



Cosmologia Locale-Astrofisica della Galassia

Possibilità di tesi triennali e magistrali

Beatrice Bucciarelli

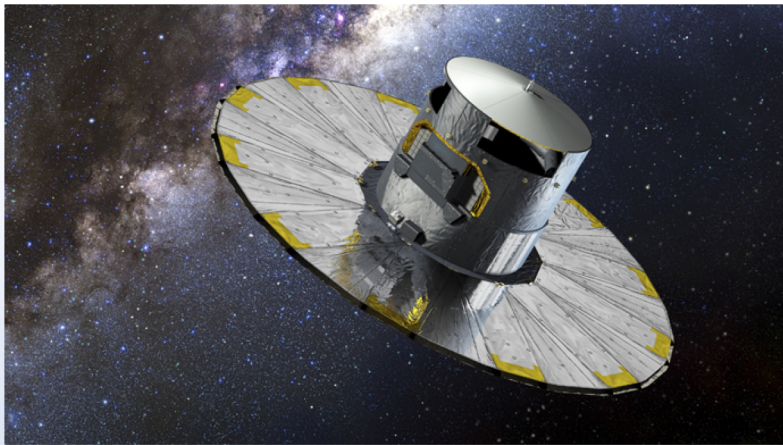
beatrice.bucciarelli@inaf.it

Corso di riferimento consigliato

(https://www.fisicamagistrale.unito.it/do/corsi.pl/Show?_id=2708): **Metodi di**

Astrometria per Astrofisica (MFN 1513, Drs. B. Bucciarelli, M.G. Lattanzi).

(Si veda anche <https://www.oato.inaf.it/ricerca/aree-di-ricerca/cosmologia-locale/>)



The Gaia Revolution

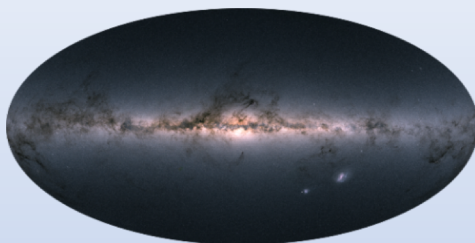
<https://www.cosmos.esa.int/web/gaia/home>



Gaia DR3, giugno 2022



Cosmologia Locale @OATo: tematiche



*Survey stellari, popolazioni stellari
e cataloghi astronomici*

beatrice.bucciarelli@inaf.it

richard.smart@inaf.it

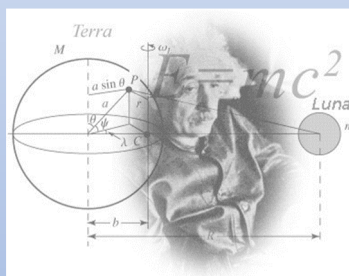
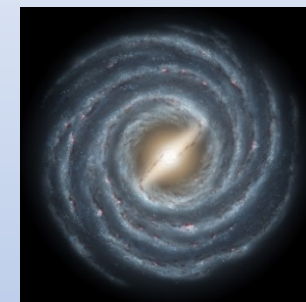
alessandro.spagna@inaf.it

*Evoluzione chimico-dinamica e
strutture della Via Lattea*

ronald.drimmel@inaf.it

paola.refiorentin@inaf.it

alessandro.spagna@inaf.it



*Astronomia gravitazionale e
Relativistica*

mariateresa.crosta@inaf.it

mario.lattanzi@inaf.it

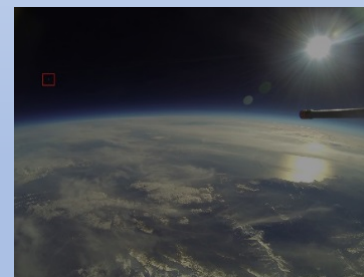
alberto.vecchiato@inaf.it

*High Performance Computing
e uso di Big Data astronomici*

alberto.vecchiato@inaf.it

bucciarelli.beatrice@inaf.it

deborah.busonero@inaf.it



*Tecnologie astronomiche:
sviluppo e calibrazione di
strumentazione ad altissima
precisione*

deborah.busonero@inaf.it

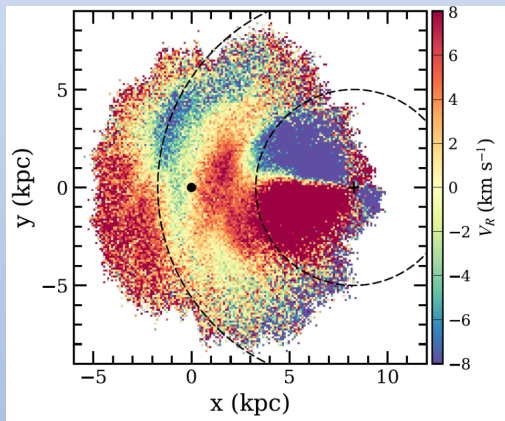
mario.gai@inaf.it

alberto.riva@inaf.it

Evoluzione chimico-dinamica della Via Lattea

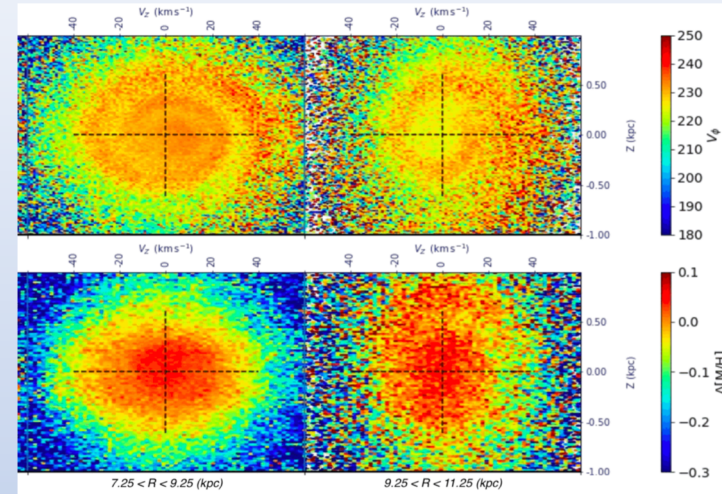
Segnature chimico-cinematiche:

- Disco spesso
- Streams nell'alone e nel disco come traccianti dell'evoluzione Cosmologica della Via Lattea
- Perturbazioni chimico-dinamiche del disco sottile (v. fig. a destra)



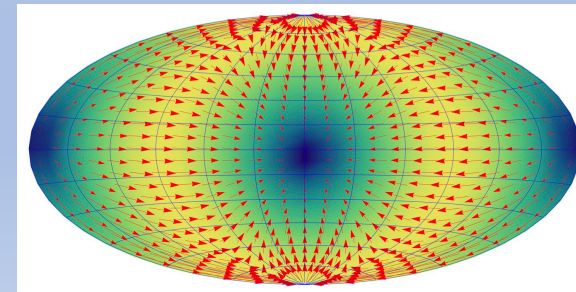
Posizione e moto del sole nella Via Lattea:

- Determinazione di R_0
- Oorts' parameters
- Pattern di moti propri di QSO



Strutture asimmetriche del disco Galattico:

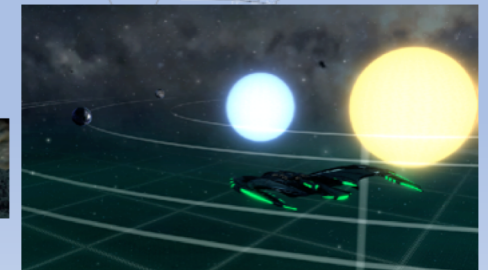
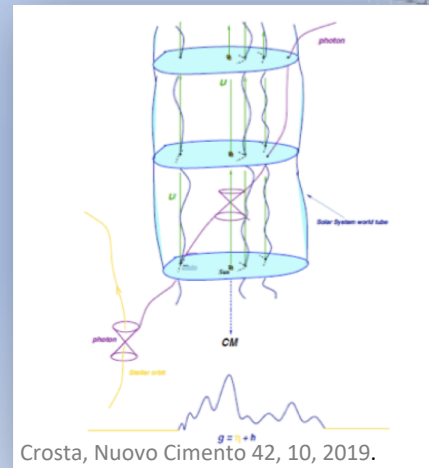
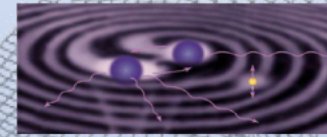
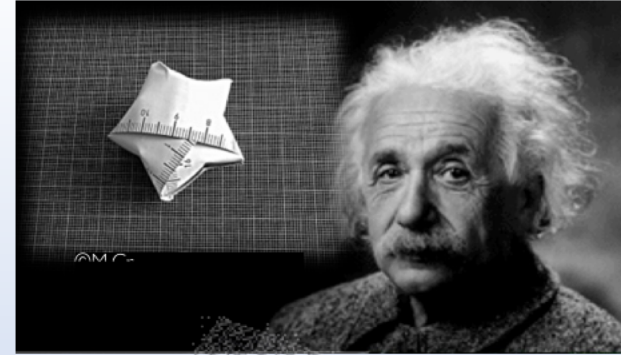
- Bracci di spirale
- Warp del disco Galattico
- Barra (v. fig. a sinistra)
- Stelle iper veloci e struttura del Bulge della Via Lattea



Astronomia Gravitazionale e Relativistica

Applicazione consistente all'astronomia della teoria della misura in Relativita' Generale dalle scale del Sistema Solare a quelle dell'Universo vicino

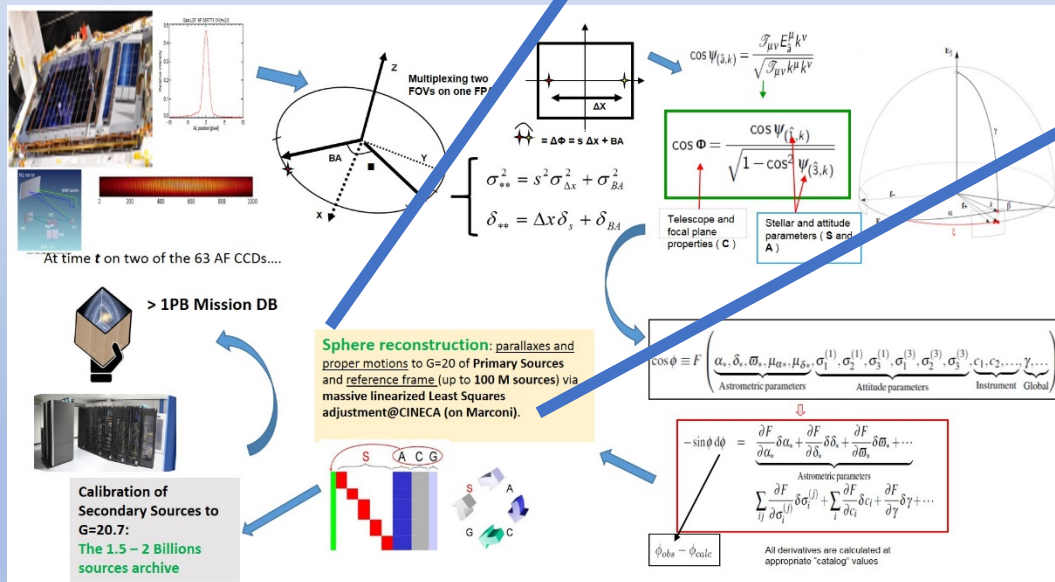
- Impatto della 'metrologia gravitazionale' (GR) in astrofisica e cosmologia, nonché come test di fisica fondamentale (es., teorie alternative alla GR, ruolo di DM e DE)
- Sviluppo di modelli teorici, analitici e/o numerici completamente basati sulla GR, necessari per trattare osservazioni accurate al micro-secondo d'arco all'interno di campi gravitazionali dinamici (Sistema Solare)
- Ricostruzione delle traiettorie di propagazione della luce da stelle a osservatore (geodetiche nulle) in un sistema di riferimento quadridimensionale (relativistico)



Modern Astrometry & High Performance Computing e

How Gaia's astrometry works

Massive linearized Least Squares adjustment needing super-computers



(Vecchiato, Bucciarelli, Lattanzi, et al. 2018)

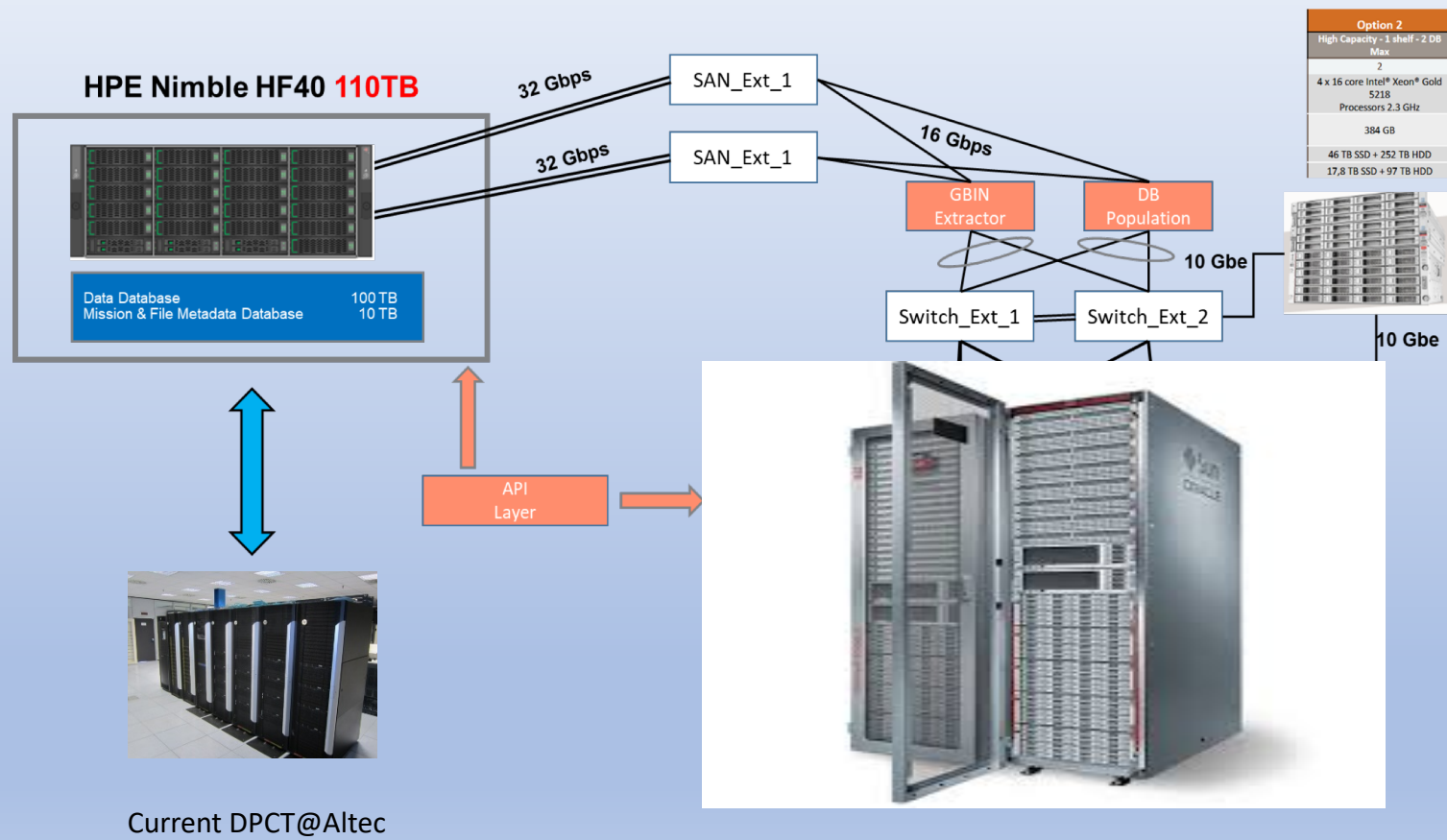
Sphere reconstruction: parallaxes and proper motions to $G=20$ of **Primary Sources** and reference frame (up to **100 M** sources) via massive linearized Least Squares adjustment@CINECA (on Marconi).



- Le Equazioni fondamentali dell'Astrometria Moderna (relativistica)
- Metodi «ottimi» per la loro soluzione, incluso il calcolo delle covarianze
- Analisi delle correlazioni

.....e uso di Big Data astronomici

The Living Sky (TLS): added INAF-OATo facility (OPS4-Expansion) to the current infrastructure of the Gaia Data Processing (and Analysis) Center (DPCT) facility at ALTEC (Torino). TLS specifically designed for big data exploitation (deep mining).

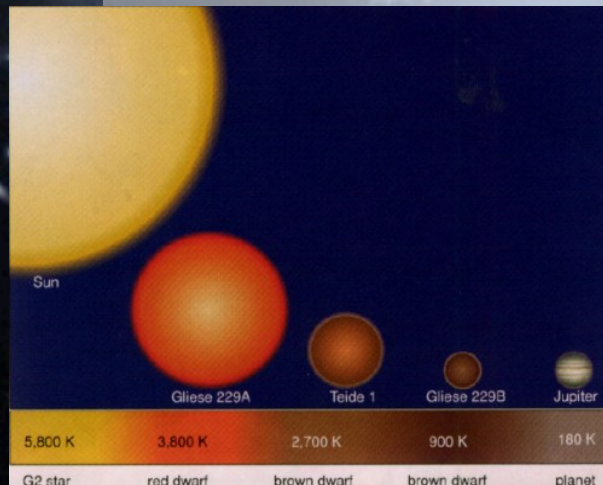
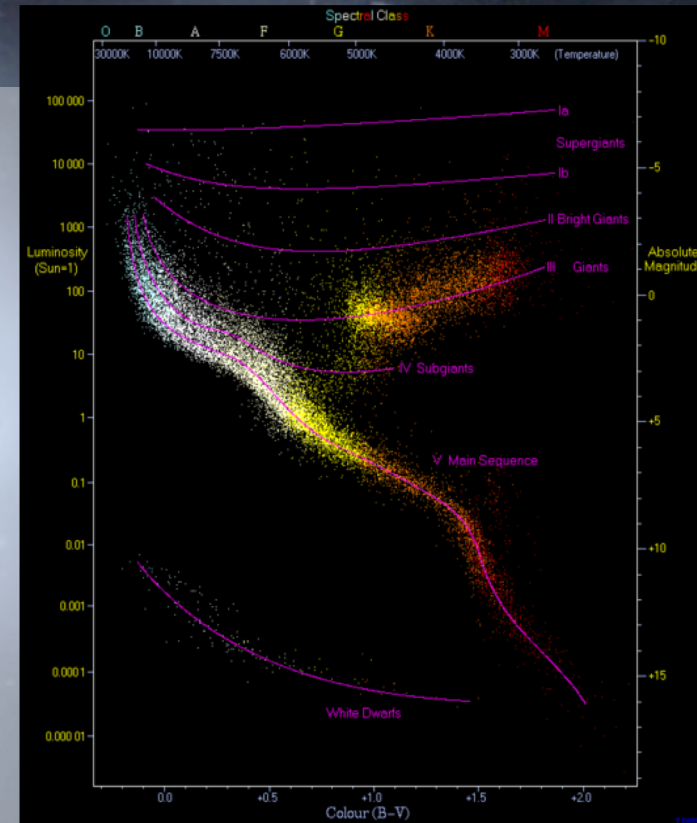


Progetti disponibili per l'anno accademico 2023-2024

Controlla inoltre periodicamente il sito <https://www.oato.inaf.it/alta-formazione/tesi-specialistiche/> per aggiornamenti

Projects in stellar populations: **Low Mass Stars**

- Reduction pipeline improvement
 - Analysis + Programming
- LTY parallax catalogue
 - Statistics, literature search
- Volume complete catalogs
 - Cataloging, using Gaia
- Exploitation of the L-Y dataset
 - Mass/luminosity function



ref: richard.smart@inaf.it

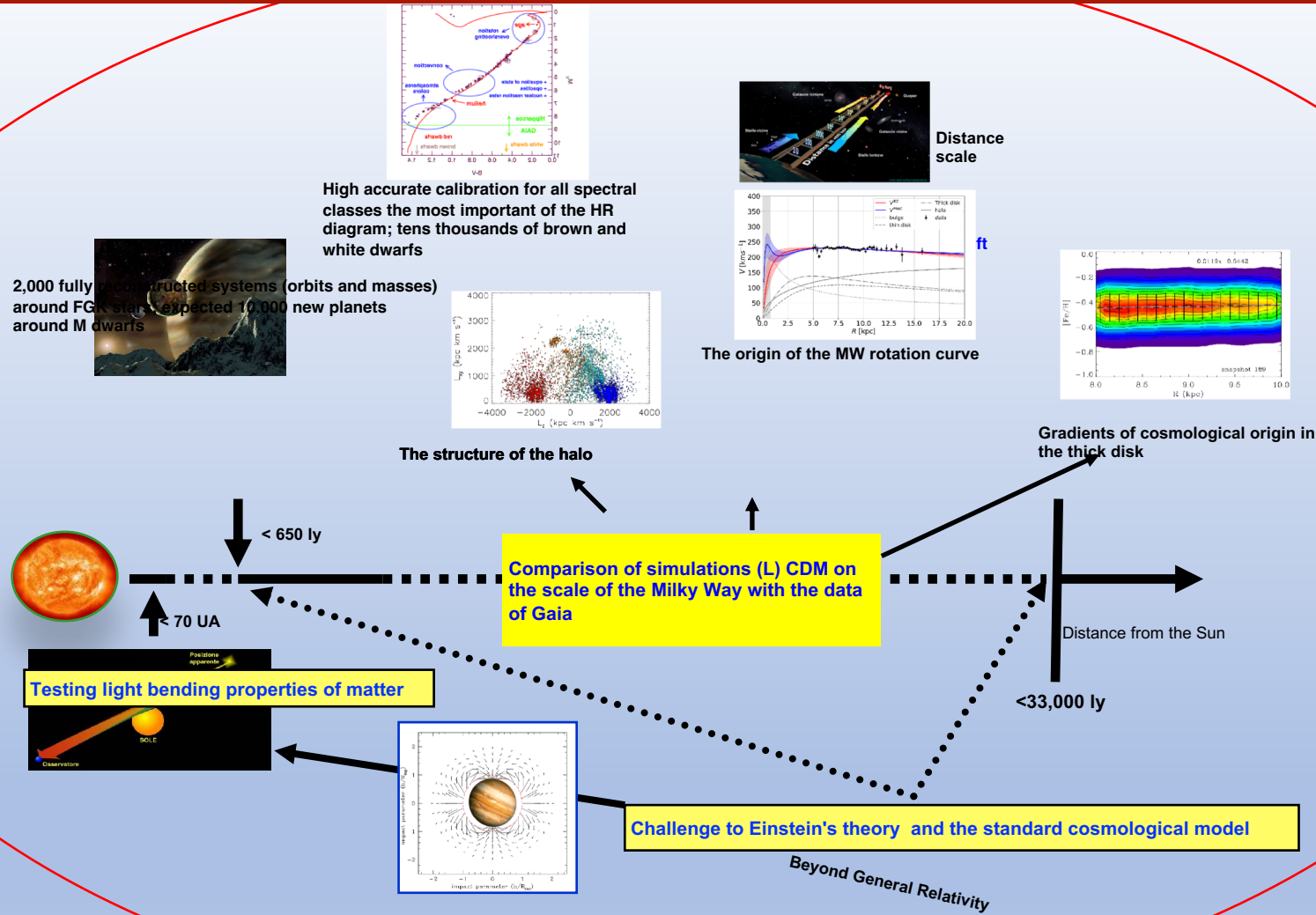
What is there to do?

- Improvement of reduction pipeline
 - Analysis + Programming
- Homogenisation of published parallaxes
 - Basic statistics, cataloging, literature search
- Production of volume complete catalogs
 - Cataloging, using Gaia
- Exploitation of the L-Y dataset
 - Science, mass/luminosity function

Progetti in Astrometria Gravitazionale e Relativistica

Interpretazione dei dati, impatto dei modelli di GR per la Fisica Fondamentale/ Cosmologia Locale

RELATIVISTIC MODEL OF THE OBSERVER AND
THE OBSERVABLES

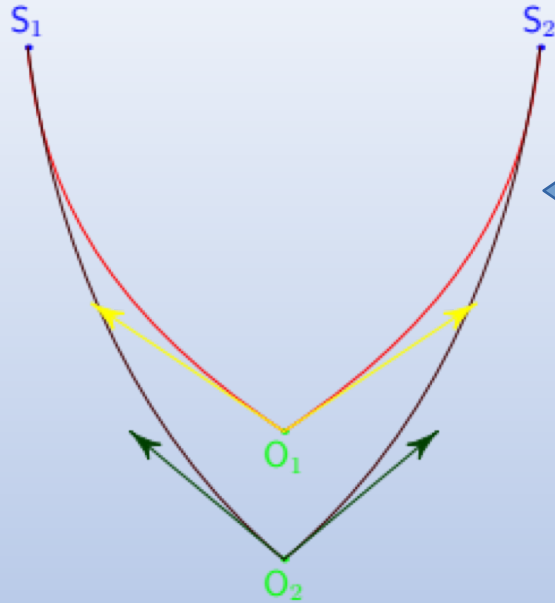


Tests di GR dal Sistema Solare fino alle scale dell'universo Vicino
Descrizione della Via Lattea in GR = laboratorio coerente per test di cosmologia locale

In questo ambito, **proposte di tesi magistrali** (ref. mariateresa.crosta@inaf.it)

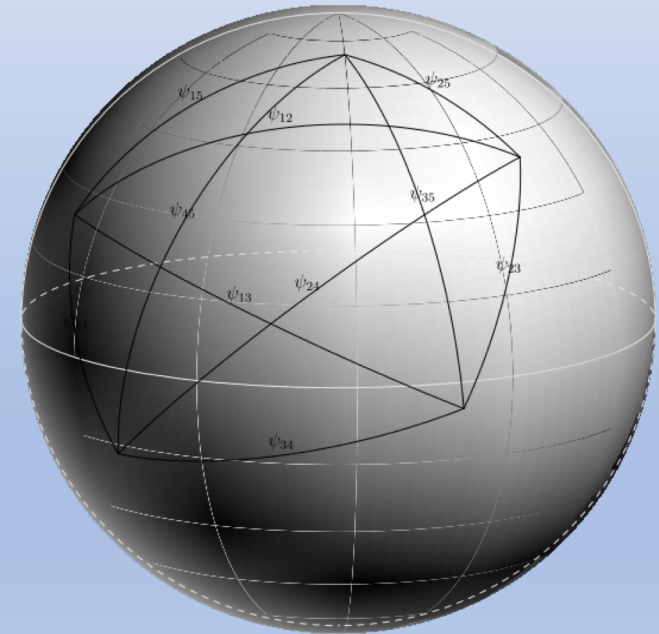
1. *Rivisitazione di alcuni parametri astrometrici, esempio le velocità e le distanze, nell'ambito dei modelli GR già sviluppati per l'analisi dei dati astronomici*
2. *Applicazione dei parametri astrometrici relativistici ad alcuni casi scientifici, ad esempio ulteriore caratterizzazione:*
 - A. *della cinematica/dinamica di oggetti stellari (clusters, exopianeti, buchi neri stellari)*
 - B. *delle scala delle distanze cosmiche nell'ambito della tensione esistente tra le stime della costante di Hubble locale e quelle relative all'Universo primordiale*
 - C. *di effetti di lensing/GWs, sinergie tra i dati dei satelliti Gaia e Euclid*
3. *Utilizzo di un codice Python (già sviluppato per valutare un ampio spettro di effetti gravitazionali sulle traiettorie di luce stellare) per simulare l'entità di tali contributi GR o applicazione ad un set selezionato di dati Gaia come primo prototipo di astronavigazione*

Astrometria globale dallo spazio ref. alberto.vecchiato@inaf.it (011-8101941)



- Test di teorie della gravità da misure di astrometria globale

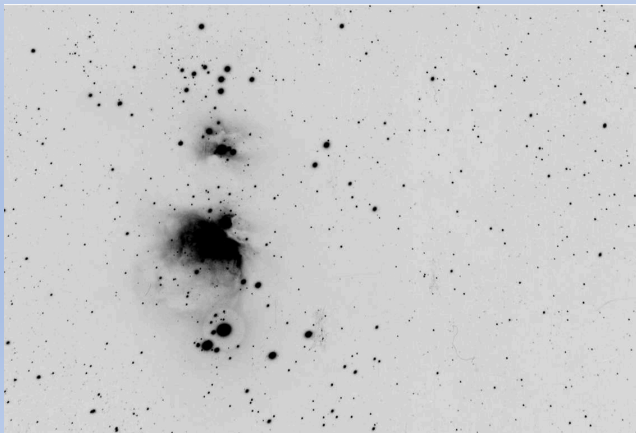
- Modelli arc-based per la ricostruzione della sfera globale



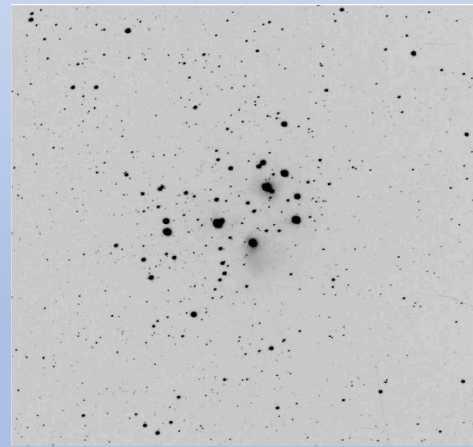
TESI TRIENNALE: SFRUTTAMENTO SCIENTIFICO DI OSSERVAZIONI FOTOGRAFICHE NELL'ERA DI GAIA

Progetto **FOTOSS**: Valorizzazione scientifica dell'archivio di osservazioni
FOTOgrafiche del **S**ecolo **S**corso di patrimonio dell'OATo. Astrometria globale dallo spazio

ref. beatrice.bucciarelli@inaf.it



1927 Nebulosa di Orione



1930 Ammasso delle Pleiadi

- **Obbiettivi generali in cui si inserirebbe il lavoro di tesi:**
 - **Analisi della potenziale valenza astrofisica dell'archivio OATo nell'era di Gaia**
 - Generazione di un database interrogabile a partire dai dati di archivio
 - Confronto con dati di letteratura
 - Selezione di set di osservazioni per esperimenti pilota di sfruttamento scientifico dell'archivio
 - **Confronto delle prestazioni di s/w esistenti per l'estrazione di parametri astronomici applicati ad immagini fotografiche (vs CCD)**
 - Object detection
 - Astrometria
 - Fotometria
 - **Applicazioni scientifiche nel contesto di Gaia**
 - Modellizzazione di un problema astronomico concreto (es. determinazione di parallasse)
 - Estrazione ed analisi dei dati fotografici a disposizione
 - Riduzione delle osservazioni al sistema di riferimento di Gaia
 - Confronto dei risultati con dati di letteratura ed eventuale loro integrazione, includendo il modello di errore

TESI TRIENNALE di STORIA DELL'ASTRONOMIA/ASTRONOMIA E SOCIETA'

**WINGs, Women IN Gravities: un database della partecipazione
femminile nell'ambito della fisica della gravitazione**

Ref. Mariateresa Crosta (mariateresa.crosta@inaf.it)