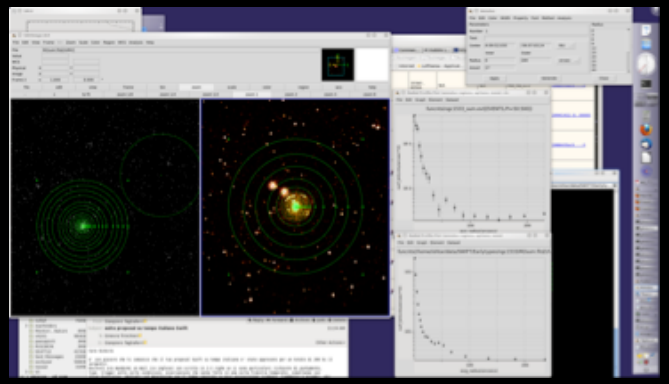
Istituto Nazionale di Astrofisica

Osservatorio astronomico di Brera

Universo in fiore

Un'ora da astronomi: Studiare gli ammassi di galassie



Ginevra Trinchieri

ginevra.trinchieri@brera.inaf.it

INAF-Osservatorio Astronomico di Brera

22/11/2017

Un caso concreto: JKCS041

ammasso di galassie ad alto redhshift:

dalla "scoperta"

alla "conferma"

alla "misura di distanza"

alla "conclusione" [fino a oggi !]:
massa, ricchezza, evoluzione … caso cosmologico …

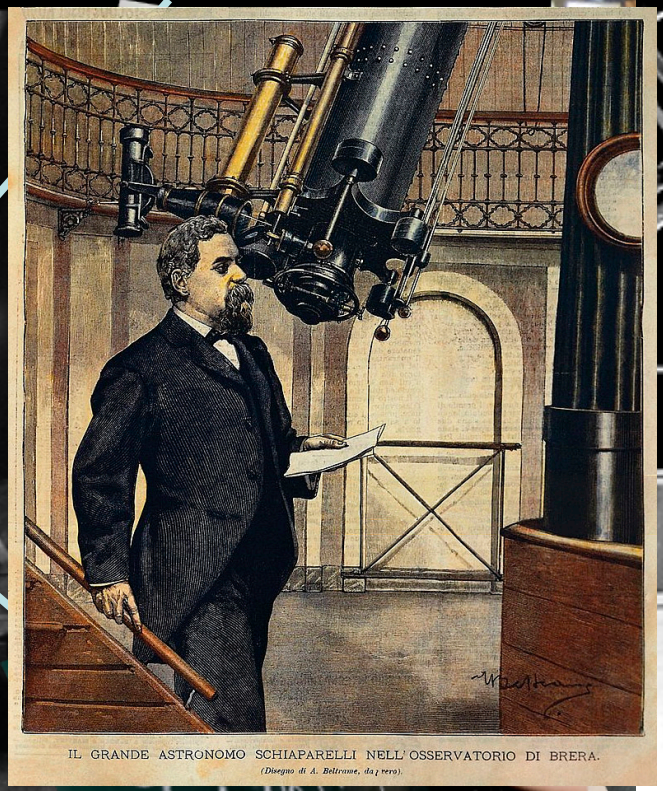
2009, A&A, 507, 147

Brevissimo ripasso

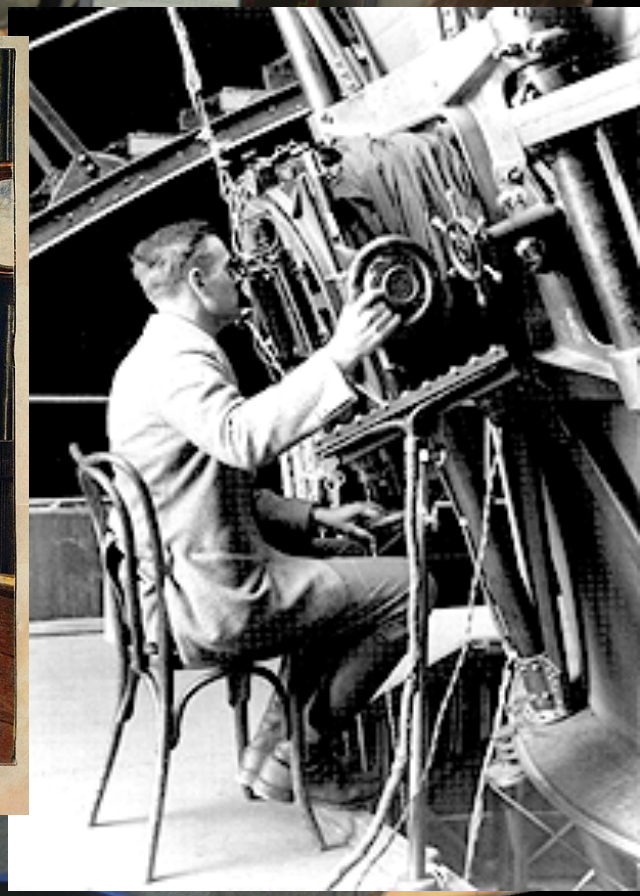
Cosa fa oggi un/a astronomo/a?

[teorici a parte]

Edwin Hubble at Palomar Observatory
(credit: Emilio Segre Visual Archives/AIP/SPL)



IL GRANDE ASTRONOMO SCHIAPARELLI NELL' OSSERVATORIO DI BRERA.
(Disegno di A. Beltrame, da vero).



Edwin Hubble at the 100-inch Hocker Telescope
(Mt. Wilson Obs.)

Quantità per Astronomi

Si distinguono dagli altri !

1.

Base per **Astronomi:** SISTEMA cgs : cm, g, sec, erg [eV]

Altri: SISTEMA MKS : m, Kg, sec, J

ma mescolano anche altre unità: Å, K, mag

2.

Richiedono unità specifiche : AU, pc, $L_\odot$, $M_\odot$

però anche gli antichi avevano fatto così … e lo facciamo ancora quotidianamente

3.

Misurano le stesse quantità in unità diverse [più o meno]

- *Energia e Temperatura: [K]ev, ν, λ, K;*
- *Luminosità in* erg/s, erg/s/Hz, $L_\odot$, Magnitudini ($M_\odot$)
- *Distanze in AU, Mpc, km/s, z, "epoca di formazione"*

Quantità fondamentali misurate

- Distanza : Mpc, Velocità (km/s) e redshift

Capire come sono distribuiti gli oggetti celesti nel cosmo: Visione 3D

Arrivare alle quantità “intrinseche” partendo dalle quantità apparenti: Luminosità … Massa ... Dimensioni

Ricostruire la storia dell’Universo

Quantità fondamentali misurate

- Distanza : Mpc, Velocità (km/s) e redshift
- Luminosità (~potenza emessa):
  unità solari $L_\odot$: $1\ L_\odot = 4 \times 10^{33}$ erg/s

data da quantità misurabili: $L = 4\pi d^2 \times f$

distanza *e* flusso = "conteggi [ccd]" * "fattore di conversione"

*** Si usano anche le magnitudini (tradizione astronomi ottici)

II secolo a.C. Ipparco : classifica le stelle in 1ª - 6ª magnitudine/grandezza

~1857 Pogson $F_1/F_6 = 100$

la risposta dell'occhio ad una variazione di luminosità è logaritmica

$$M = m + 5 - 5 \log D$$

$$M_{bol_{stella}} - M_{bol_{Sole}} = -2,5 \log_{10} \frac{L_{stella}}{L_\odot}$$

Quantità fondamentali misurate

- Distanza : Mpc, Velocità (km/s) e redshift
- Luminosità (~potenza emessa): unità solari $L_\odot$

  1 $L_\odot$ = 4 x 10^{33} erg/s

  ***magnitudini

$$M_{bol_{\text{stella}}} - M_{bol_{\text{Sole}}} = -2,5 \log_{10} \frac{L_{\text{stella}}}{L_\odot}$$

- Massa: unità solari $M_\odot$

  1 $M_\odot$= 2 x 10^{33} g ~ 344·000 volte la terra

  Si misura ad es. usando gli effetti della gravità (sistemi binari .. ammassi di galassie e materia oscura)

Ma come è fatto l'Universo?

Oggi : una ragnatela cosmica

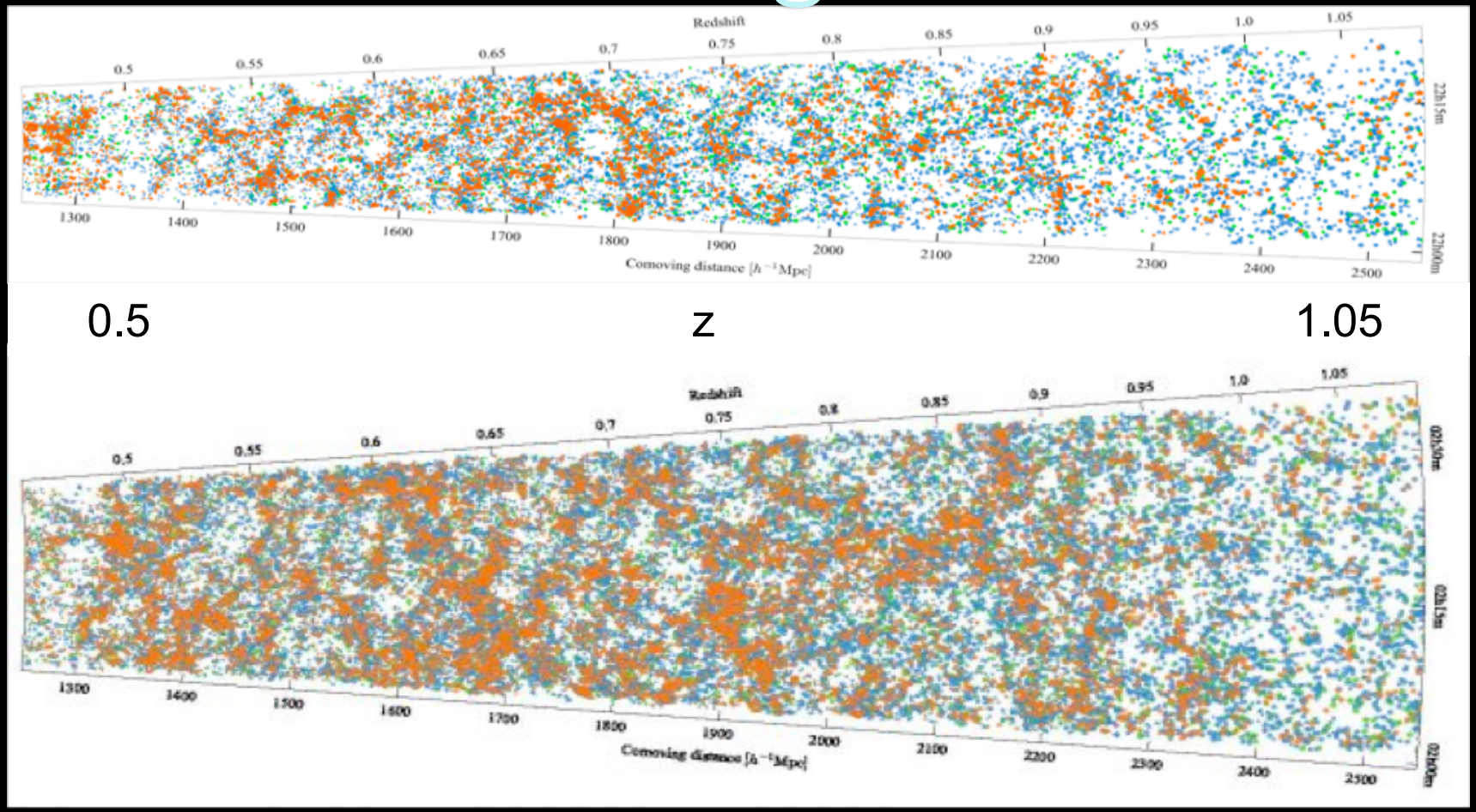
Colori diversi per
Distanze diverse

1.6 milioni di galassie D< 200Mpc (z<0.1)

Credit: T.H. Jarrett/ IPAC/SSC

Ma come è fatto l'Universo?

"Ieri" : una ragnatela cosmica



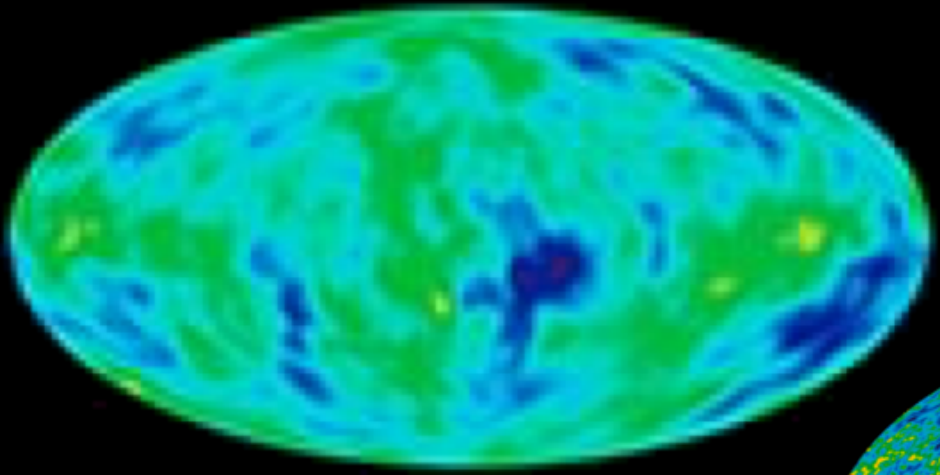
0.5 z 1.05

~ 90000 galassie Colore riproduce il colore intrinseco vero della galassia e la cui dimensione è proporzionale alla sua luminosità.

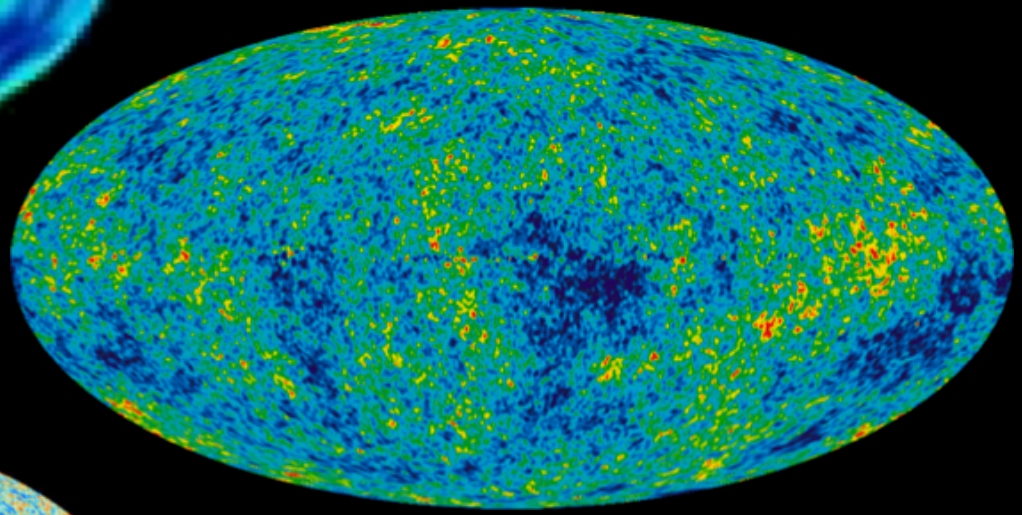
Crediti: B. Granett & the VIPERS team + MediaINAF

In origine: CMB

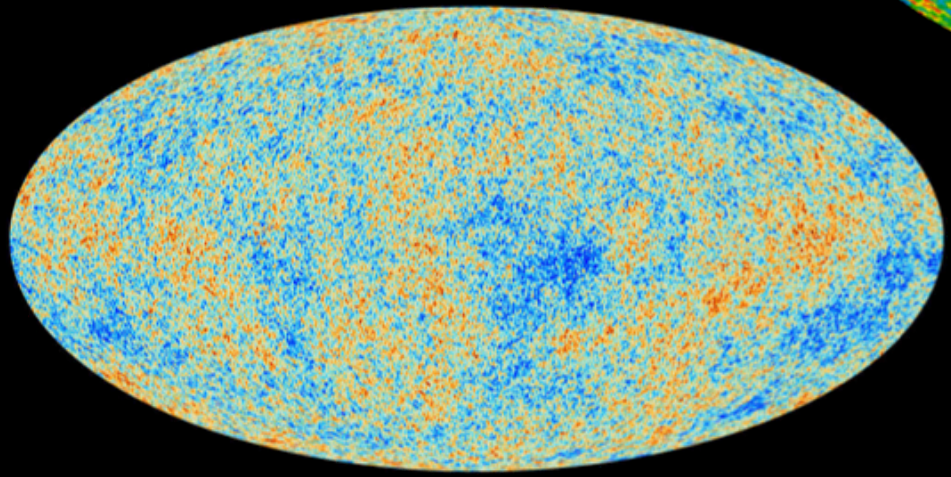
Radiazione Cosmica di Fondo
380,000 anni dopo il Big Bang



COBE (1992) : 7º

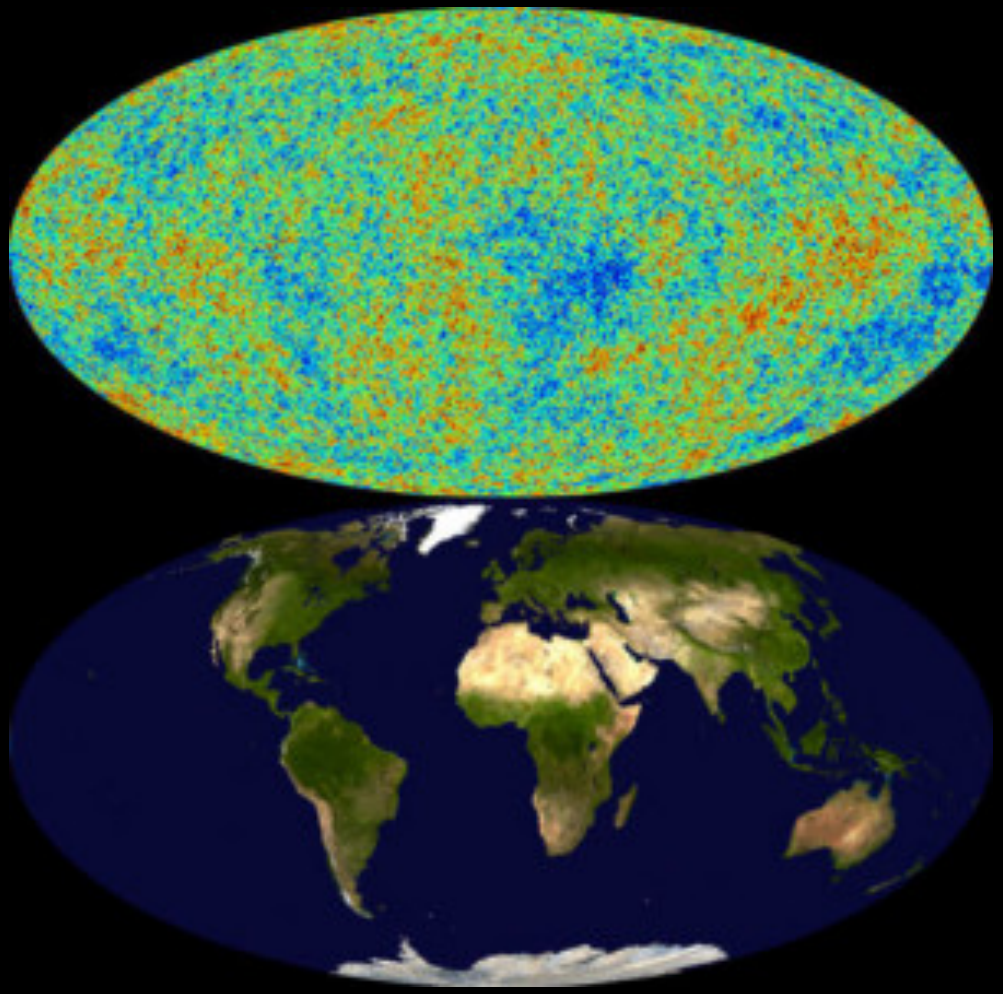


WMAP (2003) : 0.3˚
2.725 Kelvin ± 0.0002



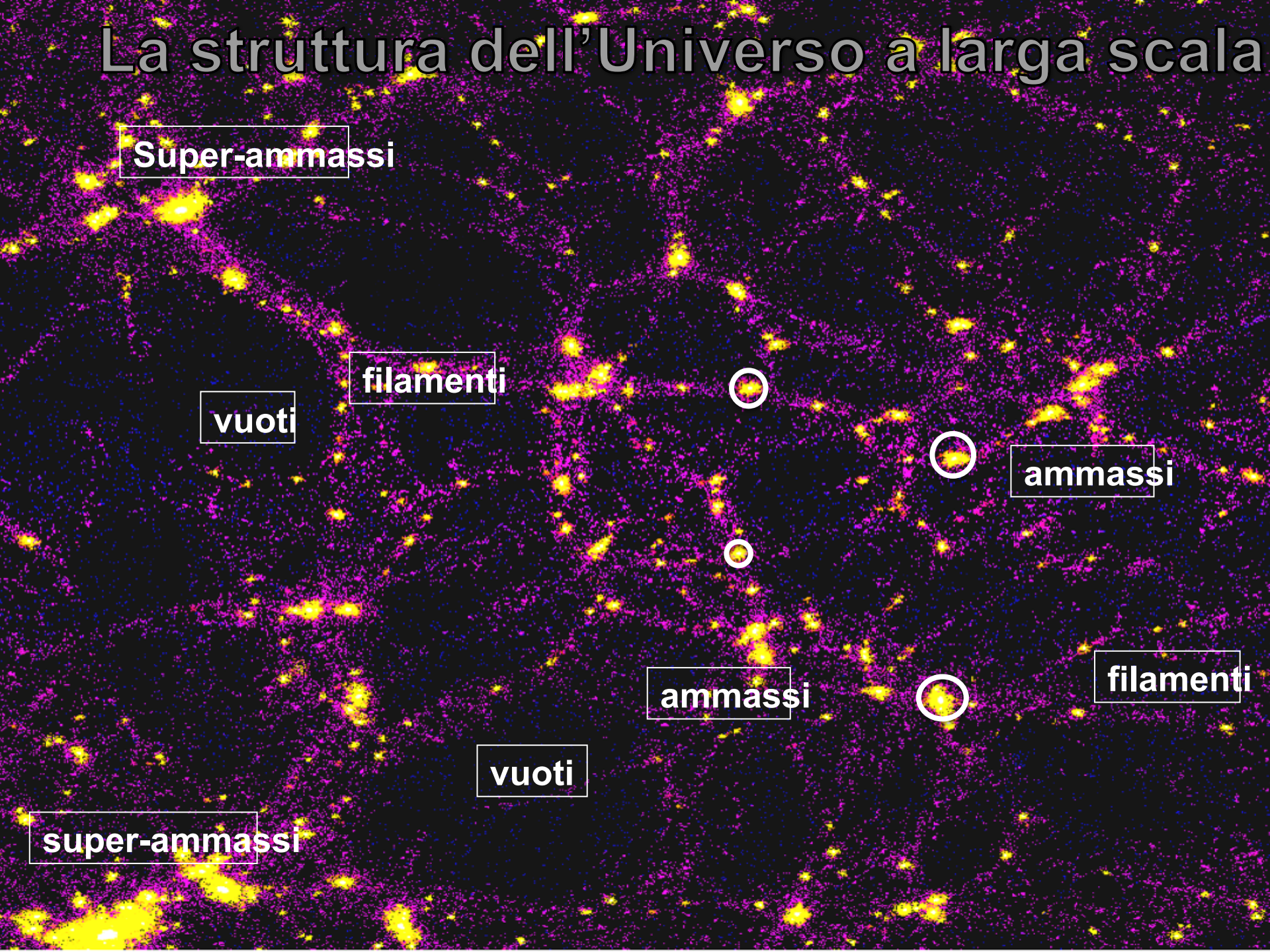
Planck (2013) : 0.08˚ (5”)
2.725 Kelvin ± 0.00005

NASA/COBE/DMR; NASA/WMAP science team; ESA and the Planck collaboration



Graphic by Adam Becker and Peter Aldhous

La struttura dell'Universo a larga scala



Ammassi di galassie

Sistemi di galassie gas e materia oscura legati gravitazionalmente.

Sistemi di galassie che

- abbiano caratteristiche simili
  - [colore, morfologia, flusso/luminosità, età]
- siano in una zona ben definita dello spazio 2-D / 3-D
  - [misura di Distanza e/o velocità]
- siano a densità maggiore rispetto allo spazio circostante
  - [n^0/area n^0/Volume]
- siano legate gravitazionalmente
  - [gas caldo, archi gravitazionali …]

Ammassi di galassie

Si formano nei punti di incontro dei filamenti

Sono importanti come traccianti della materia nell'Universo

Sono importanti per studi cosmologici [formazione dell'Universo]

Fino a dove [quando] si possono riconoscere gli ammassi di galassie?

JKCS041 … un caso interessante:
potrebbe essere un ammasso di galassie
a z~2!
Come procediamo?

intorno al
2006 - 2007

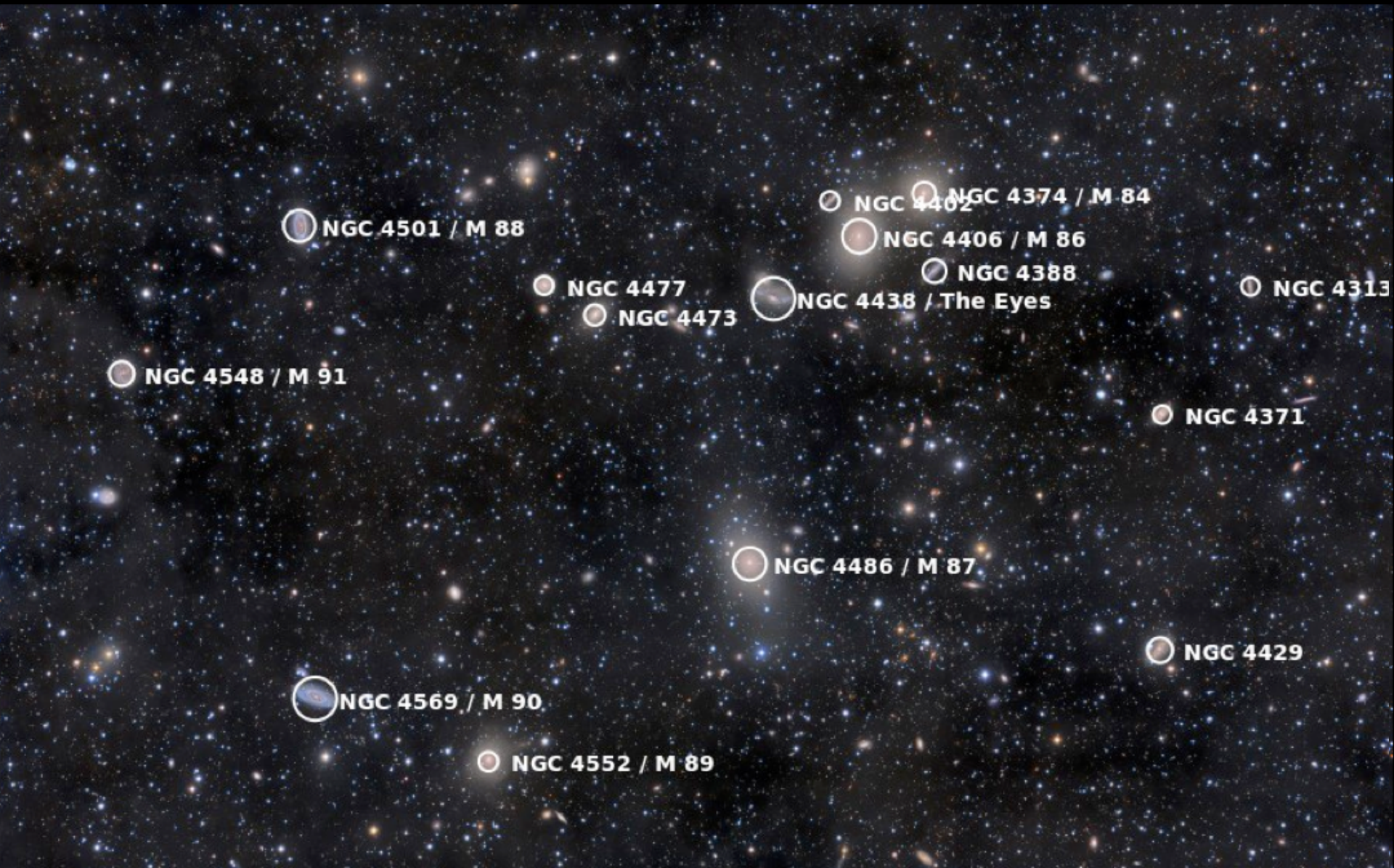
2009, A&A, 507, 147

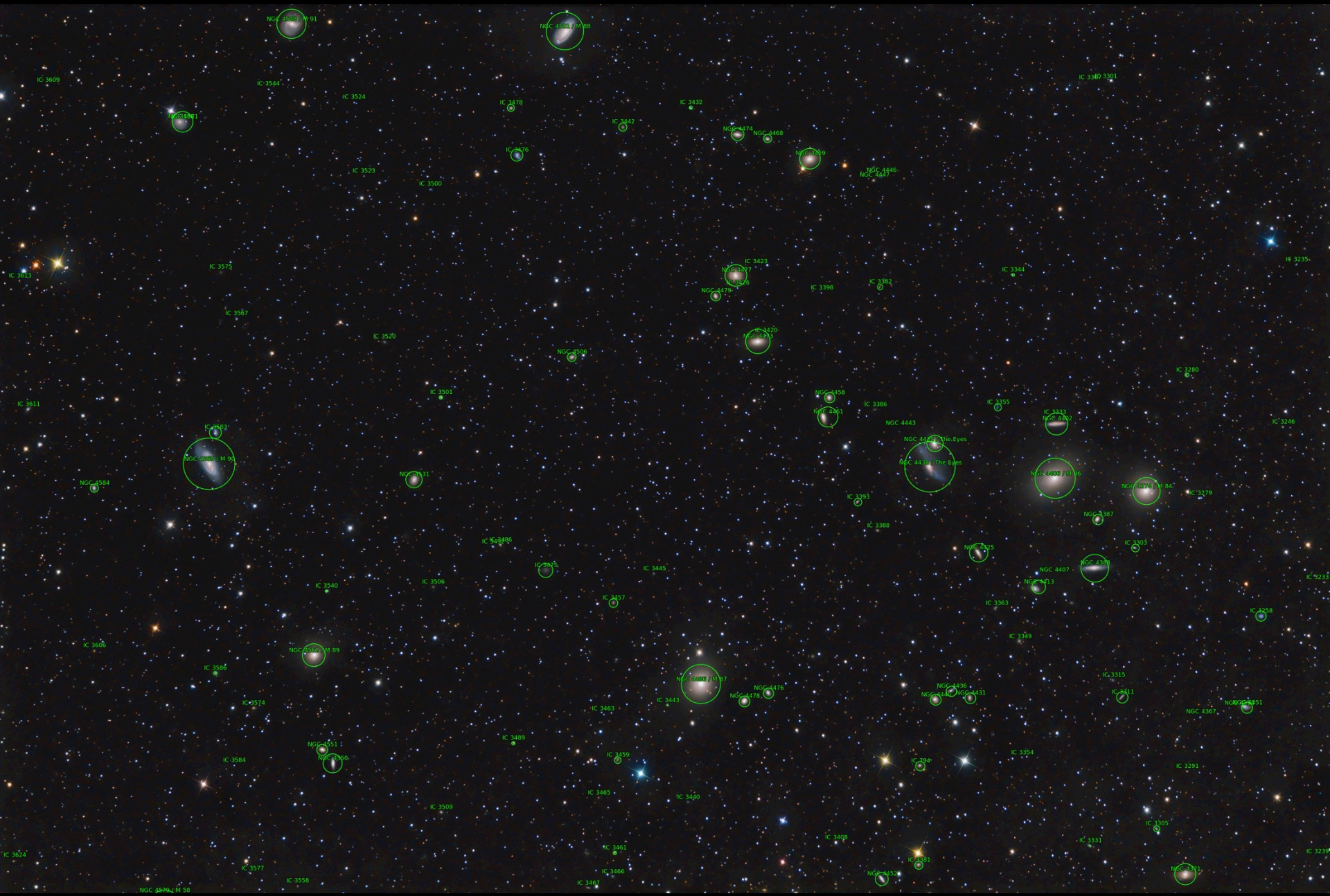
se questo fosse il cielo …
posso identificare subito un “ammasso”

se questo fosse il cielo …

cosa vedo?
cosa devo “vedere”
per “identificare” un
ammasso?

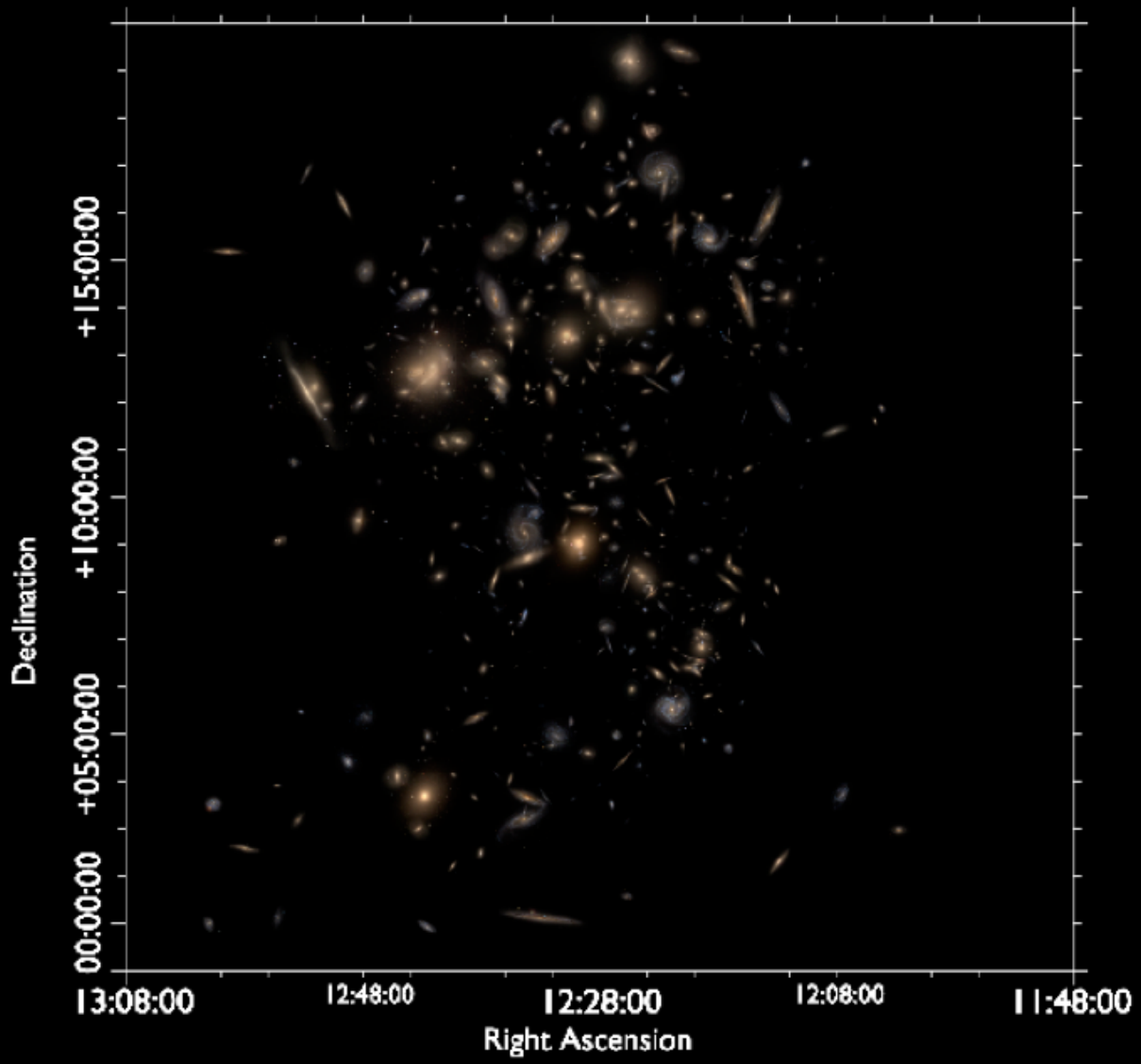
ora proviamo sul cielo





http://nova.astrometry.net/annotated_full/774994

Ora togliamo tutto quello che non c'entra con l'ammasso della Vergine



rimangono
~780 galassie

Stessa distanza
-- colori
-- forme

http://www.rhysy.net/visualising-virgo.html

DA DOVE SIAMO PARTITI?

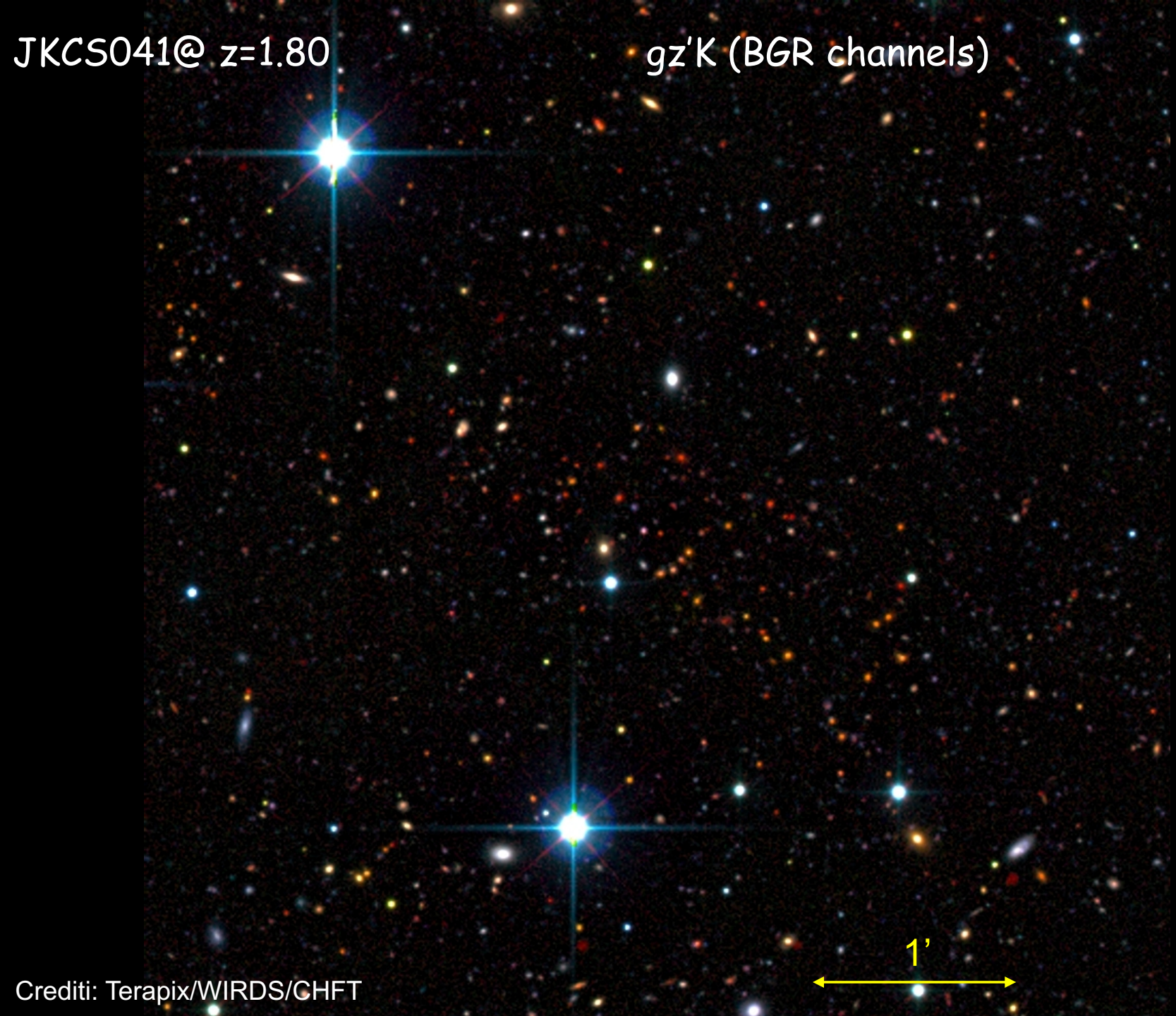
➔Dati di archivio

Immagini in vari filtri ottenute con un programma proposto “da altri” analizzate, ripulite da problemi strumentali, calibrate

Dati “scientifici” sono resi disponibili attraverso un archivio.

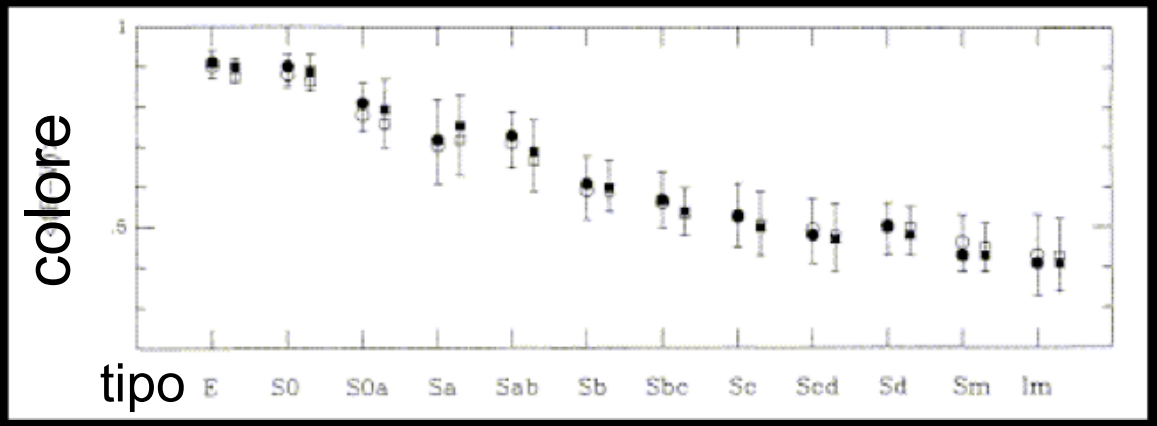
L’archivio viene periodicamente aggiornato con nuovi dati e nuova pulizia/calibrazione dei dati già presenti

➔ immagine combinazione di più filtri



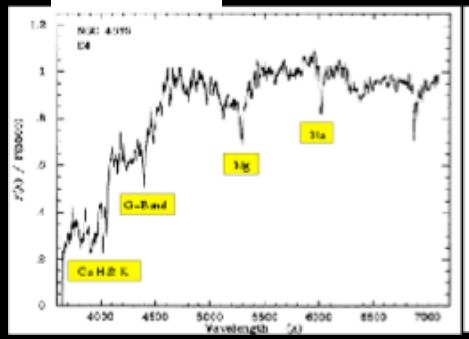
2009, A&A, 507, 147

PERCHÈ SONO IMPORTANTI I COLORI ?

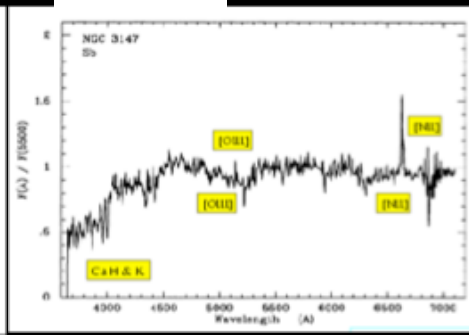


identificano il “tipo”

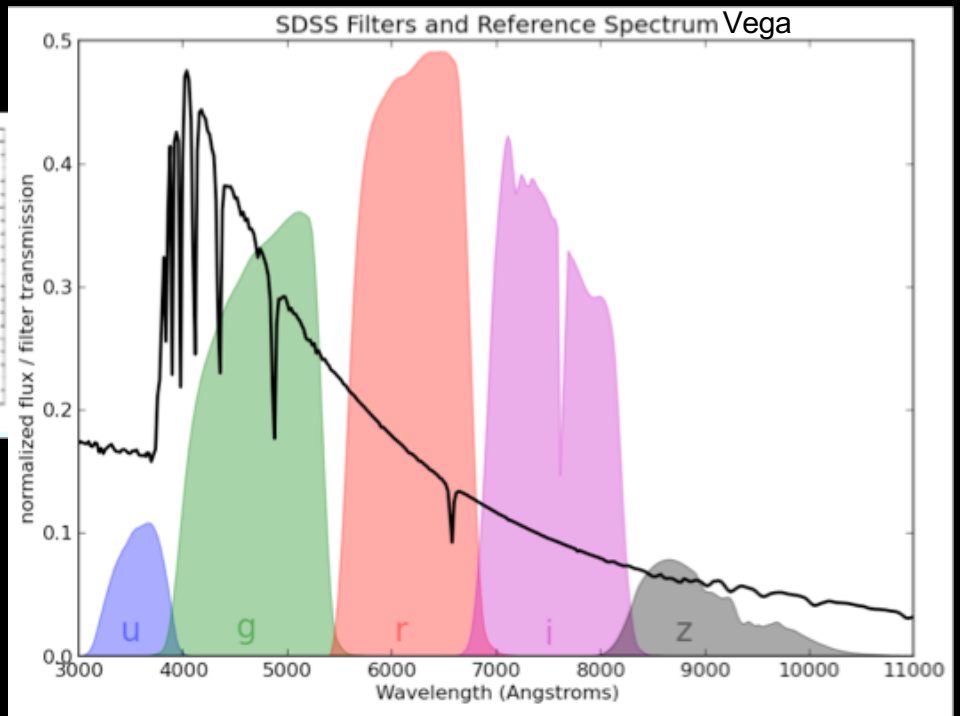
NGC4889
E4

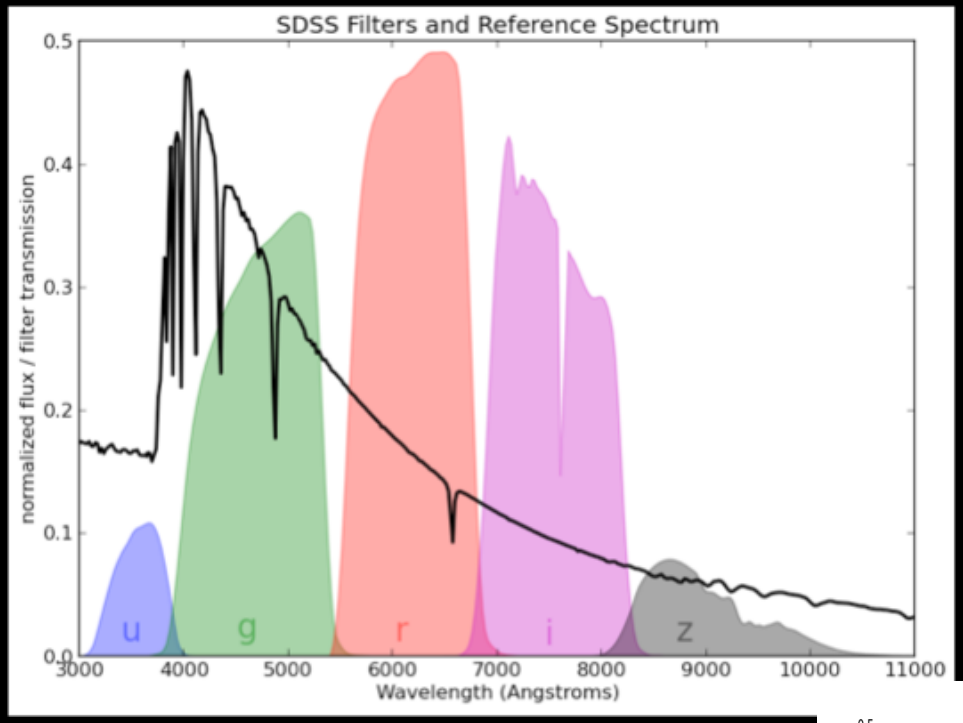


NGC3147
Sb



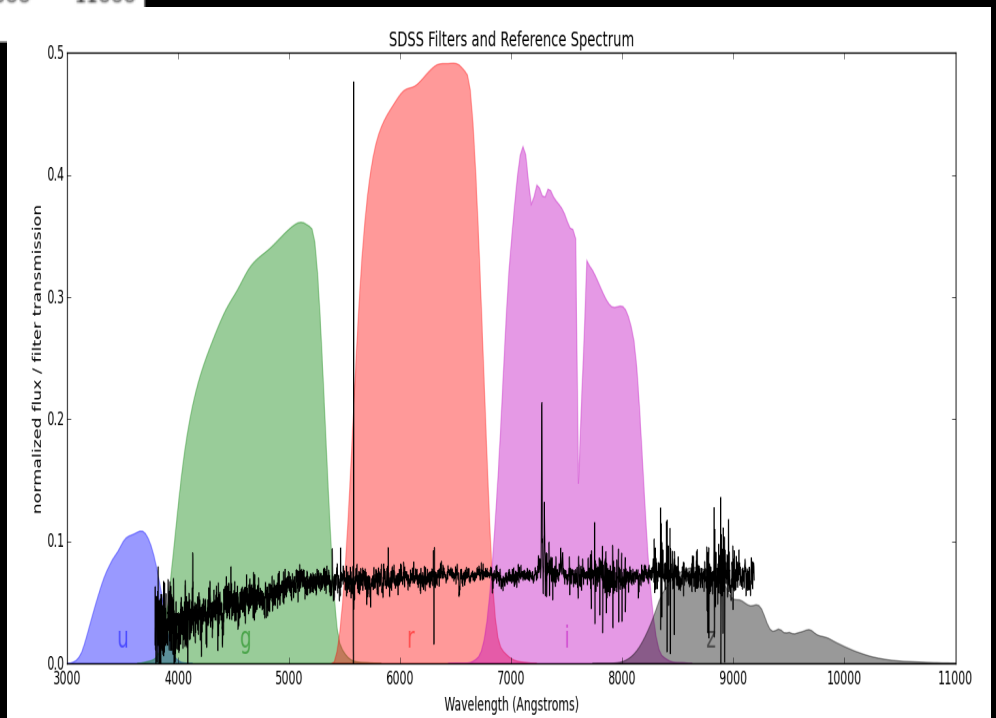
COME SI RICAVANO I COLORI ?



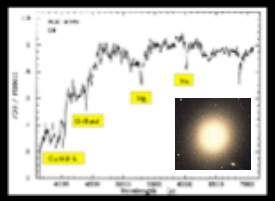


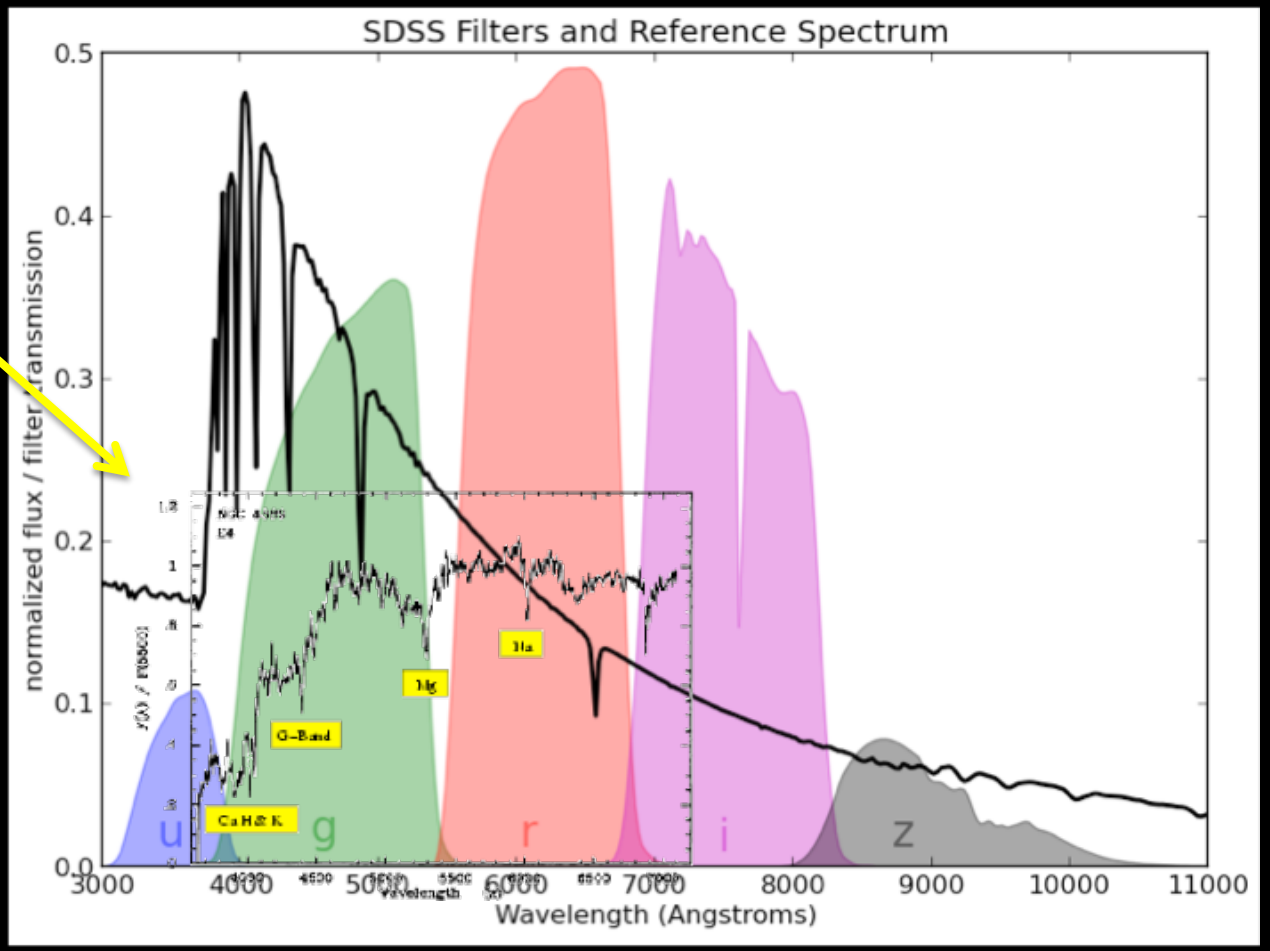
Stella Vega

Galassia Starburst
SDSS J161719.40-000455.1
Z~0.1

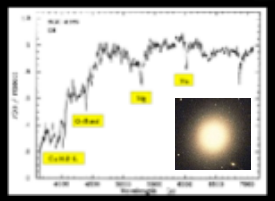


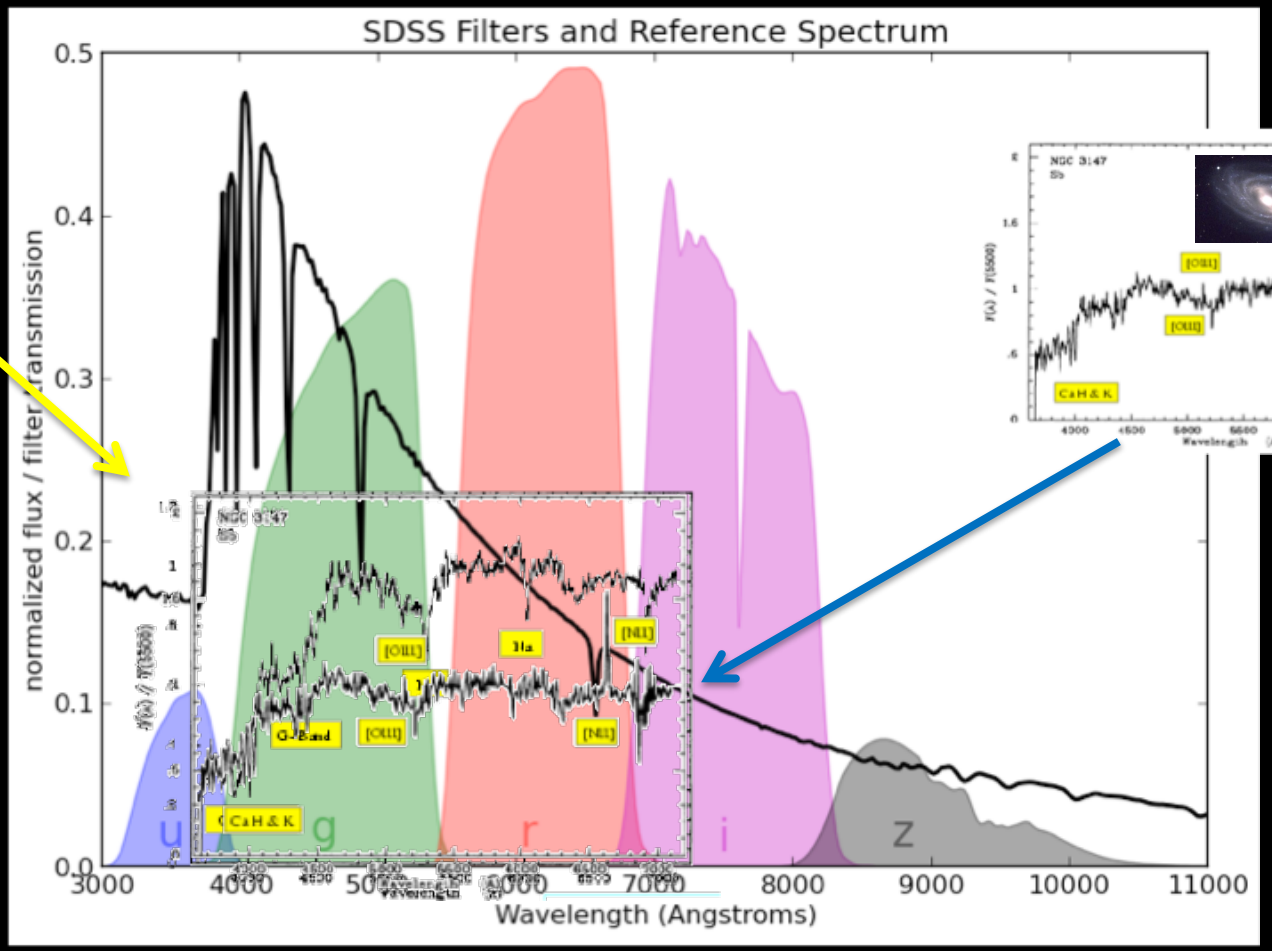
PERCHÈ SONO IMPORTANTI I COLORI ?
STELLA … GALASSIA

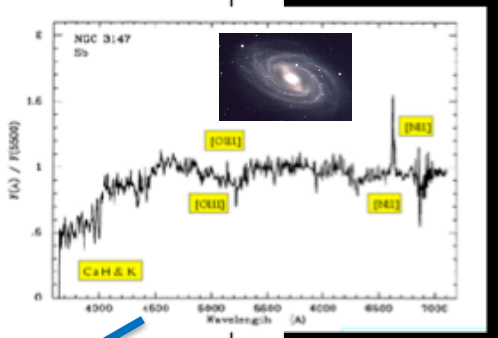




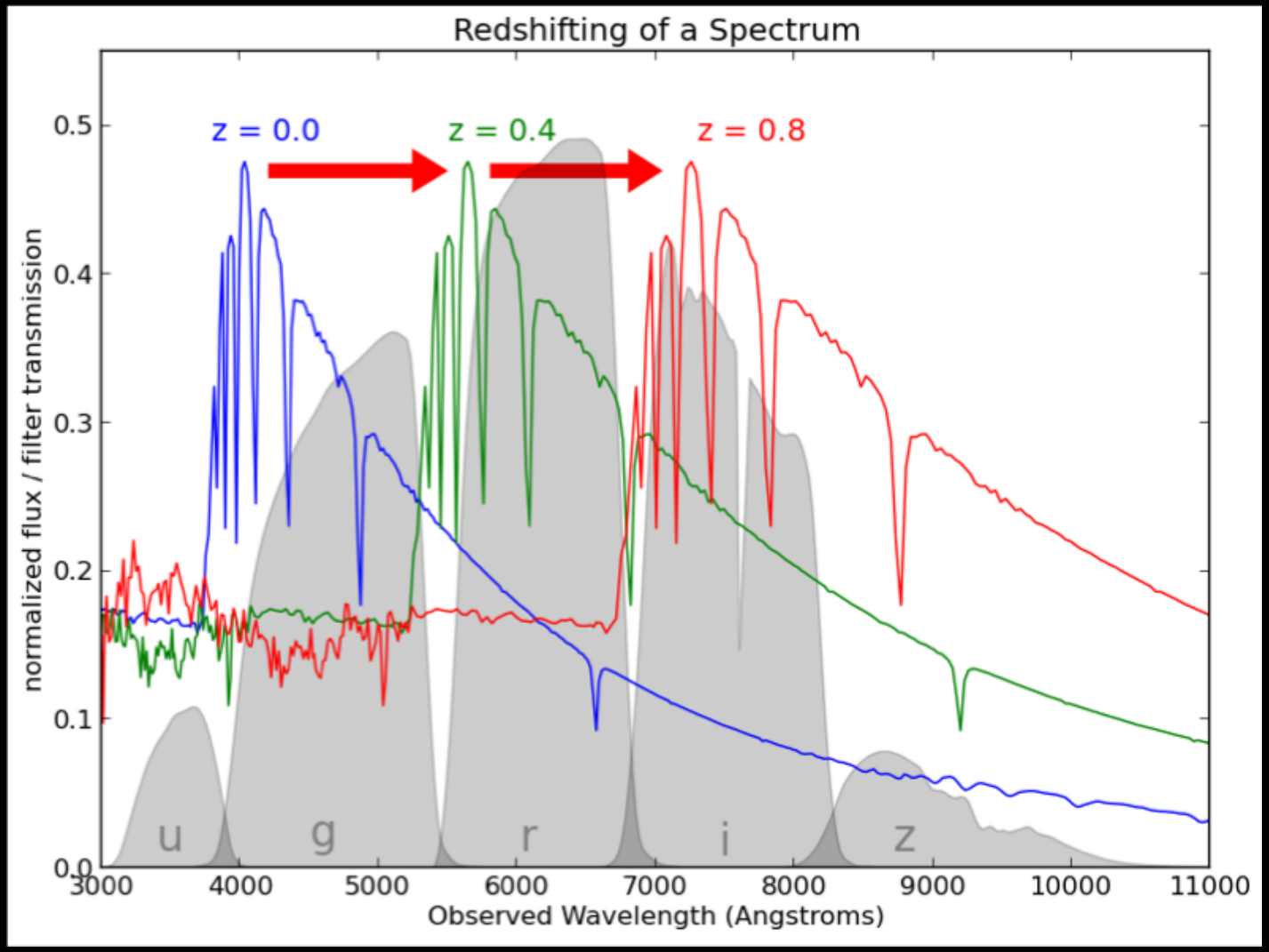
PERCHÈ SONO IMPORTANTI I COLORI ?
STELLA … GALASSIA E … GALASSIA S
SCELTA DEI FILTRI!



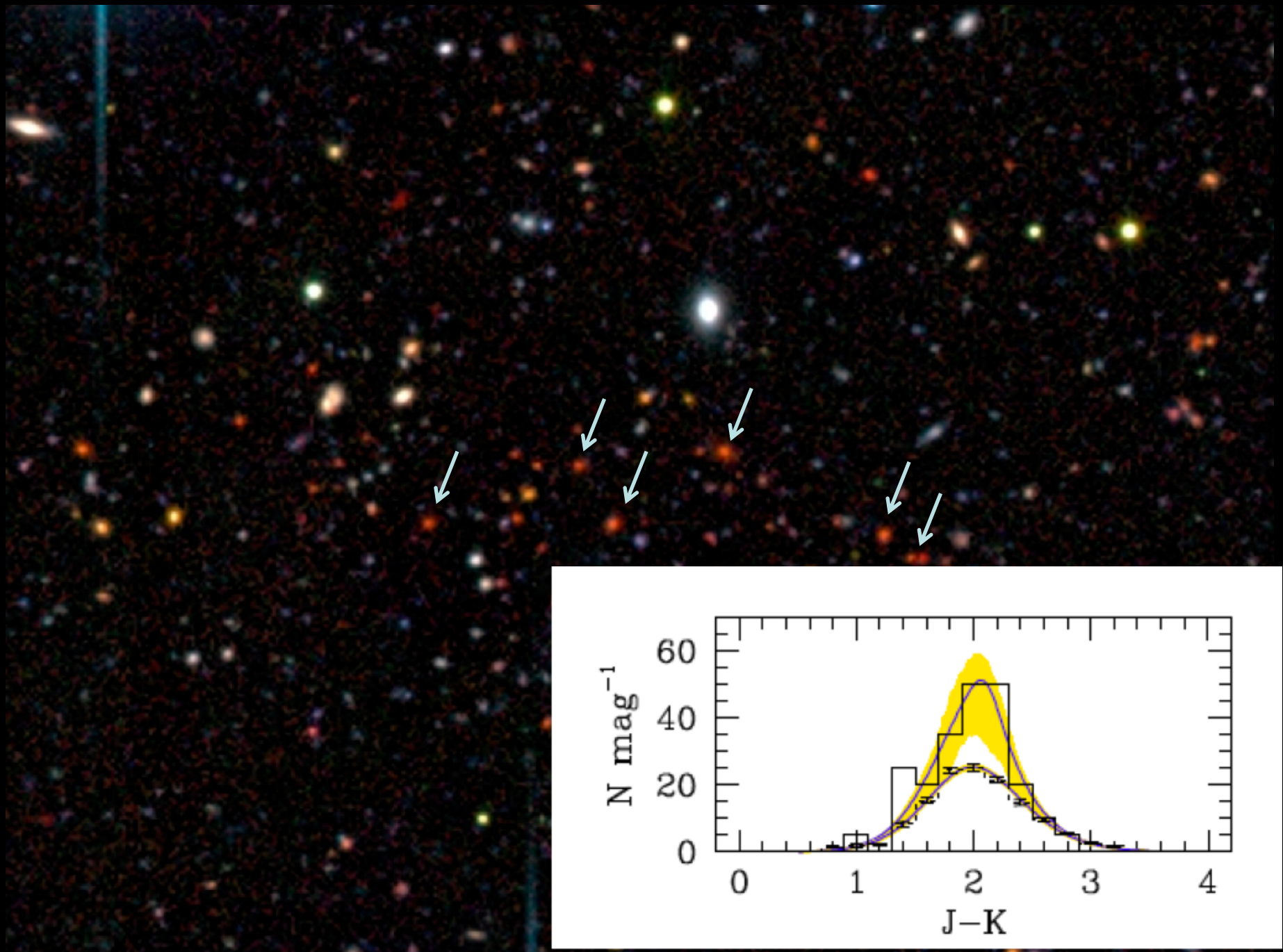




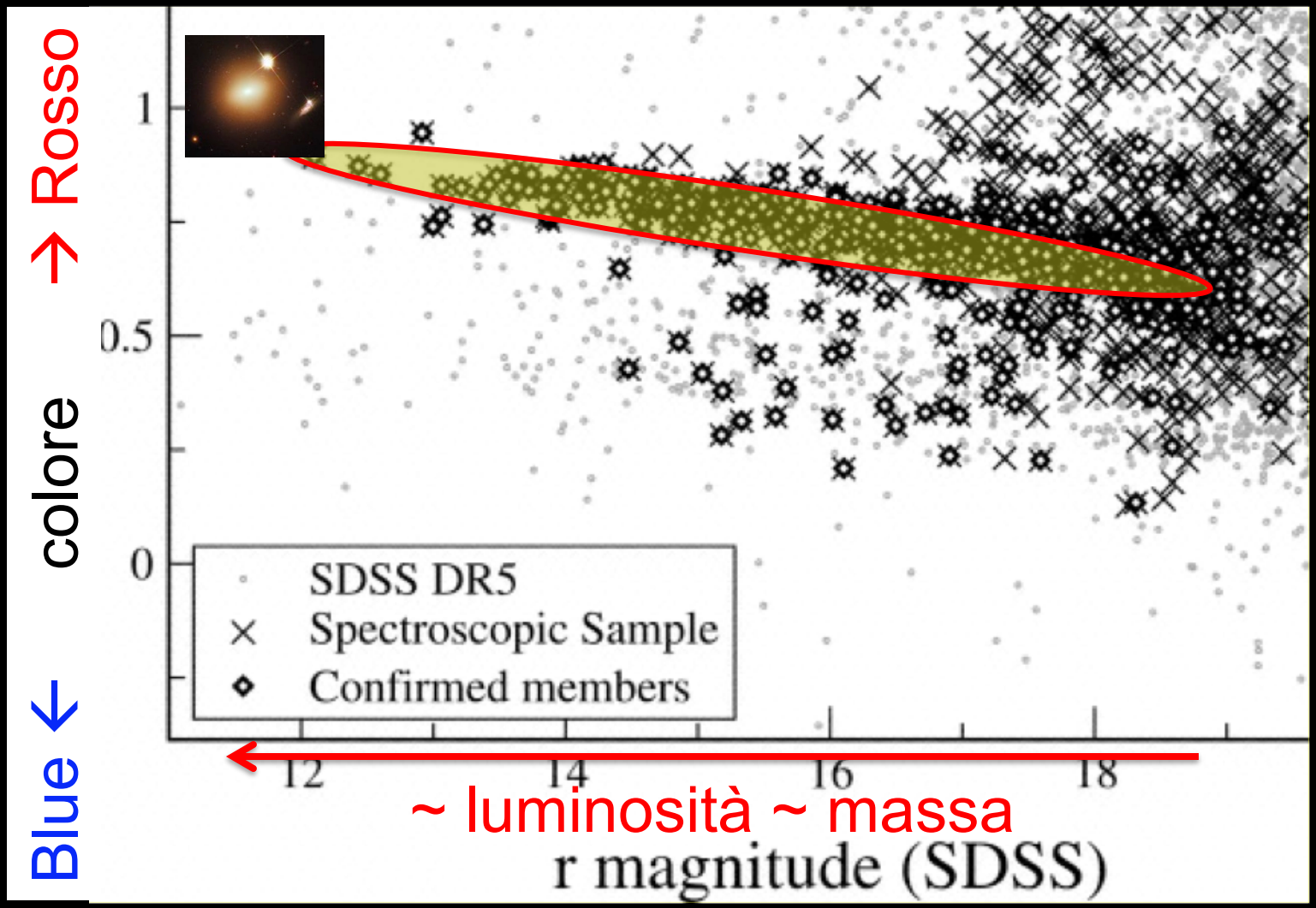
PERCHÈ SONO IMPORTANTI I COLORI ?



Cambiano con *z*


60
40
20
0
N mag^{-1}
0
1
2
3
4
J−K

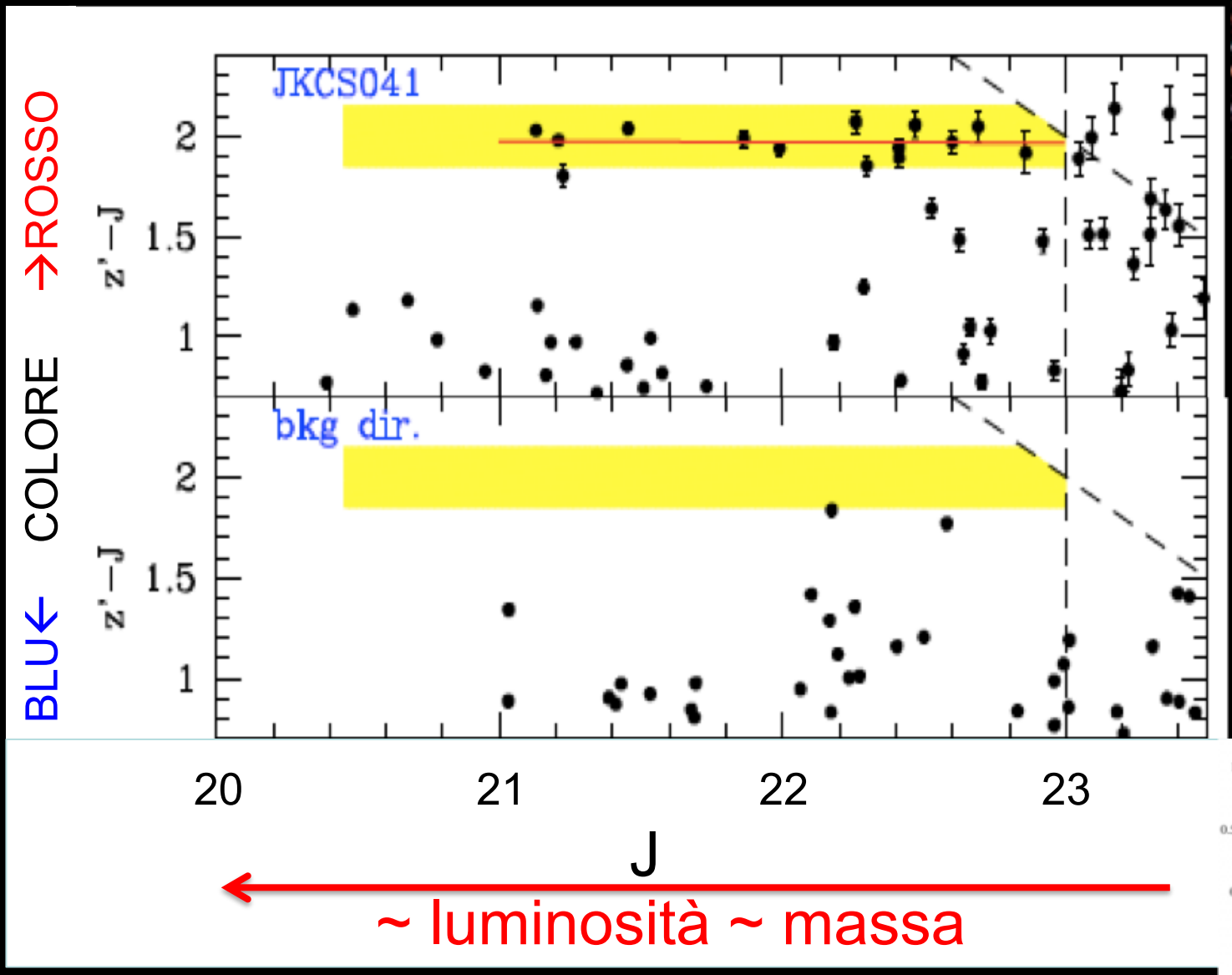
La relazione colore-magnitudine nell'ammasso di Coma

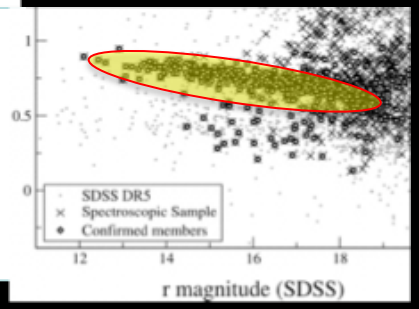


La relazione colore-magnitudine ad alto redshift

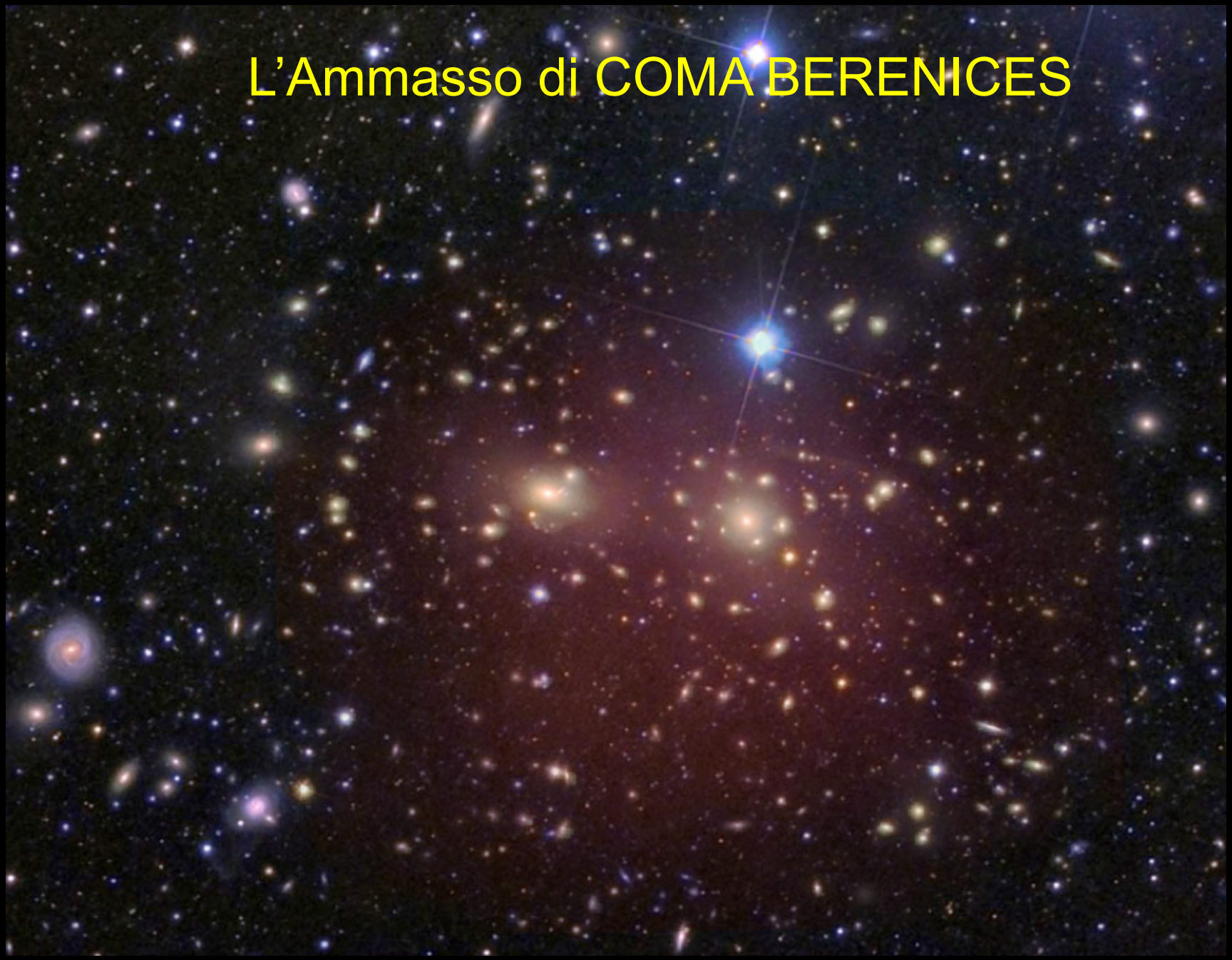
Nella direzione di JKCS041 pochi … ma buoni!

nella regione di confronto nessuno …





2009, A&A, 507, 147


L’Ammasso di COMA BERENICES

RICERCA DI GAS CALDO
➔ RICHIESTA DI OSSERVAZIONI NELLA BANDA X

Proposal for *Chandra* Observations — Cycle 13

Cover Page

Principal Investigator Dr. Ginevra Trinchieri + CO-I			
Department/Mailstop			
Institute INAF-OABrera			
Address / Street via Brera 28		City / Town Milano	
State / Province	Zip / Postal Code 20121	Country Italy	
Telephone +390272320327	Fax +390272001600		
E-Mail Address: ginevra.trinchieri@brera.inaf.it			

Proposal Title
X-ray emission and star formation history in Spitzer-selected ETGs

Subject Category
NORMAL GALAXIES: DIFFUSE EMISSION

Proposal Type	Linked Proposal	Distr. Medium	Proprietary Rights
LP	N	WWW ONLY	S
Total Requested Time	**Number of Targets**	**Number TOO Triggers**	**Proposed Budget**
530.00	6		

Multi-Cycle Proposal	Requested Time Allocations		
	Cycle 13	Cycle 14	Cycle 15
N	530.00	0.00	0.00

Joint Proposal?			
HST Orbits	HST Instruments:		
XMM Time	Spitzer Time	Suzaku Time	
NOAO Nights?	NOAO Telescope/Instruments:		
NRAO Hours	NRAO Telescopes		

Abstract

We focus on a well selected sample of nearby elliptical galaxies for which we have a reliable determination of the star formation history from high S/N Spitzer and GALEX observations. We aim at determining the incidence and where possible the properties of the hot ISM in light of the detailed characteristics of their stellar population. Chosen galaxies are passively evolving systems, at most with a secondary episode of recent star formation. In light of current scenario we expect them to have a sizable hot ISM. We request high quality X-ray data to determine the amount and parameters of the hot ISM, such as luminosity, spatial distribution, temperature where possible, to explore whether even small perturbations in the star formation history can alter the hot gas content or properties.

Proposal Number — Date: 2011-03-15 — Admin. use only

1

PI
Dr. Ginevra Trinchieri

Proposal Title
X-ray emission and star formation history in Spitzer-selected ETGs

Tar No	Target Name / Solar System Object / Grid Name / Target Description (keywords)	(J2000) R.A. Dec.	Offsets Y Detector Z Detector SIM Trans	Optical Monitor V-Mag	Obs.Time (ksec) Cycle 14 Cycle 15	Detector Grating HRC Timing	(c/s) Count Rate 1st Order Total Fld.	Time-Constr? Ext.Src? TOO ?	Grid #Points MaxDist.
1	NGC 7192 NONE ELLIPTICAL GALAXIES	22 06 50.1 -64 18 58.0		N	100.00	ACIS-S NONE N	0.050000	N Y	N

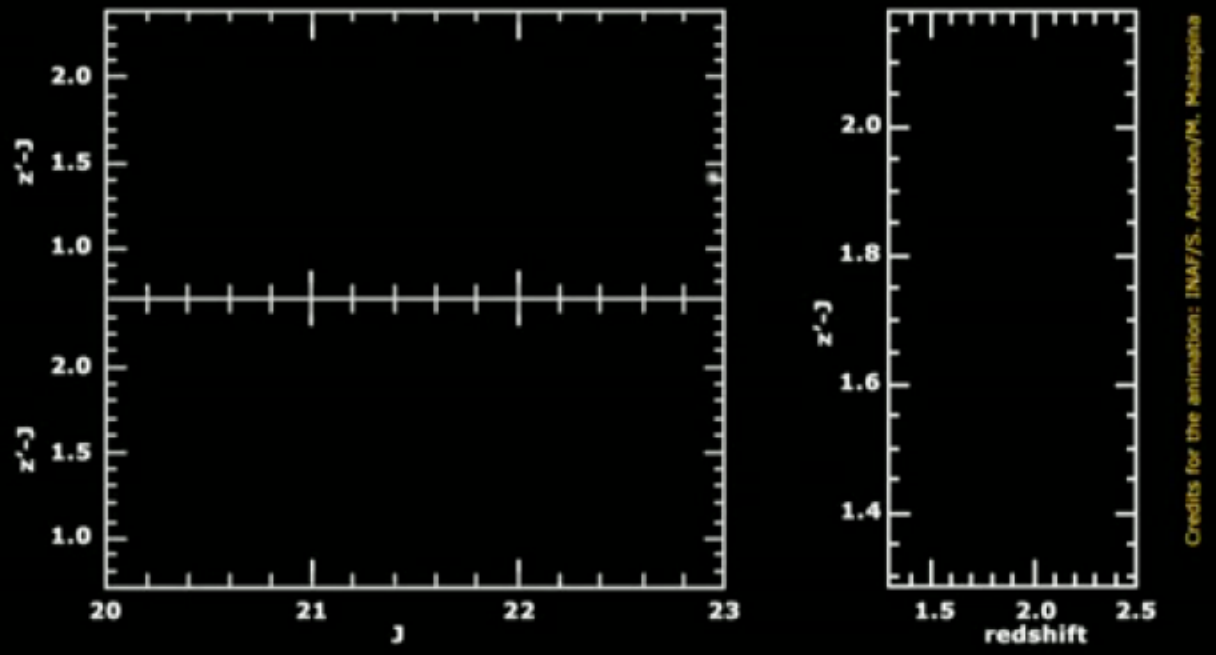
GIUSTIFICAZIONE SCIENTIFICA [4+ pagine di testo]

- Contesto
- obiettivi specifici
- risultati attesi
- specifiche dell'osservazione

Emissione X misurata con Chandra

2009, A&A, 507, 147

Animazione con audio che illustra il metodo con il quale è stata calcolata la distanza di JKCS041 in attesa di avere una misura del red-shift



https://youtu.be/WVIxtdCrFGA
Crediti:INAF/S.Andreon/M.Malaspina

MISURA DELLA DISTANZA:

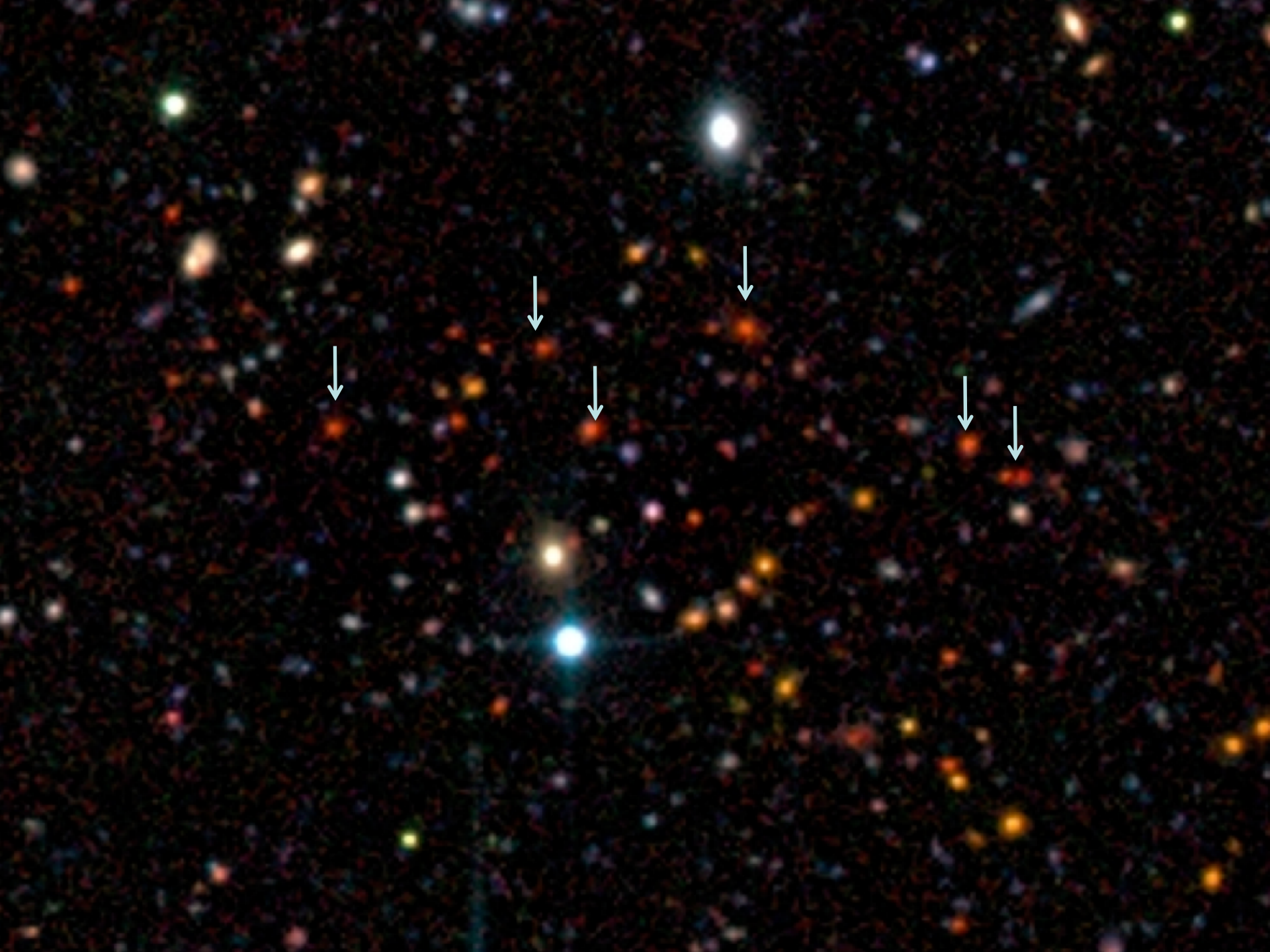
➔ RICHIESTA DI OSSERVAZIONI PER SPETTRI [VLT/LBT] IMMAGINI E SPETTRI [HST]

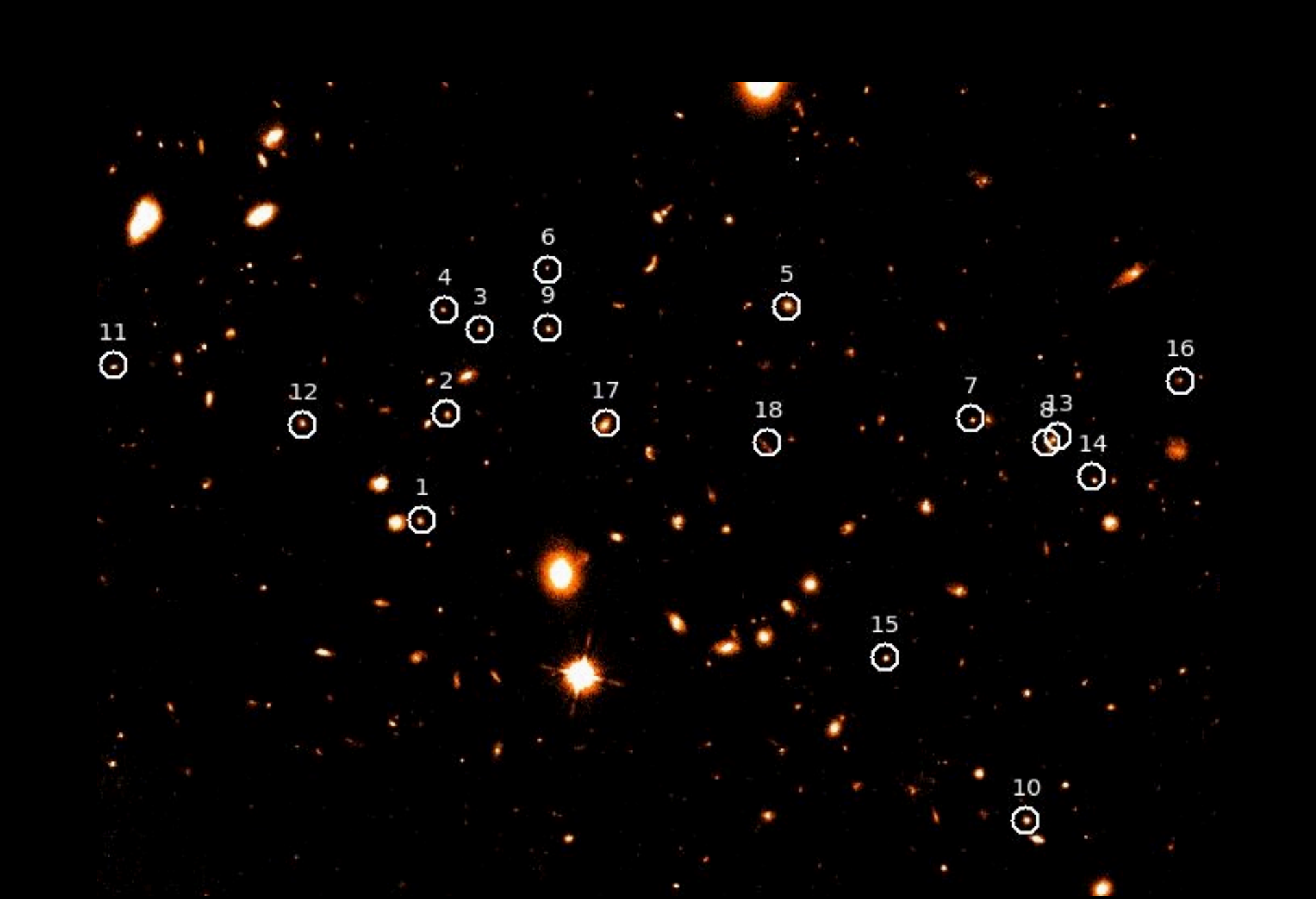
FORM TECNICA

- proponente + CoI e altri dettagli
- strumento/tempo di osservazione
- target

GIUSTIFICAZIONE SCIENTIFICA

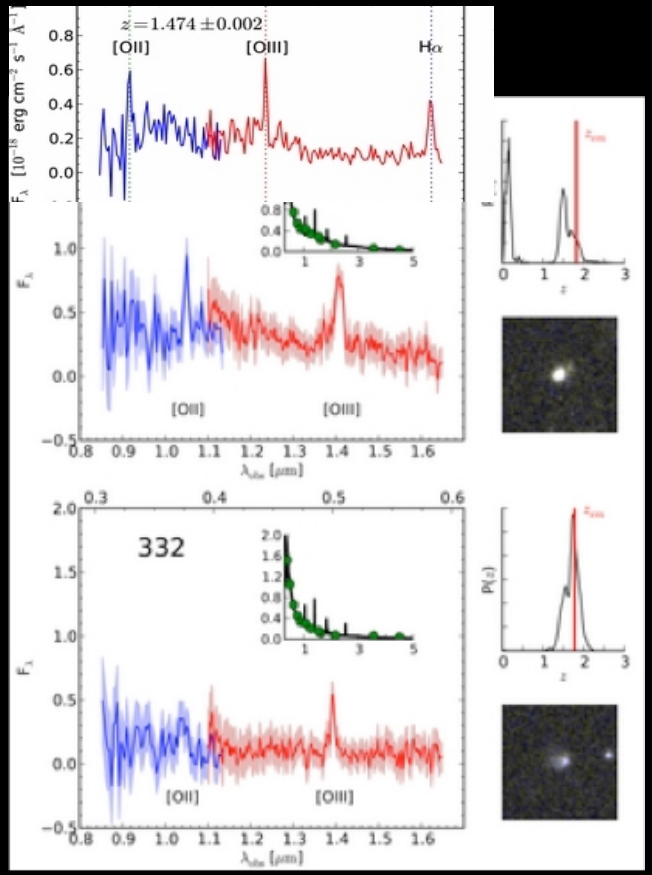
- Contesto
- obiettivi specifici
- risultati attesi
- specifiche dell'osservazione

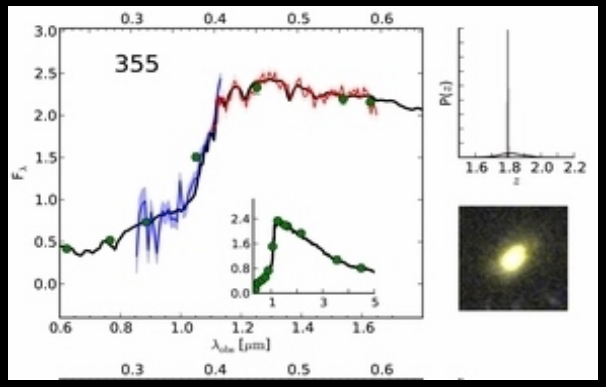




Dalla scoperta alla conferma: hanno tutte lo stesso *z* [dati HST]

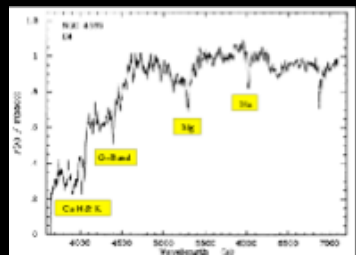
Spettri delle galassie dell'ammasso misure da HST



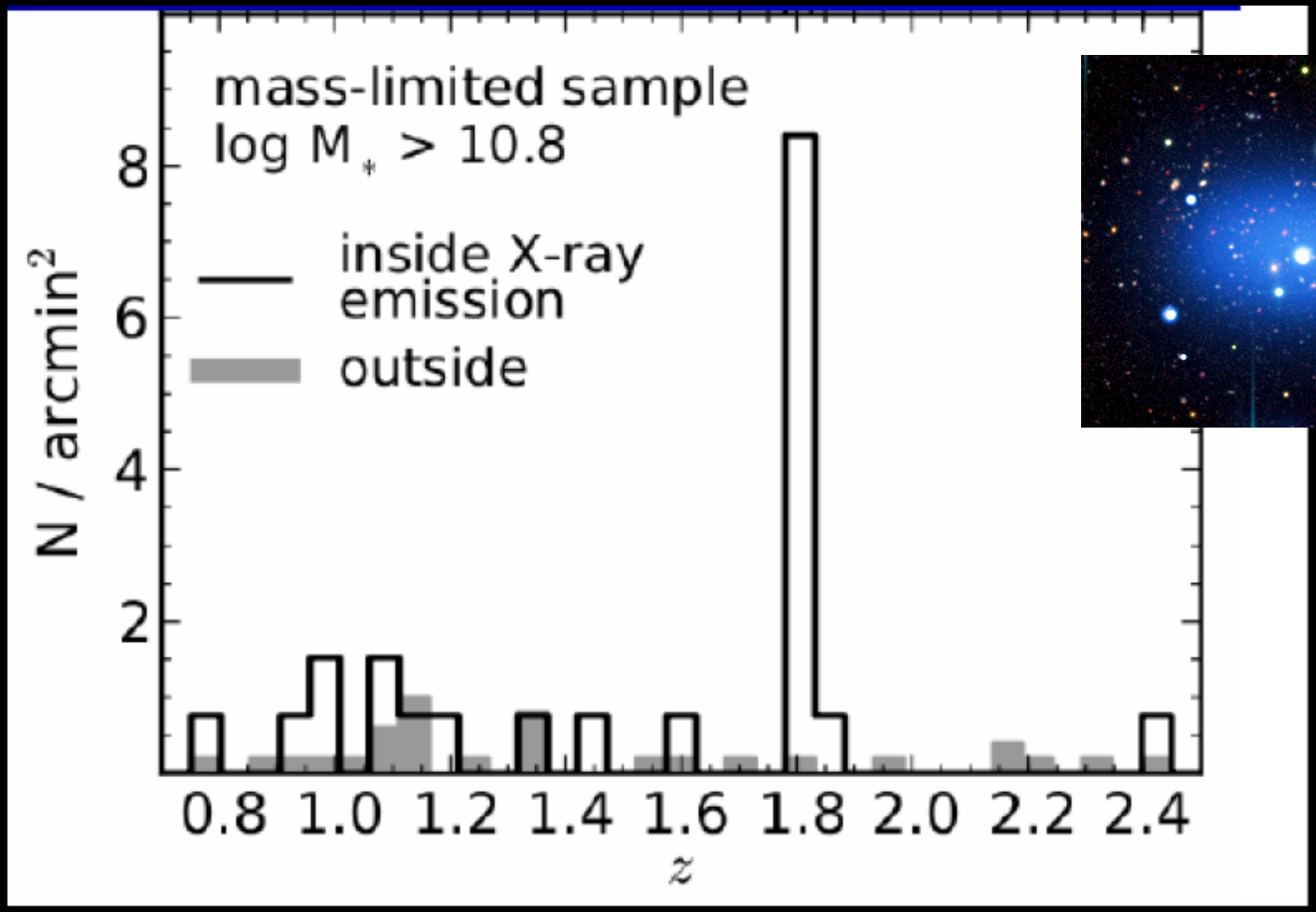


Due Galassie n. 531 e 322 hanno righe di emissione [Ossigeno] ben chiare a z=1.80 ➔ galassie "starforming"

Una galassia 355 ha una discontinuità "4000 Å break" ➔ galassia ellittica

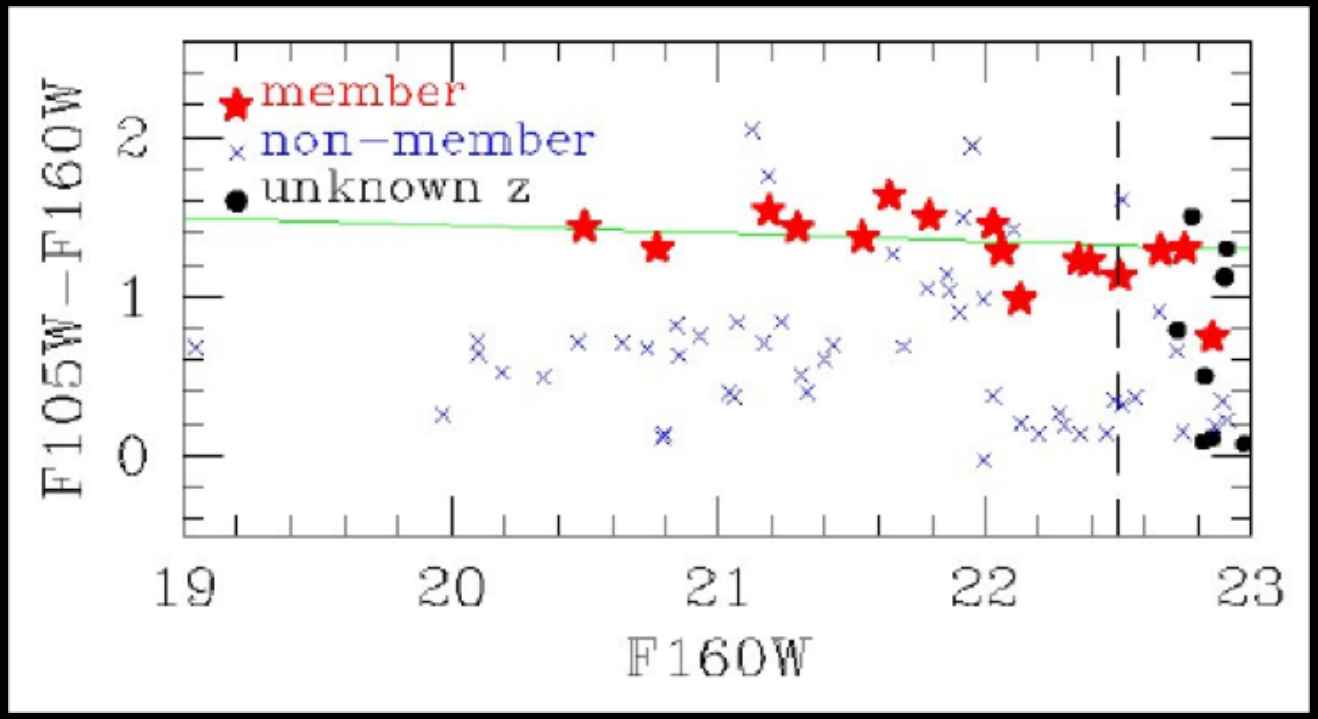


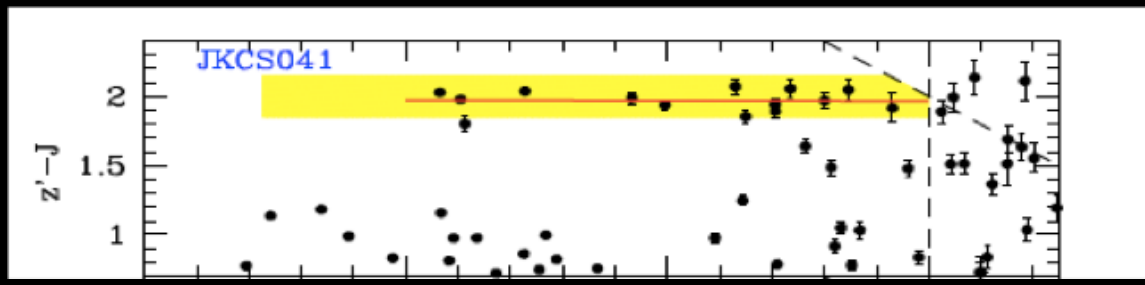
Studiamo la terza dimensione con HST

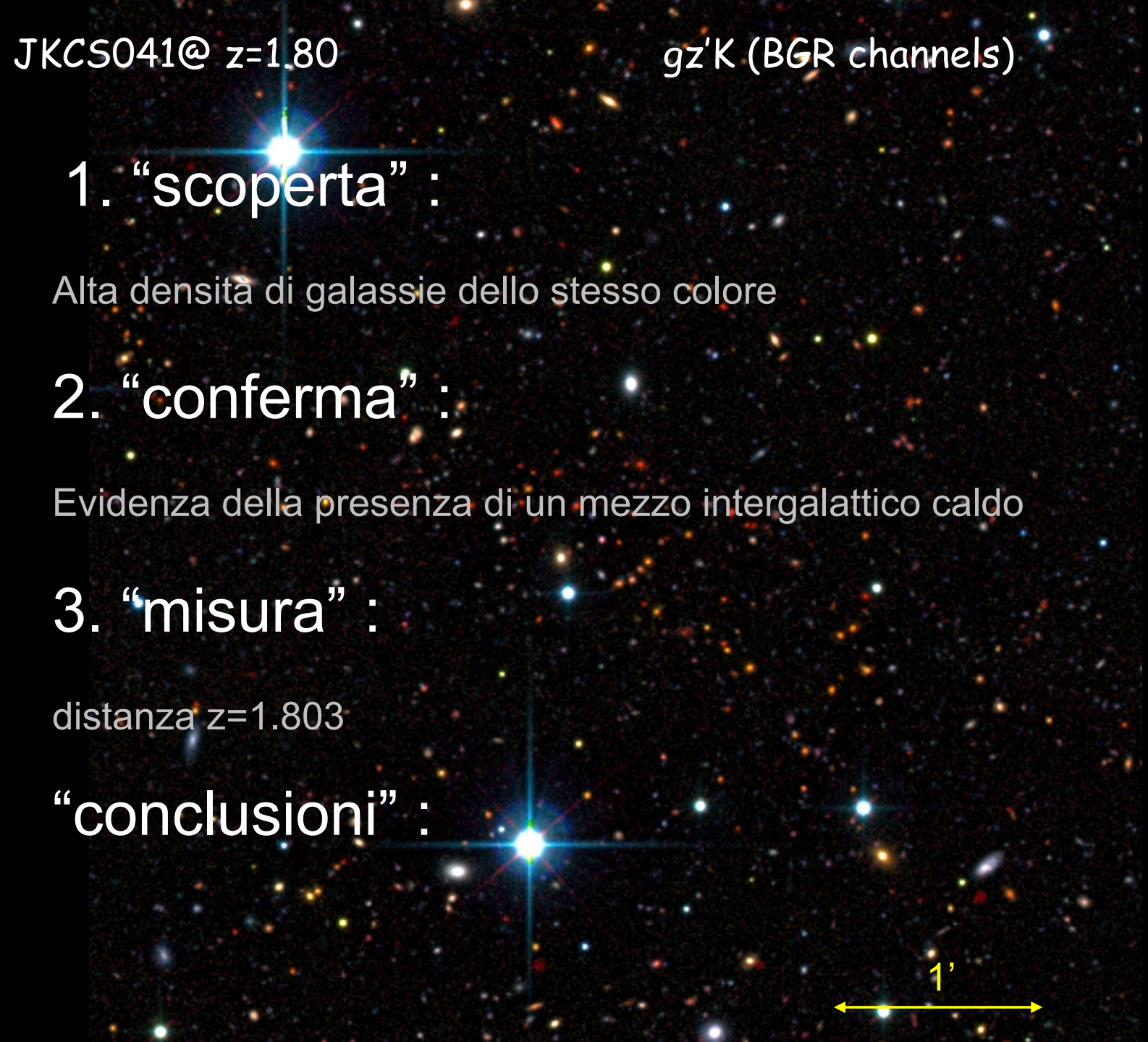


Totale di 19 galassie con red-shift misurato *z=1.803*

La relazione colore-magnitudine con HST e con info sul red-shift



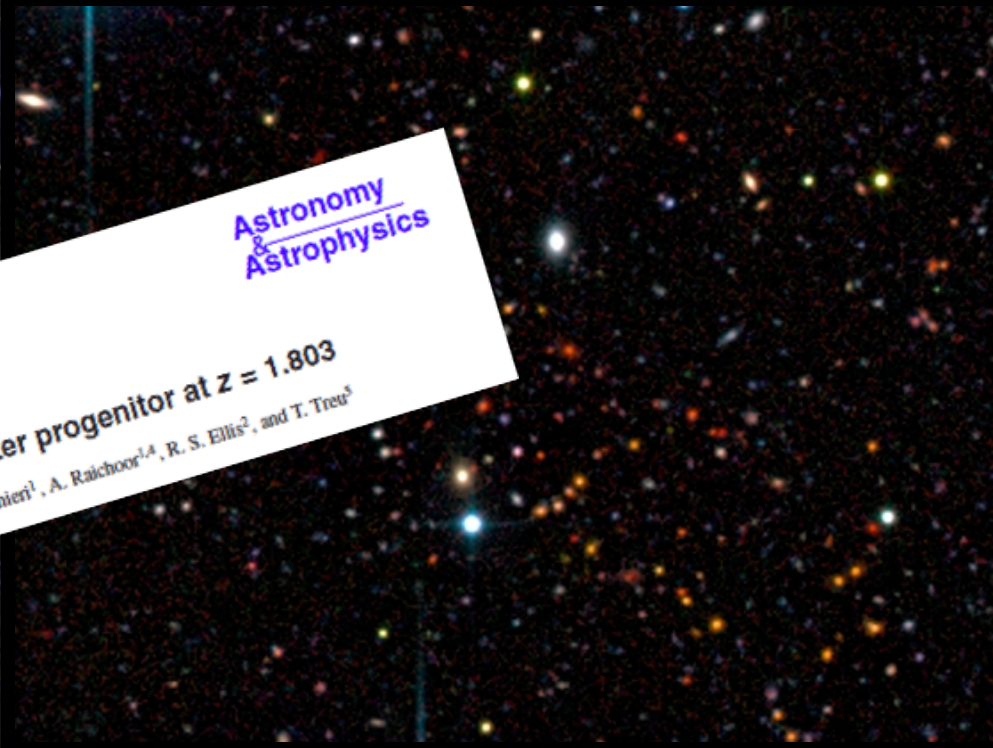




2009, A&A, 507, 147

COMA BERENICES @ z=0
universo locale
eta' universo ~14 Gy

JKCS041 @ z=1.8
universo distante
eta' universo ~3 Gy



A&A 565, A120 (2014)
DOI: 10.1051/0004-6361/201323077
© ESO 2014

Astronomy & Astrophysics

JKCS 041: a Coma cluster progenitor at z = 1.803

S. Andreon[1], A. B. Newman[2,3], G. Trinchieri[1], A. Raichoor[1,4], R. S. Ellis[2], and T. Treu[5]

stesse caratteristiche!!!!

Quindi?

Siamo a posto con la teoria ?

JKCS041 ha le caratteristiche tipiche dell'universo locale [~14Gyr]

è presto [~3Gyr] per questo tipo di struttura : troppo presto?

È un oggetto unico?

NON ESATTAMENTE UN'ORA ...QUALCHE ANNO. E CERTAMENTE LA RICERCA VA ANCORA AVANTI

2006-2007

Proposta Chandra ➔ pubblicazione

2009

....

2011-2012

Proposta HST ➔ pubbicazioni

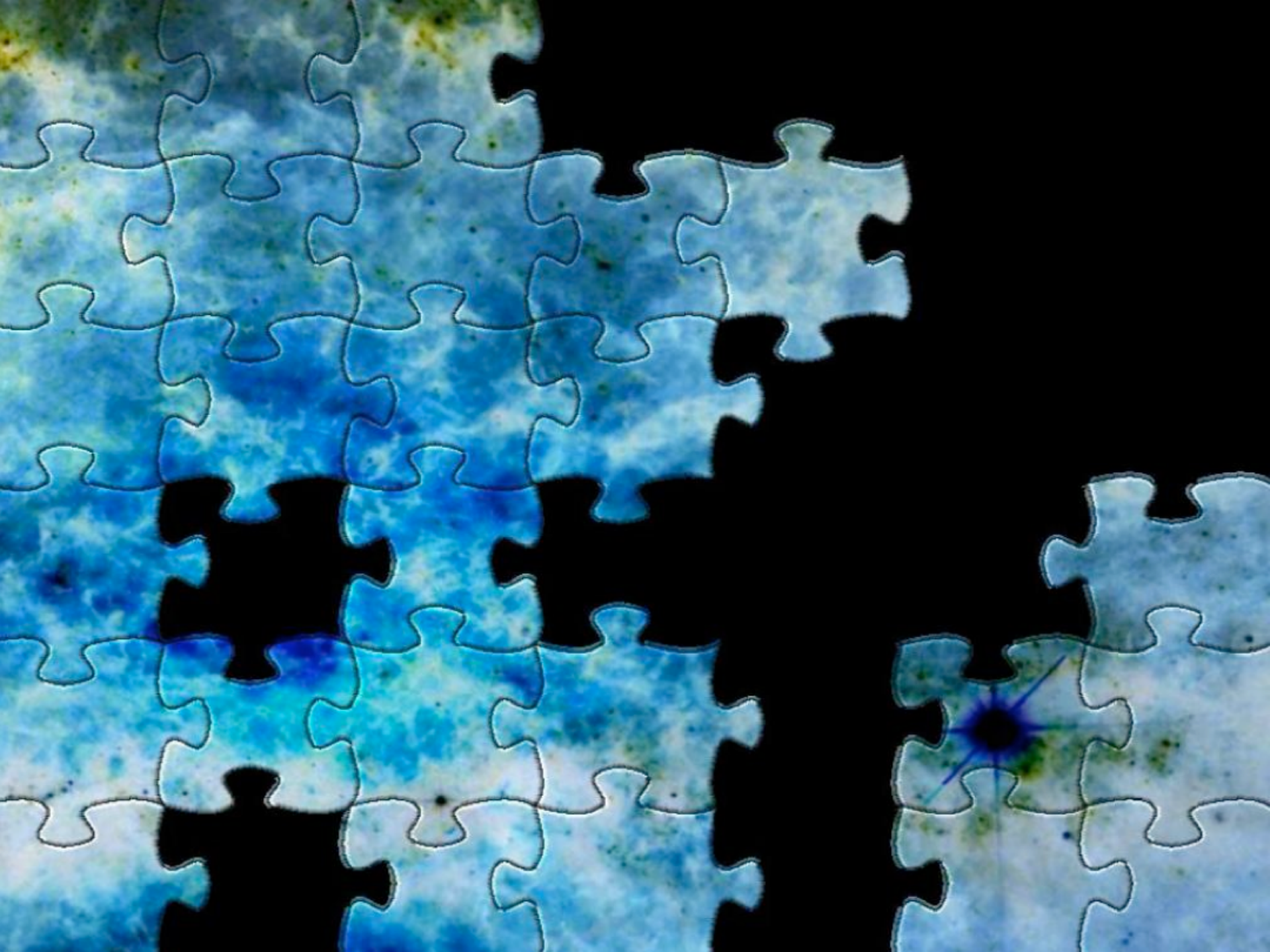
2014

....

Proposte IRAM ... approvata

2017

Altre osservazioni di altri gruppi
... ???

E TRA UN SUCCESSO E L'ALTRO, MOLTE ALTRE PROPOSTE DI OSSERVAZIONE ...

inizio 2006-2007
Proposal for Chandra Observations
Cover Page
Cycle 09
2009
Astronomy & Astrophysics
A&A 507, 147–157 (2009)
DOI: 10.1051/0004-6361/200912299
© ESO 2009
JKCS 041: a colour-detected galaxy cluster at z_phot ~ 1.9 with deep potential well as confirmed by X-ray data
S. Andreon, B. Maughan, G. Trinchieri, and J. Kurk
INAF – Osservatorio Astronomico di Brera, via Brera 28, 20121 Milano, Italy
e-mail: stefano.andreon@brera.inaf.it
Department of Physics, University of Bristol
doi:10.1111/j.1365-2966.2010.18062.x
Monthly Notices of the Royal Astronomical Society
-temperature relation at z ≳ 1.5
A&A 526, A11 (2011)
DOI: 10.1051/0004-6361/201015610
© ESO 2010
Red sequence determination of the redshift of the cluster of galaxies JKCS 041: z ~ 2.2
S. Andreon and M. Huertas-Company
Astronomy & Astrophysics
2011
Astronomy & Astrophysics manuscript no. draft v1
March 23, 2011
© ESO 2011
Letter to the Editor
The extreme synchronicity of stellar ages of red galaxies in the JKCS 041 cluster at z = 2.2
S. Andreon
Osservatorio Astronomico di Brera, via Brera 28, 20121, Milan, Italy
stefano.andreon@brera.inaf.it
The Astrophysical Journal, 788:51 (26pp), 2014 June 10
© 2014. The American Astronomical Society. All rights reserved. Printed in the U.S.A.
SPECTROSCOPIC CONFIRMATION OF THE RICH z = 1.80 GALAXY CL… GRISM: ENVIRONMENTAL TRENDS IN THE AGES AND STRU…
Andrew B. Newman, Richard S. Ellis, Stefa… Tommaso Treu, Anand Raichoor, and Ginevra…
2014
Astronomy & Astrophysics
A&A 565, A120 (2014)
DOI: 10.1051/0004-6361/201323077
© ESO 2014
JKCS 041: a Coma cluster progenitor at z = 1.803
S. Andreon, A. B. Newman, G. Trinchieri, A. Raichoor, R. S. Ellis, and T. Treu
2017 ….
Ottobre 2017…
Draft version October 30, 2017
Preprint typeset using LaTeX style emulateapj v. 01/23/15
THE KMOS CLUSTER SURVEY (KCS) III: FUNDAMENTAL PLANE OF CLUSTER GALAXIES AT z ≃ 1.80 IN JKCS 041
Laura J. Prichard, Roger L. Davies, Alessandra Beifiori, Jeffrey C. C. Chan, Michele Cappellari, Ryan C. W. Houghton, J. Trevor Mendel, Ralf Bender, Audrey Galametz, Roberto P. Saglia, John P. Stott, David J. Wilman, Ian J. Lewis, Ray Sharples, and Michael Wegner
Draft version October 30, 2017