

INAF PTA 2021-2023 :

Audizioni «Trasversali»: GaiaUniverse con SH0T, ECOUCD, Galassia.To, GDPCT

Indice

- 0- Introduzione «flash organizzativo» (1 min, Lattanzi)
- 1- "SH0T: the Stellar path to the H0 Tension in the Gaia, TESS and JWST era" (5 min, Clementini)
- 2- "Exploiting, Cataloging and Observing Ultra-Cool Dwarfs" (5 min, Smart)
- 3- "Formazione ed evoluzione chimico-dinamica della Via Lattea" (5 min, Spagna)
- 4- "The Italian Gaia Data Processing Center and beyond" (5 min, Busonero)
- 5- "The Gaia Universe" (10 min, Lattanzi)
- 6- Domande (9 min)

20 maggio 2022



SHOT: the Stellar path to the H0 Tension
in the Gaia, TESS and JWST era
(scheda figlia di GaiaUniverse)

Gisella Clementini

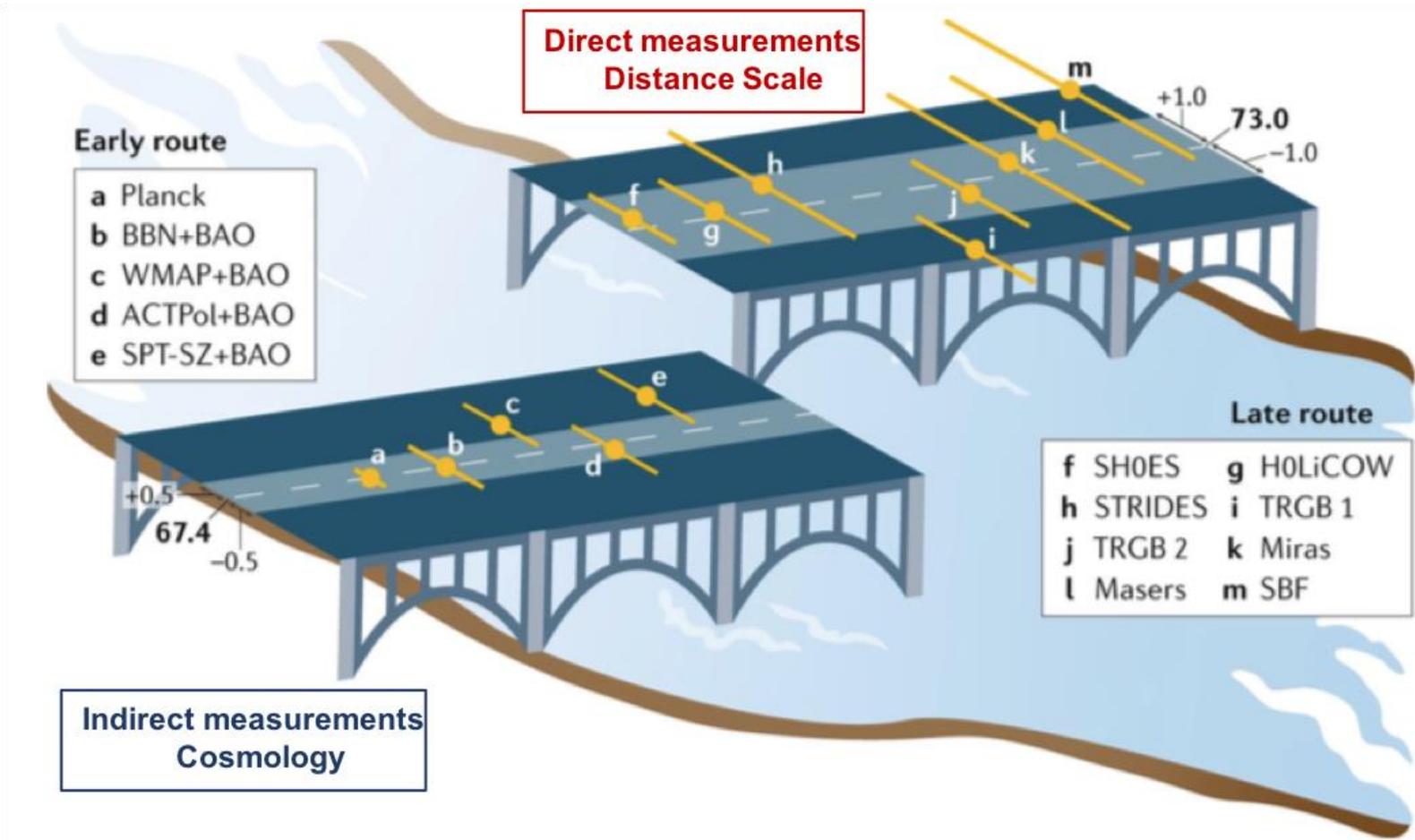
INAF - Osservatorio di Astrofisica e Scienza dello Spazio di Bologna

GAIA – DPAC (CU7)

On Behalf of the SHOT Team

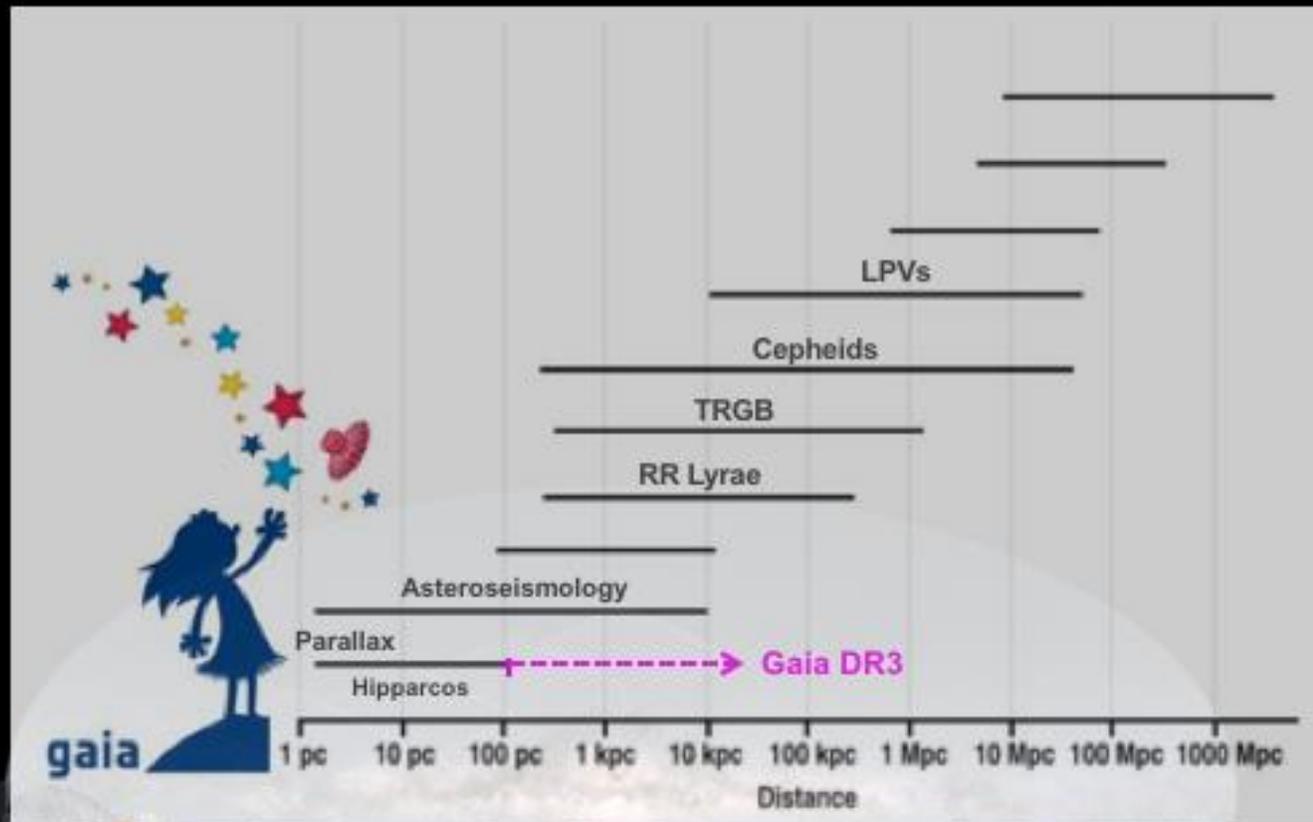
Audizione schede INAF – 20 Maggio 2022

The H0 Tension



Riess 2019

Currently the tension is at a 5σ level (e.g. Riess+ 2021).



CLIMBING THE DISTANCE LADDER

The purpose of the **SHOT project** is to **raise the accuracy of the astronomical distance ladder** and quantify the H_0 tension and the associated systematics from the point of view of stellar distance indicators by specifically tackling uncertainties and systematics affecting stellar standard candles. Main assets are the diverse expertise of our team and our privileged access to data sets from space missions such as Gaia, TESS and JWST, and from ground-based photometric and spectroscopic surveys spanning different wavelength ranges.

The SHOT Team

OAS – Bologna
 G. Clementini
 F. Cusano
 T. Muraveva
 A. Garofalo (TD)

IRA – Bologna
 K. Rygl

OA – Catania
 G. Catanzaro

SISSA - A. Bressan
UniBO - A. Miglio
UniPD - P. Marigo

OACn – Napoli
 S. Leccia
 M. Marconi
 R. Molinaro
 I. Musella
 V. Ripepi
 G. De Somma (BdS)

OA – Padova
 Y. Almomany
 L. Girardi
 E. Held
 S. Zaggia

OA – Torino
 B. Bucciarelli
 M. Crosta
 M. Lattanzi
 A. Vecchiato

FTE					
2022		2023		2024	
C	P	C	P	C	P
2.2	1.9	1.6	1.9	1.4	1.7

- ISSI International Team
<https://www.issibern.ch/teams/shot/>

G. Clementini	R. Anderson	S. Casertano
M. Crosta	L. Girardi	M. Groenewegen
L. Macri	M. Marconi	A. Miglio
B. Mosser	J. Mould	A. Riess

L. Brueval
 G. De Somma
 S. Khan

M. Trabucchi
 M. Bruni

The SH0T Project develops through complementary approaches (astrometry, asteroseismology, theory of stellar evolution, stellar pulsation, stellar populations, photometry and time series analysis, high resolution spectroscopy and abundance analysis), which are briefly summarised below:

1. exploitation of Gaia EDR3 new parallaxes and **DR3 (13 June 2022) new catalogues of variable stars (Cepheids, RR Lyrae, LPVs, ECLs)**
2. study of Gaia's parallax offset and systematics in the framework of relativistic models (see also **GraviMetrA**)
3. constrains/corrections to Gaia parallax zero-point with asteroseismology
4. **derivation of new luminosity-metallicity (LZ), infrared period-luminosity (PL), PL-metallicity (PLZ) and period-Wesenheit (PW, PWZ) relations for RR Lyrae and Cepheids calibrated on Gaia parallaxes (see also C-MetaLL)**
5. **measure of metal abundance from high resolution spectra of Cepheids** and RR Lyrae to constrain the metallicity effect on the PLZ, PWZ relations (see also **C-MetaLL**)
6. assessment of model uncertainties and biases of the Tip of the Red Giant Branch (TRGB) luminosity as distance indicator
7. **derivation of new pulsation models of Cepheids and RR Lyrae (see also MOVIE)**
8. study of the impact of single- and binary-star evolutionary processes on the demography of standard candles
9. LPVs and Carbon stars as distance indicators, using new opacities, new LPV models and probing population effects through LPV population synthesis
10. measure of geometric distances to nearby galaxies via masers

Standard candles calibrated with Gaia parallaxes within <10 kpc are then used to extend the distance ladder for galaxies up to a few Mpc, setting basic anchors in the path to measuring H_0 . Fundamental anchors specifically addressed in the SH0T project are the Large Magellanic Cloud (LMC; for which we exploit data from the VMC survey) and M31, as well as a few dwarf galaxies and Galactic Globular Clusters (GGCs) normally used as sanity checks in the calibration of the extragalactic distance scale.

Fondi assegnati:

No financial support for the SHOT project has been obtained from INAF so far.

The project was presented in response to **Call for Proposals 2020 for International Teams in Space and Earth Sciences** of the **International Space Science Institute (ISSI) in Bern** and granted **25.4 Keuro** to support the living expenses of 12 International Team core members plus 2 early-career scientists, while residing in Bern to attend two meetings. **First meeting 4-8 July, 2022.**

Sinergy/close links with other ``schede``:

GaiaUniverse = L'Universo di Gaia: partecipazione Italiana alla missione Gaia (GaiaUniverse-0) – Coord. **M. Lattanzi** (OaTo) – **Scheda Madre**

GraviMetra = Gravitational Metrology and Astronomy – Coord. **M. Crosta** (OATo)

C-MetaLL = Cepheid Metallicity in the Leavitt Law (MOVIE - 3) – Coord. **V. Ripepi** (OACn)

VSNG = Variable Stars in Nearby Galaxies - Coordinatrice **G. Clementini** (OAS-Bo)

MOVIE = Modeling and Observations of Variable stars as distance Indicators and stellar Evolution tracers – Coord. **M. Marconi** (OACn)

PARSEC-COLIBRI-TRILEGAL = Coordinatore **L. Girardi** (OAPd)

ML-Gaia = Coordinatrice T. Muraveva (OAS-Bo)

GaLS (Rubin-LSST-5) = Gaia LSST Sinergy – Coord. **G. Clementini** (OAS-Bo)

4GRounds = 4MOST Gaia RR Lyrae Survey – Coord. **M. Bellazzini** (OAS-Bo)

Leaderships:

The members of our team include internationally recognized experts with more than 20 years activity and expertise in the fields interested by SHOT: Astrometry, Asteroseismology, Relativity, Stellar evolution models, Stellar pulsation models, Stellar populations, Photometry and time series analysis of variable stars, Cepheids and RR Lyrae stars with Gaia (leadership in Gaia DPAC) + **ISSI Team**

Criticita':

Manpower needs to be hired to carry out the huge amount of work required by the SHOT project.

ECOUCD

Exploiting, Cataloging and Observing Ultra-Cool Dwarfs

Lowest mass stars to planetary masses...

UCDs useful for formation mechanisms, evolutionary processes, exoplanet analogs, etc..

Two main over-riding projects
100pc census to M9 (300K)
→ mostly Gaia parallaxes

20pc census to Y3 (3K)
→ 30-40% too faint for Gaia

Richard Smart
INAF-OATo
(for the ECOUCD Team)



Gaia Catalogue of Nearby Stars

Full census of solar neighbourhood

331K objects $d < 100\text{pc}$.

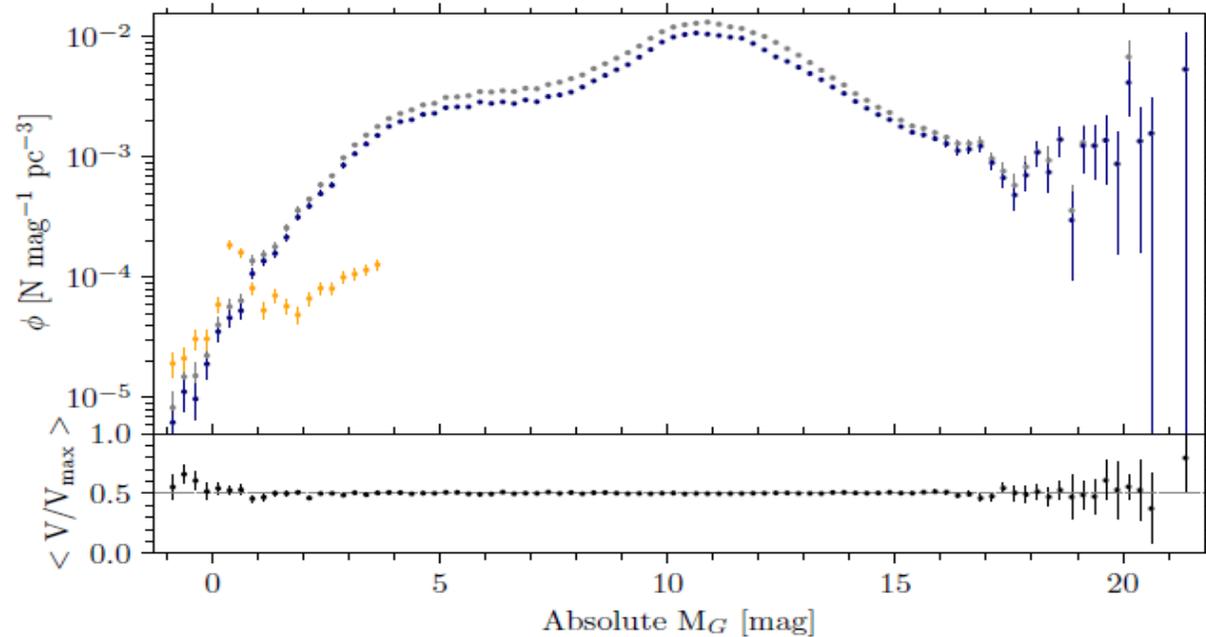
92% complete to M9

32K WDs

16K wide binaries

Hyades/Coma clusters

Many halo/thick disk



Dip at ~ 17 probably stellar – substellar boundary
Gaia Collaboration, 2021 A&A, 649:6

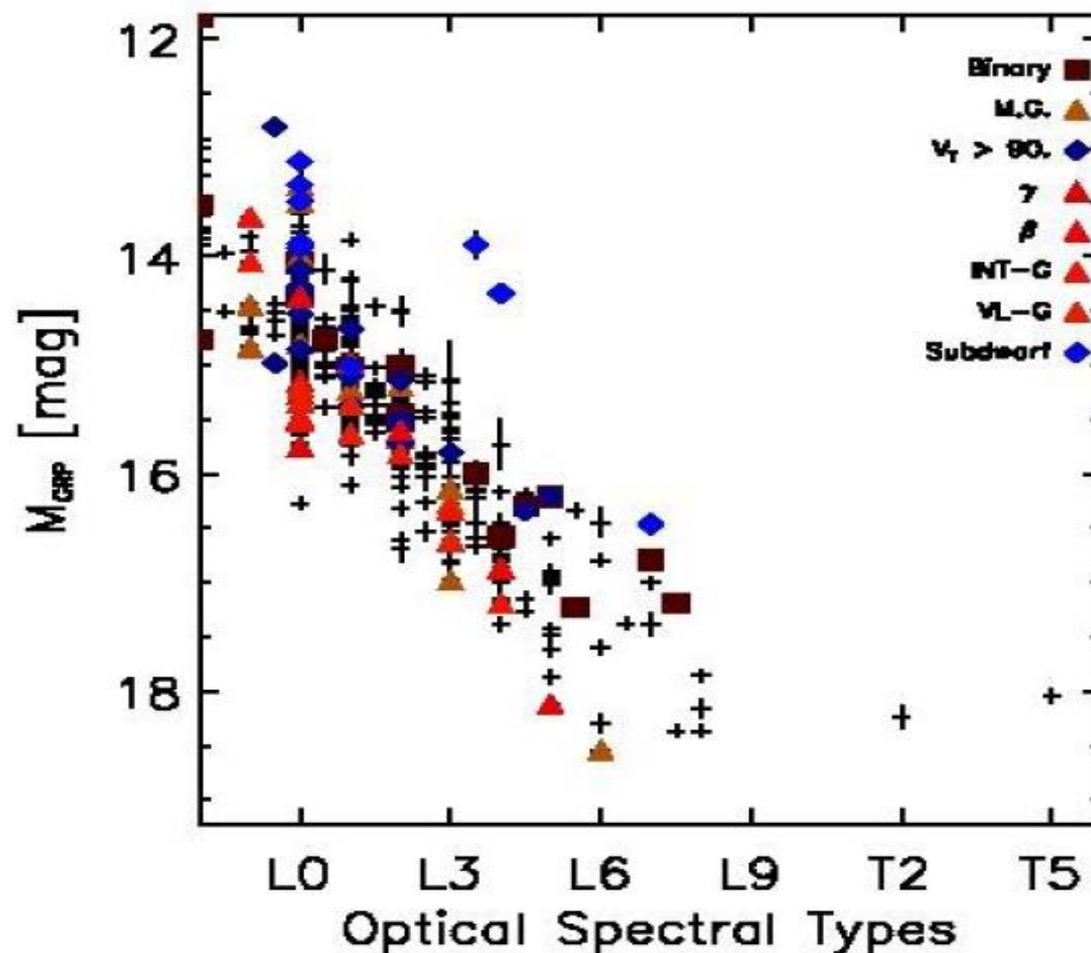
Gaia Ultracool Dwarf Sample

Gaia has over 1000 L dwarfs, 2-300 new

First census of M7-M9 dwarfs, 90K in total

Tens of thousands M/L/T/Y dwarfs in binary systems – most unseen

GUCDS 3 papers, sample, benchmarks, faint end of main sequence.



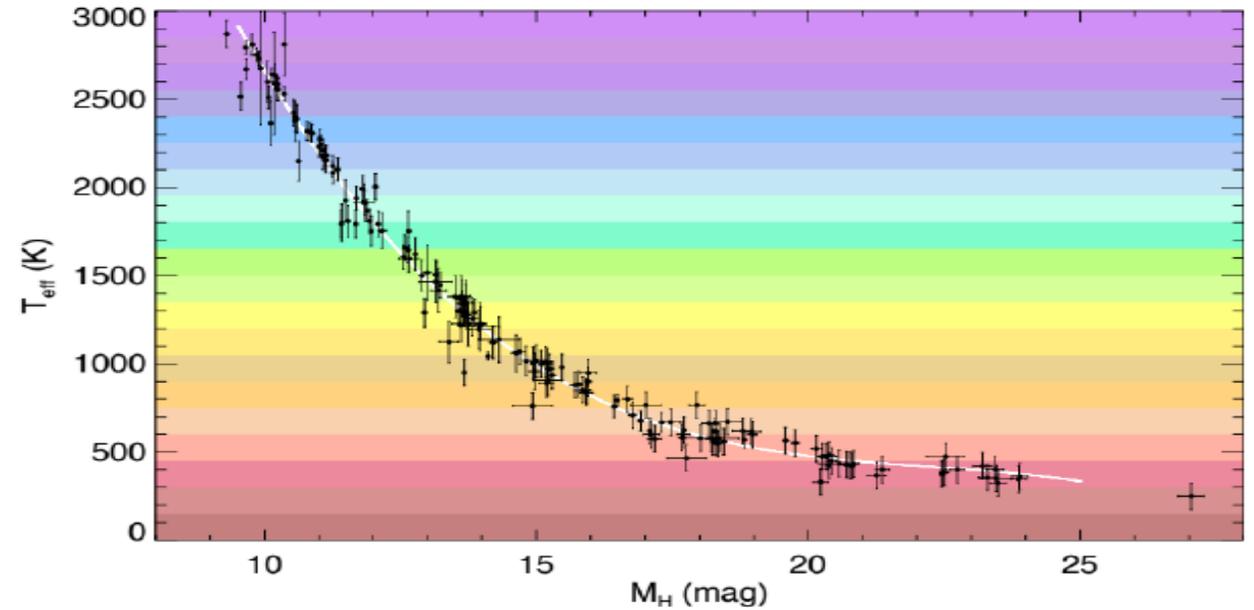
Smart et al., 2019 MNRAS, 485:4423

Filling the 20-40pc census

Around 3000 objects of which 2000 in Gaia

600 LTY objects only 100 in Gaia, rest from ground, 20pc remaining

Telescope	N(OBJ)	Time
HST/WFC3	14	20 orbits
GTC/EMIR	20	70 hr
VLT/HAWK	40	144 hr
NTT/SOFI	110	148 nights
UKIRT/WFCAM	67	140 hr



Absolute H-band magnitude vs effective temperature. The colored bands are 150K-wide temperature bins.
Kirkpatrick et al, 2021, ApJS, 253:7

NB: Gaia provides reference frame and correction from relative to absolute parallax.

Team/Institutes/Roles/FTE

Participant	Institute	Role	FTE
Richard Smart	OATo	PI GTC/NTT/UKIRT Interpretation	.4
Beatrice Bucciarelli	OATo	Reduction	.2
Luciano Nicastro	OAS	Database	.2
Mario Lattanzi	OATo	Galaxy	.1
Ummi Abbas	OATo	Binary Systems	.1
Hugh R. A. Jones	Uni. Herts	Spectroscopy	.3
Will Cooper	Uni. Herts	Spectroscopy (Student)	.6
Sayan Biag	Uni. Herts	Benchmarks (Student)	.6
Edgardo Costa	Uni. Chile	PI VLT	.2
Rene Mendez	Uni. Chile	Subdwarfs	.2
Federico Marocco	IPAC	PI HST, Mass function	.4
J. Davy Kirkpatrick	IPAC	Mass function, spectroscopy	.3
Celine Reyle	Besancon Obs.	Luminosity function	.3
Jackie K. Faherty	ANHM	Object discovery, binaries	.3
Adam Burgasser	Uni. San Diego	Spectroscopy, simulations	.3
Luis Sarro	UNED Madrid	Gaia UCDS	.3
Jose A Caballero	Cab Madrid	Binaries	.2

Programma: Galassia.TO

**Formazione ed evoluzione
chimico-dinamica della Via Lattea**

Alessandro Spagna
(OATo)

20 maggio 2022



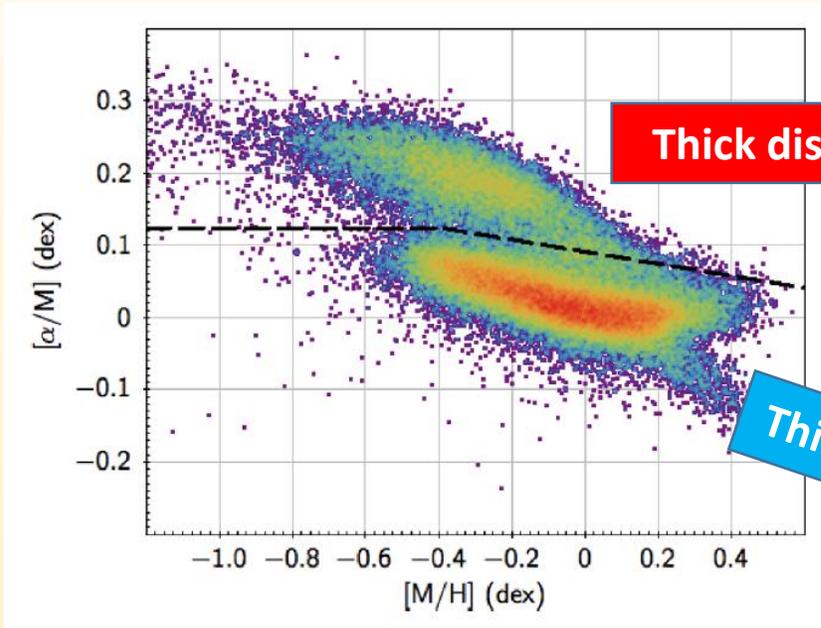
Nome	Sede	Note
Alessandro Spagna	OATo Ricercatore	Coordinatore; popolazioni stellari; metodi statistici
Paola Re Fiorentin	OATo Ricercatrice	Cataloghi; Analisi dati; modelli galattici; metodi statistici;
Mario G. Lattanzi	OATo Dirigente Ricerca	Astrometria; cataloghi; Gaia; modelli galattici
Ronald Drimmel	Primo Ricercatore	Disco galattico; strutture non assi-simmetriche; estinzione interstellare
Eloisa Poggio	OCA (Nizza) Associata INAF	Disco galattico; strutture non assi-simmetriche
Giuseppe Murante	OATs Ricercatore	Dinamica galattica; simulazioni di galassie a disco
Anna Curir	OATo Associata INAF	Dinamica galattica; simulazioni di galassie a disco
Michele Cignoni	Univ. Pisa Associato INAF	Evoluzione stellare; Età stellari; Storia di Formazione Stellare



Thin and Thick disk: rotation - metallicity correlation



Catalogues: Gaia DR2 + APOGEE

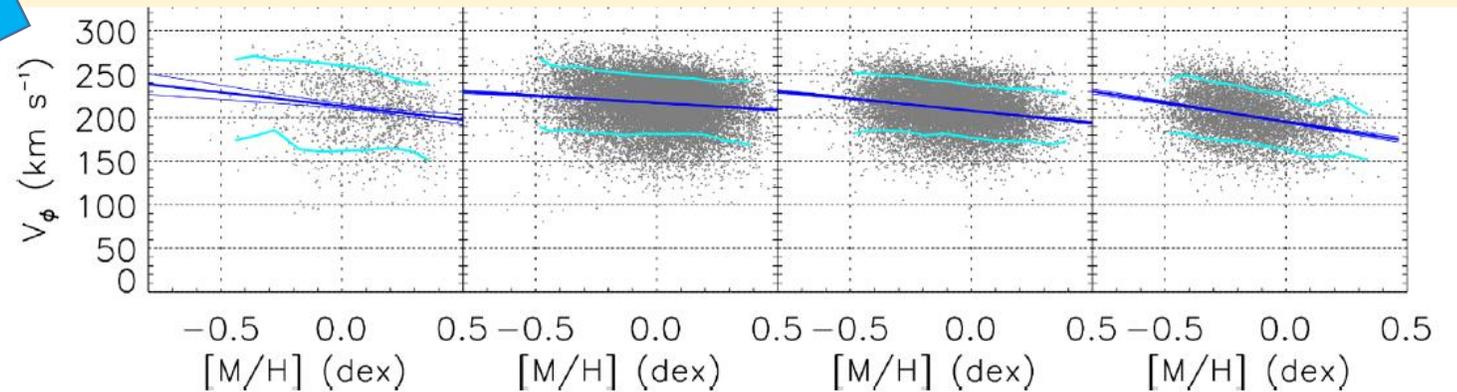
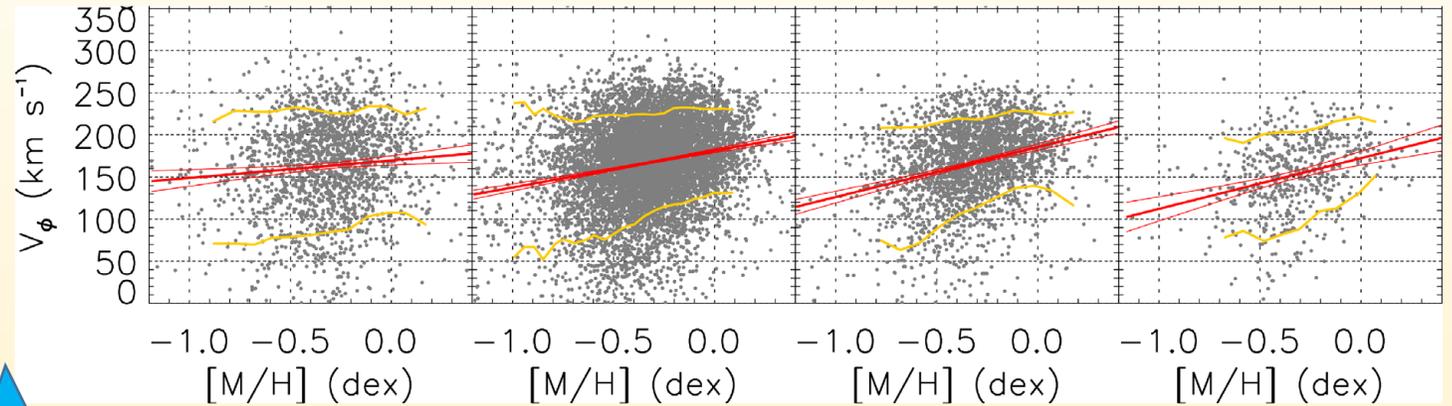


5 < R < 7 kpc

7 < R < 9 kpc

9 < R < 11 kpc

11 < R < 13 kpc



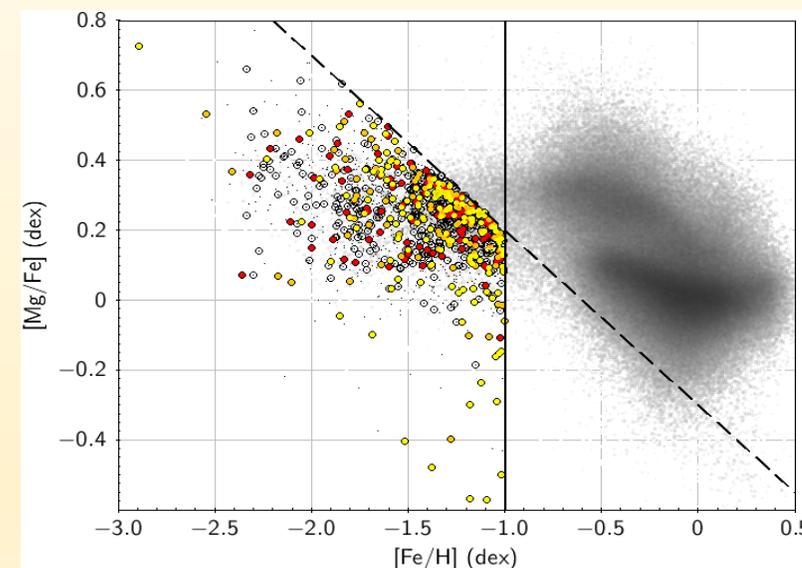
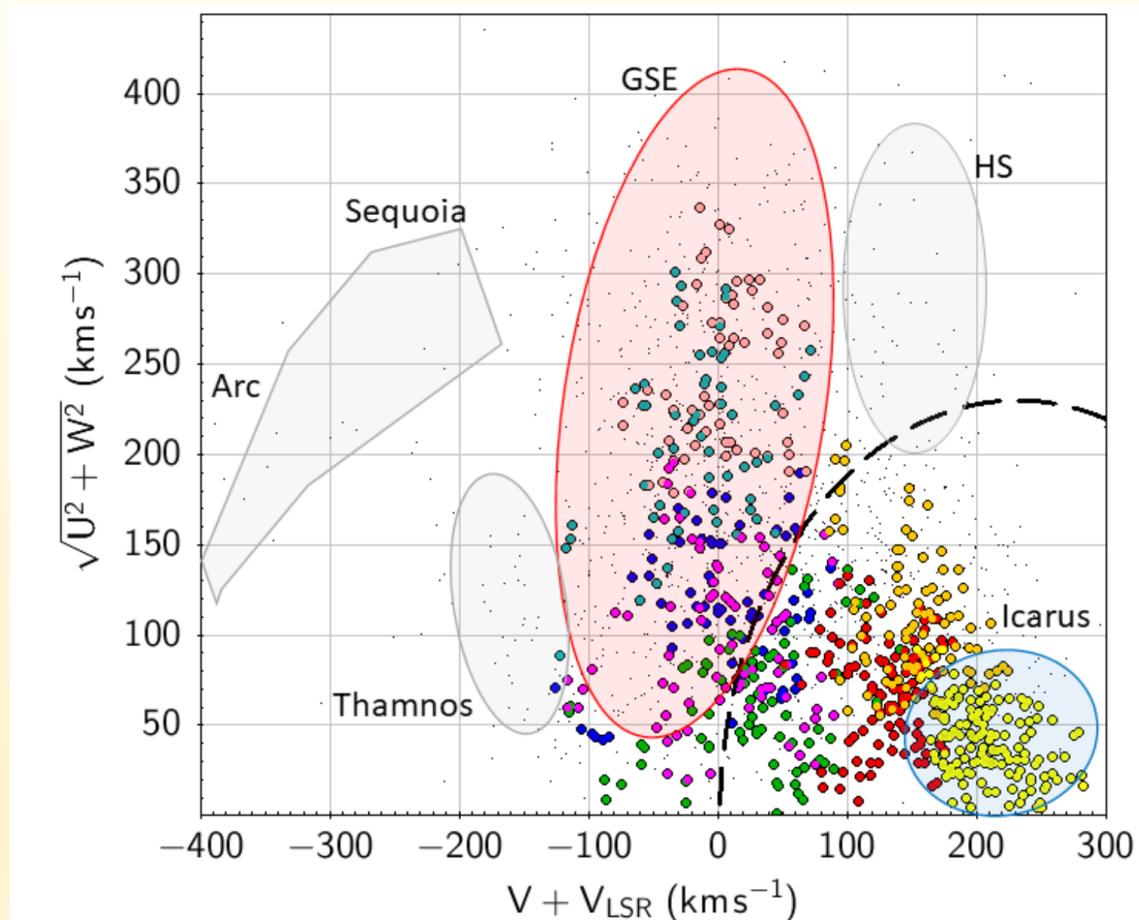
Re Fiorentin, Lattanzi, Spagna (ApJ Letter, 2019)

Spagna, Lattanzi, Re Fiorentin & Smart (A&A Letter, 2010)

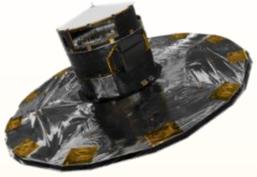


Disk stream: Icarus

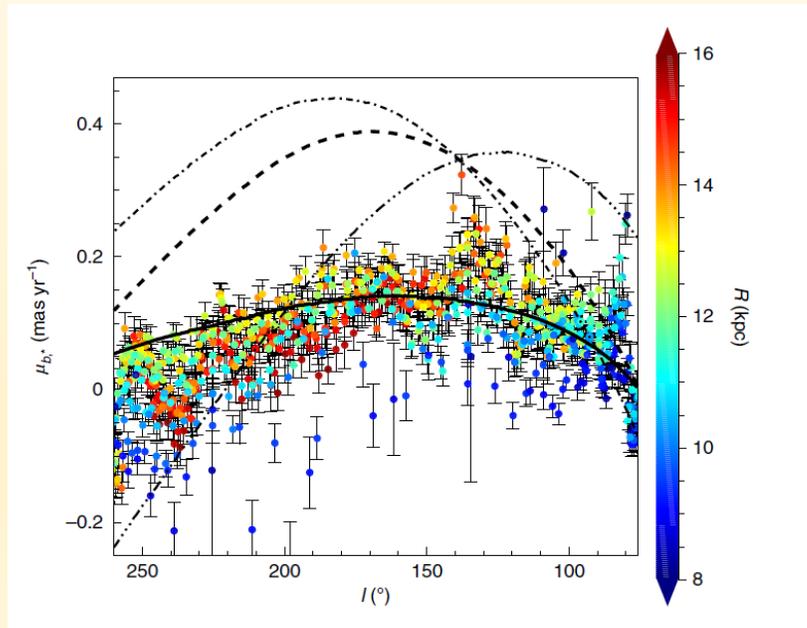
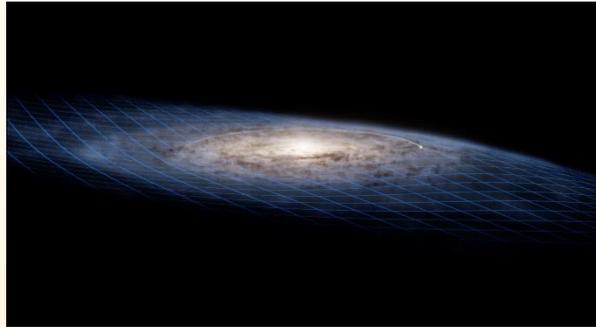
Catalogues: Gaia + APOGEE + Galah + GES



Re Fiorentin, Spagna, Lattanzi, Cignoni (ApJ Letter 2021) – Gaia DR2
Re Fiorentin, Spagna, Lattanzi, Cignoni (EAS, 2021) - Gaia EDR3

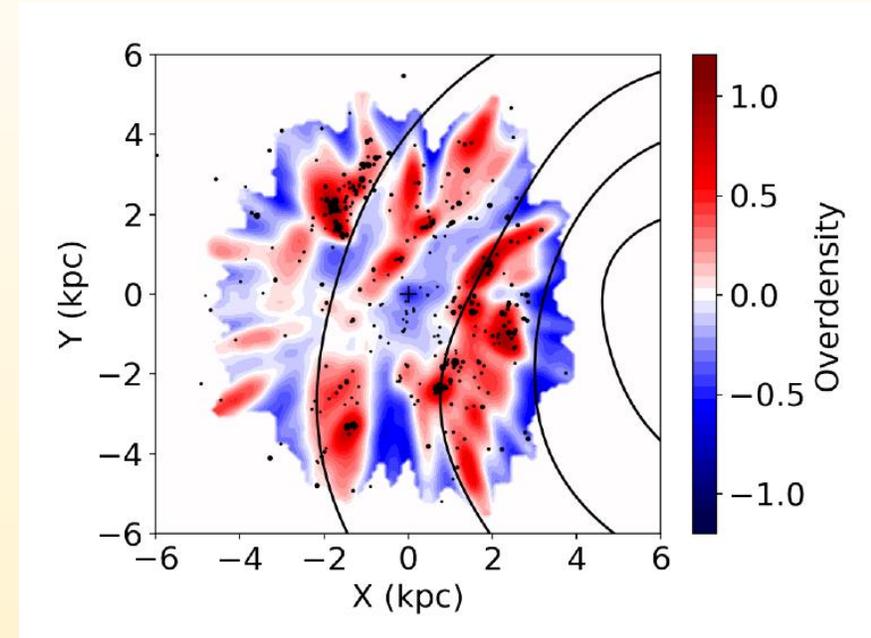


A dynamically evolving Galactic warp



Poggio, Drimmel, Lattanzi, Smart, Spagna et al (MNRAS, 2018)
E. Poggio, R. Drimmel et al. (Nat. Astr., 2020)

Galactic spiral structure revealed by Gaia



E. Poggio, R. Drimmel et al. (A&A, 2021)



Gaia DR3 – Performance Validation Paper (2022, submitted)

Gaia Data Release 3: Mapping the asymmetric disc of the Milky Way

Gaia Collaboration, R. Drimmel¹, M. Romero-Gómez², L. Chemin³, P. Ramos^{2,4}, E. Poggio⁵,¹, V. Ripepi⁶, R. Andrae⁷, R. Blomme⁸, T. Cantat-Gaudin^{2,7}, A. Castro-Ginard⁹, G. Clementini¹⁰, F. Figueras², M. Fouesneau⁷, Y. Frémat⁸, K. Jardine¹¹, S. Khanna^{12,1}, A. Lobel⁸, D.J. Marshall¹³, T. Muraveva¹⁰, A.G.A. Brown⁹, A. Vallenari¹⁴, T. Prusti¹⁵, J.H.J. de Bruijne¹⁵, I + All DPAC members

Gaia Data Release 3: Chemical cartography of the Milky Way

Gaia Collaboration, Alejandra Recio-Blanco^{1*}, G. Kordopatis¹, P. de Laverny¹, P. A. Palicio¹, A. Spagna², L. Spina³, D. Katz⁴, P. Re Fiorentin², E. Poggio^{1,2}, P. J. McMillan⁵, A. Vallenari³, M. G. Lattanzi², G. Seabroke⁶, L. Casamiquela^{8,4}, A. Bragaglia⁷, T. Antoja⁹, C. A. L. Bailer-Jones¹⁰, M. Schultheis¹, R. Andrae¹⁰, M. Fouesneau¹⁰, M. Cropper⁶, T. Cantat-Gaudin¹¹, A. Bijaoui¹, and All DPAC members¹¹

Prospettive

- Analisi di Gaia DR3 e future Data Releases
- Integrazione con survey spettroscopiche in corso (Apogee, Galah, Weave, ...)

Risorse e criticità

Necessità di finanziamenti per missioni, collaborazioni, pubblicazioni, hardware

IMPORTANTE: Questi studi non sono direttamente finanziati dal contratto INAF-ASI della partecipazione italiana alla missione Gaia



G-DPCT

The Italian Gaia Data Processing Center and beyond: AVU, OPS4, TLS

Deborah Busonero



Cambridge, UK

Geneva, Switzerland

Toulouse, France

ESAC, Spain

Barcelona, Spain

Turin, Italy

Small external contributions from:
Algeria, Brazil, Chile, Israel, United States, European Southern Observatory



- Il DPCT è uno dei 6 centri di processamento dati (DPC) del Gaia Science Ground Segment, ubicato in ALTEC a Torino. La sua realizzazione ed operatività è il risultato del lavoro di un team integrato INAF-OATo/ALTEC.
- Ideazione e progettazione del DPCT e dei sistemi AVU iniziata nel lontano 2005.
- I sistemi dell'Unità Astrometric Verification Unit costituiscono 3 dei 7 sistemi scientifici del Core Processing di Gaia che **riproduce tutta la catena di riduzione astrometrica, dalla telemetria alla produzione dei 5 parametri astrometrici di catalogo.**

OVERVIEW

- Il personale INAF coinvolto nelle attività afferisce principalmente a INAF-OATo leader per l'ideazione e realizzazione di tecniche avanzate di calibrazioni e riduzione dati per l'Astrometria a campo largo o survey-oriented a livello del microarcsec e oltre e risoluzione della sfera, e INAF-OACT per codici HPC e porting su exa-scale

OBBIETTIVO A LUNGO TERMINE: Il progetto vuole guardare oltre l'operatività della missione Gaia, con l'obiettivo di fornire alla comunità INAF e non, un Centro Dati con capacità di data analysis e di riprocessamento unico nel suo genere per l'astrofisica e le scienze e tecnologie spaziali in genere.

- Progetto OPS4-TLS verso la realizzare uno dei più avanzati sistemi di archiviazione, distribuzione, processing, analisi e sfruttamento per Big Data dedicato all'indagine dell'Universo vicino e lontano



Manifestazione di interesse per il Centro Nazionale

ORGANIZZAZIONE

INAF-OATo

definizione, progettazione, sviluppo, test e validazione dei 3 sistemi AVU e di tutte le attività di coordinamento scientifico necessarie per lo sviluppo e l'operatività del DPCT

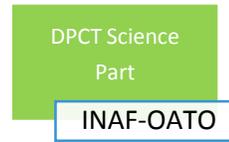
ALTEC

definizione, progettazione, implementazione, test, validazione e operazioni dell'infrastruttura HW e SW del DPCT, integrazione in ambiente operativo e operazioni di tutto il sw fornito e di tutte le attività di coordinamento tecnico necessarie per l'operatività del Centro.

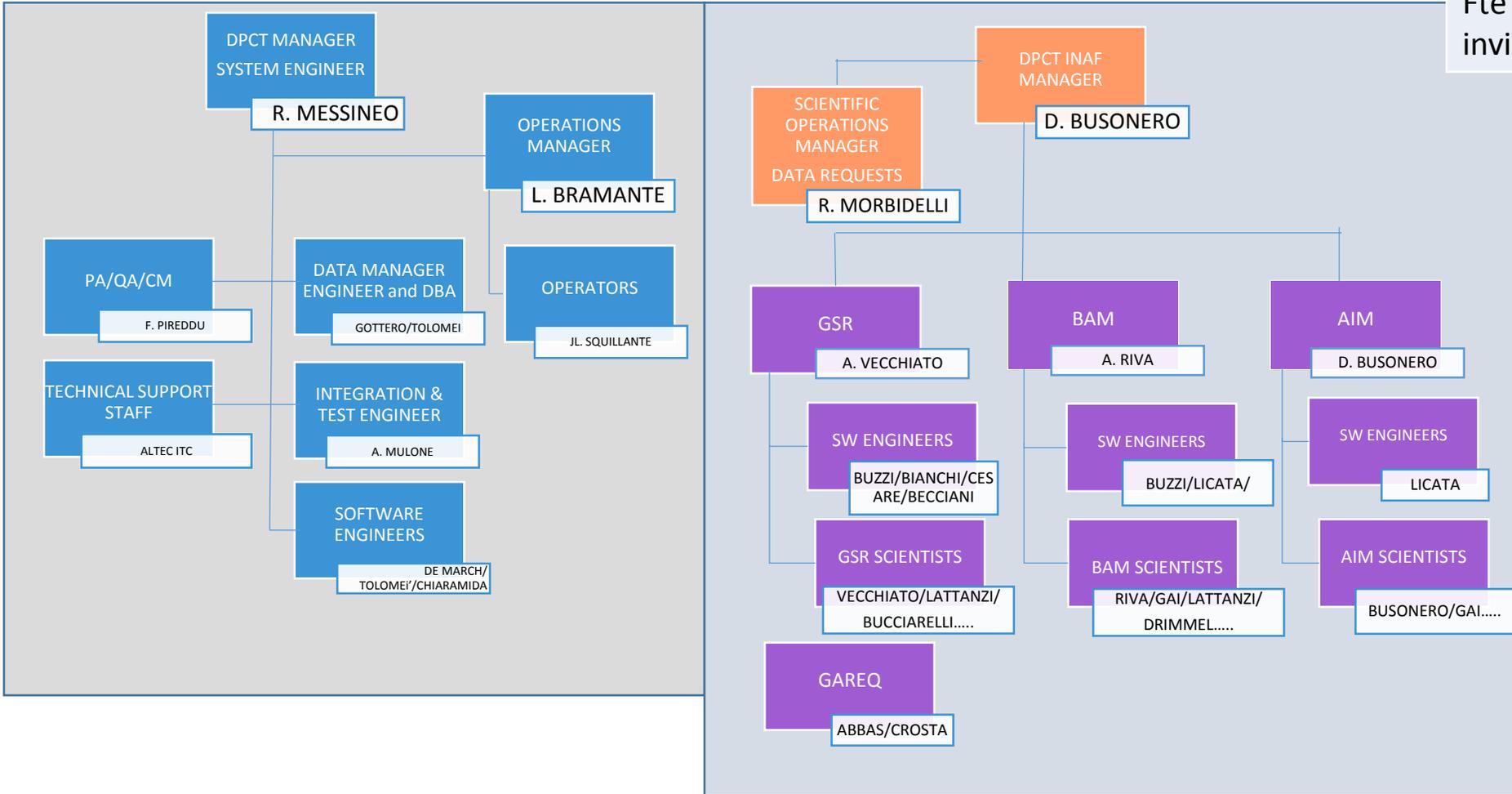
Competenze del gruppo

- Software system engineering,
- gestione di DataBase relazionali e non
- realizzazione, implementazione e operabilità di sistemi di processamento dati tipici di un segmento di terra di una missione spaziale,
- Quality e product assurance,
- data science and data analytics,
- porting su pre-Exascale e ingegnerizzazione di codici HPC.

INAF-OATo / ALTEC joint effort: THE TEAM



	TI	TD
Fte certi 22-24	12.10	7.70
Fte inviluppo	115	80



IMPORTANTE: dal 2008 al 2019 l'80% delle attività è stata portata avanti e sotto responsabilità di personale non staff. Attualmente siamo al 60%

INFRASTRUTTURA HW

- Piattaforma Operativa e di test & sviluppo
- Procurement performed incrementally according to mission needs

INTERNET LINK : 1Gbps (300 Mbps guaranteed) via GARR

STORAGE CAPACITY: **2.5 PB overall raw disk space** distributed between two HP P7400 storage units and **one P8400**.

COMPUTING : **14 servers** HP DL580 G7/G9 with a total of about **600 CPU cores and 4.5TB RAM**.

DEV & TEST: 7 servers HP

DB SERVERS: **3 servers** HP DL580 G7 (**32 cores**, 256MB RAM each) based on Oracle RAC technology (**DBMS Oracle**).

NETWORK CONNECTION: LAN network up to 10 Gbps. SAN network redundant at 8 Gbps.

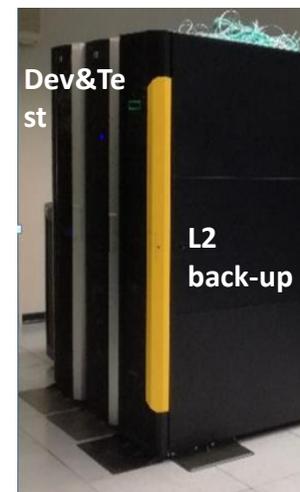
SECURITY SERVICE: redundant firewall based on pfSense, enabling secure remote access via VPN.

INFRA MONITORING AND MANAGEMENT: services based on VMWare virtual environment configured with two HP DL 580 G7 servers clustered and managed by vCenter Server.

BACKUP SERVERS: HP DL580 G7 dedicated to DB and filesystem backups from data volume snapshots.

3 LEVELS BACKUP : L1 on primary storage array, L2 on disks (StoreOnce 6600) and L3 on tape libraries (HP ESL G3).

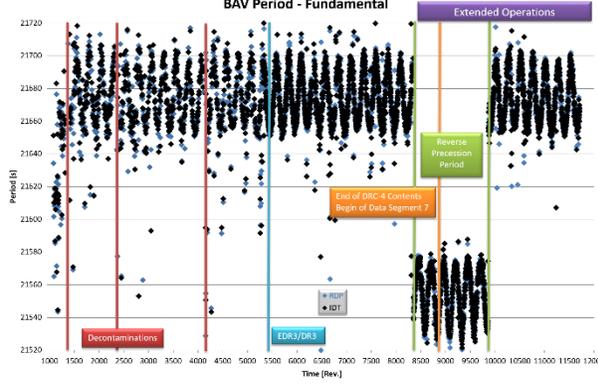
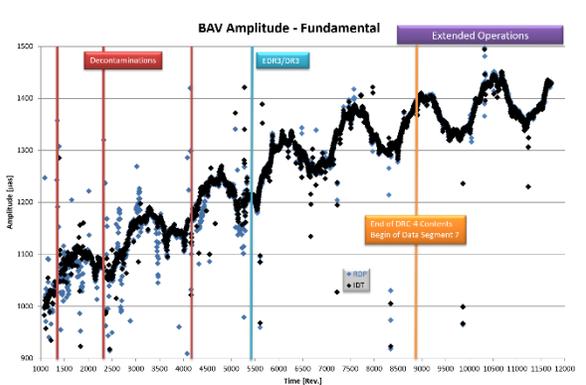
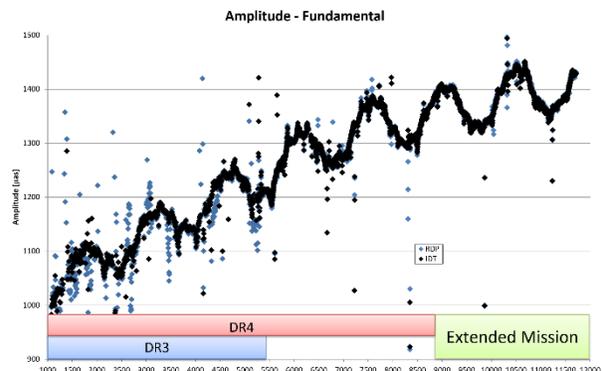
HPC INTERCONNECTION: access to HPC super computer at CINECA for dedicated processing.



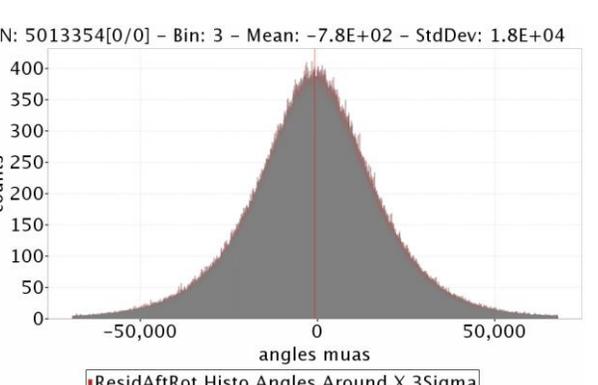
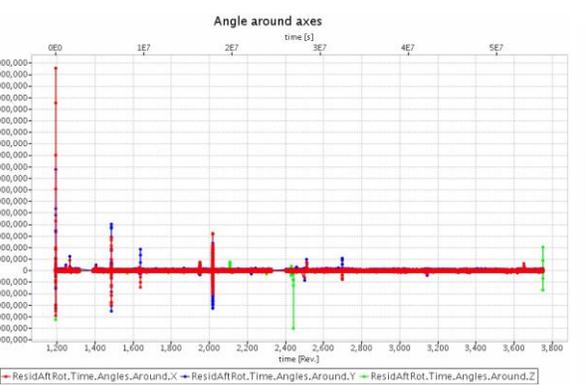
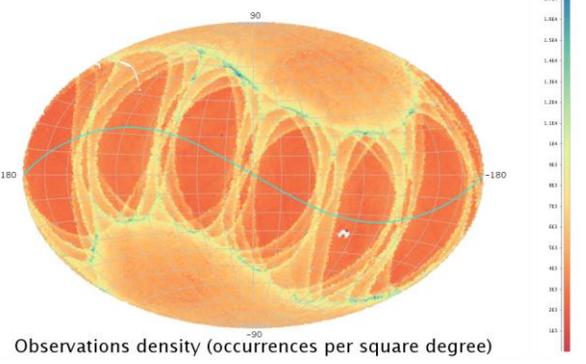
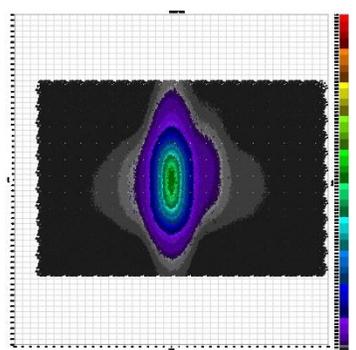
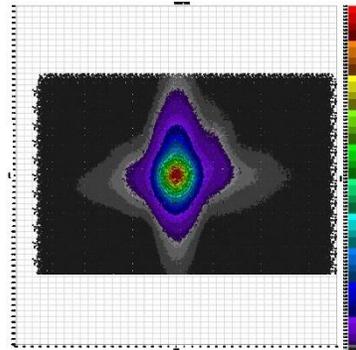
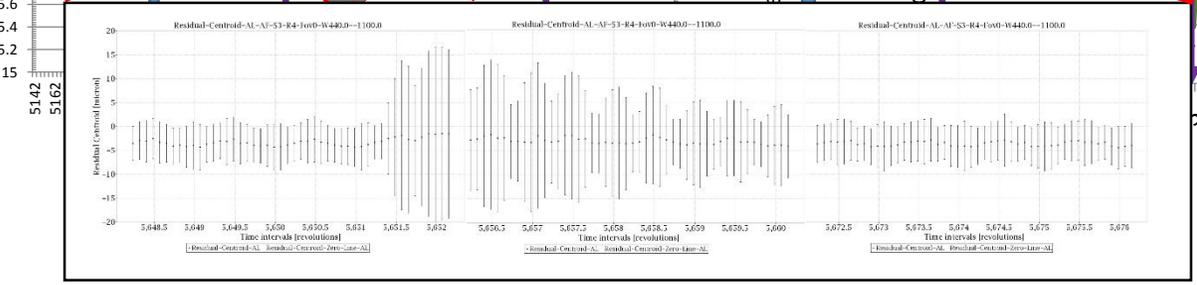
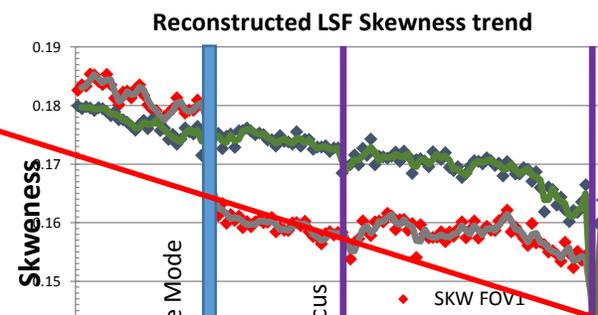
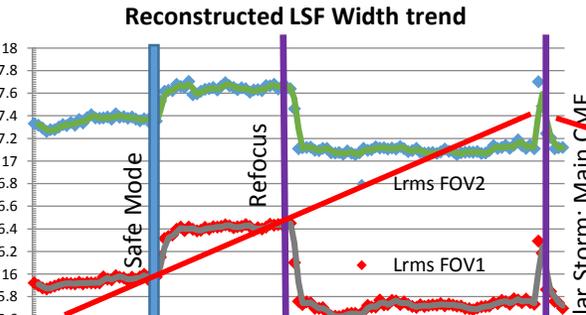
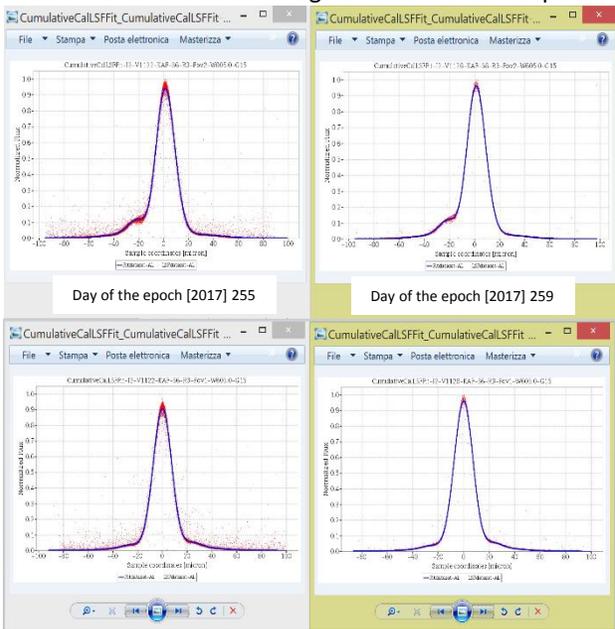
Collegamento diretto con sistemi HPC CINECA via MOU dedicato

LEADERSHIP

- Il gruppo INAF coinvolto nel progetto ha all'interno del Science Ground Segment di Gaia il ruolo di leadership di tutta la catena indipendente di validation e verification del core processing (AVU) a cui è dedicato proprio il DPC Italiano.
- Conduzione insieme ad ALTEC del DPCT: INAF DPCT Science Manager and AVU lead (Deborah Busonero); CU3 (core processing) deputy (Mario G. Lattanzi)
- Leadership nel monitoraggio dello stato del BAM e del piano focale astrometrico all'interno del gruppo dei Payload Experts che insieme al SOC è responsabile del monitoraggio dello stato del Payload e di definire le necessarie procedure di calibrazione in volo.
- Gli output delle pipeline AIM e BAM presi a supporto della proposta di estensione della missione fino al 2025
- Astrometric data handling, analysis, storage



Solar flares effects on the Gaia instrumentall response



Criticità

- **Policy DPAC** molto rigida riguardo al rilascio di documentazione o paper riguardanti i sistemi di processing e i rispettivi risultati
- **Possibili perdite di competenze del personale a contatto** in particolare quello coinvolto nelle attività di sw engineering, data scientist e data analyst
- **Investire in percorsi formativi** (dottorati, post-doc, contatti TD, tenure-track) per personale specializzato che abbia competenze sia dal lato scientifico che informatico e di supporto alla realizzazione di SGS dalla fase di messa a punto fino alla fase di post-operation

- Necessario mantenere il giusto equilibrio nel rapporto con l'Azienda.
- **Adeguati profili interni INAF** per garantire la gestione e lo sfruttamento scientifico e tecnologico di enormi moli di dati quali quelle di un Data Base tipo Gaia che è unico attualmente nel suo genere per complessità.

- I Centri di processamento dati da considerarsi infrastrutture INAF, visto l'interesse scientifico e tecnologico della comunità tutta nello sfruttamento dei dati, ben oltre la conclusione della fase operativa di una missione. Per poter garantire ciò e non aver speso sforzi invano dobbiamo coordinare in modo più organico i gruppi in INAF con tale expertise e pensare a un piano a lungo termine sia per lo sviluppo di tali centri di calcolo di scienze ground segment per missioni spaziali, che per il loro mantenimento e sfruttamento.



**INAF PTA 2021-2023 :
Audizioni «Trasversali»**



L'Universo di Gaia: partecipazione Italiana alla missione Gaia (Scienza e Tecnologia)

Scheda: GaiaUniverse

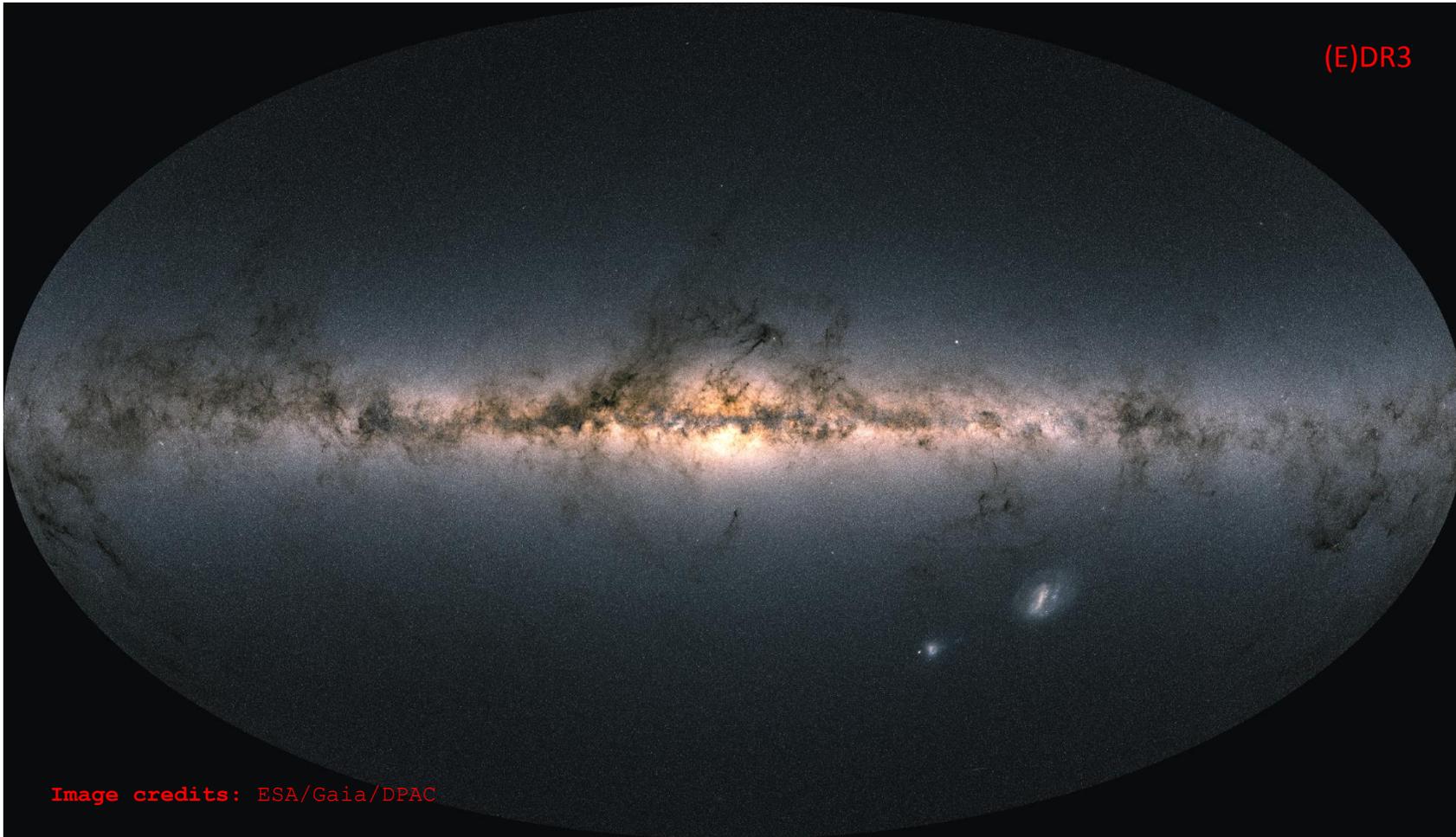
Mario G. Lattanzi (INAF-OATo)

per la partecipazione Italiana alla missione Gaia



20 maggio 2022

Aspetti Scientifici/Tecnologici



Le coordinate di circa due miliardi di oggetti sono riportate su questa mappa del cielo in coordinate Galattiche.

Come non confonderla con una vera e propria foto digitale di tutto il cielo astronomico profondo!

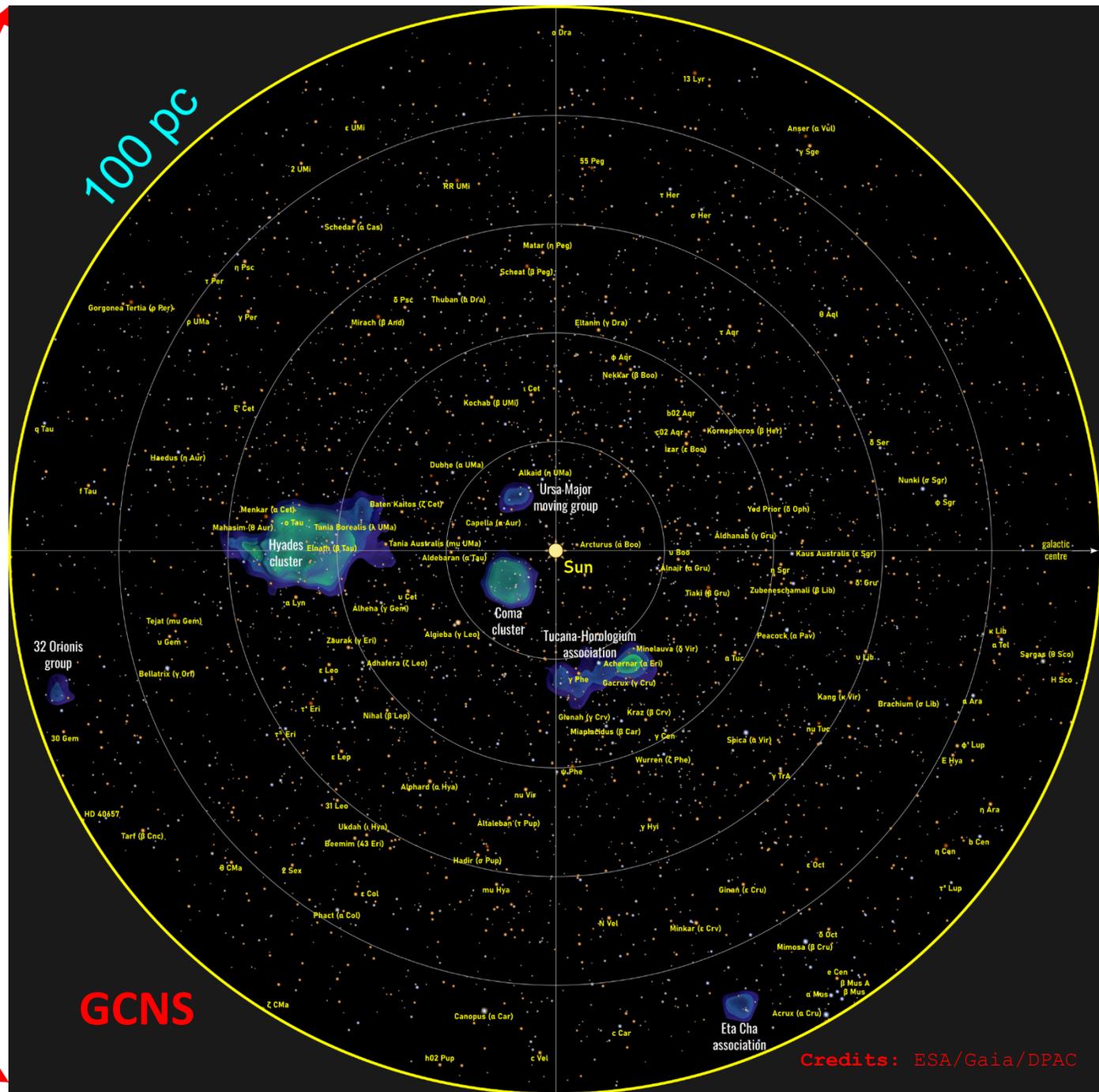
E' quanto Gaia ci ha consegnato il 3 dicembre 2020 (rilascio del catalogo (E)DR3).

E' forse questo il modo più efficace per presentare la portata del lavoro della missione Gaia: una immagine che nessuna camera su nessun satellite è, o sarà, in grado di realizzare.

... E limitandoci ai dintorni del Sole

(ad una distanza di circa 300 anni luce da esso) e selezionando solo 40.000 delle stelle censite in questo volume per cui sono state misurate distanze e velocità di ottima precisione, otteniamo.....

(Smart et al., A&A, 2021)



.....Ovvero, una “istantanea” globale che, attraverso parallassi, moti propri e velocità radiali, fornisce una visione stereoscopica in grado ANCHE di “propagarsi” avanti ed indietro nel tempo.

E la “dimensionalità stereoscopica” aumenterà con le prossime “Data Releases” con la pubblicazione di parametri astrofisici, classificazioni e serie temporali della variabilità sia astrometrica che spettro-fotometrica (DR3 il 13 giugno, «ma» solo per 34 mesi di dati..... DR4 è il vero «Treasure trove»!!!!)

Questa è dunque l’unicità della missione Gaia:

una straordinaria macchina da censimento spaziale (census machine) che sta costituendo un laboratorio dell’Universo vicino senza precedenti e che tale rimarrà per molti decenni a venire. Il «laboratorio» per la cosmologia di precisione su cui dovranno confrontarsi sia i risultati di missioni spaziali e programmi da Terra multifrequenza, sia le più avanzate simulazioni dell’astrofisica Galattica come risultato dell’evoluzione cosmologica.

Gli obiettivi principali, originari, della missione Gaia, così come definiti dal Gaia Science Team che portò all'approvazione della missione (Perryman et al, A&A, 2001,369, 339), è quello di **rivoluzionare Fisica ed Evoluzione stellare e la conoscenza della nostra Galassia come prodotto Cosmologico per una conoscenza senza precedenti del nostro posto nell'Universo.**

Realizzare quindi un formidabile laboratorio di Cosmologia Locale per testare, come il Sole per la fisica stellare, le previsioni delle più avanzate simulazioni cosmologiche a red-shift zero che tentano di riprodurre la Via Lattea.

Se la maggior parte degli oggetti censiti da Gaia è composta da stelle della Via Lattea (VL), alcune **centinaia di milioni di questi sono extragalattici** (es., stelle delle galassie nane nell'alone esterno della VL e delle Nubi di Magellano, oltre a 1.5 milioni di **QSO fino a $z=2-3$**) e **milioni di nuovi asteroidi del Sistema Solare**.

Per questo, si poteva già intravedere, fin dal concepimento della missione, la rivoluzione che Gaia avrebbe apportato anche nei campi:

- a) **della Fisica Fondamentale e dell' astronomia gravitazionale (Sistemi di Riferimento, test a tutte le scale (locale e Galattica) delle Teorie della Gravitazione, onde gravitazionali);**
- b) **della Verifica Locale delle Teorie Cosmologiche (bulge, disco spesso ed alone vicino in contesto Λ CDM);**
- c) **della Scienza dei Pianeti Extrasolari;**
- d) **dei corpi minori del Sistema Solare;**
- e) **l'astronomia extra-galattica (Galassie attive, Blazars).**

Dal punto di vista tecnologico gli aspetti principali riguardano:

- (i) un radicale cambio di paradigma nella modellizzazione dei dati astrometrici imponendo la Relatività Generale (RG);
- (ii) la caratterizzazione (calibrazione) «profonda» del payload, ovvero del sistema metrologico di monitoraggio del sistema ottico e del piano focale astrometrico e spettrofotometrico, per citare i due più critici per l'error budget di missione;
- (iii) della caratterizzazione profonda di orbita ed assetto (con particolare riferimento alla modellistica in RG=osservatore locale relativistico);
- (iv) un radicale cambio di paradigma nella gestione, riduzione ed analisi dati che ha richiesto per la prima volta la necessità di ricorrere ad una struttura Big Data (HPC and HTC).

Partecipazione Italiana.

E' fondamentale ricordare che la partecipazione Italiana nella missione Gaia è stata fin dall'inizio motivata da un interesse scientifico profondo piuttosto che meramente ingegneristico (caratteristico invece di altre partecipazioni).

Per questo la capacità della nostra comunità di sfruttare i cataloghi che si vengono rilasciando è formidabile.

Programmazione

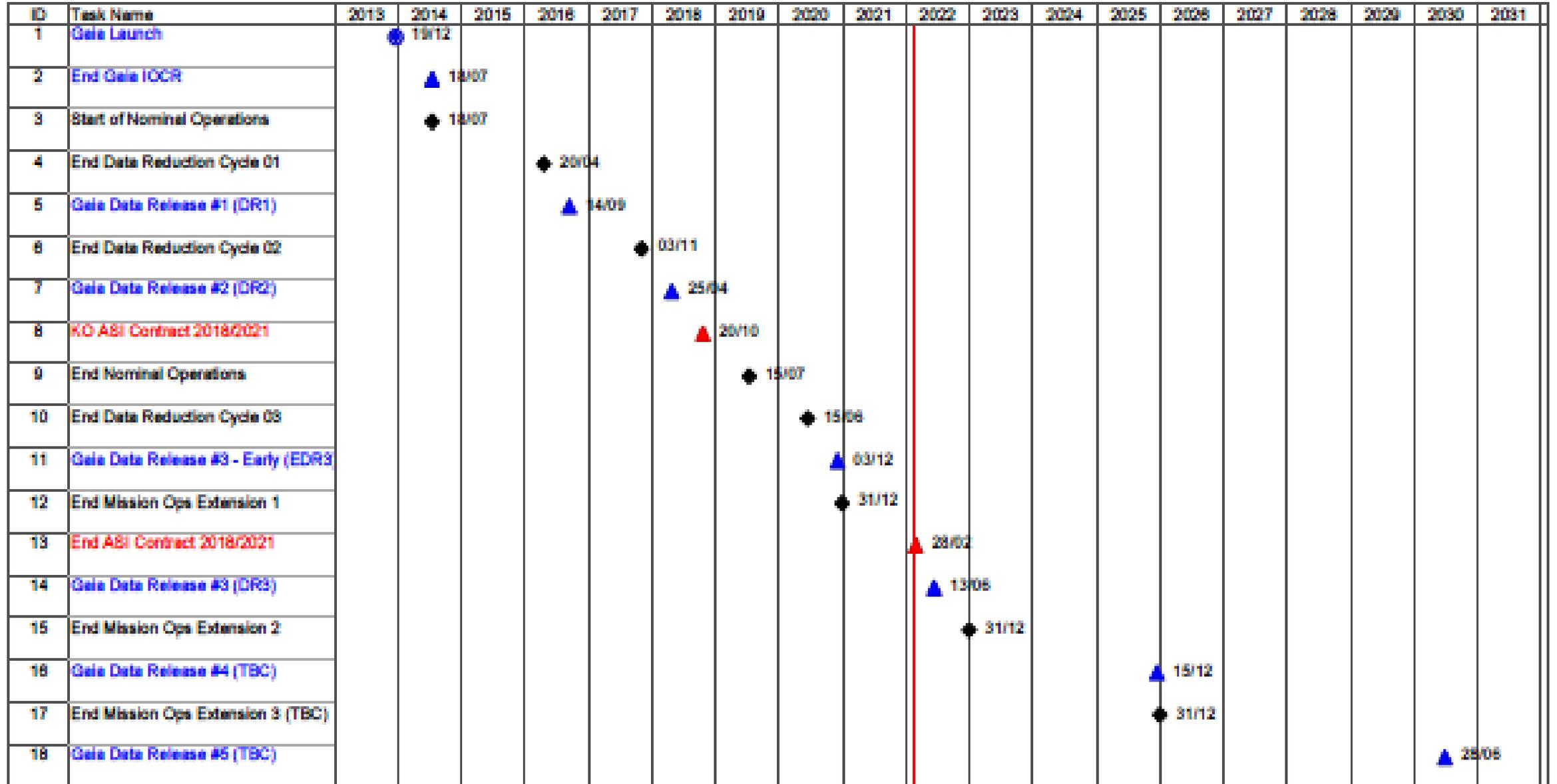


Figura 1. Pianificazione del DPAC che mostra le date di conclusione di ciascun ciclo e delle data-release intermedie

Team/FTE

La complessa partecipazione Italiana impatta, con compiti altamente qualificati, **la maggior parte delle Coordination Units (CUs) su cui si articola il consorzio Europeo DPAC**. Questo comporta che l'Italia contribuisce SW e supporto alla sua integrazione, non solo al DPCT, ma anche ai di DPC di Cambridge (CU5), Ginevra (CU7), Tolosa e Madrid (CU3, CU4).

IL contributo Italiano è ripresentato ad alto livello con il Product Tree/WBS qui di seguito.

Tutti WP che iniziano con la lettera “G” (per Gaia) provengono dalla WBS delle “task” di elaborazione di primo livello ed analisi dati Gaia del DPAC. I WP che iniziano con “I” (per “Italian”) si riferiscono ai WP specifici/aggiuntivi dei contratti con ASI, compreso l'IWP-M-900 a supporto della partecipazione degli scienziati INAF alla CU9 (escluse le FTE per il team Gaia di SSDC).

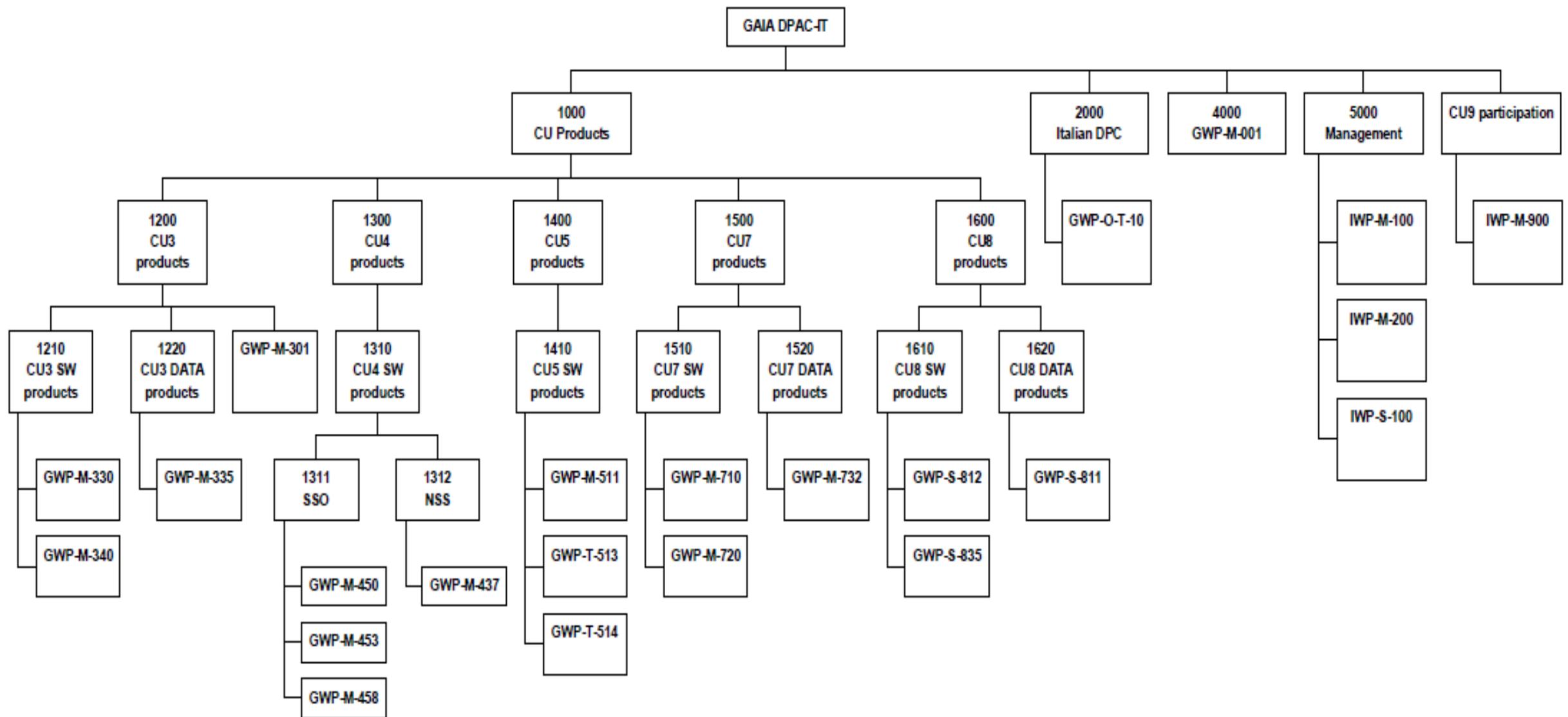


Figure 1. Top-level WBS of the Italian Participation in DPAC

La «governance» della partecipazione Italiana, che copra tutta l'Italia, è realizzata via un contratto ASI-INAF primario: allo sforzo finanziario dell'ASI corrisponde un contributo equivalente INAF con FTE di proprio personale.

A questo si aggiungono un contratto industriale (alla ALTEC, To) per la realizzazione e le operazioni dell'Infrastruttura (HW e SW) del Data Processing Center Italiano (DPCT) e altro accordo ASI-INAF per il Gaia Team presso l'SSDC. La Figura 1 allegata per questa sezione riassume l'organizzazione attraverso la quale opera il nostro Team. Un agile Ufficio di Progetto Italiano (OATo), supportato dal Gruppo di Coordinamento, assicura sia il coordinamento Nazionale (in particolare con ASI) che quello con il Project Office del DPAC).



The INAF contribution (organization & work)

The Italian contribution to DPAC is (numerically) first with that of France at approx. 19 % of the total FTE effort.

~ 30 FTE/yr of INAF staff and contract personnel (spread over just above 60 colleagues!!).

S. Randich is Member of the GST, A. Vallenari is DPAC Deputy Chair

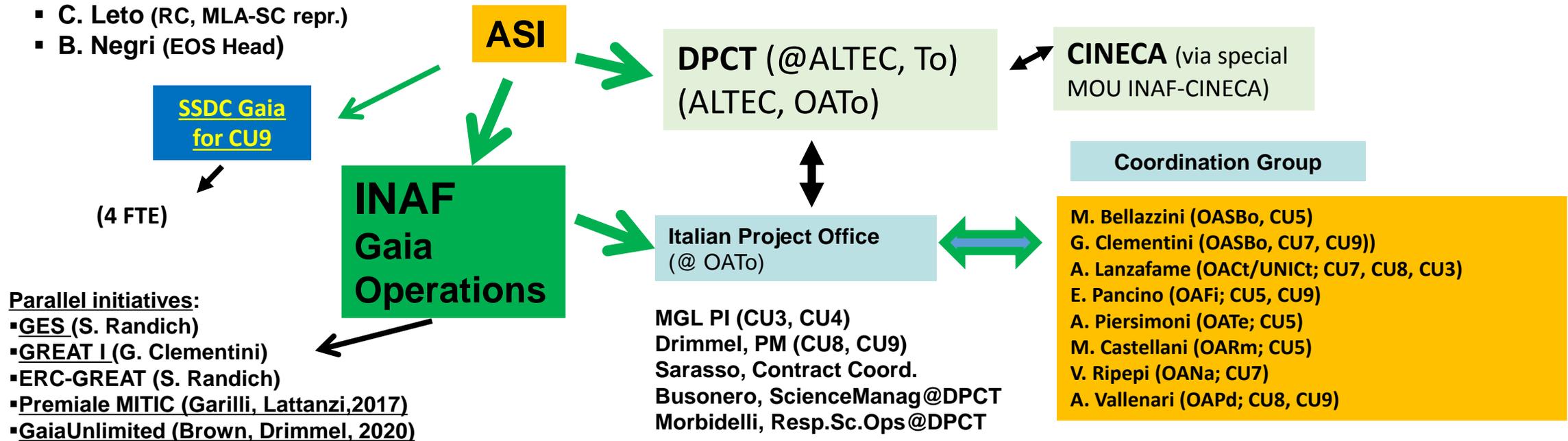


Figura 1 Scheda GaiaUniverse-0. Organizzazione del Team INAF

46 FTEs da personale INAF con una percentuale del 62% al 75% di TI nel triennio 2022-2024 (compreso) + circa 6 FTE di personale, strutturato e non, solo affiliato.

A queste 52 FTE vanno aggiunte quelle della scheda GDPCT.

Fondi/Supporto

+ 1.46 M€ per 2022-2023-2024

(somma del solo nuovo Addendum ASI-INAF,
ADDENDUM n. 2018-24-HH.1-2022)

Risultati : Scientifici e tecnologici

E' fondamentale ricordare che **la partecipazione Italiana** nella missione Gaia è stata fin dall'inizio **motivata da un interesse scientifico** piuttosto che meramente ingegneristico (caratteristico invece di altre partecipazioni).

Per questo la capacità della nostra comunità di sfruttare i cataloghi che si rilasciano si conferma formidabile/ad altissimo valore aggiunto.

Limitandoci alla **prossima release** (DR3) abbiamo che

Su 9 Performance Verification Papers (PVP):

- 2 led by Italians (22%)
- 4 with Italians in top 5
- 1 with Italian in top 10

Su 35 CU level (processing) papers:

- 6 led by Italians (17%)
- 6 with Italians in top 5
- 3 with Italians in top 1

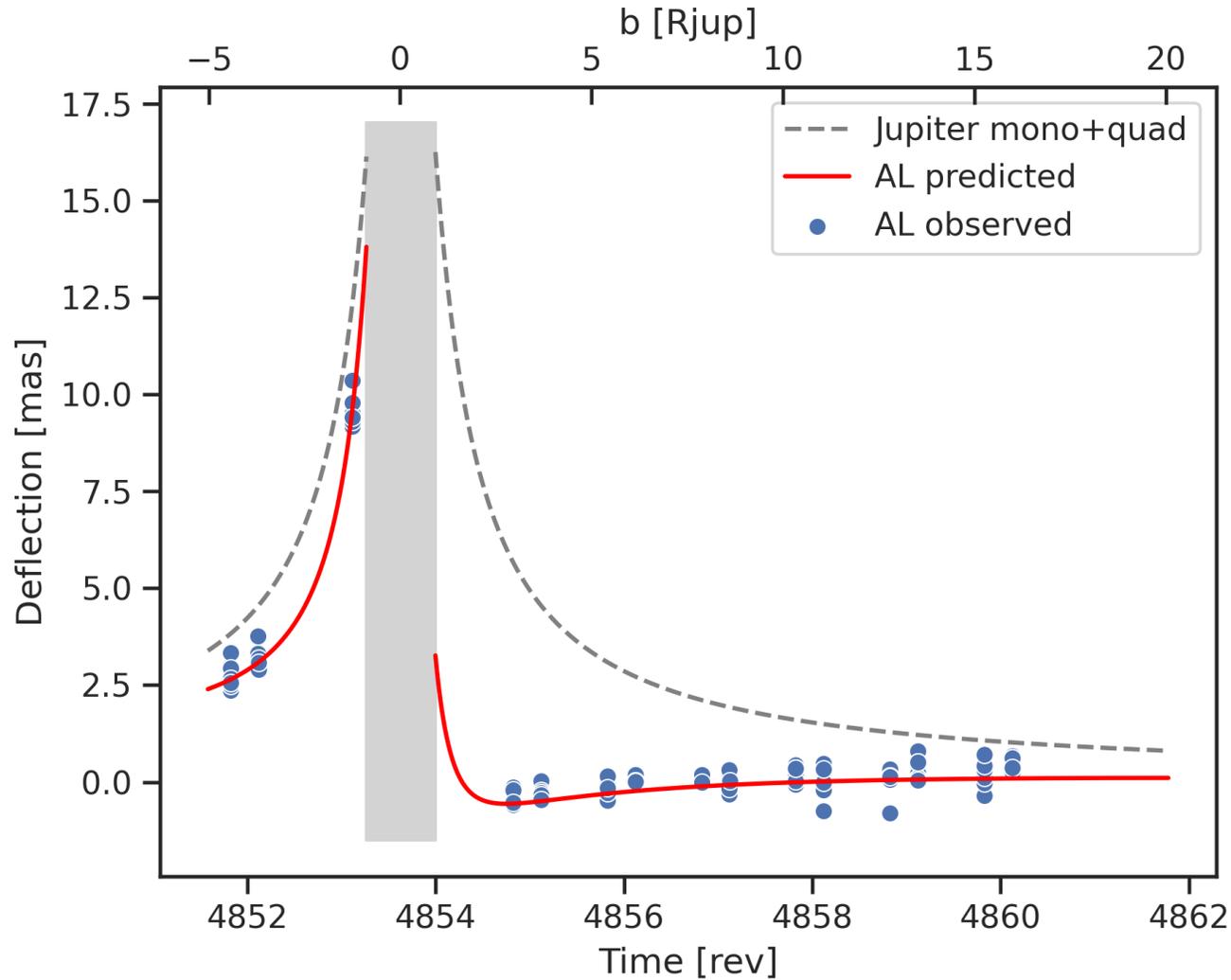
Performance Verification Papers:

1. Gaia Data Release 3: Mapping the asymmetric disc of the Milky Way Gaia Collaboration, Drimmel, R., et al.
2. Gaia Data Release 3: The Galaxy in your preferred colours. Synthetic photometry from Gaia low-resolution spectra Gaia Collaboration, Montegriffo, P., et al.

Gaia DR3 Processing papers (6 out of 35):

1. *Gaia Data Release 3: External calibration of the low-resolution spectroscopic data*, Montegriffo, et al.;
2. *Gaia Data Release 3: Solar like variability, rotation modulation stars*, Di Stefano, et al.
3. *Gaia Data Release 3: Specific processing and validation of all-sky RR Lyrae and Cepheid stars - the Cepheid sample*, Ripepi, et al.
4. *Gaia Data Release 3: Specific processing and validation of all-sky RR Lyrae and Cepheid stars - the RR Lyrae sample*, Clementini, et al.
5. *Gaia Data Release 3: The first catalogue of variable active galactic nuclei*, Carnerero, et al.
6. *Gaia Data Release 3: Stellar chromospheric activity and mass accretion from Ca II IRT observed by the Radial Velocity Spectrometer*, Lanzafame, et al.

Migliaia (!!) di rapporti tecnico-scientifici al livello DPAC e di pipelines....!! (GDPCT)



(Abbas, Bucciarelli, Crosta, Lattanzi et al, AA, 2022, accepted)

Prima uscita dell'esperimento **GAREQ (Deflessione della luce da parte di Giove)**. Esperimento ESA, non parte del DPAC routine processing).

La leadership della partecipazione nazionale a Gaia è dell'INAF, infatti, nonostante alcuni rilevanti contributi Universitari (realizzati attraverso il meccanismo dell'associatura) si può dire la partecipazione in Gaia è «all-INAF».

Sul piano internazionale, lo sforzo Italiano (INAF), attorno al 18%, è secondo solo, con un minimo scarto, alla partecipazione Francese. Come detto in precedenza ed illustrato nel dettaglio della scheda GaiaUniverse-0, le responsabilità Italiane a tutti i livelli della «governance» della missione (sia al livello ESA che DPAC) è di alto livello.

Il livello di Leadership internazionale è confermato, e.g., dal numero di pubblicazioni a primo autore INAF che accompagnano la DR3 in uscita il 13 giugno prossimo, a cui si aggiunge il «Summary» paper che accompagna la prossima release che questa volta è stato affidato a Vallenari (Gaia Data Release 3: Summary of the contents and survey properties Gaia Collaboration, Vallenari, A., et al.)

Prospettive

Con la DR4 ci aspettiamo la «valanga» Gaia (7 anni di dati):

- Il catalogo Gaia dei Pianeti Extrasolari!
- Le misure di fisica fondamentale
- GW cosmologiche?
- Performance del payload/satellite sul medio e lungo termine

.....

Criticità

- FTE stabilizzate ASI (supporto INAF alle operations → dalla EDR3 science driven)
- Strettissimo controllo ASI sull'utilizzo fondi (tagli su miscellanea, HW....) : solo attività strettamente legate alle operations di Gaia finanziabili
- Supporto (in «matching funds») di Dottorati : problema serio
- Difficoltà delle amm.ni locali verso le necessità operative >> maggiore supporto diretto per questi progetti da parte della struttura centrale. Necessità di audizioni in sede centrale (coordinamento PI's).
- Legacy (scientifica e tecnologica –DPCT/OPS4/TLS)