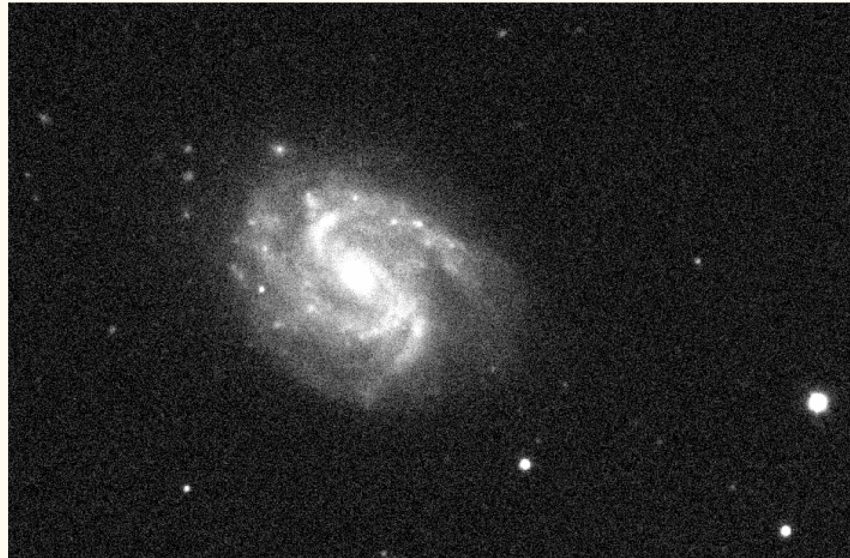


# Classificazione morfologica della galassia NGC 201

—

# Scopo

Determinare la classificazione morfologica della galassia NGC 201 del gruppo NCG 7 contenente quattro galassie nella costellazione del Cetus

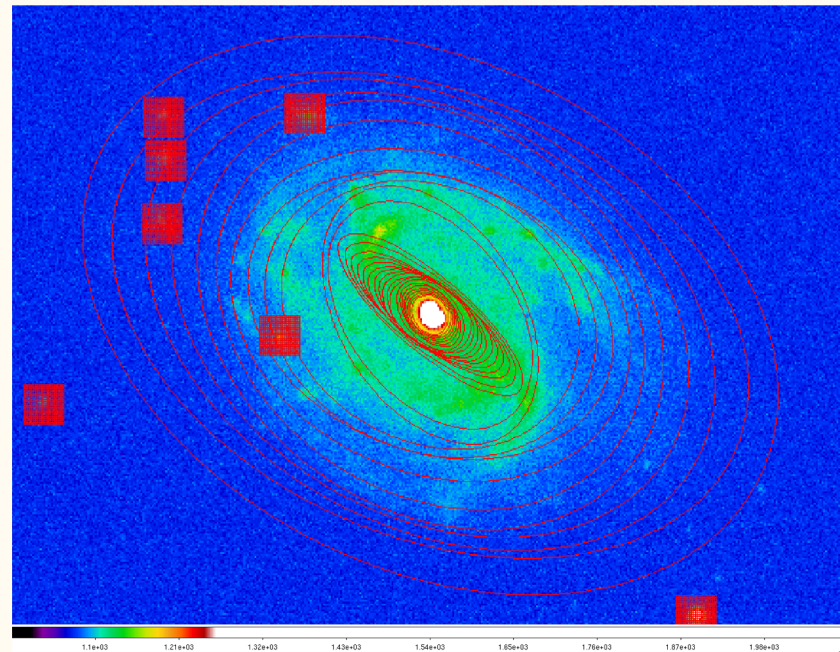
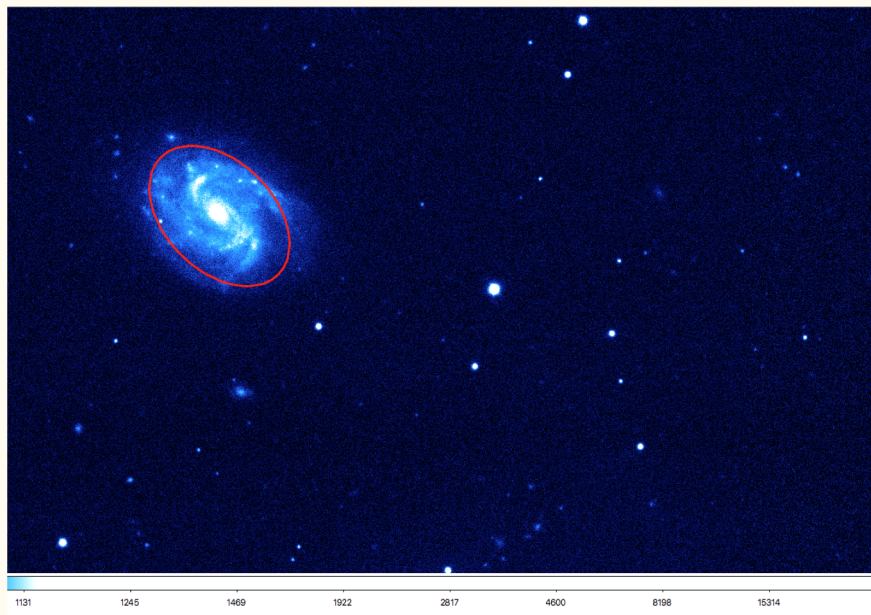


# Immagini

La classificazione è stata compiuta su tre immagini in tre diverse bande: U, I, R. Queste bande fanno parte del sistema fotometrico UGRIZ. Le immagini sono state ottenute da un telescopio a terra di diametro 2,5 m.

| Banda | Lunghezza d'onda del picco (nm) | FWHM |
|-------|---------------------------------|------|
| U     | 365                             | 66   |
| G     | 464                             | 128  |
| R     | 658                             | 138  |
| I     | 806                             | 138  |
| Z     | 900                             | -    |

# Procedura



# Parametri dell'ellisse

- Centro: coincide con il bulge nel nostro caso
- Semiassi
- Ellitticità ( $e = 1 - b/a$ )
- PA (*position angle*): l'orientamento dell'ellisse misurato da nord verso est con un angolo da 0 a 180 0 da -90 a +90

# Istruzione di conversione

```
* isophote> tdump gal-03-r.tab col='sma,tflux_e,npix_e' > parametri.txt
```

Converte il file .tab in .txt al fine di renderlo utilizzabile dal programma python per elaborare i dati in forma tabulare.

# Raccolta dati

```
SMA          R          %7.2f  pixel
TFLUX_E      R          %12.5g  ""
NPIX_E       I          %6d     ""
IMAGE        t HCG07_0174_g.fits
1.022225      8947.         5
1.124447      8947.         5
1.236892      8947.         5
1.360581      8947.         5
1.496639      8947.         5
1.646303      15941.        9
1.810934      15941.        9
1.992027      15941.        9
2.19123       19348.       11
2.410353      26021.       15
2.651388      32669.       19
```



1. Raccolta dei dati da Iraf e tabulazione mediante funzione (\*)
2. Eliminazione doppioni
3. Controllo dell'ordine crescente

# Programma per il calcolo dei parametri

```
3
4  scale   = 0.4
5  texp    = 53.9
6  sky     = 1116.5
7  sig_sky = 4.9
8  gain    = 4.895
9  n       = 1.
10
```

I parametri da determinare sono il semiasse maggiore di ciascuna isofota e la loro relativa luminosita'.

```
OBJECT = '82 S' / e.g., 'stripe 50.6 degrees, north strip'
SEXPTIME= '53.907456' / Exposure time (seconds)
EQUINOX = '2000.0' / Equinox of the TCC coordinates (years)
PSF_B_2G= 0.0569266527891159 / Ratio of gaussian 2 to gaussian 1 at origin
PSFCTS = 16.1507663726807 / PSF counts
GAIN = 4.03499984741211 / Gain averaged over all amplifiers (e/DN)
DARK_VAR= 1.82249999046326 / combined variance from dark cur. and read noise
```

# Programma per il calcolo dei parametri

```
11
12 f = open('parametri1i.txt','r')
13
14
15
16 data = np.genfromtxt(f)
17 x1 = data[:,0]
18 x2 = data[:,1]
19 x3 = data[:,2]
20
21
22 a = x1 * scale
23 inten = (x2 - x3 * sky)/texp
24 area = x3 * (scale)**2
25
26
27
28 sma = 0
29 intsup = inten[0]/area[0]
30
31 err_1 = x2[0] / (gain * n)
32 err_2 = sig_sky * x3[0]
33 relerr = np.sqrt(err_1 + (err_2)**2) / (inten[0] * texp)
34
```

$$a = sma \cdot scale$$

$$F_i = \frac{F_{tot,i} - N_{px} \cdot I_{cielo}}{T_{esposizione}}$$

# Programma per il calcolo dei parametri

```
35
36 g = open('sma_int1i','w')
37 g.write('{}\n'.format('# sma intsup relerr'))
38 g.write('{:7.3f} {:11.4f} {:9.5f}\n'.format(sma,intsup,relerr))
39
40
41
42 for i in range(0,np.size(x1)-1):
43
44     sma = (a[i] + a[i+1])/2
45     intsup = (inten[i+1] - inten[i]) / (area[i+1] - area[i])
46     err_1 = (x2[i+1] - x2[i]) / (gain * n)
47     err_2 = sig_sky * (x3[i+1] - x3[i])
48     relerr = np.sqrt(err_1 + (err_2)**2) / ((inten[i+1] - inten[i]) * texp)
49     g.write('{:7.3f} {:11.4f} {:9.5f}\n'.format(sma,intsup,relerr))
50
51
52
53 g.close()
54 f.close()
```

$$\overline{a}_{1,2} = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

$$I_{s1,2} = \frac{F_1 - F_2}{area_1 - area_2}$$

# Risultato del calcolo dei parametri

| 1  | # | sma   | intsup  | relerr  |
|----|---|-------|---------|---------|
| 2  |   | 0.000 | 83.4184 | 0.01451 |
| 3  |   | 0.534 | 78.6758 | 0.01671 |
| 4  |   | 0.768 | 73.4578 | 0.02401 |
| 5  |   | 0.920 | 69.3704 | 0.01858 |
| 6  |   | 1.012 | 68.6456 | 0.01875 |
| 7  |   | 1.114 | 65.1670 | 0.02654 |
| 8  |   | 1.225 | 59.5431 | 0.01802 |
| 9  |   | 1.347 | 54.8856 | 0.01936 |
| 10 |   | 1.482 | 52.6293 | 0.01810 |

I dati in output:

1. *sma* (semi-asse maggiore medio)
2. *intsup* (intensita superficiale)
3. *relerr* (errore relativo)

# Determinazione del profilo di brillanza

```
34
35 def bdev(Ie,re,r):
36     return Ie * np.exp(-7.67 * ((r/re)**0.25-1))
37
38 def bexp(Ie,re,r):
39     return 5.36 * Ie * np.exp(-1.68 * (r/re))
40
41 def disc(I0,h,r):
42     return I0 * np.exp(-r/h)
43
44 def fbdev(Ie,re):
45     return 22.66 * Ie * re**2
46
47 def fbexp(Ie,re):
48     return 11.93 * Ie * re**2
49
50 def fdisc(I0,h):
51     return 2 * np.pi * I0 * h**2
52
53 def bar(Ib,rb,n):
54     return Ib * np.exp(-(1.992*n-0.3271)*((r/rb)**(1/n)-1))
55
56 ▼ def fbar(Ib,rb,n):
57     bn = 1.9992 * n - 0.3271
58     Kn = 2 * np.pi * n * np.exp(bn) * 2*(special.gammainc(2*n,bn)*special.gamma(2*n)) / (bn)**(2*n)
59     return Kn * Ib * rb**2
```

$$I_{bulge}(r) = 5,36 \cdot I_e \cdot e^{-1,68 \cdot \frac{r}{r_e}}$$

$$I_{barra}(r) = I_b \cdot e^{-(1,992 \cdot n - 0,3271) \cdot \left[\left(\frac{r}{r_b}\right)^{\frac{1}{n}} - 1\right]}$$

$$I_{disco}(r) = I_o \cdot e^{-\frac{r}{h}}$$

# Determinazione del profilo di brillanza

```
76
77 r = np.arange(0,np.max(sma)+10,0.01)
78
79 # tipo di bulge (DA MODIFICARE)
80 bulge = bexp(Ie,re,r)
81 fbulge = fbexp(Ie,re)
82
83 # brillanze superficiali
84 mub = -2.5 * np.log10(bulge) + cal
85 mubar = -2.5 * np.log10(bar(Ib,rb,n)) + cal
86 mud = -2.5 * np.log10(disc(I0,h,r)) + cal
87 mutot = -2.5 * np.log10(bulge + disc(I0,h,r) + bar(Ib,rb,n)) + cal
88
```

$$F_{disco} = 2 \cdot \pi \cdot I_o \cdot h^2$$

$$F_{bulge} = 11,93 \cdot I_e \cdot r_e^2$$

$$F_{barra} = K(n) \cdot I_b \cdot r_b^2$$

$$\mu_{tot} = -2,5 \cdot \log(F_{bulge} + F_{barra} + F_{disco})$$

# Adattamento dei parametri

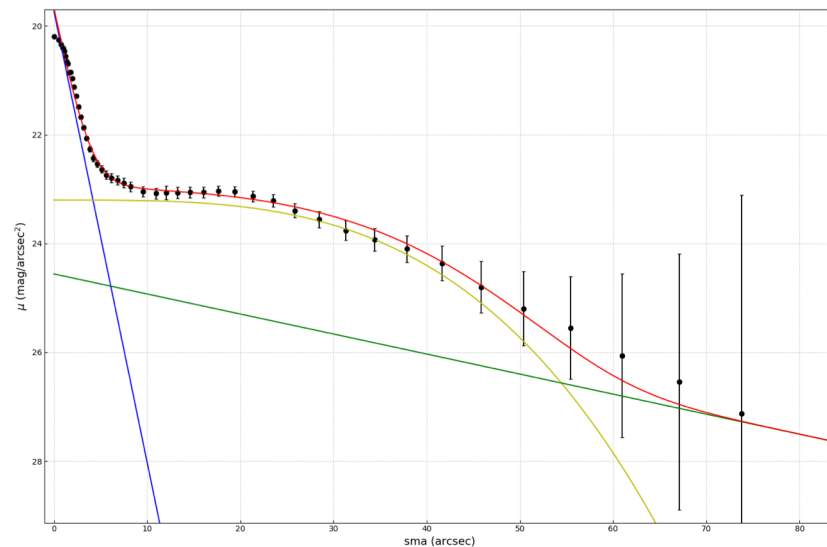
```
61 # Parametri di scala delle funzioni (DA MODIFICARE)
62 # (le lunghezze sono espresse in arcsec)
63
64 # bulge
65 Ie = 24
66 re = 2.2
67
68 # disco
69 I0 = 1.5
70 h = 29.5
71
72 # barra
73 Ib = 4.
74 rb = 26.2
75 n = 0.3
76
```

$$I_{bulge}(r) = 5,36 \cdot I_e \cdot e^{-1,68 \cdot \frac{r}{r_e}}$$

$$I_{barra}(r) = I_b \cdot e^{-(1,992 \cdot n - 0,3271) \cdot \left[\left(\frac{r}{r_b}\right)^{\frac{1}{n}} - 1\right]}$$

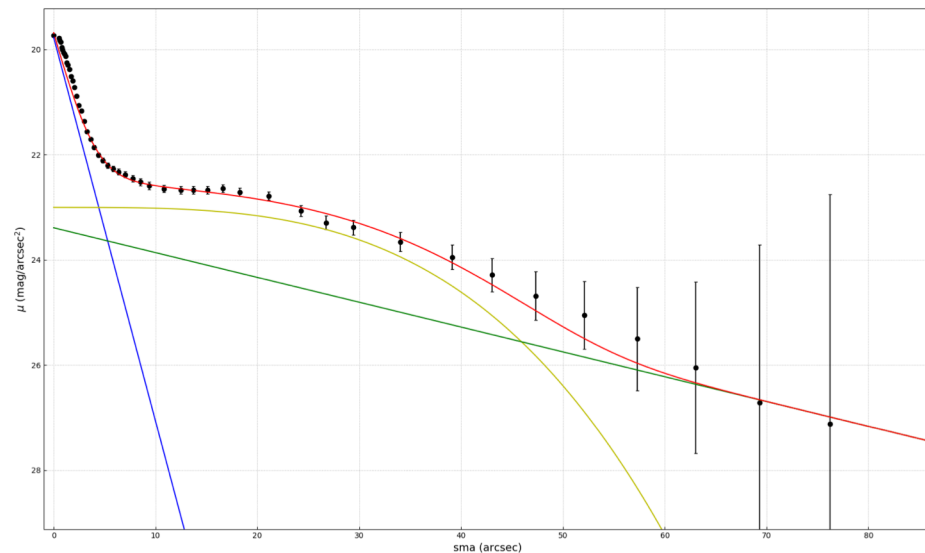
$$I_{disco}(r) = I_o \cdot e^{-\frac{r}{h}}$$

# Grafico banda G



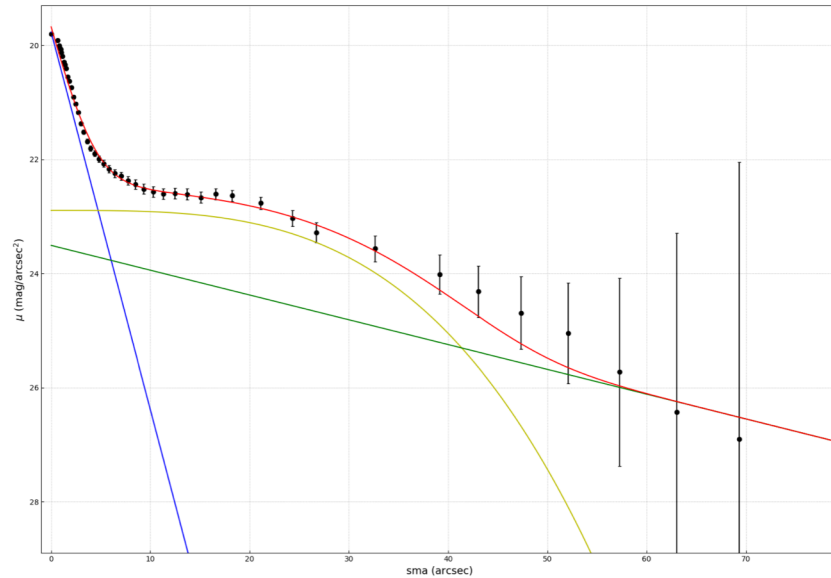
Blu: andamento intensità bulge  
giallo: andamento intensità barra  
verde: andamento intensità disco  
rosso: andamento intensità totale

# Grafico banda R



Blu: andamento intensità bulge  
giallo: andamento intensità barra  
verde: andamento intensità disco  
rosso: andamento intensità totale

# Grafico banda I



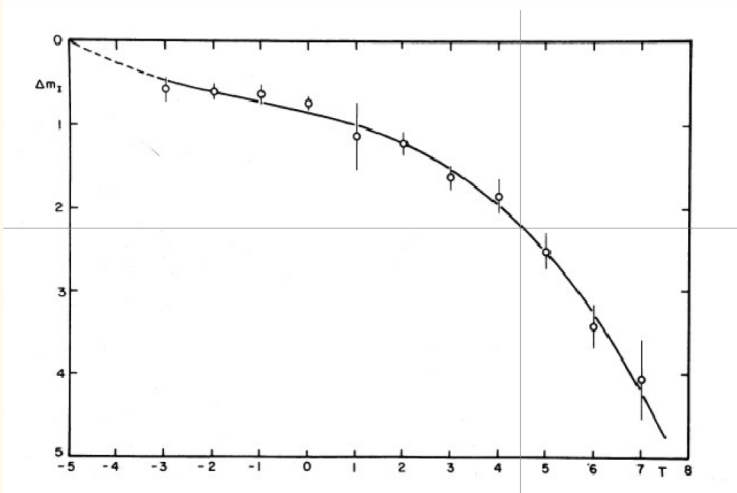
Blu: andamento intensità bulge  
giallo: andamento intensità barra  
verde: andamento intensità disco  
rosso: andamento intensità totale

# Rapporto B/T

```
106 # rapporto bulge/totale  
107 BT = fbexp(Ie,re) / (fbulge + fdisc(I0,h))  
108
```

$$B/T = \frac{F_{bulge}}{F_{bulge} + F_{barra} + F_{disco}}$$

# Classificazione



| Banda | B/T   | $\Delta m_I$ |
|-------|-------|--------------|
| G     | 0,046 | 3,343        |
| I     | 0,057 | 3,113        |
| R     | 0,046 | 3,335        |

$$\Delta m_I = -2,5 \cdot \log \frac{B}{T}$$

| Numerical Hubble stage                  |    |    |                |                 |                 |                 |      |    |      |    |      |    |     |        |     |       |    |
|-----------------------------------------|----|----|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------|----|------|----|------|----|-----|--------|-----|-------|----|
| Hubble stage $T$                        | -6 | -5 | -4             | -3              | -2              | -1              | 0    | 1  | 2    | 3  | 4    | 5  | 6   | 7      | 8   | 9     | 10 |
| de Vaucouleurs class <sup>[4]</sup>     | cE | E  | E <sup>+</sup> | S0 <sup>-</sup> | S0 <sup>0</sup> | S0 <sup>+</sup> | S0/a | Sa | Sab  | Sb | Sbc  | Sc | Scd | Sd     | Sdm | Sm    | Im |
| approximate Hubble class <sup>[5]</sup> | E  |    |                | S0              |                 |                 | S0/a | Sa | Sa-b | Sb | Sb-c | Sc |     | Sc-Irr |     | Irr I |    |

# Risultati

La galassia NCG 201 rientra nella tipologia SBc, risultato confermato anche dall'analisi visiva e dal confronto con le informazioni presenti nei database delle galassie.



# Lavoro conclusivo dell'attività "Il cielo come laboratorio"

Ardini Bernardo  
Campello Samuele  
Tiozzo Gabriele

Con il sostegno di:  
- Prof. Stefano Ciroi  
- Prof. Aldo Pegoraro