

IAPS

Bologna, 22-24/06/2022 – Forum della Ricerca Sperimentale e Tecnologica in INAF



Attività di Science Data Segment in IAPS

IAPS ISTITUTO DI ASTROFISICA
E PLANETOLOGIA SPAZIALI

Alessandro Aronica

in rappresentanza di tutto il personale coinvolto nelle attività

Science Data Segment - Uplink

2

- **Mission Operations Planning:** pianificazione delle attività scientifiche ed ingegneristiche dei P/L e preparazione dei piani di volo (Timeline and Commanding) durante le varie fasi di missione (Commissioning, Cruise, Nominal mission).
 - Planning attività scientifiche: **identificare target ed obiettivi** (e.g. feature superficiale di un pianeta), **definire requisiti e condizioni osservative** (durata osservazione, ora, illuminazione, puntamento dello S/C, ...)
 - Planning attività ingegneristiche: **identificare obiettivi** (e.g. calibrazione, aggiornamento SW, health check, ...), **definire requisiti e condizioni operative** (durata osservazione, puntamento dello S/C, ...)
- **Activity plan:** **definizione del dettaglio delle attività** (TeleComandi e sequenze), **scrittura delle timeline** secondo una sintassi standard di missione (ASCII, XML, ...), **controllo e validazione dei piani di volo**, **simulazione end-to end**, invio al Mission Control System (MCS) di ESOC cui è demandato l'uplink al satellite e la gestione delle stazioni di terra.
- **Requisiti da rispettare:**
 - **Limitazione delle risorse di S/C e Ground Stations** (e.g. TM rate, data volume, power, ...)
 - **Condivisione risorse tra i P/L** (priorità scientifica degli strumenti)
→ necessario coordinamento con il MCS di ESOC per armonizzare il planning e distribuire risorse tra i P/L
- **SW development:**
 - **Scrittura e validazione dei piani di volo:** cronologia delle attività (TC e sequenze) in formato standard, controllo di conformità al funzionamento dello strumento e alle risorse assegnate
 - **Simulazione end-to end:** test dei piani di volo e simulazione scenario per validare i requisiti, verificare il raggiungimento degli obiettivi scientifici e apportare eventuali modifiche/miglioramenti
*** **NB:** in alcune missioni spaziali i tool di validazione e simulazione delle timeline sono forniti da ESA; in questo caso in IAPS forniamo report di feedback e richieste di nuove funzionalità.
- **Related activity:** definizione e aggiornamento delle procedure dello strumento, test validazione in volo.

Science Data Segment - Downlink

3

- **Pipeline for data reduction and exploitation:** sviluppo di un'architettura HW/SW per il download e l'elaborazione dei dati di telemetria acquisiti dagli strumenti sia in volo che a terra e dati di puntamento del satellite. Generazione di database e report della qualità dei dati e degli errori.
- **Data retrieve and conversion:**
 - **Download dati:** routine di acquisizione dati dei P/L dai server dell'ESA (e.g. pacchetti di TM DDS in formato binario)
 - **Telemetry to raw (tm2raw):** routine di conversione dati strumentali da binario a dati grezzi in vari formati (e.g. ASCII, XML, CDF or FITS)
 - **Partially processed:** dati grezzi processati ma che non hanno ancora raggiunto lo stato di calibrazione (ASCII, XML, CDF or FITS)
 - **Raw to calibrated (raw2cal):** routine di conversione dati grezzi in unità fisiche dopo aver applicato le curve di calibrazione
 - **Derived:** dati ulteriormente processati e raffinati a partire dai dati calibrati (e.g. mappe di superficie, profili di temperatura, campi magnetici o di gravità, ...)
- **Ancillary products:**
 - **Calibration curves/tables:** parametri di calibrazione strumentale
 - **Navigations products:** traiettorie del satellite, file di puntamento => SPICE kernels (***) produzione dei Kernel relativi allo strumento, e.g. IK)
 - **Documentation:** documenti dello strumento (e.g. User Manual, SW Specification, Calibration, ...), tutorial per l'installazione e l'uso della pipeline, rapporti tecnici, tutorial per l'uso dei dati
- **Quick look tool:** sviluppo di moduli per la visualizzazione dei dati di TM in near real-time e dei dati SCI ad alta priorità.
- **SW development:**
 - **Management of flight spare units:** sviluppo SW per la gestione dello strumento, lettura dei dati di telemetria generati, maintenance
 - **Pipeline for in-flight data reduction:** sviluppo SW per il download, l'elaborazione, la conversione e la visualizzazione dei dati TM
- **Constraints:**
 - **Raccordare tra loro diversi formati dei file di output** → data la natura disomogenea dei dati, è opportuno avere routine che gestiscono più formati (e.g. ASCII, XML, CDF or FITS)
 - **Raccordare routine e librerie di diversi linguaggi di programmazione** → talvolta è necessario che l'architettura della pipeline metta in connessione routine e librerie di diversi linguaggi (e.g. Matlab, Python, C++, ...), anche avvalendosi di specifici plug-in



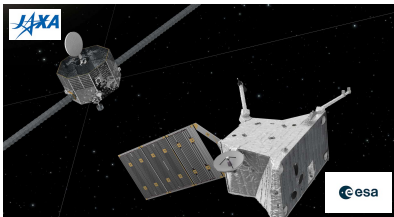
Science Data Segment – Archiving/Storage

4

- **Archive design:** progettazione dell'archivio con definizione dei metadati in conformità agli standard internazionali (per le scienze planetarie PDS3 e PDS4 format) e struttura dello storage.
- **Archive and Maintenance of Database:** progettazione e sviluppo di SW per l'archiviazione dei dati di HK e SCI acquisiti dagli strumenti sia in volo che a terra. Aggiornamento e manutenzione dei database di missione.
*** **NB:** le routine di archiviazione sono generalmente parte integrante delle pipeline di riduzione dati o sono ad esse connesse.
- **Data distribution and dissemination:** a valle dell'archiviazione, il sistema informa gli utenti dell'arrivo dei dati e distribuisce i prodotti su piattaforme di storage.

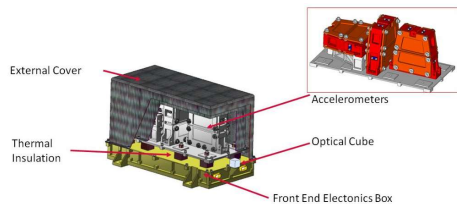
Progetti in IAPS – Bepicolombo ISA

- **BepiColombo:** Joint venture mission between ESA and JAXA dedicated to the study of Mercury. It was launched in Oct 2018.
- It consists of two spacecrafts: **Mercury Planetary Orbiter (MPO)** by ESA and **Mercury Magnetospheric Orbiter (Mio)** by JAXA.
- The entire mission is controlled by ESA.



- **Expertise:**
 - **Science operations management:** planning delle operazioni in volo in formato POR/PDOR dell'ESA; gestione della sintassi, scrittura e validazione delle timeline in cooperazione con ESA (SPOT tool)
 - **Engineering data analysis:** analisi dati delle osservazioni in fase di crociera finalizzate a testare le performance dello strumento e la sua sensibilità a tutte le condizioni che possono determinare disturbi per la futura misura; correlazione dei dati con le sorgenti di rumore. Contributo a creare un sistema di machine learning per correlare l'uscita dello strumento alle varie sorgenti di disturbo (e.g. variazioni termiche).
- **SW usato:** MATLAB
- **Ref:** Carlo Lefevre (carlo.lefevre@inaf.it), Instrument Operation Manager

- **ISA - Italian Spring Accelerometer:** a three-axis high sensitivity accelerometer on board the MPO. It will support the study of the planet Mercury and also the test of Einstein's theory of General Relativity (GR) to an unprecedented level of accuracy.

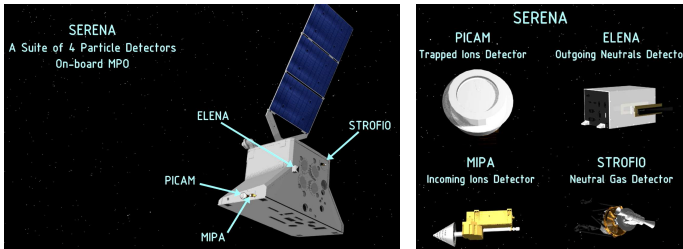


- **Expertise:**
 - **Data retrieve:** acquisizione dati TM di HK e Scienza dal database EDDS dell'ESA in near real-time durante la crociera e le operazioni di maintenance e testing; minimizzare la latenza dei dati, soprattutto di HK; disseminazione dati all'interno del team.
 - **Pipeline for data reduction:** elaborazione dati mediante deploy/commit di uno script MATLAB via continuous integration su server di SGS-ESA; calibrazione e riduzione dati, e successiva archiviazione in PDS4, per l'analisi scientifica; disseminazione dati ai Co-I a al team MORE che li usa per migliorare il posizionamento della sonda.
- **SW usato:** MATLAB, python, PHP, mysql, script bash
- **Ref:** Carmelo Magnifico (carmelo.magnifico@inaf.it), Data Manager and Data Analyst

Progetti in IAPS – Bepicolombo SERENA

6

- **SERENA - Search For Exospheric Refilling And Emitted Natural Abundances:** instrument composed of four units connected together of complementary neutral and ionised particle detectors. It can provide information on the whole Mercury surface-exosphere-magnetosphere coupled system and the processes involved, plus the interactions between energetic particles, the solar wind, micrometeorites and the interplanetary medium.
- **ELENA:** Emitted Low-Energy Neutral Atoms
- **STROFIO:** SStart from a ROTating Field mass spectrOMeter
- **MIPA:** Miniature Ion Precipitation Analyser
- **PICAM:** Planetary Ion CAMera



- **Expertise:**
 - **Science operations management:** planning delle operazioni in volo in formato POR/PDOR dell'ESA; scrittura e validazione delle timeline in cooperazione con ESA (SPOT tool); scrittura, revisione, aggiornamento e validazione delle procedure di volo dello strumento; aggiornamento SW di bordo e testing.
 - **TM data analysis:** analisi dati TM di HK per verificare le performance e lo stato di salute dello strumento; gestione e recovery delle anomalie.
- **SW usato:** MATLAB, IDL
- **Ref:** Alessandro Aronica (alessandro.aronica@inaf.it), Science Operation and Instrument Manager



- **Expertise:**
 - **Pipeline for data reduction and visualization:** progettazione e sviluppo SW ground segment; integrazione delle pipeline dei singoli sensori in un'unica architettura; sviluppo dell'interfaccia grafica (GUI) per la visualizzazione e l'analisi dei dati.
 - **Archiving:** sviluppo SW per archiviazione dati in PDS4.
 - **Data analysis:** sviluppo di Deep Neural Networks per analisi dell'esosfera di Mercurio; sviluppo di interfacce tra modelli per la simulazione dell'esosfera di Mercurio e algoritmi di analisi SERENA.
- **SW usato:** C/C++, Python, PyQt, Bash Shell, Machine Learning, HTML & CSS, MatLab & Simulink, SPICE
- **Ref:** Adrian Kazakov (adrian.kazakov@inaf.it), Software Developer



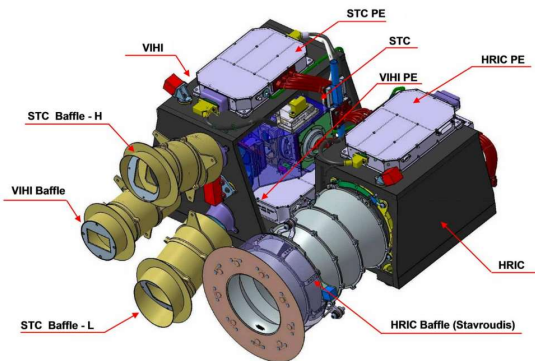
- **Expertise:**
 - **Quick look and visualization:** progettazione e sviluppo tool di lettura e visualizzazione dei dati dello strumento ELENA.
 - **Data analysis:** analisi dei dati raccolti sia in laboratorio che in volo.
- **SW usato:** MATLAB
- **Ref:** Roberto Sordini (roberto.sordini@inaf.it), Data Manager and Data Analyst



Progetti in IAPS – Bepicolombo SIMBIO-SYS

7

- **SIMBIO-SYS - Spectrometer and Imagers for Mpo Bepicolombo Integrated Observatory System:** integrated suite for the imaging and spectroscopic investigation of the Hermean surface. It is dedicated to examine the surface geology, volcanism, global tectonics, surface age, surface composition, and geophysics of Mercury.
- **STC:** Stereo Channel
- **HRIC:** High spatial Resolution Imaging Channel
- **VIHI:** Visible Infrared Hyperspectral Imager Channel

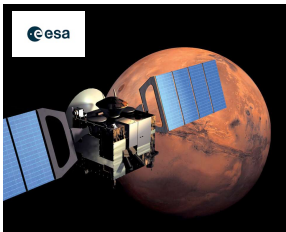


- **Expertise:**
 - **Science operations management:** planning delle operazioni in volo in formato POR/PDOR dell'ESA; scrittura e validazione delle timeline in cooperazione con ESA (SPOT tool); scrittura, revisione, aggiornamento e validazione di procedure di volo dello strumento.
 - **TM data analysis:** analisi dati TM; simulazione delle osservazioni per verificare le performance scientifiche dello strumento e la qualità dei dati.
- **SW usato:** MATLAB, IDL, Phyton
- **Ref:** Michele Zusi (michele.zusi@inaf.it), Science Operation Manager
- **Expertise:**
 - **Downlink Pipeline:** acquisizione dati TM di HK e Scienza dal database EDDS dell'ESA in near real-time durante la crociera e le operazioni di maintenance e testing; sviluppo di SW dedicato alla visualizzazione (SimbioReader) e all'analisi dei dati con interfaccia web (SimbiosysAnalyzer).
 - **Calibration Pipeline:** calibrazione e riduzione dati, e successiva archiviazione in PDS4, per l'analisi scientifica.
- **SW usato:** Python, HTML5, CSS, JavaScript, Kotlin, IDL, PostgreSQL, Bash
- **Ref:** Romolo Politi (romolo.politi@inaf.it), Software Designer

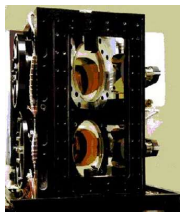


Progetti in IAPS – Mars Express PFS

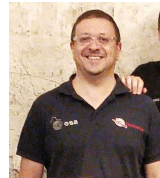
- **Mars Express:** ESA mission dedicated to the study study the martian atmosphere and climate, the planet's structure, its mineralogy and its geology, and to search for traces of water.
- Mars Express is the first European mission to the Red Planet, in orbit since 2004.



- **PFS - Planetary Fourier Spectrometer:** instrument dedicated to study the composition and structure of the martian atmosphere by measuring the sunlight absorbed by molecules and the infrared radiation they emit in the range 1.2–45 microns. It provides vertical temperature profiles, climate records of water vapour and carbon monoxide, abundancies of minor species and methane.



- **Expertise:**
 - **Science operations management:** definizione requisiti scientifici e planning delle operazioni in volo di alto livello.
 - **Data analysis:** analisi dati scientifici delle osservazioni; analisi e comparazione di dati acquisiti da strumenti di diverse missioni spaziali; tecniche di retrieval, inversione dati e trasferimento radiativo.
- **SW usato:** IDL
- **Ref:** Paulina Wolkenberg (paulina.wolkenberg@inaf.it), Instrument Operation Manager



- **Expertise:**
 - **Science operations management:** planning delle operazioni in volo di basso livello (commanding); revisione e aggiornamento delle procedure di volo dello strumento; definizione test in volo.
 - **TM data analysis:** analisi dati TM di HK per verificare le performance e lo stato di salute dello strumento.
- **SW usato:** MATLAB, IDL
- **Ref:** Alessandro Aronica (alessandro.aronica@inaf.it), Instrument Operation Manager



- **Expertise:**
 - **TM data analysis:** download, elaborazione e analisi dati TM dello strumento; analisi qualità dei dati e stesura dei report pertinenti.
 - **Archiving:** archiviazione dati in formato PDS3.
- **Ref:** Stefano Giuppi (stefano.giuppi@inaf.it), Archive Manager



- **Expertise:**
 - **Pipeline for data reduction:** sviluppo applicazioni SW per la ricezione e il download dei dati dai server EDDS dell'ESA; riduzione e processamento dei dati.
 - **Archiving:** archiviazione dei dati e disseminazione sui server accessibili ai CO-I.
- **SW usato:** C++, IDL, app desktop per Windows di tipologia WPF/UWP, full-stack (back-end + front-end) per web app in ASP.NET/ASP.NET Core
- **Ref:** Francesco Carraro (francesco.carraro@inaf.it), Software Developer



Progetti in IAPS – Juice JANUS e MAJIS

9



- **Juice (JUperiter ICy moons Explorer):** ESA mission dedicated to make detailed observations of the giant gaseous planet Jupiter and three of its largest moons, Ganymede, Callisto and Europa.
- Juice is planned for launch in 2023.

- **JANUS - Camera system:** an optical camera to study global, regional and local morphology and processes on the moons, and to perform mapping of the clouds on Jupiter.
- JANUS will have 13 filters, a 1.3 degree field of view, and spatial resolution up to 2.4 m on Ganymede and about 10 km at Jupiter.

- **MAJIS - Moons and Jupiter Imaging Spectrometer:** a hyper-spectral imaging spectrometer for observing tropospheric cloud features and minor species on Jupiter and for the characterisation of ices and minerals on the surfaces of icy moons.
- MAJIS will cover the visible and infrared wavelengths from 0.4 to 5.7 microns, with spectral resolution of 3-7 nm. The spatial resolution will be up to 25 m on Ganymede and about 100 km on Jupiter.

- **Expertise:**

- **Science operations management:** planning delle operazioni in volo; scrittura e validazione delle timeline; scrittura, revisione, aggiornamento e validazione di procedure di volo dello strumento.
- **Data analysis:** analisi dati TM; simulazione delle osservazioni per verificare le performance scientifiche dello strumento e la qualità dei dati.
- **Downlink Pipeline:** sviluppo di SW dedicato alla visualizzazione dei dati (JanusReader).
- **Calibration Pipeline:** calibrazione e riduzione dati, e successiva archiviazione in PDS4, per l'analisi scientifica.

- **Ref:** Michele Zusi (michele.zusi@inaf.it): Deputy Operation Manager, Cecilia Tubiana (cecilia.tubiana@inaf.it): Operation Manager, Romolo Politi (romolo.politi@inaf.it): Software Designer

- **Expertise:**

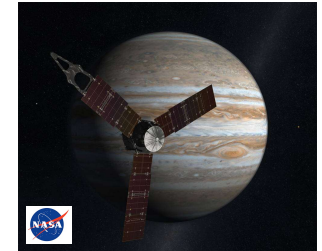
- **Science operations management:** supporto alle attività di planning delle operazioni.

- **Ref:** Roberto Sordini (roberto.sordini@inaf.it): Software Specialist



Progetti in IAPS – Juno JIRAM

10

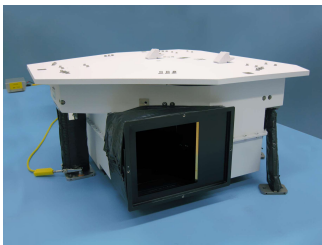


- **Juno**: NASA mission devoted to probe beneath the planet's dense clouds and answer questions about the origin and evolution of Jupiter, our solar system, and giant planets in general across the cosmos.
- Juno was launched in August 2011. End nominal mission: 2021, extended until 2025.

- **JIRAM - Jovian InfraRed Auroral Mapper**: an image spectrometer that measures heat radiated from the upper layers of Jupiter's atmosphere at an infrared wavelength of around 5 microns.



- Project funded by ASI.

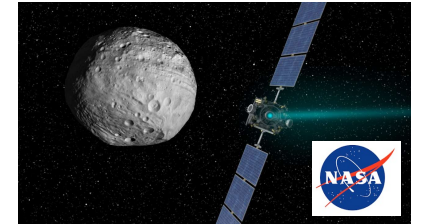


- **Expertise:**
 - **Science operations management**: planning delle osservazioni sulla base di specifici requisiti scientifici. *** NB: la pianificazione si fa con un tool in ambiente MATLAB che, tenendo conto della rotazione di Juno e utilizzando gli SPICE kernels, permette di identificare i target osservabili e la copertura ottenibile sia per Giove che per le sue lune. Questo tool può essere modificato per essere adattato a diverse missioni spaziali.
 - **Quick look and visualization**: progettazione e sviluppo tool di lettura e visualizzazione dei dati.
 - **Data analysis**: analisi dei dati TM ed health check dello strumento.
- **SW usato**: MATLAB
- **Ref**: Roberto Sordini (roberto.sordini@inaf.it), Project Manager and Planning Responsible

Progetti in IAPS – Dawn VIR

11

- **Dawn**: NASA mission to study the two most massive bodies in the main asteroid belt: Vesta (rocky asteroid) and Ceres (icy dwarf planet).
- Juno was launched in 2007. End of mission: 31 October 2018.



- **VIR - Visual and Infrared Imaging Spectrometer**: the instrument has a 0.25-1 micron visible channel and a 0.95-5 micron infrared channel, covering the near ultraviolet (UV), visible and infrared regions of the spectrum.



- **Expertise**:
 - **Science operations management**: sviluppo di un compilatore per la gestione del SASF (Spacecraft Activity Sequence File) per interagire con l'operatore NASA/JPL in modo tale che il VIR fosse gestito dal personale IAPS.
 - **Pipeline for data reduction**: contributo allo sviluppo di un SW per la riduzione dei dati e per la conversione raw2cal.
 - **Archiving**: generazione e manutenzione archivio dati in formato PDS3 sui server IAPS.
- **SW usato**:
Scripting: Bash, Lua, Perl, PowerShell
General purpose: C/C++, Go, Julia, Fortran
- **Ref**: Sergio Fonte (sergio.fonte@inaf.it), Software Developer

Progetti in IAPS – Exomars 2020 Ma_MISS

12

- **Exomars 2020:** ESA rover is part of the ExoMars programme that will explore the surface of Mars. The rover will be the first mission to combine the capability to move across the surface and to study Mars at depth.
- Exomars rover was supposed to be launched in September 2022 but it has been suspended.



- **Ma_MISS - Mars Multispectral Imager for Subsurface Studies:** is a visible and near infrared (VNIR) miniaturized spectrometer hosted by the drill system of the ExoMars 2020 rover. Ma-MISS will perform IR spectral reflectance investigations in the 0.4-2.2 μm range to characterize the mineralogy of excavated borehole walls at different depths (between 0 and 2 m).



- **Expertise:**
 - **Science operations management:** planning delle osservazioni scientifiche; revisione delle procedure di gestione del SW dello strumento in accordo con l'industria ed ESA.
 - **Calibration Pipeline:** calibrazione e riduzione dati, e successiva archiviazione in PDS4, per l'analisi scientifica.
- **SW usato:**
Scripting: Bash, Lua, Perl, PowerShell
General purpose: C/C++, Go, Julia, Fortran
- **Ref:** Sergio Fonte (sergio.fonte@inaf.it), Operation Manager, membro di ROCC (Rover Operations Control Centre)



Progetti in IAPS – VISTA for HERA Mission



13

VISTA (Volatiles In-Situ Thermogravimeter Analyser) is developed for **HERA-ESA Mission** onboard Milani CubeSat (2020-2023). The target of the mission is the asteroid binary system: **Didymos – Dimorphos**, with the following scientific goals:

1. Map the global composition of the Didymos asteroids
2. Characterize the surface of the Didymos asteroids
3. Evaluate DART impact effects on Didymos asteroids and support gravity field determination
4. Characterize dust clouds around the Didymos asteroids

In this scenario, **VISTA** will aim to:

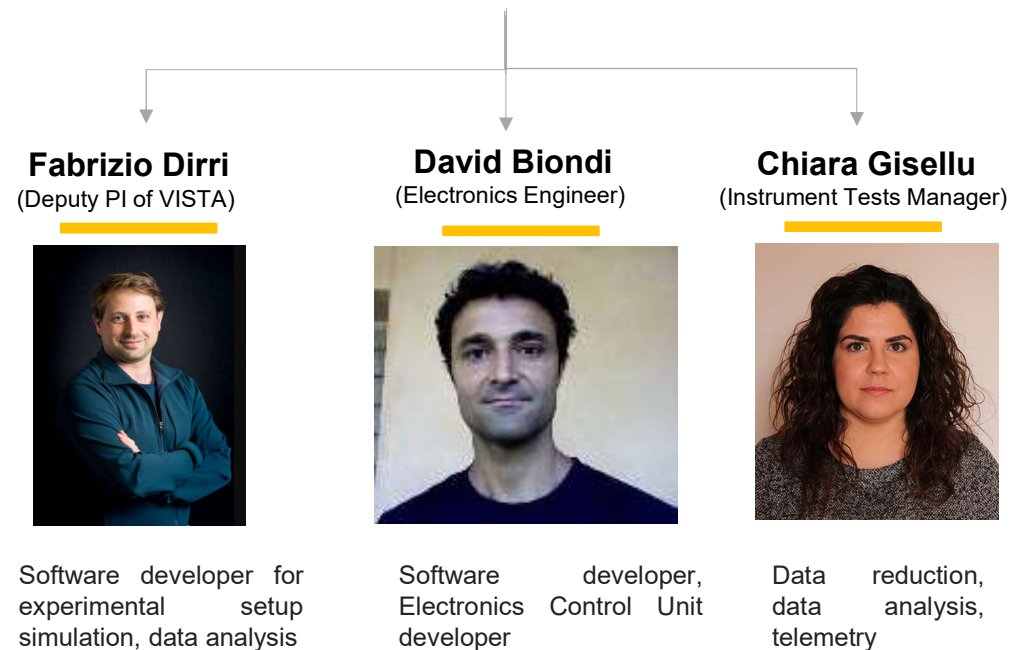
1. Detect the presence of dust particles smaller than 10 μm (residual dust particles from the impact);
2. Characterization of volatiles (e.g., water) and light organics by using TGA cycles;
3. Molecular contamination monitoring in support to other CubeSat instruments.

- **SW usato:**

LabVIEW: for instrument management and data storage for Laboratory tests

SolidWorks: for mechanical/setup thermal simulations

INVOLVED STAFF



Progetti in IAPS – IXPE

14

- **IXPE (Imaging X-ray Polarimetry Explorer)**: il telescopio IXPE è una missione Small Explorers (SMEX) della NASA dedicata alla misura della polarizzazione dei raggi X nella banda di energia tra 2 e 8 keV.
- E' stata lanciata il 9/12/2021 ed è in fase operativa. Funded by ASI.



- **Prima reponsabilità**

IAPS: IAPS ha ricoperto il ruolo di Prime nel fornire alla NASA la strumentazione di piano focale di IXPE (**Instrument**, composto da tre Detector Units e una Detectors Service Unit), ha calibrato i rivelatori ed ha un ruolo di coordinamento nello sfruttamento scientifico dei dati all'interno della comunità italiana di Astrofisica a raggi X.

- **Expertise:**

- Il personale dell'IAPS fornisce supporto nelle operazioni di IXPE ed ha contribuito a **sviluppare algoritmi di riduzione e analisi dei dati in linguaggio Python** che poi vengono poi "ingegnerizzati" nella pipeline.

- **Hardware team e ruoli:**

- Paolo Soffitta (Italian PI)
- Fabio Muleri (Italian Project Scientist e Co-I)
- Enrico Costa (Senior Co-I)
- Sergio Fabiani (Calibration Scientist)
- Alessandro Di Marco (Calibration Scientist)
- Giuseppe Di Persio (tecnico informatico)
- Riccardo Ferrazzoli (post-doc e collaboratore)
- Dawoon Kim (studente di dottorato e collaboratore)
- Fabio La Monaca (collaboratore)
- John Rankin (studente di dottorato e collaboratore)
- Ajay Ratheesh (post-doc e collaboratore)

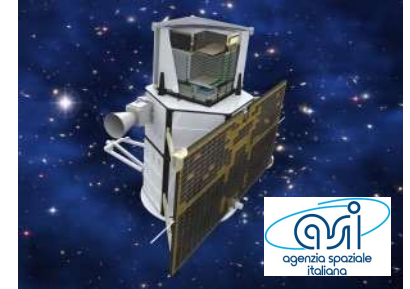
- Ettore Del Monte (membro del team delle operazioni)



Progetti in IAPS – Agile

15

- **Agile (Astrorivelatore Gamma ad Immagini ultra LEggero)**: è un satellite completamente italiano, finanziato da ASI, dedicato all'osservazione dell'Universo di raggi gamma. Produce immagini del cielo nell'intervallo di energia tra 30 MeV e 50 GeV (raggi gamma di alta energia) e in quello compreso tra 18 e 60 keV (raggi X di alta energia). E' attualmente impegnato nella ricerca in tempo reale di controparti elettromagnetiche di onde gravitazionali. Negli anni Agile ha **acquisito la mappa completa del cielo osservato nella radiazione gamma** ed ha rivelato varie **sorgenti galattiche** soggette a cambiamenti molto rapidi e **frequenti episodi di emissione X e gamma** provenienti da molte stelle di neutroni e buchi neri.
- Il satellite è in orbita da aprile del 2007 ed è ancora attivo e funzionante.



- **Il payload è costituito da 3 strumenti:**

- Super-AGILE: imager hard X a maschera codificata, ora in una fase di parziale operatività
- GRID: imager gamma, basato su un tracciatore al silicio, attivo nella banda 50 MeV - 30 GeV, il cuore della missione nell'ambito dello studio dell'emissione di alta energia da sorgenti astrofisiche
- MCAL: calorimetro per lo studio di fenomeni transienti impulsivi, GRB e TGF).

- **Expertise:**

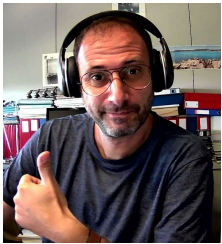
- **Andrea Argan**: gestione configurazione di volo del payload scientifico di AGILE.
- **Alessandro Ursi**: sviluppo, validazione e implementazione di software per l'analisi manuale e automatica di fenomeni transienti impulsivi (GRB, TGF, Solar Flare) osservati da AGILE-MCAL e dai ratemeter scientifici di bordo. Attività coordinata da SSDC (con personale INAF-OAR) e INAF-OAS.
- **Giovanni Piano**: validazione di software, sviluppati da SSDC (con personale INAF-OAR) e INAF-OAS, per l'analisi scientifica dei dati di AGILE-GRID.
- **SW usato**: Root, IDL e su linguaggi come C++, Ruby e ultimamente soprattutto Python





IAPS ISTITUTO DI ASTROFISICA
E PLANETOLOGIA SPAZIALI

Grazie per l'attenzione!



Carlo Lefevre



Carmelo Magnafico



Alessandro Aronica



Adrian Kazakov



Roberto Sordini



Romolo Politi



Paulina Wolkenberg



Stefano Giuppi



Francesco Carraro



Sergio Fonte



Fabrizio Dirri



David Biondi



Chiara Gisellu