

Nel 2002 sono state formalizzate alcune delle attività riguardanti la collaborazione con la NASA per l'**esplorazione di Marte**. È stato infatti approvato dall'ASI il progetto SHARAD che prevede la realizzazione in Italia di un radar di tipo sounder per il satellite americano Mars Reconnaissance Orbiter (MRO). Il lancio è previsto per il 2005 e lo scopo è quello di fornire la mappatura globale del pianeta nel visibile e vicino IR e la ricopertura ad altissima risoluzione (0,3 m) di aree limitate nell'ottico, al fine di selezionare le zone di atterraggio più idonee, dal punto di vista della possibile presenza di acqua e vita, per le future missioni. In questo ambito SHARAD sarà in grado di determinare con una risoluzione verticale di circa dieci metri e orizzontale di circa cento metri, la stratigrafia del pianeta fino a circa un chilometro di profondità e in particolare, con un'apposita selezione delle frequenze, di identificare la presenza di depositi acquiferi o di strati di ghiaccio nei primi cinquecento metri sotto la superficie di Marte.

Sono proseguiti inoltre i contatti per il contributo dell'Italia alle missioni dal 2009 in poi: si sta lavorando per un ruolo primario nelle telecomunicazioni tra Marte e Terra e nelle sonde operanti sulla superficie e affinché sia italiano il perforatore che fornirà campioni del suolo marziano e consentirà a strumenti, sempre italiani, di analizzare *in situ* la composizione e le caratteristiche del suolo marziano.

In questo contesto l'ASI ha organizzato a Catania un Workshop internazionale dedicato alle analogie geomorfologiche tra suoli terrestri e marziani. In particolare sono state effettuate dimostrazioni sulle pendici dell'Etna, considerato un buon analogo marziano, del funzionamento di strumenti e sistemi progettati per l'esplorazione *in-situ* di Marte.

Due nuove collaborazioni sono infine in via di formalizzazione:

- **Solar Dynamics Observatory (SDO)**, prima missione del programma della NASA "Living with a star" dedicato allo studio del sistema Terra-Sole. Il satellite sarà lanciato nel 2007 e per cinque anni osserverà con continuità il Sole dall'orbita geostazionaria. Il contributo italiano riguarda la realizzazione e la gestione dei dati dello strumento SPECTRE (SPECTroheliograph for the Transition REgion) che studierà la regione di transizione dell'atmosfera solare che emette nell'estremo ultravioletto con lo scopo di seguire le perturbazioni che si propagano nell'eliosfera fino a raggiungere la Terra. Il progetto fa parte del programma SHARPP (Solar Heliospheric Activity Research and Prediction Program) che si basa sulle osservazioni di un insieme di otto strumenti.
- **Dawn**, missione selezionata dalla NASA nel dicembre 2001 nell'ambito del Discovery Program. Il lancio è previsto nel 2006, per raggiungere nel 2010 l'asteroide Cerere e nel 2014 Vesta. In Italia sarà realizzato il Mapping Spectrometer (MS), versione semplificata dello strumento VIRTIS a bordo della missione Rosetta. Da notare che il responsabile italiano per MS è Co-Investigator della missione: è la prima volta che uno scienziato italiano o europeo partecipa a questo titolo a una missione Discovery della NASA.

6.1.1.3 Ricerca Fondamentale per l'Esplorazione del Sistema Solare

22 programmi di ricerca nel campo dell'esplorazione del sistema solare, proposti dalla comunità scientifica nell'ambito del Bando di Ricerca Fondamentale 2001, sono stati finanziati ed avviati nel corso del 2002.

6.1.1.4 Esperimenti da pallone

Nel mese di luglio è stato lanciato dalla base ASI di Trapani-Milo un pallone stratosferico con a bordo una replica della sonda Huygens che sta viaggiando verso Saturno sulla missione Cassini. La navicella ha raggiunto la quota prevista di 32.500 metri in circa due ore e quindi, con un telecomando, è stata separata ed è scesa frenata da un paracadute atterrando infine, come programmato, in una zona deserta della Sicilia centrale. A bordo della sonda erano alloggiati

l'esperimento HASI (Atmospheric Structure Instrument, dotato di ben dieci diversi sensori dedicati alla misura delle principali caratteristiche atmosferiche) e una parte di un esperimento che sarà a bordo della missione dell'ESA Beagle 2, destinata ad atterrare su Marte alla fine del 2003.

6.1.2 Cosmologia

6.1.2.1 Partecipazione ai programmi ESA

Herschel

Herschel (fino al 2000 chiamata FIRST) è una missione *cornerstone* del programma dell'ESA, alla quale l'Italia partecipa con diversi elementi qualificanti. Prevede la messa in orbita nel 2007 di un telescopio da 3.5m operante nel lontano infrarosso e nel submillimetrico per indagare sulla formazione e sull'evoluzione delle galassie nell'Universo. Sul piano focale saranno montati tre strumenti costruiti da consorzi tra istituti di ricerca europei e americani:

- HIFI (spettrometro ad eterodina operante tra 250 e 600 μm);
- SPIRE (camera e spettrometro FTS operanti tra 200 e 670 μm con rivelatori bolometrici);
- PACS (camera e spettrometro a reticolo operanti tra 60 e 200 μm con rivelatori fotoconduttori).

La partecipazione italiana alla missione prevede la realizzazione di elementi tecnologici qualificati ('Digital Processing Units', software di bordo, celle acusto-ottiche, calibrazioni spettrometriche,...) grazie al coinvolgimento di IFSI-CNR, CAISMI-CNR, Osservatorio di Arcetri, LENS, Osservatorio di Padova e SISSA di Trieste. Nel corso del 2002 sono proseguite le attività di progettazione e realizzazione da parte delle industrie e degli istituti incaricati da ASI.

Planck

La missione Planck ha l'obiettivo di misurare, con alta risoluzione angolare ed accuratezza, l'anisotropia del fondo cosmico (Cosmic Microwave Background) nelle frequenze da 30 GHz a 857 GHz; l'obiettivo è un ulteriore progresso nella conoscenza delle origini dell'Universo. Il satellite avrà a bordo due sofisticati strumenti: Low Frequency Instrument (LFI), sviluppato in Italia, il cui P.I. è italiano (TeSRE/CNR) e High Frequency Instrument (HFI), in cui vi è una significativa partecipazione italiana (Università di Roma "La Sapienza"). Nel corso del 2002 è partito il contratto industriale per la realizzazione della preamplificazione criogenica di HFI, mentre per LFI sono stati ridefiniti gli accordi con ESA ed è stata condotta l'istruttoria interna ASI, preliminare alla stesura del contratto industriale.

6.1.2.2 Partecipazione agli Esperimenti della Stazione Spaziale Internazionale

SPOrt (Sky Polarization Observatory)

Si tratta di un esperimento che sarà alloggiato negli spazi esterni della ISS assegnati all'ESA e dedicato alla misura della polarizzazione della radiazione del cielo in una banda di frequenze (22GHz - 90GHz) finora inesplorata. Lo scopo è migliorare la comprensione e valutarne gli effetti sulle osservazioni del fondo cosmico a microonde, fondamentali per gli studi cosmologici sull'origine dell'Universo. SPOrt è un progetto italiano coordinato dal P.I. Stefano Cortiglioni dell'IASF-CNR di Bologna.

La fase B del programma è stata estesa a tutto il 2002; il progetto preliminare sarà pronto a fine marzo 2003.

6.1.2.3 Ricerca fondamentale per la cosmologia

16 programmi di ricerca nel campo della cosmologia, proposti dalla comunità scientifica nell'ambito del Bando di Ricerca Fondamentale 2001, sono stati finanziati ed avviati nel corso del 2002.

6.1.2.4 Esperimenti da pallone

Nel 2002 sono proseguite a pieno ritmo le attività del progetto Boomerang, in vista di un nuovo volo su pallone stratosferico dall'Antartide nel gennaio 2003, avvenuto con pieno successo. Boomerang è un telescopio a microonde, capace di catturare i flebili segnali prodotti da una fase primordiale dell'Universo e codificati nella radiazione cosmica di fondo. Dopo il successo del volo precedente, nel quale era stato possibile realizzare la prima mappa dettagliata dell'Universo primordiale e stabilire la geometria euclidea dell'universo, gli strumenti sono stati modificati per misurare le proprietà di polarizzazione di questa radiazione.

6.1.2.5 Il Centro Dati Scientifici dell'ASI - ASDC

Il Centro Dati Scientifici di ASI (ASDC - ASI Science Data Center), istituito nel 2000 per supportare adeguatamente BeppoSAX e le missioni scientifiche italiane, nel 2002 ha esteso la sua attività verso programmi internazionali. E' infatti iniziata l'acquisizione degli archivi delle missioni Chandra (NASA) e Newton-XMM (ESA) per le quali l'ASDC sarà mirror site. Si prevede che nel futuro il Centro si occupi dello sviluppo e del mantenimento dell'archivio di numerose altre missioni italiane e non, quali Integral, Swift, AGILE, Sharad, Planck, Herschel, garantendo l'integrità e la qualità scientifica dei dati.

Per quanto riguarda BeppoSAX, dopo la conclusione della vita operativa del satellite avvenuta in aprile 2002, l'ASDC sta acquisendo l'archivio da Telespazio e ha iniziato a riprocessare i dati della Wide Field Camera. Sono stati inoltre pubblicati, a cura dell'ASDC, i proceedings del Workshop Internazionale "Blazar Astrophysics with BeppoSAX and other observatories" che si è tenuto a Frascati il 10-11 dicembre 2001.

Infine, il Centro ha svolto attività di ricerca, in collaborazione con la comunità scientifica italiana e internazionale, che ha prodotto pubblicazioni su riviste specializzate.

6.1.3 Astrofisica delle alte energie

6.1.3.1 BeppoSAX

BeppoSAX è stato definitivamente spento in orbita il 30 aprile 2002. Nel corso degli ultimi sei mesi il satellite aveva cominciato ad evidenziare un degrado irreversibile del sottosistema elettrico e il decadimento orbitale ne limitava significativamente le possibilità di puntamento stabile. Tutto ciò ha reso inevitabile la disattivazione che è stata eseguita immediatamente dopo il compimento del sesto anno di vita operativa e in accordo con i regolamenti internazionali sulla disattivazione dei satelliti in orbita bassa. Il rientro del satellite nell'atmosfera terrestre è previsto per maggio 2003; subito dopo lo spegnimento è iniziata l'attività di controllo sulle fasi di rientro.

Sino al momento dello spegnimento il satellite, sotto la gestione ed il coordinamento dell'ASI, ha continuato a svolgere attività scientifica ad alto livello, facendo crescere ulteriormente le conoscenze della comunità astronomica nazionale ed internazionale. In totale BeppoSAX ha effettuato quasi 1500 osservazioni di oggetti celesti e ha scoperto più di 50 gamma ray burst, producendo un numero notevole di pubblicazioni scientifiche. A dicembre 2002 il team di BeppoSAX ha vinto il premio Cartesio 2002 per la Scienza, assegnato dall'Unione Europea.

I dati della missione sono ora archiviati e analizzati all'ASI Science Data Center (ASDC), presso la stazione ESA di ESRIN (Frascati). Oltre ai dati di BeppoSAX, l'ASDC ha il compito di archiviare, trattare e distribuire i dati delle future missioni dell'Agenzia.

6.1.3.2 *AGILE (Astrorivelatore Gamma a Immagini LEggero)*

È una missione tutta italiana dedicata allo studio delle sorgenti astronomiche di raggi gamma. Lo strumento scientifico (un cubo di 60 cm di lato con un peso di circa 65 Kg) è composto da due rivelatori capaci di produrre "immagini" con l'uso della tecnologia dei rivelatori al silicio. La particolarità di AGILE è proprio la combinazione di due rivelatori a immagini, operanti simultaneamente nelle bande di energia gamma e di raggi X-duri, fusi in un unico strumento dalle grandi capacità scientifiche.

Nel 2002 è stata avviata la fase di realizzazione del satellite, del *payload* e del segmento di terra. Il satellite è basato sulla piattaforma MITA, la piattaforma "standard" dell'ASI. La missione prevede un'orbita bassa equatoriale e sarà acquisita dalla base di Malindi. Il lancio è programmato per la prima metà del 2005 e la durata prevista della missione è di tre anni.

Il P.I. è dell'Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica del CNR; questi coordina una struttura scientifica di cui fanno parte altre unità nazionali di ricerca (l'INFN di Trieste e di Roma, le Università di Trieste, Roma 2 e Roma "La Sapienza").

L'ASI Science Data Center (ASDC) curerà l'archiviazione e distribuzione dei dati scientifici.

Maggiori dettagli saranno riportati in un apposito paragrafo.

6.1.3.3 *Partecipazione ai programmi ESA*

Integral

Il satellite è stato lanciato con successo il 17 ottobre 2002. Uno degli strumenti più importanti, IBIS (Imager on Board the Integral Satellite) è stato sviluppato in Italia e coordinato dallo IASF/CNR, con la collaborazione anche della NASA. Altro importante coinvolgimento italiano si ha anche in SPI (Spectrometer on Integral, IASF/CNR) e JEM-X - Joint European X-Ray Monitor (IASF-CNR, con la collaborazione dell'Università di Ferrara). Nel corso del 2002 gli strumenti sono stati integrati sul satellite e sono stati effettuati tutti i test pre-lancio; subito dopo il lancio gli scienziati italiani sono stati impegnati nella fase di *commissioning* e nell'analisi dati. Il 25 novembre ha osservato il suo primo gamma ray burst.

XMM-Newton

XMM-Newton, lanciato nel dicembre 1999, continua ad effettuare osservazioni astronomiche di alto livello. L'Italia, che ha sviluppato il principale strumento di Newton, EPIC, partecipa attivamente alla fase di raccolta e analisi dei dati provenienti dal satellite (principalmente IASF-CNR). Una copia dei dati pubblici di questo satellite è in via di acquisizione da parte dell'ASDC.

6.1.3.4 *Programmi Bilaterali*

SWIFT

È una missione selezionata da NASA nell'ambito della classe Medium Explorer (MIDEX) con partecipazione italiana e inglese. Nel 2002 è stato definitivamente approvato il contributo italiano a Swift, che è articolato su diversi aspetti della missione:

- realizzazione degli specchi dell'X-Ray Telescope (XRT),

- utilizzo della stazione di Malindi per la gestione e il controllo della missione,
- partecipazione alla gestione dei dati con l'Italian Swift Archive Center, che avrà sede presso l'ASI Science Data Center e l'Osservatorio Astronomico di Brera,
- sviluppo del software di riduzione dati del telescopio presso l'ASDC

Il lancio è fissato al 5 dicembre 2003.

GLAST

GLAST (Gamma Ray Large Area Scale Telescope) è una missione della NASA attualmente prevista per il 2006. Sulla base dell'esperienza acquisita con programmi come Agile e AMS nel campo dei rivelatori al silicio per usi spaziali, nel 2002 è stato definito il possibile ruolo dell'Italia in questa missione, che prevede la fornitura delle torri del Large Area Telescope (LAT), una copia in Italia, presso l'ASDC, dell'archivio dei dati e il possibile utilizzo della stazione di terra di Malindi.

PAMELA

Nel 2002 è proseguita la realizzazione dello strumento Pamela, costruito in Italia per il satellite italo-russo RIM, che sarà lanciato a ottobre 2003. Si tratta di una missione per lo studio della fisica delle particelle dallo spazio, finanziata da ASI, INFN e Agenzia spaziale russa (RKA), cui partecipano istituti di ricerca di varie parti del mondo (Italia, Russia, USA, Germania, Svezia, India). Il campo di ricerca si inserisce in un filone di esperimenti assai ricco (l'osservatorio AMS a bordo della ISS, previsto per il 2005, e la grande missione americana GLAST, con un lancio pianificato per il 2006, entrambe con larga partecipazione italiana), che si propongono di studiare le particelle di alta energia ricorrendo al più potente acceleratore esistente, e cioè l'universo stesso. In particolare, Pamela è dedicata allo studio, mediante uno spettrometro magnetico, delle componenti nucleari, isotopiche, elettroniche e di antimateria dei raggi cosmici, con particolare riguardo alla misura dei flussi di antiprotoni e positroni da alcune decine di MeV a centinaia di GeV.

6.1.3.5 Partecipazione agli Esperimenti della Stazione Spaziale Internazionale

AMS (Anti-Matter Spectrometer)

"Anti-Matter Spectrometer" è un ambizioso e complesso esperimento internazionale che, utilizzando lo stato dell'arte nel campo dei rivelatori di particelle elementari, studia problemi di fisica fondamentale per l'identificazione dei raggi cosmici (intervallo da centinaia di MeV a centinaia di GeV), al fine di effettuare misurazioni per verificare l'esistenza o l'assenza dell'antimateria ed i possibili meccanismi legati all'origine della materia oscura, due problemi di fondamentale importanza nel campo delle astroparticelle. AMS sarà sviluppato da un team internazionale, comprendente Cina, Finlandia, Francia, Germania, Italia, Russia, Spagna, Svizzera, Taiwan e US. La NASA ha approvato due missioni: dopo un volo precursore (Shuttle STS91) avvenuto con successo nel 1998, la seconda missione AMS-02 era prevista, per essere installata sulla Stazione Spaziale, nel 2003, con un periodo operativo di almeno tre anni.

In Italia concorrono alla realizzazione di AMS, l'ASI e l'INFN; l'ASI partecipa allo sviluppo del complesso strumento finanziando elementi importanti ('tracciatore al silicio' e sistema ad anelli di luce Cherenkov). Nel 2002 è proseguito il lavoro di realizzazione dei ladder dello strumento tracker, sono stati definiti i contratti industriali per lo studio termico degli esperimenti italiani a bordo di AMS e il contratto industriale per la produzione degli alimentatori ad alta tensione per i rivelatori dei diversi strumenti. L'ASI ha inoltre attivato la procedura per la richiesta dell'apparato ACOP (dispositivo per la memorizzazione a bordo della stazione spaziale internazionale dei dati scientifici dell'esperimento AMS). A seguito della ricezione delle proposte tecniche ricevute dall'ASI da parte

dell'industria italiana di settore, si stanno attivando le relative procedure di selezione e conseguente definizione contrattuale.

Nel 2002 la NASA ha rivisto la pianificazione complessiva dei voli shuttle per la stazione spaziale internazionale che ha determinato lo spostamento della missione AMS-02 per l'ottobre 2005. Recentemente, anche dopo il malfunzionamento registrato nel rientro dello shuttle Columbia, la NASA ha riconfermato tale data.

Inoltre è in fase di approvazione uno "Statement of Intent between ASI and MIT on AMS Program" per la definizione dei rispettivi compiti sul programma. È in fase di predisposizione un Memorandum ASI-NASA/DoE allo scopo di regolare il rapporto fra le agenzie, ed ottenere il riconoscimento del ruolo primario dell'Italia, responsabile dello sviluppo e realizzazione di quattro dei sette esperimenti che compongono AMS.

6.1.3.6 Ricerca Fondamentale per l'astrofisica delle alte energie

29 programmi di ricerca nel campo dell'astrofisica delle alte energie, proposti dalla comunità scientifica nell'ambito del Bando di Ricerca Fondamentale 2001, sono stati finanziati ed avviati nel corso del 2002.

6.2 Il Programma AGILE

AGILE (Astrorivelatore Gamma ad Immagini LEggero), approvato nel 1999, è uno dei programmi previsti nel Piano Spaziale Nazionale 2003-2005 dell'ASI, come elemento chiave per la ricerca astrofisica delle alte energie, nell'ambito delle Applicazioni di Osservazione dell'Universo. AGILE è una missione di concezione e realizzazione interamente nazionale, basata sull'impiego della piattaforma dell'ASI MITA (minisatellite di classe 100-300 kg) e caratterizzata da un'elevata sinergia tra Enti di Ricerca ed Industrie nazionali. Tale missione consentirà di acquisire un catalogo di sorgenti gamma galattiche ed extragalattiche e di procedere alla loro classificazione attraverso l'astronomia a raggi X e altri metodi.

AGILE è una Piccola Missione Scientifica dedicata allo studio dell'Universo nelle bande gamma ed X ed è la prima missione di questo genere ad essere interamente sviluppata in Italia. La missione è assimilabile, per obiettivi scientifici, massa, potenza e dimensioni del satellite, ad uno Small Explorer Satellite (SMEX) della NASA.

AGILE si inserisce nel panorama scientifico internazionale con lo scopo primario di consolidare il ruolo di leadership italiana nel settore strategico dell'astrofisica delle alte energie; infatti, pur dovendo rispondere a requisiti di costi molto impegnativi, AGILE sarà operativo già dalla metà del 2005, in anticipo su missioni della stessa tipologia ma di ben altro impatto economico, in particolare la missione GLAST della NASA.

Il Team Scientifico di AGILE è frutto della collaborazione tra le Sezioni di Roma, Milano e Bologna dello IASF-CNR, le Sezioni di Trieste, Roma-1 e Roma-2 dell'INFN, le Università di Trieste, Roma - La Sapienza e Roma - Tor Vergata, ed il CIFS. Tali Enti di ricerca contribuiscono alle attività non solo tramite personale di riconosciuta esperienza internazionale nel settore, ma anche con un consistente gruppo di giovani ricercatori all'interno dei vari gruppi di lavoro coinvolti nelle attività. Da un punto di vista industriale, le imprese principali coinvolte nello sviluppo e nella realizzazione della missione AGILE sono la Carlo Gavazzi Space, la Laben, la Oerlikon Contraves, la Telespazio e le Officine Galileo.

6.2.1 Gli obiettivi

AGILE si propone di osservare l'intero Universo simultaneamente nelle bande di emissione gamma da 30 MeV a 30 GeV e X-duri da 10 a 40 keV, con lo scopo fondamentale di migliorare sostanzialmente le conoscenze rispetto a quanto acquisito dalla missione EGRET-GRO.

Lo strumento scientifico di AGILE è altamente innovativo. La tecnica di rivelazione dei fotoni gamma usata da AGILE è basata su di un tracciatore al silicio (Silicon Tracker), che permetterà il posizionamento delle sorgenti gamma migliore rispetto a quello di EGRET di un fattore 4-5. L'imaging raffinato è completato dalla capacità simultanea di rivelare le sorgenti anche con un rivelatore leggero a maschera codificata per raggi X-duri (Super AGILE). Completano lo strumento un calorimetro leggero (Minicalorimetro), il sistema di anticoincidenza ed il sistema di elaborazione dati a bordo.

Le caratteristiche principali dello strumento si possono dunque così riassumere:

- capacità di imaging nella banda X-dura e gamma
- grande campo di vista dello strumento gamma (1/5 dell'intero cielo)
- precisione nel timing nella rivelazione dei fotoni X e gamma dell'ordine di qualche microsecondo
- capacità di rivelazione simultanea di sorgenti cosmiche nelle bande di energia X e gamma.

La serie di oggetti e fenomeni studiabili da AGILE durante la sua vita operativa include: nuclei galattici attivi, Gamma-Ray Bursts, Pulsar, Sorgenti gamma non identificate, emissione gamma galattica diffusa, risoluzione del problema dell'origine dei raggi cosmici, monitoraggio di sorgenti X galattiche e scoperta nuovi transitori, studio di processi ultra-veloci, verifica di leggi di fisica fondamentale.

6.2.2 Il Sistema AGILE

Lo strumento di AGILE verrà integrato in un minisatellite basato sulla piattaforma MITA, prodotto tecnologico dell'ASI. Il satellite, di massa di circa 320 kg, verrà posto su di un'orbita circolare quasi equatoriale, con inclinazione di circa 6° ed ad una altezza di 550 Km.

Le caratteristiche dello strumento, in ordine di massa, potenza e prestazioni, indicano che AGILE è una missione ad altissimo contenuto tecnologico.

Il segmento di Terra sarà basato sull'impiego della Stazione TT&C dell'ASI di Malindi in Kenia. Questa sarà collegata con il Centro di Controllo di AGILE situato al Fucino, dove verranno realizzate le funzioni di controllo di satellite e di missione; quest'ultimo fornirà i dati scientifici all'ASI Science Data Center di Frascati.

L'eccellenza scientifica e tecnologica di AGILE ha favorito una grande varietà di nuovi sviluppi e miglioramenti tecnologici in vari settori. I laboratori dell'INFN hanno un'indiscussa leadership mondiale nella realizzazione di rivelatori allo stato solido di silicio, che costituiscono il cuore di AGILE e, in futuro potranno costituire anche quello del satellite GLAST. La realizzazione del rivelatore ha inoltre favorito lo sviluppo di molte tecnologie relative alla lavorazione di grandi piani di silicio ed al loro incollaggio, nonché alla lavorazione meccanica di precisione della maschera di Super AGILE, effettuata dalla Oerlikon Contraves. I vincoli realizzativi dovuti allo spazio contenuto per la realizzazione del rivelatore hanno reso necessario lo sviluppo di una complessa elettronica di front-end, che ha comportato un'innovazione tecnologica di sicuro impiego in applicazioni sia scientifiche che commerciali.

In campo industriale, la missione favorisce il raffinamento di tecnologie e di sistemistica spaziale.

6.2.3 Lo sfruttamento dei dati scientifici

Lo sfruttamento dei dati scientifici di AGILE porrà l'ASI e la comunità scientifica nazionale in una posizione di primo piano nei confronti dell'intera comunità scientifica mondiale.

Il programma scientifico della missione contempla anche l'analisi rapida dei dati (Quicklook analysis) per la rivelazione dei transitori gamma e X in modo da informare tempestivamente le comunità degli osservatori a terra e nello spazio, per effettuare osservazioni a multi-frequenza in modo efficiente e rapido. In tal modo, gli obiettivi scientifici della missione AGILE si conciliano con quelli di una larghissima comunità scientifica nazionale ed internazionale.

È in fase di allestimento l'AGILE Science Group, aperto anche alla comunità scientifica internazionale.

6.2.4 Stato di Attuazione del Programma

L'ASI ha curato nel 2002 la finalizzazione dell'affidamento delle attività di missione ad una struttura industriale, promuovendo la costituzione di un raggruppamento d'impresa per la realizzazione di tali attività (attività sistemiche, di realizzazione del segmento di Terra e dei pannelli solari, attività di integrazione e prova, acquisizione dei servizi di lancio e operazioni), costituito da Carlo Gavazzi Space e Oerlikon Contraves, già coinvolte nel programma. Tale raggruppamento guiderà una struttura industriale che coinvolgerà diversi fornitori tra cui la Telespazio per lo sviluppo del segmento di Terra e le Officine Galileo per la fornitura dei pannelli solari; il raggruppamento si occuperà anche dell'acquisizione e della gestione dei servizi di lancio.

Nel corso del 2002, è stata cambiata la baseline di lancio, passando dall'ipotesi di impiego del lanciatore statunitense Pegasus a quella del lanciatore russo Soyuz; tale variazione ha comportato una serie di modifiche nella configurazione del satellite e nei requisiti ambientali applicabili sia alla piattaforma che al payload. Il lancio del satellite è previsto nella prima metà del 2005.

L'ASI ha stipulato un contratto con la Carlo Gavazzi Space per la realizzazione e la qualifica della piattaforma satellitare, basata su MITA. Tale contratto è stato attivato nel Giugno 2002 e la relativa Baseline Design Review è stata effettuata a Luglio 2002.

Per ciò che concerne il payload, questo è in avanzata fase di progettazione e sviluppo. Molti elementi chiave del rivelatore sono stati oggetto di realizzazione di prototipi e di verifica delle prestazioni scientifiche. In particolare sono stati sviluppati modelli elettrici rappresentativi dell'elettronica dello strumento, prototipi rappresentativi dei principali sottosistemi del rivelatore, e sono state effettuate verifiche di prestazione presso i laboratori del CERN. Restano da finalizzare la definizione dei requisiti ambientali, di interfaccia, la definizione delle attività di integrazione del payload, di configurazione ed integrazione nel satellite. Le attività di sviluppo del payload sono state oggetto negli ultimi mesi di dettagliata revisione. È in corso un riassetto complessivo delle attività contrattuali per tener conto della differente configurazione del satellite e dei requisiti ambientali, nonché della nuova logica di integrazione e delle mutate responsabilità ed interfacce programmatiche.

6.3 *Medicina e biotecnologie*

ASI promuove le attività nel settore delle Scienze della Vita al fine di:

- comprendere il ruolo che la gravità gioca nei vari processi biologici degli organismi sia vegetali che animali;
- utilizzare le conoscenze e le tecnologie sviluppate nello spazio per il miglioramento della vita sulla Terra;
- comprendere il comportamento e l'adattamento dell'uomo all'ambiente spaziale;

- utilizzare queste conoscenze per migliorare la salute, la sicurezza, la prestazione dell'uomo nelle lunghe permanenze nello spazio;
- comprendere i processi alla base dell'origine della vita sulla Terra e ricercare tracce di vita su altri pianeti.

Nel corso del 2002 sono stati attivati dall'ASI, in questa disciplina, 99 progetti proposti da altrettanti gruppi di ricerca. I progetti prevedono l'impiego di oltre 300 ricercatori distribuiti sul territorio nazionale.

I programmi finanziati comprendono un'ampia gamma di esperimenti di ricerca fondamentale e di messa a punto di modelli teorico-sperimentali, per attività da svolgere a terra, su voli parabolici, su palloni stratosferici, su razzi-sonda, sullo Space Shuttle e sulla Stazione Spaziale Internazionale. Nel 2002 erano previsti a bordo dello Shuttle STS-107 sette esperimenti italiani. Quattro dedicati alla biologia cellulare ed in particolare allo studio del turnover dell'osso e della risposta linfocitaria in microgravità. Altri tre erano dedicati alla fisiologia cardiovascolare umana.

La missione è stata successivamente rinviata a gennaio 2003 e si è conclusa, come noto, tragicamente con l'esplosione dello Shuttle nella fase di rientro dopo i previsti 16 giorni di attività.

E' proseguita l'attività di esperimenti su palloni stratosferici lanciati dalla base ASI di Trapani Milo. Durante la missione 2002 sono stati effettuati 7 esperimenti biologici e 6 tipi diversi di dosimetri per il monitoraggio delle diverse componenti della radiazione cosmica. Gli esperimenti hanno utilizzato materiale biologico diverso, cellule umane (linfociti, cellule endoteliali e tiroidee) ed animali (rotiferi, riccio e rane). Tre dei gruppi partecipanti sono stati selezionati, con esperimenti analoghi, in ambito internazionale per sperimentazione nello spazio. I risultati finali saranno presentati in un apposito convegno che si terrà in aprile 2003.

6.3.1 Le linee programmatiche 2002

Le linee programmatiche 2002 hanno subito un sostanziale cambiamento rispetto all'anno precedente, recependo di fatto il PSN 2003/2005.

I progetti attivati nel 2002 sono stati, di conseguenza, selezionati in base alla nuova definizione che dovrebbe divenire operativa come programma nel corso del 2003.

Il nuovo programma di Medicina & Biotecnologie prevede tre linee di attività a loro volta divise in due sottolinee:

- 1) Osteoporosi ed atrofia muscolare;
- 2) Cardiorespiratorio e Coordinamento motorio;
- 3) Radiobiologia e Biotecnologie.

Il programma mira al rafforzamento di un processo già in corso favorendo programmi nazionali, integrando competenze diverse nonché promuovendo e realizzando network di progetto multidisciplinari. Le conoscenze derivanti dalla ricerca nel campo bio-medico sono, per definizione, mirate alla realizzazione di prodotti applicativi.

L'obiettivo è di acquisire nuove conoscenze nel settore bio-medico attraverso l'utilizzo delle peculiari condizioni dello spazio e di trasferirle ad applicazioni diagnostiche, terapeutiche, preventive e biotecnologiche.

Le uscite del programma prevedono due target di utenza con duplice finalità e tempistica diversa: una rivolta specificamente allo spazio tramite la messa a punto di contromisure mediche per garantire il benessere degli astronauti, l'altra rivolta alla Terra e finalizzato alla messa a punto di protocolli clinico-sperimentali e al reclutamento di attività produttive mirate a raggiungere la fase di sviluppo precompetitivo di prodotti fruibili dall'utenza. I risultati di questi studi di base e di quelli di fisiopatologia umana tendono a creare le condizioni di una collocazione di ASI nello scenario nazionale come partner del Servizio Sanitario Nazionale nello sviluppo di contromisure fisiologiche per malattie degenerative e coordinamento di servizi di telemedicina e come catalizzatore di spin-

off industriali nei settori delle biotecnologie e della miniaturizzazione delle apparecchiature medicali. Al fine di implementare il trasferimento applicativo dei risultati scientifici è in via di definizione un network di centri universitari ed ospedalieri finalizzato alla messa a punto di protocolli ed apparecchiature sperimentali di tipo preventivo e riabilitativo.

6.3.2 Il programma di Microgravità: le 'facilities europee'

L'Italia partecipa alla definizione ed esecuzione dei programmi europei in ambito ESA. In particolare per la parte relativa alla biomedicina sono in via di chiusura i programmi Microgravity Facility for Columbus (MFC) ed European Microgravity Research (EMIR) che sono stati integrati, a partire dal 2002, dal nuovo programma Life and Physical Sciences and Applications in Space. L'attività di questi programmi è orientata sia allo sviluppo di nuova strumentazione che all'utilizzo di questa per attività di ricerca a bordo dei diversi vettori spaziali disponibili. In particolare l'attuale attività è orientata a:

- definizione e selezione di esperimenti di biologia e di fisiologia umana che utilizzano le facility ESA Biolab, European Physiology Modules, European Modular Cultivation System e Muscle Atrophy Research and Exercise System;
- definizione di esperimenti di biologia e sviluppo del relativo Hw di volo per attività relative a missioni ESA con capsule recuperabili Russe (Foton/Bion), Taxi flight, Razzi sonda e voli parabolici;
- partecipazione al programma "Life and Physical Sciences and Applications in Space", iniziato nel 2002, a prosecuzione dei programmi EMIR ed MFC, per coprire le attività di sviluppo HW e di sperimentazione spaziale con diversi tipi di vettore compresa la preparazione e l'utilizzo della Stazione Spaziale nella fase di "routine".

6.3.3 Le 'facilities nazionali' per la Stazione Spaziale

Il Settore di Medicina e Biotecnologie di ASI potrà disporre, oltre alle opportunità offerte dalle 'facilities' dell'ESA sopra menzionate, anche delle strumentazioni in via di realizzazione a livello nazionale, grazie alle opportunità di utilizzazione della ISS offerte dall'accordo bilaterale ASI/NASA.

Nel 2002 si è concluso lo sviluppo della facility Hand Posture Analyser (HPA) ed è stato consegnato alla NASA a dicembre 2002. Si tratta di un guanto sensorizzato, con relativo tracker, per lo studio delle strategie adottate dal SNC nei movimenti dell'arto superiore. L'uso di questa apparecchiatura sulla ISS è pianificato per il 2003. Rientra primariamente nella linea di neurofisiologia e può essere usato anche ad integrazione di Elite-S2.

Le altre attrezzature dedicate alla Medicina e Biotecnologie sono ALTEA, ELITE-S2 e MDS e sono dedicate a studi nel campo della fisiologia umana, della biologia cellulare e della radiobiologia.

6.3.3.1 *Anomalous Long Term Effects on Astronauts (ALTEA)*

E' una facility che ASI sta sviluppando per ISS ed è attualmente pianificata per fine 2003. Questo strumento rappresenta un sistema di rilevazione della radiazione cosmica e dell'effetto che essa determina a carico del Sistema Nervoso Centrale dell'astronauta.

6.3.3.2 *Elite- S2*

L'area generale di ricerca è quella della neurofisiologia umana o più propriamente della integrazione sensorimotoria. Questa è un elemento essenziale nel controllo della postura, della locomozione e nel coordinamento del corpo come la manipolazione di oggetti e l'uso di strumenti. Pianificata nel 2004.

6.3.3.3 *Mice Drawer System (MDS)*

E' una facility destinata alla sperimentazione animale pianificata su ISS per il 2005. Questa facility è primariamente concepita come attrezzatura per investigare la fisiopatologia dell'apparato osseo, ma ha la caratteristica di essere multidisciplinare potendo interessare diverse aree di ricerca, dalla biologia dello sviluppo, alla biologia cellulare, alla biologia comportamentale etc.

7 Altri sviluppi tecnologici

7.1 Tecnologia dei Payload RADAR

Nel settore l'ASI persegue obiettivi di eccellenza tecnologica e di continua innovazione, anche attingendo ai risultati della ricerca scientifica, tecnologica o industriale, resi disponibili, attivati o sostenuti dall'Agenzia.

L'ASI ha sostenuto, prioritariamente, i seguenti prodotti:

- X-Band SAR multi-modo (COSMO-SkyMed / SAR2000) (prodotto di eccellenza continentale e competitivo in ambito mondiale)
- HF - Band Sounders (Mars Express/MARSIS, MRO/ShaRAD) (prodotto di eccellenza mondiale)

Ha avviato, inoltre, i seguenti programmi:

- SAR2000
- ShaRAD

Il consolidamento dell'eccellenza e della competitività nazionale dovrà essere perseguito mediante sviluppo di tecnologie innovative, almeno nei seguenti campi:

- X-Band SAR adattivi (Full polarimetry, Displaced Phase Center Antennae)
- HF - Band Sounders compatti multi - modo (Antennae, Tx / Rx)

7.1.1 Programma SAR2000

L'obiettivo del progetto è quello di sviluppare la tecnologia necessaria e di realizzare un Radar ad Apertura Sintetica (SAR), ad alta risoluzione, in Banda X, al fine di permettere le applicazioni duali (civili e militari) specificate per la costellazione COSMO-SkyMed, consolidando l'eccellenza italiana nel campo dei Payload RADAR dedicati alla Osservazione della Terra.

Il Radar ad Apertura Sintetica in corso di sviluppo dispone di elevate capacità sia in termini di flessibilità operativa (modalità di generazione dell'impulso, capacità di puntamento del fascio d'antenna), che in termini di prestazioni, (modi STRIPMAP, a media risoluzione, SCANSAR, ad elevata ricopertura e risoluzione spaziale medio - bassa, SPOTLIGHT, a bassa copertura ed alta risoluzione). La capacità di acquisizione è garantita mediante la possibilità di posizionare il fascio di antenna utilizzando tecniche elettroniche di ripuntamento.

Le fonti di finanziamento sono sostenute in quote paritetiche di un terzo ciascuno dall'Agenzia Spaziale Italiana, dall'Amministrazione Difesa e da un cofinanziamento di parte industriale.

Nel corso del 2002 è stata svolta la System Design Review (SDR).

7.1.2 Programma ShaRAD

ShaRAD, è un radar altimetro ad apertura sintetica a bassa frequenza con capacità di penetrazione sviluppato completamente in ambito italiano. Esso nasce come "facility instrument" dell'ASI per operare nella missione NASA MRO (Mars Reconnaissance Orbiter) 2005 nell'ambito di un accordo ASI - NASA di cooperazione nell'esplorazione di Marte.

ShaRAD lavorerà ad una frequenza centrale pari a 20MHz con una larghezza di banda di 10MHz, permettendo una mappatura della sottosuperficie di Marte con una risoluzione verticale compresa tra i 10 ed i 20 metri, una risoluzione orizzontale along track compresa tra i 300 ed i 1000 metri e, grazie all'orbita favorevole di MRO, una risoluzione orizzontale cross-track inferiore ai 7000 metri. Lo scopo dello strumento è la rilevazione di acqua allo stato liquido e la mappatura degli strati di ghiaccio nelle prime centinaia di metri della sottosuperficie marziana.

I primari obiettivi scientifici attesi sono la mappatura della distribuzione dell'acqua, sia allo stato liquido che solido nei primi strati sotto la superficie di Marte, e la mappatura degli spessori di ghiaccio nella regione polare.

ShaRAD è uno strumento simile nella sua concezione al payload già sviluppato dall'ASI per la missione ESA Mars Express, per rilevare la mappatura delle riserve acquifere nel sottosuolo marziano (MARSIS).

Il perseguimento della politica di sviluppo di RADAR Sounders (MARSIS e ShaRAD) permette all'industria italiana di imporsi quale leader di settore a livello mondiale.

I ritorni tecnologici sono, inoltre, da ricercarsi anche nella possibile re-utilizzazione delle tecniche usate in tale esperimento per studi del sottosuolo terrestre su larga scala, al fine di rilevare discariche, falde acquifere, etc.

Lo sviluppo è completamente finanziato dall'ASI.

Il programma è stato definito nel corso del 2002, al fine di avviare il contratto agli inizi del 2003.

7.2 Robotica

7.2.1 Programma EUROPA (External Use of Robotics for Payload Automation)

EUROPA è una missione di preparazione delle tecnologie robotiche per operazioni di servicing di esperimenti controllati da terra (teleoperazione). La missione è prevista svolgersi sulla ISS, su uno dei pallet all'esterno, ma le tecnologie impiegate non sono state sviluppate per un impiego mirato alla ISS, bensì anche a missioni di esplorazione planetaria (Marte in particolare). La missione prevede la collaborazione di ESA che, in base al Mission Implementation Agreement firmato a giugno del 2001, contribuisce alla missione con alcuni sottosistemi.

Il programma EUROPA è stato organizzato in più contratti:

- EUROPA Flight Segment, per la realizzazione del segmento di volo.
- EUROPA Ground Segment, per la realizzazione del segmento di terra e per le operazioni di missione.
- Supporto integrazione e certificazione (Readness to fly Certificate)
- Supporto alle operazioni e collegamento dati

Nel corso del 2002 si sono verificati i seguenti eventi:

- È stato finalizzato e accettato da ASI ed ESA il Mission Implementation Plan per le parti relative al segmento di volo.
- Preparazione del Mission Management Plan per le parti relative al segmento di volo.
- È stato congruita la proposta di ECP per allineare il contratto del Ground Segment alle attività del Flight Model e alla nuova pianificazione della ISS.
- È stata avviata l'attività di allestimento del laboratorio di robotica con l'installazione del braccio Spider (uscita da precedente contratto BMAS). Inoltre sono state acquistate e consegnate le apparecchiature da laboratorio.
- È stata completata l'installazione della rete LAN
- ESA ha offerto l'opportunità di installare EUROPA all'esterno del modulo Columbus. Questo dovrebbe consentire di svincolarci dai problemi di pianificazione dello sviluppo dei pallet da parte NASA
- Criticità
- Pianificazione della ISS

7.2.2 Missione ESA "ROSETTA" – Attività tecnologiche

ROSETTA è una missione di esplorazione del sistema solare, il cui obiettivo è l'osservazione ravvicinata della cometa P/Wirtanen: un elemento "spacecraft", dopo 9 anni di crociera nello spazio

profondo, si porterà in prossimità della cometa (a circa 2.5 AU) e rilascerà una sonda (Rosetta/Lander) che dovrà agganciarsi alla sua superficie per eseguire l'analisi su campioni prelevati dal nucleo. La missione, oltre all'Italia, prevede la partecipazione di Germania, Francia, Austria, Irlanda, Inghilterra, Ungheria, Finlandia.

Per quanto concerne le parti di sistema, l'ASI ha la responsabilità di:

- Sample Drill & Distribution (SD2), il sistema robotico installato sul Lander per la perforazione della superficie della cometa, raccolta campioni e distribuzione degli stessi a 3 strumenti che ne analizzeranno la composizione
- Lander Solar Array, il sistema di pannelli solari per la produzione di energia elettrica nella fase in cui il lander è staccato dallo spacecraft

Le attività si sono concluse con successo, i contributi italiani già installati sulla sonda presso la base di lancio ESA in Guyana Francese.

7.2.3 DEEDRI – Deep Driller for Mars Exploration missions

L'obiettivo principale di questo contratto è la verifica di fattibilità di un sistema di perforazione per le missioni di esplorazione del pianeta Marte, in grado di penetrare la superficie da 0.5 a 2.0 metri.

Le attività principali svolte nel 2002 sono:

- analisi e definizione di requisiti
- configurazione del sistema di drilling
- realizzazione di due prototipi di punta carotatrice
- stesura della proposta di fase B

La fase A è stata conclusa nel corso del 2002.

7.2.4 ROSED

Progetto per la realizzazione di un test bed a due bracci robotici cooperanti, per valutare metodologie di controllo innovative per operazioni di "servicing", mediante teleoperazione.

La conclusione delle attività è prevista nel corso del 2003, con la campagna di test di accettazione.

7.2.5 PROGRAMMA ESA "AURORA"

L'ASI ha sottoscritto la partecipazione al programma AURORA per la preparazione delle tecnologie per l'esplorazione di Marte. Il Board ha iniziato i suoi lavori a febbraio 2002.

7.3 **Detriti spaziali**

Durante l'anno 2002 sono stati curati due importanti eventi nazionali relativi alla problematica dei detriti spaziali.

Sono stati continuati i rapporti di collaborazione a livello europeo ed internazionale sulla standardizzazione delle linee guida da adottare nel campo progettuale e operativo per una efficace misura di mitigazione della popolazione detritica.

7.3.1 Accordi di cooperazione

L'ASI ha contribuito ai lavori di cooperazione internazionale relativi al comitato "Inter Agency Space Debris Coordination Committee" (IADC) cui ha aderito sin dal 1998, partecipando sia alla riunione dello Steering Group che a quella Plenaria tenutasi a Guilford presso il BNSC. In quest'ultima occasione un membro della delegazione italiana ha avuto, visti i risultati di prestigio raggiunti con i lavori finanziati dall'ASI, l'incarico di Deputy Chairman per il gruppo di lavoro relativo alla modellizzazione dell'ambiente detritico.

L'ASI ha finalizzato a fine anno un accordo di cooperazione bilaterale e senza scambio di fondi con NASA, per il monitoraggio e la previsione di rientro sulla terra del satellite BeppoSAX.

Nel corso del 2002 non è stato dato seguito all'attività di coordinamento a livello Europeo nell'ambito della linea del Network of Technical Centre for Space Debris, vista la mancata definizione di un programma europeo congiunto.

In ambito nazionale, è stata sospesa temporaneamente la convenzione con l'istituto CNUCE di Pisa in vista di un riorientamento delle attività di supporto per centro di costo. E' stato infatti istruito e firmato a fine anno il contratto di supporto tra ASI e ISTI (ex CNUCE) per l'analisi di rischio e la previsione di rientro atmosferico del satellite BeppoSAX.

7.3.2 Miglioramento degli standard

E' stata completata la collaborazione con l'ESA per la messa a punto delle linee guida europee circa la mitigazione dei detriti spaziali che entreranno a far parte dei futuri standard ECSS/ISO.

Stessa operazione è stata avviata in seno IADC tra gli 11 paesi membri. Gli sforzi di definizione dello standard perlomeno per quanto riguarda i satelliti di telecomunicazione geostazionari sono stati presentati sia all'ITU che all'ONU al sottocomitato UNCOPUOS.

Tali linee guida sono state adottate, sebbene in forma preliminare, da parte dell'ufficio qualità dell'ASI per entrare a far parte degli standard richiesti contrattualmente (Fase di Disposal) per contratti nazionali quali COSMO-SkyMed e AGILE.

7.3.3 Attività nazionali

Le attività più rilevanti hanno riguardato l'esame degli aspetti di mitigazione per i satelliti BeppoSAX, ITALSAT F2 e COSMO-SkyMed. I primi due, per quanto concerne gli aspetti di fine vita e l'ultimo per quanto riguarda la fase progettuale. Infine dal punto di vista didattico sono stati effettuati corsi specialistici interni ed a livello universitario sul tema dei detriti spaziali.

7.3.3.1 Campagna di rientro BeppoSAX

A seguito della decisione di concludere l'attività operativa il 30/4/02, sono stati analizzati i rischi connessi al rientro del satellite per astronomia X lanciato nell'aprile 1996. Il trattato sui principi che governano le attività degli Stati nell'esplorazione ed uso dello spazio, ratificato dal Presidente della Repubblica il 27/1/1967, stabilisce che lo Stato che lancia un satellite è responsabile dei danni da esso procurati in qualsiasi fase del ciclo di vita. BeppoSAX è il primo satellite italiano di classe media (peso > 1000kg) che rientra sulla terra dallo spazio e considerando alcune sue criticità, è stato compito dell'Agenzia, verificare le caratteristiche degli eventuali frammenti che ricadranno a terra. Per far fronte ai suddetti problemi, l'ASI ha predisposto quanto segue:

- Studio della fase distruttiva al rientro atmosferico del satellite, tramite contratto affidato ad una ditta tedesca specializzata nel settore.
- Monitoraggio ed analisi di rischio in cooperazione con NASA e con affidamento specifico all'ISTI di Pisa specializzato nel settore.
- Coinvolgimento dei ministeri competenti per definire le migliori azioni al riguardo dei paesi interessati (fascia equatoriale 4 gradi N e 4 gradi S).

7.3.3.2 Fine Vita Italsat F2

A seguito della fine vita operativa del satellite geostazionario ITALSAT F2, l'ASI ha richiesto a Telespazio, in data 23/7/02, l'esecuzione delle azioni che hanno permesso, per quanto possibile e viste le criticità operative emerse, l'esecuzione delle migliori misure di mitigazione, al fine di prevenire possibili future esplosioni del satellite in orbita.

Inoltre è stato avviato l'esame delle condizioni di fine vita ITALSAT F2 e di investigazione congiunta con Alenia e Telespazio, circa le cause che hanno impedito il corretto re-orbitamento a fine vita operativa.

7.3.3.3 COSMO-SkyMed

Esaminata l'offerta tecnica industriale e proposte le modifiche concernenti gli aspetti di protezione da detriti spaziali, esecuzione di manovre evasive in fase operativa e rientro controllato a fine vita.

7.4 Ulteriori sviluppi tecnologici in ambito ESA

I principali programmi ESA dedicati agli sviluppi tecnologici sono il GSTP (General Support Technology Programme), il TRP (Technology Research & Development Programme) e il CTP (Core Technology Programme).

GSTP

Si tratta di un programma facoltativo nel quale ogni paese indica, nell'ambito di un piano di lavoro, le attività che intende supportare nell'ambito della propria partecipazione finanziaria, nel caso, ovviamente, che l'azienda selezionata sia di quella nazione.

Ricorrono a questo strumento soprattutto i paesi che non hanno una propria struttura per la gestione dei programmi nazionali, ma anche gli altri contribuiscono per dare visibilità europea ad alcuni sviluppi o per inserire le proprie aziende in progetti multinazionali.

TRP

Questo programma viene finanziato con fondi della contribuzione obbligatoria.

Pertanto un buon ritorno finanziario è altamente auspicabile sia poiché si tratta di fondi da versare comunque sia per l'elevato tasso di innovazione delle attività previste.

CTP

Si tratta del programma tecnologico a supporto del programma scientifico. Valgono per questo le stesse considerazioni fatte per il TRP.