamentale, incorporando le frequenze radio e i sistemi laser, in un assetto unico finalizzato a fornire al DoD comunicazioni ad alta capacità e sicure.

Tra i programmi spaziali attualmente in fase di sviluppo, concepiti per sostenere le esigenze della TCA, vanno citati in particolare:

- . il “*Wideband Gapfiller System*” (WGS), un sistema ad alta capacità in grado di supportare comunicazioni in banda X e Ka, utilizzabile sia per operazioni militari in tempo di pace, sia per comunicazioni tattiche tra i Comandi ed il teatro operativo. Il sistema WGS, il cui primo lancio era previsto per il 2007, una volta implementato diventerà il più potente sistema di comunicazione finora a disposizione del DoD statunitense;¹³⁷
- . il “*Mobile User Objective System*” (MUOS),¹³⁸ un sistema di comunicazione satellitare tattico di nuova generazione operante in banda stretta, sviluppato per migliorare le comunicazioni tattiche terrestri della Difesa. Diventerà operativo nel 2010¹³⁹ e garantirà un volume di informazioni in transito 10 volte maggiore a quello degli assetti per le comunicazioni UFO/FO. Le truppe USA disporranno inoltre di un canale più sicuro e meno esposto alle condizioni ambientali. Con

¹³⁷ Il WGS andrà a sostituire le funzionalità del sistema satellitare per le telecomunicazioni attivo fin dagli anni '70 “*Defense Satellite Communication System*” (DSCS), costituito da satelliti a copertura globale in banda X per comunicazioni sicure e comunicazioni strategiche in ambito USAF. Detto sistema garantisce comunicazioni tecniche in banda larga per le Forze Armate e per le Autorità nazionali della Difesa, ma anche in ambito diplomatico e per altre esigenze governative in materia di comunicazioni protette.

¹³⁸ Per maggiori dettagli tecnici sul programma MUOS si consulti, ad esempio, il sito della Lockheed-Martin (<http://www.lockheedmartin.com/products/muos/index.html>), che nel 2001 ha vinto l'appalto come Prime Contractor siglando un contratto di 2,1 miliardi di USD per la fornitura dei primi 2 satelliti e del segmento terrestre di MUOS. La stessa società è anche produttrice della piattaforma satellitare A2100, che sarà parte integrante del sistema.

Si consulti anche

http://space.skyrocket.de/index_frame.htm?http://www.skyrocket.de/space/doc_sdat/muos-1.htm.

¹³⁹ Il primo satellite MUOS è previsto in orbita per il 2009.

questo sistema anche le unità dislocate nei teatri più remoti o in aree abitualmente prive di accesso satellitare avranno maggiori possibilità di comunicazione. Di fatto, MUOS opererà come una sorta di *provider* di servizi di telecomunicazioni mobili su scala mondiale a supporto delle Forze statunitensi ed alleate, per dotare il combattente di capacità telefoniche e multimediali, convertendo un sistema di telefonia mobile in banda larga ad accesso multiplo (WCDMA) di nuova generazione in un sistema di comunicazione satellitare in UHF, utilizzando satelliti geosincroni al posto dei ripetitori;

il sistema in EHF “*Advanced Extremely High Frequency*” (AEHF),¹⁴⁰ basato su una costellazione di 4 satelliti che sarà in grado di supportare il trasferimento dati ad una velocità 150 volte superiore rispetto a quella attualmente in uso nei normali modem da 56 kbps, raggiungendo gli 8,2 mbps e di utilizzare più di 50 canali tramite collegamenti spazio-terra multipli e simultanei. Per assicurare comunicazioni globali, il sistema AEHF utilizza links trasversali inter-satellitari, eliminando l’esigenza di disporre di sistemi terrestri per l’instradamento dei messaggi;

il sistema “*Transformational Satellite Communications*” (TSAT), finalizzato a predisporre una rete integrata di comunicazioni sincronizzate, basate su satelliti e strutture terrestri, che si configura come una sorta di “internet spaziale”, fornendo collegamenti con la massima flessibilità ed immediatezza tra reti di comunicazioni militari e di ricognizione oggi attive, ma a sé stanti, garantendo alla Difesa ed alla comunità intelligence nazionale capacità di comunicazione più evolute per far fronte, con la massima prontezza, a minacce ed esigenze operative. Il TSAT rappresenta sostanzialmente il segmento spaziale della nuova TCA, concepito com’è con la finalità di estendere il GIG anche ad utenti sprovvisti di connettività terrestre. Sostanzialmente andrà a sostituire, in prospettiva, gli attuali assetti satellitari del MILSATCOM, nell’ambito di un sistema integrato che comprende *gateways* terrestri, dando origine ad un architettura delle telecomunicazioni simile a quella di internet, in grado di far comunicare in un unico circuito nodi per le telecomunicazioni spaziali, aerei,

¹⁴⁰ Per maggiori dettagli tecnici sui sistemi AEHF si consultino, ad esempio, i siti <http://www.Lockheedmartin.com/products/AdvancedExtremelyHighFrequencyEHF/index.html>; <http://globalsecurity.org/space/systems/milstar3>.

marittimi e terrestri. La completa strutturazione della rete di comunicazione globale così intesa, consentirà ad ogni unità impegnata in attività militari di generare, processare e inoltrare informazioni utili alle decisioni tattiche e strategiche. Verosimilmente, il protocollo internet (IP) vigente nel sistema TSAT sarà al servizio di migliaia di utenti in rete. Ciò consentirà di superare le limitazioni dei collegamenti *one-to-one* (punto-punto) e di avviare connessioni veloci e ad alta capacità a piattaforme satellitari ed aviotrasportate per l'ISR (*Intelligence, Surveillance, Reconnaissance*).

Il segmento spaziale, di fatto, integra gli aspetti della TCA a beneficio degli utenti mobili/tattici e dell'intelligence globale attraverso connessioni ottiche e collegamenti radio ad alta frequenza. In questo modo sarà in grado di comprendere anche gli utenti non raggiunti da fibra ottica, all'interno della GIG, dotandoli di connettività e di avanzate capacità di trasmissione di dati (audio, video, testo), realizzando un cambiamento rivoluzionario nel settore delle comunicazioni satellitari ad uso militare.

Se quanto sopra è stato definito puntualmente a livello programmatico, la realizzazione di molta della tecnologia sottesa a queste progettualità è ancora in fase di sviluppo. Anche in questo campo, l'amministrazione statunitense può comunque contare su numerose collaborazioni da parte dell'industria privata.¹⁴¹

Per quanto riguarda gli altri settori del comparto satellitare di interesse militare, si ricordano anche i seguenti progetti attualmente in fase di sviluppo negli Stati Uniti:

- **satelliti metereologici**

- . attualmente la Difesa statunitense si avvale del programma “*Defense Meteorological Satellite*”(DMSP), che sarà presto sostituito dal “*National Polar Orbit Operational Environmental Satellite System*” (NPOESS). Si tratta di un sistema di satelliti metereologici operativi in orbita LEO, che ingloberà gli strumenti attualmente a disposizione dei sistemi meteorologici

¹⁴¹ Ad esempio per la produzione di ricevitori ad accesso multiplo, per l'integrazione di terminali a tecnologia laser con unità aeree, per la predisposizione di adeguamenti alle antenne per le telecomunicazioni mobili etc.

militari e civili.¹⁴² Il primo lancio di un satellite nell'ambito del nuovo assetto è previsto per il 2013;

- **assetto per attività di “surveillance” ed “early warning”**

Lo “Space Surveillance Network” (SSN) è una componente cruciale della missione dell’USSTRATCOM e riguarda tutte le attività poste in essere dalla Difesa statunitense per scoprire, seguire, catalogare ed identificare oggetti di produzione umana orbitanti attorno alla terra, come satelliti (attivi o inattivi), stadi di lanciatori, detriti e frammenti.

Le finalità di questa attività sono in particolare:

- prevedere scientificamente quando e dove il corpo orbitante rientrerà in atmosfera;
- individuare la posizione, prevedendone il moto orbitale, degli oggetti spaziali;
- scoprire la presenza di nuovi oggetti in orbita;
- stilare un catalogo degli oggetti individuati;
- determinare a che nazione appartengono gli oggetti in fase di rientro nell’atmosfera, in modo da poter, qualora se ne ravvisasse la necessità, prendere opportune misure nel caso si verificassero incidenti;
- aggiornare la NASA circa possibili interferenze degli oggetti in orbita con le attività dello Shuttle o della struttura della ISS;
- individuare per tempo oggetti che, per forma e moto, potrebbero trarre in inganno gli assetti ABM, per scongiurare falsi allarmi.

Il SSN persegue il programma SPACETRACK, che si avvale di sensori ottici, radio (a frequenza passiva) e radar posizionati a livello mondiale. Tra le attività svolte, si segnalano in particolare, oltre alla già citata opera di catalogazione degli oggetti in orbita, eventuali alertamenti per attacchi ASAT, la notifica all’USAF della messa in orbita di nuovi satelliti, la verifica del rispetto dei trattati vigenti in materia spaziale. Il progressivo aumento del numero di satelliti e detriti in orbita, la complessità dell’orientamento delle traiettorie di lancio e l’utilizzo di orbite non convenzionali ad altitudini geosincrone, hanno reso la funzione del SSN

¹⁴² Il sistema meteorologico civile statunitense si basa sui satelliti “Geostationary Operational Environmental Satellite” (GOES) e “Polar Operational Environmental Satellite” (POES).

estremamente complessa, ma indubbiamente necessaria per monitorare il livello di sostenibilità delle attività spaziali.

I primi tentativi di catalogazione degli oggetti in orbita sono stati avviati alla fine degli anni '50, presso il "National Space Surveillance Control Center" (NSSCC), in Massachusetts.

I dati raccolti provenivano da svariati punti di osservazione, anche con la partecipazione di privati cittadini che segnalavano oggetti spaziali, osservati ad occhio nudo, ad analisti incaricati di utilizzare anche queste segnalazioni per prevedere i percorsi orbitali di questi apparati.

Con il lancio dello Sputnik, nel 1957, l'esigenza di seguire i percorsi degli oggetti spaziali in orbita terrestre divenne una necessità più stringente per la Difesa statunitense e venne, pertanto, messo a punto il sistema "Minitrack", che, tuttavia, era fortemente limitato dal fatto di non poter monitorare il movimento di satelliti non-cooperativi. In alternativa, venivano utilizzati potenti telescopi, videocamere Backer-Nunn, apparati fotografici capaci di identificare oggetti spaziali con immagini ad alta definizione.

L'USSPACECOM ha fatto fronte a questa missione grazie ad un vasto *network* costituito da stazioni radar terrestri e sensori ottici posizionati in 25 siti a livello mondiale.¹⁴³

L'SSN si avvale anche di un sensore situato nello spazio (*Space Based Visible Sensor* - SBV), posizionato sul satellite MSX (*Midcourse Space Experiment*) lanciato dall'Organizzazione per la Difesa ABM (*Ballistic Missile Defense Organization* - BMDO) nel 1996.

Tutti i dati del SSN e le informazioni raccolte dagli impianti citati vengono convogliate alla base aerea di Cheyenne Mountain, ove hanno sede i principali centri di ricerca nazionali per l'elaborazione delle simulazioni dei percorsi orbitali di supporto alla missione di controllo spaziale del Comando Spaziale statunitense,

¹⁴³ Tra questi, in particolare, va citato il "Ground-Based Electro-Optical Deep Space Surveillance" (GEODSS), un sistema implementato dal "Lincoln Laboratories" del MIT, costituito da telescopi ubicati in 3 postazioni fisse (Socorro, nel New Mexico, Maui, alle Hawaii, l'Isola di San Diego Garcia, nei Territori Britannici nell'Oceano Indiano), più una mobile (a Moron, in Spagna). Il sistema GEODSS può osservare oggetti oltre i 4.800 km, ma esige buone condizioni di visibilità (non è, cioè, possibile l'osservazione durante le ore notturne e con cattive condizioni meteo). Può giungere ad individuare oggetti di pochi centimetri a 30.000 km nello spazio.

nonché il (NORAD), struttura della NASA preposta al monitoraggio degli oggetti volanti nello spazio aereo statunitense.¹⁴⁴

In merito alle attività di “*early warning*” si rilevano i seguenti assetti di difesa:

- il “*Defense Support Program*” (DSP) è un sistema antimissile composto da 23 satelliti, destinato, in futuro, ad essere sostituito da sistemi ad infrarosso, nell’ambito del programma “*Space Based Infrared System*” (SBIRS). Si tratta di un progetto per una costellazione di satelliti geosincroni in orbita molto ellittica, che, opportunamente orientati sulla base di informazioni intelligence, forniranno supporto informativo a missioni tattiche, alla difesa anti-missile ed, in genere, all’attività intelligence. Il primo lancio nell’ambito di questo sistema è previsto per il 2008;
- il sistema satellitare “*Space Based Space Surveillance*” (SBSS),¹⁴⁵ a servizio dell’Aeronautica statunitense, è funzionale ad attività di “*Space Situational Awareness*” (SSA). Il lancio del primo dispositivo satellitare è previsto per dicembre 2008;
- per quanto riguarda la difesa ABM, l’Agenzia Missilistica della Difesa (MDA) gestisce il programma “*Space Tracking and Surveillance System*” (STSS), che risponde alle esigenze di difesa ABM sul piano tattico e strategico con copertura sotto e oltre l’orizzonte contro missili balistici in tutte le fasi di volo (lancio, sorvolo e atterraggio). La MDA si è curata, inoltre, dello sviluppo di sistemi laser aviotrasportati, anch’essi con funzione ABM;¹⁴⁶
- tra i sistemi concepiti dalla Difesa statunitense per assicurare al Paese la massima copertura in termini di “*surveillance*” e “*reconnaissance*”, va poi citato il sistema denominato “*Space Radar*”, che comprende funzioni molto evolute, come informazioni su target in movimento, mappature radar in 3D, immagini meteorologiche su scala mondiale con riprese anche in notturna;

¹⁴⁴ Dal 1957 il SSN ha individuato e monitorato quasi 25.000 oggetti in orbita. Attualmente ne sta osservando quasi 8.000. Circa il 7% è rappresentato da satelliti, il resto da detriti o frammenti di razzi di lancio. Le capacità tecniche del SSN permettono di individuare oggetti con 10 cm di diametro.

¹⁴⁵ Si consulti il sito http://www.deagel.com/C3ISTAR-Satellites/ORIONSBS-Pathfinder_a000227001.aspx.

¹⁴⁶ Si consulti, ad esempio, il sito <http://www.mda.mil/mdalink/pdf/laser.pdf>.

- fa parte integrante del sistema ABM anche il sistema laser aviotrasportato (*Airborne Laser Aircraft - ABL*) a iodio di ossigeno chimico montato su un Boeing 747 modificato, il cui scopo è procedere al rilevamento ed al successivo annientamento di missili balistici in fase di lancio e nella prima parte di volo, mediante l'utilizzo di un fascio di energia in grado di seguire un bersaglio mobile in volo a velocità supersonica e di abbatterlo in pochi secondi utilizzando un laser ad elevata potenza.
- **satelliti per la navigazione**
 - . fin dal 1970 è stato introdotto il sistema “*Global Positioning System*” (GPS), costituito da una costellazione di satelliti Navstar, progressivamente rimpiazzati da blocchi di satelliti man mano più evoluti dal punto di vista tecnologico. Al momento attuale, è operativa la 3° generazione di satelliti, la IIR, che ha sostituito le versioni II e IIA. Nel 2008 è previsto il lancio di una versione ancora più evoluta, la IIF. Sono, inoltre, in fase di allestimento i sistemi satellitari IIRM, dotati di dispositivi migliorati in termini di ricezione dei segnali e di copertura. Entro il 2012 entreranno successivamente in orbita i GPS III, la quinta generazione di satelliti Navstar.

3.3 IL CASO RUSSO

Con la fine dell'Unione Sovietica è venuta meno, per la Russia, la disponibilità di molte delle strutture terrestri del comparto aerospaziale, ora situate nei territori delle nuove Repubbliche indipendenti. Sostanzialmente però, anche se molti dei satelliti di avvistamento ex-sovietici sono usciti dal controllo di Mosca, la Russia ha ereditato gran parte della tecnologia, dell'infrastruttura spaziale e del know-how che aveva permesso la gloriosa ascesa spaziale dell'URSS. Tra gli assetti più affidabili che hanno garantito la propria funzionalità anche successivamente alla caduta dell'Unione Sovietica, si ricordano in particolare:

- la stazione spaziale Mir, rimasta in orbita addirittura per 15 anni (molto oltre le più rosee previsioni), il cui finanziamento fu poi interrotto a causa della carenza

di fondi che costrinse a scegliere tra detta stazione e la ISS. Il finanziamento di quest'ultimo progetto venne ritenuto più opportuno per non rimanere indietro rispetto agli Stati Uniti ed agli altri Paesi partecipanti nella corsa allo spazio;

- la navetta Buran, ovvero una versione russa dello Shuttle, entrata in orbita compiendo due giri intorno alla terra nel 1988, ma poi mai più utilizzata a causa dei tagli finanziari che, all'inizio degli anni '90, colpirono drammaticamente il comparto spaziale in Russia. Oggi, per portare materiali e uomini alla ISS è ritenuto molto più conveniente, in termini di costi, il lancio dei razzi Proton o del vettore Sojuz, il cui costo a lancio si attesta, rispettivamente, sui 100 e sui 60 milioni di USD, contro i 400 milioni di USD di un lancio della Buran (pari al costo del lancio di uno Shuttle).

Con il passaggio al nuovo regime, i fondi spaziali, in linea con l'andamento finanziario di tutto il settore della difesa, hanno subito notevoli riduzioni, al punto da rendere necessario il coinvolgimento del settore civile nella gestione degli impianti pre-esistenti. Attualmente, i satelliti a disposizione sono fondamentalmente apparati a doppio uso, adibiti a telecomunicazioni, navigazione ed osservazione della Terra e vengono gestiti congiuntamente da un sistema di Enti composto dalle Forze Spaziali Russe (FSR) e dall'Agenzia Spaziale Russa (RKA), costituita a partire dal 1992. Il numero totale dei satelliti russi in orbita è pari ad un centinaio (di cui l'80% sono però obsoleti), rispetto ai quasi 200 dell'epoca sovietica. La costruzione dei veicoli viene, invece, garantita da una società privata, la "Energia", specializzata nella costruzione di astronavi e lanciatori.

La Russia ha sviluppato una vasta gamma di lanciatori e sta continuando la ricerca in questo settore allo scopo di incrementare la propria quota di mercato nel comparto dei lanci commerciali. I sistemi di lancio russi attualmente in funzione¹⁴⁷ comprendono razzi delle serie Proton,¹⁴⁸ Rokot,¹⁴⁹ Sojuz,¹⁵⁰ Start,¹⁵¹

¹⁴⁷ A margine, vanno anche citati alcuni vettori sviluppati congiuntamente all'Ucraina, a sua volta erede della grande tradizione spaziale sovietica. Tra questi il Dnepr, che nel luglio del 2006 è stato protagonista di un rovinoso incidente, quando esplose in volo poco dopo il lancio da Baikonour, causando la perdita dei 18 satelliti che componevano il suo *payload* (compreso il primo satellite Bielorusso, alcuni microsattelliti americani e perfino un satellite italiano). Nella primavera del 2007, una missione simile, per la messa in orbita di 16 satelliti, ha avuto invece successo, nonostante alcuni ritardi nell'effettuazione del lancio. Per approfondimenti in merito, si vedano gli articoli "New Launch Of Dnepr Rocket

Volna,¹⁵² Kosmos-3M¹⁵³ e Molniya.¹⁵⁴ Tra gli assetti in fase di implementazione, vanno citati i sistemi di lancio Angara,¹⁵⁵ Strela¹⁵⁶ e Mikron.¹⁵⁷

La Russia ha già in cantiere la realizzazione di una nuova generazione di vettori multiuso, in particolare il lanciatore-acceleratore Bajkal,¹⁵⁸ di fatto un velivolo che presenta caratteristiche tecniche ibride tra razzo ed aeroplano, in grado di lanciare in orbita un razzo di secondo stadio Angara.

Le caratteristiche di Bajkal¹⁵⁹ comprendono un'ala rotante strutturale ed un motore a propulsione a turbogetto, dotazioni che permettono a questo veicolo senza equipaggio di compiere un volo di ritorno atterrando in aeroporto. Tale capacità, unitamente alla messa a punto di un lanciatore a basso costo, consentirebbe a Bajkal di sostituire lo Shuttle come veicolo spaziale da trasporto.

Un altro progetto in via di sperimentazione è il progetto Maks.¹⁶⁰

Postponed For Technical Reasons”, tratto dall’Agenzia stampa Ria Novosti, 28.03.07, accessibile al sito http://www.space-travel.com/reports/New_Launch_Of_Dnepr_Rocket_Postponed_For_Technical_Reasons_999.html e

“*Russia Puts 16 Foreign Satellites Into Orbit*”, tratto dall’Agenzia stampa Ria Novosti, 18.04.07, accessibile al sito

http://www.space-travel.com/reports/Russia_Puts_16_Foreign_Satellites_Into_Orbit_999.html.

Oltre al Dnepr, la Russia sviluppa con l’Ucraina:

- il vettore Zenit, un modello sovietico prodotto dal 1985 dalla società ucraina “*NPO Yuzhonoye*”, con capacità di *payload* intermedia tra la Sojuz e il Proton;
- il vettore Tsiklon, derivato dal missile ICBM SS-9, in grado di lanciare in orbita un carico utile da 1500 a 5000 kg, in orbite LEO.

¹⁴⁸ Il Proton è un vettore con una capacità di carico di 5.500 kg, in orbita GTO, utilizzato fin dagli anni ’60 per numerose missioni a finalità scientifica e commerciale e con all’attivo più di 300 lanci.

¹⁴⁹ Il Rokat è in grado di lanciare un carico utile di 2 tonnellate in orbita ellittica e circolare.

¹⁵⁰ Il lanciatore Sojuz, utilizzato dai russi fin dagli anni ’50, è stato prodotto in più di 1.600 esemplari ed è predisposto per lanciare in orbite GTO satelliti con massa di circa 2.600 kg.

¹⁵¹ Lo Start è un lanciatore derivato dal missile ICBM Topol, che prende il proprio nome dall’omonimo trattato per la riduzione dell’arsenale nucleare “*Strategic Arms Reduction Treaty*” (START I). Il sistema Start, in grado di immettere un *payload* di 500 kg in orbita LEO, ha lanciato, nell’aprile 2006, il satellite israeliano per l’osservazione terrestre EROS-B.

¹⁵² Il Volna è un lanciatore derivato da missili SLBM (*Submarin-Launched Ballistic Missile*), che può essere montato sia su sottomarini della classe Delta III che su piattaforme terrestri di tipo mobile.

¹⁵³ Il Kosmos è un lanciatore a 2 stadi in grado di portare 1 tonnellata in orbita ad 800-1500 km, utilizzato ad esempio, per il lancio di satelliti della costellazione Sar-Loupe.

¹⁵⁴ Razzo a 4 stadi utilizzato fin dagli anni ’60 per lanciare sonde destinate all’esplorazione di Luna, Marte e Venere.

¹⁵⁵ Il lanciatore Angara verrà sviluppato in 4 classi di *payload* ed arriverà a portare fino a 30 tonnellate metriche in orbita.

¹⁵⁶ Lo Strela è un razzo leggero, derivato dalla conversione dell’ICBM RS-18.

¹⁵⁷ Lanciatore utilizzato per mettere in orbita satelliti dai 50 a 150 kg, lanciabile da un MiG-31 in volo, modalità che riduce ad un terzo i costi rispetto ad un lancio convenzionale.

¹⁵⁸ Prodotto congiuntamente dalla “*NPO Molniya*” e “*GKNPT Krunichev*”.

¹⁵⁹ Le cui prove tecniche di volo erano previste per il 2006.

¹⁶⁰ Realizzato dal gruppo “*NPO Molniya*”.

Detto sistema è concepito secondo meccanismi funzionali diversi dai già citati Buran e Bajkal. Si tratta di un vettore portato in volo sul dorso di un velivolo Mria e poi sganciato in direzione dello spazio oramai in quota. Il vantaggio di questo tipo di lancio consiste essenzialmente nei costi ridotti, circa 20 volte inferiori a quelli del lancio di uno Shuttle.

Per quanto riguarda il comparto satellitare, vi sarebbero una sessantina di satelliti militari russi attualmente in orbita. In particolare, per quanto attiene i satelliti da ricognizione, si tratterebbe dei sistemi Kometa, Kobalt, Yenisey, Araks (Arkon) e Neman. Le esigenze ELINT verrebbero invece assicurate dai satelliti Tselina-2 ed EORSAT.

Per le telecomunicazioni militari la Russia disporrebbe di sistemi Strela-3, Molniya-3K, Geizer e Raduga.

In materia di navigazione satellitare, la Russia ha in dotazione il sistema GLONASS,¹⁶¹ simile al GPS-Navstar statunitense, ed il sistema *Parus*, che fornisce supporto agli strumenti di navigazione e comunicazione della Marina.

Il segmento satellitare del sistema di “*early warning*” antimissilistico russo si affianca ad un sistema di stazioni radar disseminate in tutto il territorio nazionale, nonché entro i confini di alcune ex-Repubbliche sovietiche. E’ composto dai due satelliti OKO e Prognoz: il primo è ubicato in orbite altamente ellittiche, mentre il secondo, situato in orbita geostazionaria, funge da ripetitore del primo.

Le infrastrutture a disposizione dei russi per effettuare i propri lanci sono principalmente il cosmodromo di Baikonur, situato in Kazakistan e i cosmodromi di Svobodnyy e di Plesetsk, situati in territorio nazionale:

- (1) Baikonur

¹⁶¹ Il sistema GLONASS usa principi simili a quelli del GPS. E’ costituito da un minimo di 24 satelliti disposti in piani orbitali, con 8 satelliti situati omogeneamente su ogni piano, su un’orbita circolare ad un’altitudine di 19.100 km. Il primo satellite GLONASS è stato posto in orbita nel 1982 ed il sistema è diventato operativo nel 1996. L’ultimo lancio di 3 satelliti della costellazione GLONASS è avvenuto alla fine di ottobre 2007. Anche il GLONASS rilascia immagini a definizione differenziata a seconda che il loro uso sia civile o militare.

Il budget per la difesa della Federazione russa per il 2007 prevedeva 9,8 miliardi di rubli per il GLONASS, pari a 379,7 miliardi di USD. Nel 2006 erano 4,72 miliardi di rubli, pari a 181,4 milioni di USD. E’ previsto che il sistema diventi pienamente operativo nel 2008. Al riguardo, si veda: “*Russian Armed Forces to adopt new communications system by 2015*”, articolo tratto dall’Agenzia stampa Ria Novosti, 15.08.07, accessibile al sito <http://en.rian.ru/russia/20070815/71655749.html>.

Nel 2005 la Russia ha sottoscritto con il Kazakistan un contratto, valido fino al 2050, per l'utilizzo delle infrastrutture di Baikonour. Nel 1992 aveva sottoscritto, sempre con il Kazakistan, un accordo valido fino al 2020 per l'utilizzo di questa base spaziale, accordo modificato nel 1994 con un ulteriore atto che ha esteso a 50 anni la durata dell'usufrutto, in termini di contratto di leasing. Questa infrastruttura è cruciale per il sistema spaziale russo, in quanto predisposta per la messa in orbita di razzi Proton superpesanti, essenziali a Mosca per far fronte alle necessità della ISS. Peraltro, le caratteristiche tecniche, in particolare legate alla singolare ubicazione di questo cosmodromo, rendono Baikonur un sito insostituibile per il lancio di satelliti e vettori: grazie all'inclinazione di 51° impressa ai dispositivi lanciati dalla propria latitudine, crea le condizioni ideali favorevoli al rapporto ottimale tra carico utile e peso complessivo del dispositivo di lancio, dimostrandosi utile, in particolare, per il raggiungimento della ISS. L'utilizzo di Baikonur ha permesso alla Russia di rimanere uno dei protagonisti principali nel mercato dei lanciatori e, anche alla luce degli accordi siglati all'inizio degli anni '90 con il Kazakistan, è probabile che rimanga a lungo la principale base di partenza utilizzata da Mosca per la messa in orbita di satelliti ad uso commerciale, ma anche di strumentazioni ed equipaggi destinati alla ISS

(2) Plesetsk

Si tratta della base in cui è stato dispiegato il primo dispositivo di missili ICBM russi. E' predisposta per il lancio di razzi Proton ed è verosimile una sua prossima conversione ad uso civile.

(3) Svobodnij

Si tratta, anche in questo caso, di un sito usato come base missilistica (il secondo per importanza dopo Plesetsk), ma anche attrezzato ed utilizzato per la messa in orbita di satelliti leggeri.

Il centro di comando dell'Agenzia Federale Spaziale russa ha, invece, sede a Krasnosnamensk, presso la base di controllo Golitsino-2, vicino Mosca e si avvale, inoltre, di diverse stazioni operative sul territorio.

Anche se pare evidente che Mosca non potrà rinunciare ancora a lungo alla disponibilità dei lanci da Baikonour, su cui peraltro si stanno sviluppando programmi in diversi settori, contando anche sullo sviluppo del nuovo sito di

lancio di Baiterek, è forte l'interesse da parte russa a concentrare il maggior numero possibile di attività nelle proprie strutture nazionali, soprattutto per ciò che concerne le attività spaziali a finalità militare. Per questo motivo, Mosca ha dedicato, a partire dal 2001, ingenti risorse alle strutture di Plesetsk (localizzate nella parte nord-occidentale del Paese), con l'intento di concentrarvi, a partire dal 2010, tutti i lanci di dispositivi spaziali militari. In particolare, l'orientamento che trapela dalle Autorità russe competenti consiste nel concentrare nel tempo i voli dei lanciatori Angara a Plesetsk, utilizzando le infrastrutture di Svobodnyy per i lanci dei sistemi leggeri Strela e Start.

Le ottime prestazioni dei sistemi di propulsione russi e le favorevoli caratteristiche delle sue basi spaziali rendono i russi partner apprezzati nell'ambito delle iniziative internazionali congiunte per la commercializzazione dei lanciatori e dei servizi connessi. La Russia ha avviato una serie di collaborazioni internazionali per lo sviluppo di programmi comuni a più Paesi e la fornitura di servizi di lancio. In particolare, tra le partnership più significative vanno citate:

- la partecipazione, con gli stessi Stati Uniti, alla joint venture “*International Launch Services*” (ILS), organizzazione che fornisce circa la metà dei servizi di lancio a livello mondiale mediante l'utilizzo di vettori Atlas (Stati Uniti) e Proton (Russia);
- la partecipazione, con Stati Uniti, Ucraina, Gran Bretagna e Norvegia al consorzio “*International Sea Launch*”,¹⁶² di cui la compagnia russa “*Energia*” detiene il 25%, che si occupa di lanci dalla piattaforma spaziale presso le isola Christmas nell'Oceano Pacifico, anche con l'utilizzo di sistemi russi Zenit;
- l'accordo, sottoscritto con l'ESA, per l'adattamento della base di lancio di Kourou al fine di predisporre lanci del vettore russo Sojuz-2;¹⁶³

¹⁶² Costituita da Boeing, ERSC Energia, Kvaerner Marittime A.S. e KB Južnoye/PO Juzmaš.

¹⁶³ La portata della Sojuz equivale alla metà della portata di Ariane-5. Sul piano commerciale però due lanci di Sojuz costano meno di un lancio di Ariane-5, per cui il lanciatore russo si dimostra estremamente competitivo rispetto al grande lanciatore europeo. Nel contempo, la Sojuz può lanciare in orbite geosincrone satelliti di massa di circa 2.900 kg, ovvero il doppio della portata del piccolo lanciatore a tecnologia italiana VEGA. Anche in questo caso, un lancio di Sojuz risulta competitivo rispetto a due lanci di VEGA. Alla luce di questi dati è interessante analizzare le motivazioni che hanno portato l'ESA,

- la joint venture russo-tedesca “*Eurorokot*”,¹⁶⁴ con capitale di maggioranza finanziato dalla “*EADS Space Transportation*”, che permette l’accesso europeo ai veicoli di lancio Rokot in cambio della collaborazione per l’ammodernamento delle infrastrutture a Plesetsk;
- la joint venture, con la compagnia tedesca “*OHB Systems*”, per il lancio di dispositivi spaziali militari da Plesetsk;
- l’accordo russo-ucraino per lo sviluppo congiunto e la commercializzazione dei lanciatori Zenit, Tsiklon e Dnepr;
- svariate collaborazioni con Cina, Iran, India, Brasile ed altri Stati impegnati in progetti spaziali.

Alla luce di questi progetti comuni, appare evidente come la Russia, pur mantenendo un rapporto privilegiato con India e Cina, stia aprendo prepotentemente anche all’Europa.

nel corso di una conferenza ministeriale dedicata alla politica spaziale europea tenutasi a Parigi nel 2003, ad assumersi l’incarico di costruire presso la base equatoriale europea di Kourou una rampa di lancio proprio per Sojuz. La base di lancio dei voli spaziali russi di Baikonur (Kazakistan) non è situata ad una latitudine favorevole al lancio di satelliti GTO (vedi specifiche di cui al cap. 2), mentre la base di Kourou ha caratteristiche che la rendono ideale per l’immissione di satelliti in orbite GTO.

Da quanto sopra, si potrebbe dedurre che l’ESA avrebbe acconsentito a fornire finanziamenti (peraltro ingenti, pari a 344 milioni di Euro), per la realizzazione di infrastrutture che vanno a diretto vantaggio di un temibile concorrente di entrambi i vettori spaziali europei.

Tale scelta strategica è giustificata sottolineando come, in caso contrario, i russi avrebbero comunque trovato un cliente disposto ad ospitare i lanci della Sojuz a latitudini equatoriali. Sono note le trattative promosse preliminarmente dagli USA per portare Sojuz alla base australiana delle Christmas Island. Favorendo i lanci russi da Kourou, gli europei sono invece riusciti a garantirsi il controllo su una buona parte del traffico spaziale dei russi verso orbite GTO.

La competenza gestionale dei lanci e della commercializzazione di Sojuz sarebbe nelle mani di Arianespace. Infatti, pur essendo le spese della messa a punto del centro di Kourou pagate dall’insieme dei Paesi europei aderenti all’ESA, di fatto i maggiori vantaggi derivanti dall’utilizzo della base per i lanci di Sojuz vengono gestiti dai francesi, da sempre in grado di sviluppare capacità di *lobbying* nel settore spaziale superiori a qualsiasi Paese europeo.

Ne trae beneficio, in particolare, l’industria aerospaziale francese, basata sui colossi SNECMA (produzione di motori) e Alcatel Space (satelliti).

Inoltre, con l’arrivo dei russi a Kourou, la gestione francese della base ha avuto la possibilità di ridare smalto ad un complesso che ha senza dubbio risentito della crisi gestionale e tecnologica di Ariane-5, recuperando, con la maggior utilizzazione del complesso, costi strutturali non compensati dalla scarsità dei lanci europei.

La Sojuz sarebbe recentemente stata protagonista anche di collaborazioni con gli Stati Uniti. In particolare, nel maggio 2007, la Russia avrebbe collaborato con gli USA per il lancio di 4 satelliti per le telecomunicazioni “GlobalStar”, per conto delle compagnie Lloral Corp. e Qualcomm Inc., mediante il lanciatore Sojuz dalla stazione di lancio di Baikonur. In merito, si veda l’articolo “*Russia launches 4 U.S. satellites*”, tratto dall’Agenzia stampa UPI, 30.05.07, accessibile al sito http://www.upi.com/NewsTrack/Science/2007/05/30/russia_launches_4_us_satellites/3302/. I lanci commerciali di Sojuz sono gestiti dalla joint-venture russo-europea Starsen, fondata nel 1996.

¹⁶⁴ Costituita da Krunichev e Daimler-Benz.

In epoca sovietica, la cooperazione era riservata ai Paesi allineati all'URSS ed all'India, anche se non si debbono dimenticare il progetto Apollo-Sojuz, sviluppato con gli USA per provare la compatibilità degli agganci in orbita dei reciproci sistemi o la collaborazione con la Francia, che in più occasioni ha inviato alcuni dei propri astronauti sulla Mir.

Non va poi dimenticata quella che è rimasta la più significativa iniziativa comune fino a qui concretizzata, ovvero la SSI. Con l'incidente del Columbia, i voli dello Shuttle sono stati sospesi e di fatto i vettori russi sono al momento gli unici in grado di garantire il trasporto di materiale ed equipaggi alla stazione orbitante.

L'indisponibilità di Shuttle e i tempi tecnici necessari allo sviluppo del nuovo aereo spaziale orbitale da parte degli USA, previsto appena attorno al 2015, li esclude dalla possibilità di missioni umane con mezzi propri per parecchi anni, lasciando ampio spazio proprio alla Sojuz, che, come già anticipato, è destinato a divenire l'unico mezzo a disposizione dell'uomo per raggiungere lo spazio, se si escludono i sistemi cinesi.

Mosca ha garantito la massima disponibilità a farsi carico di questo impegno, nonostante le difficoltà finanziarie. Ad oggi la Russia rimane però ancora proporzionalmente molto indietro rispetto agli USA quanto ad attrezzature installate sulla SSI, con i suoi 500 Kg di strumenti (di cui il 50% ad uso commerciale) per le ricerche, contro le 6,5 tonnellate degli USA.

Sia Mosca che Washington appaiono però convinte ad ultimare la realizzazione della stazione spaziale, soprattutto in considerazione dei 20 miliardi di USD già investiti in quest'impresa. Le sfide proposte dall'esplorazione lunare e del pianeta Marte potrebbero saldare ancora di più la cooperazione tra i due Paesi.

La Russia sta, attualmente, sviluppando anche la navicella *Klipper*, concepita come veicolo riutilizzabile in grado di inserirsi, per funzionalità, a livello intermedio tra i sistemi Sojuz e Shuttle, a cui anche l'ESA guarderebbe per possibili progettualità condivise nel campo dei voli umani. La *Klipper*, idonea a portare in orbite LEO un equipaggio di 6 membri, è stata progettata con una capacità di lancio di 500 kg, mentre, in fase di rientro, potrebbe portare il doppio del peso.

I settori di reciproco interesse tra Russia ed ESA riguardano, in particolare, i lanciatori, come dimostra il già citato recente accordo per il lancio di vettori russi dalla base di

Kourou, i sistemi di osservazione terrestre, come il GMES, i sistemi di navigazione satellitare.

Il modo in cui Russia, USA ed Europa, mediante esperienze di cooperazione così significative per tutte le parti, siano riusciti a superare in campo spaziale gli schieramenti che in altri ambiti di politica estera hanno seguito orientamenti meno collaborativi, esprime bene uno dei paradossi di questo settore, ove gli Stati, anche se trattasi di potenze tradizionalmente concorrenti, spinti dalla necessità e dall'interesse si coalizzano attorno a specifici programmi, consapevoli che solo unendo le proprie forze possono ottenere i migliori risultati.

A complicare l'equilibrio tra Russia e USA potrebbe, però, intervenire il rinnovato slancio della collaborazione russa con la Cina, concretizzatasi nel 2003 con la messa in orbita del primo astronauta cinese, impresa per la quale il contributo tecnologico della Russia sarebbe stato stimato addirittura attorno all'80-90%.

La Cina sta lavorando anche a razzi con carico utile di 20-25 tonnellate, prodotti in autonomia, lanciatori propri e micro-satelliti, nonché ad un sistema di navigazione satellitare autonomo. La proiezione spaziale dei satelliti cinesi è in grado di coprire diversi settori, dalle telecomunicazioni, alle previsioni metereologiche, all'osservazione terrestre, alla ricognizione militare.

Le progettualità spaziali cinesi coinvolgono l'esplorazione lunare e quella di Marte. Inoltre, pare che la Cina intenda, a breve, avviare la costruzione di una propria stazione orbitante, eventualità che porrebbe la Russia nella condizione di collaborare sia con gli USA che con la Cina a progetti simili, con il rischio concreto per gli Stati Uniti che parte del proprio *know-how* condiviso con la RKA finisca in mani cinesi. Non si può nemmeno escludere che, in una fase successiva ma prossima, la Russia installi sistemi o componenti cinesi nei propri settori di base, iniziando dal comparto commerciale. Di fatto è alquanto improbabile, nonostante le posizioni piuttosto forti recentemente assunte da Putin in merito alla questione dello scudo missilistico, che la Russia abbandoni la cooperazione con gli USA. Si può quindi ipotizzare che Mosca continui nel suo doppio ruolo di partner al contempo di Washington e Pechino, nella consapevolezza, chiara anche ai cinesi, che gli USA rimangono in larga misura i detentori di conoscenze tecnologiche all'avanguardia, la cui fruizione, seppur parziale e

ritardata, da parte di entrambe le Potenze asiatiche, passa attraverso il mantenimento di buoni rapporti tra Russia e USA.

E' innegabile l'interesse suscitato negli analisti di questo settore da tali tematiche, in particolare proprio per quanto attiene le possibili evoluzioni in chiave geo-politica degli equilibri tra Cina e Russia, pronte a collaborare per trovare sinergie in campo spaziale, e gli USA.

Va anche sottolineato che, in un'ottica di supremazia regionale, la Russia non mancherà sicuramente di valutare opportunamente i rischi conseguenti ad un'eventuale rafforzamento della Cina in campo spaziale, con tutte le implicazioni di questa possibile evoluzione sugli assetti della forza militare nell'area. Gli sforzi attuati da Pechino per dotarsi di sistemi missilistici e satellitari sempre più avanzati non vengono certamente sottovalutati da Mosca.

3.4 IL CASO CINESE

In un contesto regionale caratterizzato dalla conflittualità con Taiwan e dall'alleanza dell'avversario con gli Stati Uniti ed il Giappone, la Cina guarda alla "*Space Situation Awareness*" come ad uno strumento per la propria difesa e la propria affermazione nell'area. Per far questo, sta consolidando partnership sempre più significative nel settore spaziale con Stati dell'area SCO (*Shanghai Cooperation Organization*) all'avanguardia in questo settore come India e Russia.

Nel contempo, partecipa a numerosi progetti internazionali, anche con Paesi occidentali tradizionalmente schierati con gli Stati Uniti.

E' evidente come la logica uni-polare volta ad ottenere la supremazia in campo spaziale che anima la dottrina militare degli Stati Uniti¹⁶⁵ non accetti l'affermarsi nello spazio della proiezione di un ordine mondiale multi-polare. Questo spiega il rapporto tra Stati Uniti e Cina in campo spaziale, che si può definire di reciproca diffidenza.

Da parte cinese, nei confronti degli Stati Uniti, è stato assunto un atteggiamento che si manifesta nell'applicazione di tecniche "*Shashoujian*", basate cioè su tattiche o tecnologie utilizzabili con successo da un contendente più debole nei confronti di uno

¹⁶⁵ Già introdotta ai capp. 1 e 2.

più forte.¹⁶⁶ L'obiettivo principale rimane quello di limitare artificialmente le informazioni accessibili all'avversario, contrastando i sistemi IMINT o SIGINT nemici, ma soprattutto mantenendo la massima segretezza sulle proprie strutture e reti, in piena logica di "*information denial*".

Nella fattispecie, la Cina ha messo in campo sistemi (in particolare armi elettromagnetiche, laser e a micro-onde) in grado di ridurre la capacità di monitoraggio delle Forze statunitensi sul suolo cinese e quindi la loro capacità offensiva nei confronti di obiettivi cinesi. In questo senso la Cina esercita sullo spazio un potere di controllo in termini difensivi, per far fronte al rischio di aggressioni o prevaricazioni sul piano strategico-militare nella Regione asiatica e del Pacifico occidentale, soprattutto in considerazione della crescente militarizzazione dello stretto di Taiwan. La Cina si è quindi impegnata nel realizzare una serie di misure finalizzate alla dissuasione, che rappresentano la risposta di Pechino alle scelte espresse negli ultimi anni dalla politica spaziale statunitense. In particolare, da tempo Pechino denuncia il passaggio di satelliti statunitensi per operazioni di "*surveillance*" su obiettivi situati in territorio cinese. Proprio questo fatto, in applicazione del sopra descritto concetto di "*Shashoujian*", nell'agosto del 2006 avrebbe indotto, da parte cinese, la sperimentazione di un laser ad alta potenza contro un satellite spia statunitense.

La Cina mantiene ufficialmente un atteggiamento favorevole ad un utilizzo dello spazio per scopi pacifici, come emerso dal Rapporto Annuale del Congresso del potere militare cinese del 2003, ma non è un segreto per gli esperti del settore che Pechino stia sperimentando tecnologia ASAT fin dagli anni '60.

Già con il programma "640", affidato all'istituto cinese "Space and Missile Industry Second Academy", responsabile per lo sviluppo di missili terra-aria (*Surface-Air Missile* - SAM), fu realizzato un sistema antimissile costituito da un veicolo cinetico, un laser ad elevata potenza, un sistema di "*early warning*" e componenti per

¹⁶⁶ Per una definizione del concetto di "*Shashoujian*" si vedano, ad esempio, i siti internet <http://www.people.fas.harvard.edu/~johnston/shashoujian.pdf> o http://www.uscc.gov/hearings/2004hearings/written_testimonies/04_02_06wrts/bruzdzinski.htm oppure il blog <http://meizhongtai.blogspot.com/2005/06/shashoujian.html>.

Di fatto, le più significative applicazioni del "*Shashoujian*" da parte cinese si sono concretizzate attraverso attacchi cibernetici contro sistemi informatici occidentali o mediante attacchi laser a sistemi satellitari statunitensi, con lo scopo di neutralizzare i vantaggi nel settore strategico C4I di Nazioni militarmente all'avanguardia, per diminuire le loro capacità tecnologiche volte all'acquisizione di "*battlefield situational awareness*".

l'individuazione del *target*. Questo programma fu ufficialmente abbandonato nel 1980. In seguito, si occupò di armi ASAT anche il programma "863", denominato "*High Technology Development*".

In questo quadro, l'episodio più significativo è il citato abbattimento del satellite meteorologico, nel gennaio 2007. L'arma utilizzata, ad energia cinetica, sarebbe stata trasportata in orbita da un missile balistico¹⁶⁷ a medio raggio, partito dalla base aerospaziale di Xichang ed avrebbe intercettato il bersaglio ad un'altezza di circa 530 miglia.¹⁶⁸ Si tratterebbe, come detto, di un'altezza consistente, pari a quella a cui sono localizzati i satelliti IMINT giapponesi e statunitensi.¹⁶⁹

Eventuali sforzi compiuti nel settore aerospaziale cinese in merito allo sviluppo di armi ASAT non sono mai stati resi noti in precedenza, quindi l'episodio ha colto l'intera comunità spaziale internazionale di sorpresa, pur nella consapevolezza che il Paese è dotato di buone capacità di lancio.¹⁷⁰

In un rapporto del 1998 del Congresso dal titolo "Capacità militare futura e strategia della Repubblica Popolare Cinese", si ammette che la Cina potrebbe essere impegnata nello sviluppo di capacità di attacco, in condizioni specifiche, nei confronti di sensori ottici installati su satelliti, resi vulnerabili dalla propria sensibilità ai danni provocati da laser, pur non escludendo nemmeno lo sviluppo di vere e proprie armi in grado di distruggere fisicamente il satellite.

A questo proposito, Pechino starebbe anche acquisendo una serie di tecnologie straniere, da impiegare nell'implementazione di capacità ASAT.

¹⁶⁷ Il missile utilizzato per l'attacco non sarebbe stato immediatamente identificato, mentre, per quanto riguarda il vettore impiegato, si sarebbe trattato di un missile a medio raggio del tipo DF-21, con un raggio di 1800 km, con una testata di 600 kg. Secondo altre ricostruzioni, il vettore utilizzato potrebbe coincidere con il Kaitouzhe-1 (KT-1), dotato dei motori a razzo del missile balistico intercontinentale DF-31.

¹⁶⁸ Secondo Pechino, peraltro, il test ASAT sarebbe stato notificato in anticipo ad alcuni Paesi, tra cui USA e Giappone.

¹⁶⁹ Gordon Johndroe, della "National Security Agency" statunitense, avrebbe immediatamente esternato la preoccupazione del proprio Paese per un atto non in linea con lo spirito di cooperazione cui entrambe le Nazioni dovrebbero aspirare per il mantenimento di una convivenza civile nello spazio.

¹⁷⁰ Secondo notizie rimbalzate dalla CNN nelle ore immediatamente successive all'annuncio del predetto attacco, si sarebbe trattato del primo tentativo andato a buon fine, dopo che, per tre volte, la Cina avrebbe sperimentato senza successo l'abbattimento del proprio vecchio satellite meteorologico (detti tentativi non erano mai stati resi pubblici).

Di particolare interesse per la Cina sono, soprattutto, lo studio e la realizzazione di sistemi di *jamming* in grado di causare il malfunzionamento dei ricevitori dei sistemi di navigazione del tipo GPS.

Gli interessi cinesi in campo spaziale si concentrano principalmente sull'esplorazione dello spazio terrestre e lunare.

In Cina le attività spaziali vengono coordinate dalla “*China Aerospace Science and Technology Corporation - CASC*”, che, sul piano politico, si interfaccia alla “*China National Space Administration - CNSA*”. In ambito CASC operano anche:

- la “*China Academy of Space Technology - CAST*”, il principale ente del settore satellitare;
- la “*China Academy of Launch Vehicle Technology - CALT*”, referente per il comparto dei lanci e dei servizi annessi;
- la “*China Aerospace Science and Industry Corporation - CASIC*”, rappresentante del settore industriale dell'aerospazio.

Gli obiettivi attuali e futuri della politica spaziale cinese paiono svilupparsi lungo le seguenti direttrici:

- ricerca a favore del comparto delle “*manned missions*” e dell'esplorazione dello spazio lunare;
- sviluppo di un sistema di navigazione satellitare in proprio;
- implementazione di sistemi di lancio per microsattelliti e, nel contempo, sviluppo dell'ultima versione del sistema “Lunga Marcia”;
- potenziamento del sistema di osservazione terrestre;
- implementazione di un sistema integrato di telecomunicazioni.¹⁷¹

Per quanto riguarda la componente spaziale della difesa, la Cina a partire dagli anni '90 è concentrata sull'“*early warning*” missilistico, piattaforme “*Air-borne*” per “*early warning*”, fotoriconoscimento e sistemi radar di telecomunicazione ed, in genere, applicazioni di sistemi radar per la difesa contro sistemi “*stealth*” nemici, in particolare apparati UAV.

¹⁷¹ Garibaldi (2004) e Valori (2006).

Gli strateghi cinesi sono stati impegnati nel predisporre sistemi di difesa aerei e spaziali in grado di far fronte ad una varietà di minacce aeree e missilistiche, nonché dispositivi per jamming alle telecomunicazioni o aerei elettromagnetici a fini ASAT.

Le principali infrastrutture aerospaziali cinesi sono:

- Jiuquan, cosmodromo situato nella provincia di Gansu, nella parte nord-occidentale del Paese, è stato il primo centro spaziale cinese, attualmente utilizzato per il lancio di satelliti scientifici e sperimentali in orbite LEO e MEO, ma anche per il primo volo umano cinese;
- Taiyuan, cosmodromo situato nella provincia di Shanxi, utilizzato principalmente per il lancio di satelliti eliosincroni;
- Xichang, cosmodromo situato nella provincia di Sichuan, specializzato nel lancio di satelliti geostazionari.

A margine, si cita anche il sito in costruzione di Hainan, localizzato sull'omonima isola, destinato ad ospitare lanci in orbita GEO.

A presiedere le attività di telemetria, rilevamento e comando sono i due centri di Pechino e Xian (Cina centrale), che si avvalgono di numerose strutture posizionate anche all'estero.

Per quanto riguarda gli assetti spaziali a disposizione della Cina per il lancio dei propri satelliti, nel comparto lanciatori Pechino dispone di sistemi di lancio a medio-grosso carico. Il più celebre è senza dubbio il "Lunga Marcia", una classe di 12 vettori in grado di mettere in orbita fino a 9.200 kg, con capacità di lancio in orbita LEO, GEO ed eliosincrona.

La Cina sta inoltre sviluppando, nella categoria piccoli vettori, il Kaitouzhe (a propellente solido), forse in previsione del lancio di nuovi microsattelliti di ultima generazione.¹⁷²

Pechino dedica inoltre attenzione a programmi volti all'implementazione di sistemi riutilizzabili, come il "progetto 921", iniziato nel 1992.

Sul piano commerciale, offre, inoltre, servizi di lancio a prezzi molto competitivi rispetto ad Ariane, anche se la sua quota stenta a farsi spazio nel mercato internazionale, ancora saldamente in mano ai vettori statunitensi e ad Ariane.

¹⁷² Nell'aprile del 2004, la Cina ha lanciato in orbita il suo primo nanosatellite.

A livello militare, la Cina ha in dotazione numerosi satelliti per le telecomunicazioni orientati al supporto delle attività del C4I, in particolare facenti riferimento al sistema integrato Qu dian.

Per quanto riguarda la navigazione satellitare, fin dal 1990 la Cina sta sviluppando un proprio sistema di navigazione, il BEIDOU, che attualmente ha due satelliti BEIDOU-1 in orbita e che funziona secondo principi diversi da quelli del GPS e del GLONASS. Il BEIDOU-2 (meglio noto come “*Compass Navigation System*”), programmato per essere operativo nel 2010, nella sua dislocazione definitiva, si avvarrà di 4 satelliti in orbita geosincrona e 9 satelliti in orbita MEO.

Il BEIDOU garantirà in prospettiva alla Cina anche un importante strumento per migliorare i dispositivi di puntamento dei propri ICBM e dei propri missili da crociera. Sempre rimanendo nel settore della navigazione satellitare, va poi ricordato l'accordo con cui Pechino, nel 2005, ha aderito al programma di Galileo, concedendo un finanziamento di oltre 200 milioni di USD.

Per quanto riguarda l'osservazione e “*remote sensing*”, la Cina si avvale dei satelliti FSW-2 e Zi Yuan (ZY), del satellite meteorologico Feng Yun, oltre che del microsatellite per il “*remote sensing*” Tsinghua-1 (anche noto come Beijing-1), lanciato all'inizio del decennio e probabilmente utilizzato a fini “*dual-use*”.

Nel campo delle telecomunicazioni, si ricordano i satelliti della serie DFH, meglio noti come ChinaSat-22, ufficialmente descritti come ad uso civile, ma di fatto impiegati per comunicazioni militari in banda-C e in UHF.

La Cina è anche all'avanguardia nel settore dei sensori laser e da ciò potrebbe trarre vantaggi sia nel campo dei dispositivi ASAT che, in genere, nella applicazioni legate al telerilevamento. Inoltre, Pechino acquisirebbe immagini dalla Russia per far fronte alle proprie necessità intelligence.

Il Governo di Pechino ha compiuto, inoltre, tenaci sforzi nei settori delle missioni umane ed in quello dell'esplorazione lunare,¹⁷³ che rivestono peraltro particolare valenza in termini propagandistici e dimostrativi agli occhi dell'opinione pubblica interna ed internazionale.

¹⁷³ Si vedano, anche, i contenuti del “Libro Bianco cinese dello spazio”, sintetizzati, ad esempio, nell'articolo accessibile al sito <http://www.dedalonews.it/it/index.php/10/2006/spazio-il-white-paper-della-cina-in-dettaglio/>, del 19.10.06.

La prima missione umana nello spazio da parte cinesi è svolta nell'ottobre 2003, quando un cosmonauta fu inviato in orbita a bordo della navicella Shenzhou-V,¹⁷⁴ simile alla russa Sojuz.¹⁷⁵ In seguito al rientro dell'astronauta, il modulo orbitante della stessa navicella sarebbe rimasto in orbita, trasportando attrezzature all'avanguardia per il telerilevamento e per le comunicazioni.

La Cina sosterrrebbe il programma del volo umano per tre fondamentali ragioni:

- il prestigio internazionale che ne deriva e l'acquisizione conseguente dello status di potenza internazionale, almeno nella zona del Pacifico;
- la propaganda politica interna in chiave nazionalistica;
- lo sviluppo di un indotto industriale a supporto delle missioni.

Per quanto riguarda l'esplorazione lunare, ricordiamo che il 24 ottobre 2007 è stato lanciato nello spazio l'*orbiter* Chang'é-1,¹⁷⁶ destinato ad entrare in orbita lunare il mese successivo ed a compiere riprese ravvicinate del suolo lunare per valutarne la composizione. Il programma lunare cinese si presenta come particolarmente ambizioso, prevedendo l'allunaggio di un *rover* nel 2012 e l'invio di un ulteriore apparato nel 2017 per il prelievo di suolo lunare.¹⁷⁷

Il programma spaziale cinese prevede, inoltre, la realizzazione di una stazione spaziale indipendente nel 2015 ed una vigorosa attività di ricerca nei settori dell'osservazione terrestre, delle telecomunicazioni, della navigazione satellitare, della meteorologia, delle tecnologie duali e dello sviluppo di veicoli spaziali riutilizzabili.

I recenti episodi che hanno visto protagonista la Cina in campo spaziale (dall'esperimento ASAT di inizio gennaio 2007, al recente invio in orbita lunare del satellite Chang'é), enfatizzati anche dalla stampa a livello internazionale, hanno dimostrato i significativi livelli di competenza tecnologia in materia di sistemi satellitari, telecomunicazioni, sistemi di lancio, osservazione terrestre e navigazione raggiunti dal Paese asiatico.

¹⁷⁴ "Shenzhou", ovvero "vascello divino".

¹⁷⁵ La Russia è stata partner attivo nella realizzazione della missione.

¹⁷⁶ Trattasi di un satellite di 2,350 kg, contenente una fotocamera stereoscopica, uno spettrometro, un laser altimetro, un rilevatore a microonde ed uno spettrometro in raggi gamma e raggi X, capace di mappare 14 elementi. Il costo dell'intero apparato si aggira sui 187 milioni di USD.

¹⁷⁷ Vedasi articolo "*First China Lunar Probe to Activate Payloads on Monday*", accessibile al sito http://www.moondaily.com/reports/First_China_Lunar_Probe_To_Activate_Observation_Payloads_On_Monday_999.html, del 19.11.07.

Inoltre, fatto ancora più importante in un'ottica revisionale, si sta diffondendo nel Paese, a cura di un management istituzionale particolarmente attento e competente al riguardo, una cultura scientifica, tecnologica ed industriale estremamente competitiva,¹⁷⁸ nonché un certo entusiasmo popolare.

Sul piano delle collaborazioni internazionali, la diffidenza reciproca tra USA e Cina pare impedire per il momento ogni tipo di collaborazione in ambito spaziale tra i due Paesi.

Considerando che gli Stati Uniti si oppongono a qualsiasi forma di cooperazione internazionale con la Cina nel settore spaziale, è prevedibile che il Governo di Pechino cercherà di cogliere ogni opportunità offerta nell'ambito della cooperazione internazionale con altri Stati.

La Cina persegue, infatti, fin dagli anni '70, una fitta agenda di collaborazioni internazionali, che le garantiscono lo scambio di tecnologia sulla base di principi di reciprocità e di mutuo beneficio.

Un rapporto privilegiato viene mantenuto con la Russia. I progetti principali tra i due Paesi toccano i settori della navigazione satellitare, i sistemi di propulsione, la tecnologia dei materiali e le telecomunicazioni.

Entrambi gli Stati vogliono ridurre l'influenza degli Stati Uniti nell'Asia Centrale ed Orientale ed entrambi fanno parte della SCO, che comprende diversi Stati dell'Asia Centrale e che rappresenta un ambito privilegiato per il coordinamento delle politiche militari e di difesa tra gli Stati membri.

All'inizio del 2007, a seguito di una visita del Presidente cinese Hu Jintao a Mosca, è stata resa nota la volontà dei due Paesi di mandare un satellite cinese in missione su Marte ed una navicella sulla sua luna Phobos.

La Cina si è quindi concentrata negli ultimi anni in programmi di cooperazione regionale, nell'area dell'Asia-Pacifico. Si ricorda, in particolare, la sottoscrizione, nel 1998, dell' "Accordo sulla cooperazione nel settore dei piccoli satelliti multi-missione e attività correlate", cui hanno aderito Paesi come Iran, Mongolia, Pakistan, Corea del Sud e Thailandia.

¹⁷⁸ Funzionale a questo scopo anche il rilievo mediatico attribuito a queste ultime imprese, che contravviene ad una tradizionale riservatezza che aveva, invece, in passato contraddistinto ogni attività in campo spaziale promossa dalle Autorità cinesi.

Per quanto riguarda i Paesi occidentali, particolarmente significative le collaborazioni con Francia, Italia, Germania, mentre altri partner importanti a livello mondiale sono Brasile¹⁷⁹ ed Ucraina.

3.5 CENNI ALLA POLITICA SPAZIALE EUROPEA

La storia dei lanci spaziali europei inizia nel 1962, quando sull'onda del volo in orbita del cosmonauta russo Gagarin, Belgio, Francia, Germania, Paesi Bassi ed Italia, con il sostegno della Gran Bretagna e dell'Australia (che mette a disposizione la base spaziale di Woomera) sottoscrivono la Convenzione che dà origine all'"Organizzazione per lo Sviluppo di un Lanciatore Europeo" (*European Launcher Development Organization - ELDO*).

Dopo due anni fu costituito un secondo ente, l'"*European Space Research Organization*" (ESRO), deputato alla guida dei programmi europei di ricerca e progettazione per satelliti da impiegare a scopo scientifico.

Dal 1966 iniziò a svilupparsi in Europa il dibattito sulla necessità di un piano spaziale strategico.

Il contesto di allora vedeva confrontarsi diverse istanze nazionali, essendo gli Stati poco propensi a rinunciare alle proprie progettualità in nome di piani comuni.

Per ovviare a queste difficoltà, nel 1975 venne fondata l'Agenzia Spaziale Europea (ESA), un organo dotato di ampia autonomia rispetto agli Stati Nazionali.¹⁸⁰

Nell'ESA sono confluiti i precedenti enti ELDO ed ESRO. L'ESA si occupa, quindi, dello sviluppo del programma satellitare per la ricerca scientifica, nonché della progettazione di sistemi di lancio e di controllo dei satelliti ed è dedicata, per statuto, essenzialmente ad attività spaziali a scopo pacifico.

¹⁷⁹ Con cui la Cina collabora attivamente per il lancio di satelliti per l'osservazione terrestre.

¹⁸⁰ Oggi l'ESA comprende 15 Stati europei (Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Irlanda, Italia, Norvegia, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Svezia, Svizzera). Si tratta di un ente intergovernativo, il cui budget è finanziato dai Ministeri della Ricerca e dell'Industria dei Paesi europei aderenti.

Sul piano istituzionale, l'ESA finalizza la propria attività all'armonizzazione delle politiche spaziali dei vari Stati aderenti e promuove il rafforzamento dell'industria spaziale europea.

Tra i contributi prevalenti in ambito ESA, anche in termini di capacità di pressione e di apporto strutturale e tecnologico,¹⁸¹ va rilevato quello francese.

L'attività spaziale in Francia ha preso avvio all'inizio degli anni '60, con la creazione del "Centre National d'Etudes Spatiales" (CNES), ente alle dipendenze del Ministero della Ricerca e delle Nuove Tecnologie e del Ministero della Difesa.

Fin da subito le Autorità francesi consacrarono ingenti risorse alle imprese spaziali, anche in linea con l'impegno del Paese transalpino nel mantenimento di uno strumento tecnico-militare idoneo a far comparire la Francia nel novero delle Grandi Potenze, al pari di Stati Uniti e Russia, ed all'avanguardia in Europa.

Già nel 1963 la Francia era in grado di esprimere un potenziale spaziale superiore agli altri Stati europei, ponendosi nelle condizioni di aggiudicarsi importanti programmi scientifici in ESRO e maturando rapidamente competenze tecnico-industriali tali da permetterle di assumere la *leadership* in seno all'ELDO, a discapito del Regno Unito.

Alla supremazia in campo tecnico-scientifico, si accompagnò spesso la netta prevalenza delle società francesi nell'ambito delle gare per la realizzazione dei programmi

¹⁸¹ La Francia ha peraltro conferito all'ESA la base di lancio di Kourou (Guyana Francese), da cui vengono effettuati i lanci di Ariane e che sta aprendo ad interessanti cooperazioni con la Russia per il lancio della Sojuz e con l'Italia per il lancio del piccolo vettore Vega. La base aerospaziale di Kourou è stata messa a disposizione dell'ESA da parte della Francia nel 1975, quando era denominata "Centre Spatial Guyanais" (CGS). E' situata ai confini della foresta amazzonica, nell'area nord-orientale del Sud-America, in Guyana francese (Dipartimento Francese d'Oltremare). Le infrastrutture della base di Kourou sono situate in un'area scarsamente popolata, senza rischi di cicloni o terremoti. La latitudine a cui è localizzata, pari a 5° 3' N-O, circa 500 km a nord dell'Equatore, la rende una postazione ideale per lanci di apparati spaziali verso orbite geostazionarie, che possono essere raggiunte con minimi aggiustamenti di traiettoria.

L'angolazione di lancio, pari a 102°, permette una vasta gamma di missioni.

Le caratteristiche tecniche e geografiche della base di Kourou, unitamente alla sicurezza ed all'alta qualità dei servizi offerti, la rendono particolarmente gradita anche a clienti internazionali, sia pubblici che privati, quali Stati Uniti, Giappone, Canada, India e Brasile.

Attualmente la base occupa una superficie di 750 kmq ed ospita i siti di assemblaggio e messa a punto dei lanciatori e dei satelliti, laboratori ed impianti per la composizione dei propellenti, centri direzionali preposti al coordinamento dei servizi di lancio e, naturalmente, le rampe di lancio dei lanciatori Ariane-5. Analoghe infrastrutture per gli altri due lanciatori, Vega e Sojuz, sono in fase di allestimento. Si tratta di investimenti interamente finanziati dall'ESA, che sostiene economicamente i 2/3 del budget annuale della base di Kourou. Ad oggi, l'ESA ha investito più di 1,6 miliardi di Euro per migliorare e sviluppare le strutture di supporto terrestre dell'Aerostazione europea. Per approfondimenti, si consulti il sito: http://www.esa.int/SPECIALS/Launchers_Europe_s_Spaceport/SEM00U374OD_2.html.

dell'ESRO, tanto che i loro guadagni in ultima analisi superavano il contributo nazionale della Francia ai fondi delle Agenzie spaziali europee.

Alle spalle di questo successo scientifico ed industriale, sta una politica governativa coerente nella definizione degli obiettivi strategici, che ha considerato lo Spazio quale ambito catalizzatore per la ricerca scientifica e la messa a punto di tecnologie innovative, nonché quale settore fondamentale della propria proiezione militare. Sul piano economico, lo sviluppo del comparto industriale aero-spaziale nazionale ha beneficiato ampiamente delle opportunità offerte dai programmi nazionali e dalla partecipazione della Francia alle iniziative europee ed alle cooperazioni bilaterali in campo spaziale. Preponderante tra i settori di interesse francese in campo spaziale, senz'altro quello dei lanciatori, promosso in particolare mediante un apporto forte da parte del CNES allo sviluppo del sistema Ariane in ambito ESA.¹⁸² Si è trattato di un

¹⁸² Il lanciatore Ariane, nella versione 4, ha vissuto un periodo di particolare successo commerciale, a cavallo tra gli anni '80 e '90, quando giunse a detenere il 50% del mercato mondiale dei lanci geostazionari commerciali, grazie alle ottime performance in termini di affidabilità e solidità.

Con la fine della guerra fredda, l'industria aero-spaziale europea risentì dell'ingresso, nel mercato dei lanci satellitari commerciali, delle competenze spaziali russe e si trovò a competere con un concorrente temibile sul piano commerciale. Gli stessi Stati Uniti si avvalsero della tecnologia maturata dai russi nel settore dei lanciatori, quando, in un momento in cui i lanciatori statunitensi Atlas e Delta conobbero un calo nell'affidabilità al punto che se ne decise il blocco della produzione per avviare lo sviluppo di nuovi modelli, gli Stati Uniti optarono per *partnership* con Russia e Ucraina, dando vita alle due joint venture "Sea Launch" e "International Launch Services", specializzate nei servizi di lancio commerciali per satelliti geostazionari dedicati alle telecomunicazioni. In questo modo gli Stati Uniti evitarono che l'intero mercato dei servizi di lancio satellitari fosse assorbito dal lanciatore francese "Ariane-4".

L'ESA, su spinta dei francesi, sviluppò la ricerca del sistema Ariane allo scopo di permettergli di supportare satelliti di massa più elevata, in linea con quelle che si prefiguravano le tendenze di mercato, orientate alla domanda di lanci di satelliti sempre più pesanti.

Purtroppo, fin dal primo volo di Ariane-5 (volo 501, con vettore base, portata massima 5,5 tonnellate) fu evidente che il sistema necessitava di un notevole perfezionamento negli assetti di bordo: il sistema di guida, navigazione e controllo (GNC) di bordo non permise il controllo del vettore, che fu fatto esplodere in via precauzionale pochi secondi dopo il decollo.

Pur a fronte di queste difficoltà tecniche, per venire incontro ad esigenze di mercato, che pareva orientarsi verso l'utilizzo ed il lancio di satelliti da sei tonnellate in GTO, fu comunque abbandonato il modello "Ariane-4" (il cui ultimo volo risale al 2003) e ci si concentrò totalmente sull'"Ariane-5", puntando di fatto al lancio di 6 vettori all'anno. Invece di avviare una seria soluzione dei problemi della versione di base, fu programmato un costante aumento della portata, passando dalla versione base da 5,5 tonnellate del 2001-2002 a quella da 9 tonnellate (Ariane-5-Eca) del 2003, fino ad arrivare alle 12 tonnellate del 2006 (Ariane-5-Ecb), utilizzabile per lanci doppi, necessari in prospettiva per mantenere il 50% della quota di mercato di Ariane-4, nonché per competere con i lanciatori delle *joint venture* russo-statunitensi.

La sequenza dei lanci di Ariane tra il 2001 e il 2002 ha messo in evidenza limiti tecnici, che hanno portato talvolta a fallimenti nei lanci. Si sono registrati, comunque, anche successi, in particolare il lancio 518 della missione Rosetta (destinata al prelievo di materiale dalla cometa Churyumov-Gerasimenko) del 2004 o la messa in orbita, con il volo 519, del satellite canadese Anik F2, sempre nello stesso anno.

Alcuni analisti ritengono che il percorso seguito per lo sviluppo del vettore "Ariane-5" non sempre sia stato efficiente, in quanto si è puntato su configurazioni del lanciatore nuove prima ancora che fossero

ambizioso progetto maturato con l'apporto di diversi Paesi europei,¹⁸³ ma all'interno del quale fondamentale è stato l'apporto, in termini di progettazione, sviluppo, controllo e realizzazione mediante attribuzione dei contratti industriali, del predetto ente spaziale francese.

L'articolo 2 dello statuto dell'ESA, ancor oggi, prescrive un uso esclusivamente pacifico della cooperazione europea. Ciò non è dovuto ad un particolare pacifismo europeo, ma sostanzialmente alla volontà che al momento della fondazione dell'Agenzia era stata manifestata dagli Stati membri, restii a sottrarre al controllo nazionale una materia così strategica. Nel tempo, però, si è fatta strada l'idea che l'Europa debba dotarsi di una politica estera e di sicurezza comune ed, in ambito spaziale, ciò ha determinato un ripensamento di presupposti ed obiettivi in un'ottica che non esclude l'impiego di strumenti e risorse in chiave politico-militare, nonostante su questo punto gravino ancora alcuni tabù.¹⁸⁴ Punto di svolta nell'ambito di questo dibattito è stato il Rapporto dei tre saggi (Carl Bildt, Jean Peyrelevade e Lothar Späth) pubblicato dall'Agenzia Spaziale Europea nel 2000. Il Rapporto auspicava, tra l'altro,

messi a punto i perfezionamenti sui modelli precedenti, di fatto provocando una maggiorazione dei costi, ed, in genere, su percorsi di ricerca non razionali.

Alla luce di queste difficoltà, la gestione del programma Ariane è stata assunta dalla stessa ESA, che ha però mantenuto in capo al CNES competenze relative all'assistenza tecnica. L'intera gestione operativa è stata affidata all'industria aerospaziale, nella fattispecie alla società francese EADS Space Transportation, in qualità di capo-commessa, fatte salve le prerogative di Arianespace nel negoziare la produzione dei lanciatori con EADS ST, essendo Arianespace, in ultima analisi, a stabilire l'entità ed il numero dei contratti per i servizi di lancio necessari a garantire la propria funzionalità aziendale. Per garantire una più adeguata struttura di capitale ad Arianespace, ma soprattutto per permetterne un controllo da parte di EADS ST, questa ha assunto una quota pari al 30% di Arianespace, in questo modo dividendone l'azionista in posizione di maggioranza assoluta. Per rendere più razionale e condiviso sul piano industriale il programma europeo del trasporto spaziale, è stato dato incarico a EADS ST di costituire con un partner italiano, segnatamente Finmeccanica, la società NGL-Prime Company, ove la sigla NGL sta per "Next Generation Launcher". La società è costituita per il 70% da capitale di EADS ST, mentre Finmeccanica partecipa al 30%. Detta società presiederà al "Future Launcher Preparatory Program" (FLPP) e si occuperà delle varie fasi propedeutiche allo sviluppo della prossima generazione di sistemi di trasporto.

Sul piano commerciale, attualmente Ariane-5 mantiene un considerevole portafoglio di prenotazioni per lanci di satelliti geostazionari, pur non avendo ancora superato del tutto i propri problemi in termini di affidabilità. Nell'analisi degli andamenti del mercato dei lanci commerciali, va anche tenuto in considerazione il momento di crisi nel settore delle telecomunicazioni, che potrebbe incidere sulla domanda di lancio in orbita geostazionaria, ed il fatto che l'aumento della massa dei satelliti trasportati comporta un incremento della complessità della gestione dei problemi tecnici, sia nella fase di immissione in orbita che nel mantenimento dell'operatività, aspetto che ha considerevoli ricadute anche sui costi delle polizze assicurative.

¹⁸³ L'Italia ha partecipato alla costruzione di Ariane fornendo i *booster* esterni e la turbo pompa per l'ossigeno liquido del motore Vulcain del primo stadio.

¹⁸⁴ Si vedano, ad esempio, i commenti di Arpino (2006).

che lo Spazio diventasse uno strumento per il raggiungimento di scopi strategici. Nel 2003 è stato pubblicato, dall'Unione Europea, il "Libro Verde sulla politica spaziale europea", dai contenuti programmatici, seguito da un "Libro Bianco sulla politica spaziale europea" che ne stabilisce il piano attuativo, aprendo definitivamente la strada al concetto di "dual use" e segnando l'ingresso dell'Unione Europea nella competizione spaziale. In questo contesto, il 25 novembre 2003 è stato siglato tra l'ESA e l'Unione Europea un accordo-quadro per coordinare le scelte in materia spaziale delle due istituzioni.¹⁸⁵

Nel 2003 è stato redatto, in ambito ESA, un documento programmatico denominato "European Granted Access to Space" (EGAS), che si prefigge di tracciare gli aspetti programmatici della strategia europea nello spazio.¹⁸⁶

I passi salienti individuati dall'ESA (prevalentemente sotto impulso francese)¹⁸⁷ quali contributi significativi del settore spaziale per il raggiungimento dell'autonomia strategica in Europa possono essere riassunti nei seguenti punti:

- miglioramento del settore dei lanciatori, ritenuto indispensabile per assicurare l'autonomia strategica europea, mediante:

¹⁸⁵ Si veda in proposito la pubblicazione IP/03/1595 dell'Unione Europea "Spazio: l'UE e l'ESA firmano un accordo di cooperazione". Si ricorda che i membri dell'UE non coincidono con quelli dell'ESA (di cui fanno parte anche Svizzera e Norvegia e da cui sono esclusi Grecia, Lussemburgo ed i nuovi membri UE), anche se i maggiori contribuenti in termini finanziari, quindi in grado di influire sui programmi, sono comuni ad entrambe le Istituzioni.

¹⁸⁶ Nel maggio 2001 l'organismo parlamentare francese denominato "Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques" aveva pubblicato un rapporto dal titolo "L'Espace: une ambition politique et stratégique pour l'Europe". Il rapporto, nato come punto di vista critico e indipendente rispetto alla posizione ufficiale del Governo sulla politica spaziale francese, ha ispirato, di fatto, le scelte in termini programmatici della stessa ESA. Il documento francese aveva come finalità la divulgazione del principio secondo cui la conoscenza tecnologica in campo spaziale rappresenta uno strumento essenziale per preservare l'autonomia strategica europea, il percorso per raggiungere la quale trova una delle sue tappe fondamentali nello sviluppo del settore dei lanciatori sostenuto da una capacità tecnico industriale in grado di garantire l'accesso indipendente allo spazio. Nell'EGAS, a riprova della forte influenza francese sulle Istituzioni europee in campo spaziale, sono state riprese alcune delle posizioni del già citato documento dell'"Office Parlementaire d'Évaluation des Choix Scientifiques et Technologiques", con particolare riferimento alle considerazioni sull'importanza strategica da attribuire al settore dei lanciatori.

¹⁸⁷ La Francia, grazie alla conoscenza tecnologica acquisita, inoltre è stata in grado di rappresentare un polo di attrazione per l'intera industria spaziale europea. Si pensi al fatto che i francesi sono, di fatto, responsabili della gestione strategica della multinazionale europea EADS Space (lanciatori), o del consorzio Astrium (satelliti), che beneficiano al contempo dell'apporto della tecnologia tedesca. La stessa industria spaziale italiana si è di recente inserita nel contesto francese, mediante l'ingresso di Alenia Spazio in Alcatel Space. La preminenza e la capacità di lobbying francese in campo aerospaziale è molto evidente anche a livello istituzionale, prima in ambito ESA e, ora che detta istituzione ha stabilito rapporti formali con l'UE, in misura ancora maggiore. Per rendersene conto è sufficiente osservare l'assoluto predominio gestionale ed industriale francese nei programmi di punta del programma spaziale europeo, *in primis* Galileo.

- . l'implementazione di Ariane-5, per adattarlo alle evoluzioni del mercato e per ridurre progressivamente i costi di produzione;
- . il potenziamento della base di lancio di Kourou, sia a sostegno dei lanci di Ariane-5, sia aprendo ai lanciatori non europei, in particolare al sistema russo "Sojuz". A questo proposito è opportuno evidenziare come sia stato previsto un ingente sostegno finanziario da parte dell'ESA a copertura dei costi di struttura di questo settore specifico. Il finanziamento previsto nell'arco temporale 2006-2009 prevede una spesa di 960 milioni di Euro, da utilizzare principalmente per mantenere la competitività di Ariane sul mercato internazionale dei lanciatori, in attesa che vengano risolti i problemi tecnici. Il fondo EGAS a ciò destinato viene finanziato per il 51% dalla Francia.¹⁸⁸
- l'implementazione del settore dei satelliti, mediante:
 - . la miniaturizzazione e la riduzione dei costi degli apparati dei satelliti scientifici e per il telerilevamento;
 - . il finanziamento di programmi di cooperazione tra le aziende europee del settore delle telecomunicazioni¹⁸⁹ al fine di aumentare la portata degli apparati, entrando in competizione per la fornitura di satelliti geostazionari da 7 tonnellate;
 - . un attento esame degli aspetti strategici connessi al settore delle telecomunicazioni satellitari ed un'attenta valutazione della misura in cui detto settore debba essere sottratto al mercato privato, in considerazione dei suoi connotati strategici;
 - . il coordinamento delle diverse iniziative nazionali relative all'osservazione satellitare della superficie terrestre, possibilmente mediante la creazione di sinergie, come quella che ha interessato la complementarità degli assetti francesi, italiani e tedeschi per il telerilevamento Plèiades, Cosmo-Skymed e SAR-Loupe. Lo stesso tipo di complementarità andrebbe messo a punto anche a livello di Agenzie spaziali, inserendo i diversi centri in un circuito con margini di condivisione delle competenze acquisite, in modo da poter

¹⁸⁸ La Germania contribuisce per il 17,8% e l'Italia per il 9,4%.

¹⁸⁹ Come, ad esempio, per il programma STENTOR, avviato nel 2000 e volto a sviluppare una nuova generazione di satelliti per le telecomunicazioni.

sfruttare al massimo livello le specializzazioni maturate nei singoli Paesi, originando virtuose razionalizzazioni ed evitando sovrapposizioni.

Nel 1999, in ambito ESA, è stato avviato il programma per la navigazione satellitare Galileo,¹⁹⁰ finanziato congiuntamente con l'Unione Europea. Si tratta di un sistema "dual use", alternativo al GPS-NavStar statunitense, che in una prima fase è stato promosso dalle Autorità spaziali europee con applicazioni a scopi civili, compatibilmente con i compiti istituzionali dell'ESA.

Successivamente, in linea con le evoluzioni legate al Rapporto Bildt, gli Stati europei, *in primis* la Francia, hanno però conferito al programma un connotato maggiormente militare. Politicamente, Galileo è stato presentato come una garanzia di indipendenza ed autonomia rispetto al sistema statunitense, che esponeva la sicurezza europea al pericolo di un'eccessiva dipendenza dall'alleato d'oltre Atlantico.¹⁹¹

Significativo il fatto che le Autorità europee abbiano mantenuto su questo punto un atteggiamento fermo, ma prudente, evidentemente dettato dalla forte opposizione USA ad un sistema percepito da Washington come un duplicato in grado di danneggiare il sistema GPS-Navstar.

Le Autorità europee hanno, invece, attribuito maggiore enfasi in campo internazionale alle evoluzioni del sistema per l'osservazione terrestre "Global Monitoring for Environment and Security" (GMES), in cui la connotazione del termine "sicurezza" ha risvolti legati a tematiche prettamente ambientali e civili.

¹⁹⁰ I satelliti della costellazione verranno ripartiti tra 3 orbite terrestri circolari (mentre la costellazione GPS-Navstar ne utilizza 6), nelle quali essi ruoteranno ad una altitudine di 23.616 km, con un angolo di inclinazione di 56° in rapporto all'Equatore. Questa disposizione permetterà di coprire con il segnale di Galileo le latitudini che vanno fino a 75° a Nord ed a Sud, ovvero la maggior parte della superficie terrestre. Ciascuno dei tre piani orbitali conterà nove satelliti attivi e uno di riserva, in modo da minimizzare l'impatto sull'utilizzatore nel caso di perdita di uno o più satelliti. Il sistema dovrebbe diventare operativo nel 2010. Offrirà quattro tipi di servizi:

- uno accessibile al grande pubblico, gratuito ma non illimitato nel tempo, con un margine di precisione che va dai 6 ai 15 metri;
- un servizio destinato ad uso civile, ma a pagamento, con un margine di precisione sui 6 metri, con integrità di segnale garantita da una linea criptata;
- il terzo, che con una doppia frequenza garantisce un'integrità rinforzata del segnale, dotato di una precisione a 4 metri, sarà dedicato alle esigenze dell'OACI per la navigazione aerea;
- il quarto e ultimo, sarà denominato Servizio Pubblico Regolamentato (PRS), opererà su bande dedicate con accesso controllato, mediante un segnale quasi impossibile da individuare e con una precisione di geolocalizzazione dell'ordine dei 45 cm, dedicato alla Pubblica Amministrazione, in particolare alle Forze di Polizia e di sorveglianza transfrontaliera, alla Protezione Civile, ai militari.

¹⁹¹ Fatto reso evidente soprattutto nel corso della guerra in Kosovo.

Nel 2001, l'ex Ministro della Difesa statunitense Rumsfeld ha espresso, in una lettera ai partner NATO, la preoccupazione del Governo USA in ordine alla possibilità che Galileo potesse interferire con i segnali del GPS-Navstar.¹⁹² Per far fronte alle pressioni statunitensi, l'Europa ha inizialmente giocato sulla difensiva, barricandosi dietro l'uso civile di Galileo, ma nel 2004 dichiarazioni ufficiali francesi hanno confermato che entro il 2010 il sistema di navigazione satellitare europeo sarebbe stato in grado di fornire alla difesa europea sistemi satellitari di navigazione utili anche per la guida di armi di precisione e la localizzazione di forze terrestri.

Nel giugno del 2005 è stato siglato un accordo, secondo il quale l'Europa accetterebbe di spostare i segnali E1 ed E2, senza pertanto liberare la banda di frequenza occupata, come veniva chiesto dagli americani. Gli Stati Uniti avrebbero acconsentito a non esigere un diritto di veto sugli sviluppi della modulazione delle frequenze di Galileo. Le due parti avrebbero anche acconsentito a coordinarsi, puntando sull'interoperabilità.¹⁹³

Per quanto riguarda la cooperazione internazionale con gli Stati Uniti, l'Europa è anche coinvolta nelle attività della SSI, che peraltro assorbono una porzione consistente dei fondi destinati ad attività spaziali in ambito ESA. Il modo con cui gli USA affronteranno il tema del trasporto dei materiali alla SSI rappresenta una questione fondamentale anche per i programmi spaziali europei, considerando la diretta incidenza delle scelte statunitensi sul modo in cui l'Europa dovrà gestire aspetti legati, ad esempio, al modulo operativo Columbus, alle sofisticate apparecchiature su di esso

¹⁹² Uno dei principali punti di contrasto tra Europa e USA fu in merito alla sovrapposizione tra le bande di frequenza E1 ed E2, comprese tra 1559 e 1591 MHz scelte dagli europei per il sistema PRS di Galileo ed il codice militare M (1575,42 MHz), destinato ai satelliti GPS del Blocco IIR-M e IIF.

In ragione di questa sovrapposizione di frequenze, il Pentagono, pur impedendo l'accesso al codice M, non potrà influire sull'eventuale accesso di parti terze al servizio PRS di Galileo, a meno che non decida di effettuare *jamming* sulle stesse frequenze utilizzate dalla costellazione europea. Questo, vista la coincidenza con quelle del segnale M, vorrebbe dire rischiare di mettere in pericolo il codice M del GPS e quindi lo stesso sistema di navigazione satellitare statunitense.

Altro fattore di criticità nei rapporti con gli Stati Uniti in merito agli sviluppi di Galileo, è stata la scelta europea di coinvolgere nel progetto la Cina. Gli Stati Uniti, fin dalla firma dell'accordo ESA-Cina nel 2003, si sono dimostrati contrari, per timore di eventuali trasferimenti al Governo di Pechino di tecnologia sensibile in un comparto così strategico, soprattutto alla luce del fatto che la Cina da tempo stava implementando il proprio sistema di navigazione satellitare Beidou. L'accusa gravante sugli europei era quella di violare l'embargo contro Pechino risalente ai fatti di Tienanmen, nonché di conferire ai cinesi *know-how* che gli stessi avrebbero indirettamente potuto utilizzare contro gli USA impegnati nell'alleanza con Taiwan.

¹⁹³ L'interoperabilità consiste nella possibilità che i segnali emessi da una delle due costellazioni possano rimpiazzare quelli dell'altra in caso di cattivo funzionamento di uno o più satelliti.

installate, ma anche allo sviluppo di veicoli ATV (*Automatic Transfert Vehicle*), massima espressione della tecnologia spaziale europea. Nel caso che, come previsto, nel 2015 la SSI non venisse più finanziata dalla NASA, si imporrebbe, infatti, all'Europa una seria riflessione e la determinazione di nuovi indirizzi, per eventualmente utilizzare le risorse stanziare per la SSI in altro modo, orientamento che avrebbe forti ripercussioni anche sulle industrie coinvolte.¹⁹⁴

Per quanto riguarda i sistemi spaziali sviluppati dai singoli Stati europei a supporto delle proprie operazioni militari, oltre a quanto già specificato in ordine alla navigazione satellitare ed al programma Galileo, si rilevano in particolare i seguenti programmi nazionali ed internazionali:

(1) Telerilevamento

- Francia, Germania, Italia e Spagna aderiscono congiuntamente al finanziamento del sistema satellitare di osservazione terrestre Helios,¹⁹⁵ operativo in orbite LEO, in grado di produrre immagini con una definizione inferiore al metro.¹⁹⁶ Il

¹⁹⁴ Tra i progetti che potrebbero, eventualmente, permettere l'applicazione di molte competenze già acquisite per l'implementazione di Columbus e ATV, ad esempio, vi sono quelli connessi ad una possibile colonizzazione della Luna su iniziativa statunitense. Si è parlato anche di un possibile ruolo europeo di grande prestigio nella costruzione di un veicolo di trasferimento e rientro degli equipaggi (CTRW - *Crew Transfer and Re-Entry Vehicle*). Lo sviluppo di un veicolo del genere permetterebbe all'industria europea di mettere a punto ricerche su tecniche e materiali poi applicabili alla costruzione di qualsiasi veicolo orbitale di trasferimento e rientro. A questo proposito va anche evidenziato come la Russia stia contestualmente lavorando al progetto Klipper, per la costruzione di un'astronave in grado di trasportare fino a 6 astronauti nello spazio e altri corpi celesti, progetto che sarebbe stato aperto anche alla collaborazione europea. La partecipazione europea al predetto progetto russo porrebbe l'ESA nelle condizioni di proporsi anche agli USA con un potere contrattuale diverso, oltre che come partner già esperto e quindi in grado di negoziare un accordo più equo di quello che era stato sottoscritto in occasione dell'adesione europea all'ISS.

¹⁹⁵ Si tratta di un satellite ottico con risoluzione metrica, operativo in orbita eliosincrona di tipo *near noon*, con possibilità di basculamento per l'osservazione laterale e longitudinale.

Del progetto, avviato nel 1987, fa parte anche l'Italia, che vi partecipa al 14%. Il primo Helios, Helios 1A, fu lanciato nel 1995, con vita operativa programmata decennale.

Ognuna delle nazioni coinvolte dispone, sul proprio territorio nazionale, di una stazione per la ricezione dei dati e di un centro di elaborazione delle immagini. Nel caso dell'Italia, la stazione di ricezione delle immagini si trova presso Matera, mentre il centro elaborazione dati ha sede al Centro Interforze di Telerilevamento Satellitare di Pratica di Mare. Per ulteriori dettagli vedi Borrini (2006).

¹⁹⁶ Rispetto ai sistemi radar, questo tipo di satellite presenta alcuni limiti, tipici di ogni sistema ottico, che sono:

- lunghi tempi di manovra;
- campo visivo limitato;
- necessità di condizioni metereologiche e di illuminazione favorevoli;
- trasmissibilità dei dati diretta possibile solo se il satellite è contemporaneamente in vista sia del bersaglio che della stazione ricevente;

progetto viene coordinato dal Ministero della Difesa francese, attraverso il Centro Nazionale di Studi Spaziali francese (CNES);

- l'Italia ha sviluppato il sistema radar ad alta definizione per l'osservazione terrestre Cosmo-SkyMed, che, almeno in una prima fase, farà parte di un progetto comune con la Francia, per la condivisione dei dati della propria costellazione con la costellazione francese a ripresa ottica Plèiades;
- la Germania, a sua volta, sta implementando un'altra costellazione satellitare per il telerilevamento radar, SAR - Loupe, anche in questo caso a servizio delle Forze Armate nazionali;
- la Gran Bretagna ha recentemente lanciato un microsatellite per il telerilevamento ad alta definizione noto come TopSat;
- in campo SIGINT, significativo il lancio da parte francese di satelliti Essaim;

(2) Telecomunicazioni

- la Gran Bretagna utilizza satelliti “*dual use*” della serie Skynet 4 e 5 per frequenze UHF e satelliti in SHF posizionati in orbita geostazionaria;
- la Francia detiene satelliti “*dual use*” Telecomm-2 e satelliti militari del sistema Syracuse-2 e 3A (l'ultima generazione di un sistema satellitare per comunicazioni ultrasicure caratterizzato da interoperabilità con lo Skynet britannico ed il Sicral italiano). Inoltre è prevista la messa a punto del sistema satellitare per comunicazioni ad alte frequenze Melchior, da impiegare per le comunicazioni militari in teatro in condizioni di interoperabilità con i sistemi NATO;
- l'Italia dispone del sistema satellitare per le telecomunicazioni militari Sicral, che garantisce comunicazioni sicure in UHF, SHF e EHF;
- la Spagna opera con il sistema “*dual use*” Hispasat, attivo in banda X al servizio delle Forze Armate spagnole e con il sistema militare SPAINSAT. Inoltre, ha recentemente lanciato il satellite XTAR-EUR, che fornirà capacità di *back-up* alle telecomunicazioni militari;

(3) “*Early Warning*”

- nell'ottobre del 2005 EADS Astrium ed Arianespace hanno lanciato due microsatelliti per attività di “*early warning*” della Difesa francese.

- tempo del passaggio in vista della stazione ricevente molto breve, da cui la necessità di scaricare i dati in due stazioni diverse.

3.6 IL CASO ITALIANO

L'Italia rappresenta il 3° grande Paese spaziale europeo e ricopre un ruolo significativo in ambito ESA, grazie all'ormai affermata presenza nel settore dei lanciatori ed alla partecipazione ad importanti progetti nel comparto del rilevamento, dell'osservazione terrestre, delle telecomunicazioni, oltre che a diverse missioni scientifiche internazionali. Il nostro Paese rappresenta anche un importante partner nell'ambito di progetti dedicati all'esplorazione spaziale extraterrestre, come nel caso della partecipazione al progetto della NASA che ha portato la sonda italiana Cassini nell'orbita di Saturno e verso le sue lune.

L'Italia è stato anche il primo Paese europeo a lanciare un proprio satellite, il San Marco I, lanciato nel 1964 dalla base NASA di Wallops Island, in Virginia, con un vettore americano del tipo SV-137 "Scout".¹⁹⁷

Per quanto riguarda il settore dei vettori di lancio, l'Italia è riuscita ad inserirsi efficacemente nei programmi dedicati allo sviluppo di lanciatori europei, seppur all'ombra del partner francese. L'industria spaziale italiana è, comunque, riuscita a ritagliarsi un ruolo importante in specifici settori applicativi, in particolare nel settore delle propulsioni del programma Ariane-5. Ad esempio sono di produzione italiana alcune parti del motore Vulcain usato per il primo stadio di propulsione di Ariane-5 (stadio criogenico) e, sempre in Italia, vengono assemblati e predisposti per l'isolamento termico i razzi a propellente solido impiegati nella stessa fase di lancio (boosters laterali)

La partecipazione a questo tipo di progetto ha rappresentato per il nostro Paese una eccellente opportunità per acquisire *know-how* nel settore dei lanciatori: quanto appreso sviluppando la componentistica di Ariane ha permesso, infatti, di realizzare progetti a maggiore partecipazione italiana, come ad esempio il programma VEGA.

Sul piano della politica spaziale nazionale, per motivi di sicurezza, riservatezza ed immediatezza, il settore militare ha tradizionalmente seguito un orientamento operativo

¹⁹⁷ Successivamente, l'Italia individuò presso le coste keniane, nella baia di Ngwana, il sito ideale per impiantarvi un proprio poligono di lancio, dando vita al progetto San Marco (PSM). Attualmente, detta struttura viene ancora utilizzata per lanci da parte di Agenzie Spaziali internazionali e compagnie private ed è mantenuta in attività dai contributi di questi enti, dimostrandosi peraltro in grado di esprimere eccellenti capacità operative. Dal 1° gennaio 2005 è sotto la gestione diretta dell'ASI.

mirato ad accentrare i compiti gestionali della componente spaziale della Difesa all'interno della propria sfera.¹⁹⁸

Ciò ha talora innescato controversie per la titolarità delle decisioni programmatiche con la stessa Agenzie Spaziale Italiana (ASI), il cui ruolo necessita di una ridefinizione anche nei rapporti con il mondo scientifico ed universitario nazionale.

Una maggior chiarezza nelle competenze dei citati Enti in materia spaziale è resa necessaria anche dalla natura prevalentemente “*dual use*” degli assetti sul mercato, che fa emergere l'urgenza di stabilire diritti, oneri e doveri per la loro gestione in capo agli utenti che beneficieranno dei dati e dei servizi resi disponibili dai sistemi spaziali stessi, con ricadute che interesseranno sempre più, oltre che il settore militare, anche quello della sicurezza allargata alla Protezione Civile, agli Amministratori Locali, alle Forze di Polizia che si occupano della salvaguardia del territorio, dei confini e delle coste.

Nell'attuale contesto nazionale, in linea con quanto succede negli altri Paesi coinvolti nella corsa allo spazio, il principale utente dei dati ottenuti dall'impiego di tecnologia spaziale rimane comunque la Difesa. Per questo motivo, ai fini del presente lavoro pare opportuno concentrarsi sui principali assetti a disposizione del Ministero della Difesa, che riguardano satelliti per le telecomunicazioni, l'osservazione terrestre e la navigazione satellitare.

Si tratta di tre settori che, per le caratteristiche tecnico-operative degli apparati coinvolti, per questioni di sicurezza legate ai risvolti funzionali dei dispositivi e delle reti utilizzate e per valutazioni di tipo economico, hanno ricevuto dall'Amministrazione militare trattamenti estremamente diversificati, passando dal controllo totale ed esclusivo, alla cooperazione con altri Stati esteri o con altri Enti, all'acquisto di sistemi standardizzati di tipo commerciale (*off-the-shelf*).

I sistemi dedicati alle telecomunicazioni, ad esempio, come il satellite SICRAL, per la loro sensibilità strategica e per i costi relativamente bassi legati alla propria gestione in orbita sono stati fatti rientrare totalmente sotto la sfera della Difesa. Per altri comparti, come quello dell'osservazione terrestre, per i quali servono strumenti di maggior complessità sia durante il lancio che nella fase di controllo operativo, sono state privilegiate soluzioni come la partecipazione a progetti multinazionali (come nel caso

¹⁹⁸ Si veda ad esempio quanto osservato da Borrini (2006) a pag. 37 a proposito del sistema satellitare per le telecomunicazioni militari SICRAL.

di Helios) o la condivisione dei propri sistemi con quelli di altri Paesi, pur mantenendo il controllo delle componenti più sensibili sul piano strategico, come la ricezione e l'elaborazione dei dati a terra (è il caso di Cosmo-SkyMed, sistema peraltro concepito con una forte vocazione “*dual-use*”). Nel caso della navigazione satellitare, si è poi fatto ricorso all'utilizzo di sistemi già disponibili sul mercato, come il GPS Navstar (o il sistema europeo Galileo in seconda battuta).

3.6.1. Il satellite per le telecomunicazioni SICRAL

Le Forze Armate di tutti i Paesi tendono a dotarsi, nel campo delle telecomunicazioni, di sistemi propri, onde assicurare comunicazioni sicure (affidabili e non intercettabili) tra i propri centri, le unità mobili ed eventualmente i terminali impiegati in teatro operativo.

In Italia, fin dagli anni '70,¹⁹⁹ il Ministero della Difesa italiano ha avviato studi preliminari per la messa a punto di un satellite destinato a scopi militari,²⁰⁰ obiettivo concretizzatosi solo nel 1996, quando divenne urgente poter disporre di un sistema di comunicazioni satellitari sicuro²⁰¹ in concomitanza con l'aumentare delle missioni italiane all'estero, anche a supporto tattico di operazioni in teatro.

Ha preso così vita il satellite militare italiano SICRAL (Sistema Italiano per Comunicazioni Riservate ed Allarmi), sviluppato sotto la guida e la direzione dell'Amministrazione della Difesa, con l'apporto predominante del Reparto TEI (Telecomunicazioni Elettronica Informatica) di SMD, da Alenia Spazio, Fiat Avio e Telespazio, all'interno del consorzio denominato Sitab (partecipato dalle tre società rispettivamente per il 70%, per il 20% e per il 10%).

¹⁹⁹ In quel frangente, nel mondo occidentale le comunicazioni via satellite su scala globale erano gestite dal consorzio INTELSAT. Erano però stati avviati numerosi progetti per satelliti commerciali, tra cui lo statunitense RCA (che copriva solo il territorio USA) e l'europeo EUTELSAT. In campo militare, le uniche potenze in grado di disporre di satelliti per telecomunicazioni sicure erano Stati Uniti e Gran Bretagna.

²⁰⁰ Naturalmente il progetto iniziale, concepito in pieno clima da guerra fredda, era stato pensato prevalentemente per impieghi a difesa del territorio nazionale, o, al limite, per l'utilizzo a sostegno di operazioni della Marina e dell'Aeronautica in area mediterranea.

²⁰¹ I segnali vengono trasmessi dal satellite in chiaro, mentre rimane all'utente l'eventuale onere di procedere ad una codifica delle informazioni. Sono invece criptate le informazioni connesse alle operazioni di telemetria e comando, di particolare sensibilità strategica, in quanto da un'eventuale interferenza potrebbe derivare un danno al sistema satellitare stesso.

Come recita la definizione fornita dal Ministero della Difesa, si tratta di “un sistema di comunicazioni via satellite in grado di assicurare le comunicazioni strategiche e tattiche sul territorio nazionale e nelle operazioni fuori area e le comunicazioni mobili con piattaforme terrestri, navali ed aeree”.

Il SICRAL è stato lanciato in orbita all’inizio del 2001 dalla base spaziale di Kourou,²⁰² con un vettore Ariane-4 ed è posto in un’orbita geostazionaria con angolazione 16,2° Est.²⁰³

Il costo complessivo del satellite si aggira ad oggi sui 500 milioni di Euro.

Il SICRAL è costituito da un segmento spaziale, ovvero il satellite ed i suoi equipaggiamenti, e da un segmento di terra, rappresentato dall’insieme del Centro di Gestione e Controllo (situato a Nord di Roma, in località Vigna di Valle)²⁰⁴ e dai singoli terminali distribuiti presso le strutture della Forze Armate, utilizzabili da aerei, navi e truppe di terra.²⁰⁵

Dal punto di vista operativo il SICRAL è preposto all’integrazione dei sistemi di comunicazione tattici delle Forze Armate per il Comando e Controllo dei mezzi mobili terrestri, navali ed aerei, e si pone come uno dei pilastri del sistema C4I nazionale a supporto degli Stati Maggiori e dei Comandi Operativi dei diversi Corpi. L’impiego del

²⁰² Nell’ambito di un lancio doppio, con il satellite inglese Skynet 4F.

²⁰³ In una certa fase dello sviluppo del progetto per il SICRAL, contestualmente al coinvolgimento dell’Aeronautica Militare nel progetto di lancio del satellite San Marco, era stata anche prospettata la realizzazione di una costellazione di satelliti meno pesanti in orbite ellittiche, lanciabili dal San Marco. Difficoltà tecniche legate al puntamento da terra ed allo scarso carico utile lanciabile fecero desistere da questa soluzione.

²⁰⁴ Il Centro di Controllo e Gestione, dotato di complessi apparati all’avanguardia quanto a tecnologie elettroniche, informatiche e telematiche, si occupa, tra le altre cose, anche delle manovre correttive della posizione orbitale del satellite e della gestione delle connessioni satellitari.

²⁰⁵ Dalla propria orbita SICRAL assicura collegamenti video, fonia e fax in un’area che comprende Europa, bacino del Mediterraneo e Mar del Nord. Con i mezzi a disposizione, l’Italia non poteva permettersi l’utilizzo di più satelliti dedicati alle diverse frequenze. Gli obiettivi fissati per l’operatività del SICRAL, hanno quindi reso necessaria la predisposizione di una rete di trasmissione operante su tre bande di frequenza. Per questa ragione, è stato predisposto un satellite unico, dotato di trasponditori (o “pacchi”) operanti su tre diverse bande, che conferiscono al sistema capacità di *cross-trap* tra diverse frequenze, rendendo lo strumento estremamente flessibile ai vari utilizzi. Le bande di frequenza sono le seguenti: UHF (Ultra High Frequency, da 260 a 300 MHz), utilizzata per comunicazioni tattiche che coprono l’intero emisfero visibile dal satellite, SHF (Super High Frequency, da 7 a 8 GHz) che copre Europa, Mediterraneo e Medio Oriente, ma che, grazie alla disponibilità di un’antenna a copertura multifascio riconfigurabile elettronicamente (in grado di produrre il c.d. *spot mobile*) permette di raggiungere, all’occorrenza, anche la regione dell’Oceano indiano, ed EHF (Extremely High Frequency, da 20 a 44 GHz), che copre prevalentemente l’Italia e che per le sue caratteristiche tecniche viene anche impiegata per le attività di telemetria e telecomando in condizioni di normalità. Per la fase LEOP (Lancio e messa in orbita - *Launch and Early Orbit Phase*) e le situazioni di emergenza si preferisce invece la banda S.

SICRAL consente, in sostanza, l'estensione "fuori area" della Rete Numerica Interforze (RNI).²⁰⁶

Per permettere di soddisfare specifiche esigenze espresse nel campo delle telecomunicazioni militari, il SICRAL assicura quindi mediante il proprio Centro di Gestione e Controllo la contestualità tra la pianificazione delle missioni operative delle Forze Armate e la configurazione dei ripetitori del satellite e dei terminali di supporto terrestre, permettendo una relazione sinergica di complementarità tra risorse militari tradizionali e satellitari.

Per tutte queste ragioni, il satellite SICRAL si rivela indispensabile per il sostegno alle missioni italiane all'estero. Il sistema è stato concepito per supportare l'attività della Difesa in aree di crisi, comprese le operazioni di "*peace keeping/enforcing*", di "*disaster relief*" e di "*search and rescue*", in quanto garantisce collegamenti sicuri nei teatri operativi in cui operano i contingenti nazionali. Inoltre, essendo di fatto il Ministero della Difesa il fruitore in via esclusiva dei dati trasmessi,²⁰⁷ assicura il massimo di grado di riservatezza e tempestività²⁰⁸ nella ricezione dei dati richiesti dall'Amministrazione delle Forze Armate, confermandosi canale privilegiato per la trasmissione di informazioni classificate.²⁰⁹

²⁰⁶ Questo concretamente significa che permette collegamenti telefonici sicuri tra utenti della Difesa localizzati in patria e membri delle nostre FFAA a bordo di navi, aerei o localizzati all'estero, nonché comunicazioni con le Forze internazionali collegate in circuito NATO. Sul territorio nazionale, il SICRAL garantisce inoltre la copertura alla RNI nel caso si interrompa la linea su una tratta telefonica.

²⁰⁷ In origine, il SICRAL rappresentava un satellite duale, militare e civile, seppur ad uso strettamente governativo, anche a disposizione, ad esempio, della Protezione Civile. Questo istituto però è uscito dal programma, realizzando i propri obiettivi di monitoraggio ambientale ricorrendo a satelliti commerciali.

²⁰⁸ Cosa non sempre possibile quando ci si affida ai sistemi gestiti da partner commerciali o da Paesi alleati.

²⁰⁹ Per permettere a più utenti di accedere simultaneamente, sono state definite modalità di accesso in rete con tecniche basate sulla moltiplicazione ed, in particolare, sui metodi:

- FDMA (*Frequency Division Multiple Access*) - questo tipo di accesso funziona per preassegnazione di frequenza (PAMA - *Permanent Assigned Multiple Access*): all'utente viene concessa una porzione di banda per un dato tempo;
- SCPC (*Single Channel Per Carrier*) - questo accesso invece è attivabile su domanda e comporta l'instaurazione del collegamento solamente quando l'utente compone il numero telefonico assegnato, mentre a comunicazione terminata il segnale scompare;
- TDMA (*Time Division Multiple Access*) - opera su banda UHF, utilizzata per comunicazioni tattiche, ed è caratterizzato dalla sincronizzazione delle comunicazioni, ovvero dalla divisione a tempo.

Per ulteriori approfondimenti, si consulti Borrini (2006) o il sito del Ministero della Difesa <http://www.difesa.it/Approfondimenti/manifestazioni/Forum+PA+2005/Attività/II+Sistema+SICRAL/I+servizi+di+comunicazione.htm>.

Da ultimo, va sottolineato come il SICRAL sia stato progettato per permettere condizioni di interoperabilità con analoghi sistemi a disposizione degli Alleati in ambito atlantico. Grazie al suo indiscutibile valore sul piano tecnologico e dalle prestazioni offerte in termini di affidabilità e flessibilità, è stato peraltro selezionato, congiuntamente al satellite militare francese Syracuse 3 ed al britannico Skynet 4/5, per far parte del sistema di telecomunicazioni della NATO su bande protette SHF e UHF. In prospettiva futura, per il 2010 è previsto il lancio del satellite SICRAL 2,²¹⁰ mentre la capacità operativa dell'attuale assetto dovrebbe essere estesa, a breve, con il lancio di un SICRAL 1bis.

3.6.2. Cosmo-SkyMed

Il sistema italiano di osservazione terrestre Cosmo-SkyMed è costituito da una costellazione di 4 satelliti in orbita bassa, progettata con funzione “*dual-use*”, in grado di consentire numerose applicazioni utili alla gestione dell'ambiente ed alla sorveglianza militare.

La sua realizzazione è stata avviata nel 1997 dall'Agenzia Spaziale Italiana, come programma civile per l'osservazione del bacino del Mediterraneo.²¹¹ Contestualmente, anche la Difesa italiana aveva manifestato la necessità di disporre di un sistema satellitare nazionale in grado di svolgere la funzione del sistema ottico a gestione francese Hélios I, il cui termine di vita operativa era previsto per il 2005.²¹²

Il progetto Cosmo-SkyMed è stato quindi preso in carico congiuntamente da ASI e Ministero della Difesa. Il finanziamento per conto dell'ASI (pari all'80% della copertura dei costi) viene stanziato dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca (MIUR).

Nel 2001, il programma Cosmo-SkyMed è stato inserito nei termini di un significativo accordo siglato a Torino con la Francia,²¹³ Paese con cui l'Italia coopera per lo sviluppo di sistemi ottici e radar per l'osservazione terrestre.²¹⁴

²¹⁰ Per alcune ipotesi di lavoro relative a possibili sviluppi del nuovo sistema, cfr. Borrini (2006) a pag. 38 e segg.

²¹¹ Come indica la stessa sigla “Cosmo”, un acronimo che sta per “*Constellation of Small Satellites for Mediterranean Basin Observation*”.

²¹² L'Italia partecipa all'implementazione dei sistemi Helios I e II con un contributo del 14%.

²¹³ L'accordo è stato ratificato con Legge n. 20 del 10.01.2004.

Detto accordo ha previsto la condivisione con la Francia dei dati radar resi disponibili dai 4 satelliti di Cosmo-SkyMed in cambio, da parte francese, dei dati ottici derivati dai due satelliti della costellazione Plèiades.²¹⁵

Sul piano tecnico, il sistema Cosmo-SkyMed è quindi caratterizzato dalla possibilità di utilizzo congiunto di due sensori ottici (realizzati proprio dalla Francia) e di quattro sensori radar, tutti ad alta risoluzione.²¹⁶

La scelta di affiancare ai tradizionali sistemi ottici più sofisticati apparati radar (SAR in banda X) è stata dettata dalla necessità di dotarsi di apparati in grado di permettere la visione anche in ore notturne ed in cattive condizioni metereologiche, nonché di fornire immagini migliori.²¹⁷

Il raggiungimento di questi obiettivi ha comportato un enorme sforzo tecnico, che ha naturalmente implicato una lievitazione dei costi in termini di ricerca, studi e gestione.

L'uso dei radar sui satelliti è, infatti, una materia ancora non completamente esplorata e che presenta difficoltà connesse all'interpretazione ed al vaglio delle onde emesse dal terreno, rendendo più complessa, rispetto ai rilevatori ottici, la rielaborazione dei dati.

Il sistema satellitare congiunto Cosmo-SkyMed/Plèiades, che ha assunto la denominazione ORFEO (*Optical and Radar Federation for Earth Observation*), presenta per l'Italia l'indubbio vantaggio di potersi avvalere di un sistema ottico complementare a quello radar di cui dispone, per confrontare i dati ottenuti da Cosmo-SkyMed affinando le proprietà della propria costellazione satellitare.²¹⁸

²¹⁴ Fin dall'inizio degli anni '90 i Paesi dell'Unione Europea Occidentale (UEO) si erano interessati all'allestimento di una costellazione di satelliti per l'osservazione, da impiegare sia a fini strategici che tattici, con l'impiego di sistemi ottici e SAR. Con l'avvento del sistema ottico HELIOS, realizzato congiuntamente da Francia, Spagna e Italia, di fatto questi tre Paesi ritennero questo satellite sufficiente al soddisfacimento delle proprie esigenze. Inoltre, i costi elevati del progetto della costellazione proposta per l'UEO fecero definitivamente tramontare il progetto.

²¹⁵ All'interno del protocollo siglato, in considerazione del fatto che la costellazione Plèiades entrerà in funzione alcuni anni dopo Cosmo-SkyMed, è stato previsto che la Francia conceda all'Italia la fruizione delle immagini rilevate con il successore di Helios I, ovvero Helios II, mentre l'Italia già rende disponibili alla Francia i dati radar ottenuti dalla costellazione Cosmo-SkyMed.

²¹⁶ L'abbinamento delle due modalità consente una notevole versatilità di utilizzo, permettendo di operare sia in campo largo con bassa risoluzione, sia in campo stretto con alta risoluzione.

²¹⁷ Rispetto ai rilevamenti di Helios, ad esempio, Cosmo-SkyMed garantisce prestazioni più elevate (offrendo una migliore qualità nelle riprese ed essendo dotato della capacità di operare in condizioni ambientali difficili), una maggiore frequenza di sorvolo degli obiettivi, una maggior flessibilità e tempi di risposta più immediati alle richieste istituzionali.

²¹⁸ Il programma Cosmo-SkyMed verrà integrato anche con l'analogo progetto della Commissione Nazionale delle Attività Spaziali Argentina (CONAE) denominato SaoCom, con finalità legate alla gestione delle emergenze ambientali, dando vita al Sistema Italo-Argentino di Satelliti per la Gestione delle Emergenze SIASGE.

I dati tratti dai rispettivi sistemi rimangono di proprietà nazionale, fatte salve opportune intese mirate a definire il percorso terrestre dei dati (che dovrebbe rimanere di pertinenza nazionale) e l'interazione tra le diverse strutture di pertinenza.

Lo scambio di dati e risorse innescato dall'accordo in parola riguarda sia la programmazione che l'ambito operativo e prelude ad una successiva integrazione del sistema di osservazione terrestre congiunto italo-francese nel più ampio progetto europeo GMES.²¹⁹

La realizzazione degli apparati è stata affidata in qualità di *prime contractor* ad Alenia Spazio (Finmeccanica). Il contratto, che ha superato il miliardo di Euro, coinvolge anche numerosi *sub contractor*, primo fra tutti Telespazio (Finmeccanica) e molte altre piccole medie imprese italiane.

Il primo lancio ha avuto luogo a metà 2007, il secondo alla fine dello stesso anno. Seguiranno altri due lanci a distanza di alcuni mesi ciascuno, per completare il posizionamento e la messa in funzione del sistema entro il 2008.²²⁰

In pratica, i 4 satelliti che compongono la costellazione si spostano in orbita polare eliosincrona *dawn dusk* a 90° l'uno rispetto all'altro e consentono di osservare uno stesso luogo due volte al giorno con diversa angolazione del fascio radar e una volta ogni cinque giorni con lo stesso angolo di incidenza.²²¹ Si tratta di una frequenza molto elevata rispetto ad altri sistemi, ragion per cui Cosmo-SkyMed è potenzialmente in grado di far pervenire a terra un'enorme quantità di dati, considerando il potenziale operativo di ripresa che arriva fino a 1.800 immagini giornaliere.

Il livello tecnico raggiunto, ha peraltro suggerito agli amministratori, di estendere la competenza di Cosmo-SkyMed a tutto il globo.

Vedasi, per ulteriori dettagli, l'articolo "*Al via il programma spaziale italiano Cosmo-SkyMed*", reperibile al sito http://newton.corriere.it/PrimoPiano/News/2005/01_Gennaio/03/skymed.shtml.

²¹⁹ Anche in questo caso la Francia si propone, come sua consuetudine all'interno degli accordi europei in ambito spaziale, come catalizzatore di intese bilaterali prodromiche a intese multilaterali che la vedano in posizione di centralità nella gestione dei progetti congiunti, come dimostrato anche dal fatto che analoga intesa sarebbe stata siglata con la Germania per integrare Plèiades con la costellazione tedesca Sar-Lupe.

Si veda, a questo proposito, lo schema contenuto nella presentazione di Borgeal (2002), a pag. 34.

²²⁰ Il sistema è stato, però, in parte utilizzabile anche nel corso del 2007. Vedasi, in successione, l'articolo "*Al via il programma spaziale italiano Cosmo-SkyMed*", reperibile al sito http://newton.corriere.it/PrimoPiano/News/2005/01_Gennaio/03/skymed.shtml ed il comunicato del Ministero della Difesa reperibile al sito http://www.pagineidifesa.it/2007/pdd_071209.html.

²²¹ Per ulteriori dettagli tecnici sul funzionamento di Cosmo-SkyMed e per una scheda tecnica approfondita sulle sue modalità operative si consulti Borrini (2006).

Sul piano nazionale, la compartecipazione ai costi della costellazione satellitare Cosmo-SkyMed da parte delle Istituzioni che ne fruiscono rimane ancora da definire, anche considerando che il budget è lievitato notevolmente rispetto alle previsioni iniziali, che si attestavano sui 600 milioni di Euro, superando il miliardo di Euro proprio a causa delle ambiziose migliorie tecniche apportate.

E' indubbio, comunque, che il principale fruitore dei dati di Cosmo-SkyMed rimangano al momento le nostre Forze Armate.

In particolare, le sue applicazioni in campo militare vanno dalla identificazione/monitoraggio degli obiettivi, alla valutazione dei danni provocati da eventi bellici o catastrofi, alla realizzazione di carte geografiche, all'osservazione di fenomeni criminosi, quale ad esempio l'immigrazione clandestina.

In campo civile, è possibile un suo impiego per attività di monitoraggio territoriale, di gestione delle emergenze ambientali (in particolare a servizio della Protezione Civile), di mappatura delle aree urbane ed agricole e per la cartografia in genere.

La caratteristica duale di Cosmo-SkyMed rende necessari opportuni protocolli e misure in grado di garantire alla Difesa i necessari requisiti del sistema in termini di riservatezza, sicurezza, priorità e controllo da parte delle Istituzioni. La conseguenza più immediata è che il grado di risoluzione delle immagini richiesto dalle Forze Armate è maggiore rispetto a quelle fruibili dagli Enti civili.

3.6.3. Il lanciatore VEGA

Le considerazioni che hanno indotto a dedicare risorse a questo progetto sono il frutto della considerazione che il mercato dei lanciatori, al momento attuale, si sta orientando verso la produzione di lanciatori di piccole dimensioni, dal costo contenuto e finalizzati a missioni in settori molto specializzati, che trovano i loro strumenti ideali in piccoli satelliti di massa ridotta e che, quindi, non richiedono lanciatori potenti e polifunzionali come Ariane-5 per la loro messa in orbita.

Per queste ragioni, coerentemente con la politica europea per l'uso dei lanciatori, che mira a legare lo sviluppo dei satelliti con quello degli strumenti di lancio per assicurare

un approccio indipendente alle attività spaziali, alcuni anni fa è stato avviato dall'ASI il progetto del piccolo lanciatore VEGA.

Detto progetto è nato in Italia ed è, successivamente, stato dichiarato di interesse strategico dall'ESA, che lo ha inserito nei propri progetti istituzionali, ritenendo evidentemente che la tecnologia sperimentata su VEGA possa, in un secondo momento, trovare impiego anche sull'ammiraglia dei lanciatori europei, Ariane.

Sulla base di un accordo del 2003 tra ASI e ESA, il progetto VEGA viene finanziato dall'Italia per il 65%, seguita dalla Francia con il 15% e da Spagna, Svezia, Svizzera e Paesi Bassi con quote minori. L'importante ruolo che l'Italia ha voluto mantenere nel corso delle diverse fasi del progetto è dimostrato anche dal fatto che il *team* integrato del programma VEGA, responsabile dello sviluppo tecnico del lanciatore, delle attività del segmento di terra e del controllo delle varie fasi di sviluppo operativo sia ospitato in Italia, presso il centro dell'“*European Space Research Institute*” (ESRIN).²²²

I *prime contractors* di VEGA sono Avio SpA, responsabile dello sviluppo del motore a propellente solido del primo stadio, il P80,²²³ ELV, una società per azioni partecipata dalla stessa Fiat Avio (per il 70%) e all'ASI (per il restante 30%), incaricata della realizzazione del veicolo di lancio, e la corporate italo-francese Vitrociset, responsabile per il segmento di terra. ASI rimane il responsabile ultimo dello sviluppo e della produzione del lanciatore VEGA a livello di coordinamento complessivo.

²²² L'ESRIN, situato a sud di Roma, è l'Istituto ove vengono raccolti ed elaborati i dati relativi alle attività di osservazione della Terra via satellite a livello europeo. In particolare, il centro gestisce una complessa rete di supporto terrestre costituita da infrastrutture per l'acquisizione dei dati e del loro smistamento, coordinando il lavoro di una ventina di stazioni che ricevono e ritrasmettono dati, utilizzando protocolli e standard software e hardware comuni. Lo stesso centro si occupa anche dello sviluppo dei software utilizzati presso le diverse strutture dell'ESA.

ESRIN diffonde i dati frutto della raccolta tramite reti satellitari collegate ad una vasta comunità scientifica, fungendo da riferimento per numerosi progetti promossi da svariate università ed industrie private.

Tra i temi oggetto di interesse per le entità che si rivolgono ad ESRIN vi sono, in particolare, quelli ambientali (il buco dell'ozono, la deforestazione, il riscaldamento globale), ma anche studi relativi alla pianificazione territoriale, utili ad esempio per compilare statistiche agricole, e ancora analisi sul monitoraggio della crescita delle aree urbane.

²²³ Si tratta di un componente in grado di contenere 88 tonnellate di propellente, da integrare con i tre stadi successivi, dei quali due (Zefiro 23 e Zefiro 9) impiegano propellente solido, mentre il quarto e ultimo, denominato AVUM (*Altitude and Vernier Upper Module*), impiega propellente liquido. P80 potrebbe essere utilizzato, in un secondo momento, anche per applicazioni ai booster di Ariane-5.

Per maggiori dettagli tecnici, si consultino i siti:

http://www.esa.int/esaCP/SEM4U0A90E_index_2.html;

http://www.esa.int/esaCP/SEM4U0A90E_index_2.html;

http://www.esa.int/esaCP/SEMY58P256E_Benefits_2.html.

Dettagliando sul piano tecnico, VEGA è un lanciatore a tre stadi a propellente solido, alto circa 30 metri,²²⁴ con diametro di 3 metri ed un carico utile di 1.500 kg destinato a un'orbita polare di 700 km. In alternativa, VEGA può essere utilizzato per mettere in orbita satelliti di massa maggiore in orbite più basse o satelliti più leggeri in orbite prossime all'orbita equatoriale, potendo ambire in questo modo a coprire una fascia di mercato che va dai 300 ai 2.500 kg. Una volta completata la propria fase di sviluppo, prevista con il 2007, in occasione del primo lancio che si terrà a Kourou,²²⁵ VEGA si presterà quindi per un'ampia gamma di missioni, sia destinate a mettere in orbita satelliti singoli, sia a compiere lanci multipli, potendo portare un satellite principale congiuntamente con 5 piccoli satelliti in orbite basse. In questo modo l'ESA intende evidentemente venire incontro alla crescente domanda di lanci di piccoli satelliti da 200 a 600 kg in orbite eliosincrone, orbite basse e traiettorie di fuga utilizzate da missioni scientifiche, mettendosi nelle condizioni di disporre di un apparato reso, dalle proprie caratteristiche tecniche, complementare sia ad Ariane (che nell'ultima versione 5-ECA o 5-ECB può arrivare a lanci da 10 tonnellate), sia al vettore di classe media Sojuz, che non rappresenta comunque un apparato interamente gestibile dall'ESA.

A questo proposito, pare opportuno sottolineare come lo sviluppo di VEGA rappresenti per l'ASI il primo banco di prova relativo alla gestione globale del *know how* relativo allo sviluppo di un sistema di lancio. Se per Ariane, infatti, l'Italia si era occupata solo di una componente del sistema, seppur importante, come la propulsione, per VEGA è chiamata a farsi carico di tutte le fasi di ricerca e sviluppo. Nel 2003 il progetto VEGA sarebbe entrato nelle mire statunitensi, che si sarebbero concretizzate nell'acquisizione di Fiat Avio da parte del fondo americano "Carlyle", vicino ad ambienti repubblicani al potere, il quale si sarebbe accaparrato il 70% delle azioni della stessa società, concedendo a Finmeccanica il ruolo di partner industriale con il 30% rimanente.²²⁶

²²⁴ Contro i quasi 60 dell'Ariane-4 e i circa 50 della versione base dell'Ariane-5.

²²⁵ Le infrastrutture e le rampe di lancio per Vega (denominate ZLV - *Zone de Lancement de Vega*) sono state allestite presso la base aerospaziale dell'ESA di Kourou a partire dall'ottobre 2004. Di fatto sono state realizzate riadattando le rampe di lancio già utilizzate, una quindicina di anni addietro, per Ariane-1. Le fasi preparatorie del segmento di terra a Kourou sono state gestite dal *prime contractor* per questo comparto, la Vitrociset, mentre i servizi di lancio in fase operativa verranno, come consuetudine a Kourou, commercializzati da Arianespace.

Per maggiori dettagli si consultino i siti: http://www.esa.int/esaCP/SEM4AU0A90E_index_2.html e http://www.esa.int/SPECIALS/Launchers_Home/SEM0D7808BE_2.html.

²²⁶ Considerando l'interesse dimostrato dal fondo in parola anche per altre perle dell'industria aerospaziale europea, come la tedesca MTU (produttrice di motori) o la storica società francese

3.7 IL CASO IRANIANO

L'Iran ha annunciato la sua intenzione di diventare una potenza spaziale non appena è stato varato il missile a lunga gittata Shahab 3.

Nel 2000 il Ministero iraniano della Difesa ha, infatti, reso noto che un prototipo dello Shahab 3²²⁷ sarebbe stato predisposto per lanci spaziali a due stadi con propellente solido, mentre veniva annunciato uno Shahab 4, da utilizzare come vero e proprio vettore di lancio. Detti sistemi verrebbero implementati sulla base dei missili nord-coreani Taepo Dong (o Paektusan) e di sistemi missilistici cinesi.²²⁸

A fine gennaio 2007, il Presidente della Commissione di Sicurezza del Parlamento iraniano, Alauddin Boroujerdi, ha annunciato che l'Iran era in grado di mettere in orbita un proprio satellite, il cui lancio sarebbe stato predisposto con l'assistenza tecnica di scienziati nord-coreani, evolvendo l'ultima versione dello Shahab-3.

E' dell'inizio di febbraio 2008 l'annuncio reso pubblico dal Governo di Teheran, secondo cui l'Iran avrebbe lanciato un razzo progettato per mandare in orbita il suo primo satellite di ricerca, denominato Omid (Speranza), destinato ad un'orbita a 650 km di altezza, entro il mese di giugno 2008.²²⁹

In ambito internazionale, anche per quanto riguarda l'industria aero-spaziale, l'Iran ha sempre difeso il proprio diritto a perseguire un programma nazionale a scopi civili, rivendicando la possibilità di costruire lanciatori. Di fatto però, un vettore di lancio satellitare sul piano tecnico viene sviluppato con la stessa tecnologia necessaria allo sviluppo di missili a lungo raggio, il che porta ad una violazione del Trattato antimissile "Missile Technology Control Regime" (MTCR).²³⁰

SNECMA (attiva nella produzione di tecnologia nucleare e spaziale, nonché azionista di Ariespace), alcuni esperti avrebbero intravisto nelle scelte di acquisto del fondo americano la mano del Governo statunitense, interessato in qualche misura a esercitare un controllo dall'interno nell'industria aerospaziale europea, che, Francia in testa, negli ultimi ha dato la netta impressione di volersi ritagliare un ruolo autonomo nello sviluppo di tecnologia spaziale e nella realizzazione di reti di cooperazione con altri Stati protagonisti del settore, quali Russia e Cina.

²²⁷ Il quale esprimerebbe una gittata di 1.200 miglia.

²²⁸ Alternativamente, Rubin (2006) cita la possibile combinazione di più Shahab 3 per la costruzione di un sistema a tre stadi, sull'esempio del sistema El Abid SLV costruito a suo tempo dall'Iraq di Saddam Hussein, che in quel caso era costituito da diversi Scud combinati ai diversi stadi.

²²⁹ Vedasi flash di agenzia "Iran: primo satellite a giugno" tratto da <http://www.dedalonews.it/it/index.php/02/2008/iran-primo-satellite-a-giugno/> del 19.02.08.

²³⁰ Associazione volontaria di Stati finalizzata alla controproliferazione di sistemi d'arma "unmanned" in grado di veicolare armi di distruzione di massa. Le modalità di intervento dell'Associazione si concentrano sul regime delle esportazioni di materiale bellico, per prevenirne la proliferazione di armi

La Comunità Internazionale occidentale, Stati Uniti in testa, nutre comprensibili preoccupazioni in merito al fatto che il regime di Ahmadinejad acquisisca competenze ed autonomia tecnico-operativa in questo settore, in quanto ciò renderebbe possibili attacchi diretti a lungo raggio contro obiettivi occidentali. Lo sviluppo di capacità ICBM da parte iraniana, unitamente alle prospettive di progresso nella ricerca sul nucleare, alimenterebbe peraltro il timore che nel giro di qualche anno l'Iran, superate le difficoltà tecniche legate alla miniaturizzazione, sia in grado di sviluppare un missile a lunga gittata a testata nucleare.²³¹

L'esperienza spaziale iraniana, per lo più nel settore missilistico ICBM e dei sistemi satellitari per le telecomunicazioni, sarebbe maturata, oltre che con il concorso coreano, anche grazie alla forte collaborazione con la Russia, che, nel 2005, avrebbe aiutato l'Iran a mettere in orbita il satellite SINA-1, lanciato dalla base spaziale kazaka di Baikonur.

Gli elementi rilevabili sul programma spaziale iraniano dalle pubblicazioni di settore sono frammentari, considerata la segretezza con cui il Governo di Teheran tratta le questioni tecnico-militari ritenute strategiche per la propria politica di difesa.

Tuttavia, pare abbastanza esaustiva la lista proposta da Rubin (2006), che elenca alcuni assetti in fase di implementazione:

- Zoreh: satellite per le telecomunicazioni, del tipo pesante, a tecnologia russa, che verrà messo in orbita geostazionaria dagli stessi russi (non conterrebbe tecnologia iraniana);
- Safir 313: satellite leggero (di circa 20 kg), a tecnologia iraniana, che dovrebbe essere messo in orbita LEO da una struttura iraniana,²³² con lanciatore iraniano;²³³
- Meshab: satellite da 70 kg, asseritamente finalizzato ad attività di ricerca, di cui però non sono noti gli apporti di tecnologia iraniana e di cui non è certa la data di lancio;²³⁴

CBRN. In origine il MTCR era costituito da Canada, Francia, Germania, Italia, Giappone, Regno Unito e Stati Uniti. Successivamente si sono uniti altri Stati, oggi 34, ognuno dei quali possiede uguali prerogative.

²³¹ Oltre ad aver sviluppato lo Shahab 3, l'Iran risulta già in possesso di uno degli arsenali missilistici più ingenti del Medio Oriente: possiede sistemi tattici basati su missili Scud-B e Scud-C, denominati Shahab 1 e 2, rispettivamente con una gittata di 180/200 e 300 miglia. Si veda Kislyakov (2007).

²³² Grazie alla propria conformazione morfologica e alle latitudini interessate, il territorio iraniano garantisce diversi siti ideali per attività di lancio spaziali.

²³³ Il lancio, annunciato già per il 2005, non avrebbe però ancora avuto luogo (Rubin, 2006).

- Sina-1: satellite per attività di “*reconnaissance*” lanciato nel mese di ottobre 2005 dalla base aerospaziale di Baikonur, con il supporto dei russi, tramite lanciatore russo Kosmos 3SLV.²³⁵ Nonostante questo satellite non contenga tecnologia iraniana, di fatto potrebbe aver rappresentato un importante occasione per la costruzione di un segmento di terra in territorio iraniano. Potrebbe essere in previsione anche il lancio di un Sina-2.

Oltre alle collaborazioni in vigore con Russia, Cina e Corea del Nord, ma anche con India e Italia, non mancherebbero inoltre cessioni di tecnologia nel settore della strumentistica spaziale da parte del Giappone (importante partner commerciale di Teheran) e di Paesi europei come Francia, Belgio, Germania.

3.8 IL CASO INDIANO

L’India ha iniziato il proprio programma spaziale nel 1963, compiendo il lancio del suo primo satellite nel 1980. Per quanto riguarda il settore dei lanciatori, l’India ha maturato sorprendenti capacità in questo comparto, ove dispone di 4 apparati:

- il “*Satellite Launch Vehicle*” (SLV), con capacità di *payload* di 42 kg;
- l’“*Augmented Satellite Launch Vehicle*” (ASLV), con una capacità di *payload* di 150 kg;
- il “*Polar Satellite Launch Vehicle*” (PSLV), con una capacità di *payload* fino ad una tonnellata, utilizzato per posizionare in orbita polare o eliosincrona satelliti per il telerilevamento, come anche per realizzare il lancio dell’*orbiter* lunare previsto per il 2008;
- il “*Geosynchronous Satellite Launch Vehicle*” (GSLV), in grado di posizionare circa 2 tonnellate in orbita geostazionaria.

E’ allo studio dell’Agenzia spaziale nazionale, l’“*Indian Space Research Organization*” (ISRO), anche l’implementazione di un veicolo riutilizzabile. L’India è inoltre all’avanguardia nelle tecniche di rientro dei dispositivi spaziali.

²³⁴ Interessante soprattutto per la collaborazione con la ditta italiana produttrice di satelliti Carlo Gavazzi.

²³⁵ Si è temuto che il Sina-1 venisse utilizzato per funzioni IMINT, ma di fatto presenta una risoluzione di appena 45 metri, che lascia le immagini che trasmette al di fuori delle possibilità di utilizzo a fini militari.

L'infrastruttura nazionale utilizzata per i lanci è la base aerospaziale di Sriharikota *High Altitude Range* (anche nota come Satish Dhawan Space Center).

Per quanto riguarda il comparto satellitare, l'India dispone di avanzati satelliti “*dual use*” per il “*remote sensing*”, il Resourcesat-1 ed il Cartosat-1 e 2. Quest'ultimo, nella versione più sofisticata, raggiunge il metro di definizione.²³⁶

Inoltre, l'ISRO ha lanciato nel 2001 un avanzatissimo satellite sperimentale ad alta risoluzione, anche in questo caso con capacità di definizione inferiore al metro, denominato “*Technology Experiment Satellite*” (TES), probabilmente un satellite spia.

All'inizio del 2007 l'India ha messo in orbita il primo satellite con un lancio commerciale, nella fattispecie proprio un satellite italiano, l'Agile.²³⁷ Più di recente, all'inizio del 2008, l'India ha lanciato il satellite israeliano TechSAR.

Per quanto riguarda il comparto della navigazione satellitare, nel 2004 l'India ha aderito al sistema di navigazione globale GLONASS, con la Russia, ma starebbe già predisponendosi a lanciare una costellazione di satelliti per un proprio sistema di navigazione nel 2008.²³⁸

Sul piano della cooperazione internazionale, l'India si presenta impegnata in collaborazioni per progetti significativi ed all'avanguardia in campo spaziale sia con gli Stati Uniti, che con la Russia²³⁹ e con la Cina, rivendicando comunque la neutralità e l'indipendenza del proprio piano spaziale nazionale e ponendosi come emblema di quella trasversalità nelle relazioni scientifiche e tecnologiche tipiche del comparto spaziale, caratterizzate dal coalizzarsi di forze attorno a specifici progetti a prescindere dagli schieramenti.

Nel contesto attuale, particolare attenzione viene dedicata dalle Autorità indiane alle missioni di esplorazione extra-terrestre. In particolare, nel 2008, è prevista una missione lunare con una navicella senza equipaggio, la Chandrayaan-I, mentre sono in

²³⁶ Si veda, in particolare, l'articolo “*India to launch Military Satellite*”, accessibile al sito <http://www.rediff.com/news/2007/jul/29india.htm>.

²³⁷ Per approfondimenti, si veda l'articolo “*L'India ha messo in orbita un satellite italiano*”, accessibile al sito <http://www.asianews.it/index.php?l=it&art=9084>.

²³⁸ Vedasi, in particolare, l'articolo “*India and Russia discuss Space Cooperation*”, accessibile al sito http://www.spacedaily.com/reports/India_And_Russia_Discuss_Space_Cooperation_999.html.

²³⁹ In particolare, le Agenzie per i rifornimenti militari dei due Paesi sono legate dalla *partnership* BRAHMOS, da anni impegnata nell'implementazione di assetti all'avanguardia dedicati all'avionica e alla guida missilistica, da cui traggono mutuo beneficio i due Paesi.

fase di avvio interessanti progetti per l'esplorazione di Marte,²⁴⁰ per i quali sarebbero in corso contatti per valutare possibili azioni comuni anche con Cina e Russia.

3.9 CENNI AI RECENTI SVILUPPI NELLE CAPACITÀ SPAZIALI DI ALCUNI STATI EMERGENTI

Oltre ai casi citati, anche un numeroso gruppo di altri Stati conduce programmi spaziali di rilievo, come Israele, Giappone, Ucraina, Brasile, Nigeria, Canada o Australia, mentre la sempre maggiore diffusione di tecnologia spaziale che caratterizza il comparto consente la messa in orbita di satelliti militari e civili anche da parte di Stati che finora non si erano affacciati alla conquista spaziale.

In una rapida rassegna, si ricordano i programmi spaziali di:

- Israele, le cui attività spaziali sono concentrate soprattutto nei settori dell'osservazione e della "*reconnaissance*", grazie all'impiego dei satelliti delle serie EROS e OFEK e al TechSAR, l'ultimo apparato mandato in orbita, un sistema di rilevamento radar sintetico ad alta definizione con funzioni IMINT, (creato anche in chiave anti-iraniana).²⁴¹ Israele dispone anche del satellite commerciale per le comunicazioni AMOS-2 e sta implementando un satellite per le comunicazioni criptate Milcom-1. Inoltre, ha anche sottoscritto un accordo con l'Unione Europea per partecipare al programma di navigazione satellitare Galileo e starebbe implementando il lancio di microsattelliti da voli sub-orbitali. Israele possiede, inoltre, capacità di lancio autonome, mediante l'utilizzo del vettore Shavit, adatto alla messa in orbita di piccoli satelliti;
- Giappone, il cui lanciatore più avanzato è l'H-IIA, si avvale per le telecomunicazioni militari del satellite Superbird, mentre per quanto riguarda le attività di "*reconnaissance*" impiega il sistema satellitare "*Information-Gathering Satellite*" (IGS), una costellazione che nella sua composizione definitiva conterà di due apparati ottici e di due apparati radar. Il Giappone partecipa poi

²⁴⁰ Vedasi, ad esempio, l'articolo "*India sets its sight on Mars*", accessibile al sito http://www.atimes.com/atimes/South_Asia/ID19Df02.html.

²⁴¹ Il satellite israeliano TechSAR, di 300 kg., è stato lanciato dalla base indiana di Sriharikota. Vedasi, in proposito, l'articolo "*Israel and India eye Iran*" accessibile al sito <http://www.fpiif.org/fpifxt/4959>.

all'implementazione del sistema GPS-Navstar, mediante il progetto “*Quasi-Zenith Satellite System*” (QZSS) e collabora, dal 1999, con gli Stati Uniti per il sistema di difesa anti-missile, dopo che nel 1998 un Taepodong coreano ne ha attraversato i cieli. I sistemi in uso sono l'Aegis Standard Missile-3 (SM-3) (sistema marittimo) e il Patriot PAC-3 (sistema terrestre);

- Corea del Sud, Paese a lungo dipendente dalla tecnologia spaziale statunitense, al momento annoverato tra i 10 Stati con maggior peso spaziale. La Corea del Sud sta implementando il KSLV-1, un sistema di lancio basato sul russo Angara ed ha lanciato, nel 2005, il proprio primo satellite militare, il KoreaSat 5, che opererà nel settore delle telecomunicazioni. La Corea del Sud si avvale inoltre dei satelliti per telerilevamento Arirang-1 e 2 e Kompsat-1 e del satellite per le telecomunicazioni “*dual use*” Mugunghwa-5;
- Corea del Nord è da sempre impegnata nel settore missilistico, sia balistico che da crociera. Di particolare interesse a fini spaziali il missile balistico a lungo raggio Taepodong, la cui tecnologia, nell'ambito della stretta cooperazione che la Corea del Nord intrattiene con Pakistan e Iran, potrebbe essere stata oggetto di trasferimenti per i rispettivi programmi spaziali;
- Pakistan, che nonostante un rinnovato entusiasmo dimostrato dal Presidente Musharraf per gli investimenti in campo spaziale nel 2005,²⁴² di fatto limita le proprie capacità spaziali attuali ai satelliti *multipurpose* Badar 1 e 2. Avrebbe, invece, in corso prove di lancio per un vettore nazionale, i cui *test-flight* si svolgono nella base sull'Oceano indiano di Sonmiani;
- Brasile, che ha sviluppato con la Cina il progetto satellitare per il “*remote sensing*” dedicato al monitoraggio delle dinamiche ambientali “*China-Brazil Earth Resources*” (CBERS). Il Brasile possiede un'importante infrastruttura di lancio ad Alcantara, una base a latitudine equatoriale da cui vengono peraltro lanciati, per un accordo sottoscritto con l'Ucraina, i vettori ucraini Tsiklon e sta implementando un vettore in proprio, anche nell'ambito di una collaborazione siglata nel 2004 con la Russia;

²⁴² In particolare, nelle intenzioni della Presidenza pakistana, vi sarebbe stata l'implementazione di una nuova generazione di satelliti PakSat, dopo che il Pakistan, nel 2003, aveva lanciato il PakSat-1, di produzione statunitense, essenzialmente per non perdere uno *slot* orbitale in orbita geostazionaria di cui sarebbero altrimenti decaduti i diritti.

- Ucraina, Paese che in questo settore ha ereditato, unitamente alla Russia, il bagaglio tecnologico dell'URSS²⁴³ e che mantiene tuttora strutture produttive che si rifanno a quella tradizione. L'Ucraina ha sviluppato i vettori Zenit, Tsiklone e Dnepr e sta implementando il piccolo vettore Mayak. Per quanto riguarda i sistemi satellitari, l'Ucraina dispone del sistema SICH, dedicato all'osservazione terrestre ed ha sottoscritto l'accordo per la partecipazione al programma Galileo.

²⁴³ Tra le imprese ex-sovietiche che ancora oggi sostengono l'industria aerospaziale ucraina si ricordano la Yuzhnoye Design Bureau e la Yuzmash Production Association.

CAPITOLO 4

LA DIMENSIONE GEOECONOMICA DELLA CORSA ALLO SPAZIO

1. Introduzione 2. Problematiche connesse alla crescente domanda di frequenze radio 3. Problematiche connesse alla crescente domanda di spazi orbitali 4. Aspetti commerciali 5. Esplorazione spaziale e risorse naturali.

4.1 INTRODUZIONE

Tracciare un quadro delle ricadute geoeconomiche della politica spaziale dei diversi Stati coinvolti nella messa di orbita di satelliti e nell'esplorazione del cosmo implica la considerazione di diversi aspetti, che spaziano da problematiche prettamente commerciali a considerazioni su strategie a lungo termine per lo sfruttamento di risorse dislocate presso altri corpi celesti.

In particolare, si è ritenuto opportuno affrontare alcuni argomenti specifici, apparsi di particolare interesse in ordine alle attività spaziali che rilevano in settori strategici come le telecomunicazioni, la navigazione satellitare e la ricerca in campo energetico.

Alla fine del 2006, erano 47 gli Stati che hanno avuto accesso allo spazio con il lancio di un satellite, con mezzi propri o avvalendosi dei servizi offerti da partner internazionali: dopo l'Iran, con il lancio del Sina-1 ad opera dei russi nell'ottobre del 2005, nel 2006 è stata la volta del Kazakistan

Gli Stati in grado di lanciare indipendentemente apparati in orbita sono una decina.

Gli Stati Uniti rimangono, di gran lunga, il Paese con il maggior budget dedicato ad attività spaziali, che per la quasi totalità viene indirizzato al settore militare. Secondo dati riferiti al 2005, gli Stati Uniti detengono approssimativamente 130 satelliti militari operativi, circa la metà dei satelliti militari in orbita. La Russia segue con 60-80 satelliti

militari operativi in orbita, ma, nel rispetto delle proporzioni, va sottolineato che Mosca dedica alle attività spaziali militari una cifra 30 volte inferiore a quella statunitense.²⁴⁴

Per quanto riguarda il budget dedicato al settore civile, esso è in crescita nei Paesi come Cina e India, che nell'ambito di programmi consacrati alla sicurezza ambientale ed allo sviluppo sostenibile, si propongono come partner all'avanguardia per una serie di Stati che ancora non hanno capacità orbitali proprie, come Algeria, Brasile, Cile, Egitto, Malesia, Nigeria, Sud-Africa e Thailandia, interessati ad utilizzare sistemi satellitari per supportare programmi di avanzamento sociale ed economico.

4.2 PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA CRESCENTE DOMANDA DI FREQUENZE RADIO

L'espansione delle applicazioni satellitari sta inducendo una crescente domanda di frequenze radio. Il numero di satelliti, soprattutto quelli operativi in orbita geosincrona, sta crescendo e gli apparati militari sono sempre più esigenti in termini di ampiezza di banda.

Per regolamentare l'accesso alle frequenze, organismi internazionali come Unione Europea o ASEAN hanno introdotto *policies* comuni a livello regionale, mentre gli Stati maggiormente coinvolti nell'utilizzo delle frequenze radio sono sempre più interessati ad un sistema di garanzie contro la pirateria e le interferenze accidentali e non, che ogni anno sono più di un migliaio, considerando che il segnale satellitare deve essere molto forte per raggiungere la terra. Lo spettro delle frequenze radio è suddiviso in bande, ovvero porzioni dello spettro misurate in Hertz. Le frequenze più alte sono in grado di trasmettere più informazioni. I satelliti per le telecomunicazioni tendono ad utilizzare le frequenze in banda L (da 1 a 2 GHz) e in banda S (da 2 a 4 GHz), che vengono impiegate per comunicazioni telefoniche, messaggi tra navi, comunicazioni punto-punto. La banda C (da 4 a 8 GHz) viene impiegata ampiamente dagli operatori commerciali e per servizi di telefonia mobile. La banda Ku (da 12 a 18 GHz) trova

²⁴⁴ Dati tratti da "Space Security 2007", luglio 2007, pubblicazione accessibile al sito <http://www.spacesecurity.org/SSI2007.pdf>.

invece utilizzo nelle comunicazioni tra utenti satellitari, mentre la banda Ka (da 27 a 40 GHz) è dedicata a comunicazioni in banda larga.

Le frequenze UHF (da 240 a 340 MHz), X (da 8 a 12 GHz) e K (da 18 a 27 GHz) vengono invece normalmente impiegate per scopi militari.

La maggior competizione si registra per le bande inferiori agli 8 GHz, per le quali rischio di *jamming*, anche involontario, è in crescita. Il settore delle telecomunicazioni sta quindi lavorando sulle tecniche per permettere a più operatori di essere attivi gli uni vicini agli altri senza troppe interferenze, mediante lo sviluppo di tecnologie per il miglioramento dell'utilizzo delle bande, basate su tecnologia laser alternativa alle onde radio, segnali digitali, informatizzazione dello spettro, "*frequency hopping*", basse emissioni, transricevitori "*frequency-agile*".

Tra i progetti più avanzati in questo campo vi è il programma militare statunitense "*Transformational Satellite Communications System*", la cui realizzazione finale è attesa per il 2012. Un altro progetto statunitense, il "*NeXt Generation Communications Program*", prevede l'utilizzo di una banda di frequenza da parte di più utenti, mediante processi di ricerca intelligente in grado di individuare le porzioni di banda libera da trasmissioni.

Allo stato attuale, il modo migliore per evitare le interferenze è garantire agli operatori presenti in orbita porzioni di banda sufficienti e, in tal senso, si sono orientati anche gli Stati Uniti, che nel 2002 hanno liberato una parte delle frequenze da essi dedicate a scopi militari, tra i 1.710 e i 1755 MHz, per cederle al settore commerciale, in particolare ai servizi di comunicazione *wireless*.

Significativo in questo contesto anche l'accordo che nel 2004 ha portato alla spartizione delle frequenze ed alla definizione dell'interoperabilità tra i sistemi di navigazione satellitare GPS e Galileo.

4.3 PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA CRESCENTE DOMANDA DI SPAZI ORBITALI

Vi sono attualmente più di 800 satelliti operativi in orbita: il 46% in orbite LEO, il 6% in orbite MEO, il 47% in GEO e il 6% in HEO. La crescente competizione per

L'assegnazione di spazi orbitali si concentra in particolare per l'orbita geostazionaria che, come anticipato nei capitoli precedenti, rappresenta un'*unicum* ed è molto ambita sia perché conviene in termini di costi funzionali, sia perché garantisce condizioni di ripetizione ottimale a terra, grazie alla sua latitudine equatoriale.

Gli *slot* orbitali più ambiti in termini di longitudine variano a seconda della collocazione regionale a cui sono situati i segmenti terrestri dei diversi operatori.

La situazione di competitività che caratterizza questo settore, ha portato a dispute occasionali, tra i diversi operatori satellitari, per la collocazione dei satelliti in orbita, soprattutto con riferimento all'orbita geostazionaria.

La carenza di spazio in orbita viene poi aggravata dalla tendenza, registrata presso alcuni operatori statuali ma anche commerciali, ad accaparrarsi per tempo quote di orbita anche superiori alle proprie attuali necessità, in vista di futuri ampliamenti dell'operatività.

L'ITU sta promuovendo riforme a livello internazionale per fissare termini comuni per la gestione delle richieste in lista di attesa e delle questioni finanziarie correlate.

Attualmente, il criterio prevalente per l'assegnazione degli *slot* orbitali pare essere quello del "*first-come, first-served*".

Per poter operare senza rischi di *jamming*, i satelliti situati in orbita geosincrona devono essere distanziati di almeno 2 gradi, a seconda della banda che usano per trasmettere e ricevere segnali e dell'ubicazione a terra delle antenne di ricezione e trasmissione. Ciò significa, ad esempio, che non più di 180 satelliti possono occupare l'orbita geostazionaria, situata a latitudine 0. Alcuni organismi internazionali però, come AsiaSat, sostengono addirittura che il margine di sicurezza per evitare interferenze dovrebbe misurare 5 gradi. Questi limiti possono essere, comunque, superati considerando che vanno applicati solo ad operatori attivi sulle stesse frequenze. Satelliti operanti in frequenze diverse possono essere posizionati anche ad un decimo di grado gli uni dagli altri, senza pericolo di interferenze. Va poi osservato il fenomeno della condivisione dello *slot* da parte di operatori non concorrenti (fenomeno noto come "*hot bird slot*").

4.4 ASPETTI COMMERCIALI

La crescita dell'industria spaziale nel settore commerciale è dominata dai servizi satellitari, che sono triplicati dal 1996. Il settore satellitare commerciale, secondo dati del 2005, si attesta sui 90 miliardi di USD, grazie alla sempre più esigente domanda da parte di privati.²⁴⁵ Gli operatori coinvolti sono i produttori degli apparati, i gestori dei servizi satellitari (ovvero le organizzazioni che gestiscono la funzionalità degli apparati ed i centri di supporto terrestre che li controllano, processano i loro dati e li vendono) e i fornitori dei lanci.

Negli ultimi anni la Russia ha dominato l'industria dei lanci spaziali di satelliti, gli USA rimangono *leader* incontrastati nella fabbricazione, mentre, a partire dalla fine degli anni '80, l'ESA si è affacciata prepotentemente sul mercato della gestione dei servizi.²⁴⁶

Il progressivo miglioramento della tecnica che caratterizza il settore dei lanci ha abbassato notevolmente i costi.²⁴⁷ Le ultime frontiere della capacità operativa in questo campo vedono sempre più frequentemente lo svolgimento di lanci multipli, nonché la messa a punto di tecnologie per il lancio di apparati da aerei a velocità supersonica.

Le principali imprese commerciali oggi impegnate nel settore dei lanci spaziali sono Arianespace (Europa), Energia (Russia), Lockheed Martin (USA), Boeing Launch Services (USA), ma anche due consorzi internazionali, “*Sea Launch*”²⁴⁸ e “*International Launch Service*”.²⁴⁹

In via generale, gli introiti dei lanci vengono attribuiti al Paese presso cui è basato il costruttore del veicolo di lancio, eccezion fatta per i gruppi multinazionali.

²⁴⁵ Si tenga, però, in considerazione il ruolo preponderante, anche nel campo dei satelliti commerciali, svolto dalla domanda da parte di istituzioni pubbliche. In particolare, con 1 miliardo di USD spesi ogni anno, il Ministero della Difesa statunitense rappresenta il principale utente di servizi satellitari commerciali a livello mondiale.

²⁴⁶ Sui 21 lanci di satelliti compiuti nel 2006, 9 sono stati effettuati dalla Russia, mentre le industrie statunitensi hanno prodotto il 59% di tutti i satelliti lanciati nel 2006.

²⁴⁷ Il costo della messa in orbita di un Kg in orbita GEO è calato dai 40.000 USD del 1990 ai 26.000 USD del 2000.

²⁴⁸ Vi partecipano Boeing (USA), Aker Kvaerner (Norvegia), RSC-Energia (Russia) e SDO Yuzhnoye/PO Yuzhmash (Ucraina).

“*Sea Launch*” effettua i propri lanci da una piattaforma mobile semisommersa nell'Oceano Pacifico ad altezza equatoriale.

²⁴⁹ Vi partecipano il centro di ricerca spaziale russo Khrunichev, Lockheed Martin Space Systems e RSC-Energia.

Il settore dei lanci commerciali ha iniziato a crescere notevolmente a partire dagli anni '80. A quel tempo la NASA era concentrata sull'operatività dello Shuttle e considerava questo comparto marginale rispetto ai propri obiettivi strategici. Trassero beneficio da questo orientamento le imprese russe, europee e cinesi, che risultarono competitive rispetto agli statunitensi implementando lanciatori basati sulla tecnologia missilistica, rinunciando cioè all'idea di veicoli spaziali riutilizzabili.²⁵⁰ In questo modo, ad esempio, Arianespace arrivò a detenere, tra il 1988 ed il 1997, circa il 50% del mercato dei voli commerciali. Anche la Cina con il Lunga Marcia, la Russia con il Proton e l'Ucraina con lo Zenit ottennero ottimi risultati commerciali, favorendo un clima di competitività internazionale all'inizio degli anni '90. Altri Paesi che maturarono capacità di lancio molto avanzate furono Giappone e India.

Relativamente al settore della produzione di apparati satellitari, questo ha risentito nei primi anni di questo decennio di una fase ciclica di ristagno, dovuta alla sovrapproduzione ed alla sempre migliore qualità dei satelliti già esistenti, che ne prolunga la vita operativa. Questo *trend* negativo ha consolidato la tendenza agli accorpamenti societari, nel perseguimento di economie di scala.²⁵¹

Per quanto riguarda la fornitura di servizi satellitari, la maggior parte degli introiti proviene dal comparto delle telecomunicazioni, settore che nel corso dell'ultimo decennio ha subito una certa deregolamentazione, anche a seguito della privatizzazione di organismi governativi internazionali come Intelsat e Inmarsat. Tra le imprese più prominenti del settore ricordiamo Loral Skynet, Eutelsat, Intelsat, SES Global e News Corporation.

Altri importanti spazi commerciali si sono aperti negli ultimi anni nel campo delle immagini spaziali, un tempo appannaggio del settore militare e ora commercializzate da ben 8 compagnie specializzate in Canada, Francia, Germania, Israele, Russia e Stati Uniti.

²⁵⁰ Quello dei veicoli riutilizzabili è comunque un settore in cui gli Stati Uniti stanno investendo molto, come dimostrato da costruttori come SpaceX.

²⁵¹ Questa tendenza caratterizza tutto il settore dell'industria aero-spaziale. Solo per citare alcuni esempi degli ultimi due anni:

- nel settore dei servizi satellitari di recente Intelsat ha acquisito PanAmSat e SES Global ha acquisito New Skies;
- nel settore dei lanci EADS ha acquisito Dutch Space BV;
- nel settore dei costruttori Alcatel Alenia ha acquisito Telespazio e SpaceDev si è fuso con Starsys Research Corporation.

Sempre rimanendo in ambito commerciale, ma uscendo dal comparto satellitare, interessanti sviluppi si stanno affacciando anche nel campo del turismo spaziale, nonostante paia prematuro fare previsioni su evoluzioni nello specifico settore, per il quale le prospettive sui costi dei servizi offerti rimangono molto alte e che resta ancora lontano dall'aver definito gli standard di sicurezza e le regolamentazioni di mercato.

Il settore spaziale commerciale appare comprensibilmente molto condizionato dall'azione dei Governi, che tendono a correlare i progressi compiuti dalla propria industria spaziale nazionale ad importanti aspetti della difesa e della sicurezza, provvedendo ad emanare ingenti sussidi.

Si pensi ad esempio all'“*US Space Launch Cost Reduction Act*” del 1998, con cui gli Stati Uniti hanno stabilito un programma di sovvenzioni per la qualificazione di imprese impegnate nello sviluppo di veicoli spaziali riutilizzabili o al programma dell'Unione Europea “*Accesso garantito allo spazio*”, che ha avviato il finanziamento dei costi di sviluppo di Ariane-5 da parte pubblica o ancora ai recenti aiuti in sussidi e contratti che Mosca ha dedicato allo sviluppo del lanciatore Angara.

Gli Stati giocano poi un ruolo fondamentale nell'assicurare i danni per eventuali incidenti in capo agli operatori commerciali nazionali.

I sistemi spaziali, inclusi quelli commerciali, vengono interpretati come infrastrutture critiche nazionali e assetti strategici. Nel corso degli anni '90 diversi Stati hanno iniziato a sfruttare anche le capacità maturate in ambito commerciale, ad esempio utilizzando satelliti commerciali per comunicazioni non classificate o per varie applicazioni delle riprese satellitari. Un significativo esempio di come settore pubblico-militare e settore commerciale possano risultare complementari nel comparto della sicurezza e della difesa nazionale, viene dalla constatazione che, durante la Guerra del Golfo del 1991, il 60% del totale delle informazioni richieste dalle Forze statunitensi in teatro operativo era fornita da providers commerciali. Durante l'operazione “*Enduring Freedom*” nel 2001, la percentuale era salita al 75%.²⁵²

²⁵² Il caso statunitense presenta alcuni esempi da manuale relativamente alla funzione svolta da operatori del settore commerciale in ordine ad attività di interesse strategico sul piano nazionale. Ad esempio, la società “*Fixed Satellite Services*” provvede servizi internet in banda larga in coordinamento con importanti agenzie nazionali delle comunicazioni, la “*Mobile Satellite Services*” supporta operazioni della marina mercantile ed ha giocato un importante ruolo per la sicurezza nel corso degli avvenimenti dell'11 settembre 2001.

Un altro aspetto significativo da considerare, che riguarda la sicurezza operativa in orbita, è che una sempre maggior accessibilità da parte di operatori commerciali alle attività spaziali responsabilizza anche i gestori privati in ordine all'esigenza di sicurezza già sentita dal comparto militare.

4.5 ESPLORAZIONE SPAZIALE E RISORSE NATURALI

Negli ultimi due anni, crescente importanza è stata attribuita, dalle maggiori potenze spaziali, a programmi a lungo termine per l'esplorazione lunare.

La Luna si trova ad una distanza relativamente ravvicinata rispetto alla Terra,²⁵³ per cui potrebbe essere utilizzata in termini ragionevoli come laboratorio sperimentale per testare forme di colonizzazione di altri Corpi Celesti.²⁵⁴

Una base lunare verrebbe, infatti giudicata, dagli esperti utile anche ai fini del raggiungimento del Pianeta Rosso o per lanciare missioni ancora più lontane. Il satellite terrestre, inoltre, risulta ricco di risorse minerarie.

Stati Uniti, Russia, Cina e India hanno annunciato piani per l'esplorazione di Marte.

La prospettiva di colonizzare il satellite attrae le Potenze impegnate nella corsa allo spazio anche per l'ingente presenza di risorse energetiche e minerali nel suolo lunare. Nel 1994, la sonda *Clementine* ha scoperto, presso le regioni polari del satellite, un giacimento di oltre 10 miliardi di tonnellate di ghiaccio, un bacino d'acqua in grado di provvedere al fabbisogno di un'intera, futura colonia lunare, anche ove si pensasse di ricavarne ossigeno o combustibili, in combinazione con l'idrogeno.

I minerali della cui presenza sul suolo lunare si ha certezza sono alluminio, calcio, ferro, magnesio, titanio. Vi potrebbero essere anche riserve d'oro. Inoltre, nella prospettiva di un possibile sfruttamento a fini energetici, la Luna è ricchissima di elio-3 (He3), un isotopo leggero di elio derivato dalle reazioni nucleari all'interno delle stelle, pressoché inesistente sulla Terra, ma che, per le particolari condizioni ambientali che ne caratterizzano l'atmosfera, è presente allo stato gassoso in enormi quantità sulla Luna.

²⁵³ La sua distanza media dalla Terra è di circa 384 mila Km.

²⁵⁴ Per poter gestire i rifornimenti e la funzionalità della base, sarebbe stata avanzata l'ipotesi di predisporre un veicolo lunare che possa fare da spola con la SSI, che fungerebbe da scalo intermedio.

L'elio-3 potrebbe essere utilizzato come combustibile per alimentare i reattori a fusione nucleare, in condizioni di relativa sicurezza, considerando che le scorie radioattive prodotte dalla reazione di questo elemento sono piuttosto basse, inferiori a quelle prodotte dalle reazioni del deuterio e del trizio, peraltro ancora a loro volta in fase sperimentale.

Gli esperti sostengono che un carico corrispondente a quello di uno Shuttle di elio-3 (pari a circa 25 tonnellate) potrebbe soddisfare il fabbisogno di un grande Stato, come gli USA, per almeno un anno, mentre periodicamente si moltiplicano le stime degli scienziati sull'incidenza che potrebbe avere l'accesso alle riserve di elio-3 lunare sull'evoluzione delle soluzioni energetiche sul nostro pianeta. L'elio-3 si rivelerebbe, inoltre, un ottimo combustibile per eventuali astronavi in corsa verso missioni più lontane, che non possono prescindere dall'alimentazione nucleare.

Per quanto riguarda l'esplorazione di Marte, essa si configura come una sfida tecnologica per il momento non risolvibile con i mezzi attuali.

Le condizioni ambientali del Pianeta Rosso sono molto ostili per l'uomo.²⁵⁵

Inoltre, gestire le comunicazioni a così grande distanza comporterebbe tempi non compatibili con la normale funzionalità di un apparato comandato da terra, ragione per cui i veicoli e la base marziana dovrebbero essere completamente autonomi. Si calcolino poi i costi di trasporto dalla Terra a Marte che, con la tecnologia attualmente disponibile, non sarebbero sostenibili.

Per portare dunque l'uomo su Marte e permettere qualsiasi attività in quell'atmosfera, pare necessario effettuare un salto di qualità nello sviluppo delle tecnologie indispensabili per raggiungere tale obiettivo, che potrebbe avere significative ricadute in tutti i campi dell'esplorazione spaziale, comportando innumerevoli progressi in moltissime discipline.

In questo quadro, gli Stati Uniti hanno fissato nel 2030 il termine per la creazione di una base abitata su Marte, partendo dalla Luna, mentre Cina ed India, all'inizio del 2007, hanno siglato un accordo per portare un piccolo satellite cinese ed un'astronave

²⁵⁵ A parte le temperature estreme caratterizzate da sbalzi termici insostenibili per l'uomo e dannosi per i materiali di eventuali infrastrutture vi si volessero installare, si pensi anche che l'atmosfera marziana è caratterizzata da una composizione irrespirabile, che la pressione è 100 volte inferiore a quella del nostro pianeta e che la gravità è solo 1/3 di quella terrestre.

rusa, la “Phobos Explorer” su Marte entro il 2009.²⁵⁶ L’Europa dal canto suo, è impegnata su diversi fronti dell’esplorazione extra-terrestre, con programmi significativi dagli interessanti risvolti sia dal punto di vista tecnologico-applicativo (telecomunicazioni e osservazione della Terra), sia sul piano della ricerca scientifica (esplorazione del sistema solare, astrofisica, esplorazione dell’universo).

In particolare, per quanto riguarda l’esplorazione di Marte, l’ESA ha lanciato la sonda Mars-Express, impiegata per il telerilevamento sulla superficie marziana, operativa in orbita polare.²⁵⁷ L’ESA ha, inoltre, avviato il programma di ricerca interplanetaria Aurora, nel quale è ben rappresentata anche l’Italia, che mira a sviluppare, in collaborazione con la NASA, le tecnologie per rendere realizzabile la base abitata su Marte entro il 2030.

L’Italia partecipa anche al progetto europeo per la costruzione di ExoMars, un robot per l’esplorazione al suolo, il cui lancio su Marte è previsto entro il 2009.

Tra gli altri progetti europei in programma vi sono le missioni Msr-1 e Msr-2 (*Mars Sample Return First and Second Launch*), previste rispettivamente nel 2011 e nel 2014, finalizzate all’analisi geologica e minerologica del suolo marziano, che estrarranno, pertanto, campioni di suolo marziano per portarli a Terra in modo da consentire di analizzarne la natura e la composizione. La realizzazione di queste missioni permetterà la messa a punto di strumenti e tecnologie necessari alla propulsione ed all’atterraggio su Marte, in vista del trasporto sul Pianeta Rosso, entro il 2030, di tutte le infrastrutture necessarie alla vita umana.

²⁵⁶ Si veda, l’articolo “*China and Russia plan Mars Mission*”, accessibile al sito http://www.marsdaily.com/reports/China_And_Russia_Plan_Mars_Mission_999.html.

²⁵⁷ Un progetto analogo, Venus-Express, verrà inviato su Venere nel 2009.

CONCLUSIONI

Con il presente lavoro si è cercato di delineare un quadro delle attuali prospettive inerenti l'utilizzo a fini strategici dello spazio da parte degli Stati che risultano in grado, da soli o sostenuti da forme di cooperazione spaziale internazionale, di intraprendere il lancio e la gestione operativa di apparati a livello extra-atmosferico.

In considerazione della stretta connessione esistente tra potere militare terrestre e capacità di controllo dei sistemi strategici in orbita, ma anche ipotizzando un futuro possibile sfruttamento a fini economici del cosmo, nonché considerando la rilevanza di attività commerciali con base nello spazio per lo svolgimento di attività cruciali per la vita quotidiana, come le comunicazioni o la sicurezza ambientale, è evidente l'interesse riservato dagli Stati alle problematiche inerenti la sicurezza nello spazio ed i rapporti di forza che interessano il controllo dello stesso.

Sul piano prettamente militare, la componente spaziale riveste un ruolo sempre più cruciale nei moderni assetti e viene considerata come parte integrante delle infrastrutture strategiche della difesa.

Gli Stati Uniti, la Nazione che in assoluto effettua i maggiori investimenti in campo spaziale, hanno teorizzato in dottrina militare il concetto di "*Space Control*", che rappresenta un obiettivo da perseguire anche al fine di impedire azioni avversarie che possano ledere gli interessi nazionali.

Coerentemente con questa posizione, all'inizio di questo decennio l'amministrazione statunitense ha pubblicato una serie di documenti programmatici da cui emerge la volontà di imporre in orbita una supremazia militare giustificata dalla necessità di impedire l'ingresso di apparati che in qualche modo possano mettere in pericolo gli enormi interessi militari e commerciali che gli USA detengono nello spazio. La concezione dello "*Space Control*" propugnata dagli Stati Uniti, di fatto non è priva di rischi. L'esercizio di un potere militare predominante in orbita, basato peraltro su

apparati estremamente vulnerabili, quali possono essere i satelliti, espone i loro dispositivi al rischio di attacchi mediante armi ASAT, soprattutto alla luce dell'ampia diffusione della tecnologia spaziale, anche di tipo standardizzato, che si è verificata negli ultimi anni, circostanza che apre la strada dello spazio anche a Paesi potenzialmente ostili agli Stati Uniti.

Inoltre, sul piano geopolitico, se lo spazio rappresenta, com'è innegabile, la proiezione di rapporti di forza terrestri in orbita, è evidente come la posizione unipolare statunitense non risulti compatibile con quella di potenze spaziali come Cina e Russia, che interpretano invece la propria politica spaziale come mezzo per affermare la propria egemonia regionale, in un'ottica multipolare che rifiuta la supremazia USA.

Il recente avvicinamento tra Mosca e Pechino per progetti d'avanguardia in campo spaziale, anche volti all'esplorazione della Luna e di Marte, evidentemente rappresenta un motivo di apprensione per le Autorità statunitensi, soprattutto perché detti Paesi negli ultimi anni, pur destinando ai rispettivi piani spaziali risorse nettamente inferiori rispetto a quelle investite dagli Stati Uniti, hanno messo a segno successi di tutto rispetto in campo commerciale e scientifico.

Gli Stati Uniti non hanno inoltre accettato di buon grado l'avvio da parte europea di programmi spaziali mirati ad acquisire una certa indipendenza sul piano strategico, frenando, ad esempio, il decollo del sistema di navigazione satellitare Galileo e disapprovando poi l'apertura europea alla partecipazione cinese.

Del resto, gli stessi Stati Uniti hanno operato per anni al fianco dei russi nella SSI e realizzano lanci mediante l'utilizzo della Sojuz, a riprova che, nel contesto attuale, lo sviluppo di programmi spaziali di ampio respiro non può prescindere dall'instaurazione di partnership internazionali dedicate a programmi specifici, finanche con Paesi tradizionalmente concorrenti.

In questo quadro, rimane irrisolto il nodo della cooperazione negata dagli Stati Uniti alla Cina, Paese che peraltro si è impegnato negli ultimi anni in attente politiche di avvicinamento a partner tradizionalmente vicini agli USA, in primis l'ESA.

Nel contesto che emerge dall'analisi tracciata, appare evidente come l'implementazione dei programmi spaziali nazionali non possa prescindere dallo sviluppo di forme di cooperazione internazionale, se non risultando penalizzata dall'isolamento.

Accade così che nel settore spaziale, per necessità, anche gli interessi di potenze tradizionalmente contrapposte si coalizzino attorno a specifici programmi.

La complessa dinamica che ne deriva interessa i rapporti tra Europa e USA, tra USA e Russia, tra Cina e Russia, tra Europa e Cina ed altri ancora: tutti questi Paesi sono impegnati a unire le rispettive forze evitando però di inimicarsi le altre potenze, in una delicata partita diplomatica ed economica, che costituisce forse il lato più interessante e curioso da osservare sul fronte delle scelte strategiche che animano i rispettivi programmi spaziali.

BIBLIOGRAFIA

1. AGENZIA SPAZIALE ITALIANA, *Piano Spaziale Nazionale 2003-2005*, 2002.
2. AA.VV., *Space Security 2007*, luglio 2007, pubblicazione accessibile al sito <http://www.spacesecurity.org/SSI2007.pdf> ed edizioni precedenti.
3. AA.VV. *La conquête spatiale: l'ultime frontière des grandes puissances?*, numero monografico del bimestrale "Diplomatie", Ventraben, Ed. Areion, Vol. 16/2005 (settembre-ottobre).
4. AA.VV. *Le mani sullo spazio*, numero monografico del bimestrale "Limes - Rivista italiana di geopolitica", Roma, Gruppo Editoriale l'Espresso, Vol. 5/2004.
5. AA.VV. *Al via il programma spaziale italiano Cosmo-SkyMed*, accessibile al sito http://newton.corriere.it/PrimoPiano/News/2005/01_Gennaio/03/skymed.shtml, 03.01.2005.
6. ANDREONI, A., *Armi spaziali per guerre terrestri (o viceversa)*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 41-52.
7. ARPINO, M., *Prove generali di occupazione*, articolo accessibile al sito <http://www.affarinternazionali.it/articolo.asp?ID=433>, 23.01.2007.
8. BARBOSA, C.R., *China launches military satellite via new Long March vehicle*, articolo accessibile al sito <http://www.nasaspacesflight.com/content/?cid=5282>, 11.12.07.
9. BALTAGA, V., *La Russia resta in orbita*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 197-206.
10. BERTHELSEN, J., *GPS, Galileo and the China factor*, articolo accessibile al sito http://www.asiatimes.com/atimes/Global_Economy/EE02Dj01.html, 2003.
11. BIGNAMI, G.F., *L'esplorazione dello spazio*, Bologna, Ed. Il Mulino, 2006.
12. BILDT, C., J. PEYRELEVADE, L. SPÄTH, *Towards a Space Agency for the European Union*, pubblicazione ESA del marzo 2000, accessibile al sito http://esamultimedia.esa.int/docs/annex2_wisemen.pdf.
13. BORGEAL, P.M., *European Global System of Observation by Satellite for Security and Defence Purposes*, presentazione in PPT, Atene, 7-8.5.2002, accessibile al sito http://europa.eu.int/comm/space/doc_pdf/borgeal2.pdf.
14. BORRINI, F., *La componente spaziale nella difesa*, Roma, Ed. Rubettino, 2006.
15. BROAD, W.J., D. E. SANGER, *Iran joins the space club, but to what end?*, articolo tratto dal "New York Times", 04.04.2006, accessibile al sito <http://www.iranfocus.com/modules/news/print.php?storyid=6573>.
16. BUONGIORNO, C., S. ABBA', G. MAOLI, A. MEI, M. NONES, S. ORLANDI, F. PACIONE, F. STEFANI, *L'importanza militare dello spazio*, Roma, Ed. Ce.Mi.S.S., 1990.
17. CANDELA, L. e F. CALTAGIRONE, *Cosmo-SkyMed: Mission Definition, Main Applications and Products*, ASI, presentazione in PPT del 2003, accessibile al sito <http://earth.esa.int/workshops/polinsar2003/participants/rum74/skymed.pdf>.
18. CARACCILO, L., *Assalto al cielo*, editoriale tratto da "Limes", op. cit., pag. 7-20.

19. CARDINALI, N. *Le telecomunicazioni militari nello spazio*, articolo accessibile al sito www.istrid.difesa.it/27_28_29/le_telecomunicazioni_militari.htm.
20. CARVALHO, N., *L'India ha messo in orbita un satellite italiano*, articolo accessibile al sito <http://www.asianews.it/index.php?l=it&art=9084>, 24.04.07.
21. CASINI, S., *In nome dell'Europa: la grandeur spaziale della Francia*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 105-124.
22. CERVINO, M., S. CORRADINI, S. DAVOLIO *Uso pacifico dello spazio: un principio ormai accantonato?*, articolo accessibile al sito http://www.bo.cnr.it/www-sciresp/OLD/GdL/SciMil/Workshop_Modena/ATTI/SciResp/SciResp_atti.pdf, pubblicato anche su "Space Policy", 2003.
23. CHELI, S., *ESRIN: un caso di successo dell'Italia spaziale*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 157-167.
24. CHIQUET, P., *Cap sur les étoiles. L'aventure spatiale française*, Parigi, Ed. Laffont, 2005.
25. COMETTO, M.T. *Il progetto spaziale ha i piedi per terra*, articolo tratto da "Il Corriere della Sera", 19.01.2004, p. 5.
26. COMMISSIONE ECONOMICA EUROPEA, Comunicazione al Parlamento europeo e al Consiglio, *Global Monitoring for Environment and Security: Establishing a GMES Capacity by 2008*, Bruxelles, 03.02.2004.
27. COMMISSIONE ECONOMICA EUROPEA, *Libro Verde sulla Politica Spaziale europea*, ESA, COM (2003) 17, 21.01.2003, accessibile al sito http://ec.europa.eu/comm/space/doc_pdf/greenpaper_it.pdf.
28. DAVID, L. *China Prepares for Second Piloted Space Mission*, articolo accessibile al sito, http://www.space.com/missionlaunches/china_space_040317.html, 17.03.2004.
29. DAY, D. *The Benefits of a New Space Race*, articolo tratto da *Space Review*, articolo accessibile al sito <http://www.thespacereview.com/article/137/1>, 26.04.2004.
30. *Dichiarazione sullo spazio e sullo sviluppo umano*, Vienna, 1999, accessibile al sito <http://www.un.org/events/unispace3/>.
31. DI GIORGIO, C., *Ritorno alla luna*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 67-74.
32. DINKIN, S., *Property Rights and Space Commercialization*, articolo tratto da *Space Review*, accessibile al sito <http://www.thespacereview.com/article/141/1>, 10.05.2004.
33. DI BERNARDO, G., *Griffin (NASA): servono altri due miliardi di dollari per Orion*, articolo accessibile al sito <http://www.dedalonews.it/it/wp-print.php?p=11464>, 17.11.07.
34. DI BERNARDO, G., *La Cina ha lanciato la sua prima sonda lunare*, articolo accessibile al sito <http://www.dedalonews.it/it/index.php/10/2007/11065/>, 24.10.07.
35. DI PASQUALE, C., *DSB To Study Galileo's Impact On Commercial, Military, Civil Sectors*, articolo tratto da *Inside the Air Force*, 28/5/2004, p. 12.
36. FUBINI, F., *Galileo visto dall'Europa*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 125-132.

37. DAVID, L., *China Prepares for Second Piloted Space Mission*, articolo accessibile al sito http://www.space.com/missionlaunches/china_space_040317.html, 17.03.04.
38. DEBLOIS B., GARWIN, R., KEMP S., MARWELL J., *Space Weapons: Crossing the U.S. Rubicon*, articolo tratto dalla rivista "International Security", Vol. 29/2, 2004, pag. 50-84.
39. de SELDING, P.B., *EU and China Collaborate on Galileo Navigation Satellite Project*, articolo accessibile al sito http://www.space.com/news/china_galileo_030921.html, 21.09.03.
40. DESIDERIO, A., *La difesa dell'Italia comincia dai satelliti*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 145-156.
41. DOLMAN, E.C., *Astropolitik - Classical Geopolitics in the Space Age*, Portland, Oregon, Frank Cass, 2002.
42. DOLMAN, E.C. *Geostrategy in the Space Age*, in "Geopolitics, Geography and Strategy" C.S. GRAY E G. SLOAN (a cura di), Portland, Oregon, Frank Cass, 2003, pp. 83-106.
43. DUPAS, A. A New U.S. Strategy: Dual Space Dominance?, articolo tratto da *Space News*, 29/3/2004, p. 13, anche accessibile al sito
44. DUPAS, A., *Il piano americano per il dominio del cosmo*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 53-56.
45. ESA, *Vega, the small Launcher for Europe*, pubblicazione BR-257 del novembre 2005, accessibile al sito <http://esamultimedia.esa.int/docs/VEGA.pdf>.
46. ESA, *Vega One Step Nearer*, articolo accessibile al sito http://www.esa.int/esaCP/SEM42VQUOD_Expanding_2.html, 30.05.2004.
47. ESA, *The First Stone for Vega at Europe's Spaceport*, articolo accessibile al sito http://www.esa.int/esaCP/SEM4AU0A90E_index_2.html, 04.11.2004.
48. ESA, *Vega on Track to meet 2007 Deadline*, articolo accessibile al sito http://www.esa.int/esaCP/SEMY58P256E_Benefits_2.html, 16.03.2005.
49. ESA, *Vega Ground Segment Go Ahead*, articolo accessibile al sito http://www.esa.int/SPECIALS/Launchers_Home/SEMOD7808BE_2.html, 22.07.2005.
50. ESA, *Arianespace ed ESA incontrano i potenziali utilizzatori di Vega*, articolo accessibile al sito http://www.esa.int/esaCP/SEMRLMTLWFE_Italy_2.html, 13.11.2005.
51. ESA, *The European Space Sector in a Global Context*, analisi annuale 2003, Parigi, 04.03.04.
52. ELLERY, A., *An Introduction to Space Robotics*, Chichester, Springer Verlag & Praxis, 2000.
53. FURUKAWA, K., *Ma il Giappone non decolla*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 215-224.
54. GARIBALDI, G. *Un dragone nello spazio*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 179-196.
55. GIOVINE, U., *La sicurezza europea comincia dallo spazio*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 89-104.
56. GOTTMAN, J., *Centre and Periphery*, Ed. SAGE, Beverly Hills, 1980.

57. GREGO, L., *Space Weapons Basics. A History of Anti-Satellite Weapons Programs*, Union of Concerned Scientists, 2006, accessibile al sito http://www.ucsusa.org/global_security/space_weapons/a-history-of-asat-programs.html.
58. HARMSSEN, P., *China and Russia Plan Mars Mission*, accessibile al sito http://www.marsdaily.com/reports/China_And_Russia_Plan_Mars_Mission_999.html, 28.03.07.
59. HEATH, M., *Russia to Build Space Complex Near Chinese Border, Ivanov Says*, articolo accessibile al sito <http://www.1913intel.com/2007/11/22/russia-to-build-space-complex-near-chinese-border-ivanov-says/>, 21.11.07.
60. HEIDMAN, E.R. *China and India want to play*, articolo tratto da *Space Review*, accessibile al sito <http://www.thespacereview.com/article/1014/1>, 03.12.07.
61. HEIDMAN, R. *Planète Mars, une attraction irrésistible*, Parigi, Ed. Alvik, 2005.
62. HELLER, M., *Deterrenza nell'alto dei cieli*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 35-40.
63. HERONEMA, J. A.F. *Space Chief Calls War in Space Inevitable*, articolo tratto da *Space News*, 12-18.08.96, p. 4.
64. JOHNSON, B.T. *The New Space Race: Challenges for U.S. National Security and Free Enterprise*, The Heritage Foundation, Background n. 1316, 25.08.99.
65. KISLYAKOV, A., *Who Can Make ICBMs*, articolo tratto dall'Agenzia stampa UPI, accessibile al sito http://www.spacewar.com/reports/Who_Can_Make_ICBMs_999.html, 21.05.07.
66. KOLOVOS, A., *Why Europe needs Space as part of its Security and Defence Policy*, articolo tratto da "Space Policy", Vol. 18/4, 2002, pag. 257-261.
67. KOSHY, N., "Israel and India eye Iran", articolo tratto da "Foreign Policy in Focus", accessibile al sito <http://www.fpif.org/fpiftxt/4959>, 13.02.08.
68. KREBS, G. D., *MUOS 1,2,3,4,5*, articolo tratto dal sito http://space.skyrocket.de/index_frame.htm?http://www.skyrocket.de/space/doc_sdat/muos-1.htm.
69. LAMBETH, B.S. *Mastering the Ultimate HighGround. Next Steps in the Military Uses of Space*, Santa Monica-Arlington-Pittsburgh, Rand, 2003.
70. LEONARDI, R. *La costellazione satellitare "Cosmo-SkyMed"*, articolo tratto da *Rivista Italiana di Difesa*, dicembre 2003, pag.
71. LEWIS, A. J., *Galileo visto dagli USA*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 133-144.
72. LEWIS, J., *Aspettando le guerre stellari*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 21-34.
73. LIEGGI, S. e L. ALDRICH *China's Manned Space Program: Trajectory and Motivations*, Center for Nonproliferation Studies, articolo accessibile al sito <http://cns.miis.edu/pubs/week/031006.htm>, 06.10.03.
74. LISTNER, M.J. *It's Time to Rethink International Space Law*, articolo tratto da *Space Review*, accessibile al sito <http://www.thespacereview.com/article/381/1>, 31.05.05.

75. LOGSDON, J.M. *USA: hyperpower senza strategia*, intervista con l'autore tratta da "Limes", op. cit., pag. 57-66.
76. LOGSDON, J.M., *Which Direction in Space?*, articolo tratto da "Space Policy", Vol 21/2, 2005, pag. 85-88.
77. MALAVIALLE, A.M., X. PASCO, I.SOURBES-VERGER, *Espace et puissance*, Parigi, Fondation pour la Recherche Stratégique, 1999.
78. MALIK T., *US Snubbed China's Offer for Space Cooperation: "Technology Not Mature"*, articolo accessibile al sito http://www.space.com/news/us_china_040428.html, 28.04.04.
79. MARTIN, D., P.R. ANDERSON, L. BARTAMIAN, *Communication Satellites*, The Aerospace Corporation, 5° Edizione, Washington, 2007.
80. MATIAS, J.C., *E.U.-China Partnership on the Galileo Satellite System*, articolo accessibile al sito http://www.pinr.com/report.php?ac=view_report&report_id=665&language_id=1, 17.07.07.
81. MOWTHORPE, M., *US Military Space Policy 1945-92*, articolo tratto da "Space Policy", Vol. 18/1, 2002, pag. 25-36.
82. NEBEHAY, S., *China, Russia to offer treaty to ban arms in space*, articolo tratto dal sito internet <http://www.reuters.com/article/worldNews/idUSL2578979020080125>, 25.01.08.
83. NOCELLA, R., *Il Brasile ha fame di spazio*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 207-214.
84. PASCO, X., *Galileo: A Cornerstone of the European Space Effort*, 2002, articolo accessibile al sito http://www.eisenhowerinstitute.org/publications/archives/2002/Pasco_galileo.dot.
85. PASCO, X., I. SOURBES-VERGER *Military Space in Europe*, in "French Strategic and Military Yearbook", Parigi, Fondation pour la recherche stratégique, Odile Jacob, 2003.
86. PERMINOV, A. (Capo dell'Agenzia Federale Spaziale russa), *Business: the Basis of all International Space Activity*, conferenza stampa del 12.04.05, accessibile al sito <http://en.rian.ru/analysis/20050412/39698116-print.html>.
87. PREDONZANI, G., *La gloriosa parabola del San Marco*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 169-178.
88. PROME', J.L., *Galileo: l'Unione Européenne saura-t-elle franchir le pas?* articolo tratto da "Défense e Sécurité Internationale", Ed. Areion, Vol. 2, marzo 2005, pag. 56-61.
89. RAMACHANDRAN, S., *India sets its sight on Mars*, articolo accessibile al sito http://www.atimes.com/atimes/South_Asia/ID19Df02.html, 19.04.07.
90. RAMEY, R.A., *Armed Conflict on the Final Frontier: The Law of War in Space*, articolo tratto da "The Air Force Law Review", 2000, accessibile al sito <http://www.space4peace.org/slaw/lawofwar.htm>.
91. RUBIN, U., *The Global Reach of Iran's Ballistic Missiles*, Memorandum n. 86, "Institute for National Security Studies", novembre 2006, articolo accessibile al sito <http://www.tau.ac.il/jcss/memoranda/memo86.pdf>.

92. SALIN, P.A., *Privatization and Militarization in the Space Business Environment*, articolo tratto da "Space Policy", Vol. 17/1, 2001, pag. 19-26.
93. SCOTT, W.B., *USSC Prepares for Future Combat Missions in Space*, articolo tratto da "Aviation Week and Space Technology", 5/8/1996, p. 51.
94. SICELOFF, S., *Russia-China Deal Makes NASA Uneasy*, articolo accessibile al sito http://www.space.com/news/russia_china_010910.html, 10.09.01.
95. SUI, C., *China Years Behind US and Russia in Space, but catching up Fast*, articolo accessibile al sito <http://www.spacedaily.com/news/china-03zn.html>, 16.10.03.
96. TANNENWALD, N., *The Threat of Weapons in Space*, 1/2007, articolo accessibile al sito http://www.sigmapisigma.org/radiations/2007/tannenwald_spg.pdf.
97. TANNENWALD, N., *Il santuario spaziale*, articolo tratto da "Limes", op. cit., pag. 75-84.
98. TANNENWALD, N., *Law versus Power on the High Frontier: The Case for a Rule-Based Regime for Outer Space*, CISSM University of Maryland, 2003, articolo accessibile al sito <http://www.cissm.umd.edu/papers/files/tannenwald.pdf>.
99. TANNENWALD, N., *The Threat of Weapons in Space*, The Watson Institute for International Studies at Brown University, articolo tratto dalla rivista "Radiations", Vol. 13/1, 2007, articolo accessibile al sito http://www.spsnational.org/radiations/2007/tannenwald_spg.pdf.
100. UNITED STATES SPACE COMMAND, *USSPACECOM Long Range Plan - implementing USSPACECOM Vision for 2020*, 1998.
101. VALORI, G.E. *Geopolitica dello Spazio*, Milano, Rizzoli, 2006.
102. VILLAIN, J., *L'Espace: quelles conquêtes à venir?*, articolo tratto da "Diplomatie", Lambesc, Ed. Areion, Vol. 29/2007 (novembre-dicembre), pag. 26-31.
103. WATTS, B.D. *The Military Use of Space: A Diagnostic Assessment*, Washington DC, Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2001, accessibile al sito <http://www.gwu.edu/~spi/spaceforum/MilitaryUseOfSpace.pdf>.
104. WRIGHT, D., L. GREGO, "Anti-Satellite Capabilities of Planned US Missile Defence Systems", articolo tratto da "Disarmament Diplomacy", dicembre 2002 - gennaio 2003, accessibile al sito <http://www.acronym.org.uk/dd/dd68/68op02.htm>.
105. *Russian Armed Forces to adopt new communications system by 2015*, articolo tratto dall'Agenzia stampa Ria Novosti, accessibile al sito <http://en.rian.ru/russia/20070815/71655749.html>, 15.08.07.
106. *Russia launches 4 U.S. satellites*, articolo tratto dall'Agenzia stampa UPI, accessibile al sito http://www.upi.com/NewsTrack/Science/2007/05/30/russia_launches_4_us_satellites/3302/, 30.05.07.
107. *New Launch Of Dnepr Rocket Postponed For Technical Reasons*, articolo tratto dall'Agenzia stampa Ria Novosti, accessibile al sito http://www.space-travel.com/reports/New_Launch_Of_Dnepr_Rocket_Postponed_For_Technical_Reasons_999.html, 28.03.07.

108. *Russia Puts 16 Foreign Satellites Into Orbit*, articolo tratto dall'Agenzia stampa Ria Novosti, accessibile al sito http://www.space-travel.com/reports/Russia_Puts_16_Foreign_Satellites_Into_Orbit_999.html, 18.04.07.
109. *Iran tests sounding rocket, unveils first homemade satellite*, articolo tratto dall'Agenzia stampa Ria Novosti, accessibile al sito <http://en.rian.ru/world/20080204/98302047.html>, 04.02.08.
110. *Spazio: Usa, no a bando uso armi*, articolo tratto dall'Agenzia stampa ANSA, accessibile al sito http://www.ansa.it/site/notizie/awnplus/mondo/news/2008-02-12_112198271.html, 12.02.08.
111. *Russia proposes space arms treaty*, articolo accessibile al sito <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/7240796.stm>, 12.02.08.
112. *Cina: inizia la corsa agli armamenti nello spazio*, articolo accessibile al sito <http://www.asianews.it/index.php?l=it&art=8278>, 19.01.07.
113. *China Hopes Galileo Will Spur Search and Rescue, Up-link Stations Technology*, articolo tratto dall'Agenzia stampa Xinhua News Agency, accessibile al sito http://www.gpsdaily.com/reports/China_Hopes_Galileo_Will_Spur_Search_and_Rescue_Uplink_Stations_Technology.html, 17.11.05.