

LABORATORIO
NAZIONALE
ADONI
OTTICA
ADATTIVA

OACMG WITH GMCAO OBSERVATIONS,
MULTI GLOBAL ANALYSIS, AND
ADAPTIVE CONJUGATE WITH GALAXIES
OPTICS MOCK CLASSIFICATION OF



E. PORTALURI,
V.VIOTTO, M.BERGOMI, F.BIONDI, D.GREGGIO,
M.GULLIEUSZIK, M.DIMA, J.FARINATO, D.MAGRIN,
AND R. RAGAZZONI

Motivazione scientifica

Per comprendere i processi di formazione e gli scenari evolutivi delle galassie è importante studiare la morfologia e misurare la dimensione di oggetti ad alto *redshift* per confrontarle con quelle di oggetti vicini.

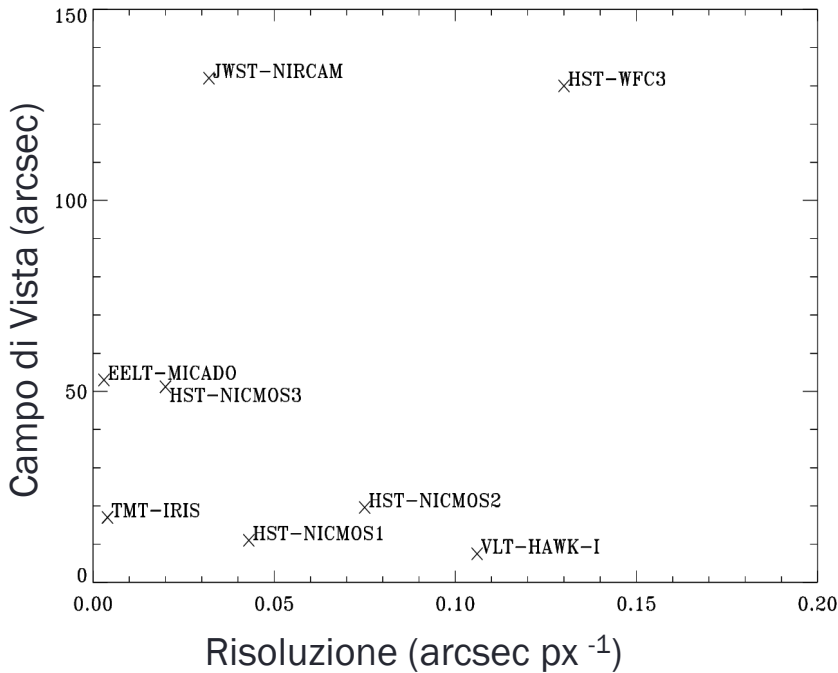
ELTs + AO

Ragazzoni et al. (2009) propongono un nuovo metodo (GMCAO) che permette di utilizzare stelle di guida naturali per correggere un ampio campo scientifico.

In questo lavoro ci proponiamo di verificare le prestazioni scientifiche di tale metodo, applicandolo allo studio di galassie nelle *surveys*.

Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO

O....for OBSERVATIONS



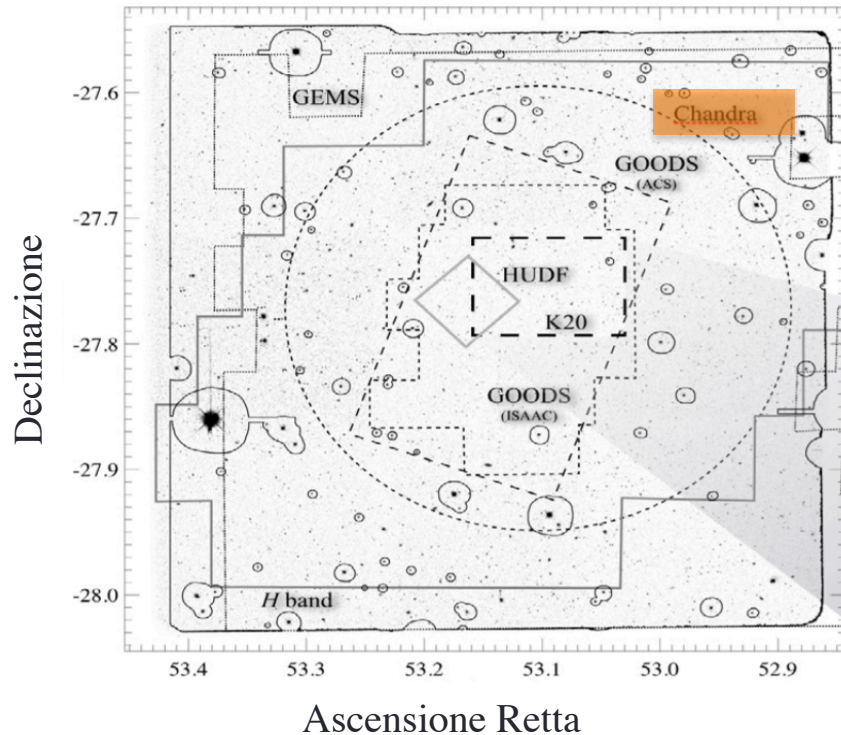
L'avvento di grandi telescopi ha permesso l'analisi di oggetti sempre più distanti e dato il via alle campagne osservative. Da considerare:

- **Caratteristiche del telescopio**
- **Sinergia con le tecniche di Ottica Adattiva per i telescopi da terra**

**Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO**

O...for OBSERVATIONS

Taylor et al. (2009)



Survey:

- CDFS (Giacconi et al. 2002),
- GEMS (Rix et al. 2004),
- GOODS (Dickinson et al. 2002):
 - Ottica con HST ACS
 - Infrarossa con ISAAC NIR
- K20 (Cimatti et al. 2002),
- HUDF (Beckwith et al. 2006).

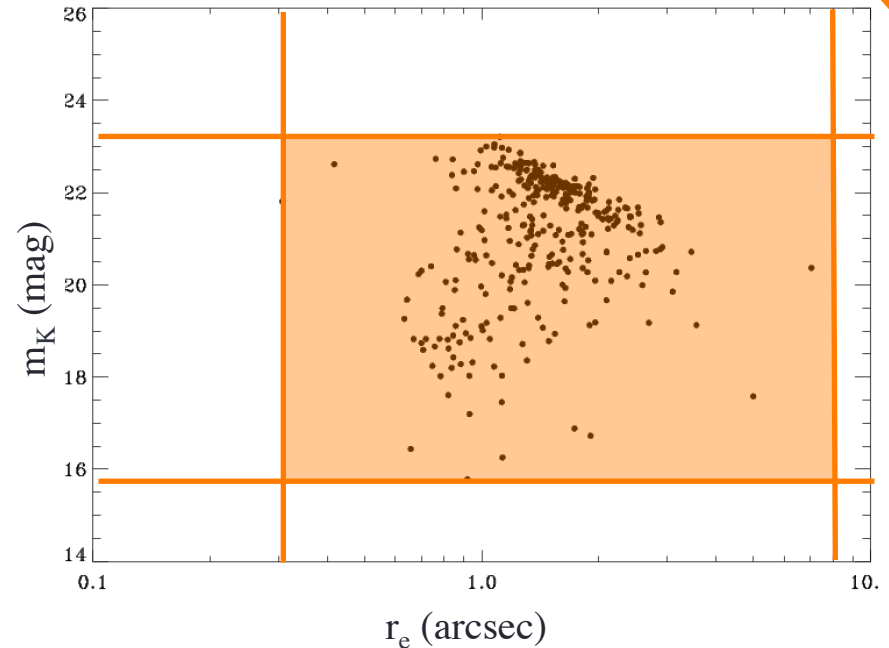
**Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO**



O....for OBSERVATIONS



Chandra Deep Field South
K band (Saracco et al. 2001)



VLT-ISAAC

scala del pixel=0.147 arcsec px⁻¹

$K_{s, \text{limit}} = 22.8 \text{ mag arcsec}^{-2}$

Sorgenti isolate,

solitamente ellittiche o galassie *starburst* a $z > 2$.

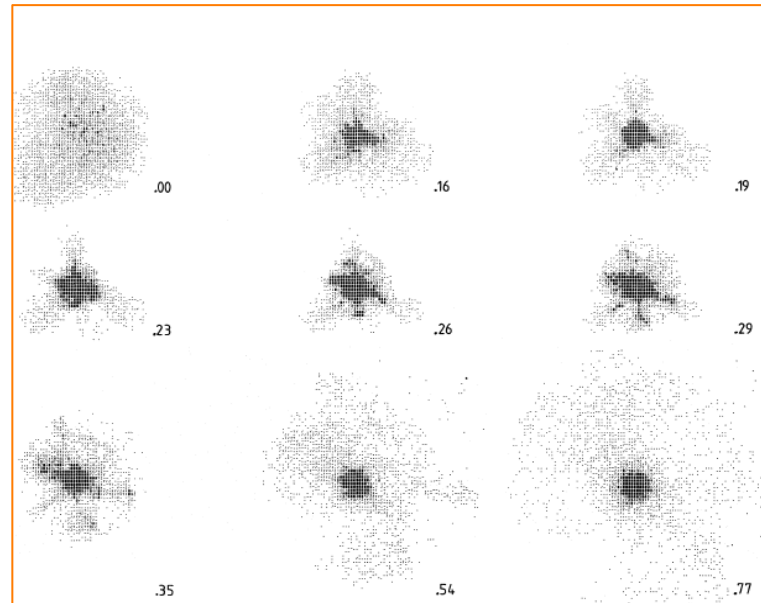
I conteggi sono consistenti con le predizioni di un modello basato su *merging* progressivi a $z=1$

Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO

A....for ANALYSIS

Verificare i modelli di formazione-evoluzione.

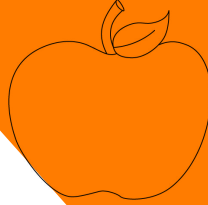
- **Collasso Monolitico**
- Accrescimento Gerarchico
- Evoluzione Secolare



Eggen, Lynden-Bell & Sandage (1962)

**Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO**

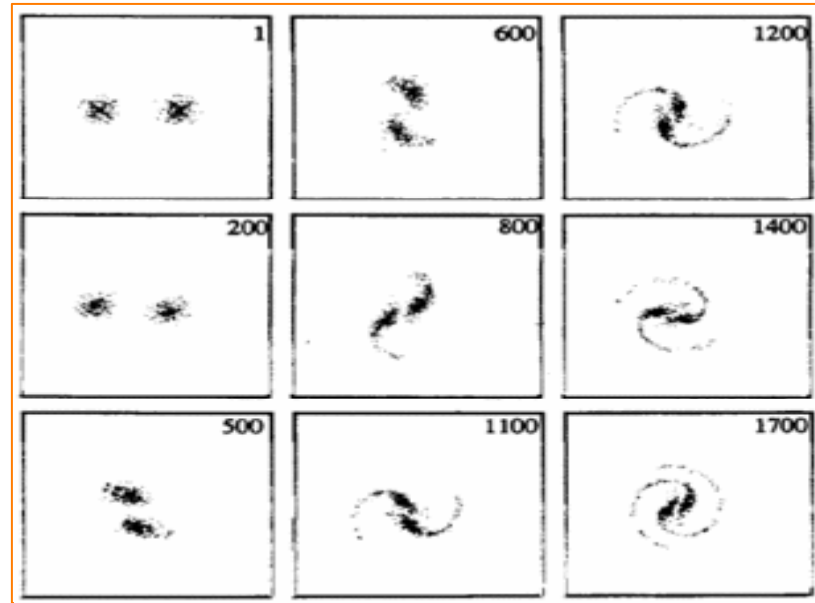
Aa



A....for ANALYSIS

Verificare i modelli di formazione-evoluzione.

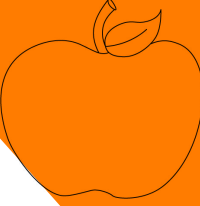
- Collasso Monolitico
- Accrescimento Gerarchico
- Evoluzione Secolare



Peratt et al. (1990)

Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO

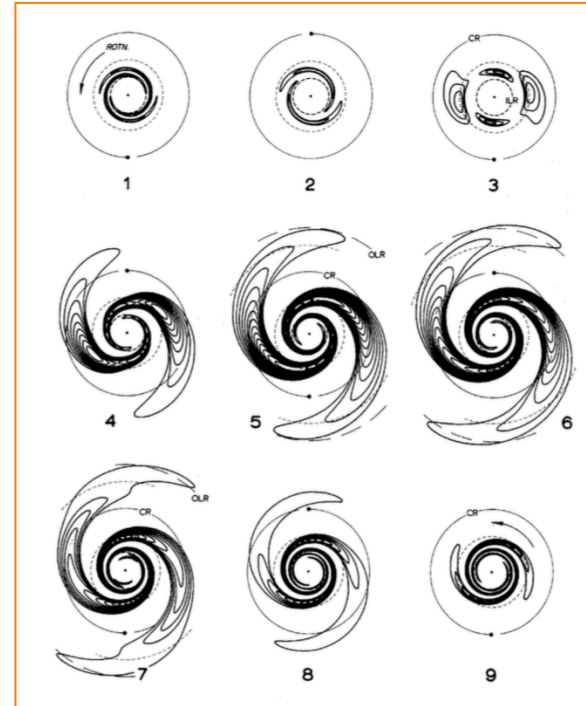
Aa



A....for ANALYSIS

Verificare i modelli di formazione-evoluzione.

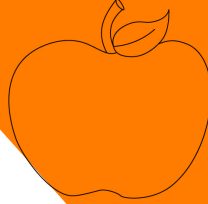
- Collasso Monolitico
- Accrescimento Gerarchico
- **Evoluzione Secolare**

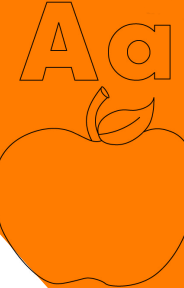


Toomre (1981)

Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO

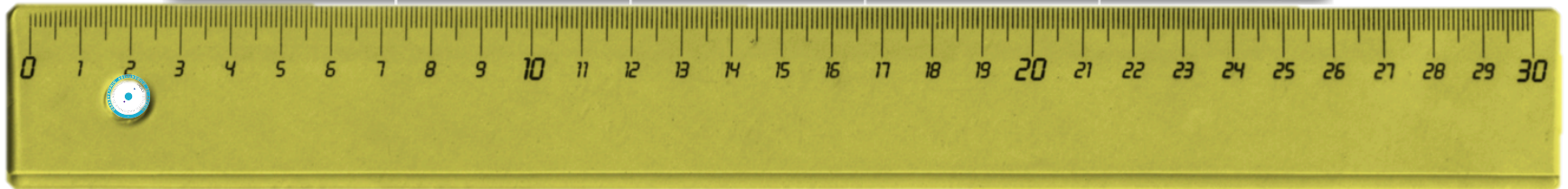
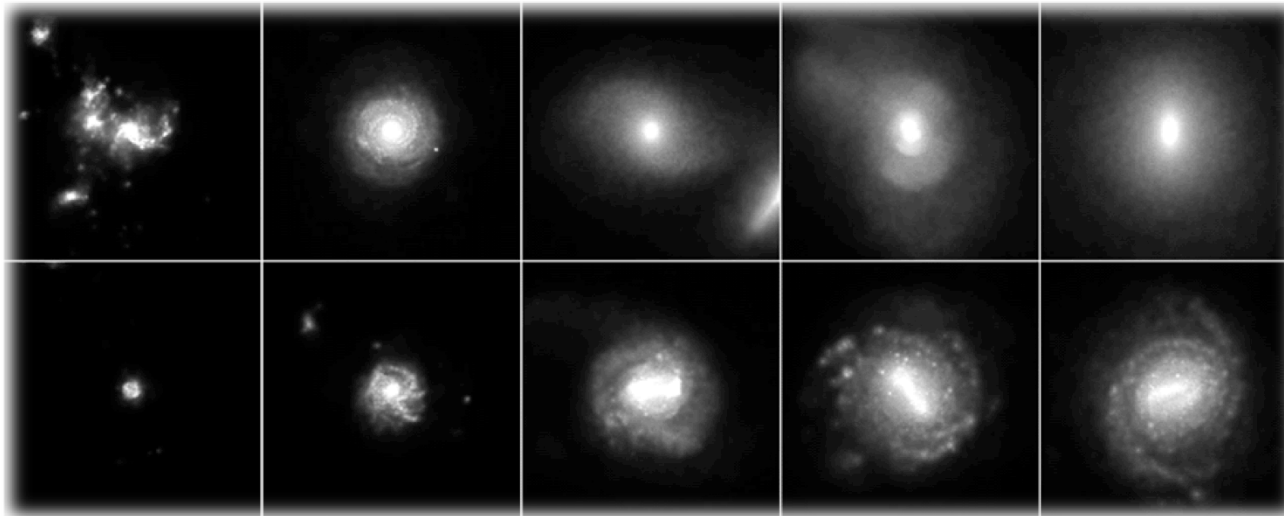
Aa



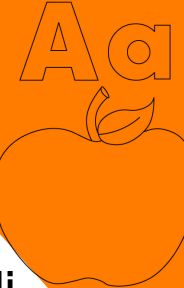


A....for ANALYSIS

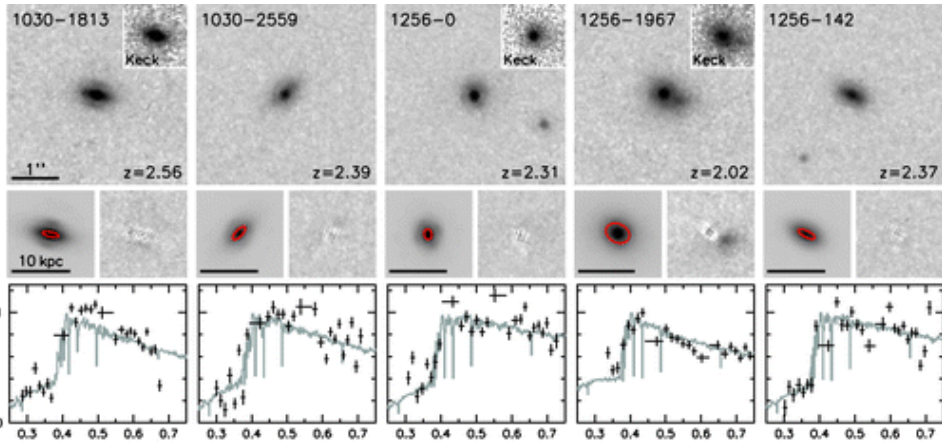
Studiare la dimensione delle galassie in diverse epoche può aiutare a discriminare quale scenario



**Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO**



A...for ANALYSIS



Van Dokkum et al. (2008):

Tra i primi a studiare le dimensioni di galassie massicce ($z \sim 2.3$, $M \geq 10^{11} M_{\odot}$)

con immagini HST/NIC2 images

→ SONO COMPATTE!

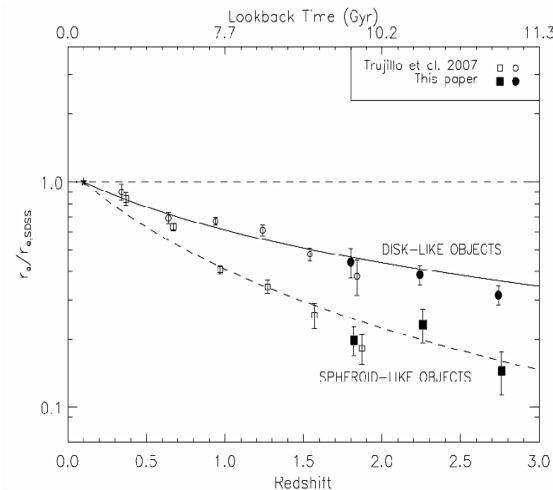
Buitrago et al. (2008):

($1.7 < z < 2$, $M \geq 10^{11} M_{\odot}$)

In GOODS Nord e Sud

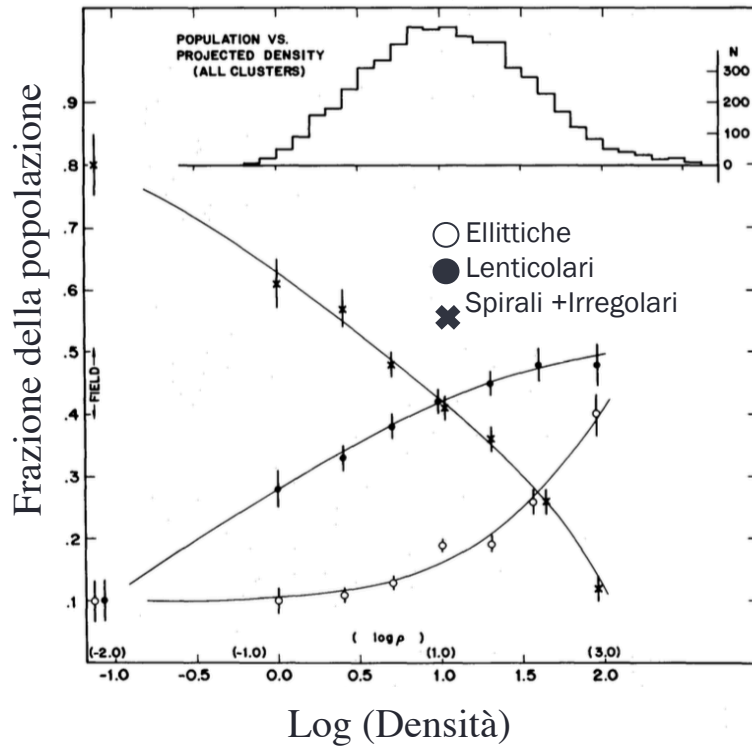
→ SONO COMPATTE!

→ La dimensione evolve in funzione del tempo



Observations,
 Analysis, and
 Classification of
 Mock
 Galaxies
 with
 GMCAO

C...for CLASSIFICATION

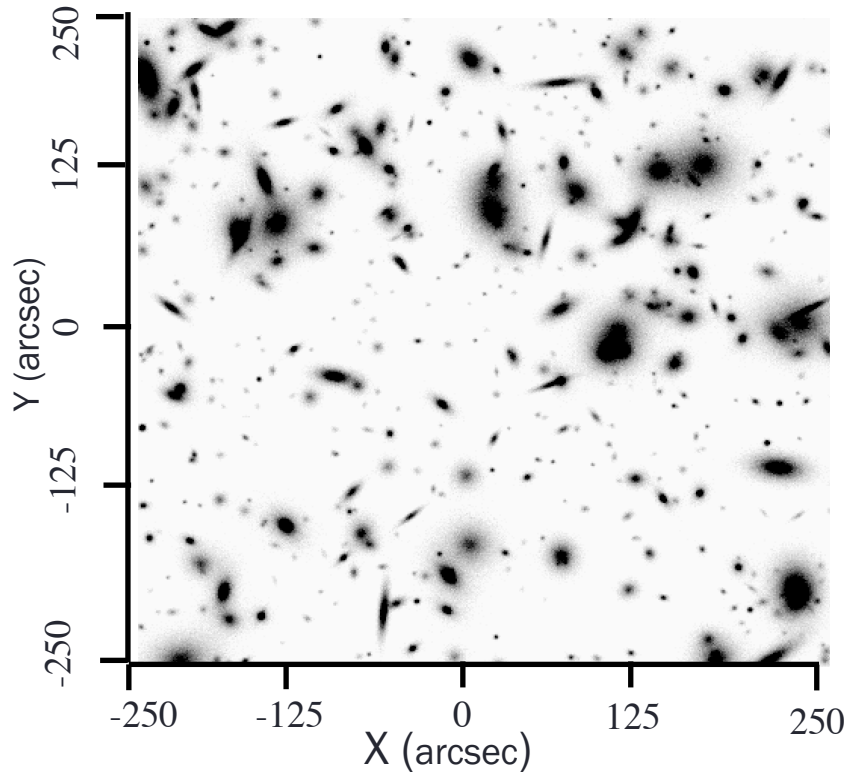


Relazione Densità – Morfologia:
Studiare in quale ambiente si trovano le galassie ci fa porre dei vincoli sugli scenari di formazione

(Dressler 1980)

Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO

M...for MOCK



Simulatore:

- Risoluzione
- Campo di vista
- *Seeing*
- Gain
- Tempo di esposizione
- *Background*
- Caratteristiche fisiche e strutturali degli oggetti

**Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO**

G....for GALAXIES

GALASSIE A SPIRALE

n=1



GALASSIE ELLITTICHE

n=4



I_0 = brillantezza superficiale al centro
 R_0 = raggio di scala
 n = indice morfologico

*Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO*

Legge di Sersic per la brillantezza superficiale

$$I(r) = I_0 \exp \left[\left(-\frac{r}{R_0} \right)^{\frac{1}{n}} \right]$$



WITH FOR WITH

Riassunto fin qui:

Vogliamo simulare un campo di galassie nella regione del CDFS,
osservato con un ELT,
per poi studiarne le proprietà fotometriche e strutturali
e verificare che siano consistenti con i valori che abbiamo utilizzato...

Quale metodo per correggere la distorsione dovuta all'atmosfera?

*Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO*

GMCAO for...

Global Multi-Conjugate Adaptive Optics

Scopo: aumentare la copertura in cielo di stelle

Viotto et al. (2015) e in questa conferenza

Principali caratteristiche:

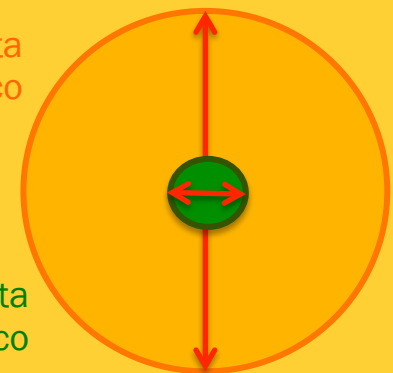
- Utilizzo di stelle di guida naturali in un **campo di vista tecnico** molto ampio
- Introduzione di specchi deformabili virtuali
- Correzione del **campo di vista scientifico** (più piccolo)

Ragazzoni et al. A04ELT (2009)

**Observations,
Analysis, and
Classification of
Mock
Galaxies
with
GMCAO**

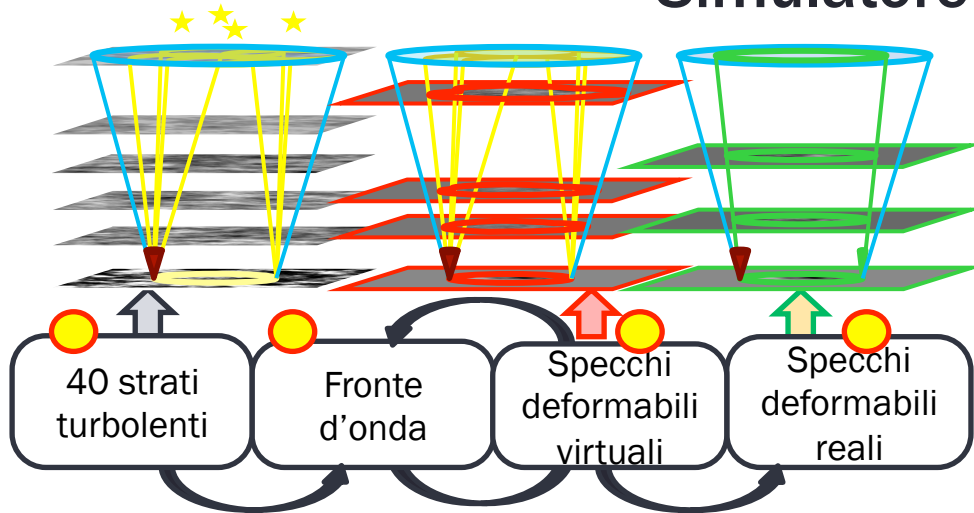
10' Campo di vista
tecnico

2' Campo di vista
scientifico



OACMG with GMCAO

Simulatore di atmosfera



Viotto et al (2015)

Atmosfera con 40 strati turbolenti, fornita da ESO:

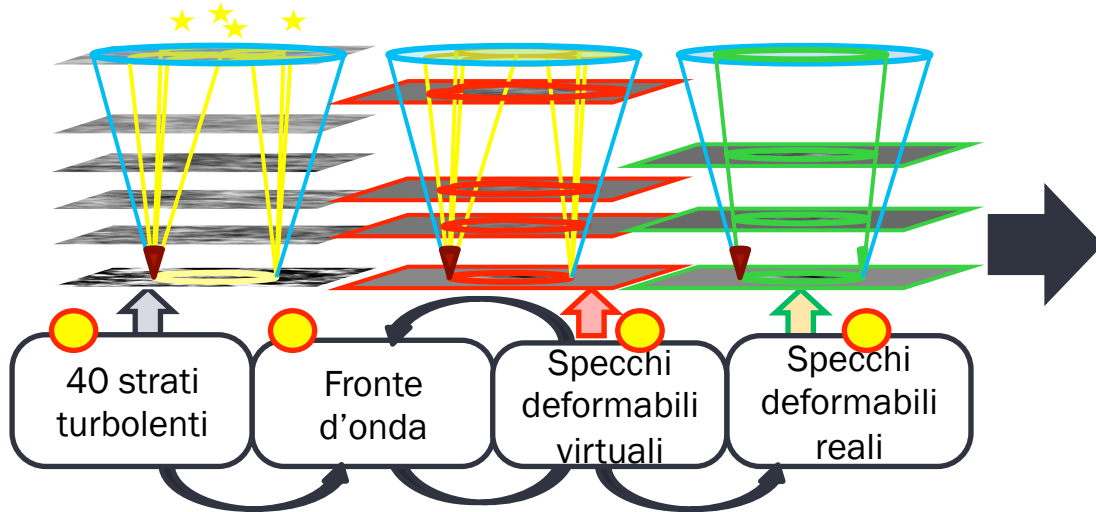
- altitudine massima (@zenith): 25.2 km
- $L_0=25$ m
- parametro di Fried (@500nm, @30°) $\rightarrow r_0=0.129$ m

Puntamento:

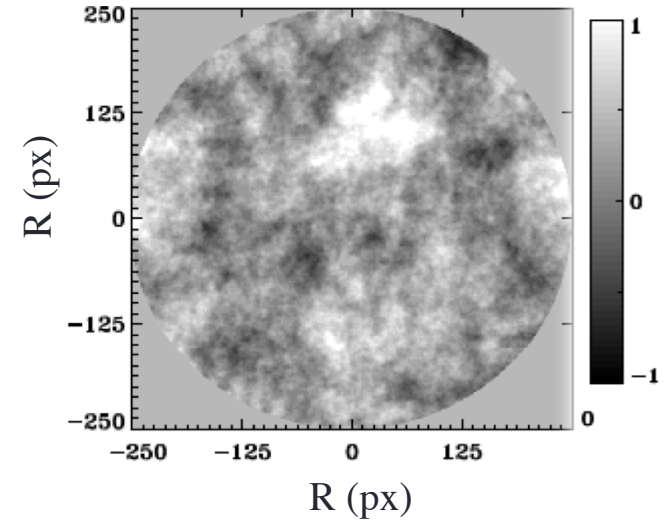
- Chandra Deep Field South [RA=3h32m28s; DEC=-27:48:30]
- Catalogo stellare USNO-B1.0 per magnitudini in banda R

OACMG with GMCAO

Simulatore di atmosfera



Residui del fronte d'onda

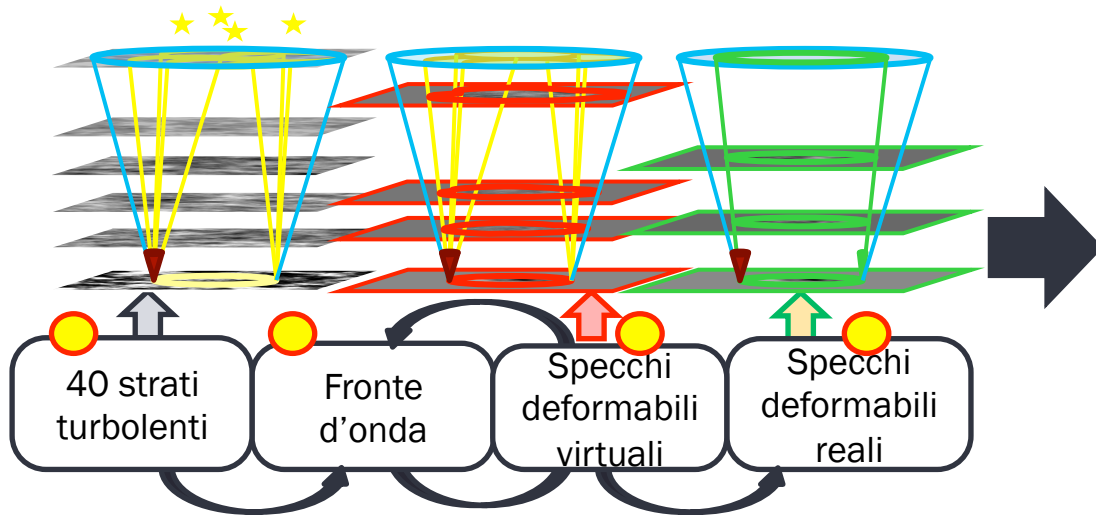


100 porzioni di campo da simulare:

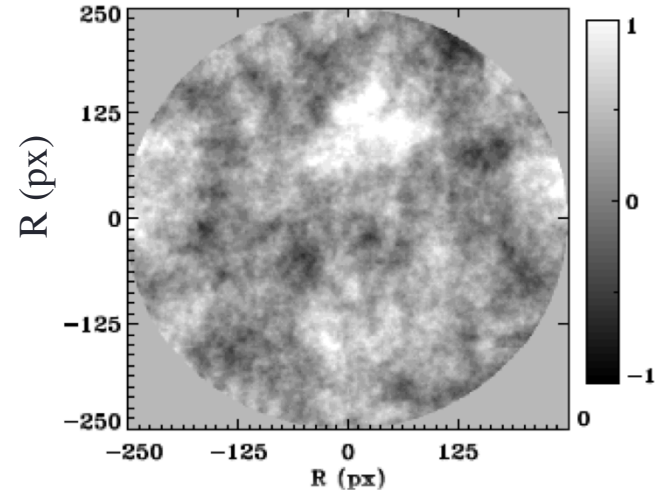
- in una griglia 10x10
- con un passo di 50" (~Campo di vista di Micado)
- campi tecnici da 10'

OACMG with GMCAO

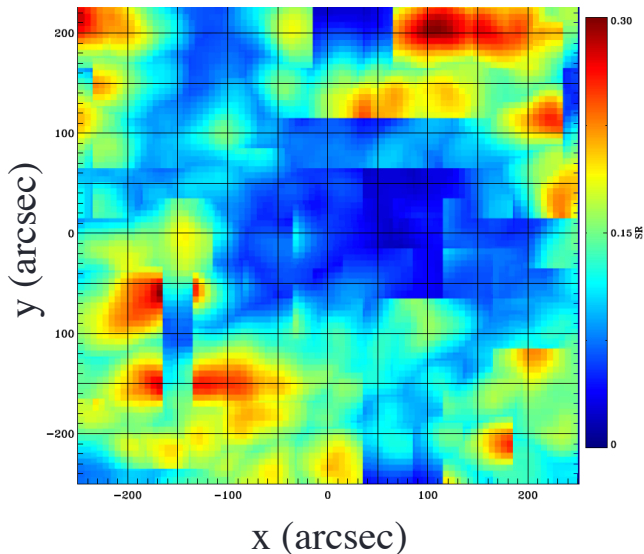
Simulatore di atmosfera



Residui del fronte d'onda



Mappa del Rapporto di Strehl in banda K

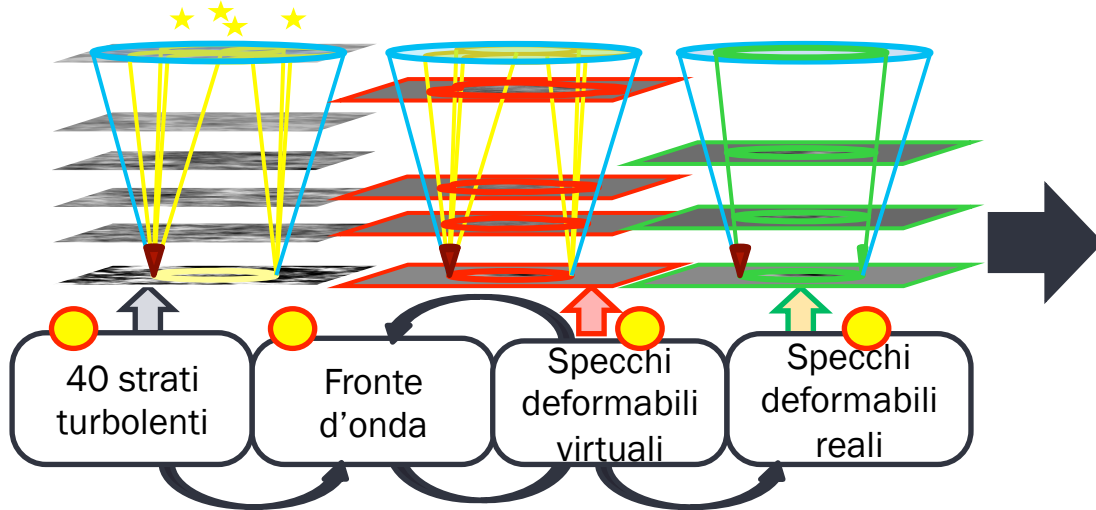


Caratteristiche:

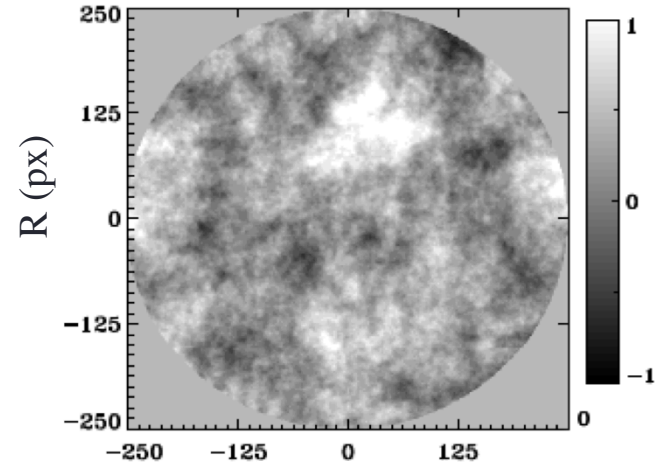
- campo di 500" x 500" povero di stelle
- SR media = 17%
- zone di discontinuità dovute alla qualità dell'asterismo

OACMG with GMCAO

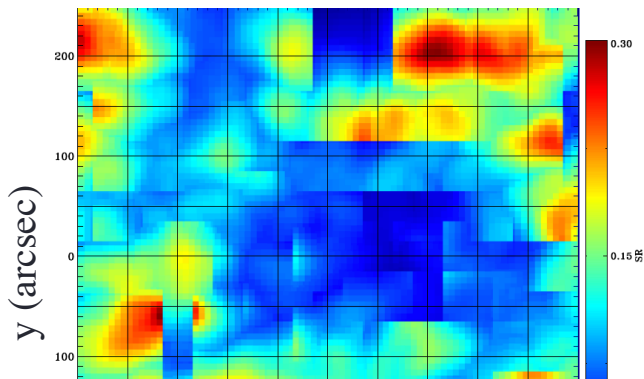
Simulatore di atmosfera



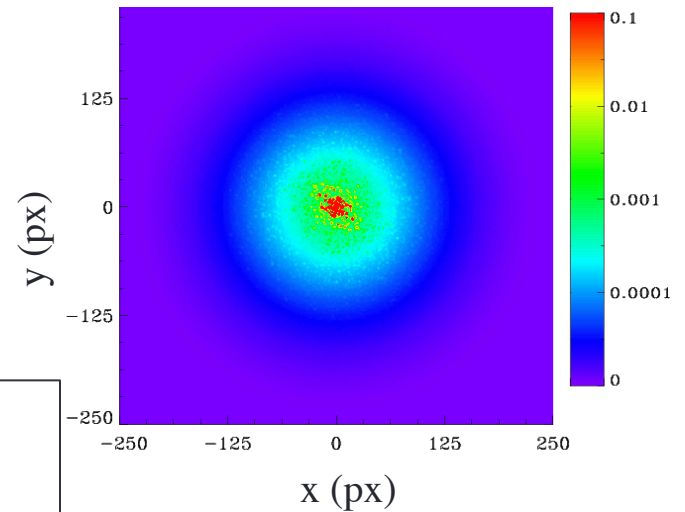
Residui del fronte d'onda



Mappa del Rapporto di Strehl in banda K



Intensità della PSF



Caratteristiche:

- Nucleo ottenuto dalla matrice di fronti d'onda
- Aggiunta di una componente Gaussiana

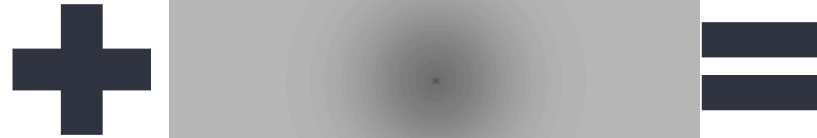
OACMG with GMCAO

Nel caso di osservazioni da terra la mappa di brillantezza superficiale deve essere convoluta con una funzione di allargamento per tener conto degli effetti strumentali e atmosferici.

Simulazione

PSF analitica

Immagine Finale

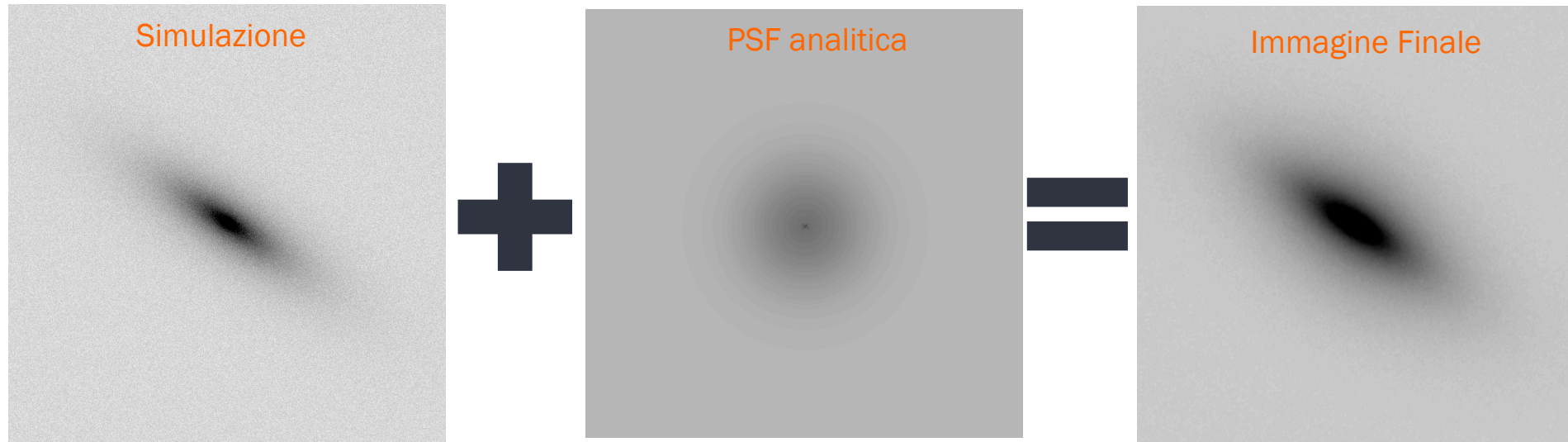


1^a componente: Bulge con $r_e=0.03$ arcsec, $\varepsilon=0.7$, PA=150°

2^a componente: Disco con $r_e=0.3$ arcsec, $\varepsilon=0.3$, PA=150°

OACMG with GMCAO

Nel caso di osservazioni da terra la mappa di brillantezza superficiale deve essere convoluta con una funzione di allargamento per tener conto degli effetti strumentali e atmosferici.



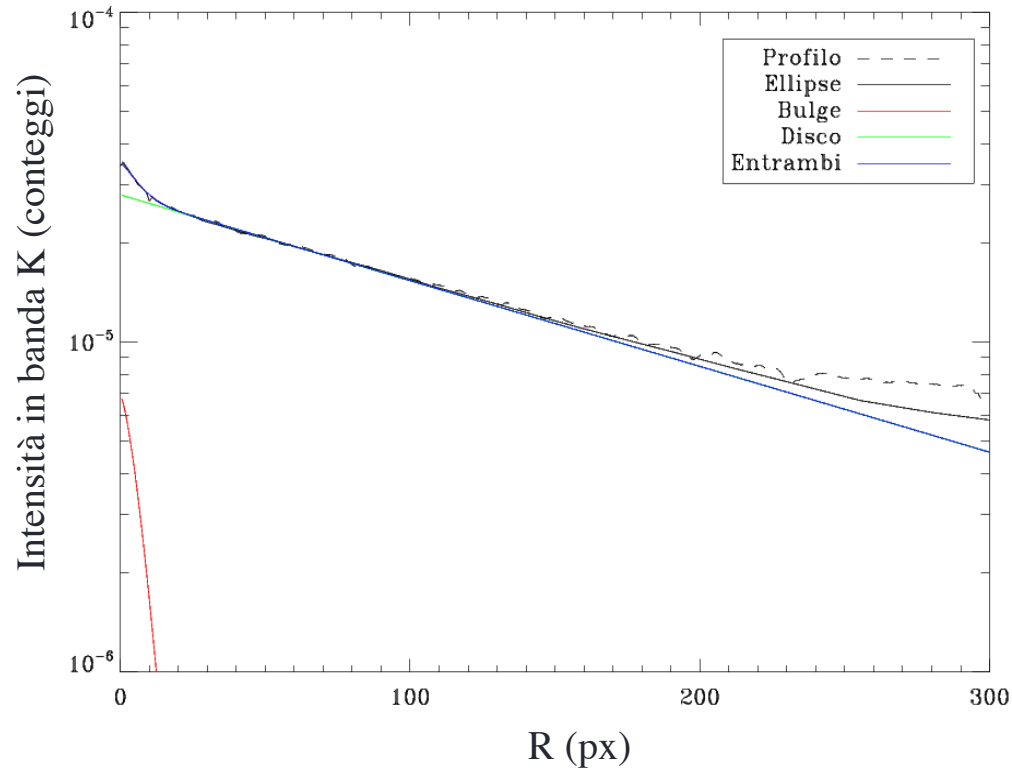
Per riottenere il profilo intrinseco bisogna deconvolvere l'immagine con una funzione di allargamento disponibile (tabulata, teorica, o empirica)



RISULTATI

Analisi fotometrica monodimensionale

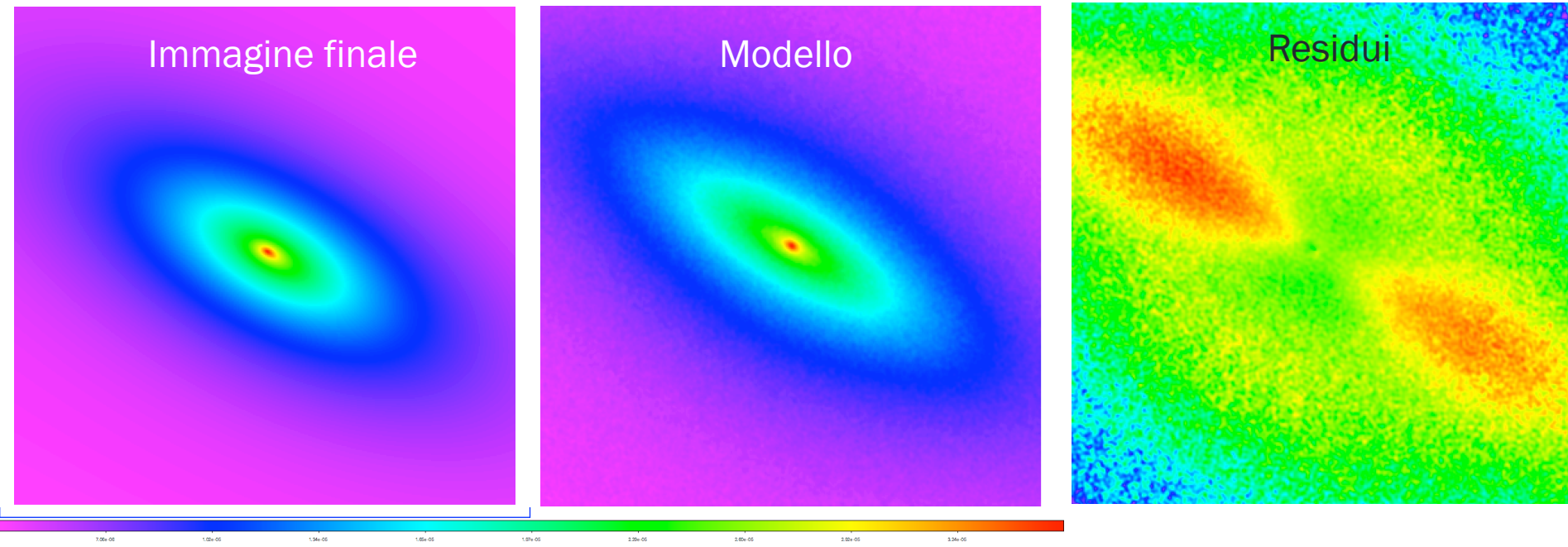
χ^2 (solo disco) > χ^2 (solo bulge) > χ^2 (disco + bulge)



Best fit: 2 componenti!

RISULTATI

Analisi fotometrica bidimensionale: GALFIT



1^a componente: Bulge con $r_e=0.04$ arcsec, $\varepsilon=0.59$, PA= 152°

2^a componente: Disco con $r_e=0.5$ arcsec, $\varepsilon=0.46$, PA= 149°



< 15 %

CONCLUSIONI

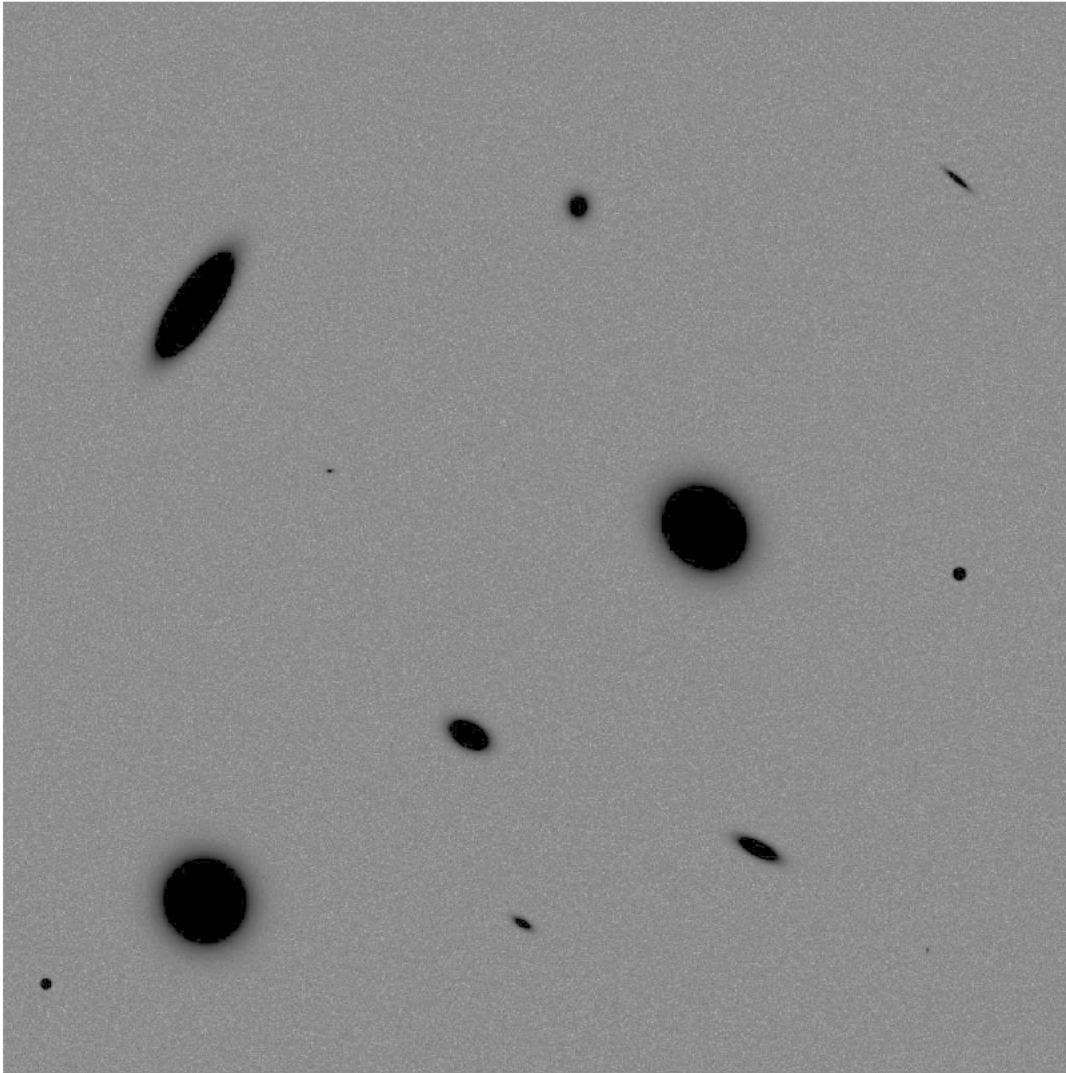
Grazie all'ampiezza del campo scientifico, il GMCAO permette di avere più probabilità di trovare stelle di guida naturali, e quindi rende possibile *l'imaging* di galassie.

Anche utilizzando un campo povero di stelle, come il CDFS, si riescono ad avere buone prestazioni in termini di studio fotometrico e morfologico di galassie a vari *redshift*.



Il GMCAO rappresenta un valido metodo sui cui lavorare in vista di una possibile applicazione ai futuri ELTs.

FUTURO PROSSIMO



10 galassie in 100 campi:
1000 galassie
in 500×500 arcsec²

- Detection con SExtractor
- Analisi Fotometrica con IRAF e GALFIT