



Istituto Nazionale di Astrofisica

Osservatorio astronomico di Brera



Universo in fiore

La struttura a grande scala dell'Universo

Luigi Guzzo

Luigi.guzzo@brera.inaf.it

Universita' Statale di Milano

28 Marzo 2017



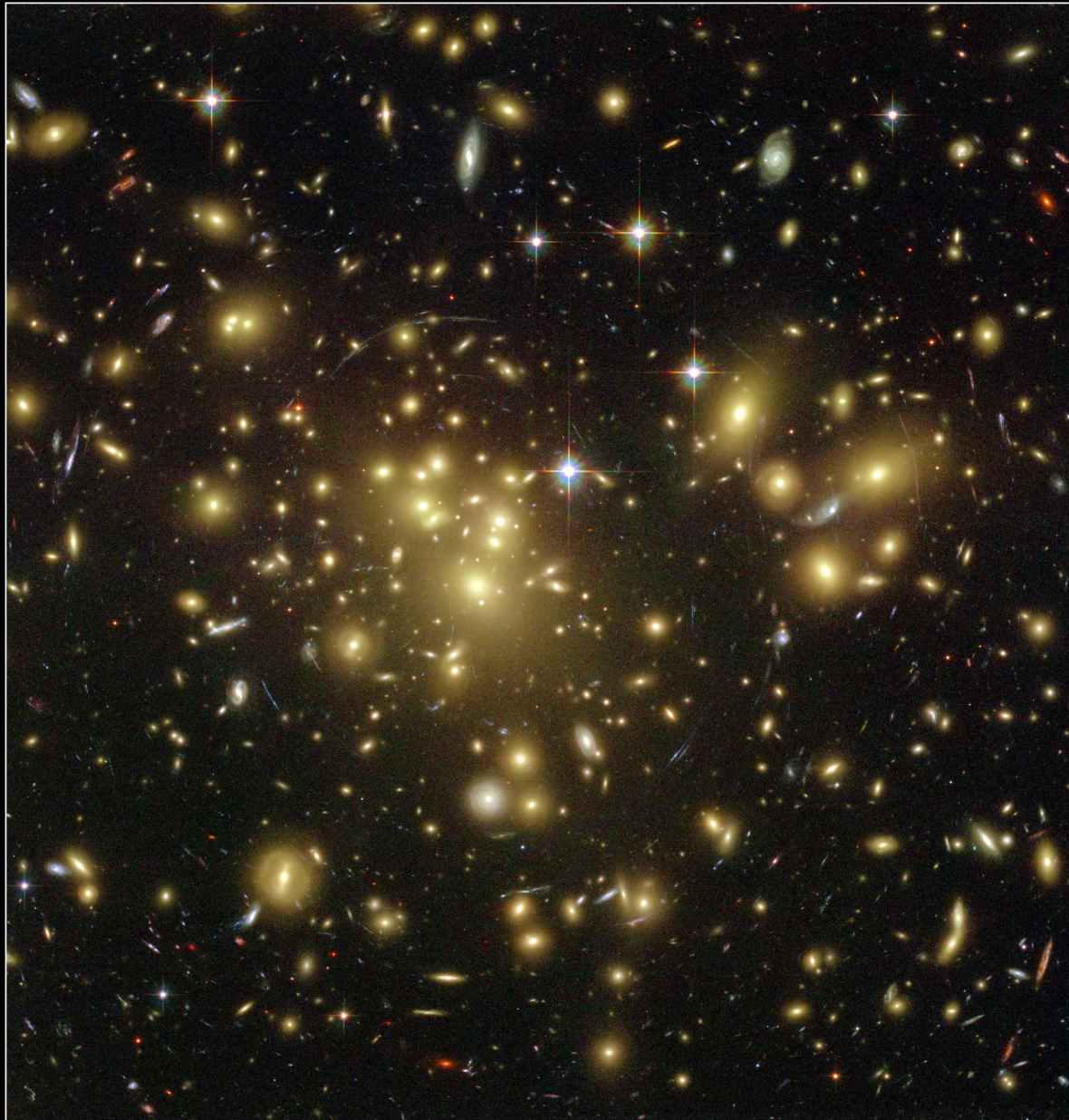


**Virtual Voyage:
Milky Way to the Virgo Cluster**

HDTV Visual Excerpt from "Runaway Universe"

Courtesy NOVA/WGBH, PBS

Tom Lucas Productions

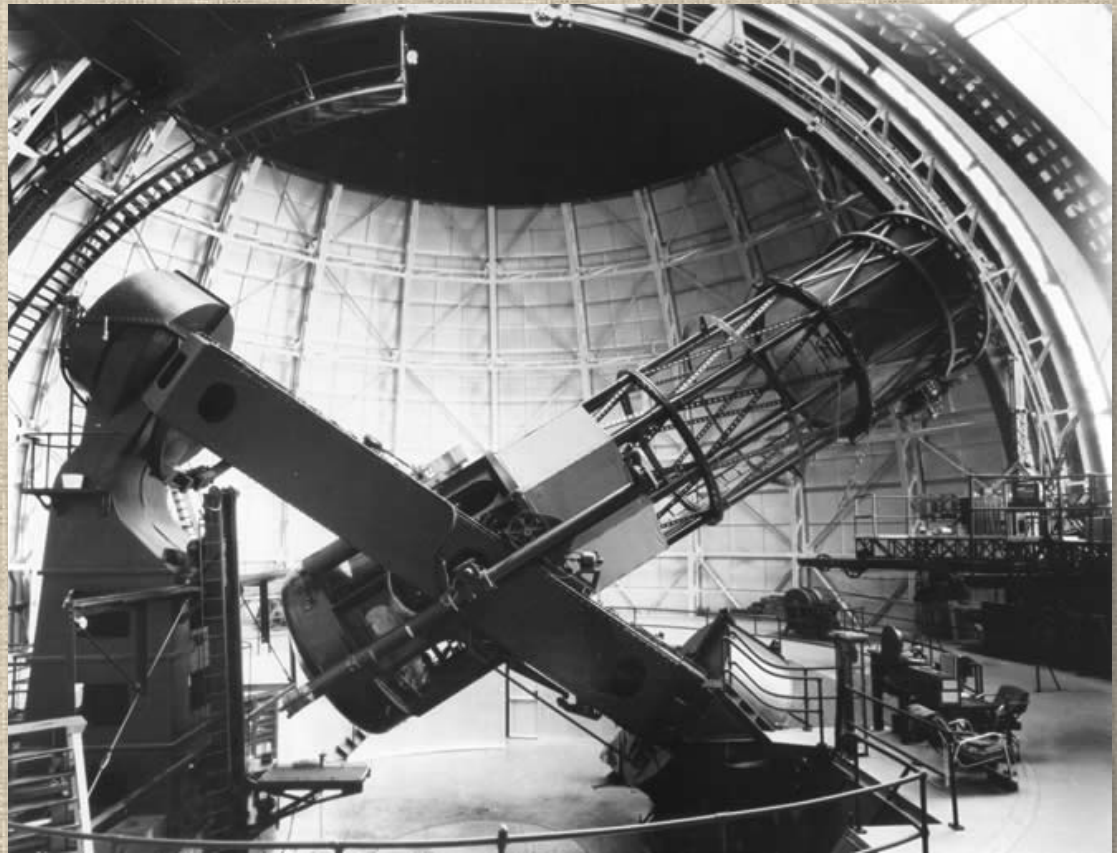


Galaxy Cluster Abell 1689
Hubble Space Telescope • Advanced Camera for Surveys

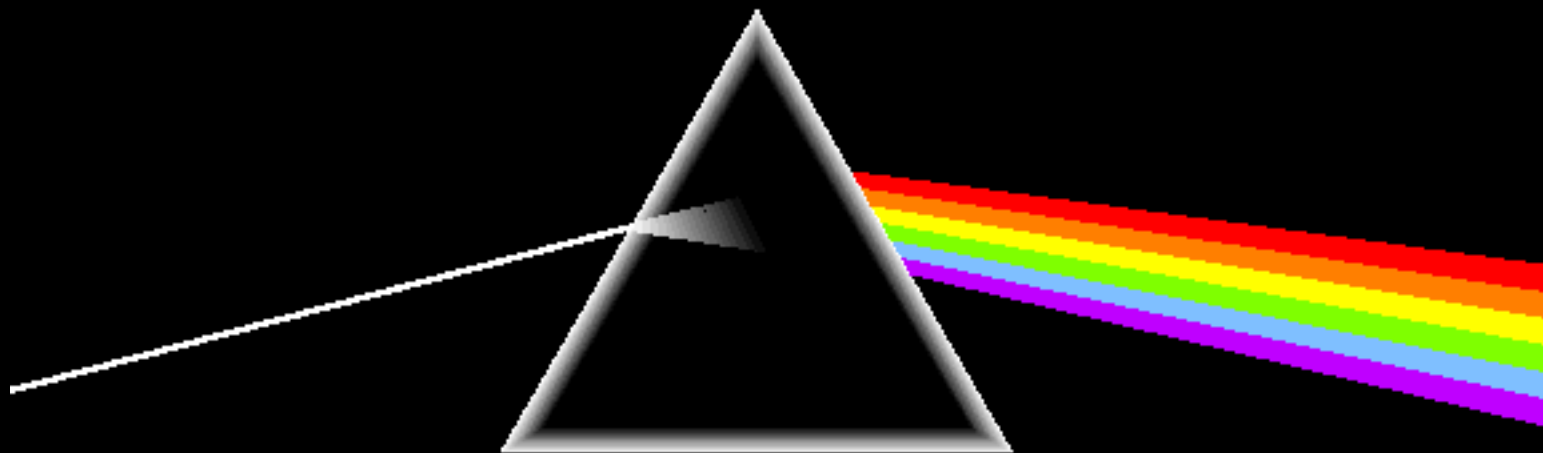
Come possiamo ricostruire le distanze delle galassie?



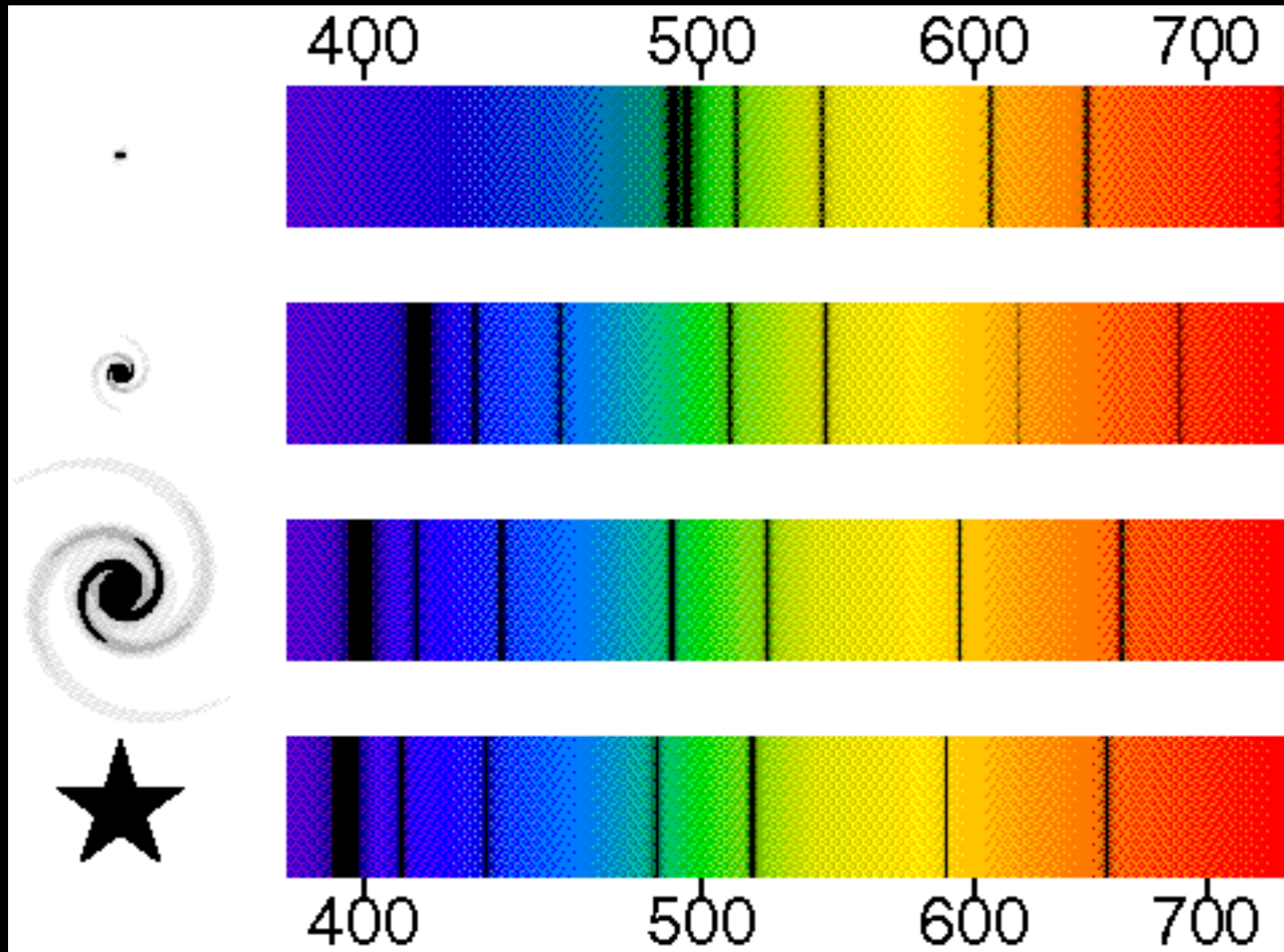
E. Hubble 1929



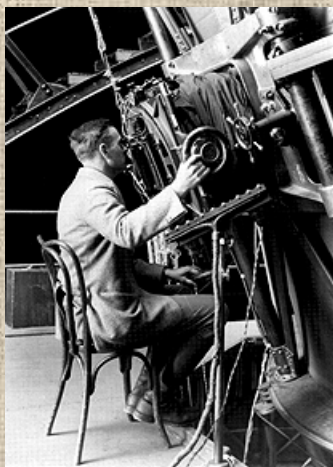
Lo spettro della luce: l'arcobaleno!



Lo spettro delle galassie cambia con la distanza

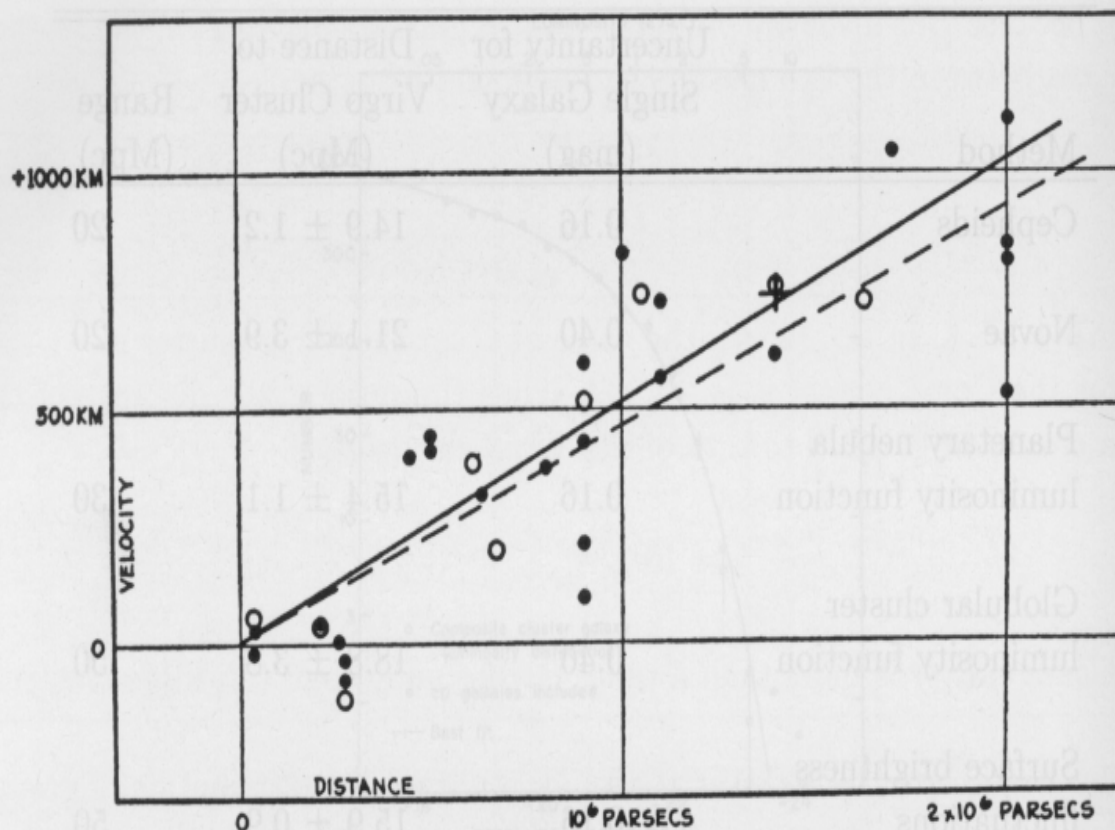


Hubble: Le galassie si allontanano le une dalle altre,
l'Universo si espande!



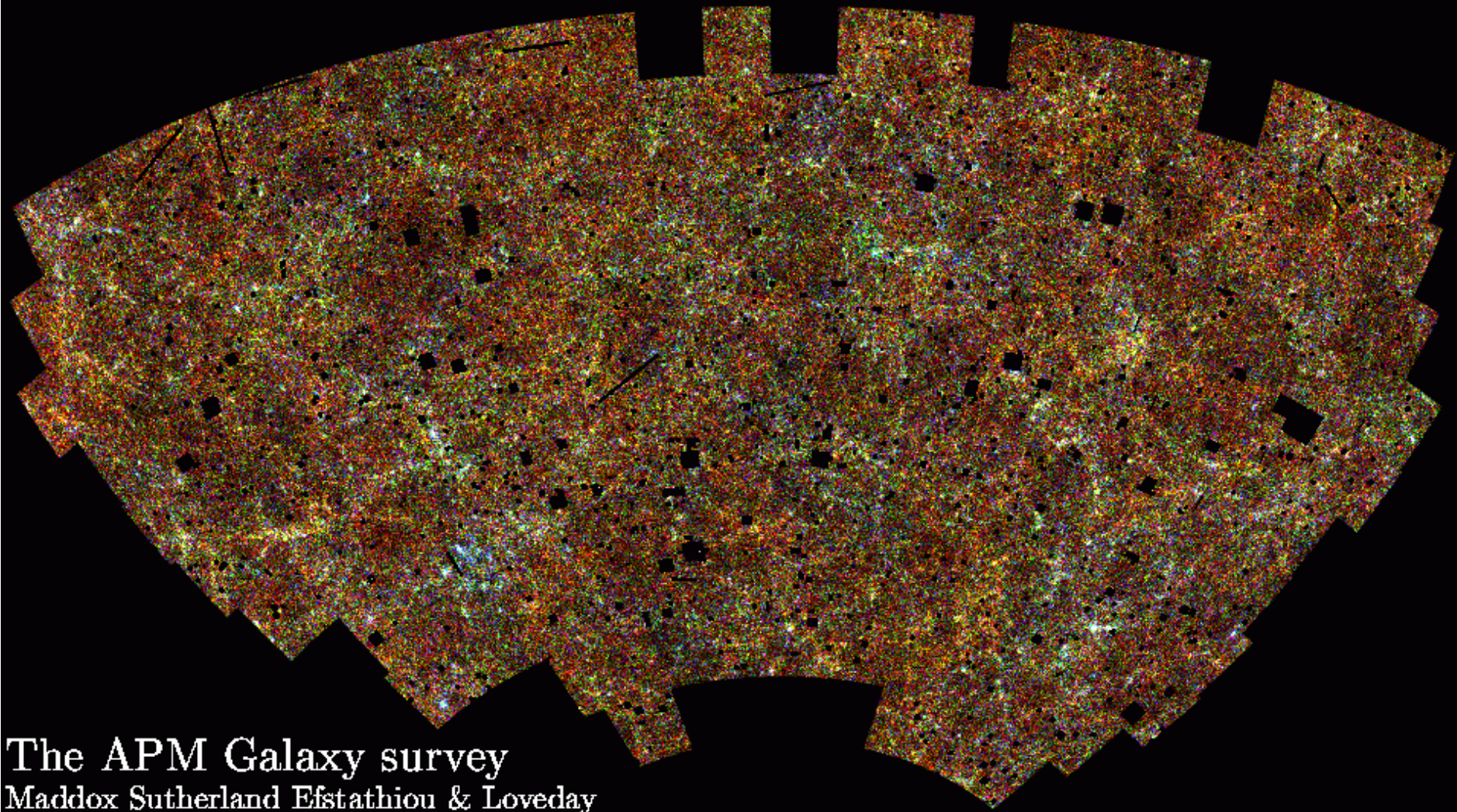
*Velocita' apparente
di allontanamento*

$$Velocita' = H_0 \times distanza$$

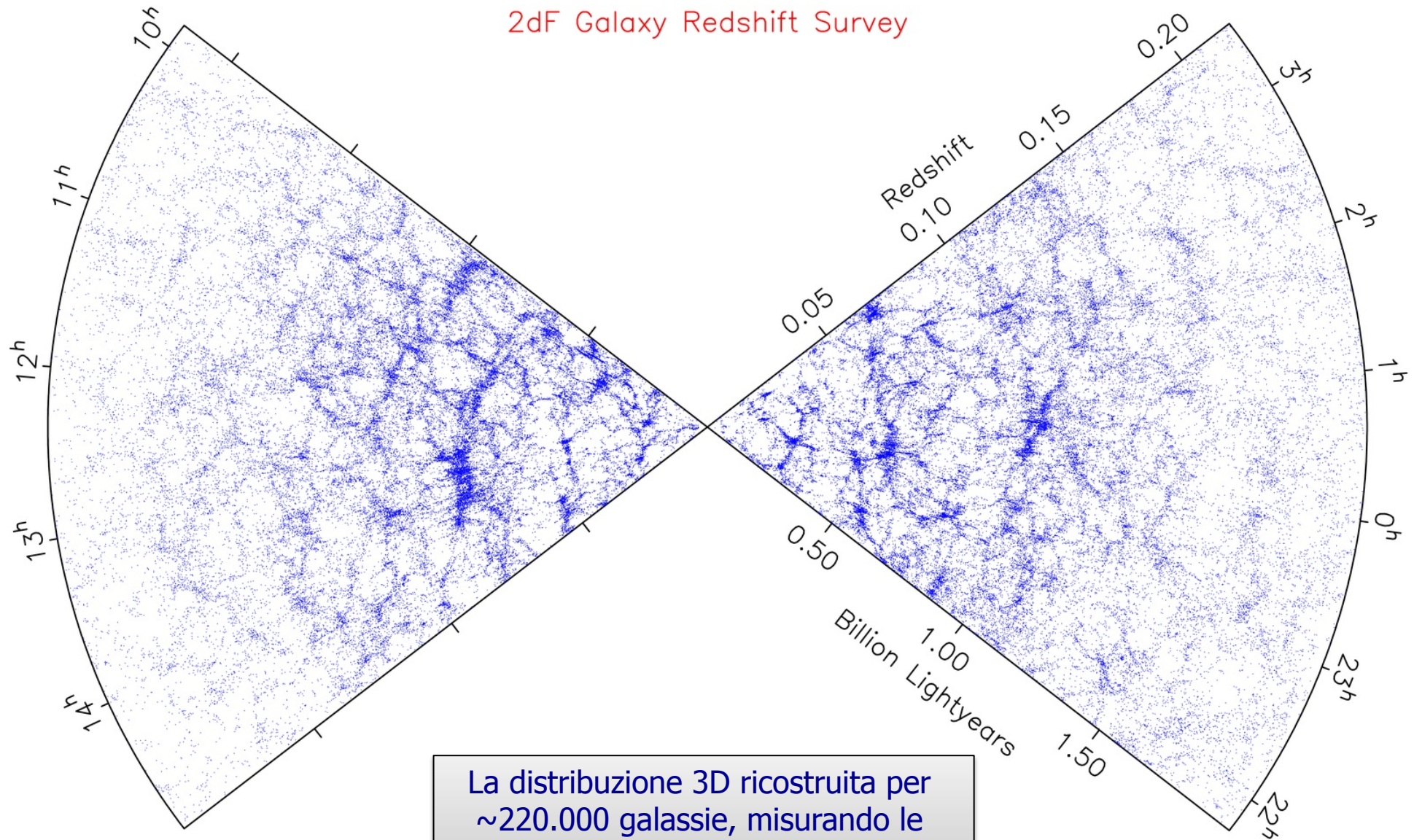


Distanza

La distribuzione sul cielo delle galassie fino alla magnitudine 22

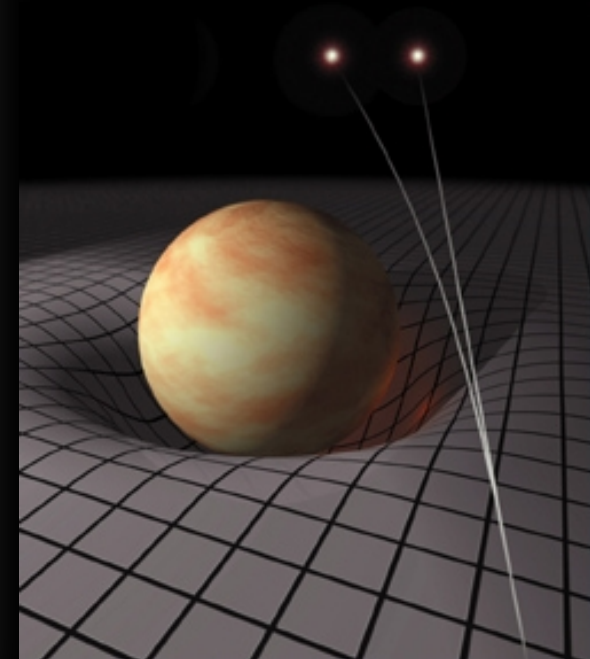
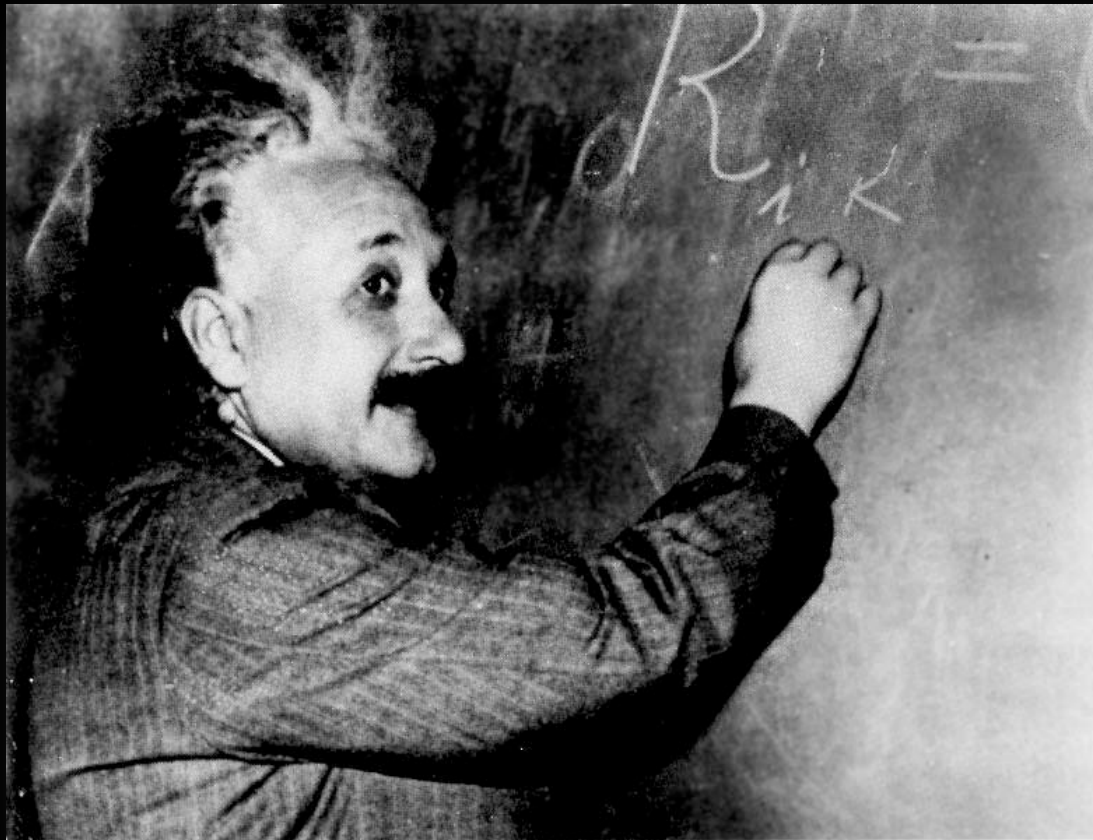


2dF Galaxy Redshift Survey

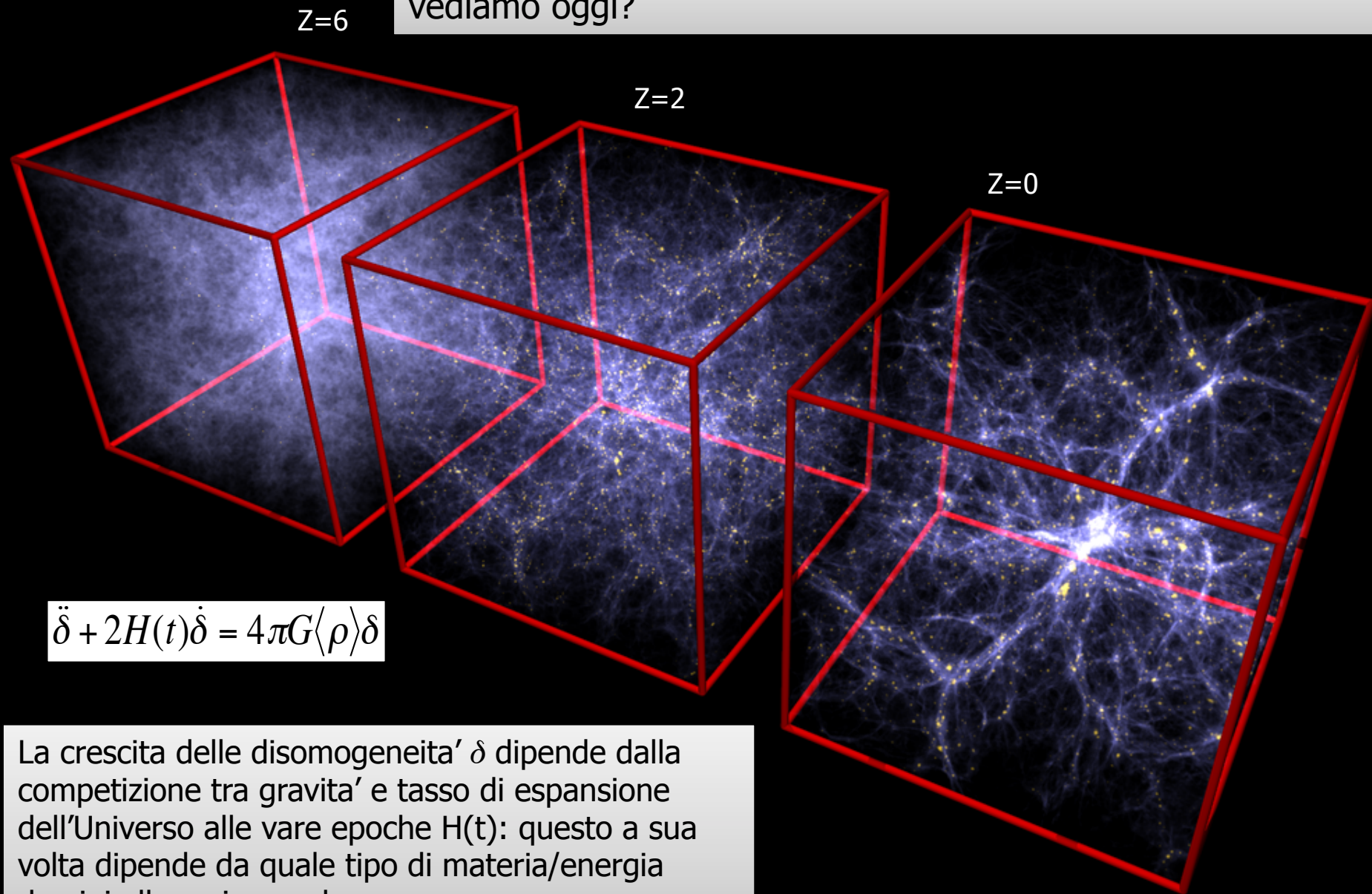


La distribuzione 3D ricostruita per
~220.000 galassie, misurando le
distanze tramite il redshift

La forza di gravita' nell'Universo in espansione e' all'origine di quanto si osserva. La Relativita' Generale di Albert Einstein e' la teoria che la descrive.



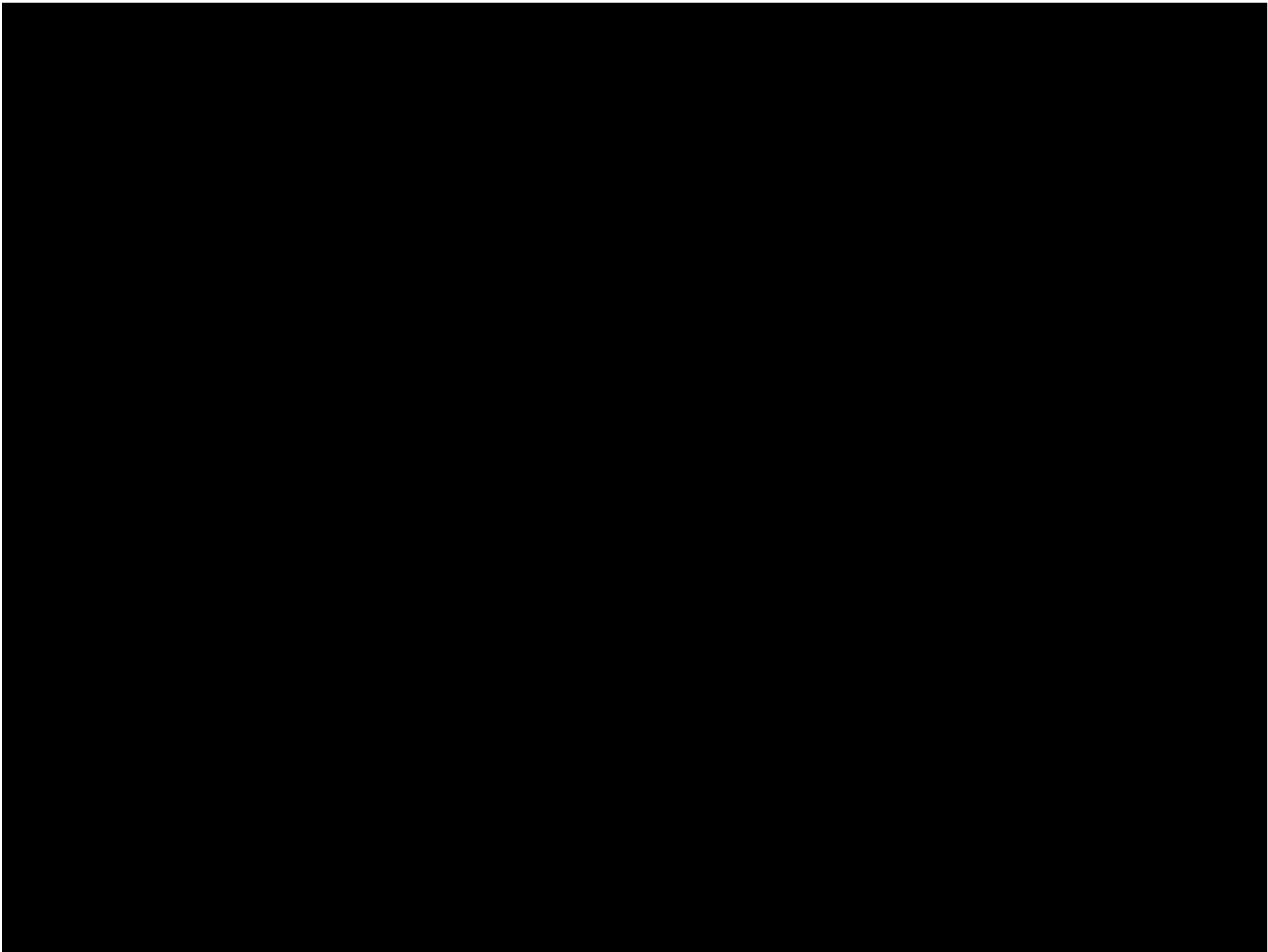
Evoluzione delle strutture: quale strada per arrivare a cio' che vediamo oggi?



$$\ddot{\delta} + 2H(t)\dot{\delta} = 4\pi G\langle\rho\rangle\delta$$

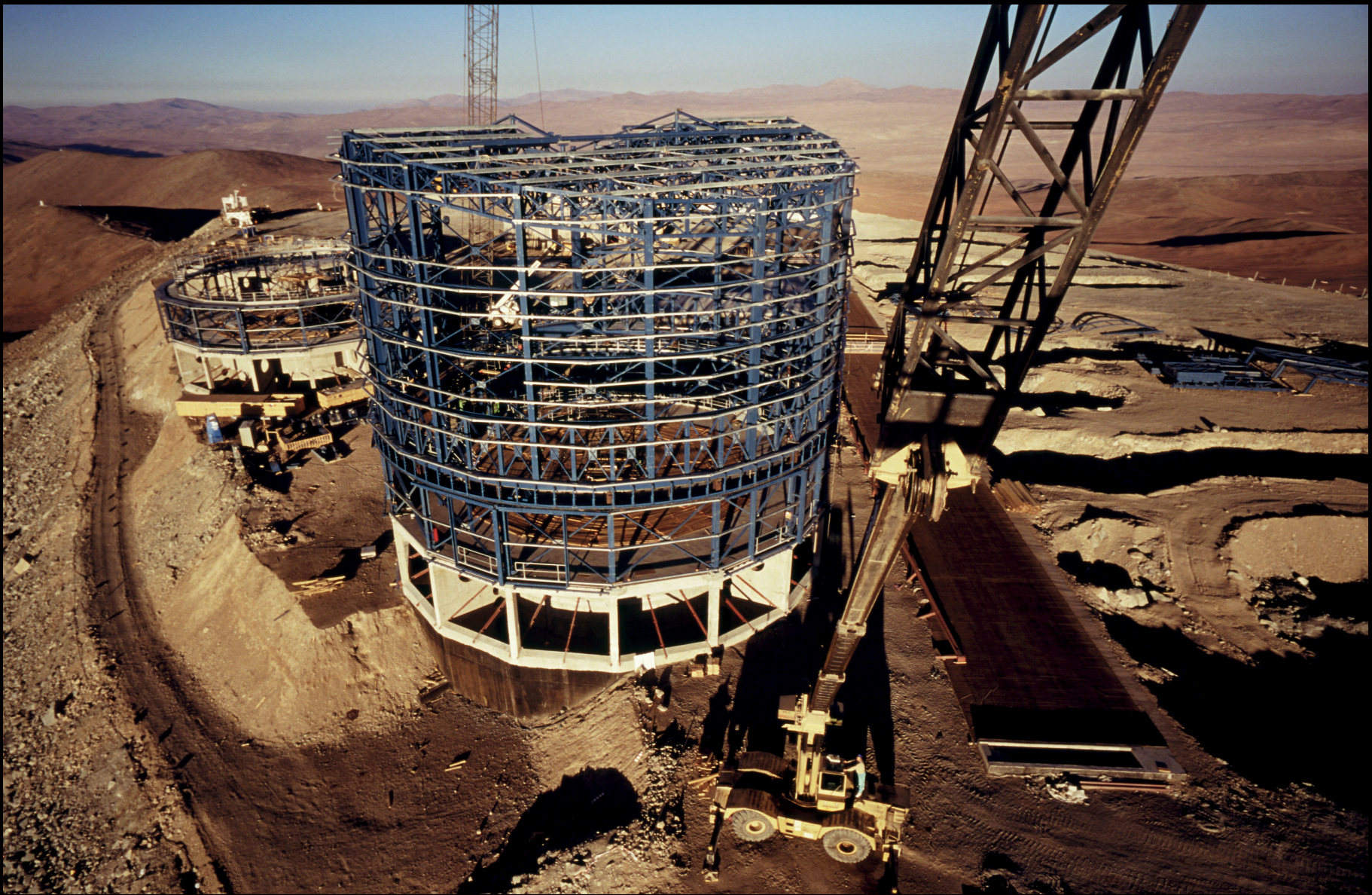
La crescita delle disomogeneita' δ dipende dalla competizione tra gravita' e tasso di espansione dell'Universo alle varie epoche $H(t)$: questo a sua volta dipende da quale tipo di materia/energia domini alle varie epoche

(Image credit:
V. Springel)



Ma nella realta', siamo in grado di osservare direttamente altri fotogrammi di questo film, oltre a quello finale?





CERRO PARANAL 1991



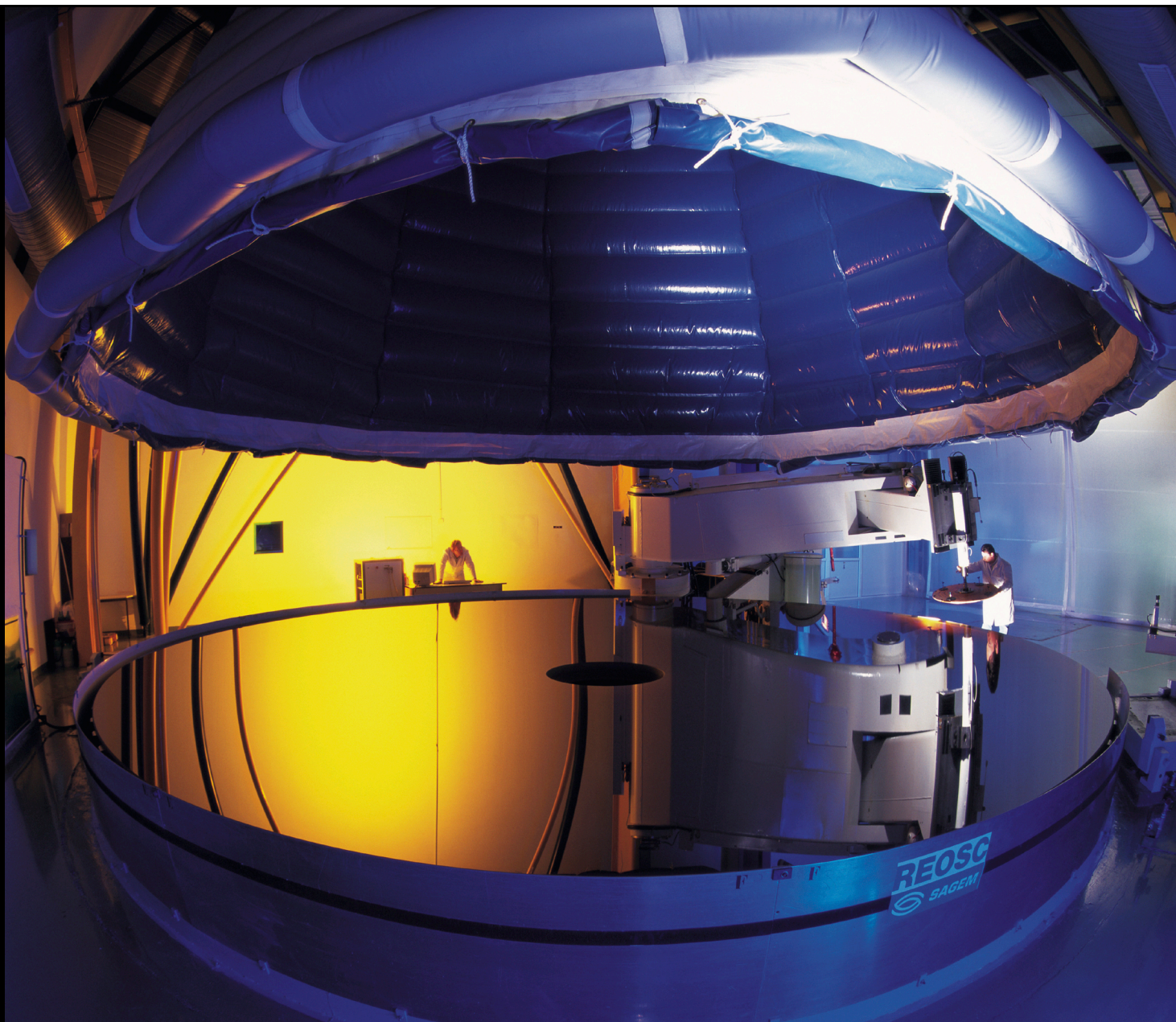
1994



1999 PARANAL OBSERVATORY

ESO PR PHOTO 36/00 (20 DECEMBER 2000)





The Polished Fourth VLT 8.2-m Mirror at REOSC

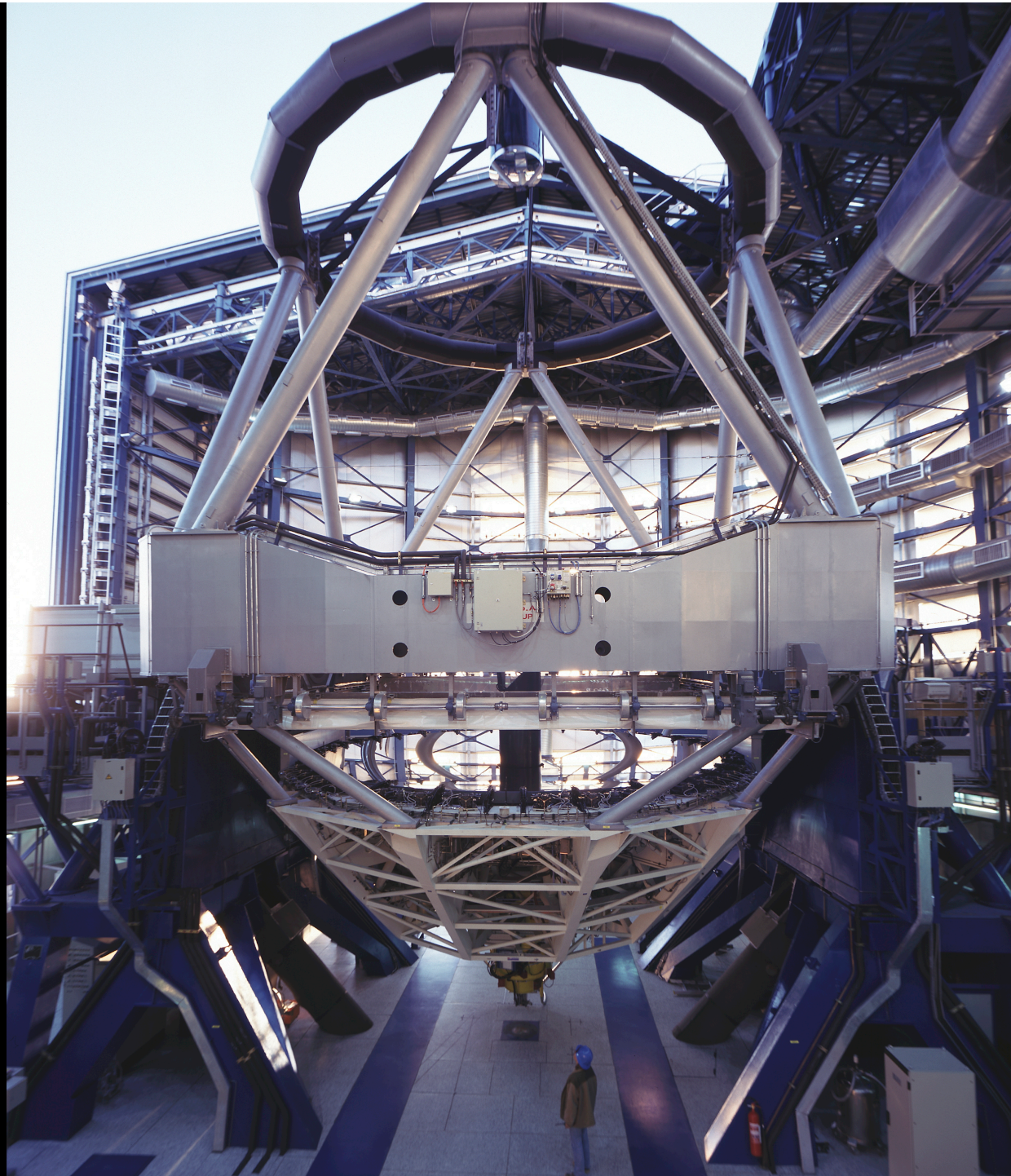
Photo: SAGEM

ESO PR Photo 44/99 (14 December 1999)

European Southern Observatory

















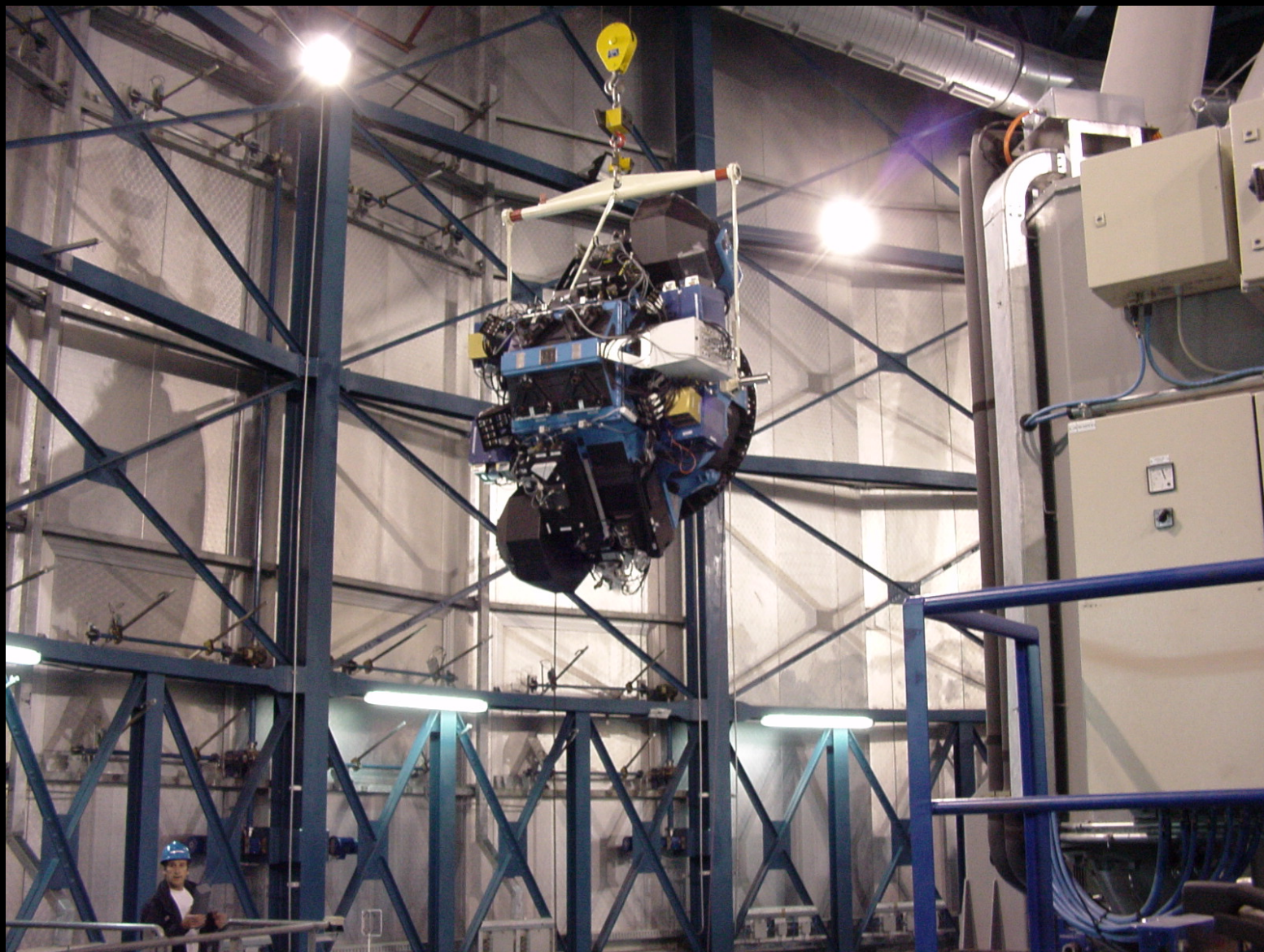


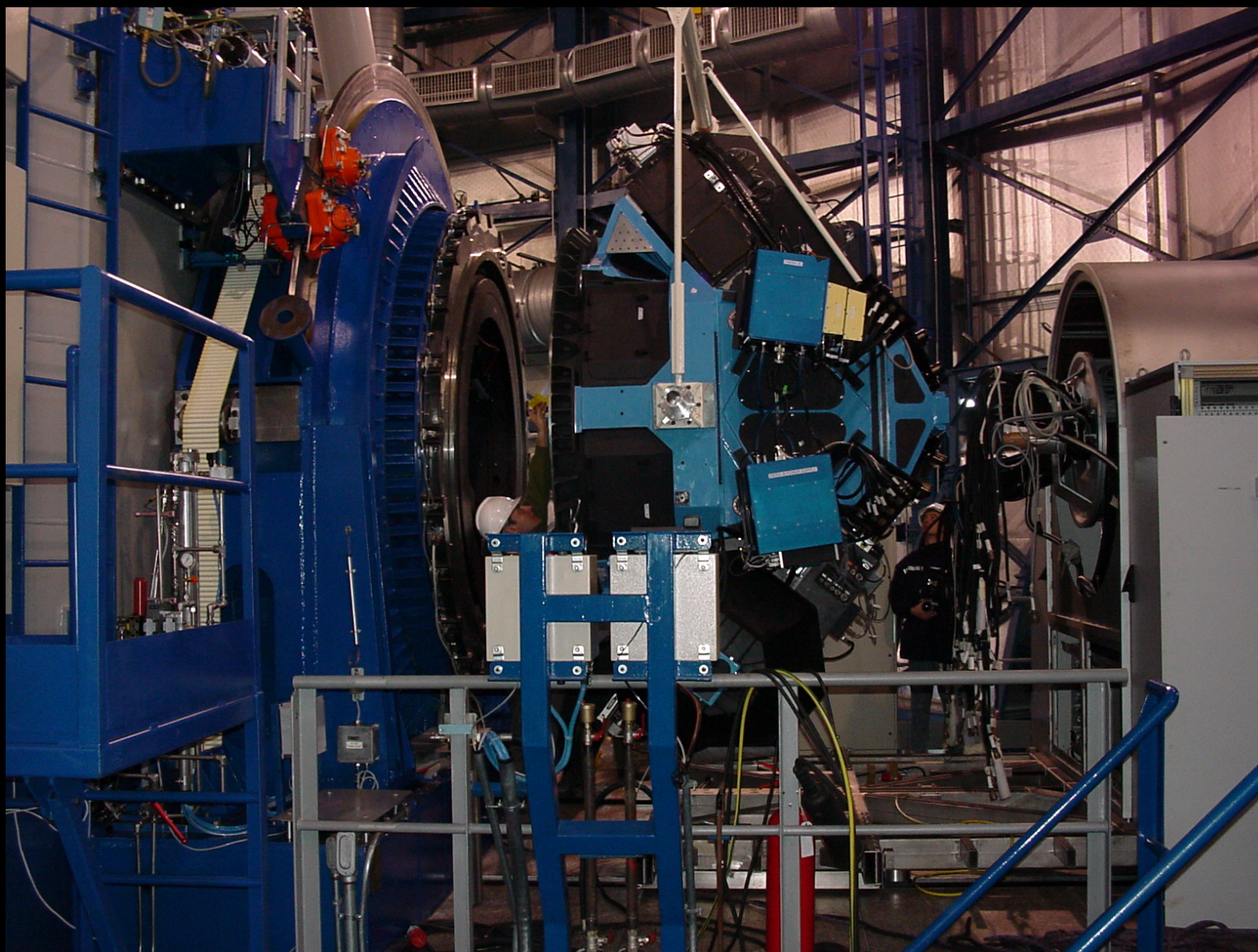




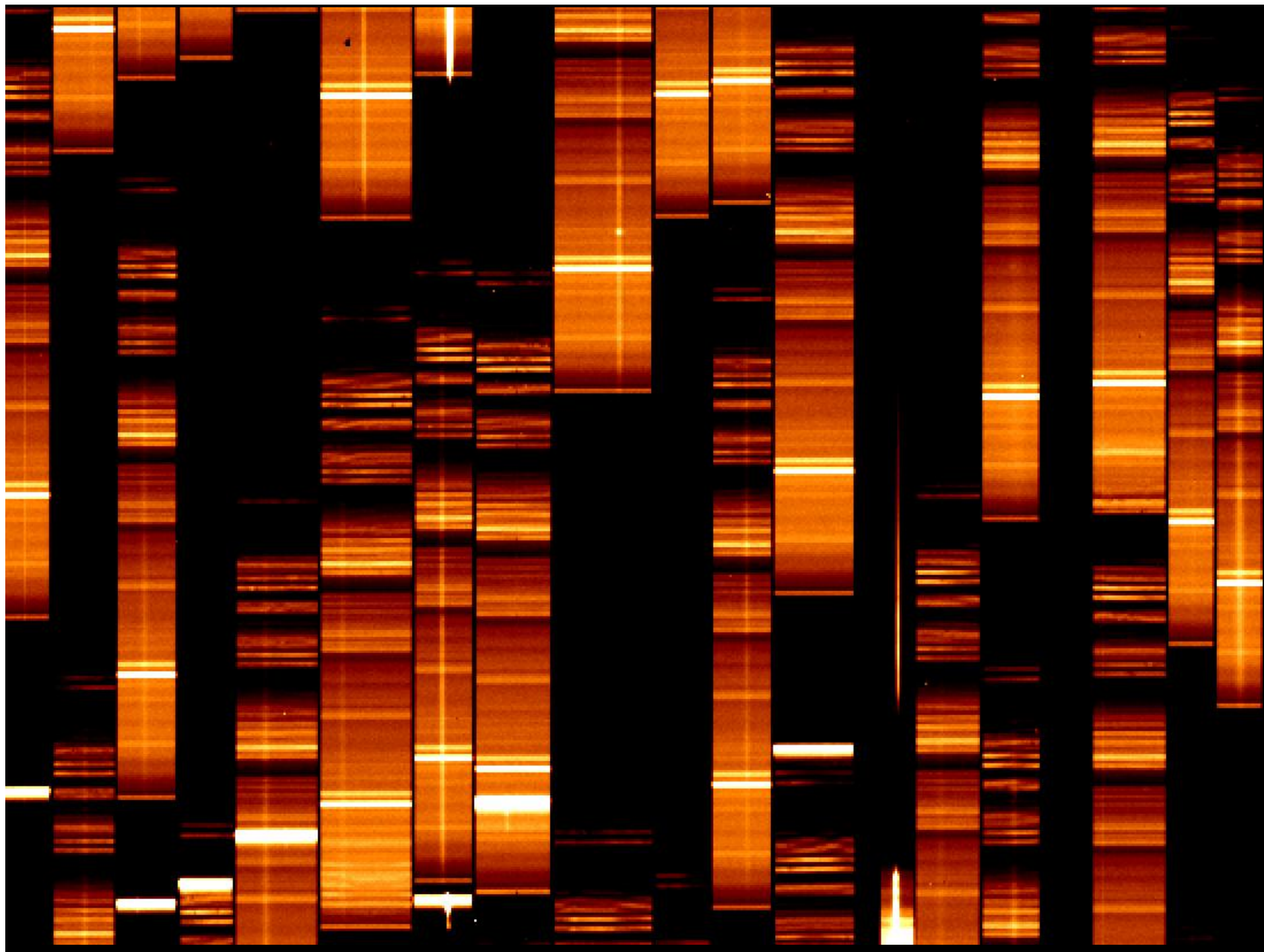
Spettrografo multi-oggetto **VIMOS**: ~600 spettri al colpo
(collaborazione Franco-Italiana)







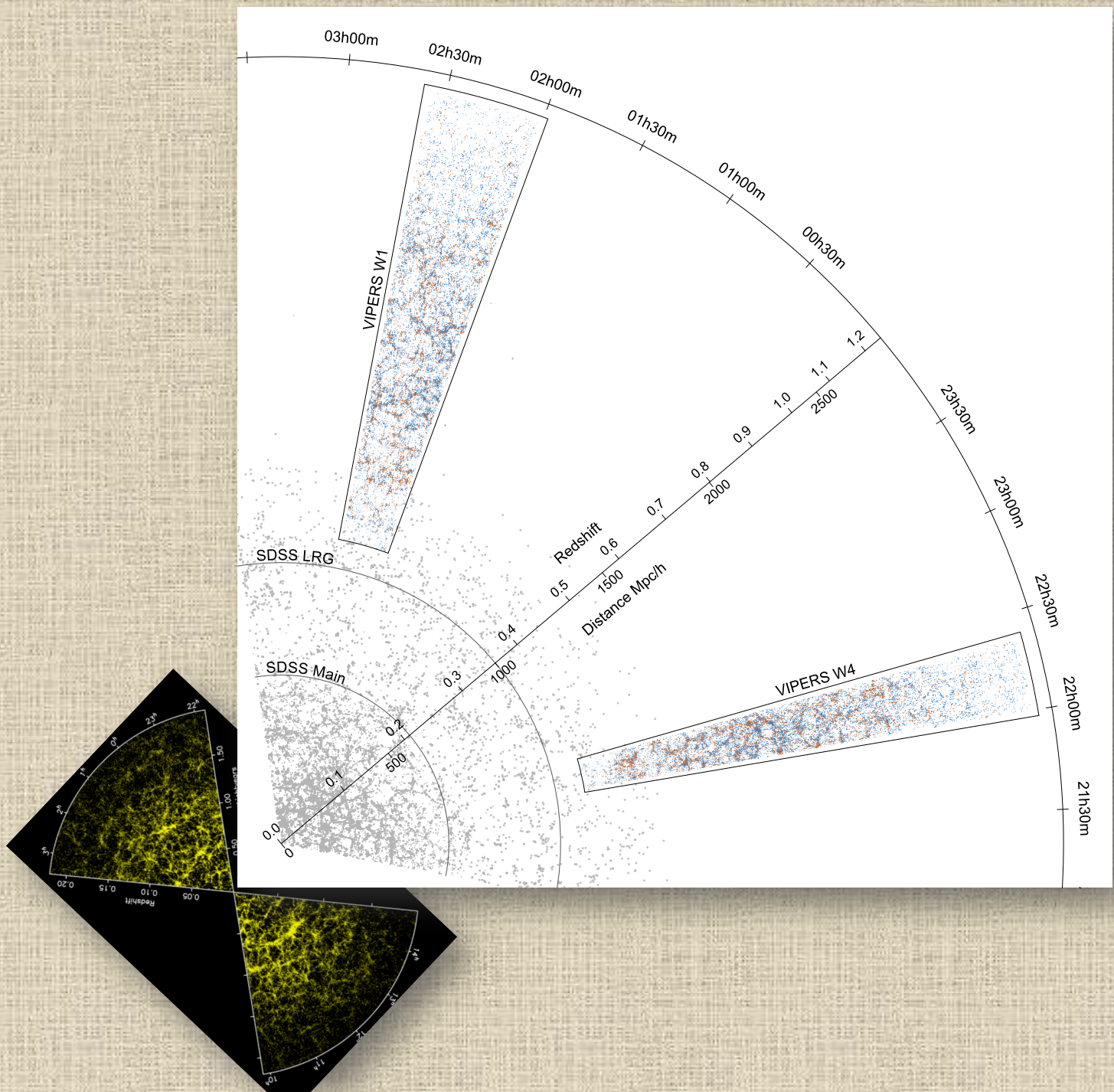


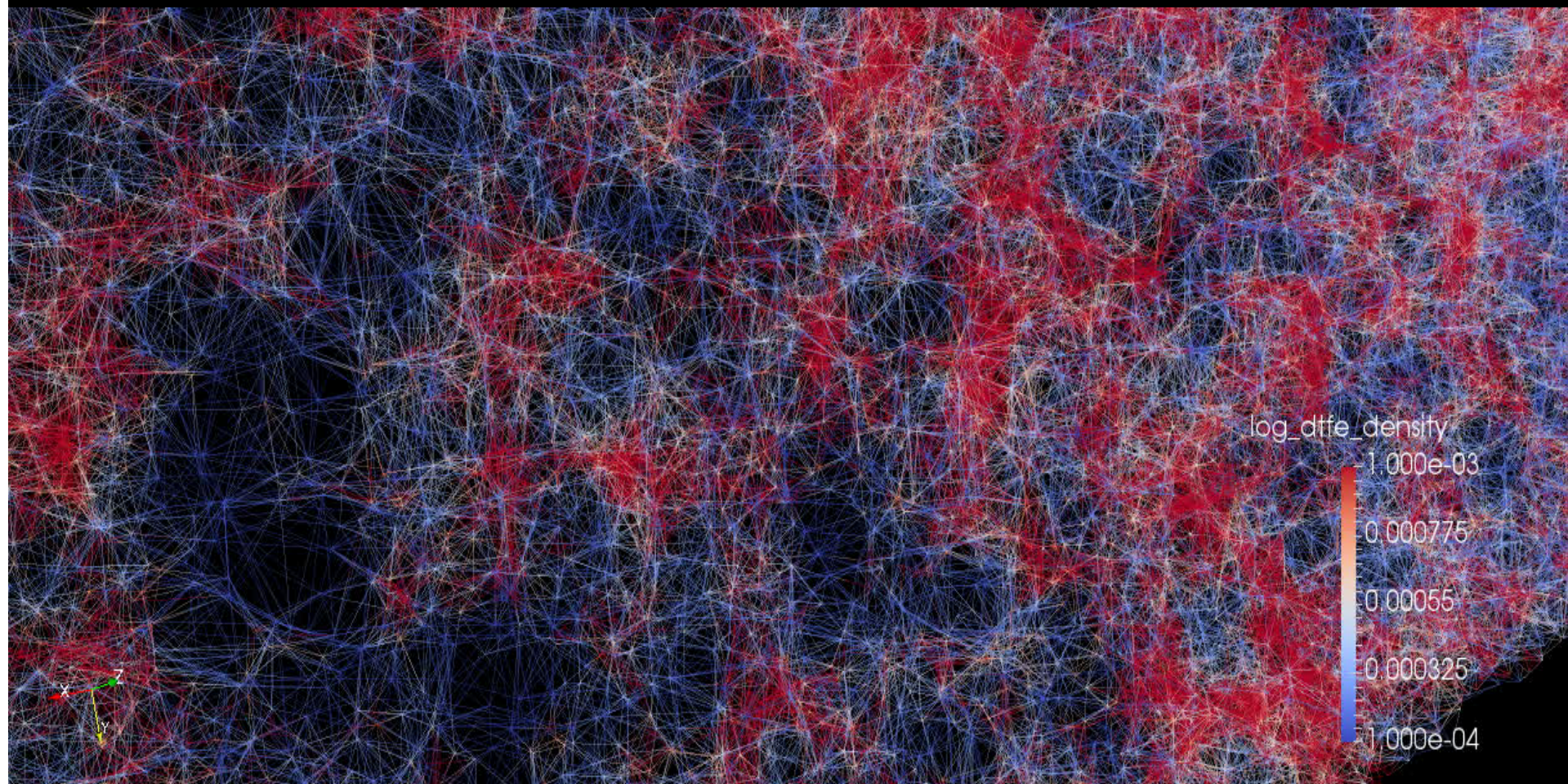


Field W1

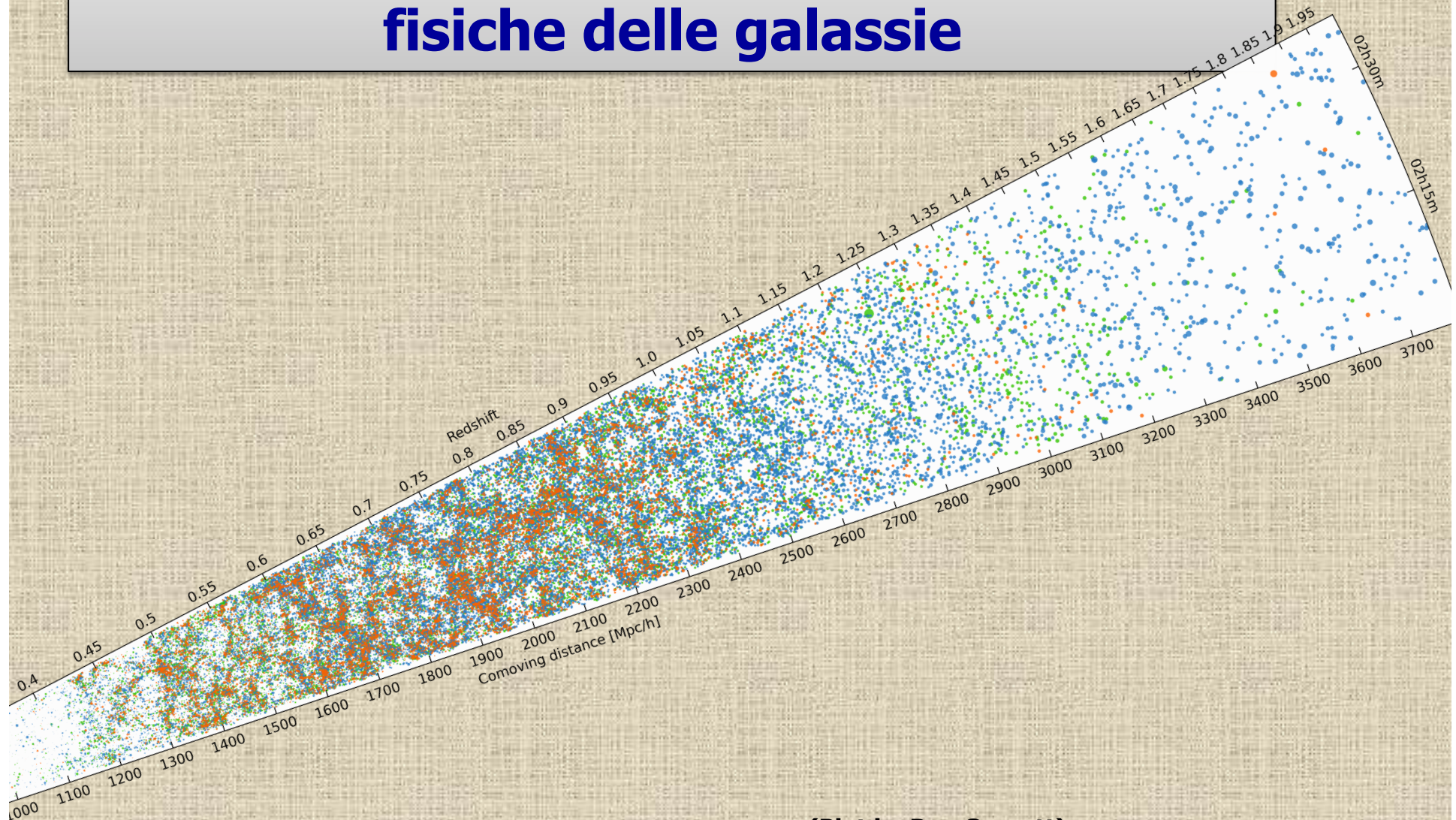


Field W4

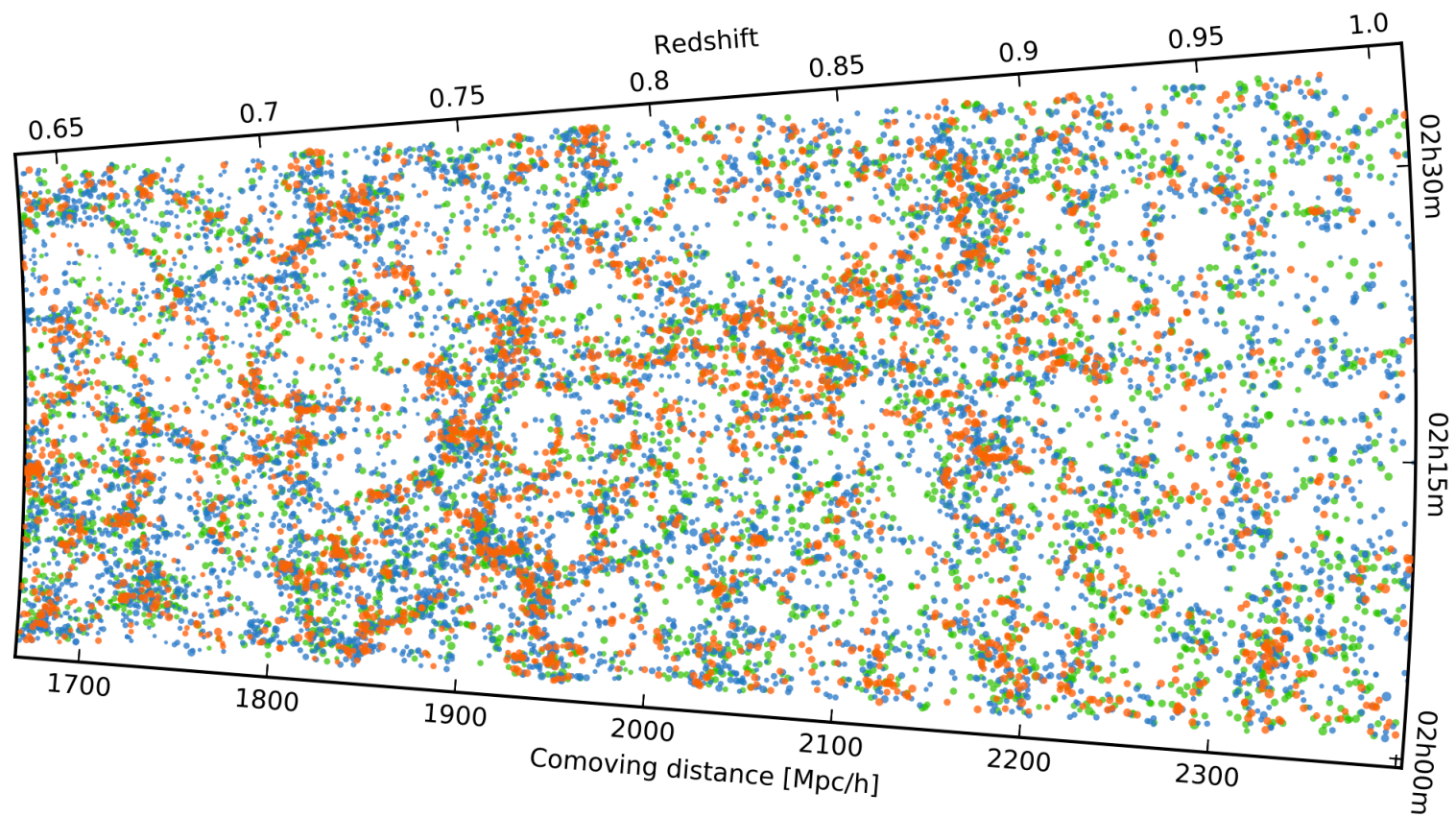




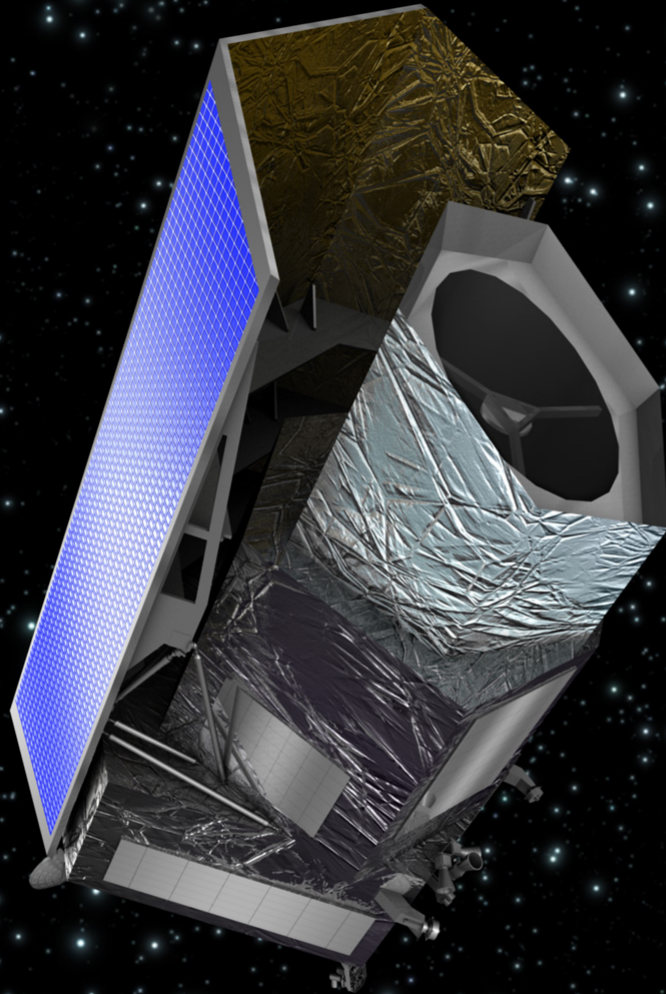
**Importante avere non solo le distanze, ma
anche luminosita', colori, proprieta'
fisiche delle galassie**



(Plot by Ben Granett)



Euclid (European Space Agency + national agencies)



OBIETTIVO:

- Costruire una mappa della materia oscura e luminosa su tutto il cielo (fuori dalla Galassia): 50 milioni di redshift
- Comprendere la natura della materia oscura
- Risolvere il problema dell'espansione accelerata
- Lancio 2020

Riassumendo...

- Il nostro Sole e' una di circa 100 miliardi di stelle all'interno di una galassia spirale gigante, quella che chiamiamo Via Lattea. Le galassie sono i mattoni fondamentali dell'Universo su grande scala
- Ci sono miliardi di galassie nell'Universo. Siamo in grado di ricostruire la loro distribuzione nello spazio, oltre a misurarne la luminosità, colore e composizione chimica
- La struttura su grande scala dell'Universo, ovvero il grado di disomogeneità che osserviamo in volumi via via piu' grandi dipende strettamente dai parametri fondamentali che governano il modello cosmologico

Riassumendo...

- Possiamo guardare indietro nel tempo e vedere le strutture come erano 10 miliardi di anni fa, aggiungendo fotogrammi intermedi alla storia di cui conosciamo ormai abbastanza bene il finale
- Vogliamo capire come le galassie e le strutture si siano formate: questo ci dice quali sono le proprietà dell'Universo e di cosa sia fondamentalmente fatto (materia barionica, materia e energia oscura)
- Queste misure sono uno dei pilastri dell'attuale modello cosmologico



THE END