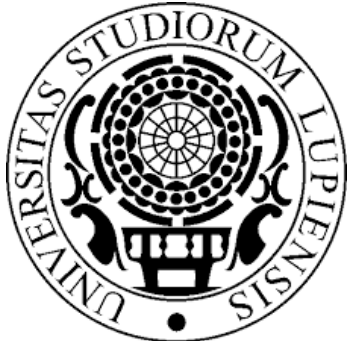




European Space Agency



EUCLID

A.A.Nucita

Department of Mathematics and Physics «Ennio De Giorgi», Unisalento, Lecce, Italy

INFN

INAF



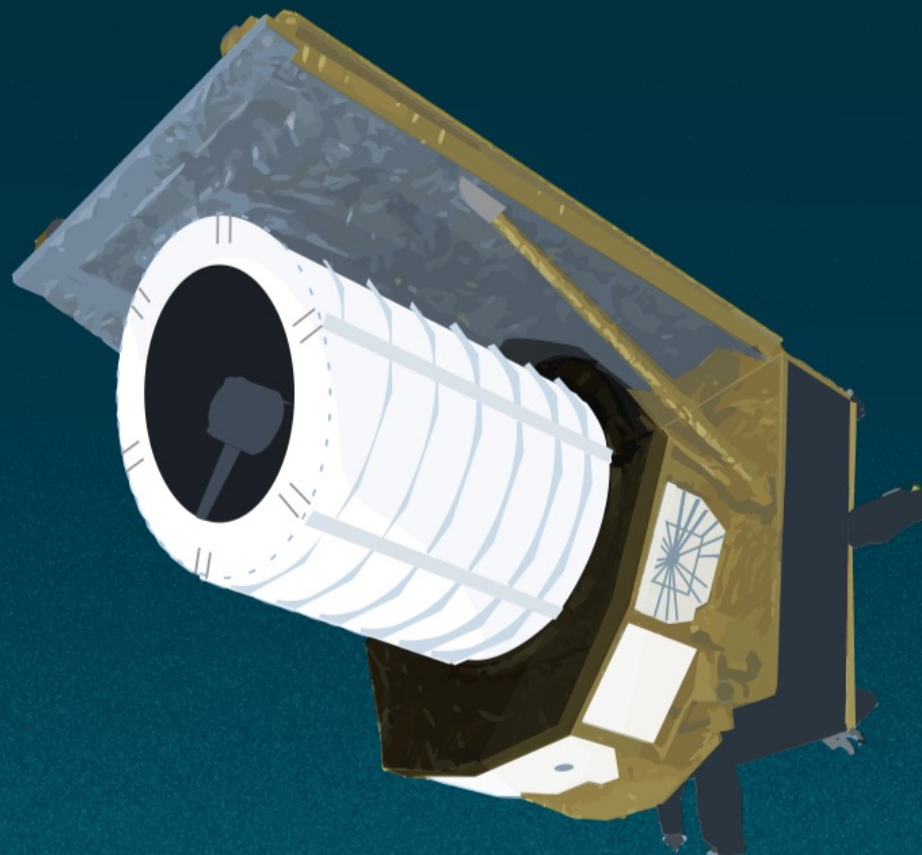
EUCLID IN SINTESI



Euclid è una missione dell'ESA

Euclid verrà lanciato su un razzo **SpaceX Falcon 9** dalla Cape Canaveral Space Force Station, in Florida, Stati Uniti

La sua destinazione è il Punto di Lagrange 2 Sole-Terra, a 1,5 milioni di km dalla Terra



Due strumenti scientifici

- 1 telecamera a lunghezza d'onda visibile (VIS)
- 1 spettrometro e fotometro a infrarosso vicino (NISP)

Il Consorzio Euclid ha consegnato all'ESA il VIS e il NISP

La NASA ha fornito i rivelatori nel vicino infrarosso del NISP

Euclid:



Osserverà 1/3 del cielo



Misurerà la forma, la posizione e la distanza delle galassie entro **10 miliardi di anni luce**



Creerà la mappa 3D dell'Universo più ampia e precisa mai realizzata

Euclid affronterà i due temi centrali della Cosmic Vision 2015-2025 dell'ESA:



Quali sono le leggi fisiche fondamentali dell'Universo?



Come ha avuto origine l'Universo e di cosa è fatto?



esa

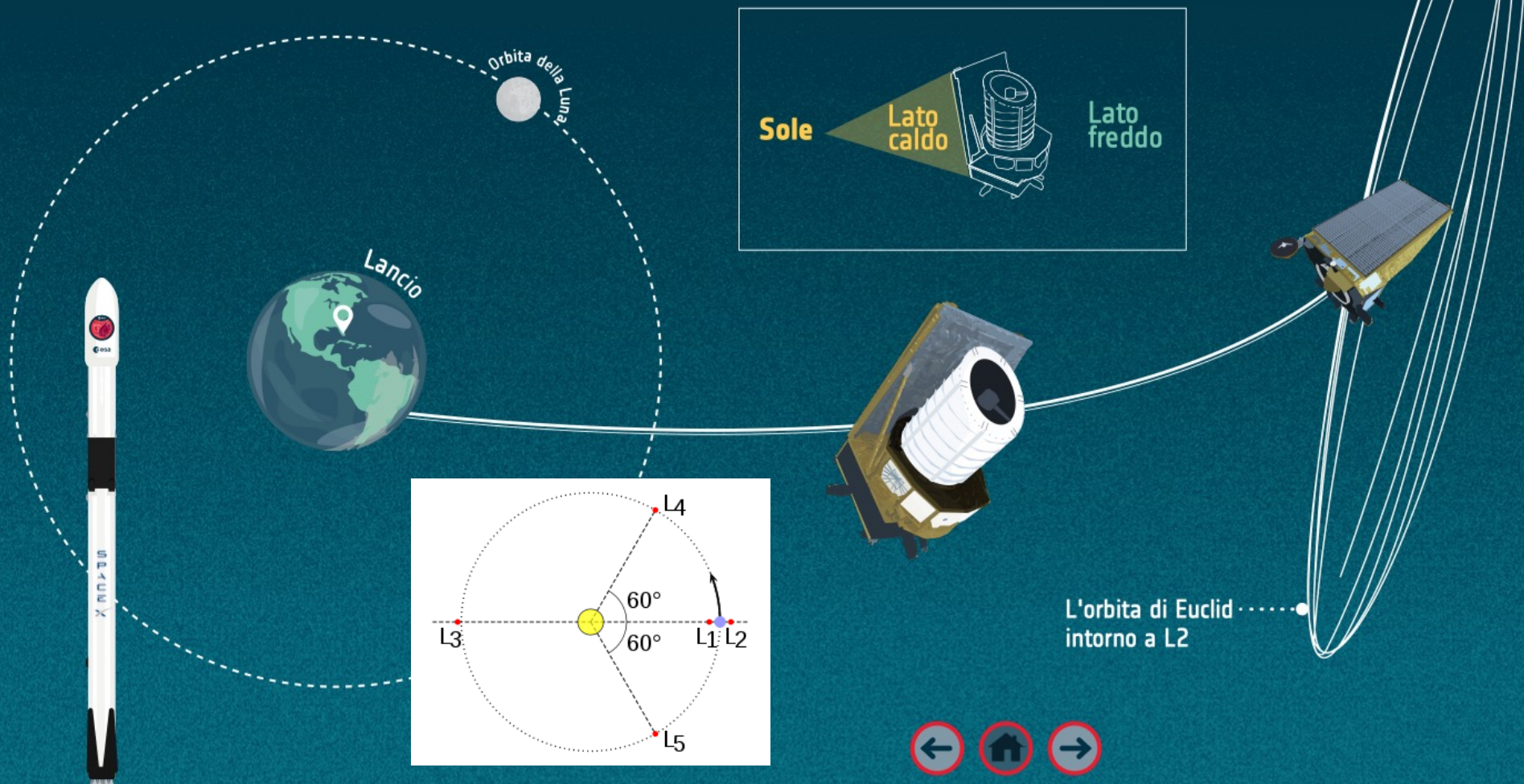
T - 00:00:05

ask@news



IL VIAGGIO DI EUCLID VERSO L2

Euclid orbiterà intorno al secondo punto di Lagrange (L2), a 1,5 milioni di chilometri dalla Terra in direzione opposta al Sole. L2 è un punto di equilibrio del sistema Sole-Terra che segue la Terra intorno al Sole. Nella sua orbita in L2, lo schermo solare di Euclid blocca continuamente la luce del Sole, della Terra e della Luna mentre punta il telescopio verso lo spazio profondo, assicurando un elevato livello di stabilità per i suoi strumenti.



- **Lancio (L)**
- **L+2 giorni:**
Euclid è in viaggio verso L2
- **L+2 settimane:**
Il raffreddamento di Euclid è completo
- **L+4 settimane:**
Euclid in orbita intorno a L2
- **L+4 settimane:**
Telescopio allineato e tutti gli strumenti accesi
- **L+1-3 mesi:**
Verifica delle prestazioni scientifiche e predisposizione all'avvio delle attività scientifiche
- **L+3 mesi:**
Euclid inizia il suo rilevamento

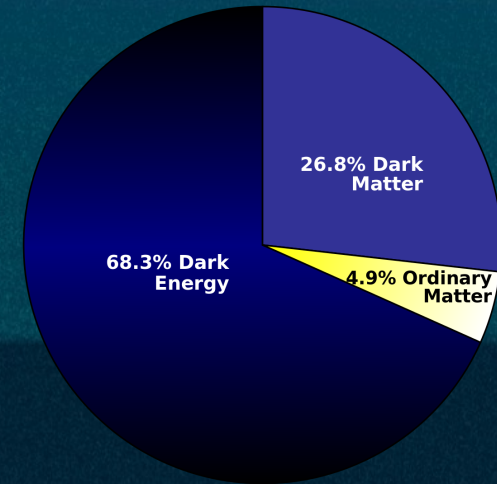


L'UNIVERSO CHIARO E OSCURO

La missione Euclid mira a scoprire i misteri dell'Universo "oscuro". Questa inquietante componente invisibile del cosmo costituisce oltre il **95%** della massa e dell'energia del nostro Universo.

La **materia oscura** rappresenta circa il **25%** del cosmo

La **materia normale** che compone tutto quello che vediamo, dalle stelle alle galassie, e dai pianeti alle persone, rappresenta solo il **5%** del cosmo



L'**energia oscura** rappresenta circa il **70%** del cosmo



COSA MISURERÀ EUCLID: LE LENTI DEBOLI

Una concentrazione di materia lungo la linea visiva può agire come una lente d'ingrandimento, piegando e distorcendo la luce delle galassie e degli ammassi retrostanti. Questo effetto è chiamato "lente gravitazionale". La scienza distingue tra lenti gravitazionali forti, quando le distorsioni sono molto evidenti, come nel caso degli 'anelli di Einstein', degli archi e delle immagini multiple, e lenti gravitazionali deboli, quando le distorsioni delle sorgenti sono molto più piccole. In questo caso, le distorsioni (di pochi punti percentuali) possono essere rilevate solo analizzando in modo statistico un gran numero di sorgenti.

Euclid misurerà le forme distorte di miliardi di galassie in 10 miliardi di anni di storia cosmica, fornendo una visione tridimensionale della distribuzione della materia oscura nel nostro Universo. La mappa della distribuzione delle galassie attraverso il tempo cosmico ci fornirà anche informazioni sull'energia oscura, che influenza l'evoluzione spaziale della struttura su larga scala.

Lenti forti

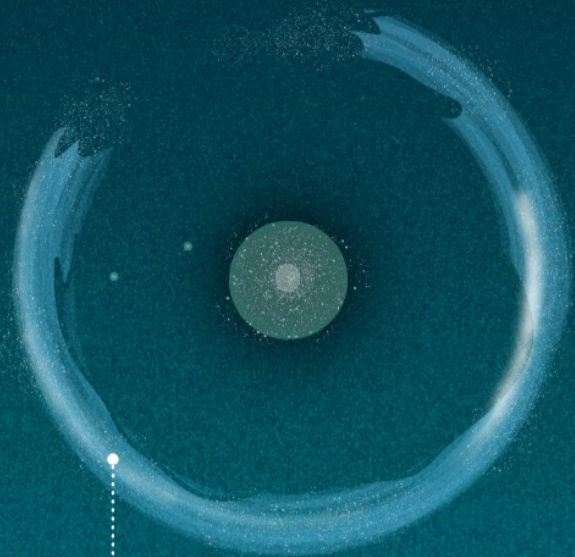
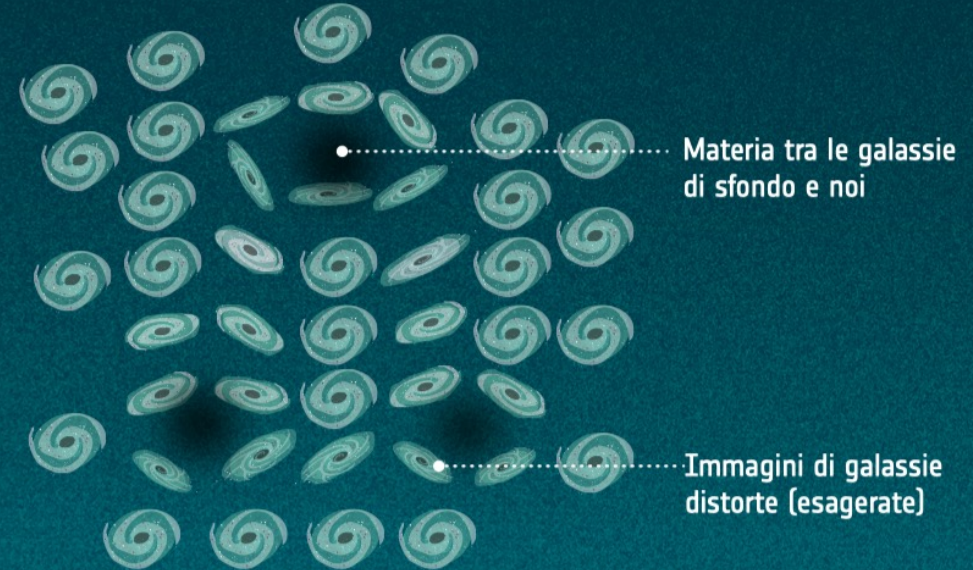


Immagine gravitazionalmente distorta di una galassia

Sorgenti senza lenti



Lenti deboli



RITORNEREMO ABREVE SUL CONCETTO DI MATERIA OSCURA



COSA MISURERÀ EUCLID: OSCILLAZIONI ACUSTICHE BARIONICHE

Durante i primi 300.000 anni dopo il Big Bang, le fluttuazioni nel caldissimo plasma (di protoni, neutroni, elettroni e fotoni) risultarono in onde acustiche (specie di bolle) che si propagarono attraverso questo mix primordiale di particelle e radiazione. Alla fine di questo periodo, un numero leggermente più alto di galassie si formarono ammassi in corrispondenza di queste increspature. Le increspature si allargarono di pari passo con l'espansione dell'Universo, con conseguente aumento della distanza tra le galassie. Euclid studierà la distribuzione delle galassie su distanze immense, individuando queste lievi increspature e determinandone le dimensioni. Questo ci permette di misurare con precisione l'espansione accelerata dell'Universo e aiutarci a capire la natura dell'energia oscura e della materia oscura.

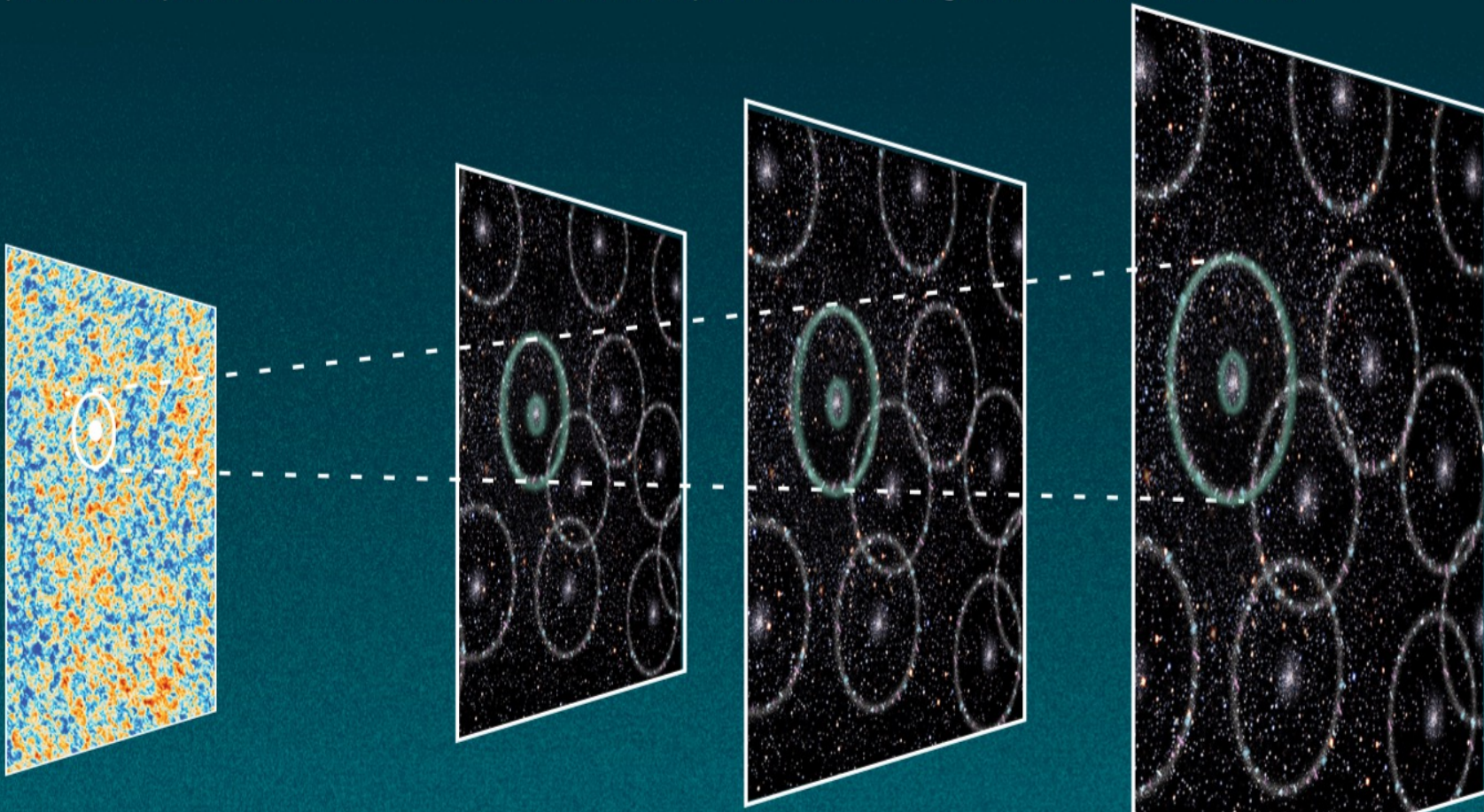
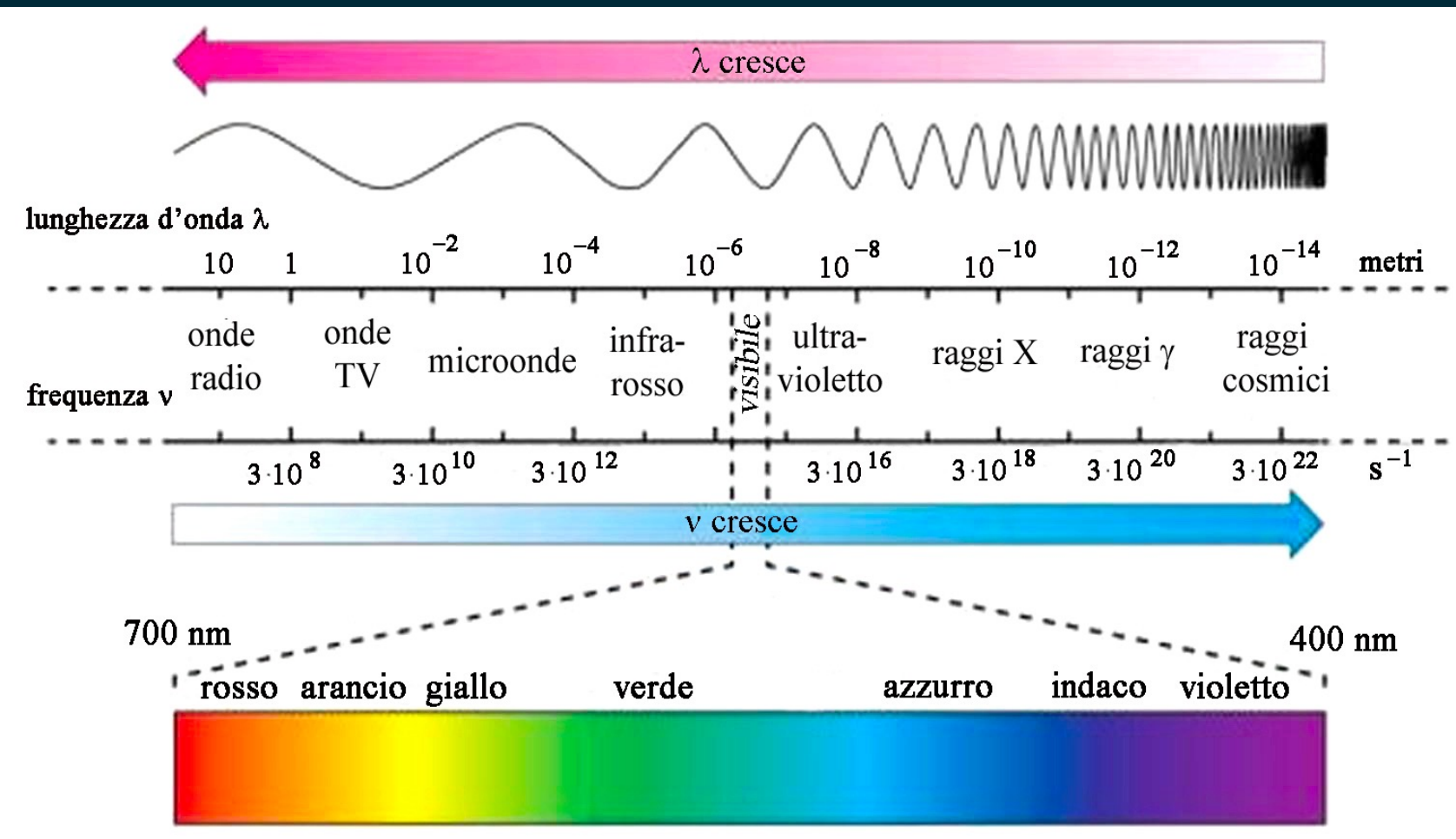


Immagine artistica delle oscillazioni acustiche barioniche impresso nella distribuzione su larga scala delle galassie (esagerato)

MATERIA OSCURA



LA LUCEE' INFORMAZIONE!

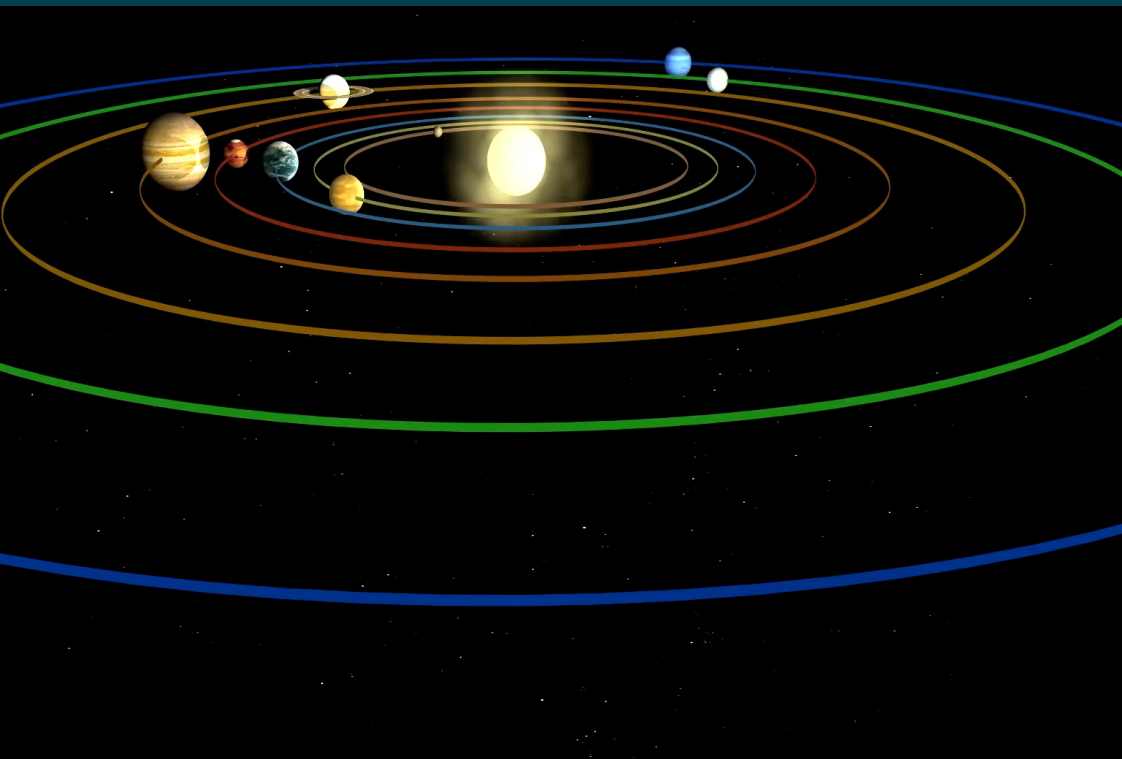


Con la meccanica Newtoniana si possono spiegare (e predire) con grande precisione i moti dei pianeti.

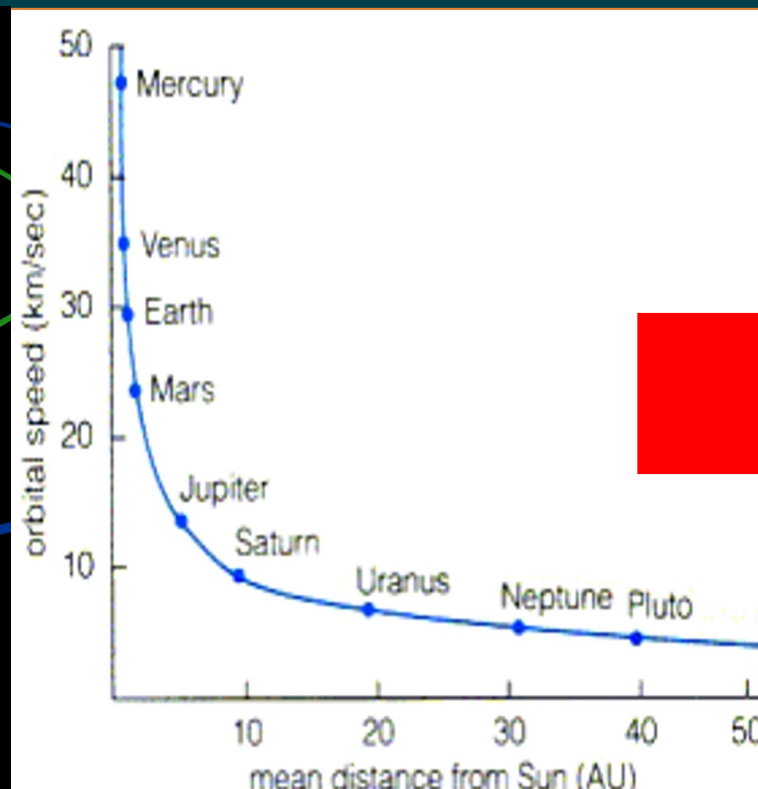
Ad esempio, la terza legge di Keplero e' una diretta conseguenza delle leggi di Newton:

$$m_1 a = F = G m_1 M / R^2 \quad \text{ma } a = v^2 / R \quad \text{da cui:}$$

$$v^2 = GM / R$$



The Solar System

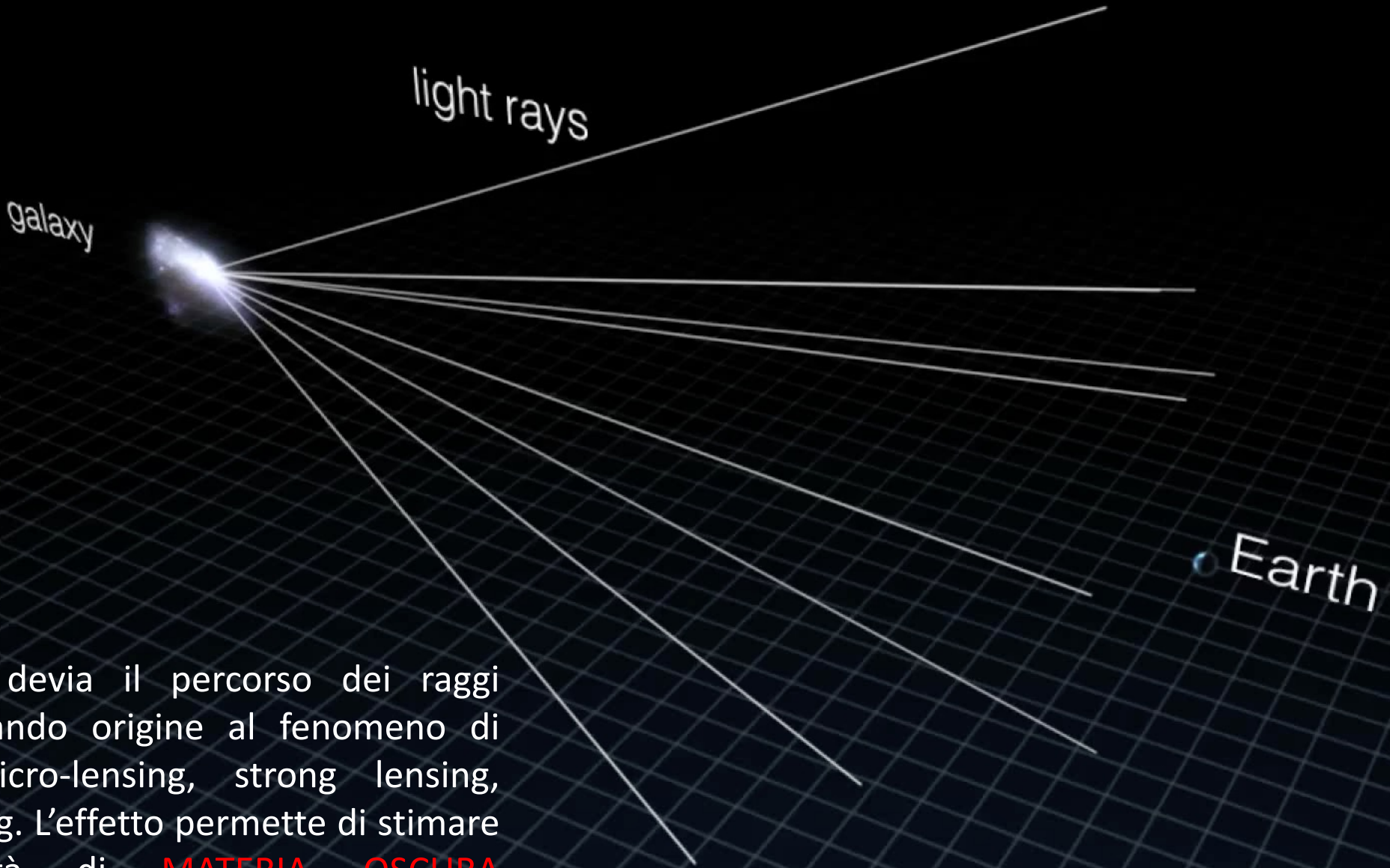


Jan **Oort** (1900-1992), nel 1932 scopre che le stelle periferiche della **VIA LATTEA** si muovono 2 volte più velocemente di quanto aspettato.

Fritz Zwicky (1898, 1974). Postula nel 1933 l'esistenza di materia oscura nell'ammasso di galassie **COMA**. MATERIA OSCURA 10-100 volte di più della materia visibile!

Vera Rubin (1928, 2016). Misura la curva di rotazione della galassia di **ANDROMEDA** e conferma l'ipotesi di Zwicky. La Materia Oscura esiste e domina i sistemi in rotazione!



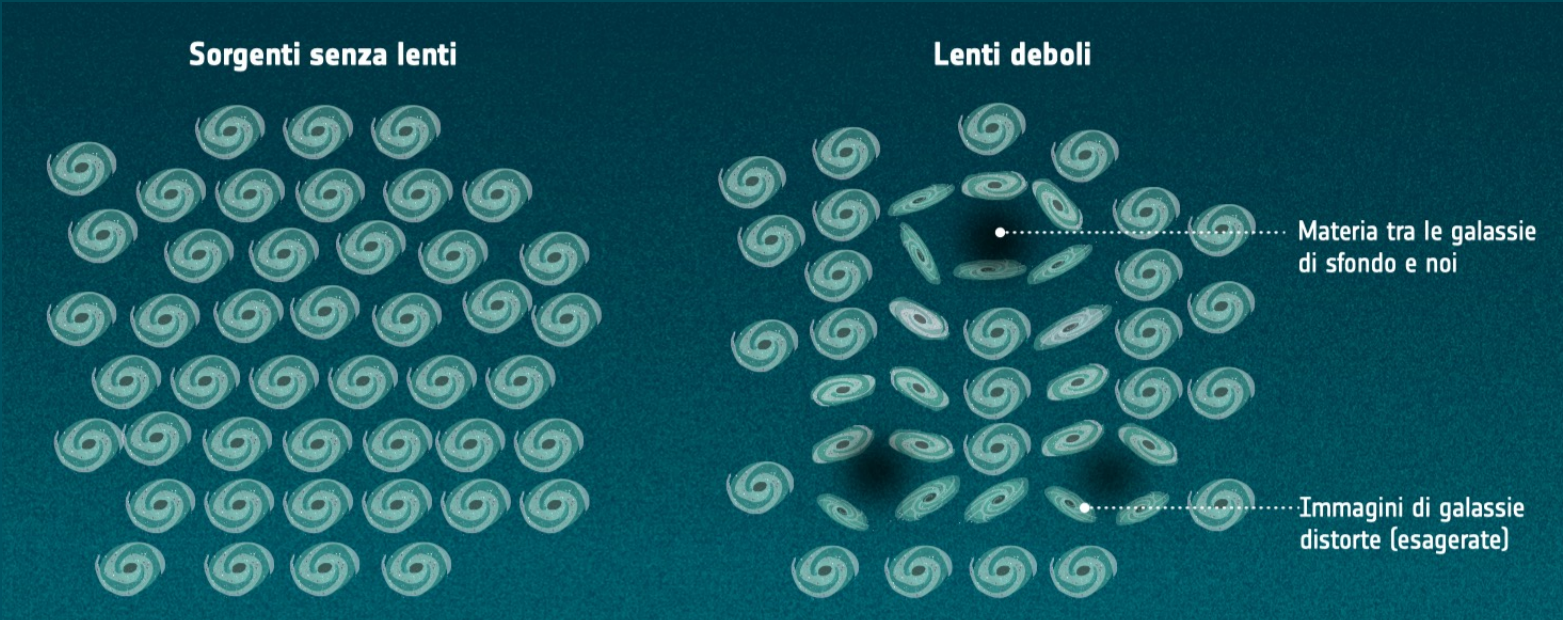
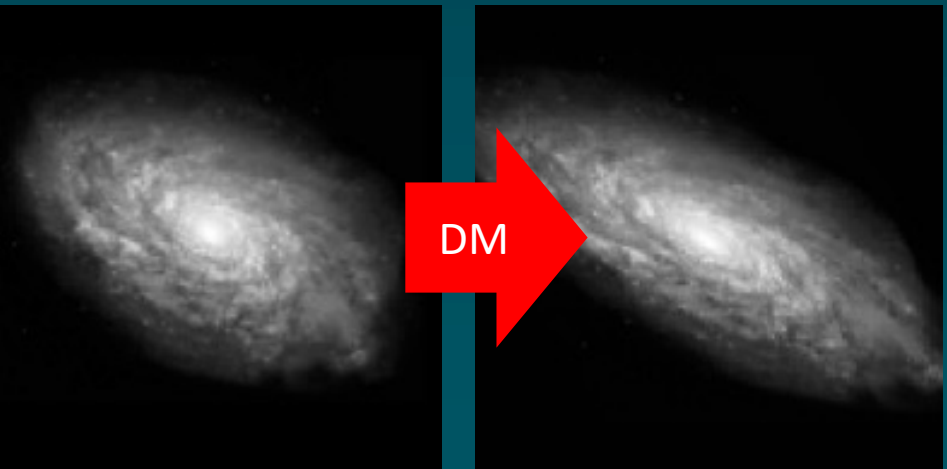


La gravità devia il percorso dei raggi luminosi dando origine al fenomeno di lensing: micro-lensing, strong lensing, weak lensing. L'effetto permette di stimare la quantità di **MATERIA OSCURA** nell'Universo.

LENTE FORTE

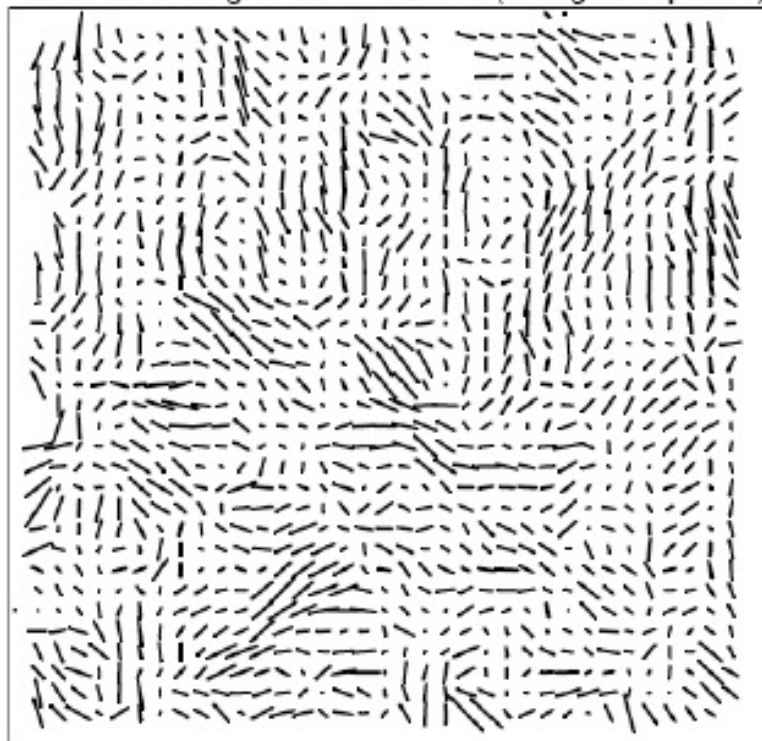


LENTE DEBOLE



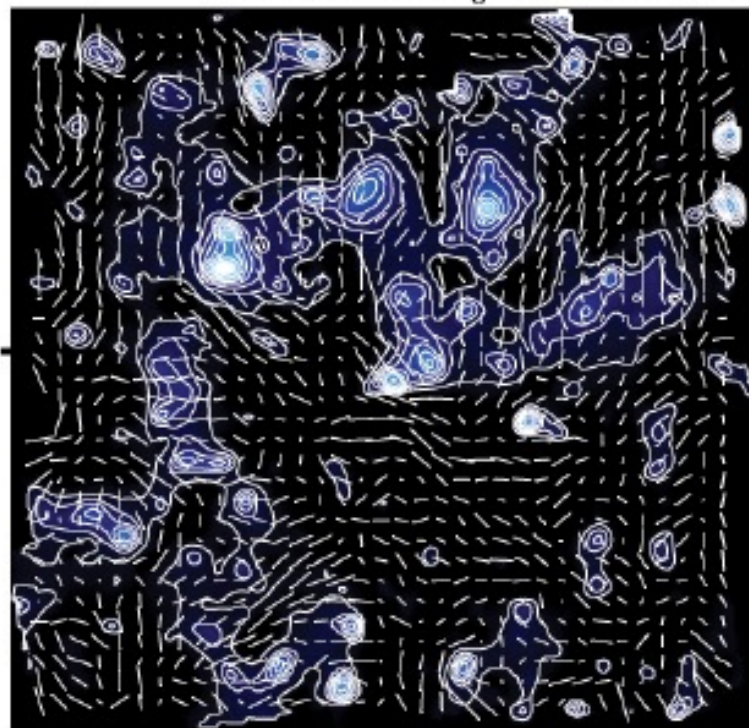
BISOGNA OSSERVARE MILIARDI DI GALASSIE!

Direction and magnitude of mean shear (-100 galaxies per tick)



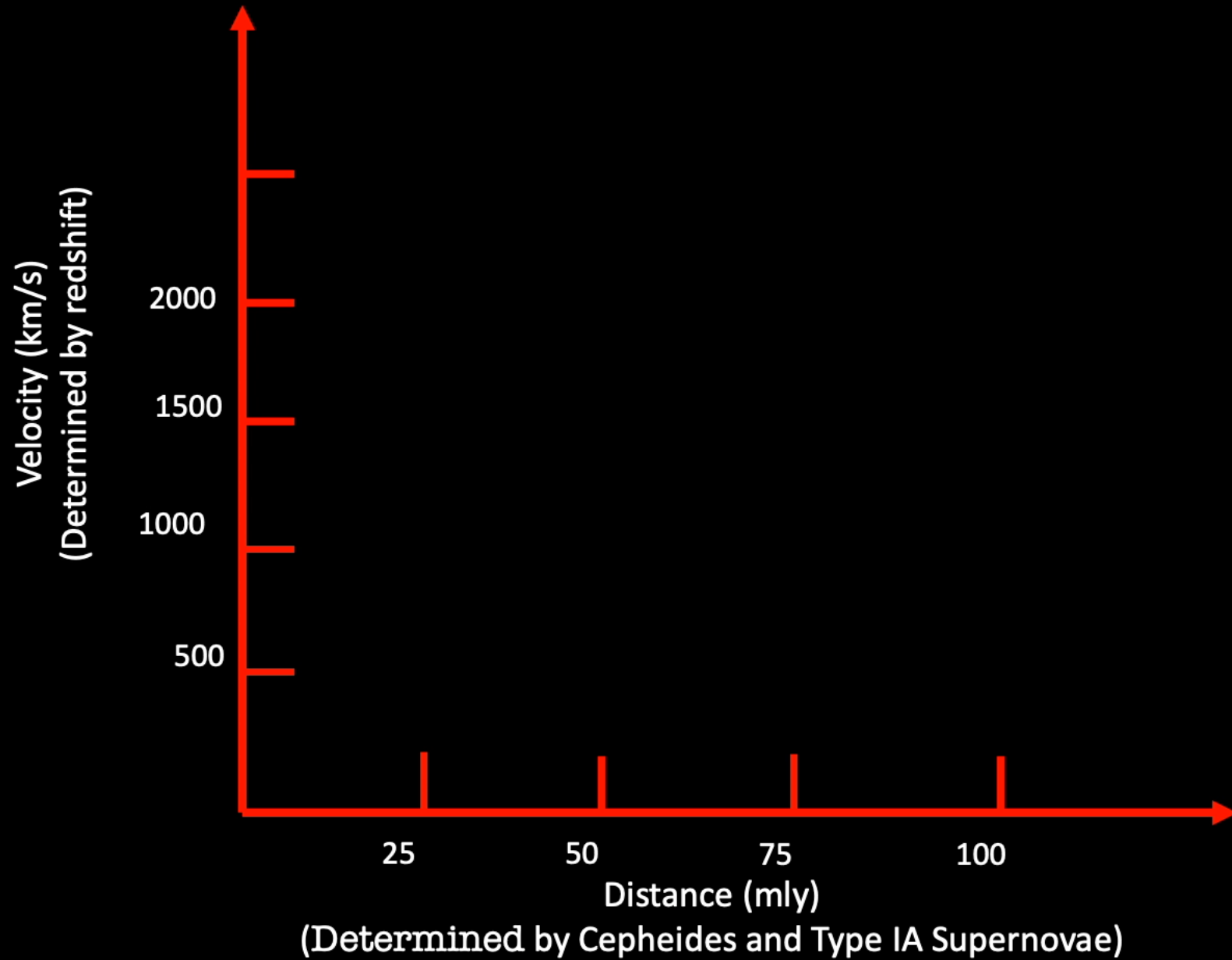
Each vector is the average position angle of several tens of galaxies over a small area → shows the systematic changes due to dark matter

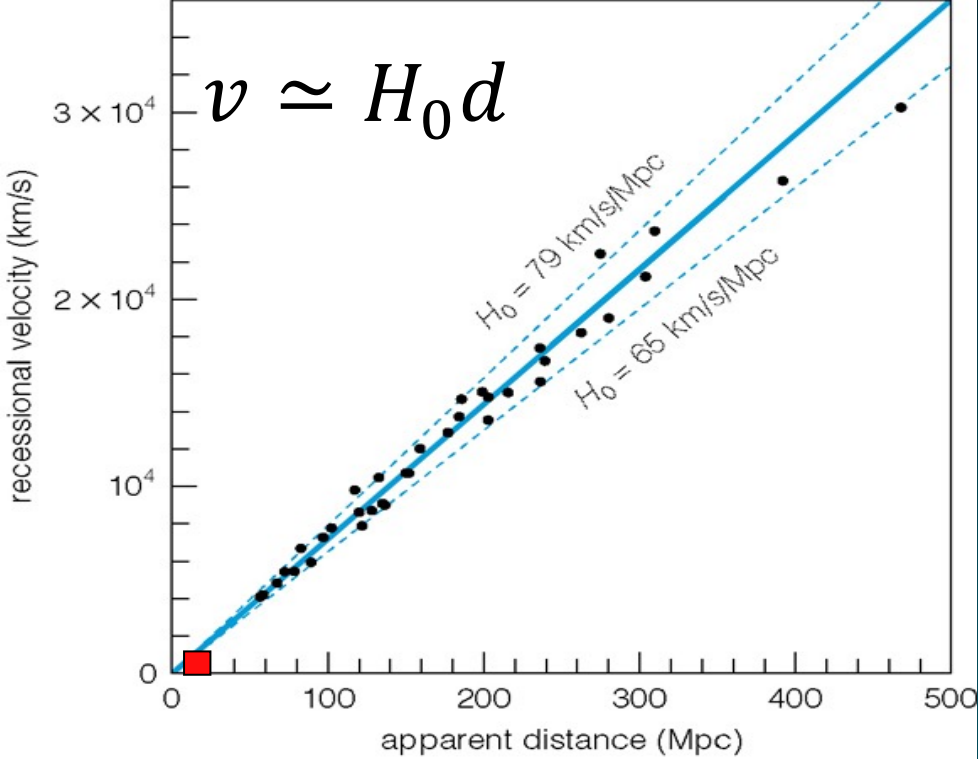
Reconstructed foreground mass distribution



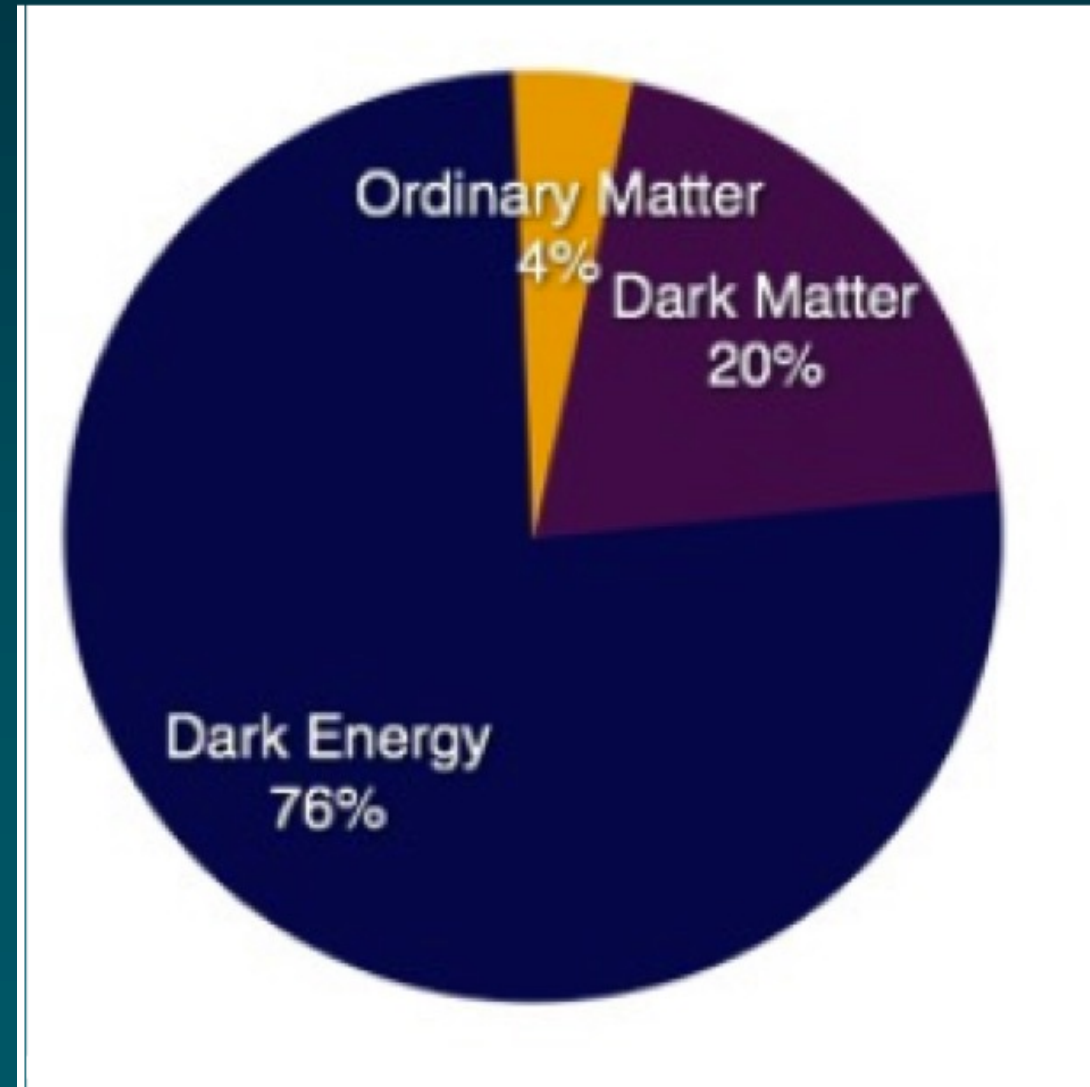
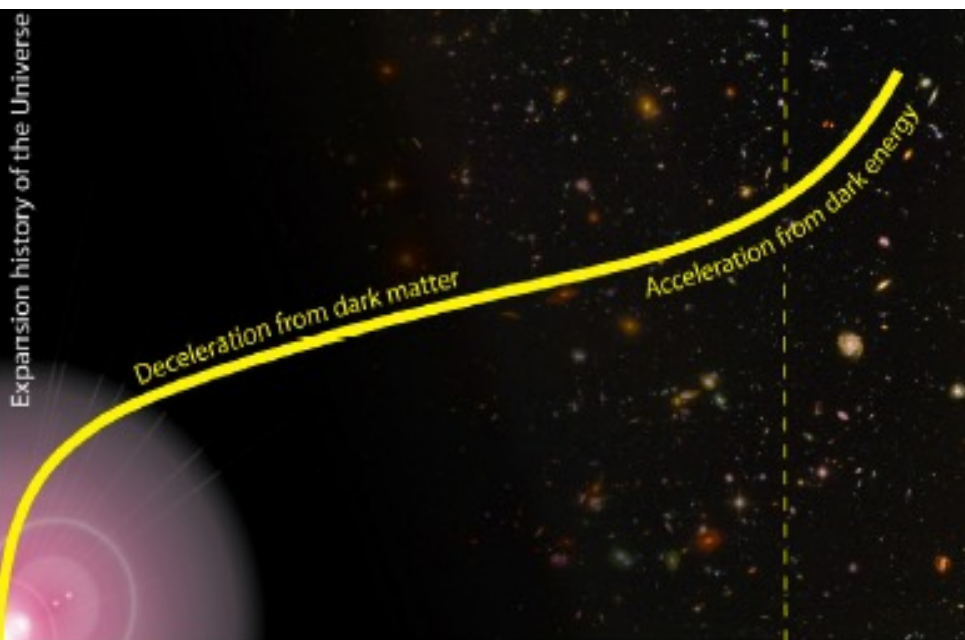
If the redshifts are known, one can derive the mass distribution for a given redshift bin → "mass tomography"

L'universo si espande





E' indiscutibile il fatto che (come mostrato da Hubble nel 1929) l'Universo si espande. Ora sappiamo che si espande accelerando!



L'Italia di Euclid



“Euclid-Italy” Team



- ~320 members
- Financial support from ASI, partly from MIUR (PRIN), INFN
- Universities : Bo, Mi, Na, Pd, RM1, RM2, RM3, TS, SISSA, SNS
- INAF : OABo, OABrera, OACt, OAA, OANa, OAPd, OARM, OATo, OATs, IASFB0, IASFMII, IAPS
- **INFN**: Bologna, Genova, Lecce, Milano, Padova, Roma1

“Euclid-INFN” Team

~44+7 members

- Bologna: 16 members
- Genova: ≈ 7
- Lecce: 6
- Milano: 3
- Padova: 11
- Roma1: 9

EUCLID LEGACY SCIENCE

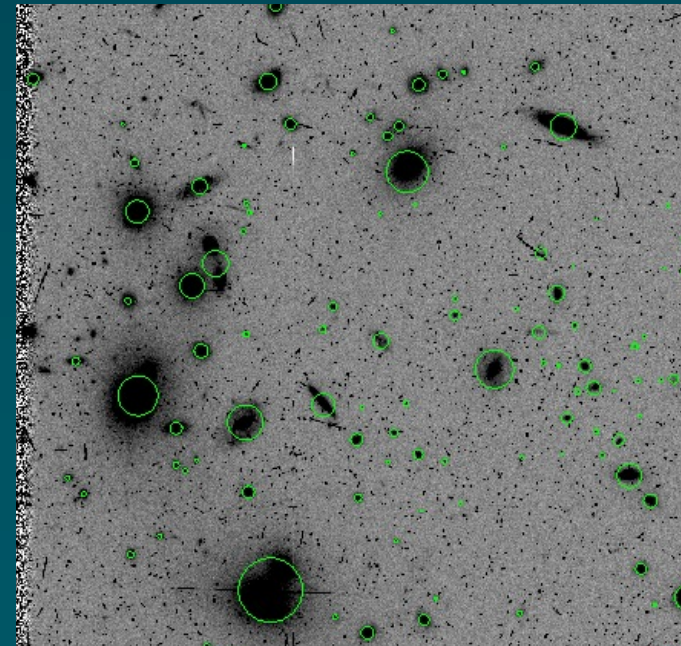
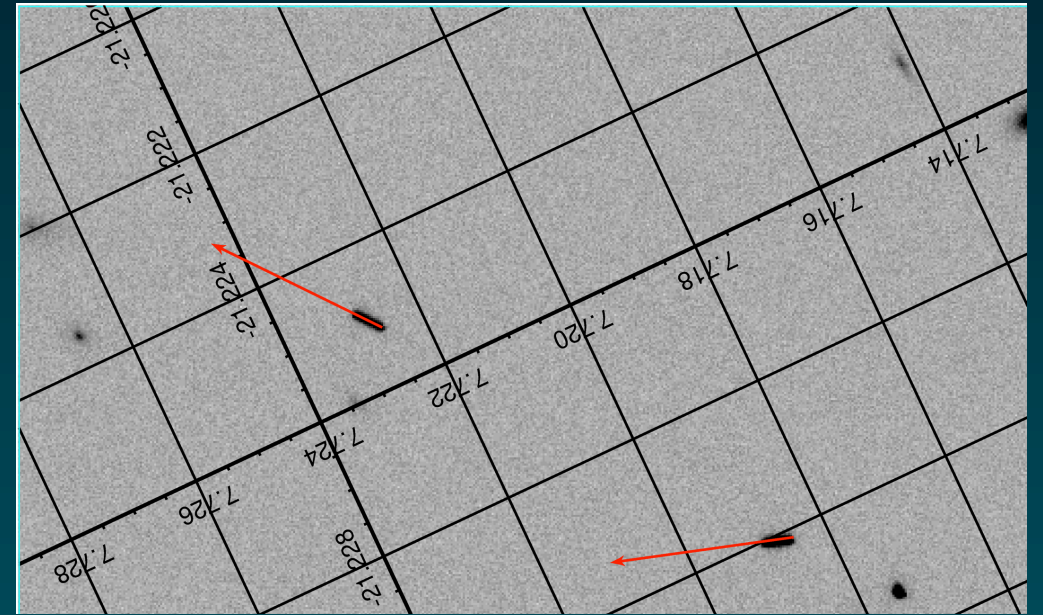
CONTRIBUTO UNISALENTO/INFN

Oltre alla scienza primaria, EUCLID permetterà al consorzio di effettuare studi su

Clusters of galaxies
CMB Euclid galaxy survey cross-correlations
Strong lensing statistics
Galaxy-galaxy lensing
Cool brown dwarfs
Galaxy evolution: galaxies, AGNs, highly magnified high redshift galaxies, study of the primeval universe
High-z Lyman Break Galaxies
Supernovae and transients

- Local universe galaxies: LSB, GCs
- Transients: SSO, SN, Microlensing towards the Bulge

Almeno 100 000 NUOVI SSO fino alla fascia di Kuiper



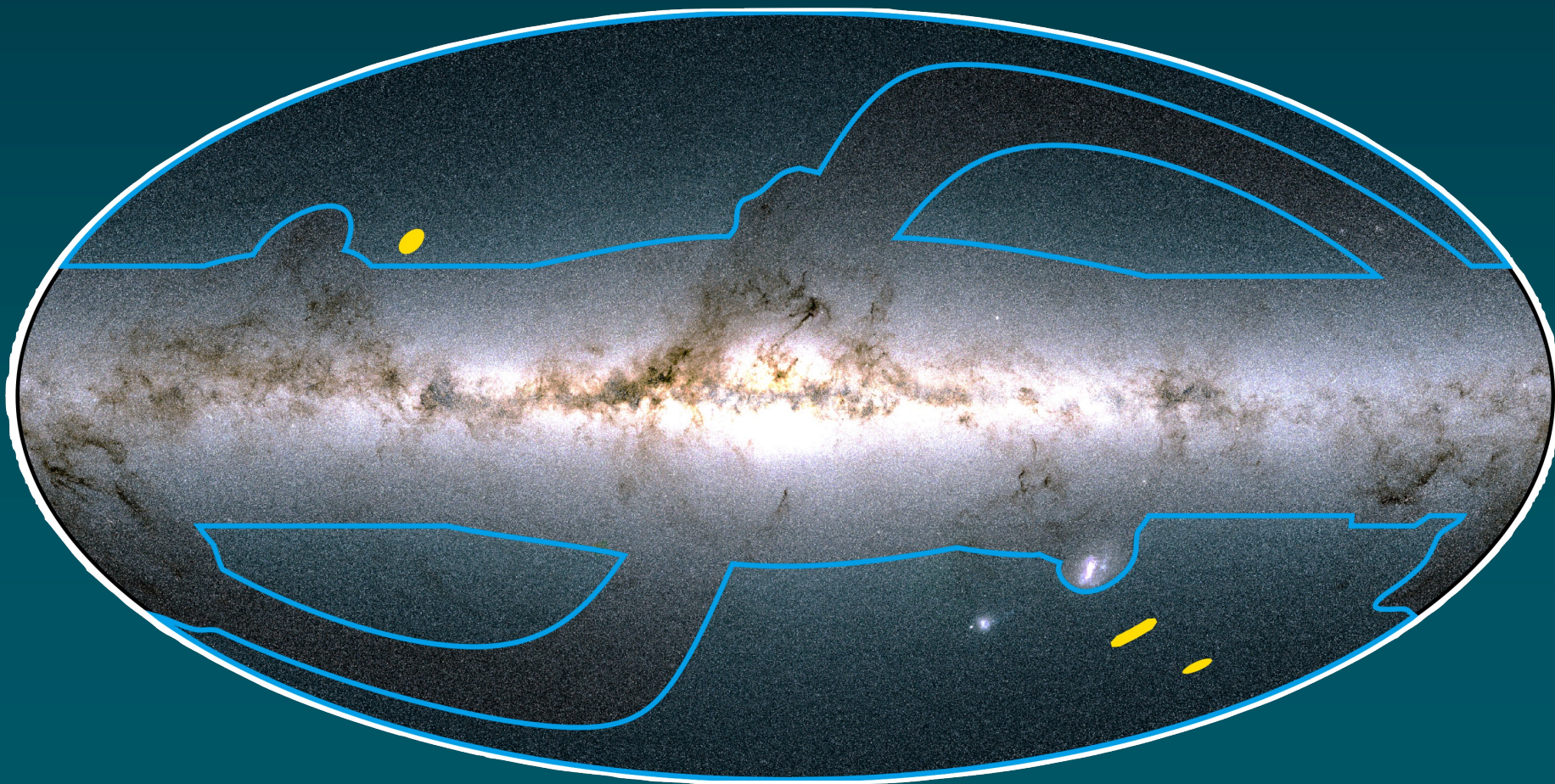
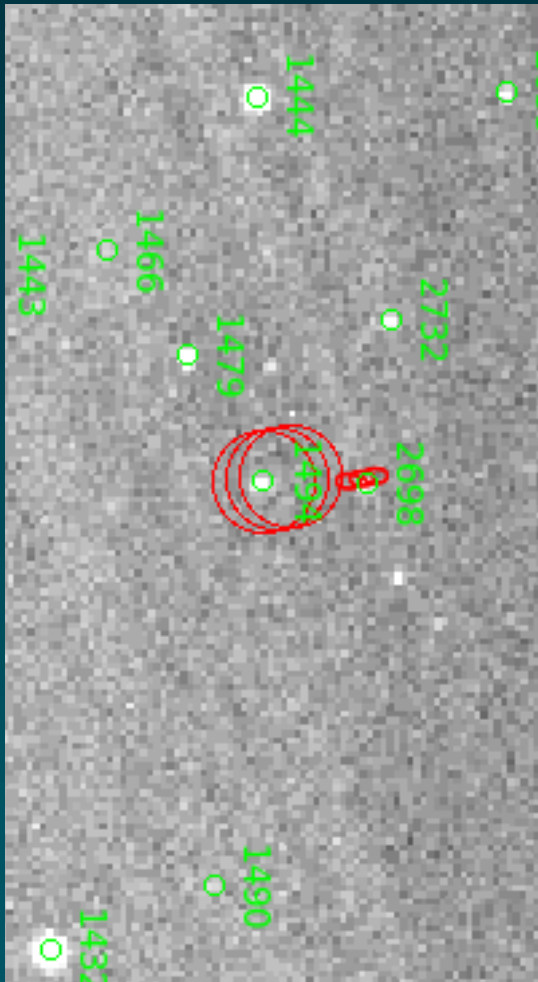
Galassie locali di bassa luminosità dominate dalla DM

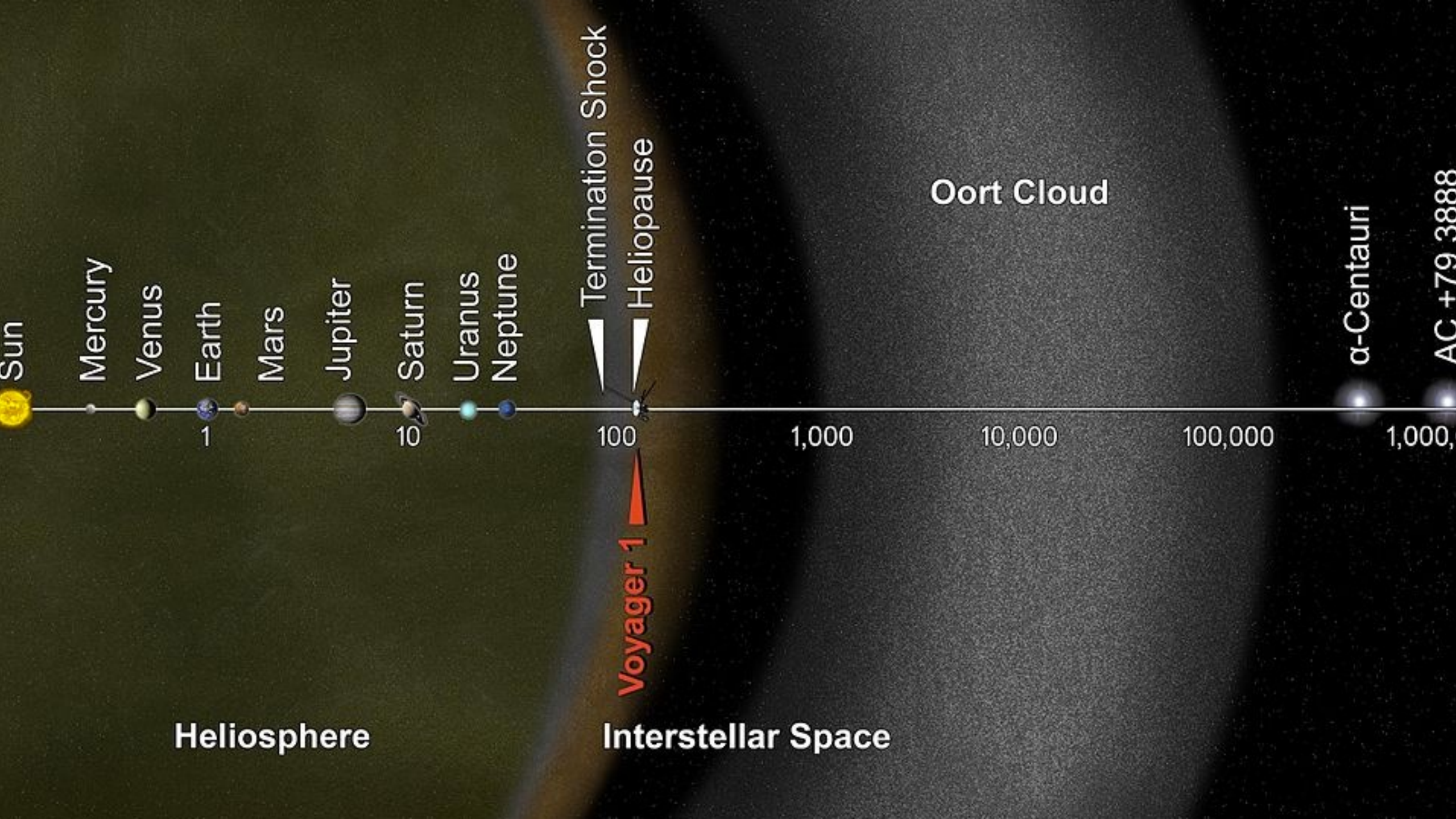
EUCLID: SWG SSO

RESPONSABILITA' ENTRO EUCLID CONSORTIUM : LEAD DEL SWG SSO

Siamo i «CAPI» del gruppo di lavoro che comprende ESA, Uni.di Helsinki, Obs.Nizza, Obs.Parigi

Siamo uno dei due gruppi al mondo autorizzati ad analizzare i dati di Euclid
...da un grande potere deriva una grande responsabilità...





Sun

Mercury

Venus

Earth

Mars

Jupiter

Saturn

Uranus

Neptune

Termination Shock

Heliopause

Voyager 1

Oort Cloud

α -Centauri

AC +79 3888

Heliosphere

Interstellar Space

1

10

100

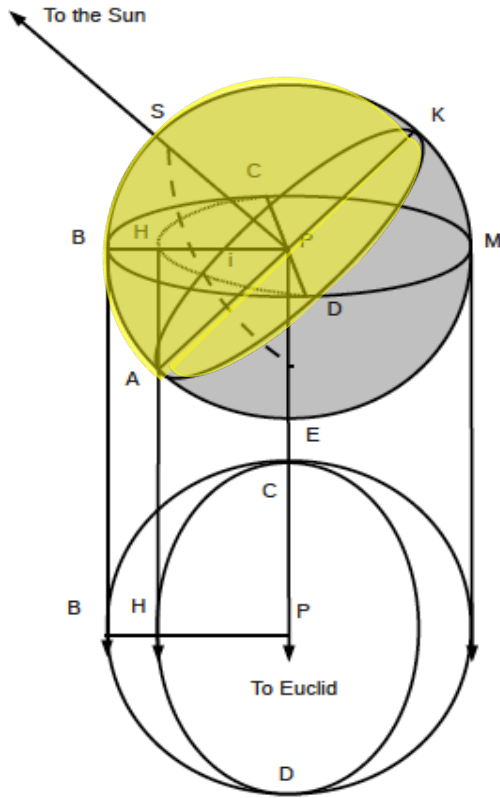
1,000

10,000

100,000

1,000,000

SSO: OGGETTI DEL SISTEMA SOLARE

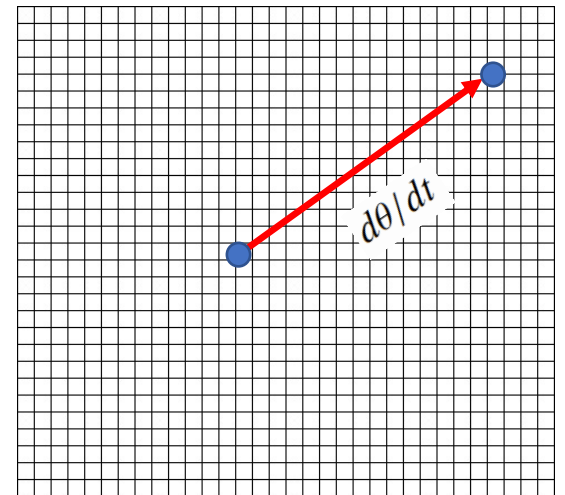
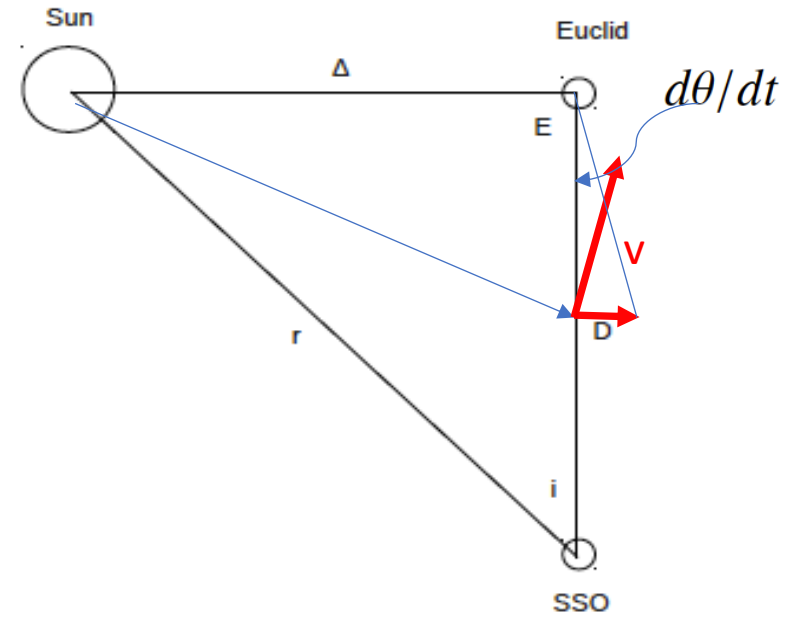


$$\phi(i) = \frac{S}{\pi R^2} = \frac{1 + \cos i}{2}$$

$$F'_{v_1, v_2} = \frac{L_{v_1, v_2} AR^2 \sin^4 i}{32\pi \Delta^4 \cos^2 i} (1 + \cos i)$$

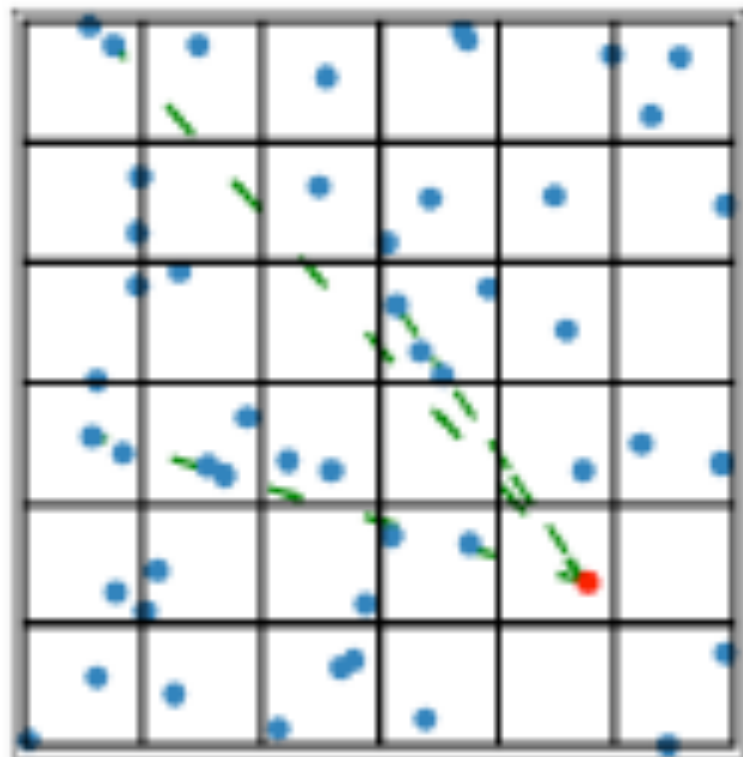
$$L_{v_1, v_2} = \int_{v_1}^{v_2} F(v) \Phi(v) dv$$

$$v_{\perp} = \sqrt{\frac{GM}{\Delta}} \sin^{1/2} i \cos i,$$

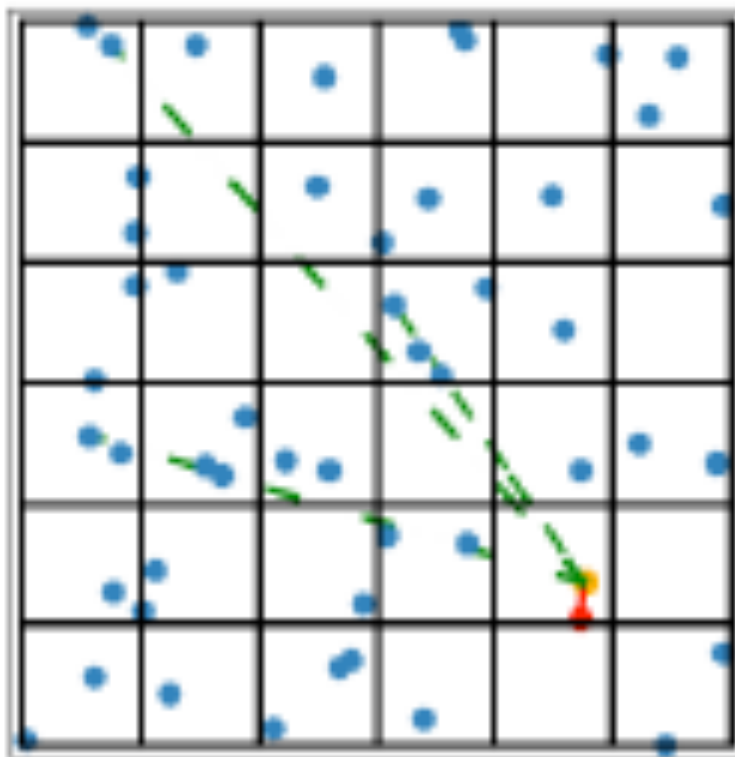


Si ricercano tracce nelle immagini, cioè sequenze di sorgenti che mostrano la stessa velocità ed direzione del moto (entro gli errori).

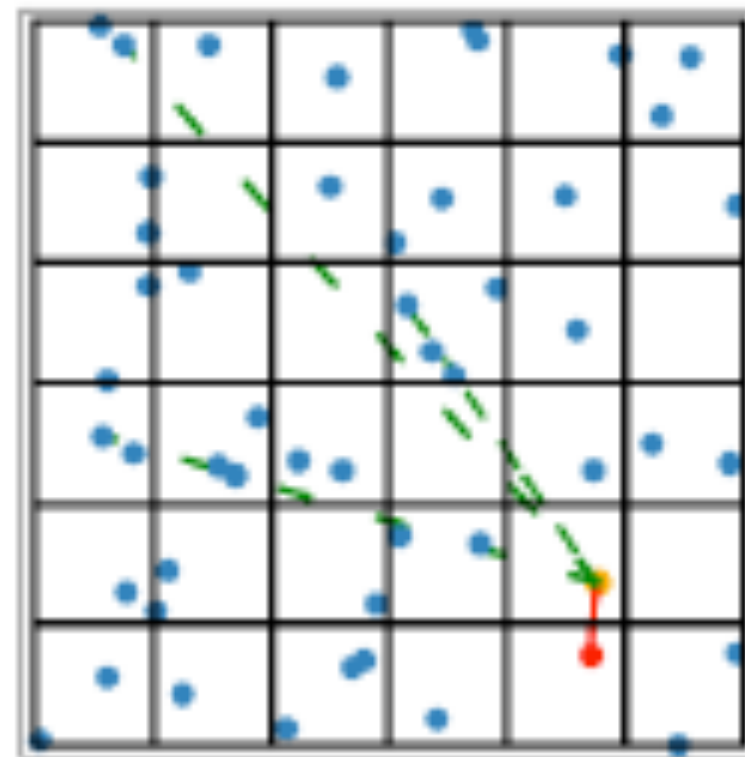
Euclid-VIS Dither 1

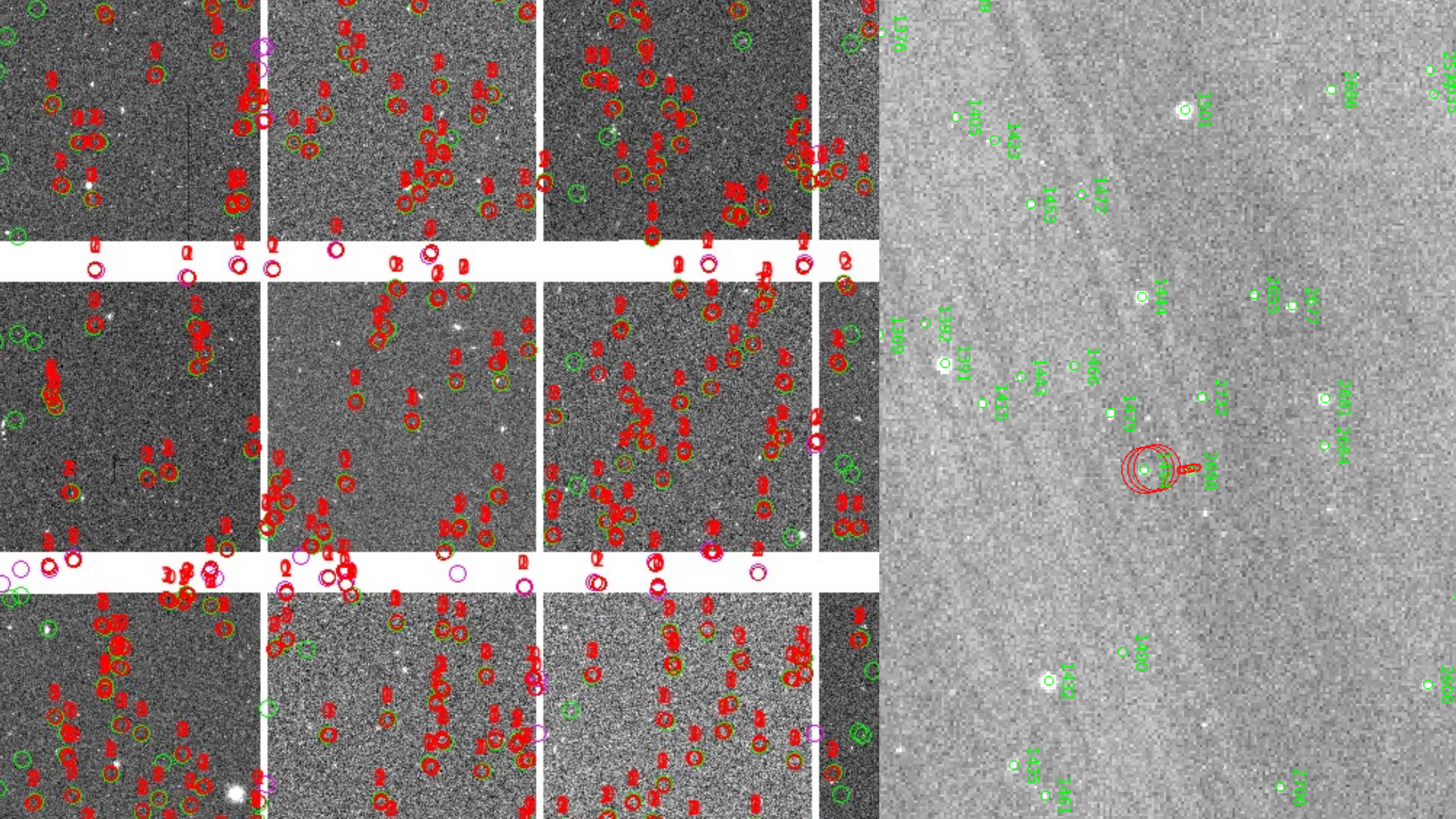


Euclid-VIS Dither 2

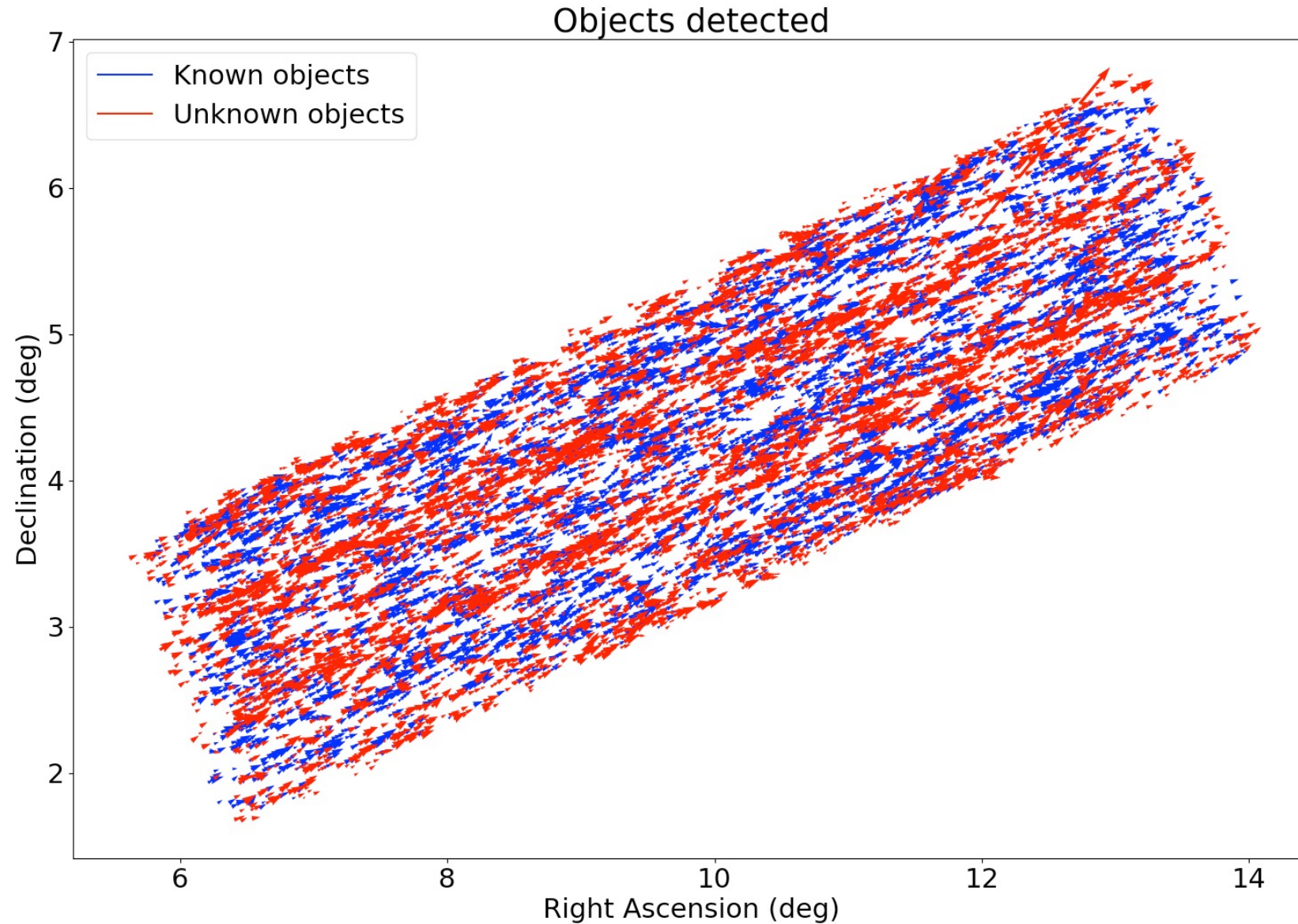


Euclid-VIS Dither 3





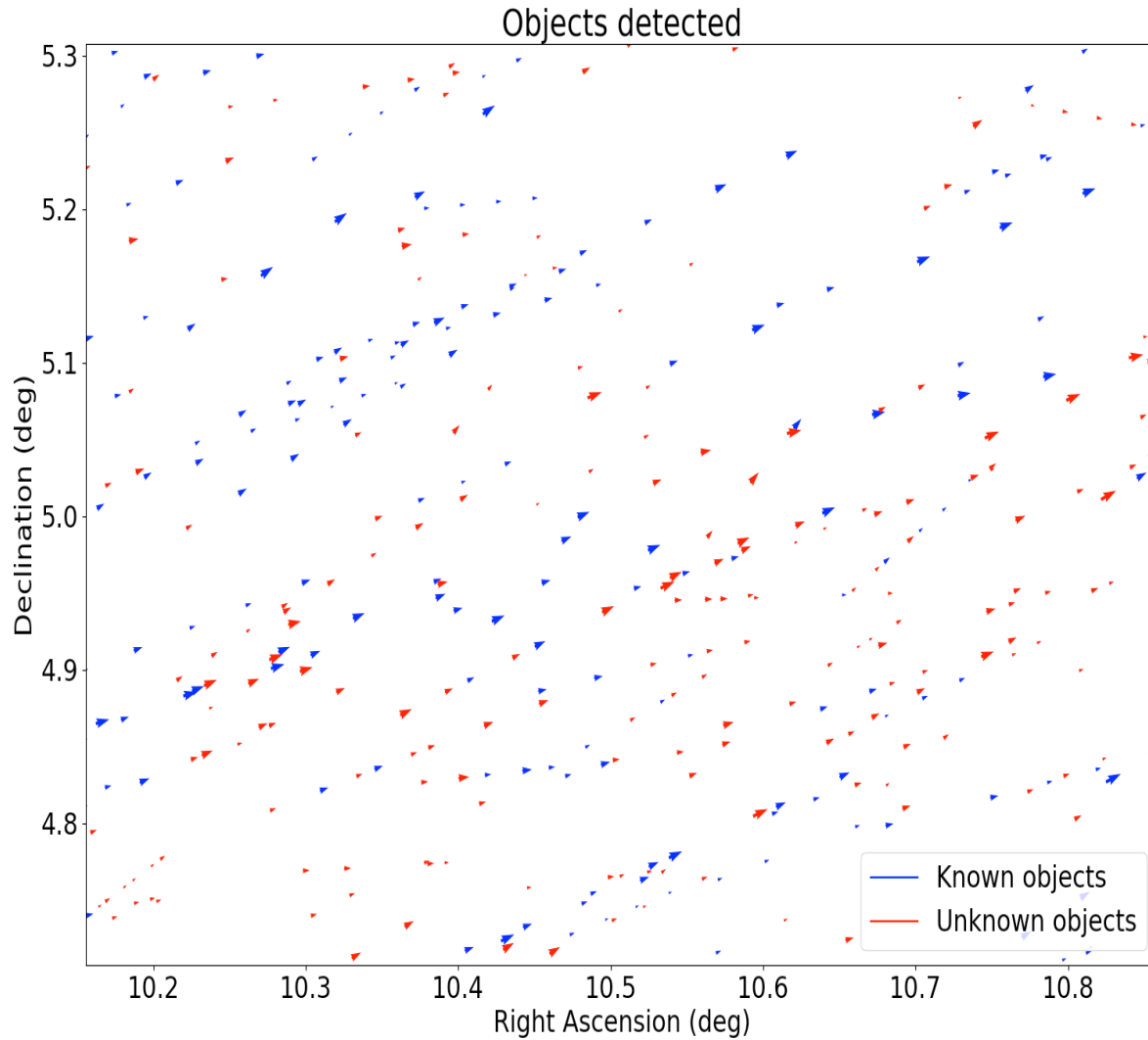
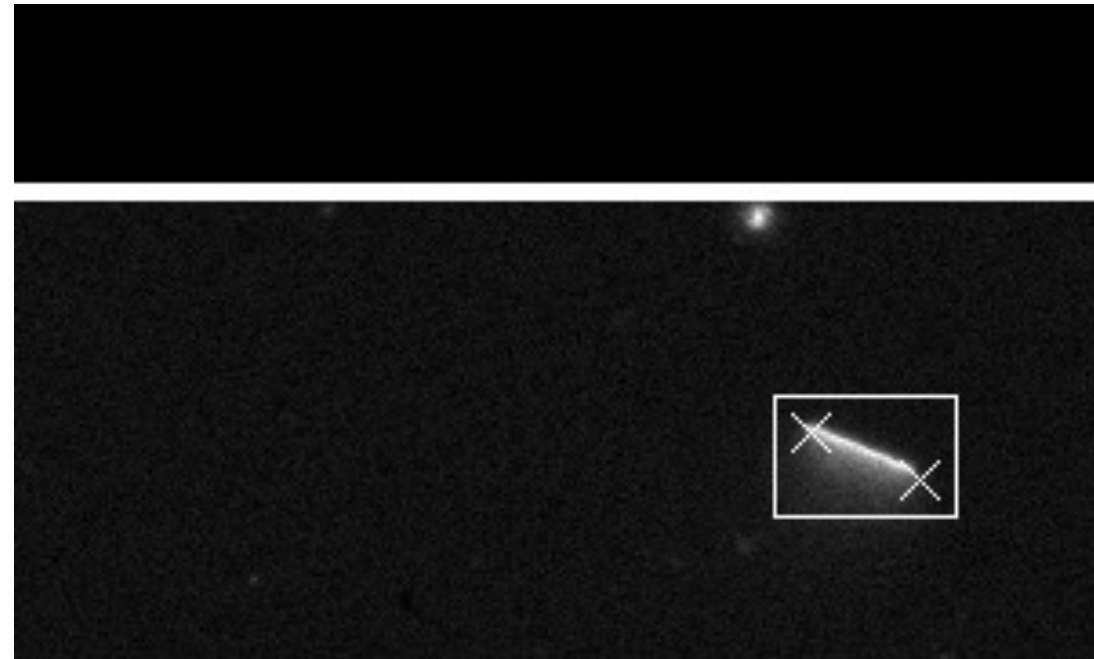
DATI PRODOTTI: oltre 12000 oggetti dei quali oltre 2000 nuove scoperte in una sola settimana



OLTRE **12000** Oggetti osservati e analizzati in 7 giorni.

Oltre **2000** oggetti nuovi cioè mai visti prima!

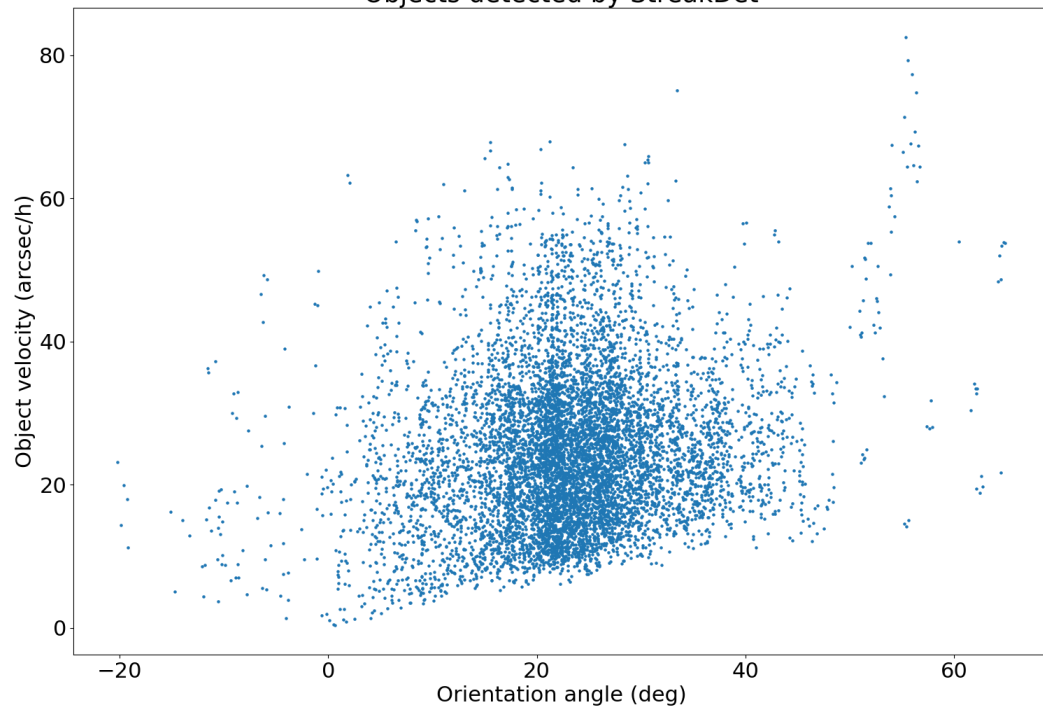
Inclusa una NUOVA COMETA a 2-4 UA



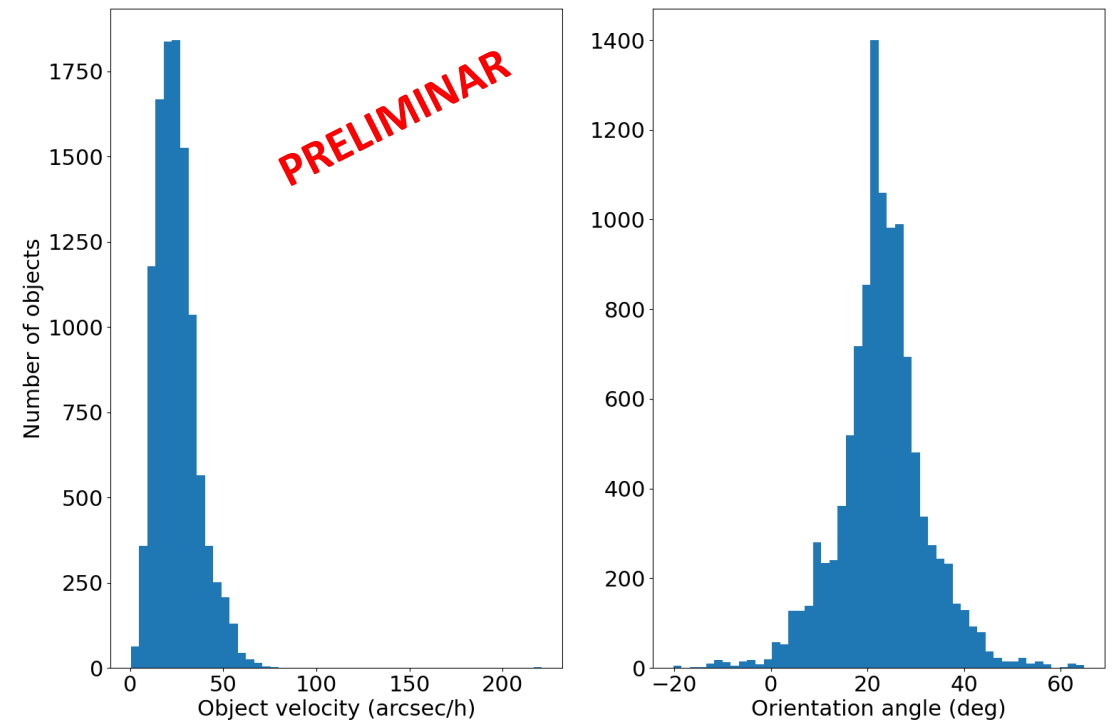
Dato il numero osservato, si possono effettuare studi statistici

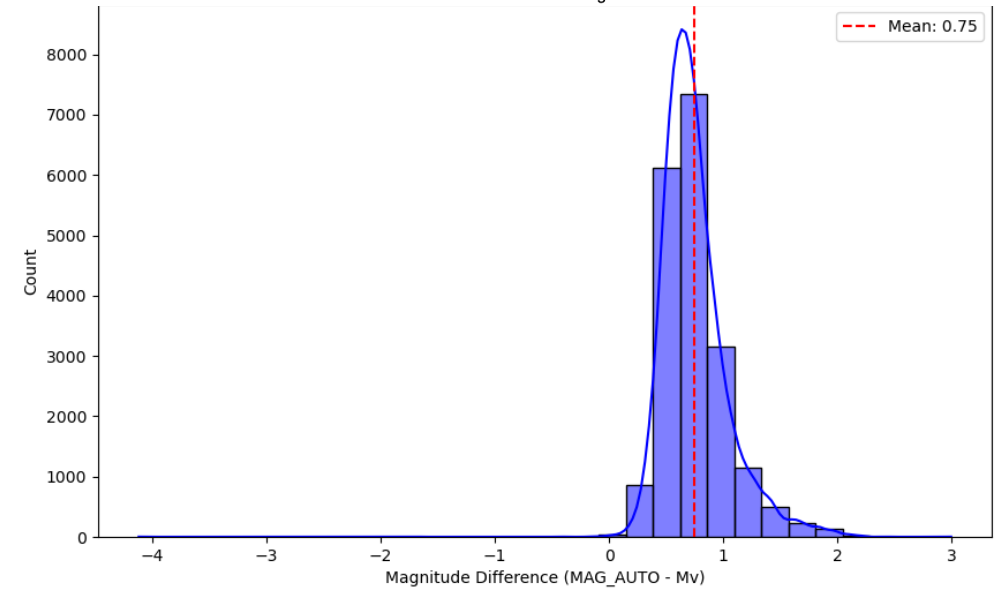
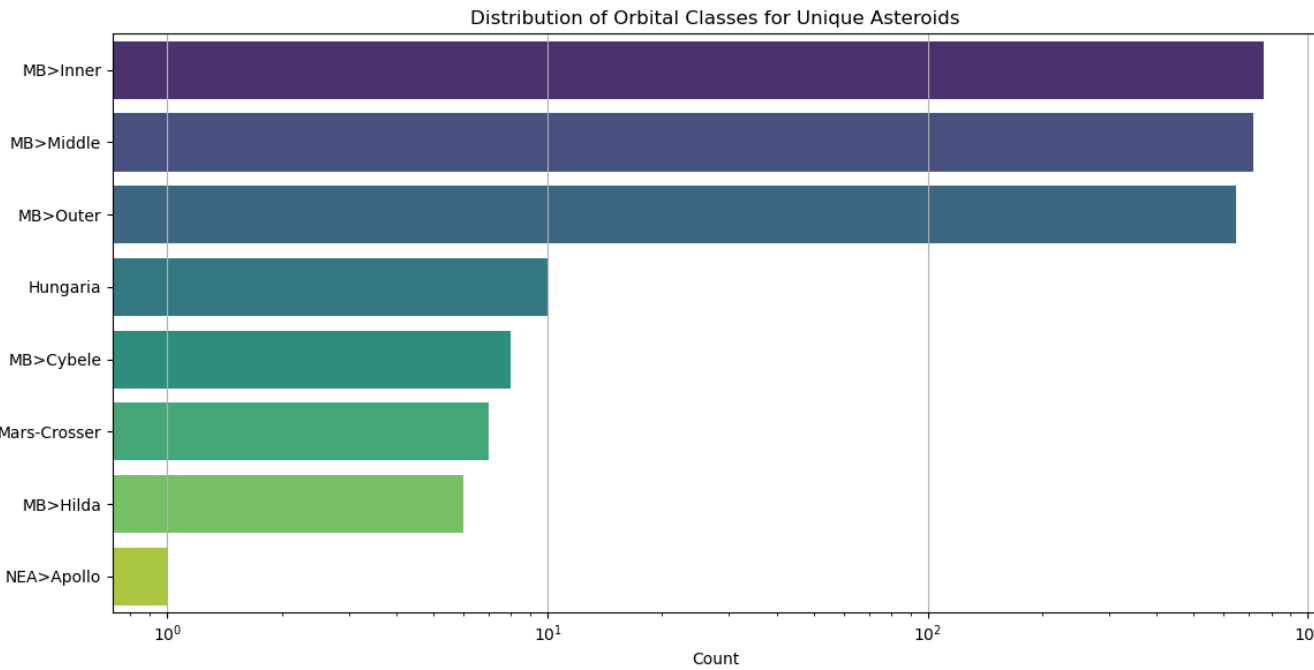
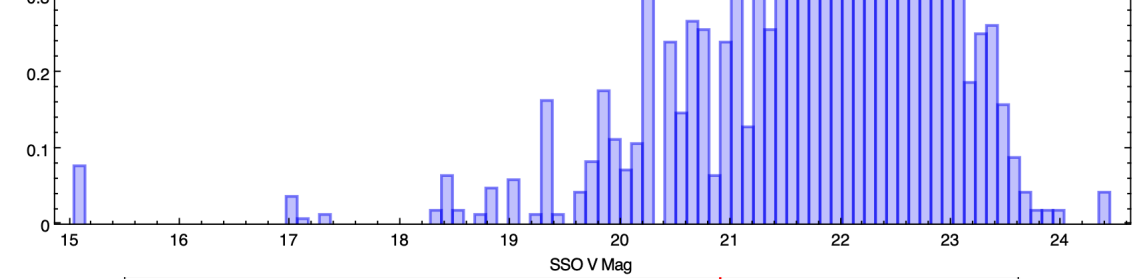
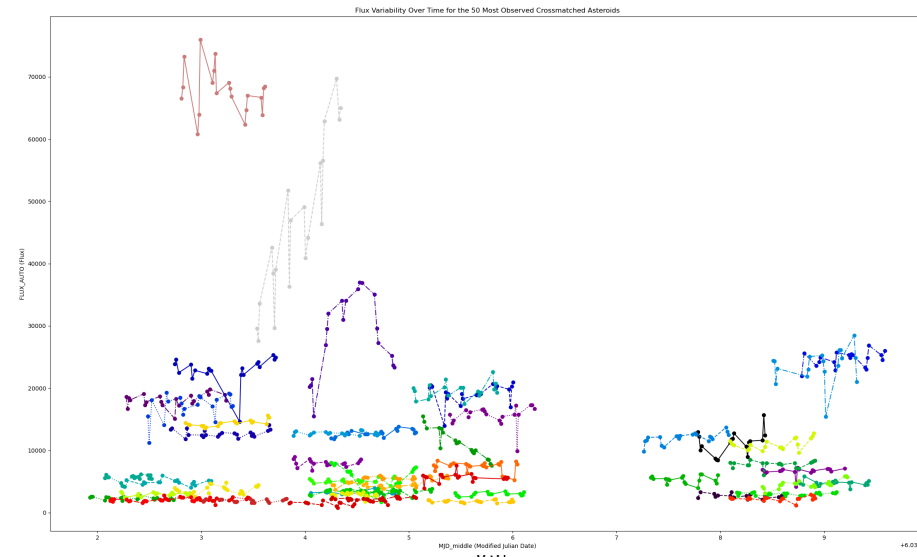
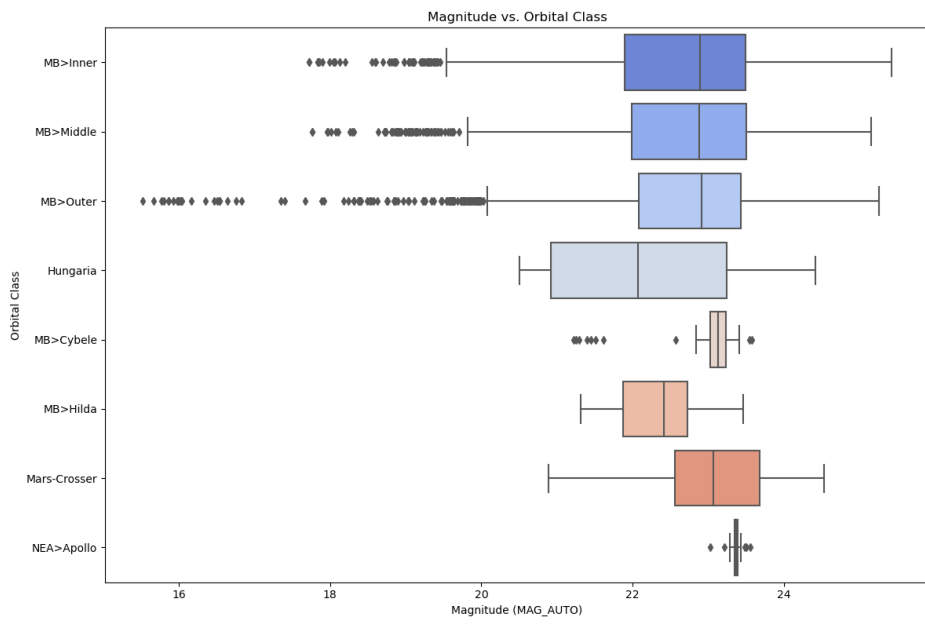


Objects detected by StreakDet



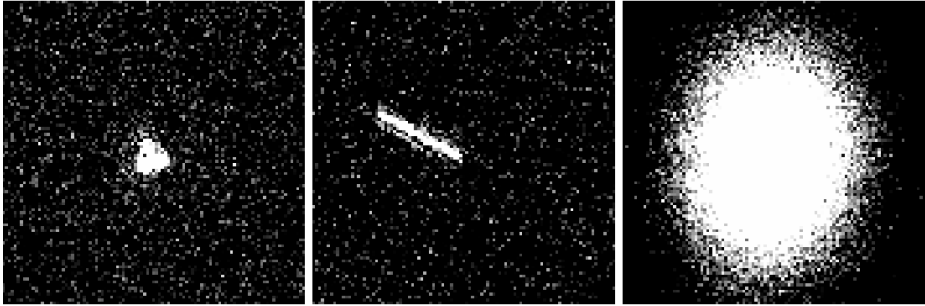
Objects detected by StreakDet





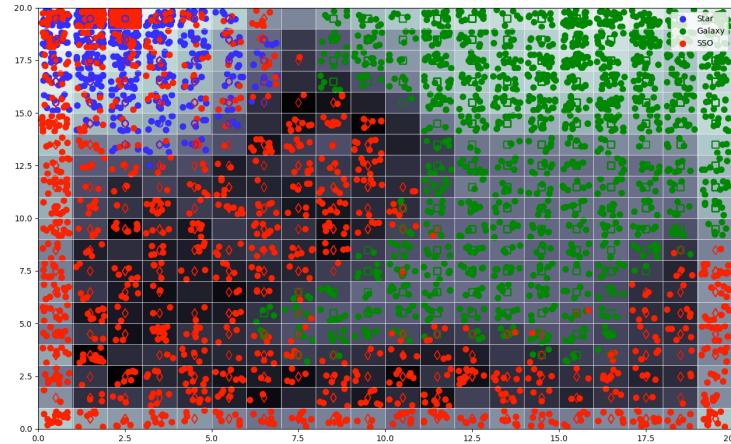
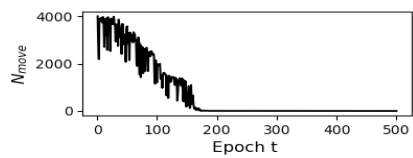
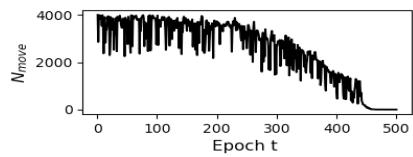
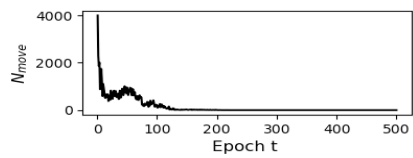
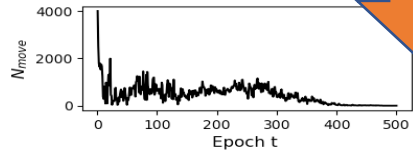
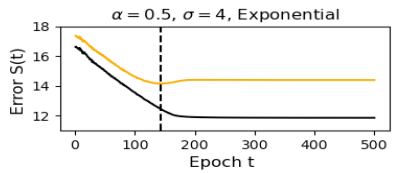
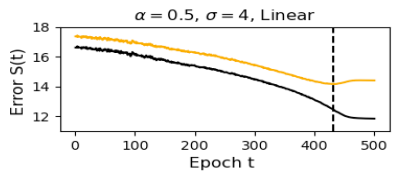
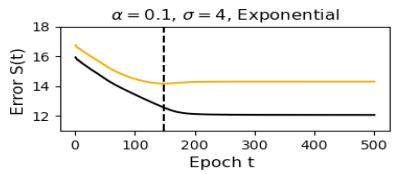
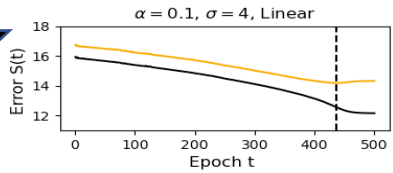
AI: ARTIFICIAL INTELLIGENCE PER IL RICONOSCIMENTO DI SSO

Classificazione automatica di oggetti



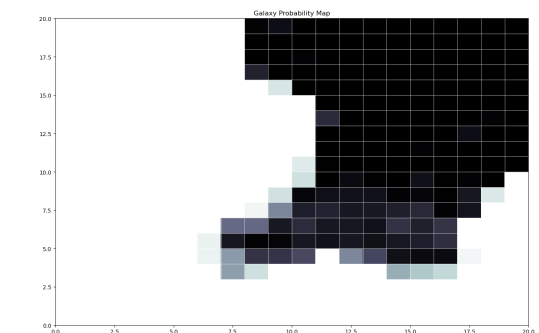
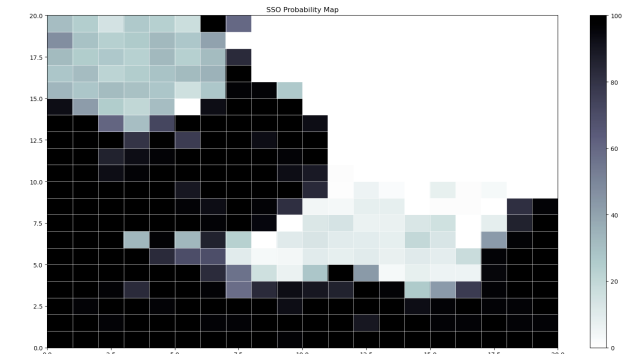
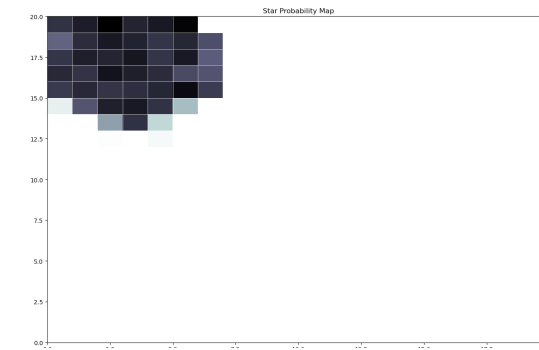
N Input

M Input test



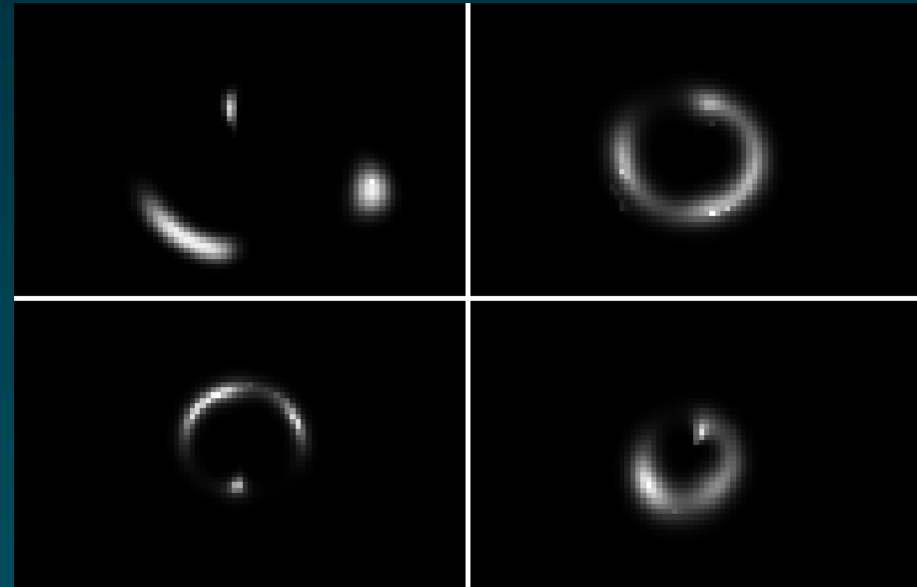
SOM addestrata con
N esempi e
M test

SOM in grado
di classificare
Nuovi dati



EUCLID: SWG SL

AI: ARTIFICIAL INTELLIGENCE PER IL RICONOSCIMENTO DI LENTI GRAVITAZIONALI: Classificazione automatica di LENTI FORTI



Rete Neurale non supervisionata (SOM)

