

CONTRIBUTI ITALIANI ALLA MISSIONE GAIA

ASI SCIENCE DATA CENTER: CATALOGO

Estratto dal Mission Data Base, il catalogo Gaia sarà il prodotto che verrà rilasciato alla comunità scientifica internazionale in varie versioni via via sempre più accurate e complete: dalla prima, che verrà rilasciata dopo circa 20 mesi dal lancio, a quella finale, tre anni dopo la fine delle operazioni. Il catalogo finale Gaia sarà tra i cataloghi astronomici più grandi e ricchi mai realizzati. ASDC (ASI Science Data Center, <http://gaia.asdc.asi.it/>) coordina il contributo italiano alla DPAC-CU9, l'unità responsabile della realizzazione del catalogo e della pubblicazione dei dati calibrati di Gaia. In tale contesto ASDC ospiterà una copia del catalogo e si sta occupando della realizzazione di strumenti che permettano e facilitino l'accesso, l'estrazione e il data mining degli oltre TeraByte di dati che vi sarà contenuta, aiutando così la comunità astronomica a sfruttarne per intero l'immenso potenziale scientifico. Inoltre, ASDC sarà responsabile per il cross-match del catalogo Gaia con i maggiori e più importanti cataloghi pubblici disponibili nelle lunghezze d'onda ottiche e infrarosse, con diversi altri cataloghi realizzati nelle altre bande dello spettro elettromagnetico, dal radio all'X, fornendoci così una visione multifrequenza e pancromatica dell'universo vicino.

ASDC è anche coinvolto nelle attività della DPAC-CU5, unità responsabile dell'analisi dei dati spettro-fotometrici di Gaia, attraverso la realizzazione del software dedicato al trattamento dei campi caratterizzati da un'elevata densità di stelle. Infine, l'ASDC Gaia Team sta costruendo l'archivio e il database che ospiteranno i dati ancillari di Gaia ottenuti dai team italiani coinvolti nel progetto, ossia la raccolta di tutte le misure, osservazioni e simulazioni necessarie per la calibrazione assoluta e la riduzione dei dati spettro-fotometrici di Gaia.

INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMICICO DI BOLOGNA: CALIBRAZIONE FOTOMETRICA, VARIABILI (RR LYRAE E CEFEBIDI)

L'Osservatorio Astronomico di Bologna (OABO, <http://www.oabo.astro.it/>) partecipa al progetto Gaia già dal 2006.

In particolare il nodo di Bologna si occupa del *Photometric Processing* (CU5). La CU5 è responsabile della calibrazione assoluta del sistema spettrofotometrico di Gaia, per questo il suo lavoro si concentra sulla costruzione di una griglia di stelle standard spettrofotometriche (SPSS) e sulla definizione del modello di calibrazione assoluta e la scrittura del relativo software per l'implementazione nella pipeline complessiva per la riduzione e l'analisi dei dati.

OABO è anche attivo nel programma dei Gaia Science Alerts (<http://www.oact.inaf.it/gaiawiki/bin/view/Main/WebHome>), relativo al monitoraggio di eventi oggetti transienti o anomali ed il loro eventuale follow-up.

Bologna ha in carico la gestione nazionale del progetto GREAT (Gaia Research for European Astronomy Training).

INAF - OSSERVATORIO ASTROFISICO DI CATANIA: STELLE GIOVANI E STELLE DI TIPO SOLARE

L'INAF Osservatorio Astrofisico di Catania (OACT, <http://www.oact.inaf.it>) e il Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Catania (DFACT, <http://www.dfa.unict.it>) partecipano alle attività del DPAC dal 2006. L'attività principale riguarda la rivelazione e la caratterizzazione della variabilità di stelle di tipo solare e di stelle giovani di piccola massa nell'ambito dell'unità di coordinamento che si occupa della variabilità (CU7). Queste stelle presentano modulazione rotazionale della radiazione emessa dovuta a disomogeneità superficiali, dalla quale è possibile misurare accuratamente il periodo di rotazione, e brillamenti (flares) dovuti a fenomeni magnetici

superficiali. Nell'ambito della CU8 (parametri astrofisici), gli scienziati dell'OACT e del DFACT lavorano alla determinazione dell'attività cromosferica stellare e dell'accrescimento in massa dalla analisi dei dati dello spettrometro RVS. Infine, nell'ambito della CU3 (core processing), l'attività riguarda l'adattamento per il calcolo parallelo della GSR (ricostruzione della sfera globale), sviluppata da OATO.

INAF - OSSERVATORIO ASTROFISICO DI FIRENZE: ASTEROIDI, SURVEY SPETTROSCOPICA COMPLEMENTARE DA TERRA

Il coinvolgimento di INAF-Osservatorio di Arcetri (www.arcetri.astro.it) in Gaia è relativamente recente e si articola lungo due filoni: alle attività di CU4 e quelle relative alla Survey condotta da terra chiamata "Gaia-ESO" ma nota tra gli addetti come "GES".

Uno degli obiettivi dell'unità di coordinamento CU4 è seguire con estremo dettaglio il moto degli asteroidi e apprezzare l'effetto delle loro mutue perturbazioni gravitazionali. Questo permetterà di misurare con una buona precisione le masse dei cento asteroidi maggiori. Inoltre attraverso le misure di luminosità, sarà possibile determinare il moto di rotazione e la forma di qualche decina di migliaia di asteroidi. Ad Arcetri viene preparata, all'interno di CU4, la parte di software per la prima elaborazione dei dati grezzi che la missione ci invierà per questi oggetti.

La Gaia-ESO Survey è una Survey spettroscopica pubblica effettuata con uno dei telescopi VLT dell'ESO, volta ad ottenere dati da terra che complementino i dati Gaia. Gli spettri di 100.000 stelle forniranno il primo quadro omogeneo della distribuzione della cinematica e chimica nella Via Lattea e la combinazione con l'astrometria di Gaia permetterà di comprendere in dettaglio la storia della formazione delle diverse popolazioni che compongono la Galassia, sia quelle giovani sia quelle più antiche. OAA copre una posizione di responsabilità, con il ruolo di Co-Principal Investigator, della Survey.

Infine, la Dott.ssa Randich è membro del Gaia Science Team. Lo Science Team è il gruppo di persone che ha il compito di assistere ESA ed il Project Scientist con consigli e guida su tutti gli aspetti legati alle prestazioni ed agli obiettivi scientifici di Gaia.

INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI PADOVA: EVOLUZIONE STELLARE, AMMASSI DI STELLE, SUPERNOVAE

L'Osservatorio Astronomico di Padova (OAPD, <http://www.oapd.inaf.it/> "www.oapd.inaf.it) ha lavorato alla missione Gaia fin dalla fine degli anni Novanta contribuendo alla stesura dei "casi" scientifici attraverso i quali si sono potute determinare le caratteristiche della strumentazione spettrofotometrica di bordo del satellite.

La maggior parte del contributo dell'Osservatorio di Padova si concentra sulle attività di classificazione degli oggetti osservati e sulla calibrazione dei parametri astrofisici degli stessi nell'ambito dell'unità 8 (CU8) del DPAC e sulla preparazione del Catalogo Gaia nell'ambito della CU9.

Infine, la Dott.ssa Vallenari è dal 2013 *deputy chair* del comitato che coordina le attività del Consorzio di Gaia per il processamento, l'analisi e il confezionamento finale dei dati raccolti dal satellite (il DPAC). Il compito principale è quello di coadiuvare il DPAC chair alla supervisione delle attività di alcune delle unità operative di coordinamento (CU) per l'analisi dati di cui si compone il DPAC.

INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI NAPOLI: VARIABILI (RR LYRAE, CEFEDI, VARIABILI PULSANTI DI PRESEQUENZA)

L'Osservatorio Astronomico di Napoli (OACN, <http://www.oacn.inaf.it/>) è impegnato nelle attività della *Coordination Unit 7* (CU7) che si occupa della caratterizzazione delle stelle

variabili, in particolare di RR Lyrae e Cefeidi, nel flusso di dati di Gaia, con particolare riguardo circa la definizione di algoritmi e procedure per la caratterizzazione delle variabili e la scrittura del relativo software. In questo contesto si occupa prevalentemente della individuazione ed implementazione di algoritmi per il riconoscimento, la classificazione dettagliata e la caratterizzazione completa dei parametri (periodo, luminosità etc) delle due classi di variabili pulsanti più importanti in astrofisica: le Cefeidi Classiche e le RR Lyrae. Questi oggetti, infatti, sono fondamentali "pioli" per la scala delle distanze extragalattiche. Uno dei compiti fondamentali del satellite Gaia è proprio la calibrazione delle relazioni che rendono questi oggetti delle candele campione (ad esempio la relazione Periodo-Luminosità delle Cefeidi) e che sono tipicamente utilizzate per calibrare indicatori di distanza secondari (come le Supernovae) in grado di arrivare a distanze di interesse cosmologico e di fornire vincoli alla costante di Hubble e all'età dell'Universo.

INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI ROMA: FOTOMETRIA, DEBLENDING, SPETTRI IN CAMPI DENSI

L'Osservatorio Astronomico di Roma ([OAR, http://www.oa-roma.inaf.it/](http://www.oa-roma.inaf.it/)), in collaborazione con ASI-ASDC, ha contribuito al sistema di riduzione dati ideando il modulo di *deblending*, integrato nella pipeline automatica di riduzione dati della camera fotometrica di Gaia.

Lo strumento produrrà degli spettri a bassa dispersione (da 3 a 29 nm/pixel) nelle due bande BP (300-660 nm) e RP (650-1000 nm) per tutti gli oggetti rilevati con magnitudine $G < 20$. Di conseguenza una grande frazione delle stelle osservate (~ 10%) presenterà una sovrapposizione dei flussi (crowding).

Da qui la necessità di disporre di un algoritmo in grado di separare i flussi luminosi stellari, appunto *deblending*, per rendere misurabili i segnali generati da tali sorgenti. Il modulo capace di eseguire questa operazione sarà di grande importanza per la riduzione dei dati raccolti da Gaia e in generale per la buona riuscita della missione.

INAF - OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TERAMO: CALIBRAZIONE FOTOMETRICA, PIPELINE FOTOMETRICA (CAMPI DENSI)

Presso l'Osservatorio Astronomico di Teramo (<http://www.oa-teramo.inaf.it/ita/>) la partecipazione al DPAC della missione Gaia è attiva fin dal 2007.

Il personale coinvolto in collaborazione con personale dell'Osservatorio Astronomico di Roma e di Bologna e di ASDC (ASI science data center), lavora al trattamento dei dati fotometrici (CU5) raccolti da Gaia con un contributo sia alla pipeline di riduzione dati dai fotometri BP e RP che alla creazione di una lista di stelle standard, appositamente osservate da terra, per la calibrazione assoluta del sistema fotometrico.

Le misure fotometriche sono fondamentali da due punti di vista: serviranno a rendere più accurate le misure di posizione nel campo astrometrico e saranno utili a determinare parametri astrofisici importanti (come, ad esempio, la temperatura di tutte le stelle osservate).

Il codice sviluppato a Teramo e inserito nella pipeline dovrà valutare se la sorgente in esame è isolata rispetto alle altre, oppure risente della sovrapposizione di flussi da oggetti che la circondano e, nel caso di oggetti contaminati, determinerà il contributo spurio attribuibile alle sorgenti vicine. Questo passaggio del procedimento di processing è specialmente critico nel caso di campi densamente popolati, per riuscire a discriminare i vari oggetti presenti e determinarne le caratteristiche.

**INAF - OSSERVATORIO ASTROFISICO DI TORINO: ASTROMETRIA
RELATIVISTICA, CALIBRAZIONI STRUMENTALI, DATA ARCHIVE E DBMS,
ESOPIANETI E ASTEROIDI**

Il coinvolgimento in Gaia dell'Osservatorio Astrofisico di Torino (OATo <http://www.oato.inaf.it>) è la naturale evoluzione della partecipazione alla missione Hipparcos e fonda le sue ragioni su una secolare tradizione e competenza nel campo dell'Astrometria, ed è sulla base di questa esperienza che è partita da OATO la leadership della partecipazione italiana. L'OATo è stato coinvolto in Gaia fin dalla sua progettazione, contribuendo alla stesura dei "casi" scientifici e agli studi di progettazione dello strumento.

Attualmente, la forza lavoro di OATO rappresenta poco più di un terzo dell'intera partecipazione italiana in DPAC.

Il nodo di Torino concentra la sua attività di ricerca all'interno della CU3, unità che si occupa del Core Processing dei dati. In CU3 OATo è responsabile dell'unità di coordinamento che si occupa della Verifica Astrometrica (AVU) e di cui fanno parte tre filoni principali: modello astrometrico dello strumento e relativo monitoraggio e calibrazione (AIM), monitoraggio e calibrazione dell'angolo di base (BAM), ricostruzione della Sfera Globale e calcolo dei parametri astrometrici (GSR).

Altri contributi fondamentali alla CU3 includono gli algoritmi di cross-matching e software (SW) per il trattamento dei dati iniziali (IDT) e l'aggiornamento di quelli intermedi (IDU), l'elaborazione della lista delle sorgenti iniziali per Gaia (il catalogo IGSL).

Il personale OATo copre soprattutto un ruolo primario nella formulazione del modello relativistico per la trattazione della propagazione luminosa con la Relatività Generale (RG) e relativi test di fisica fondamentale (REMAT), tra i quali verifiche di teorie volte alla quantizzazione della gravità e l'esperimento sulla deflessione gravitazionale dovuta al quadrupolo di Giove (GAREQ), prevista dalla RG e mai misurata. Contributi fondamentali del personale OATo sono anche in altre CU: CU4 (pianeti extrasolari, stelle non singole, corpi minori del sistema solare) e CU8 (Parametri Astrofisici). In CU4, in particolare, il personale OATo ha la responsabilità primaria dello sviluppo di algoritmi e sistemi dedicati al rilevamento e caratterizzazione di asteroidi, nonché di sistemi planetari extrasolari.

Non ultimo, l'OATo fornisce la componente INAF del Data Processing Center Italiano (DPCT) uno dei sei centri di processamento dati realizzati per Gaia, con sede a Torino; l'unico centro dati insieme a quello di Villafranca-Madrid dedicato al processamento della catena astrometrica nella sua totalità.