

politica industriale, in base alle quali i programmi facoltativi devono prevedere un meccanismo automatico di ritorno a 1.

- Al fine di favorire l'equa distribuzione delle attività tra primi contraenti e sottocontraenti, sono stati avviati approfonditi studi di settore (industrie componentistiche, ground segment, lanciatori, software) per il 'mapping' della struttura industriale europea e mondiale; sono inoltre state studiate, e sono in corso di applicazione, alcune misure specifiche volte a riservare alcune gare a ditte 'non-prime', o a prevedere quote fisse di attività da allocare alle stesse. Inoltre è stato fortemente potenziato lo strumento informatico in rete EMITS, che ora contiene, oltre ai tradizionali bandi di gara ESA, un vero e proprio database del sistema industriale europeo, collegato al catalogo dei prodotti e delle capacità industriali esistenti, realizza uno spazio interattivo di scambio informativo continuo tra le industrie europee, ed è offerto anche alle agenzie nazionali, ed il CNES ha già richiesto di potervi pubblicare i propri bandi di gara europei.
- Per quanto riguarda le azioni per le PMI, il Council ha approvato nel 2000 la proposta di finanziare tali attività tramite il General Budget.
- Nel corso del 2000 un ampio dibattito è stato sviluppato in ESA sui principi generali, le regole e le procedure applicabili ai casi di partecipazione dell'Agenzia in progetti attuati mediante partnerships pubblico-private (PPP). Sulla base di tale dibattito, il Council ha approvato uno schema di regolamentazione quadro, che costituisce oggi il riferimento applicabile nei casi specifici dei singoli programmi. In parallelo a tale iniziativa, è stato istituito un Working Group di esperti legali per la revisione delle norme che disciplinano la politica europea sui diritti di proprietà intellettuale.

2.5 Il Programma Europeo di Navigazione Satellitare 'GALILEO'

Il programma GALILEO, varato congiuntamente dalla Unione Europea (UE) nell'ambito della D.G.TREN (Trasporti/Energia) e dall'ESA, oltre a costituire una delle primarie realizzazioni infrastrutturali europee, rappresenta il primo grande programma spaziale oggetto di determinazione politica a livello comunitario. GALILEO testimonia del mutamento dei rapporti istituzionali tra ESA e UE, dichiarato attraverso il citato documento di Strategia Congiunta Europea sullo Spazio.

L'ASI, coerentemente con l'importanza strategica dell'attività, è stata coinvolta, nel 2000, sia per gli aspetti del programma sviluppati in ESA (GalileoSat), sia per gli aspetti sistemistici complessivi (architettura, servizi, integrazione di EGNOS, standardizzazione, ecc.) sviluppati dagli organismi dell'UE.

Il costo stimato per l'intero programma è di circa tre miliardi di euro cui concorrono fondi dell'UE, dell'ESA e, di investitori privati, da definire.

Per quanto attiene GALILEO, il Ministro del MURST, ha indicato, in occasione della conferenza ministeriale ESA di Maggio 1999, l'intenzione italiana di partecipare al finanziamento del programma nella misura del 25% (quota di 500 milioni di euro che si aggiunge alla analoga quota posta a disposizione dell'UE) per le fasi di definizione, sviluppo e validazione del sistema. La decisione governativa, in attesa della approvazione parlamentare della apposita legge di finanziamento, ha consentito di avviare, nel 2000, la partecipazione italiana al programma GalileoSat dell'ESA, a livello tale da poter pretendere la conferma di un ruolo leader dell'industria nazionale.

3 - I Programmi Scientifici

3.1 Scenario e Strategie

La ricerca scientifica rappresenta una componente fondamentale per lo Spazio.

Essa è andata evolvendosi in maniera tale da assumere non solo un ruolo determinante nei processi di conoscenza, ma anche di concreto stimolo per le applicazioni spaziali e per la crescita industriale. Oltre trenta anni di ricerca spaziale, congiuntamente ai significativi successi raggiunti, hanno sviluppato e consolidato, in Italia, una comunità scientifica ben strutturata, tra le più qualificate ed attive a livello internazionale.

Essa si presenta, all'inizio del terzo millennio, in grado di svolgere un ruolo primario ed autorevole nel contesto delle nuove, grandi opportunità che si aprono all'orizzonte, quali: la utilizzazione della Stazione Spaziale Internazionale, la partecipazione ai programmi di Esplorazione Planetaria, le future missioni scientifiche e tecnologiche.

Nello stesso tempo e coerentemente con gli obiettivi del Piano Spaziale Nazionale vigente, l'ASI pone grande attenzione allo sfruttamento delle potenzialità esistenti nel mondo della ricerca di base a favore di tematiche applicative considerate prioritarie per il nostro paese, quali le Osservazioni della Terra e le Telecomunicazioni.

Tale scenario ha portato l'ASI alla elaborazione di una dinamica e ben focalizzata strategia scientifica (contenuta nel Piano Spaziale quinquennale approvato nel 1998) e successivamente all'avviamento di un complesso di iniziative ampio, equilibrato e nello stesso tempo aderente alle esigenze nazionali, articolato nelle cinque aree strategiche e culturali, nell'ambito delle quali vengono indirizzate le linee programmatiche scientifiche: Scienze dell'Universo, Esplorazione Planetaria, Scienze della Terra, Scienze della Vita, Scienze della Ingegneria.

È importante sottolineare che tali aree disciplinari, oltre a quelle considerate 'tradizionali' dalla cultura della comunità spaziale internazionale (Scienze dell'Universo ed Esplorazione Planetaria) comprendono altre (Scienze della Vita, della Terra e dell'Ingegneria) che normalmente, come in ESA, fanno esclusivo riferimento ai settori "applicativi". È evidente che le motivazioni di tale scelta strategica è motivata dalla esigenza di sfruttare al meglio le competenze delle Università, dei Politecnici e degli Enti di ricerca, nell'obiettivo di supportare l'industria nazionale, in un settore cronicamente deficitario in Italia, quale quello della ricerca e sviluppo.

In tale contesto, l'anno 2000 ha rappresentato una fase cruciale di grande evoluzione, e, sulla base della esperienza maturata e delle iniziative già avviate nel 1998 nel quadro del Piano Spaziale 1998-2002, l'ASI ha impresso una forte spinta al proprio programma scientifico nazionale.

Ai programmi scientifici nazionali, il bilancio dell'ASI dedica, nel triennio 2000-2002, una quota di finanziamento non inferiore al 25% del totale dei programmi nazionali.

Elementi salienti del 2000 si possono considerare:

- ◆ l'ulteriore fase di sfruttamento delle opportunità offerte dalla missione astronomica "BeppoSAX", massima espressione scientifica italiana degli ultimi venti anni di attività spaziale;
- ◆ la concreta attuazione della nuova linea strategica delle Piccole Missioni Scientifiche e Tecnologiche (PMST), con l'avvio dei programmi AGILE e DAVID;
- ◆ il rilancio di una nuova e più ampia fase evolutiva delle iniziative della Ricerca di Base;

- ◆ l'impulso alla pianificazione e preparazione di un ampio programma di iniziative finalizzate alla utilizzazione della Stazione Spaziale Internazionale (ISS);
- ◆ il consolidamento delle collaborazioni bilaterali internazionali, tra le quali emerge l'interesse alla partecipazione del programma di 'esplorazione' della NASA;
- ◆ un rinnovato interesse all'impiego di mezzi di sperimentazione complementari alle missioni satellitari, quali i palloni stratosferici.

I concetti informativi seguiti dall'ASI nella conduzione delle iniziative scientifiche, si possono riassumere nei seguenti punti:

- stretta e continua interazione con la comunità scientifica spaziale nazionale ed internazionale per l'individuazione di "domanda e offerta" nel campo della ricerca ;
- scelte programmatiche effettuate su base selettiva e di principi di valore scientifico;
- forte attenzione alle potenzialità di ricadute tecnologiche in ambito applicativo;
- sostegno alla crescita della comunità scientifica, anche con iniziative indirizzate alla creazione di nuovi centri, direttamente coinvolti nella realizzazione dei progetti;
- coerenza con le realtà industriali italiane ed europee, con particolare attenzione alle ricadute di competitività;
- coerenza con la visione e la pianificazione dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), ma anche attenzione alle altre agenzie nazionali (primo fra tutte la NASA).

Nel seguito verranno presentate le attività più significative svolte nel 2000, inquadrandole nell'ambito: delle cinque aree strategiche menzionate, delle linee programmatiche costituenti, nonché dei singoli progetti e delle loro utilizzazioni.

3.2 La Partecipazione ai Programmi Scientifici dell'ESA

La partecipazione nazionale al Programma Scientifico dell'ESA è definita, quale attività obbligatoria europea, in proporzione del PIL nazionale annuo; in media l'Italia partecipa per il 13,6%, la quarta quota dopo Germania, Francia ed Inghilterra.

A fronte di questa partecipazione, l'ESA gestisce i programmi e ne cura la realizzazione dei satelliti base, delle fasi di integrazione dei sistemi e dei servizi (sia di lancio che di terra) necessari per l'attuazione dei programmi medesimi; le attività necessarie per la realizzazione dei payload scientifici sono generalmente a carico degli stati partecipanti, i quali esprimono i Principal Investigator (P.I.) o i Co-Investigator (Co-I).

È quindi evidente l'importanza, da parte dell'ASI, di assicurare una qualificata partecipazione della comunità scientifica nazionale, con una efficace e continua azione di promozione delle iniziative. Ciò anche nell'ottica di ottimizzare i ritorni di qualità e quantità, non solo di carattere scientifico, ma anche tecnologico ed industriale.

Nel seguito saranno forniti cenni sulla partecipazione ai più significativi programmi dell'ESA, che hanno visto, nel corso del 2000, un importante coinvolgimento di gruppi italiani di ricerca e che hanno richiesto le relative coperture finanziarie dell'ASI nell'ambito del budget nazionale per lo sviluppo dei payloads e per le fasi di utilizzazione scientifica.

3.3 Il ruolo delle Piccole Missioni Scientifiche e Tecnologiche (PMST)

In tale contesto, particolare rilievo strategico riveste il Programma PMST, che rappresenta la scelta chiave dell'ASI per consentire alla comunità scientifica nazionale opportunità di accesso frequente allo spazio a costi relativamente bassi (50-70 miliardi per ciascuna missione). Tali missioni

vengono selezionate e realizzate in funzione degli interessi precipi dei gruppi di ricerca nazionale, rappresentando un'interessante diversificazione, sia scientifica che tecnologica, alle soluzioni dei programmi europei.

Per la sua realizzazione, è stato promosso lo sviluppo, da parte dell'industria nazionale, di due diverse piattaforme satellitari, caratterizzate da elevato livello di modularità ed avanzamento tecnologico (PRIMA e MITA).

Il programma PMST si posiziona in maniera complementare rispetto alle missioni europee; al contesto dell'ESA viene affidato il ruolo di sviluppare e gestire le missioni di alta complessità e costo, aventi problematiche scientifiche condivise dalla comunità europea, che coinvolgono impegni organizzativi ed industriali elevati.

Attualmente, il PMST prevede una prima missione di Scienze dell'Universo (AGILE per astronomia gamma), una seconda di Scienze dell'Ingegneria (DAVID per telecomunicazioni) ed una terza, in fase di selezione, di Scienze della Terra.

Per alimentare un adeguato programma pluriennale di piccole missioni scientifiche, l'ASI ha pianificato l'emissione di periodici 'bandi pubblici' per la formulazione delle proposte scientifiche, con cadenza biennale.

Tabella 1: Aree strategiche e linee programmatiche

<u>Linee Programmatiche</u> / <u>Aree Strategiche Culturali</u>	Scienze dell'Universo	Esplorazione planetaria	Scienze della Terra	Scienze della Vita	Scienze dell'Ingegneria
BeppoSAX	✓				
Piccole Missioni Scientifiche e Tecnologiche (PMST)	✓		✓		✓
Programmi Scientifici Obbligatoriosi dell'ESA	✓	✓			✓
Programmi Scientifici in collaborazione con NASA	✓	✓		✓	
Altri programmi bilaterali (CNES, RKA)	✓				
Programmi ASI per la ricerca fondamentale	✓	✓	✓	✓	✓
Progetto 242		✓			✓
Tecnologie abilitanti per programmi applicativi ASI					✓
Scienze sulla ISS	✓			✓	✓
Programmi su palloni	✓			✓	✓
Programmi di Astrobiologia	✓			✓	

3.4 Scienze dell'Universo: linee programmatiche

□ *BeppoSAX*

Nel 2000 la missione, sotto la gestione ed il coordinamento dell'ASI, ha continuato a svolgere un'attività largamente positiva, facendo crescere ulteriormente le conoscenze della comunità astronomica nazionale ed internazionale. Ad oggi (aprile 2001), il programma di utilizzazione del satellite è stato esteso sino all'aprile 2002 (piano AO5), a sei anni dal lancio.

Il satellite ed i *payload* scientifici hanno funzionato in modo eccellente, anche in considerazione del tempo di vita pre-lancio del sistema e delle sue componenti. Il modo di controllo dell'assetto utilizza un solo giroscopio dall'estate del 1997. Una tecnica innovativa di controllo, che non utilizza giroscopi ma dati connessi con la osservazione scientifica, è stato realizzato dal costruttore ed è pronto, se necessario ad essere installato a bordo. Prima della fine delle operazioni in orbita, l'ASI intende procedere ad una fase di "*commissioning*" dimostrativa, utile per le future missioni di osservazione.

Sotto l'influsso del massimo di attività solare, l'orbita di BeppoSAX sta progressivamente scendendo dalla quota iniziale di 600 km (1996). Nell'Ottobre 2000 la quota era di 545 km. In previsione della fine delle operazioni e del rientro del satellite nell'atmosfera, ASI sta studiando la strategia delle operazioni di fine vita, in contatto con il costruttore e con il supporto esterno dell'ESOC.

Dopo la fine delle operazioni i dati della missione migreranno progressivamente al neocostituito '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 scientifiche e tecnologiche dell'Agenzia.

□ *AGILE (Astrorivelatore Gamma a Immagini LEggero)*

È la prima missione del programma PMST, dedicata allo studio delle sorgenti astronomiche di raggi gamma, che prevede ampie collaborazioni anche a livello internazionale.

Nel 2000, dal team industriale, è stata completata la fase progettuale del satellite, basato sulla piattaforma MITA (< 300 kg); la missione prevede un'orbita bassa equatoriale. L'avviamento delle fasi realizzative del satellite, del *payload* e del segmento terreno è previsto nei primi mesi del 2001. Il lancio è programmato nel 2003 e la durata della missione è prevista in tre anni.

Il *Principal Investigator* è dell'Istituto di Fisica Cosmica del CNR; questi coordina una struttura scientifica di cui fanno parte altre unità nazionali di ricerca (TeSRE ed IAS del CNR, l'INFN di Trieste e di Roma, le Università di Trieste, Roma 2 e "La Sapienza").

Per le attività di integrazione e prove del satellite l'ASI ha promosso la costituzione di un 'Centro Operativo Agile', realizzato con la cooperazione dell'IFC/CNR e CISAS dell'Università di Padova.

Il Centro curerà, per conto dell'ASI, le attività tecniche sistemistiche del Progetto.

Il Centro Dati Scientifici di ASI curerà l'archiviazione e distribuzione dei dati scientifici.

Il lancio è previsto per il 10/3/2003.

Le caratteristiche del satellite AGILE sono riassunte al paragrafo 6.2.

□ Partecipazione ai programmi ESA

FIRST (Far InfraRed and Submillimeter Telescope)

FIRST è un “cornerstone” del programma dell’ESA “*Horizon 2000*”, al quale l’Italia, partecipa con diversi elementi qualificanti. Esso prevede la messa in orbita nel 2007 di un telescopio da 3.5 m operante nel lontano infrarosso e nel submillimetro 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 ed 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).

Nel corso del 2000 è stata definita ed avviata la partecipazione italiana alla missione *FIRST*, che prevede la realizzazione di elementi tecnologici qualificati (*Digital Processing Units*, *Software* di bordo, celle acusto-ottiche, calibrazioni spettrometriche,..) grazie al coinvolgimento di IFSI, CAISMI, Osservatorio di Arcetri, LENS, Osservatorio di Padova e SISSA.

Integral

Il lancio del satellite è previsto nel 2001. Uno degli strumenti più importanti, *IBIS (Imager on Board the Integral Satellite)* è sviluppato in Italia e coordinato dallo IAS/CNR. Altro importante coinvolgimento italiano si ha anche in *SPI (Spectrometer on Integral, IFC/CNR)* e *JEM-X - Joint European X-Ray Monitor* (IAS, con la collaborazione di Università di Ferrara e di altri Istituti del CNR: IFCAI, TESRE, IFC). Nel corso del 2000 sono state completate le attività di realizzazione, testing ed accettazione dello strumento *IBIS*.

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; obiettivo è 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 “La Sapienza”).

La fase di progettazione di LFI (fase B 2) è stata sviluppata nel corso del 2000 nella previsione di avviare la fase realizzativa dello strumento nel marzo 2001.

XMM-Newton

XMM-Newton, lanciato nel dicembre 1999, ha compiuto nel 2000 il suo primo anno di osservazione astronomica; la missione ha una durata prevista sino agli inizi del 2002. L’Italia, che ha sviluppato il principale strumento di Newton, EPIC, ha partecipato attivamente alla fase di sperimentazione (IFC del CNR con la collaborazione di TeSRE/CNR e IFCAI/CNR).

□ Programmi Bilaterali

COROT

Il gruppo italiano interessato a COROT, una missione di astrosismologia e di ricerca di pianeti esterni diretta dal CNES, riunisce ricercatori di vari istituti nazionali. Durante l'anno 2000 sono stati consolidati gli interessi scientifici italiani, con una prima definizione delle partecipazioni ai Working Groups di COROT, e l'inizio dell'attività legata al Ground Based Observation ed alla preparazione del software di analisi dei dati da satellite.

È stata negoziata tra ASI e CNES anche la realizzazione in Italia dell'elettronica del payload (piano focale e diagnostica).

SWIFT

È una missione selezionata da NASA nell'ambito della classe 'Medium Explorer' (MIDEX) con partecipazione italiana ed inglese. L'Italia contribuisce con l'apporto tecnologico dello Specchio del 'X-Ray Telescope', già realizzato nell'ambito del programma JET-X ('flight spare').

La gestione orbitale del satellite prevede il coinvolgimento della stazione italiana di Malindi.

□ Ricerca Fondamentale per le Scienze dell'Universo

Linea programmatica peculiare per la crescita della comunità scientifica nazionale, le sue linee di sviluppo non sono rigidamente definibili a priori, come è giusto per una attività di ricerca di base, ma seguono la naturale evoluzione dei diversi interessi scientifici, stimolati sulla base di "annunci di opportunità" emessi annualmente dalla Agenzia.

Rientrano nella voce "Ricerca fondamentale per Scienze dell'Universo" le attività destinate allo studio e sviluppo di esperimenti innovativi, delle relative strumentazioni di volo, le metodologie di investigazione ed attività di analisi che permettano lo sfruttamento dei dati scientifici delle missioni spaziali.

Nel 2000 sono state finanziate 70 ricerche di Scienze dell'Universo, selezionate sulla base delle risposte al Bando ASI di Ricerca Fondamentale.

□ Partecipazione agli Esperimenti della Stazione Spaziale Internazionale (ISS)

È noto che la Stazione Spaziale Internazionale (ISS) offre opportunità uniche di sperimentazione in numerose discipline scientifiche, fornendo accesso ad esperimenti nei laboratori pressurizzati e in dedicate strutture esterne, per periodi di tempo esteso e con il supporto dell'uomo.

L'ASI partecipa attivamente alla realizzazione di due importanti esperimenti internazionali dedicati alle Scienze dell'Universo.

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 allo scopo di verificare l'esistenza o l'assenza dell'antimateria e possibili meccanismi legati all'origine della massa 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, AMS sarà installato sulla Stazione Spaziale nel 2003, per un periodo di almeno 3 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). terminate le attività di definizione preliminare, nel dicembre 2000 è stato attivato il contratto industriale per la realizzazione del rivelatore al silicio.

SPORT

Si tratta di un esperimento che sarà alloggiato in un contenitore (*express pallet*) della piattaforma esterna della ISS assegnato all'ESA e dedicato alla misura della polarizzazione della radiazione del cielo in una banda di frequenze (22 GHz - 90 GHz), finora del tutto inesplorata.

Nel 2000 il programma, coordinato dal *Principal Investigator* del laboratorio TeSRE del CNR, è entrato nella fase di progettazione.

□ Ricerche di Astrobiologia

In considerazione del nascente interesse di gruppi di ricerca nazionale per questo nuovo campo di indagine scientifica, l'ASI ha finanziato sei progetti nell'ambito della sezione di "Bioastronomia spaziale e ricerca di sistemi planetari extrasolari" del Bando di Ricerca Fondamentale 2000.

3.5 Esplorazione Planetaria : linee programmatiche

□ Partecipazione ai programmi di Esplorazione dell'ESA

Rosetta

La sonda *Rosetta* trasporterà, nella sua missione cometaria, tre strumenti a guida italiana: lo spettrometro ad immagine *VIRTIS* (IAS/CNR), lo strumento per la misura delle caratteristiche dinamiche delle polveri cometarie *GIADA - Grain Impact Analyzer and Dust Accumulator* (Osservatorio di Capodimonte) e il sistema robotizzato *SHARK-SD2 (Sampling Drill and Distribution* - Politecnico di Milano) installato a bordo del 'Lander'. Partecipazioni rilevanti anche in *CONCERT (Comet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission*, Università "La Sapienza") e *OSIRIS* (CISAS di Padova). Inoltre l'Italia ha la responsabilità di fornire i pannelli solari del 'Lander'.

Nel corso del 2000 le attività di realizzazione dei tre strumenti italiani si sono sviluppate in accordo alla pianificazione del programma, che prevede il lancio del satellite nel 2003 .

Mars Express

Mars Express è la prima '*flexible mission*' del nuovo programma scientifico a lungo termine dell'ESA; il lancio della sonda verso Marte è previsto nel giugno 2003.

Due dei sei strumenti a bordo del satellite sono coordinati da P.I. italiani: *PFS (Planetary Fourier Spectrometer*, IFSI/CNR), il cui obiettivo primario è lo studio dell'atmosfera di Marte nella regione spettrale 1.2-45 micron, e *MARSIS (Mars Advanced Radar Subsurface and Ionosphere Sounding* - Università "La Sapienza"), il cui scopo principale è la definizione di una mappa della distribuzione di acqua, sia sotto forma liquida, sia solida, inglobata nel sottosuolo di Marte (*permafrost*) fino alla profondità di alcuni chilometri. Sono inoltre presenti Co-I italiani su altri esperimenti (Omega, Aspera e HRSC).

L'ASI, sulla base di un *agreement* con l'ESA, è anche direttamente responsabile del *Mars Relay SubSystem-MARE-SS*, che consentirà alle sonde e le stazioni presenti sulla superficie di Marte di comunicare con il satellite orbitante *Mars Express*, e quindi con la Terra. *MARE-SS* ha inoltre il compito di individuare il 'Canister' del *Mars Ascent Vehicle*, in orbita intorno a Marte, che consentirà di riportare indietro campioni del suolo marziano.

Con la attivazione dei contratti di realizzazione (dicembre 2000) la realizzazione degli strumenti *MARSIS* e *MARE-SS* è entrata in fase esecutiva, in accordo alla pianificazione dell'ESA.

SMART 1

Il satellite *SMART 1*, il cui lancio è previsto nel 2002, si riferisce ad una partecipazione minore nella prima piccola missione di verifica tecnologica di ESA, dedicata alla esplorazione lunare, in preparazione alle prossime 'cornerstone mission', che vede coinvolto IAS/CNR.

□ Programmi in collaborazione con la NASA

Nel 2000 sono state definite le linee strategiche per *l'Esplorazione di Marte*. È questo il più importante programma avviato nell'ambito dell'indirizzo strategico "esplorazione planetaria". L'Italia è considerata partner di primario livello dalla NASA nel programma internazionale di esplorazione del Pianeta Rosso; l'evoluzione del complesso progetto, di lungo termine, passa attraverso missioni differenziate, che utilizzano avanzatissime tecnologie in campi quali: la robotica, la sensoristica, le telecomunicazioni, i sistemi software 'autonomi'.

La prima fase del programma di esplorazione prevede, nel 2007, una missione per effettuare esperimenti 'in situ'. Una seconda fase (2011) prevede il recupero ed il trasporto sulla Terra di campioni del suolo e sottosuolo marziano (*Sample Return Program*). Obiettivo ultimo sarà comunque la missione dell'uomo su Marte.

La partecipazione italiana, scientifica e tecnologica, sarà orientata alle seguenti aree: telecomunicazioni tra Marte e la Terra e con le sonde sulla superficie, sistemi di perforazione del suolo marziano per la comprensione del primo strato superficiale, dispositivi per analisi 'in situ' per lo studio delle caratteristiche del suolo marziano, radar per indagini di profondità del suolo del pianeta.

Nel corso del 2000 è stato avviato lo sviluppo di un prototipo di un sistema di perforazione del suolo marziano (progetto *DEEDRI*).

□ Ricerca Fondamentale per l'Esplorazione Planetaria

Nel 2000 sono stati selezionati e finanziati 23 progetti presentati da gruppi di ricerca nazionale, in risposta al Bando "Partecipazione all'esplorazione planetaria con NASA".

3.6 Scienze della Terra : linee programmatiche

□ La Terza missione del Programma PMST

La Terza missione del Programma PMST è stata dedicata alle Scienze della Terra, nell'ottica di garantire il necessario equilibrio per le opportunità offerte alle varie discipline, che rappresentano l'ampio panorama scientifico nazionale.

Il relativo Bando Pubblico è stato emesso nel febbraio 2000. In risposta sono giunte ad ASI 18 proposte, coinvolgenti vari campi del settore delle Scienze della Terra e che hanno riguardato, tra l'altro, studi del geode terrestre e del campo magnetico della Terra, della circolazione atmosferica, della radiazione infrarossa emessa dalla Terra, dei processi di precipitazione nonché studi, mediante telerilevamento a più lunghezze d'onda, della superficie terrestre e del mare.

Tra queste proposte sono state selezionate le seguenti sei missioni per una fase di studio competitivo della durata di circa un anno (fase A):

BISSAT : esperimenti mediante impiego di radar bistatico;

ESPERIA : studio delle perturbazioni ionosferiche causate dall'attività sismica e, in generale, l'ambiente elettromagnetico terrestre;

FOURIER e *REFIR* : studio della radiazione elettromagnetica emessa dalla Terra nell'infrarosso;

IGPM : studio dei regimi di precipitazione e dell'interazione tra precipitazioni e sistema climatico terrestre;

VISIR : missione di monitoraggio del mare, delle coste e della vegetazione mediante l'utilizzo di una camera nel visibile e nell'infrarosso.

L'attività ASI di coordinamento e supporto di questi sei studi paralleli è stata condotta nel 2000 e continuerà nel 2001. Gli studi copriranno gli aspetti scientifici, ma anche tecnici e programmatici di tutti gli elementi delle missioni: satellite, *payload*, stazione di terra, lancio, gestione orbitale.

Entro la fine del 2001 verrà prescelta la missione da avviare alle fasi realizzative.

□ Ricerca fondamentale per le Scienze della Terra

Lo spettro delle discipline che fanno parte del campo di ricerca Scienze della Terra è assai vasto e spazia dalla fisica dell'atmosfera e della magnetosfera, al geomagnetismo, alla aeronomia, alla climatologia, alla meteorologia, alla geodesia spaziale, all'oceanografia, alle scienze più direttamente legate agli aspetti del territorio come la geologia, l'idrologia, l'agronomia, la cartografia ed alle relative applicazioni.

Nel 2000 sono stati finanziati 54 progetti presentati in risposta al bando "Terra e sistema climatico dallo spazio". Tra questi una parte significativa è formata da proposte selezionate a livello internazionale (ESA) per attività di ricerca scientifica e di calibrazione/validazione legate all'utilizzo dei dati del satellite ENVISAT.

3.7 Scienze della Vita : linee programmatiche

□ Quadro generale

ASI promuove la ricerca scientifica nel settore, di crescente interesse, 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 2000 oltre 100 gruppi di ricerca italiani hanno partecipato alle attività promosse dall'ASI in questa disciplina. La maggior parte dei gruppi è costituita da più unità di ricerca.

I programmi finanziati, selezionati anche per effetto di bandi internazionali, comprendono una 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 razzi-sonda, sullo Space Shuttle e sulla Stazione Spaziale Internazionale. Si è inoltre realizzata una campagna di esperimenti su Palloni stratosferici lanciati dalla base ASI di Trapani Milo dedicata allo studio degli effetti delle radiazioni cosmiche su organismi viventi.

□ **Le linee programmatiche**

➤ ***Effetti dell'ambiente spaziale sui fenomeni biologici di base***

Indirizzi di ricerca:

struttura e interazione di macromolecole biologiche; espressione genica e differenziamento; proliferazione e morte cellulare; organizzazione tissutale; gravitropismo cellulare (animale e vegetale); radiobiologia.

➤ ***Risposte degli organismi viventi all'ambiente spaziale***

Indirizzi di ricerca:

funzioni integrate superiori; sistema muscolo-scheletrico; sistema cardiocircolatorio e respiratorio; sistema neuroendocrino; biologia dello sviluppo e riproduzione; fisiologia vegetale.

➤ ***Contromisure per ottimizzare la vita dell'uomo nell'ambiente spaziale***

Indirizzi di ricerca:

radioprotezione; nutrizione; contromisure fisiologiche e farmacologiche; monitoraggio dell'ambiente e qualità della vita; dinamiche comportamentali ed interazione uomo/ambiente.

➤ **Astrobiologia**

Indirizzi di ricerca:

sintesi pre-biotica ed evoluzione molecolare; forme di vita primitive e loro sviluppo; ecosistemi biogenici planetari.

□ ***Il programma di Microgravità: le 'facilities europee'***

Gruppi di ricerca italiani sono coinvolti nei processi di selezione degli esperimenti per le Scienze della Vita, pianificati e sviluppati dall'ESA in un'ottica orientata alla utilizzazione della Stazione Spaziale.

In particolare :

- esperimenti impieganti le *facilities Biolab* ed *European Physiology Modules* ;
- il programma "*Life and Physical Sciences and Applications in Space*", iniziato nel 2000, per coprire le attività di preparazione all'utilizzo scientifico della Stazione Spaziale nella fase di "routine".
- *EMIR 1* (in corso di sviluppo) ed *EMIR 2* (in corso di approvazione), programmi dedicati allo sviluppo di esperimenti e di missioni propedeutiche all'utilizzo della Stazione;

□ Le '*facilities* nazionali' per la Stazione Spaziale

Il Settore di Scienze della Vita 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 .

Tali '*facilities*' sono: *ELITE-2*, *ALTEA*, *MDS*, *HPA* e *BIORACTOR*, descritte nel paragrafo 5.3, dedicate ad esperimenti nel campo della fisiologia umana, della biologia cellulare e della radiobiologia.

3.8 Scienze dell'Ingegneria: linee programmatiche

□ DAVID (*Data and Video Interactive Distribution*)

È la seconda missione del programma PMST (Piccole Missioni Scientifiche e Tecnologiche) dedicata a sperimentazioni avanzate nel campo delle telecomunicazioni ad onde millimetriche.

La missione si basa sull'impiego della piattaforma PRIMA, prevede un'orbita bassa polare, con a bordo due esperimenti:

- l'esperimento proposto dall'Università di Roma Tor Vergata, *Data Collection Experiment* (DCE), analizzerà per la prima volta le comunicazioni in banda W (90 GHz);
- l'esperimento proposto dal Politecnico di Milano, *Resource Sharing Experiment* (RSE), svilupperà una tecnica innovativa per aumentare l'efficienza della trasmissione a 22 GHz (da poter estendere in futuro sino alla banda W) compensando gli effetti atmosferici sul canale di trasmissione.

L'esperimento DCE userà una configurazione satellitare LEO/GEO per la ritrasmissione a terra dei dati memorizzati a bordo di DAVID, grazie alla cooperazione dell'ESA che metterà a disposizione l'uso del satellite ARTEMIS, nella banda Ka, la stazione ricevente - l'antenna ricevente di ENVISAT - presso l'ESRIN, Frascati, e la stazione di trasmissione a Redu in Belgio.

Il *Principal Investigator*, dell'Università di Roma Tor Vergata, coordina anche le unità del CNIT (Consorzio Interuniversitario per Telecomunicazioni) coinvolte nel programma.

Il Centro Dati Scientifici di ASI, presso ESRIN, sarà responsabile della l'archiviazione e distribuzione dei dati scientifici, via internet. Il programma, tenuto conto anche dello sviluppo in parallelo della piattaforma PRIMA, terminerà la fase di progettazione (fase B) nel 2001 in linea con una pianificazione che prevede il lancio entro il 2004.

Le caratteristiche del satellite DAVID sono riassunte al paragrafo 6.3.

□ La Ricerca Fondamentale per le Scienze della Ingegneria

Nel 2000 sono stati selezionati e finanziati:

- 134 progetti presentati in risposta al Bando “Ricerca di base per le tecnologie spaziali”;
- 47 progetti presentati in risposta al Bando “Scienza dei materiali, dei fluidi e microgravità”.

Un numero consistente di tali progetti riguarda ricerche di base in preparazione delle future evoluzioni dei principali programmi applicativi dell’ASI: COSMO-SkyMed, GALILEO, Vega e Partecipazione alla ISS.

Le aree di maggior interesse sono risultate: robotica, propulsione, aerotermodinamica, informatica, telecomunicazioni.

□ Progetto 242

Tra le indicazioni programmatiche dell’ASI, assume una potenziale rilevanza strategica il progetto del propulsore nucleare, basato sulla concezione del Prof. Carlo Rubbia per missioni di esplorazione planetaria, denominato “*Progetto 242*”.

Nel 2000 l’ASI ha proseguito lo studio di fattibilità; le conclusioni sul realismo fisico e la realizzabilità tecnologica di massima del progetto appaiono altamente promettenti, come esplicitato in un primo ‘assessment report’. L’intero sistema “motore 242” è stato sottoposto, dall’ASI, a richiesta di brevetto.

L’eventuale utilizzo di un tale sistema di propulsione orbitale rappresenterebbe una vera e propria rivoluzione nei trasporti interplanetari, consentendo una drastica riduzione dei tempi di trasferimento nei confronti della navigazione inerziale, rendendo fattibili i voli umani nel sistema solare. A valle dello studio di fattibilità, si potrà decidere, nel corso del 2001, di procedere alla fase sperimentale di durata triennale più impegnativa, sia dal lato tecnico che finanziario. Tale sviluppo riguarda il prototipo del motore e la costruzione di ‘*ground facilities*’ per effettuare campagne di ‘test’ del sistema; obiettivo è la verifica sia della rispondenza dei fenomeni fisici a quanto previsto, sia della completa realizzabilità tecnologica del sistema.

In questo progetto, l’ASI svolgerà un ruolo catalizzatore, sia a livello nazionale che internazionale, favorendo la compartecipazione al progetto stesso di importanti entità da ricerca.

□ La partecipazione al Programma di Microgravità Europeo

Nel quadro del citato Programma di Microgravità dell’ESA, l’ASI coordina l’utilizzazione nazionale delle ‘*facilities*’ europee, per gli aspetti delle Scienze della Ingegneria,:

- *Fluid Science Lab, Material Science Lab* (facenti parte della *Microgravity Facilities for Columbus, MFC*);
- i già citati programmi: *Life and Physical Sciences and Applications in Space*”, *EMIR 1* ed *EMIR 2*.

3.9 Esperimenti da Palloni Stratosferici

La Base di Trapani Milo “Luigi Broglio”, grazie alla favorevole posizione geografica, la possibilità di effettuare voli transmediterranei e transatlantici, sino a oltre 40 km di quota e carichi di notevole peso e ingombro, è oggetto di un rinnovato interesse di utilizzo scientifico e tecnologico. Ciò non

solo per la effettuazione di esperimenti di ricerca fondamentale, ma anche nell'ottica di svolgere attività propedeutiche per la preparazione di più complesse missioni spaziali.

In un più generale quadro di valorizzazione e rilancio della Base dell'ASI, nel 2000 l'ASI ha emesso il primo di una serie di bandi per *Esperimenti da Pallone*, al quale hanno risposto molti gruppi di ricerca, di cui 17 sono stati finanziati e sono così ripartiti.

- Sei esperimenti afferiscono alla disciplina delle Scienze dell'Universo;
- Cinque esperimenti riguardano discipline delle Scienze dell'Ingegneria;
- Sei esperimenti per le discipline della Scienza della Vita.

3.10 Centri sul territorio nazionale e servizi alla comunità

In parallelo agli interventi di tipo programmatico, nel 2000 l'ASI ha accelerato il processo di pianificazione e realizzazione di proprie strutture e competenze, per migliorare il grado di supporto della comunità scientifica nelle varie fasi di sviluppo, realizzazione e gestione delle missioni.

Si tratta specificatamente di strutture interne, quali l'Osservatorio Scientifico e l'ASI Science Data Center (entrambi creati nel 2000), e di iniziative avviate in armonia con la politica definita nel Piano Spaziale 1998-2002 per i Centri di Eccellenza distribuiti sul territorio.

Nel 2000 è stato creato il Centro Operativo per il Progetto Agile, primo passo in direzione di un limitato "network" di Centri, basati sulle competenze di istituti e laboratori della comunità scientifica, di cui l'ASI assumerà la responsabilità tecnica e gestionale.

Nel 2001 saranno definiti i progetti di realizzazione di altri due centri :

- per lo sviluppo di tecnologie elettro-ottiche;
- per la gestione orbitale dei satelliti del programma PMST (AGILE, DAVID,).

L'ASI ha anche garantito, nel 2000, servizi di assistenza e supporto alla comunità scientifica, anche attraverso una serie di eventi scientifici, educativi e di diffusione dell'informazione spaziale.

Ha ulteriormente sviluppato, il programma di finanziamento di dottorati di ricerca e di borse di studio.

Tabella 2: Centri dell'ASI sul territorio nazionale e servizi alla comunità

Strutture ed infrastrutture ASI Interne	- Osservatorio scientifico - ASI Science Data Center - Rete ASINET
Centri Operativi sul Territorio Nazionale	- Coordinamento Operativo della Missione AGILE - Tecnologie Elettro-ottiche (iter in corso) - Gestione Orbitale delle Missioni PMST (in fase di studio)
Partecipazione/Convenzioni Strutture Esterne	- Stazione di Malindi (CRPSM) - <i>Sardinia Radio Telescope</i> (SRT)
Programma Scientifico ed Educativo	- ASI Workshops - Supporto a Workshops esterni - Borse di dottorato e di studio
Programma di Diffusione dell'Informazione ("Outreach")	- Documentazione informativa - uso dei "media"

Di rilievo anche la gestione, affidata all'ASI, del progetto della *Sardinia Radio Telescope* (SRT), in collaborazione con il CNR, la Regione Sardegna, l'ESA e la NASA. La stazione dislocata in Sardegna, unitamente ad un centro di elaborazione dei medesimi, potrà, date le sue caratteristiche, entrare a far parte della rete NASA denominata *Deep Space Network*.

4 - Il Programma Nazionale di Osservazione Terrestre COSMO-SkyMed

4.1 Evoluzione degli obiettivi e dei contenuti del Programma COSMO-SkyMed

□ Il Programma di base

Il Programma COSMO-SkyMed, avviato nel 1998, costituisce elemento primario del Piano Spaziale Nazionale 1998-2002 e si basa sullo sviluppo di un sistema satellitare da utilizzare a fini istituzionali e commerciali.

La strategia indicata da tale Piano, individuava un quadro di sviluppo del programma incentrato sulla ricerca di importanti accordi di collaborazione, sia con Enti ed amministrazioni pubbliche che con partner europei ed internazionali.

Le principali applicazioni previste (in linea con la legge 8 agosto 1996, n. 421) erano:

- controllo del territorio e delle acque (sia per scopi di interesse pubblico che commerciali);
- gestione delle catastrofi naturali, nelle tre fasi di prevenzione, di crisi e di valutazione degli impatti (in collaborazione con la Protezione Civile).

Le caratteristiche peculiari della missione di osservazione terrestre COSMO-SkyMed, sono state concepite secondo ben definiti obiettivi programmatici:

- possibilità di integrazione di immagini radar con immagini ottiche
- elevata qualità e gamma delle immagini
- capacità di osservazione diurna e notturna
- indipendente dal tempo atmosferico
- tempo di rivisitazione minore di 12 ore
- immagini stereo acquisibili in un solo passaggio
- risoluzione massima: 1 m. (per specifici modi operativi)
- tempi di risposta brevi con evasione delle richieste degli utenti
- costi di sviluppo e gestione competitivi

Il Programma COSMO-SkyMed è stato sviluppato sino al completamento della fase di progettazione (fase B2) sulla base di una configurazione originaria che prevedeva una costellazione satellitare di 7 satelliti, di classe medio-piccola, di cui 4 con sensori radar e 3 con sensori ottici.

L'evoluzione degli accordi con la Difesa, in un primo tempo, e con la Francia successivamente, hanno portato alla definizione di un Sistema di Osservazione italo-francese, la cui componente radar, affidata all'ASI, rimane invariata.

□ Gli effetti della collaborazione ASI - Difesa

L'evoluzione degli interessi istituzionali creatisi intorno al Programma, ha successivamente portato, nel periodo 1999 - 2000 a decisioni governative che hanno esteso l'impiego del sistema COSMO-SkyMed anche ad applicazioni duali, sulla scorta delle quali ASI e Ministero della Difesa hanno definito, o sono in corso di definizione, accordi di collaborazione sia per lo sviluppo che per la utilizzazione del Sistema. Il primo accordo stipulato (1999) ha avuto come oggetto la partecipazione finanziaria della Difesa allo sviluppo tecnologico del radar in banda X ad alta risoluzione (Progetto SAR 2000).

La collaborazione ASI-Difesa ha generato una fase di verifica della rispondenza dei requisiti del Programma nei confronti della prevista utilizzazione anche a fini militari del sistema satellitare, già in fase di progettazione.

Gli esiti di tale verifica si sono dimostrati del tutto positivi, dimostrando che le caratteristiche iniziali del Progetto COSMO-SkyMed erano in grado, con specifiche e limitate messe a fuoco e potenziamenti di alcuni requisiti operativi, di soddisfare pienamente non solo le iniziali esigenze di impiego civile (Protezione) ma anche quelle di interesse della Difesa.

Nel corso del 2000, conclusasi tale fase, lo sviluppo del Programma è stato fatto operativamente e gradualmente convergere nella direzione di "programma duale".

4.2 La collaborazione Italia - Francia

Un'ulteriore, importante fase evolutiva è iniziata nel 1999, sviluppata nel corso del 2000 e tuttora in corso, per effetto dei negoziati bilaterali Italia - Francia, che hanno visto contemporaneamente coinvolte sia le due amministrazioni delle difese che le agenzie ASI e CNES.

Nella prima fase negoziale Italo-Francese (luglio 2000), oltre al testo di un accordo a livello di Governi, sono stati rivisitati, in prima approssimazione, i requisiti e l'architettura di massima del sistema duale da sviluppare.

□ **Contenuto dell'accordo**

Il testo dell'accordo Italo-Francese a livello di Governi prevede una collaborazione a tutto campo nell'ambito dello sviluppo ed utilizzo dei sistemi di osservazione satellitare, sia per uso civile che per la sicurezza nazionale.

Tale accordo stabilisce un quadro di collaborazione che dovrà svilupparsi secondo quattro direttrici principali (tre già consolidate ed una ancora da definire), ciascuna delle quali sarà regolata da specifici accordi di attuazione.

Tali direttrici sono :

- sviluppo del **Sistema duale**, basato sui requisiti COSMO-SkyMed;
- accordo tra le Difese dei due Paesi per l'utilizzo da parte italiana del sistema francese Helios 2;
- accordo tra le due Agenzie spaziali (ASI e CNES) per l'utilizzo da parte italiana del sistema francese SPOT 5;

□ **Il Sistema duale Italo-Francese**

Il Sistema di Osservazione Italo-francese, quale risultato dei negoziati sopra citati, è costituito dai seguenti elementi:

- Un segmento spaziale radar sviluppato sotto responsabilità italiana, composto da

4 satelliti Radar ad Alta Risoluzione in banda X (classe 1000-1200 Kg), con capacità di acquisizione di 75 immagini a risoluzione metrica/submetrica e di 375 immagini a campo largo al giorno e per satellite. Il primo satellite prevede il lancio a fine 2003 e la costellazione completa (quattro satelliti) dovrebbe essere dispiegata entro il 2005;