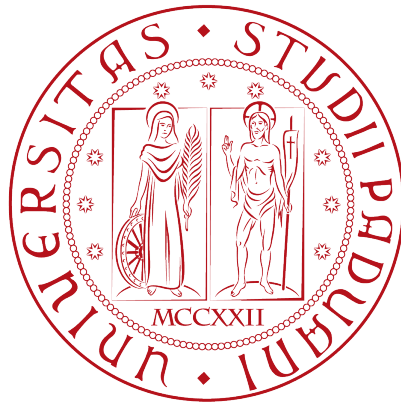


Università degli Studi di Padova

SCUOLA DI SCIENZE  
DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA  
"GALILEO GALILEI"



LAUREA MAGISTRALE IN ASTRONOMIA

Studio della relazione di scala tra la  
luminosità della galassia e la massa del buco  
nero centrale

**Relatore:** Prof. Alessandro Pizzella  
**Correlatore:** Dott.ssa Elena Dalla Bontà

**Laureanda:** MICHELA RUBINO

a.a. 2016 - 2017



# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1	Buchi neri supermassicci al centro delle galassie . . . . .	1
1.1.1	Misura di $M_{\bullet}$ in galassie quiescenti . . . . .	2
1.1.2	Misura di $M_{\bullet}$ in galassie attive . . . . .	3
1.2	SBH e proprietà delle delle galassie . . . . .	4
1.2.1	Relazioni di scala per galassie quiescenti . . . . .	4
1.2.2	Relazioni di scala per galassie attive . . . . .	6
1.3	Scopo e schema della tesi . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Acquisizione dati</b>	<b>13</b>
2.1	Strumentazione . . . . .	13
2.1.1	Telescopio McGraw-Hill 1.3 m . . . . .	13
2.1.2	Telescopio Hiltner 2.4 m . . . . .	14
2.2	Acquisizione dei dati fotometrici . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Riduzione dati</b>	<b>19</b>
3.1	Pre-riduzione con <code>proc4k</code> . . . . .	19
3.2	Correzione pixel rovinati e raggi cosmici . . . . .	25
3.3	Allineamento e combinazione delle immagini . . . . .	28
<b>4</b>	<b>Analisi dati</b>	<b>33</b>
4.1	Statistica delle immagini . . . . .	33
4.2	Calibrazione in flusso . . . . .	36
4.2.1	Catalogo di Pan-STARRS1 . . . . .	38
4.2.2	Misura delle magnitudini strumentali . . . . .	40
4.2.3	Calcolo dei coefficienti di calibrazione . . . . .	42
4.2.4	Misura delle magnitudini calibrate . . . . .	44
4.3	Sottrazione del cielo . . . . .	45
4.4	Decomposizione fotometrica con GASP2D . . . . .	46
4.4.1	Misura delle isofote . . . . .	48
4.4.2	Misura della luminosità totale del <i>bulge</i> . . . . .	49

4.4.3	Stima degli errori . . . . .	51
<b>5</b>	<b>Risultati e conclusioni</b>	<b>57</b>
5.1	Sintesi e analisi dei risultati . . . . .	57
5.2	Conclusioni e sviluppi futuri . . . . .	60
<b>A</b>	<b><i>Osservazioni</i></b>	<b>61</b>
	<b>Figure e Tabelle</b>	<b>a</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>i</b>

# Capitolo 1

## Introduzione

In questo capitolo vengono brevemente introdotti i buchi neri supermassicci al centro delle galassie e vengono descritti i metodi per la misura della loro massa (Sezione 1.1), vengono spiegate le principali relazioni di scala tra la massa del buco nero centrale e le proprietà della galassia ospite (Sezione 1.2) e viene data una spiegazione più dettagliata della relazione tra la massa del buco nero e la luminosità della galassia ospite (Sezione 1.2.1). Infine, vengono presentati lo scopo e lo schema della tesi (Sezione 1.3).

### 1.1 Buchi neri supermassicci al centro delle galassie

Numerosi studi hanno evidenziato che le galassie ellittiche e le galassie a disco con sferoide aventi masse  $M_{\text{gal}} > 10^{10} M_{\odot}$  sono caratterizzate dalla presenza nel loro nucleo da una concentrazione di massa ( $M_{\bullet}$ ) di  $10^6 - 10^9 M_{\odot}$  entro pochi parsec dal centro, presumibilmente un buco nero supermassiccio centrale (SBH, dall'inglese *Supermassive Black Hole*). L'esistenza dei SBH era stata proposta la prima volta per spiegare la luminosità dei quasar e oggi si ritiene che siano la fonte primaria di energia in tutti i tipi di nuclei galattici attivi (Kormendy e Ho 2013).

Negli ultimi decenni, i SBH sono stati rivelati in circa 90 galassie quiescenti e in circa 50 galassie attive<sup>1</sup> di tutti i tipi morfologici. A seconda delle caratteristiche della galassia e dei suoi osservabili, esistono diversi metodi per misurare la massa del SBH all'interno del nucleo galattico. Per le galassie quiescenti, in cui non si ha l'accrescimento del SBH,  $M_{\bullet}$  può essere ricavata

---

<sup>1</sup>Qui ci si riferisce alle sole misure basate sulla tecnica del *reverberation mapping* (Bentz et al. 2009; Peterson et al. 2004).

tramite modelli dinamici basati sulla cinematica delle stelle e del gas. Per le galassie attive si usano principalmente il metodo basato sulla cinematica dei maser d'acqua e la tecnica di *reverberation mapping*.

### 1.1.1 Misura di $M_{\bullet}$ in galassie quiescenti

I modelli di cinematica del gas sono basati sulla misura spettroscopica della rotazione dei dischi di gas ionizzato, che si trovano nei nuclei galattici. Le galassie a cui applicare questo metodo devono avere dischi nucleari con una morfologia regolare affinché si possa assumere che il gas si muova su orbite circolari e complanari. L'analisi dei diagrammi posizione-velocità delle righe di emissione dello spettro, ottenuti con osservazioni da terra, permette di identificare quali galassie potrebbero ospitare un SBH attorno al quale ruota un disco in cui il gas si muove su orbite kepleriane (Bertola et al. 1998), ma sono necessarie osservazioni con il telescopio spaziale Hubble (*Hubble Space Telescope* - HST) per avere la risoluzione angolare sufficiente per misurare  $M_{\bullet}$  (Dalla Bontà et al. 2009). Dalle velocità del gas misurate lungo la linea di vista corrette per inclinazione, si ricava la velocità circolare e dunque la distribuzione di massa. Tuttavia, il gas può trovarsi in configurazione di non equilibrio per cui si avranno delle orbite non perfettamente circolari. Inoltre, la forza gravitazionale non è l'unica forza in gioco e bisogna tener conto di eventuali flussi di materia e turbolenze.

I modelli della cinematica stellare vengono utilizzati soprattutto per le galassie povere di gas ionizzato. A partire dalle righe di assorbimento dello spettro galattico è possibile ricavare la distribuzione delle velocità delle stelle lungo la linea di vista (*Line-Of-Sight Velocity Distribution* - LOSVD) da cui, grazie alle equazioni di Jeans o tecniche di sovrapposizione delle orbite, si ricava il potenziale e dunque la distribuzione di massa e la stima di  $M_{\bullet}$ . Per misurare correttamente  $M_{\bullet}$  bisogna tener conto anche dell'anisotropia, cioè della forma delle orbite (Thomas et al. 2014) e del contenuto di materia oscura (Gebhardt e Thomas 2009). Le stime di  $M_{\bullet}$  basate sulle equazioni di Jeans richiedono forti semplificazioni, mentre quelle che sfruttano la sovrapposizione delle orbite sono dispendiose dal punto di vista computazionale.

Per la stima della massa del SBH che si trova al centro della Via Lattea si utilizzano i moti propri stellari. Infatti, solo in questo caso le stelle sono risolte ed è possibile determinare le loro orbite entro frazioni di parsec dal centro galattico rappresentato dalla sorgente Sgr A\*. Il potenziale gravitazionale in questa regione della Galassia è dominato dal buco nero centrale, per cui una buona approssimazione è che le stelle seguano delle orbite kepleriane. In questa ipotesi, misurando il moto proprio, la velocità radiale e la distanza di una stella è possibile ricostruire il suo moto intorno al centro galattico. Mappando

## 1.1. BUCHI NERI SUPERMASSICCI AL CENTRO DELLE GALASSIE<sup>3</sup>

per circa due decenni i moti propri delle stelle orbitanti in prossimità di Sgr A\* e usando un metodo di minimizzazione del  $\chi^2$  per trovare il miglior *fit* dei parametri orbitali, si è trovato che la massa del SBH della Via Lattea vale  $(4.1 \pm 0.4) \cdot 10^6 M_{\odot}$  (Meyer et al. 2012).

### 1.1.2 Misura di $M_{\bullet}$ in galassie attive

Nelle galassie attive si osservano i cosiddetti maser d'acqua, ovvero delle emissioni di onde elettromagnetiche con polarizzazione uniforme e amplificate, visibili nella banda delle microonde. Questi sono il risultato di eccitazioni collisionali di gas caldo e polveri interstellari (Neufeld e Melnick 1991). I maser d'acqua si trovano nel toro di polveri che circonda il disco di accrescimento del nucleo galattico attivo e si muovono in moto kepleriano attorno al SBH, di cui quindi si può stimare la massa, come nel caso di NGC 4258 dove è risultato che  $M_{\bullet} = (3.82 \pm 0.01) \cdot 10^7 M_{\odot}$  (Herrnstein et al. 2005). Il risultato è particolarmente accurato, in virtù della alta risoluzione angolare ottenuta dalle osservazioni radio condotte con il *Very Long Baseline Interferometry* (VLBI). Una delle limitazione nell'utilizzo di questo metodo è che i dischi di maser d'acqua non sono comuni (Braatz, Wilson e Henkel 1994) e possono essere osservati solo se il loro piano di rotazione è allineato con la linea di vista.

La tecnica di *reverberation mapping* può essere definita sia un metodo primario che secondario. Infatti si avvale di osservazioni dirette del gas accelerato dal potenziale gravitazionale del SBH, ma la calibrazione assoluta di  $M_{\bullet}$  dipende da altri metodi come, ad esempio, dalla relazione  $M_{\bullet} - \sigma$ . Il metodo consiste nel misurare il tempo di ritardo tra le variazioni osservate nelle curve di luce del continuo e delle righe di emissione allargate originate dalla BLR (Peterson e Bentz 2006). Il nucleo galattico attivo è caratterizzato da un SBH centrale, attorno a cui ruota il disco di accrescimento dal quale proviene l'emissione non termica con spettro continuo. Esternamente a quest'ultimo si trova una struttura toroidale, geometricamente spessa, che contiene la BLR formata da molte nubi fredde di alta densità fotoionizzate e non risolta spazialmente (Peterson 2004). Oltre la zona della BLR si estende la regione detta *Narrow Line Region* (NLR) che a differenza della BLR, avendo un'estensione maggiore, non può essere oscurata dal toro di polveri circostante. Questo metodo di misura non richiede un'alta risoluzione angolare poiché non serve risolvere il raggio di influenza del SBH. La dimensione della BLR è misurata direttamente dal tempo di ritardo e ciò permette di studiare sorgenti a grandi distanze cosmiche, purché il nucleo attivo sia abbastanza brillante per essere rivelato. Tuttavia la geometria della BLR non è nota e di conseguenza

sono necessari lunghi tempi di monitoraggio. Questo metodo è applicabile solo a galassie attive di tipo Seyfert 1, ovvero galassie in cui è visibile la BLR.

## 1.2 SBH e proprietà delle delle galassie

I SBH sono fattori determinanti per la dinamica, la morfologia, la formazione stellare e l'arricchimento chimico dei nuclei galattici. Diversi studi rivelano l'esistenza di legami tra la massa del buco nero centrale e le proprietà della galassia ospite che sono messi in evidenza da alcune relazioni di scala, empiricamente determinate, che ci aiutano a comprendere meglio i fenomeni connessi a questo motore centrale. Infatti, le relazioni di scala indicano che deve esserci un legame tra i processi di formazione e di evoluzione dei SBH e delle galassie che li ospitano. Nel cercare di definire dei modelli che possano descrivere l'evoluzione di questi oggetti è necessario studiare come evolvono le relazioni di scala. Ad esempio, se  $M_{\bullet}$  correla con la massa dello sferoide ( $M_{\text{sfer}}$ ) allora questa relazione dovrebbe essere valida anche ad alti *redshift*, eventualmente variando in funzione dell'epoca cosmica. Poiché è difficile misurare  $M_{\bullet}$  in galassie ad alto *redshift*, studi di questo tipo portano a risultati contrastanti.

### 1.2.1 Relazioni di scala per galassie quiescenti

La relazione più nota e più studiata è certamente quella tra la massa del SBH e la dispersione di velocità ( $\sigma$ ) delle stelle, che orbitano nello sferoide in cui si trova il SBH (Ferrarese e Merritt 2000). La pendenza della relazione  $M_{\bullet} - \sigma$  può essere diversa a seconda del metodo utilizzato per la misura della dispersione di velocità e del campione scelto. In ogni caso essa permette di ricavare la massa del SBH con un'accuratezza del 30% da una singola misura della dispersione di velocità dello sferoide. Galassie barrate e non barrate sembrano seguire differenti relazioni  $M_{\bullet} - \sigma$  che potrebbero riflettere le differenze strutturali tra gli sferoidi formati per fusione e quelli formati attraverso processi di evoluzione secolare (Graham e Li 2009). La misura della dispersione di velocità può però risultare difficile quando nelle regioni centrali domina la componente di emissione delle righe, che si sovrappone agli assorbimenti delle stelle da cui ricavare le misure. La relazione  $M_{\bullet} - \sigma$ , come detto prima, può essere usata anche per la calibrazione assoluta della massa del buco nero degli *Active Galactic Nuclei* (AGN) ottenute con la tecnica del *reverberation mapping* se si assume che galassie quiescenti e AGN seguano la stessa relazione a meno di un certo fattore scala.



Un'altra relazione importante è quella tra la massa del SBH e la luminosità della galassia ( $L$ ). La relazione  $M_{\bullet} - L$  fu trovata per la prima volta per le galassie quiescenti da Magorrian et al. (1998) studiando un campione di 32 galassie vicine. Essi trovarono che la massa del buco nero centrale era proporzionale alla luminosità (o massa) del *bulge* della galassia ospite, sebbene con uno *scatter* di circa 0.5 dex. McLure e Dunlop (2001) furono, invece, i primi a notare che se si utilizza un campione di galassie costituito da sole ellittiche, lo *scatter* si riduce significativamente, fino a 0.33 dex, valore confrontabile con lo *scatter* della relazione  $M - \sigma$ . Ci si può chiedere, quindi, se la relazione tra la massa del SBH e la luminosità della galassia possa dipendere dal tipo morfologico, sebbene la relazione  $M - \sigma$  non sembri dipenderne. Marconi e Hunt (2003) hanno usato immagini in banda K prese dal *database* di 2MASS e hanno effettuato un'accurata decomposizione disco/*bulge* di galassie a spirale quiescenti vicine, per le quali  $M_{\bullet}$  è stata misurata dinamicamente. Utilizzando solo i dati derivanti dalla regione della sfera di influenza, Marconi e Hunt (2003) trovano che lo *scatter* in banda K della relazione  $M_{\bullet} - L$  è molto piccolo (0.31 dex), indipendentemente dal fatto che le galassie a spirale vengano incluse o meno nel campione. Ma questo non è un risultato del tutto sorprendente dal momento che le magnitudini nel vicino infrarosso tracciano meglio la massa delle stelle e sono meno sensibili alla componente di disco delle galassie a spirale. Comunque Marconi e Hunt (2003) concludono che lo *scatter* nella relazione  $M_{\bullet} - L_K$  dipende dal campione di galassie usato, e aumenta da 0.31 dex a 0.51 dex includendo i dati che non risolvono la sfera di influenza del SBH. Un lavoro più recente sulla relazione  $M_{\bullet} - L_K$  è stato svolto da Läscher et al. (2014), che hanno studiato questa relazione utilizzando sia la luminosità del *bulge* ( $L_{\text{bul}}$ ) che la luminosità totale ( $L_{\text{tot}}$ ) della galassia e hanno trovato uno *scatter* intrinseco di circa 0.5 dex. Attraverso il *wide-field imager* WIRCam, montato al Canada-France-Hawaii-Telescope, sono state acquisite immagini nel vicino IR molto profonde e con un'alta risoluzione per un campione di 35 galassie con una misura certa di  $M_{\bullet}$ . Per ciascuna galassia sono state ricavate le misure di luminosità totale e del solo sferoide utilizzando un codice di decomposizione bidimensionale. Läscher et al. (2014) con questo studio hanno trovato che le relazioni  $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$  e  $M_{\bullet} - L_{\text{tot}}$  hanno *scatter* intrinseci consistenti tra loro, suggerendo che la massa del SBH correla abbastanza bene con entrambe le luminosità e rilevando solo una debole diminuzione dello *scatter* se il *fit* è limitato alle sole galassie ellittiche. Per tutto il campione di galassie, riportato in Tabella 1.1, la relazione utilizzata da Läscher et al. (2014) è della forma:

$$\log\left(\frac{M_{\bullet}}{M_{\odot}}\right) = a + b \left[ \log\left(\frac{L_{\{\}}}{L_{\odot}}\right) - 11 \right], \quad (1.1)$$

dove  $L_{\{\cdot\}}$  può essere  $L_{\text{bul}}$  o  $L_{\text{tot}}$ . Le pendenze delle rette nel piano logaritmico sono  $0.75 \pm 0.10$  se si considera  $L_{\text{bul}}$  e  $0.92 \pm 0.14$  se si considera  $L_{\text{tot}}$ . Mentre il risultato ottenuto per la luminosità dello sferoide dipende dai dettagli della decomposizione dell'immagine, la caratterizzazione della relazione  $M_{\bullet} - L_{\text{tot}}$  è robusta e indipendente dalla scelta del metodo utilizzato per ricavare la luminosità totale. Nelle Figure 1.1 e 1.2 sono mostrate le relazioni  $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$  e  $M_{\bullet} - L_{\text{tot}}$  ricavate da Läsker et al. (2014).

Dalla relazione  $M_{\bullet} - \sigma$  e dalla relazione  $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$  tra la massa del SBH e la luminosità del *bulge* ci si aspetta che  $M_{\bullet}$  sia legata alla massa del *bulge*  $M_{\text{bul}}$  (Kormendy e Richstone 1995). La relazione  $M_{\bullet} - M_{\text{bul}}$  è stata confermata da Häring e Rix (2004) con misure dinamiche di  $M_{\text{bul}}$ . Greene, Ho e Barth (2008), studiando un campione di galassie attive prive di sferoide classico e stimando  $M_{\bullet}$  con l'equazione del viriale, hanno trovato una deviazione nella relazione  $M_{\bullet} - M_{\text{bul}}$ . La presenza dello sferoide potrebbe quindi essere essenziale per la formazione di un SBH. Altre relazioni correlano  $M_{\bullet}$  con la massa viriale della galassia (Ferrarese et al. 2006), l'indice di Sérsic (Graham e Driver 2007), l'energia di legame gravitazionale (Aller e Richstone 2007) e l'energia cinetica dei moti casuali dello sferoide (Feoli e Mancini 2009). Nelle galassie vicine e debolmente attive  $M_{\bullet}$  correla con il raggio del nucleo (Franceschini, Vercellone e Fabian 1998). Dalla relazione  $V_c - \sigma$  tra la velocità circolare e la dispersione di velocità stellare della galassia (Pizzella et al. 2005) e dalla relazione  $M_{\bullet} - \sigma$  si deduce la dipendenza della massa del buco nero dalla velocità circolare e quindi dalla massa dell'alone di materia oscura, ma studi più recenti (Beifiori et al. 2012) hanno invece escluso che  $M_{\bullet}$  sia più connessa alla materia oscura piuttosto che a quella barionica.

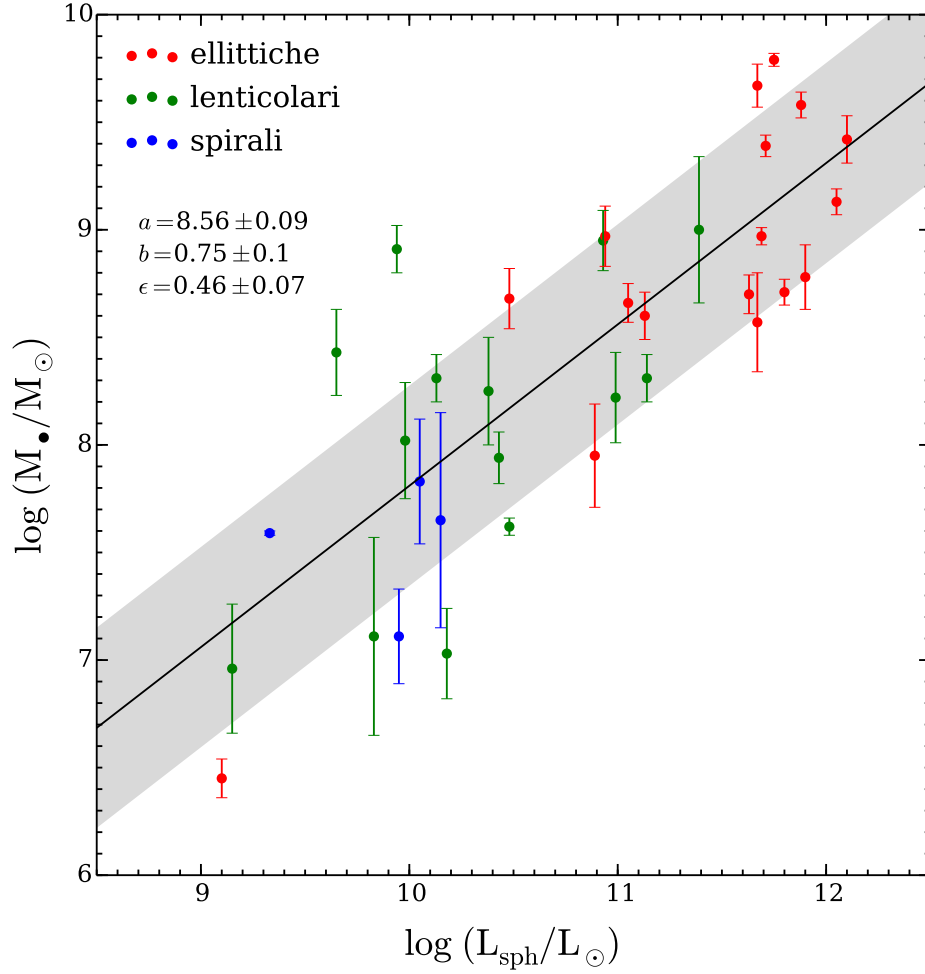
## 1.2.2 Relazioni di scala per galassie attive

Bentz et al. (2009) hanno studiato la relazione  $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$  per un campione di AGN vicini tramite immagini ottenute con il filtro F550M<sup>2</sup> sulla *Advanced Camera for Survey* dell'HST. La misura della massa dei buchi neri del campione di AGN è basata sulla tecnica del *reverberation mapping*, mentre le luminosità del *bulge* sono state ottenute da una decomposizione fotometrica bidimensionale. La pendenza della relazione trovata per gli AGN è risultata essere  $0.80 \pm 0.09$ , un po' più bassa di quella ottenuta per le galassie quiescenti vicine e la cui  $M_{\bullet}$  è stata ricavata con misure dinamiche. Questa discrepanza nella pendenza della relazione  $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$  può essere ridotta se è valida l'ipotesi di Marconi et al. (2008), ovvero che trascurare la pressione di radiazione porta ad una sottostima di  $M_{\bullet}$  ottenuta con il *reverberation mapping*.

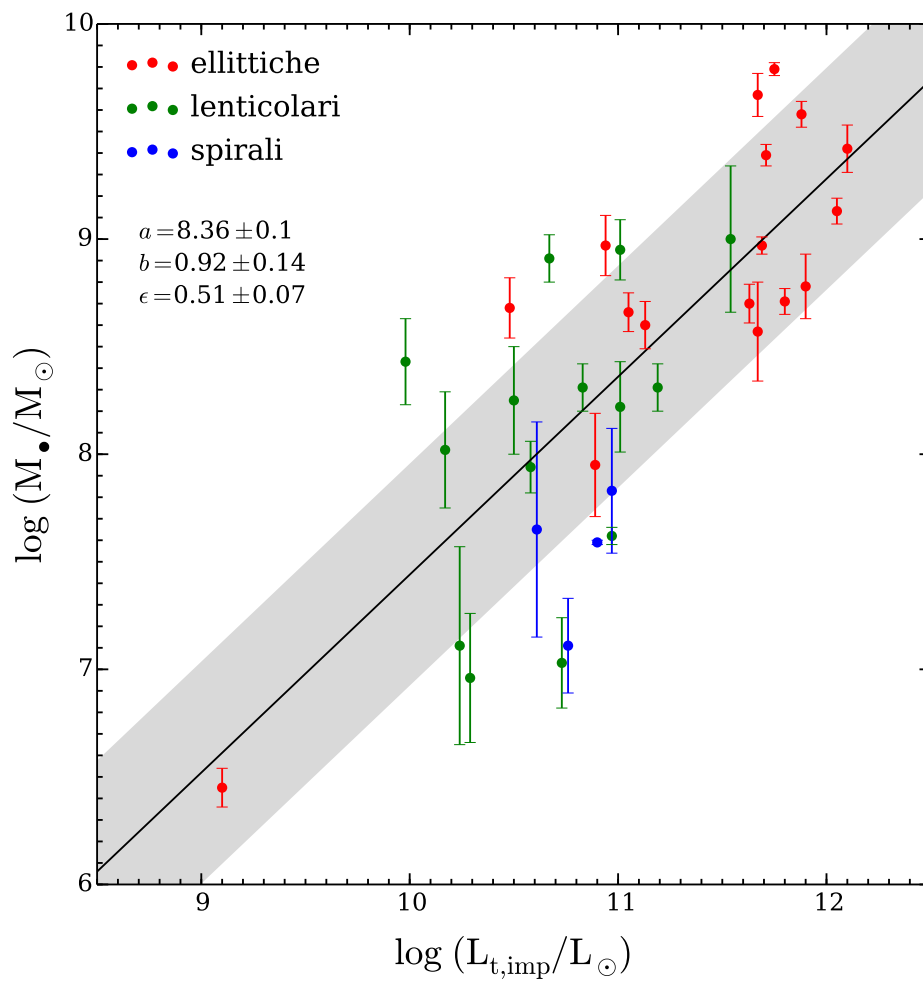
<sup>2</sup>La lunghezza d'onda centrale di questa banda è  $\lambda_c = 5580 \text{ \AA}$ .

Lavori più recenti sulla correlazione tra il raggio della BLR e la luminosità degli AGN hanno riaperto le porte allo studio della relazione tra la massa del buco nero centrale e la luminosità del *bulge* degli AGN. Bentz et al. (2013), analizzando un campione di 41 AGN osservati con lo strumento *Wide Field Camera 3* del telescopio spaziale Hubble, hanno trovato che la relazione  $R_{\text{BLR}} - L$  tra il raggio della BLR e la luminosità della galassia ha una pendenza  $\alpha = 0.53 \pm 0.03$  e uno *scatter* di  $0.19 \pm 0.02$  dex. Uno *scatter* così piccolo e la possibilità che diminuisca se si migliora l'accuratezza sulla misura delle distanze degli AGN, sono a supporto dell'idea che la relazione  $R_{\text{BLR}} - L$  potrebbe anche essere usata per trasformare ogni AGN (il cui tempo di ritardo della riga di emissione  $H\beta$  sia stato ben determinato) in una candela standard utile per studi cosmologici.

Dal momento che non esiste una teoria accertata che riesca a spiegare in modo esauriente l'esistenza e le caratteristiche delle relazioni di scala, un'indagine più approfondita è necessaria per capire quale sia l'origine dei SBH e come essi influenzino l'evoluzione delle galassie.



**Figura 1.1:** Correlazione tra la massa del buco nero centrale e la luminosità dello sferoide ottenuta da Läscher et al. (2014). I cerchi pieni corrispondono alle galassie ellittiche (rosso), lenticolari (verde) e spirali (blu). Le barre verticali indicano l'errore corrispondente a  $1\sigma$  nella misura di  $M_{\bullet}$ . La linea continua nera corrisponde al miglior *fit* lineare della forma  $\log M_{\bullet} = a + b(\log L - 11)$ . L'area grigia ha una larghezza pari a  $2\epsilon_{\bullet}$  nella direzione di  $M_{\bullet}$ .



**Figura 1.2:** Come in Figura 1.1 ma la correlazione è tra la massa del buco nero centrale e la luminosità totale della galassia.

**Tabella 1.1:** Campione di galassie preso dal lavoro di Läsker et al. (2014).

Galaxy	Type	Distance	$M_{\bullet}$	$\Delta M_{\bullet}$	$L_K$	$R_e$	Ref.
(1)	(2)	[Mpc]	$[10^8 M_{\odot}]$	(+/-)	$[10^{11} L_{\odot}]$	[kpc]	(8)
CygA	E	238.0	26.5	6.4/6.4	13.2	19.6	2-1
IC 1459	E3	28.4	24.4	2.8/2.8	3.71	3.98	1-2
IC 4296	E	50.8	13.4	2.1/1.9	7.39	9.33	7-3
NGC 0221	cE2	0.791	0.028	0.006/0.006	0.0133	0.124	1-4
NGC 0821	E6	23.4	1.65	0.74/0.74	1.01	2.85	1-5
NGC 1023	S0	11.1	0.42	0.04/0.04	0.944	1.92	1-6
NGC 1300	SBbc	19.0	0.67	0.64/0.32	0.889	6.42	2-7
NGC 1399	E1pec	21.2	5.1	0.7/0.7	3.89	5.72	8-8
NGC 2748	SABc	24.0	0.45	0.36/0.37	0.402	1.87	2-7
NGC 2778	S0	22.3	0.129	0.1/0.1	0.174	1.07	1-5
NGC 2787	SB(r)0	7.28	1.04	0.36/0.64	0.149	0.683	1-9
NGC 3115	S0	9.42	8.85	2.8/2.8	1.03	1.63	1-10
NGC 3227	SAB(s)pec	16.8	0.13	0.06/0.06	0.586	2.55	2-11
NGC 3245	SA0(r)?	20.3	2.04	0.49/0.49	0.691	1.54	1-12
NGC 3377	E5	10.9	1.77	0.93/0.93	0.312	1.47	1-5
NGC 3379	E1	10.3	4.0	1.0/1.0	0.980	2.39	1-13
NGC 3384	SB(s)0-	11.3	0.106	0.048/0.048	0.539	1.32	1-5
NGC 3608	E2	22.3	4.55	0.97/0.97	0.854	2.67	1-5
NGC 3998	SA(r)0	13.9	8.2	2.0/1.9	0.481	0.918	1-14
NGC 4258	SAB(s)bc	7.21	0.39	0.01/0.01	0.768	3.03	4-15
NGC 4261	E2	30.8	5.02	1.0/1.0	3.69	6.51	1-16
NGC 4291	E3	25.5	9.37	3.0/3.0	0.728	1.78	1-5
NGC 4342	S0	13.3	2.7	1.5/1.0	0.101	0.282	2-17
NGC 4374	E1	18.5	9.27	0.98/0.87	3.34	5.25	5-18
NGC 4473	E5	15.3	0.899	0.45/0.45	0.734	1.58	5-5
NGC 4486	E0pec	16.7	61.5	3.7/3.7	4.54	7.18	5-19
NGC 4564	S0	15.9	0.88	0.24/0.24	0.369	1.05	5-5
NGC 4649	E2	16.4	47.1	10.0/10.0	3.94	5.16	5-20
NGC 4697	E6	12.5	2.02	0.51/0.51	1.41	3.82	1-5
NGC 5252	S0	97.3	10.0	15.0/4.7	3.20	3.97	2-21
NGC 5845	E*	25.2	4.75	1.5/1.5	0.331	0.479	1-5
NGC 6251	E	107.0	6.0	2.0/2.0	7.88	9.88	2-22
NGC 7052	E	67.6	3.7	2.6/1.5	4.80	7.60	2-23
NGC 7457	SA(rs)0-	12.9	0.092	0.055/0.055	0.205	1.86	1-5
PGC 49940	E	153.0	37.6	4.3/5.2	7.67	12.3	2-3

**Note.** Columns 1 and 2 give the name and Hubble type of each galaxy. Distances given in Column 3 are based on surface brightness fluctuations (SBF) whenever available. A constant 0.06 mag has been subtracted from the distance moduli taken from Tonry et al. (2001) to account for the updated Cepheid distances presented in Freedman et al. (2001). Redshift distances are derived from the velocities reported in NED, corrected for Virgo-centric infall following Mould et al. (2000), and adopting a value of the Hubble constant of  $72 \pm 8$  km s<sup>-1</sup> Mpc<sup>-1</sup> (Freedman et al. 2001), which is consistent with the Cepheid-based calibration of the SBF distances used for much of the sample. Our adopted SMBH masses and errors are given in Columns 4 and 5. Columns 6 and 7 list galaxy luminosities and effective radii as derived from our WIRCam data via aperture photometry. Finally, Column 8 gives the references. Distance references (first digit) are (1) Tonry et al. (2001); (2) redshift distances (NED); (4) Herrnstein et al. (1999); (5) Mei et al. (2007); (7) Jensen et al. (2003); and (8) Blakeslee et al. (2009). SMBH masses (second digit) are (1) Tadhunter et al. (2003); (2) Cappellari et al. (2002); (3) Dalla Bontà et al. (2009); (4) Verolme et al. (2002); (5) Schulze e Gebhardt (2011); (6) Bower et al. (2001); (7) Atkinson et al. (2005); (8) Gebhardt et al. (2007); (9) Sarzi et al. (2001); (10) Emsellem, Dejonghe e Bacon (1999); (11) Davies et al. (2006); (12) Barth et al. (2001); (13) van den Bosch e de Zeeuw (2010); (14) Walsh et al. (2012); (15) Herrnstein et al. (2005); (16) Ferrarese, Ford e Jaffe (1996); (17) Cretton e van den Bosch (1999); (18) Walsh, Barth e Sarzi (2010); (19) Gebhardt et al. (2011), but see Walsh et al. (2013) for a different estimate; (20) Shen e Gebhardt (2010); (21) Capetti et al. (2005); (22) Ferrarese e Ford (1999); (23) van der Marel e van den Bosch (1998).

## 1.3 Scopo e schema della tesi

Lo scopo della mia tesi è quello di ri-esaminare la relazione  $M_{\bullet} - L$  per le galassie quiescenti ad una lunghezza d'onda simile a quella usata in recenti studi sugli AGN (Bentz et al. 2009, 2013), al fine di confrontare direttamente le relazioni  $M_{\bullet} - L$  per le galassie attive e le galassie quiescenti. Ciò permette di verificare se esistono sostanziali differenze tra le masse misurate con i modelli di dinamica stellare e del gas e quelle ottenute mediante il *reverberation mapping*.

Per questo lavoro è stato osservato un campione di 36 galassie quiescenti nella bande fotometriche g e r della *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) con i telescopi McGraw-Hill 1.3 m e Hiltner 2.4 m dell'Osservatorio del Michigan-Dartmouth-MIT (MDM) di Kitt Peak, in Arizona. La banda fotometrica g è molto vicina alla lunghezza d'onda di 5100 Å, la stessa utilizzata per la misura dei flussi in lavori basati sul *reverberation mapping*. Durante il lavoro di tesi è stata svolta un'accurata analisi fotometrica delle immagini inclusa la decomposizione fotometrica bidimensionale di una parte del campione di galassie al fine di ricavarne i parametri strutturali.

Lo schema del mio lavoro di tesi è illustrato di seguito:

- Nel secondo capitolo vengono descritti gli strumenti utilizzati per l'acquisizione dei dati fotometrici e vengono brevemente illustrati i programmi di osservazioni condotti dall'Osservatorio MDM di Kitt Peak.
- Nel terzo capitolo vengono spiegate le procedure per la pre-riduzione dei dati fotometrici, per la correzione delle immagini e per l'allineamento e la combinazione delle stesse.
- Nel quarto capitolo viene illustrato il procedimento per l'analisi dei dati che comprende la statistica preliminare delle immagini, la calibrazione in flusso, la sottrazione del cielo e la decomposizione fotometrica bidimensionale.
- Nel quinto capitolo viene riassunto il lavoro svolto e vengono presentati i risultati ottenuti. Infine, vengono discusse le conclusioni con i possibili sviluppi futuri.





# Capitolo 2

## Acquisizione dati

In questo capitolo vengono descritti gli strumenti utilizzati per l'acquisizione dei dati fotometrici (Sezione 2.1) e vengono illustrati i programmi di osservazione condotti da Kitt Peak (Sezione 2.2).

### 2.1 Strumentazione

Le osservazioni sono state svolte durante tre periodi nel corso di due anni dall'Osservatorio MDM di Kitt Peak con il telescopio McGraw-Hill da 1.3 m (latitudine:  $31^{\circ}57'$ , longitudine:  $111^{\circ}37'$ , altitudine: 1925 m) e con il telescopio Hiltner da 2.4 m (latitudine:  $31^{\circ}57'5''$ , longitudine:  $111^{\circ}36'56''$ , altitudine: 1938.5 m).

#### 2.1.1 Telescopio McGraw-Hill 1.3 m - T1.3M

Il telescopio McGraw-Hill ha una configurazione ottica di tipo Cassegrain che prevede uno specchio primario di diametro  $d = 1.32$  m, ma una maschera ne riduce la dimensione a  $d' = 1.27$  m, e uno specchio secondario. Il rapporto focale del telescopio è pari a  $f/7.6$ , al quale corrisponde la scala dell'immagine di  $20.72$  arcsec  $\text{mm}^{-1}$ . Per le osservazioni fotometriche il telescopio dispone dello strumento *wide field CCD imager* MDM4K. La camera utilizza un CCD STA-0500, di tipo *thinned backside illuminated*, da  $(4064 \times 4064)$  pixel<sup>2</sup> e ogni *pixel* ha un'area di  $(15 \times 15)$   $\mu\text{m}^2$ . Il campo di vista (*Field of View* - FoV) è di  $(21.3 \times 21.3)$  arcmin<sup>2</sup> e la scala del CCD (*pixel scale*) è di  $0.315$  arcsec pixel<sup>-1</sup>. Il CCD viene letto con quattro amplificatori ed è possibile effettuare *binning* fino a  $(8 \times 8)$  pixel<sup>2</sup>. Il rumore di lettura (*Read Out Noise* - RON) è di  $5 e^-$ , mentre il guadagno (*gain*) è di  $2.2 - 2.4 e^- \text{ADU}^{-1}$ . Per ridurre i tempi di

**Tabella 2.1:** Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche tecniche del CCD. Ulteriori informazioni sono reperibili all'indirizzo [http://mdm.kpno.noao.edu/index/MDM\\_Observatory.html](http://mdm.kpno.noao.edu/index/MDM_Observatory.html).

MDM4K	
<b>Format</b>	$(4064 \times 4064)$ pixel <sup>2</sup>
<b>Pixel Size</b>	15 $\mu\text{m}$
<b>Type</b>	thinned
<b>Illumination</b>	backside
<b>Gain</b>	$2.2 - 2.4 e^- \text{ ADU}^{-1}$
<b>Read Out Noise</b>	$5 e^-$
<b>1.3m f/7.6 Scale</b>	$0.315 \text{ arcsec pixel}^{-1}$
<b>1.3m f/7.6 FoV</b>	21.3 arcmin
<b>2.4m f/7.5 Scale</b>	$0.273 \text{ arcsec pixel}^{-1}$
<b>2.4m f/7.5 FoV</b>	18.5 arcmin

lettura si può scegliere di leggere soltanto una regione ridotta del CCD (*Region of Interest* - ROI), piuttosto che l'intero rivelatore. Le scelte dei possibili ROI sono 4K×4K ( $4064 \times 4064$ , 134 sec di lettura), 2K×2K ( $2032 \times 2032$ , 40 sec di lettura), 1K×1K ( $1016 \times 1016$ , 15 sec di lettura), o  $512 \times 512$  (10 sec di lettura).

### 2.1.2 Telescopio Hiltner 2.4 m - T2.4M

Il telescopio Hiltner ha una configurazione ottica molto simile a quella di un Ritchey-Chretien con accesso ai due fuochi Cassegrain relativi ai due rapporti focali  $f/7.5$  e  $f/13.5$ . Lo specchio primario, anche in questo caso, è stato mascherato riducendo il suo diametro alla dimensione  $D = 2.32$  m. Il rapporto focale ottenuto con lo specchio secondario attualmente disponibile è  $f/7.5$  a cui corrisponde una scala dell'immagine di  $11.5 \text{ arcsec mm}^{-1}$ . Per le osservazioni questo telescopio può essere utilizzato in combinazione con lo strumento *Ohio State Multi-Object Spectrograph* (OSMOS), un *wide field imager* e *multi-object spectrograph*. La camera utilizzata è la stessa del telescopio da 1.3 m (MDM4K con un CCD STA-0500 da  $(4064 \times 4064)$  pixel<sup>2</sup>). Il campo di vista non vignettato è di  $(18.5 \times 18.5) \text{ arcmin}^2$  e la *pixel scale* è di  $0.273 \text{ arcsec pixel}^{-1}$ . Per questo telescopio è disponibile anche un'altra camera, R4K, più sensibile nel rosso che nel blu, a differenza di MDM4K. Le caratteristiche tecniche degli strumenti sono riassunte in Tabella 2.1.

Entrambi i telescopi possono essere equipaggiati con ruote per filtri *Buckeye* a 12 posizioni. Tra i filtri disponibili ci sono quelli dei sistemi fotometrici Johnson UBVRI e SDSS-ugriz. Quest'ultimi sono stati utilizzati per le osservazioni del progetto di questa tesi.

## 2.2 Acquisizione dei dati fotometrici

Il progetto prevedeva l'acquisizione di immagini di circa 40 galassie quiescenti, utilizzando i filtri della *Sloan Digital Sky Survey* ugri, durante tre programmi di osservazione svoltisi nei periodi di Marzo 2010, Ottobre 2010 e Marzo 2011 (di qui in poi chiameremo R10a, R10b, R11a i tre *run* osservativi). Per la precisione, le osservazioni sono state fatte nelle notti dal 14 al 18 Marzo 2010, dall'1 al 3 e dal 6 al 7 Ottobre 2010, e dal 25 al 28 Marzo 2011. Sono state osservate 21 galassie durante le 5 notti del primo *run* di osservazione con il telescopio McGraw-Hill 1.3 m, 7 galassie durante le 5 notti del secondo *run* e 21 galassie durante le 4 notti del terzo *run* con il telescopio Hiltner 2.4 m. In Tabella 2.2 sono elencati i *target* osservati con le relative coordinate equatoriali ( $\alpha, \delta$ ), suddivisi nei tre diversi periodi. Utilizzando la camera MDM4K, sono state acquisite per ogni oggetto almeno 3 immagini (in modalità 2K o 4K, a seconda dell'estensione dell'immagine della galassia sul CCD) in ciascuna banda fotometrica, e per ogni programma di osservazione sono state prese almeno 6 immagini di *flat-field* per ciascun filtro utilizzato. Non sono state necessarie immagini di *bias* in quanto per la riduzione dei dati si sfrutta la sezione di *overscan* di ogni immagine. Il campione complessivo di galassie osservate, che comprende gran parte del campione usato da Gültekin et al. 2009b, è riportato in Tabella 2.3, insieme alla classificazione morfologica, alla distanza e alla stima della massa del buco nero centrale.

In Appendice A è riportato un elenco dei dati elaborati in questo lavoro con le informazioni principali sull'acquisizione e sul tipo di immagine. Tutte le immagini acquisite nelle bande g e r sono state ispezionate visivamente e opportunamente selezionate. Sono state escluse le pose di messa a fuoco e puntamento, oltre quelle che presentavano delle anomalie.

**Tabella 2.2:** Lista dei *target* di Marzo 2010, Ottobre 2010 e Marzo 2011.

R10a - T1.3M			R10b - T2.4M			R11a - T2.4M		
Object	RA [h:m:s]	DEC [d:m:s]	Object	RA [h:m:s]	DEC [d:m:s]	Object	RA [h:m:s]	DEC [d:m:s]
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
NGC2748	09:13:44.7	+76:28:32	NGC0221	00:42:41.9	+40:51:55	NGC2748	09:13:44.7	+76:28:32
NGC2778	09:12:24.6	+35:01:39	NGC0224	00:42:44.4	+41:16:08	NGC2778	09:12:24.6	+35:01:39
NGC2787	09:19:18.9	+69:12:11	NGC0821	02:08:21.1	+10:59:44	NGC2787	09:19:18.9	+69:12:11
NGC3115	10:05:14.1	-07:43:07	NGC1023	02:40:24.1	+39:03:46	NGC3115	10:05:14.1	-07:43:07
NGC3227	10:23:31.5	+19:51:48	NGC1068	02:42:40.2	-00:00:48	NGC3384	10:48:17.2	+12:37:49
NGC3245	10:27:18.3	+28:30:29	NGC7052	21:18:33.1	+26:26:55	NGC3607	11:16:54.1	+18:03:12
NGC3377	10:47:41.7	+13:59:00	NGC7457	23:00:59.9	+30:08:39	NGC3998	11:57:56.6	+55:27:15
NGC3379	10:47:49.9	+12:34:57	-	-	-	NGC4261	12:19:22.8	+05:49:36
NGC3384	10:48:17.2	+12:37:49	-	-	-	NGC4291	12:20:18.2	+75:22:21
NGC3608	11:16:58.7	+18:08:57	-	-	-	NGC4342	12:23:38.8	+07:03:19
NGC3998	11:57:56.6	+55:27:15	-	-	-	NGC4374	12:25:03.7	+12:53:15
NGC4026	11:59:25.6	+50:57:43	-	-	-	NGC4459	12:29:00.1	+13:58:46
NGC4291	12:20:18.2	+75:22:21	-	-	-	NGC4473	12:29:48.8	+13:25:49
NGC4374	12:25:03.7	+12:53:15	-	-	-	NGC4486A	12:30:57.7	+12:16:13
NGC4486A	12:30:57.7	+12:16:13	-	-	-	NGC4564	12:36:27.0	+11:26:21
NGC4594	12:39:59.4	-11:37:22	-	-	-	NGC4596	12:39:56.1	+10:10:33
NGC4649	12:43:40.3	+11:32:58	-	-	-	NGC4697	12:48:35.9	-05:48:02
NGC5077	13:19:31.7	-12:39:26	-	-	-	NGC5077	13:19:31.7	-12:39:26
NGC5576	14:21:04.2	+03:16:14	-	-	-	NGC5576	14:21:04.2	+03:16:14
NGC5845	15:06:01.2	+01:38:05	-	-	-	NGC5845	15:06:01.2	+01:38:05
PGC49940	14:01:41.8	-11:36:25	-	-	-	PGC49940	14:01:41.8	-11:36:25

**Note.** Col.(1): nome della galassia osservata. Col.(2) e (3): ascensione retta e declinazione (J2000) ottenute da RC3 ad eccezione di quelle di NGC4486A prese da 2MASS.

**Tabella 2.3:** Campione di galassie osservato per il progetto. I dati sono presi da Gültekin et al. [2009b](#).

Galaxy	Type	Distance [Mpc]	$M_{\text{BH}}$ [ $M_{\odot}$ ]	$M_{\text{low}}$ [ $M_{\odot}$ ]	$M_{\text{high}}$ [ $M_{\odot}$ ]	Method, Ref.	$\sigma_e$ [km s $^{-1}$ ]	$M_{\text{V,T}}^0$ [mag]	$M_{\text{V,bulge}}^0$ [mag]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
NGC 0221	E2	0.86	$3.1 \times 10^6$	$2.5 \times 10^6$	$3.7 \times 10^6$	Stars, 4	$75 \pm 3$	-16.83	$-16.83 \pm 0.05$
NGC 0224	Sb	0.8	$1.5 \times 10^8$	$1.2 \times 10^8$	$2.4 \times 10^8$	Stars, 5	$160 \pm 8$	-21.84	...
NGC 0821	E4	25.5	$4.2 \times 10^7$	$3.4 \times 10^7$	$7.0 \times 10^7$	Stars, 6	$209 \pm 10$	-21.24	$-21.24 \pm 0.13$
NGC 1023	SB0	12.1	$4.6 \times 10^7$	$4.1 \times 10^7$	$5.1 \times 10^7$	Stars, 7	$205 \pm 10$	-21.26	$-20.61 \pm 0.28$
NGC 1068	Sb	15.4	$8.6 \times 10^6$	$8.3 \times 10^6$	$8.9 \times 10^6$	Maser, 8	$151 \pm 7$	-22.17	...
NGC 2748	Sc	24.9	$4.7 \times 10^7$	$8.6 \times 10^6$	$8.5 \times 10^7$	Gas, 9	$115 \pm 5$	-20.97	...
NGC 2778	E2	24.2	$1.6 \times 10^7$	$5.8 \times 10^6$	$2.5 \times 10^7$	Stars, 6	$175 \pm 8$	-19.62	$-19.62 \pm 0.13$
NGC 2787	SB0	7.9	$4.3 \times 10^7$	$3.8 \times 10^7$	$4.7 \times 10^7$	Gas, 12	$189 \pm 9$	-18.90	...
NGC 3115	S0	10.2	$9.6 \times 10^8$	$6.7 \times 10^8$	$1.5 \times 10^9$	Stars, 14	$230 \pm 11$	-21.25	$-21.18 \pm 0.05$
NGC 3227	SBa	17	$1.5 \times 10^7$	$7.0 \times 10^6$	$2.0 \times 10^7$	Stars, 15	$133 \pm 12^*$	-20.73	...
NGC 3245	S0	22.1	$2.2 \times 10^8$	$1.7 \times 10^8$	$2.7 \times 10^8$	Gas, 15	$205 \pm 10$	-20.96	...
NGC 3377	E6	11.7	$1.1 \times 10^8$	$1.0 \times 10^8$	$2.2 \times 10^8$	Stars, 6	$145 \pm 7$	-20.11	$-20.11 \pm 0.10$
NGC 3379	E0	11.7	$1.2 \times 10^8$	$6.2 \times 10^7$	$2.0 \times 10^8$	Stars, 16	$206 \pm 10$	-21.10	$-21.10 \pm 0.03$
NGC 3384	SB0	11.7	$1.8 \times 10^7$	$1.5 \times 10^7$	$1.9 \times 10^7$	Stars, 6	$143 \pm 7$	-20.50	$-19.93 \pm 0.22$
NGC 3607	E1	19.9	$1.2 \times 10^8$	$7.9 \times 10^7$	$1.6 \times 10^8$	Stars, 17	$229 \pm 11$	-21.62	$-21.62 \pm 0.10$
NGC 3608	E1	23	$2.1 \times 10^8$	$1.4 \times 10^8$	$3.2 \times 10^8$	Stars, 6	$182 \pm 9$	-21.05	$-21.05 \pm 0.10$
NGC 3998	S0	14.9	$2.4 \times 10^8$	$6.2 \times 10^7$	$4.5 \times 10^8$	Gas, 18	$305 \pm 15$	-20.32	...
NGC 4026	S0	15.6	$2.1 \times 10^8$	$1.7 \times 10^8$	$2.8 \times 10^8$	Stars, 17	$180 \pm 9$	-20.28	$-19.83 \pm 0.20$
NGC 4261	E2	33.4	$5.5 \times 10^8$	$4.3 \times 10^8$	$6.6 \times 10^8$	Gas, 20	$315 \pm 15$	-22.72	$-22.72 \pm 0.06$
NGC 4291	E2	25	$3.2 \times 10^8$	$8.3 \times 10^7$	$4.1 \times 10^8$	Stars, 6	$242 \pm 12$	-20.67	$-20.67 \pm 0.13$
NGC 4342	S0	18	$3.6 \times 10^8$	$2.4 \times 10^8$	$5.6 \times 10^8$	Stars, 21	$225 \pm 11$	-18.84	...
NGC 4374	E1	17	$1.5 \times 10^9$	$9.0 \times 10^8$	$2.6 \times 10^9$	Gas, 22	$296 \pm 14$	-22.45	$-22.45 \pm 0.05$

Continua sulla pagina successiva

Tabella 2.3 – continuazione della pagina precedente

Galaxy	Type	Distance [Mpc]	$M_{\text{BH}}$ [ $M_{\odot}$ ]	$M_{\text{low}}$ [ $M_{\odot}$ ]	$M_{\text{high}}$ [ $M_{\odot}$ ]	Method, Ref.	$\sigma_e$ [km s $^{-1}$ ]	$M_{\text{V,T}}^0$ [mag]	$M_{\text{V,bulge}}^0$ [mag]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
NGC 4459	E2	17	$7.4 \times 10^7$	$6.0 \times 10^7$	$8.8 \times 10^7$	Gas, 12	$167 \pm 8$	-21.06	$-21.06 \pm 0.04$
NGC 4473	E4	17	$1.3 \times 10^8$	$3.6 \times 10^7$	$1.8 \times 10^8$	Stars, 6	$190 \pm 9$	-21.14	$-21.14 \pm 0.04$
NGC 4486A	E2	17	$1.3 \times 10^7$	$9.0 \times 10^6$	$1.8 \times 10^7$	Stars, 24	$111 \pm 5$	-18.70	$-18.70 \pm 0.05$
NGC 4564	S0	17	$6.9 \times 10^7$	$5.9 \times 10^7$	$7.3 \times 10^7$	Stars, 6	$162 \pm 8$	-20.10	$-19.60 \pm 0.32$
NGC 4596	SB0	18	$8.4 \times 10^7$	$5.9 \times 10^7$	$1.2 \times 10^8$	Gas, 12	$136 \pm 6$	-20.70	...
NGC 4594	Sa	10.3	$5.7 \times 10^8$	$1.7 \times 10^8$	$1.1 \times 10^9$	Stars, 25	$240 \pm 12$	-22.52	$-22.44 \pm 0.15$
NGC 4649	E2	16.5	$2.1 \times 10^9$	$1.5 \times 10^9$	$2.6 \times 10^9$	Stars, 6	$385 \pm 19$	-22.65	$-22.65 \pm 0.05$
NGC 4697	E6	12.4	$2.0 \times 10^8$	$1.8 \times 10^8$	$2.2 \times 10^8$	Stars, 6	$177 \pm 8$	-21.29	$-21.29 \pm 0.11$
NGC 5077	E3	44.9	$8.0 \times 10^8$	$4.7 \times 10^8$	$1.3 \times 10^9$	Gas, 26	$222 \pm 11$	-22.04	$-22.04 \pm 0.13$
NGC 5576	E3	27.1	$1.8 \times 10^8$	$1.4 \times 10^8$	$2.1 \times 10^8$	Stars, 17	$183 \pm 9$	-21.26	$-21.26 \pm 0.13$
NGC 5845	E3	28.7	$2.9 \times 10^8$	$1.2 \times 10^8$	$3.4 \times 10^8$	Stars, 6	$234 \pm 11$	-19.77	$-19.77 \pm 0.13$
NGC 7052	E3	70.9	$4.0 \times 10^8$	$2.4 \times 10^8$	$6.8 \times 10^8$	Gas, 29	$266 \pm 13$	...	...
NGC 7457	S0	14	$4.1 \times 10^6$	$2.4 \times 10^6$	$5.3 \times 10^6$	Stars, 6	$67 \pm 3$	-19.80	$-18.72 \pm 0.11$
PGC 49940	E	157.5	$3.9 \times 10^9$	$3.3 \times 10^9$	$4.3 \times 10^9$	Gas, 31	$288 \pm 14^*$	-23.31	$-23.31 \pm 0.15$

**Note.** Col.(1): nome della galassia osservata. Col.(2): classificazione della galassia presa da de Vaucouleurs et al. (1991) ad eccezione di NGC 3607, NGC 4459 e NGC4564 che sono state prese da Kormendy et al. (2009). Col.(3): distanza della galassia. Col.(4): massa del SBH centrale. Col.(5) e (6): limite inferiore e superiore dell'intervallo permesso nelle misure della massa del SBH entro  $1\sigma$ . Col.(7): metodo utilizzato per la determinazione della massa del SBH: dinamica stellare ("stars"), dinamica del gas ("gas") o dinamica dei *maser* ("maser"). Col.(8): dispersione di velocità efficace come definita in Gültekin et al. (2009b). Col.(9) e (10): magnitudine assoluta de-arrossata in banda *V* dell'intera galassia e del *bulge*.

**Referenze.** (4) Verolme et al. 2002; (5) Bender et al. 2005; (6) Gebhardt et al. 2003; (7) Bower et al. 2001; (8) Lodato e Bertin 2003; (9) Atkinson et al. 2005; (12) Sarzi et al. 2001; (14) Emsellem, Dejonghe e Bacon 1999; (15) Barth et al. 2001; (16) Gebhardt et al. 2000; (17) Gültekin et al. 2009a; (18) de Francesco, Capetti e Marconi 2006; (20) Ferrarese, Ford e Jaffe 1996; (21) Cretton e van den Bosch 1999; (22) Bower et al. 1998; (24) Nowak et al. 2007; (25) Kormendy 1988; (26) de Francesco, Capetti e Marconi 2008; (29) van der Marel e van den Bosch 1998; (31) Dalla Bontà et al. 2009.

\* è data la dispersione di velocità centrale anziché quella efficace.

# Capitolo 3

## Riduzione dati

In questo capitolo viene descritto il procedimento per la riduzione dei dati fotometrici. Questa è strutturata in più fasi tra cui: la pre-riduzione delle immagini (Sezione 3.1), la correzione dei *pixel* rovinati e la rimozione dei raggi cosmici (Sezione 3.2), l'allineamento e la combinazione delle immagini (Sezione 3.3).

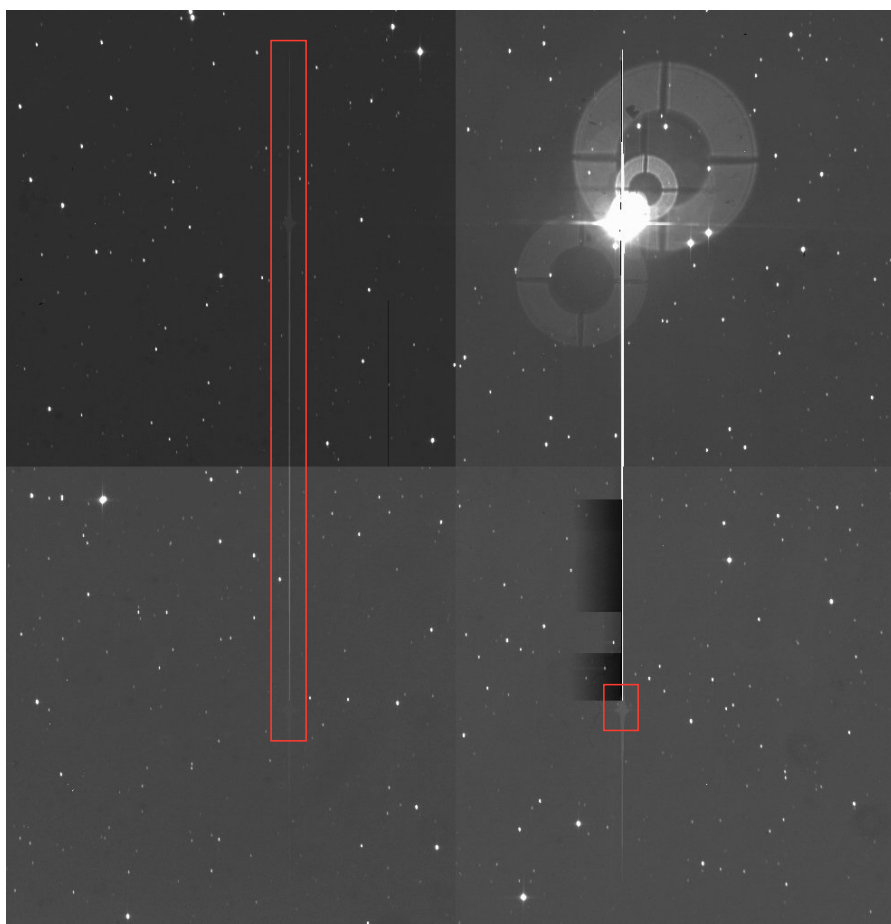
### 3.1 Pre-riduzione con proc4k

Per la riduzione preliminare dei dati fotometrici acquisiti con entrambi i telescopi che montavano il sistema MDM4K, è stato utilizzato un apposito programma chiamato `proc4k`<sup>1</sup>, sviluppato da Jason Eastman e scritto in *Interactive Data Language* - IDL. In questo programma sono implementati gli algoritmi di correzione per *cross-talk*, per *bias* e per *flat-field*.

Il *cross-talk* è un segnale spurio generato dall'elettronica di lettura quando un CCD utilizza più amplificatori. Quando una sorgente luminosa (spesso satura) è presente in un quadrante del rivelatore, una o più immagini deboli della stessa sorgente compaiono negli altri quadranti in posizioni riflesse rispetto al bordo che congiunge due diversi amplificatori, come si può vedere in Figura 3.1. L'ampiezza di questo segnale può essere un problema per la fotometria di precisione in campi stellari affollati e *deep imaging* (Freyhammer et al. 2001). Il programma `proc4k` corregge in ogni quadrante i *pixel* contaminati dal segnale di *cross-talk* proveniente dagli altri tre quadranti. L'algoritmo sottrae il quadrante sorgente (ruotato), moltiplicato per opportuni coefficienti di *cross-talk*, ad ogni quadrante nell'immagine.

---

<sup>1</sup>La *pipeline* è disponibile all'indirizzo <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~jdeast/4k/proc4k.pro>



**Figura 3.1:** Un particolare esempio di *cross-talk* con una stella saturata nel quadrante in alto a destra. Si possono vedere i deboli *ghost* della stella negli altri tre quadranti evidenziati dai rettangoli rossi.

Il *bias* può essere definito come un livello di soglia aggiunto ai conteggi misurati dai *pixel* del rivelatore per evitare di ottenere conteggi negativi. Si può misurare questo livello di soglia tramite un'immagine di *bias* ottenuta con otturatore chiuso ed esposizione di zero secondi, oppure, come nel nostro caso, tramite una sezione di *overscan*. La sezione di *overscan* è una porzione di CCD che ad ogni esposizione non viene illuminata e pertanto permette di misurare il livello di *bias* in ogni immagine che viene acquisita. Per applicare la correzione per *bias*, la procedura `proc4k` legge la sezione di *overscan*, la ritaglia e sottrae il valore mediano dell'*overscan* ad ogni riga dell'immagine. In più, a questo punto della riduzione l'immagine viene anche riflessa in  $x$  e ruotata di  $270^\circ$  in modo tale da orientare l'oggetto con il Nord in alto e l'Est a sinistra.

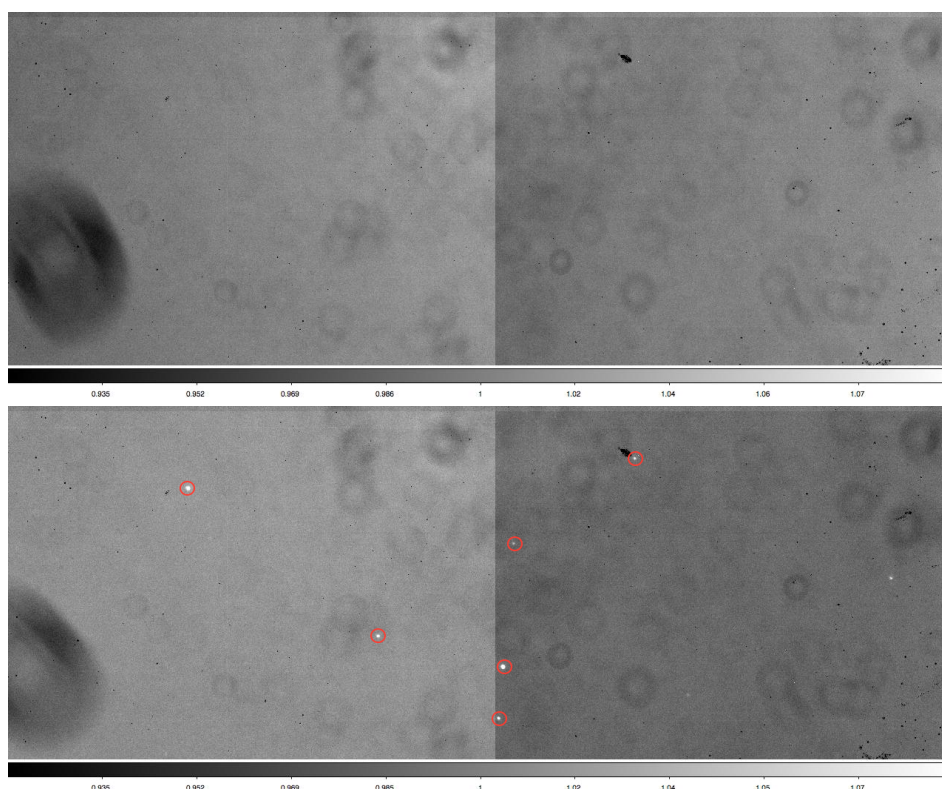


Il *flat-field* è un'immagine di un campo di intensità luminosa uniforme che può essere ottenuta in due modi: illuminando uniformemente il rivelatore tramite luce di una lampada riflessa dalla cupola chiusa (*dome-flat*), oppure sfruttando l'illuminazione del cielo durante il crepuscolo (*sky-flat*). Le immagini di *flat-field* permettono di mappare le disomogeneità nel piano focale e le non uniformità nella risposta dei singoli *pixel*, i quali non rispondono tutti allo stesso modo all'arrivo dei fotoni (ovvero non hanno tutti la stessa efficienza quantica). La correzione per *flat-field* riduce anche altri effetti come quelli dovuti alla polvere depositata sul sistema ottico. Per una buona correzione è preferibile prendere più immagini di *flat-field* e mediarle per ottenere il cosiddetto *masterflat*. La procedura `proc4k` calcola la moda del cielo e ri-scala a questo valore ciascuna immagine di *flat-field*. Tutte le immagini di *flat-field* acquisite con uno stesso filtro vengono combinate insieme calcolandone la mediana per costruire il *masterflat*. Questo viene poi normalizzato al valore 1. Infine, il programma divide ogni immagine da correggere per il *masterflat*.

Con il T1.3M sono stati presi sia dei *flat-field* di cupola che di cielo, mentre con il T2.4M sono stati fatti solo degli *sky-flat*. Poiché per entrambi gli strumenti i *flat-field* sono stabili su un periodo pari alla durata dei nostri programmi di osservazione, si è deciso di creare per ogni banda fotometrica un unico *masterflat* per ciascun *run*. Nel caso del McGraw-Hill, si è deciso di utilizzare il *masterflat* di cupola anziché quello di cielo. Le immagini di *sky-flat* acquisite con T1.3M sono state prese con uno spostamento relativo non sufficiente ad eliminare le stelle di fondo dall'immagine mediata. Quest'ultima, quindi, a causa della presenza di stelle residue, non permette una correzione adeguata. In Figura 3.2 sono mostrati i *masterflat* di cupola e di cielo in banda g costruiti con le immagini acquisite con il T1.3M.

Tutte le immagini di *flat-field* sono state prese solo in 4K ROI, e dal momento che `proc4k` lavora solo con immagini della stessa dimensione, per poter ridurre le immagini in 2K ROI è stato necessario ritagliare tutti i *masterflat* alla sezione [1017 : 3048, 1017 : 3048], dove i primi due numeri sono le posizioni dei *pixel* di inizio e di fine nella coordinata  $x$  dell'immagine e gli ultimi due numeri sono l'equivalente nella coordinata  $y$ . Per l'esattezza, la correzione per *flat-field* dei dati R11a è stata fatta utilizzando 8 immagini di *sky-flat* in banda g e 9 in r, mentre per i dati R10b si sono utilizzate 5 immagini di *sky-flat* in banda g e 7 in r.

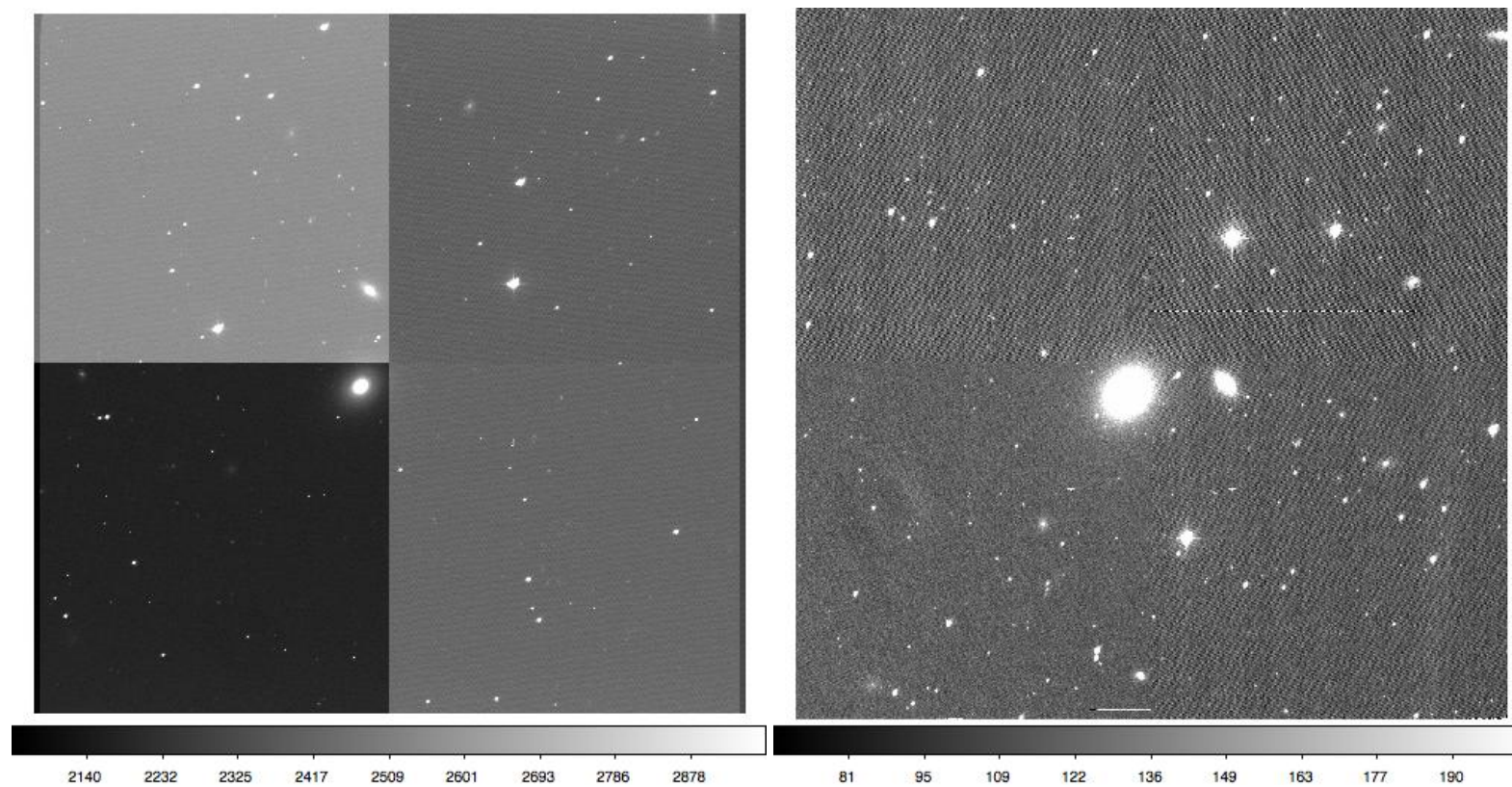
Per quanto riguarda le immagini R10a, dopo un'accurata valutazione del risultato della correzione sui dati ridotti, si è deciso di escluderli dall'analisi successiva di questo lavoro per i seguenti motivi: 1) le immagini presentano



**Figura 3.2:** Immagini in banda g di una stessa sezione del *masterflat* di cupola (in alto) e del *masterflat* di cielo (in basso) ottenuti dai dati acquisiti con il telescopio McGraw-Hill 1.3 m. Si può notare nel *masterflat* di cielo la presenza di stelle residue cerchiare in rosso.

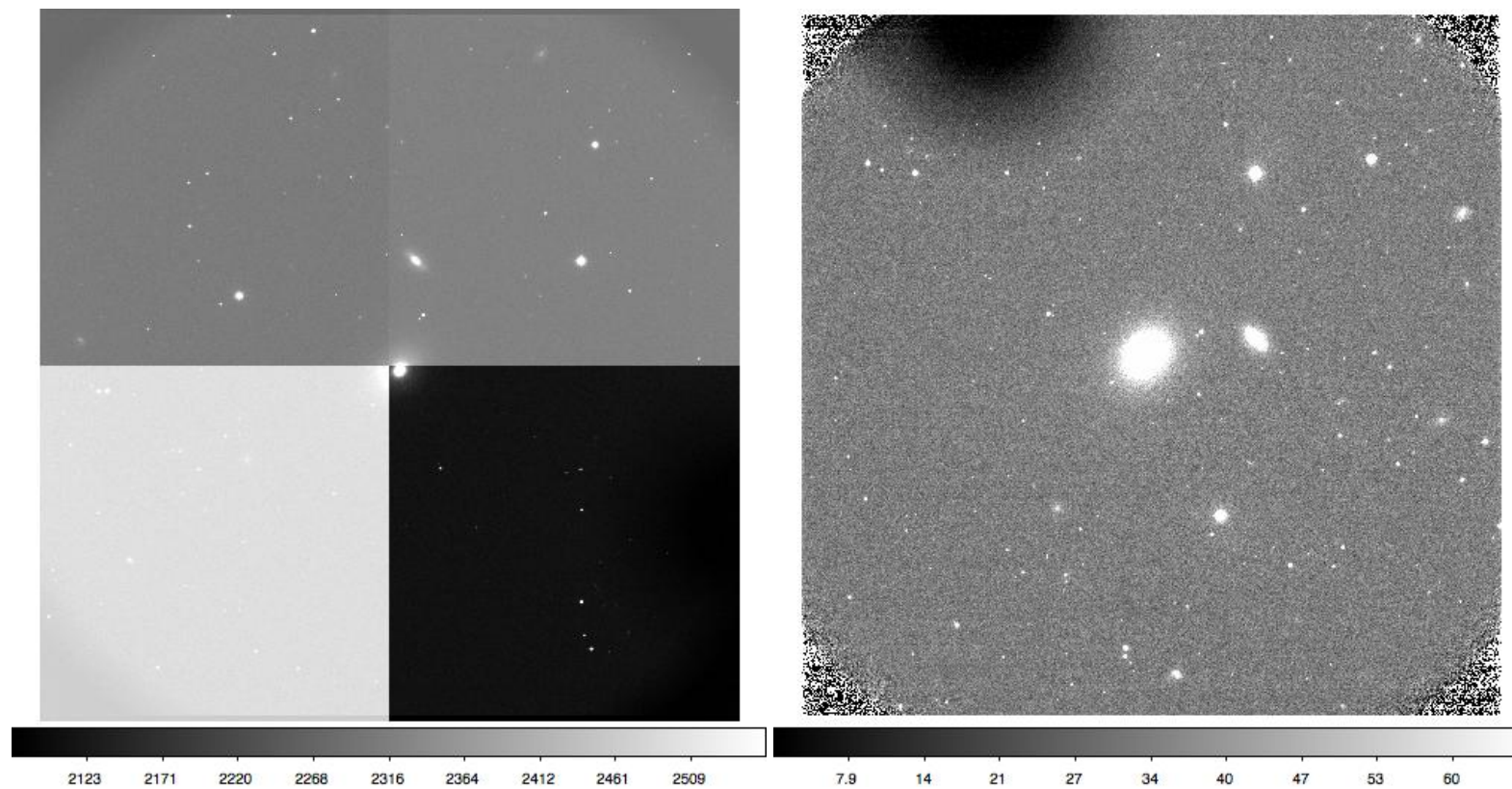
un segnale di *grounding*<sup>2</sup> non trascurabile, che può essere trattato come un errore di lettura ma è difficile da correggere; 2) il diverso guadagno dei quattro amplificatori è risultato instabile e non è stato possibile correggerlo, per cui, ad esempio, il valor medio del livello del cielo risulta diverso nei 4 quadranti; 3) le stelle nel campo di vista presentano una forma della *Point Spread Function* (PSF) piuttosto ellittica anziché rotonda, che può essere dovuta a problemi di guida o di messa a fuoco degli strumenti utilizzati durante le osservazioni. Nelle Figure 3.3 e 3.4 sono mostrati degli esempi del risultato della riduzione dati. In particolare, in Figura 3.3 nell'immagine di destra è evidente il *pattern* dovuto al *grounding* che aggiunge rumore all'immagine.

<sup>2</sup>A causa dell'induzione elettromagnetica, in un sistema elettrico che utilizza circuiti multipli può essere generata una corrente indesiderata. Quello che si vede nell'immagine è un segnale a 60 Hz (frequenza di corrente alternata negli Stati Uniti) associato alla lettura del CCD.



**Figura 3.3:** A sinistra, l'immagine `im31610.0065.fits` acquisita con il T1.3M. Il campo di vista è  $21.3' \times 21.3'$  orientato con il Nord a destra e l'Est in basso. A destra, l'immagine ridotta `im31610.0065.xof.fits` ottenuta con la procedura `proc4k`. Il campo di vista è lo stesso ma orientato con il Nord in alto e l'Est a sinistra.





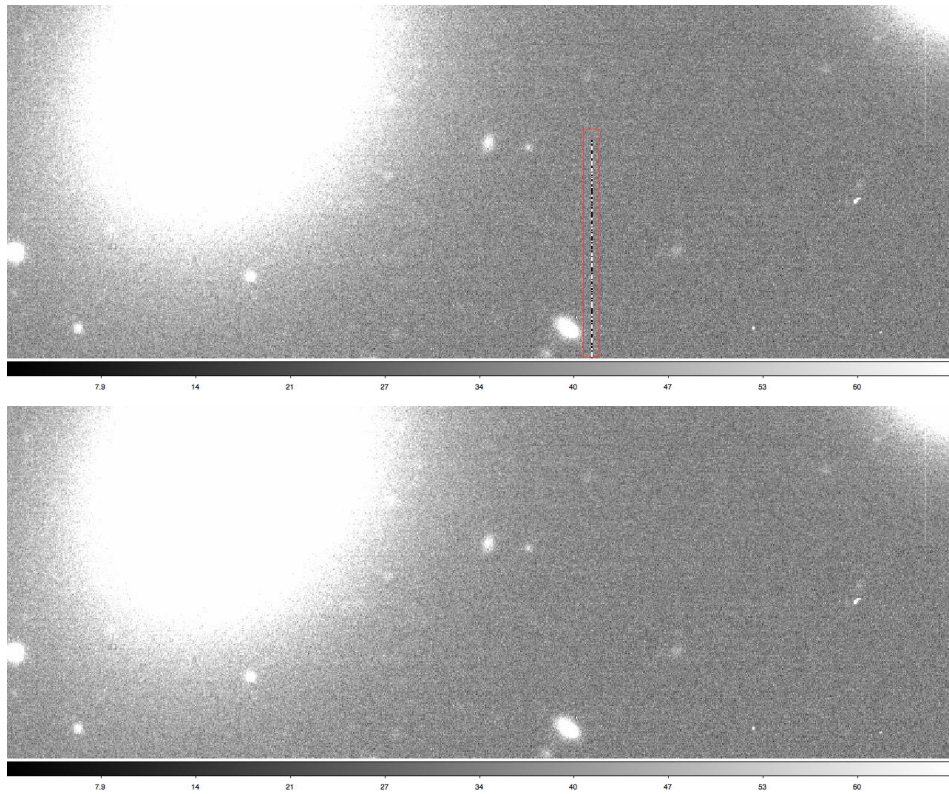
**Figura 3.4:** A sinistra, l'immagine `osmos110325.0058.fits` acquisita con il T2.4M. Il campo di vista non vignettato è  $18.5' \times 18.5'$  orientato con il Nord a destra e l'Est in basso. A destra, l'immagine ridotta `osmos110325.0058.xof.fits` ottenuta con la procedura `proc4k`. Il campo di vista è lo stesso ma orientato con il Nord in alto e l'Est a sinistra.

## 3.2 Correzione dei *pixel* rovinati e rimozione dei raggi cosmici

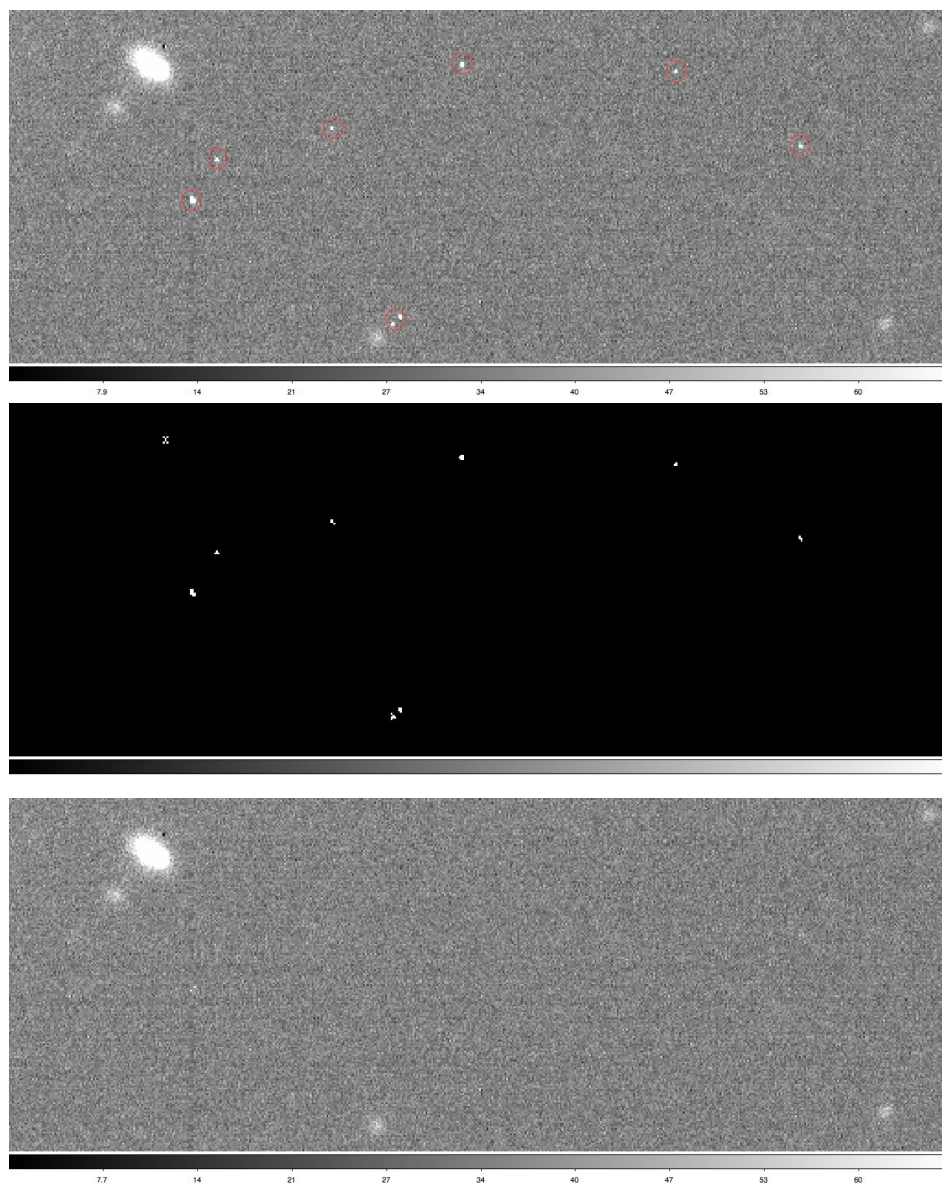
Le immagini acquisite al telescopio possono avere dei difetti che, se non corretti, potrebbero influenzare le misure scientifiche. Questi difetti possono essere mascherati e corretti utilizzando opportuni *task* del programma *Image Reduction and Analysis Facility* - IRAF.

Un'immagine può presentare delle colonne in cui non è stata raccolta nessuna informazione a causa di un ostacolo nel trasferimento di carica durante la lettura del CCD. Colonne di questo tipo sono le cosiddette *dark column*. Oppure, se nei *pixel* del rivelatore si forma un eccesso di carica, sempre a causa di processi elettronici, allora nelle immagini si notano delle *bright column* e/o degli *hot spot*. La deteriorazione dell'immagine scientifica è determinata dalla quantità di questi *pixel* rovinati e dalla loro posizione rispetto all'oggetto da studiare. Per correggere *dark* e *bright column* si è deciso di utilizzare il *task fixpix* di IRAF. Una volta riconosciute sull'immagine le colonne rovinare, si crea un *file* di testo in cui sia definita la regione rettangolare da correggere nella forma  $[x_1 : x_2, y_1 : y_2]$ , dove  $x_1$  e  $x_2$  sono le ascisse di inizio e di fine della regione rettangolare nell'immagine, ed equivalentemente  $y_1$  e  $y_2$  sono le ordinate. Il *task fixpix* prende in *input* questo *file* e lo trasforma in una opportuna maschera che gli permette di riconoscere i *bad pixel*. La correzione consiste nel rimpiazzare i valori dei *bad pixel* con una interpolazione lineare, lungo la dimensione più piccola della regione definita, tra i *pixel* buoni più vicini. Un esempio del risultato della correzione ottenuta con *fixpix* è mostrato in Figura 3.5. Nel nostro caso, per le immagini acquisite con il telescopio Hiltner 2.4 m sono state create 2 maschere, una per ogni ROI.

I raggi cosmici sono particelle energetiche che incidendo sul rivelatore generano nell'immagine delle sorgenti spurie non desiderate per la nostra analisi. La rimozione dei raggi cosmici è stata eseguita con il *task lacos\_im* (van Dokkum 2001) di IRAF. Questo algoritmo permette di rimuovere i raggi cosmici avendo a disposizione una singola esposizione e utilizza il metodo del riconoscimento dei contorni per le immagini digitali. Tale metodo sfrutta una funzione con particolari proprietà per riconoscere la posizione dei raggi cosmici sull'immagine. Tramite la convoluzione del *kernel* della funzione con l'immagine è possibile trovare i punti in cui la funzione cambia segno (punti di *zero-crossing*), che sono proprio quelli in cui si trovano i raggi cosmici. Il valore dei conteggi dei *pixel* colpiti da un raggio cosmico viene sostituito con il valore medio dei conteggi dei *pixel* circostanti. La combinazione migliore dei valori dei parametri di *input* per *lacos\_im* è stata trovata effettuando una serie di prove su un paio di immagini e valutandone il risultato. I parametri utilizzati



**Figura 3.5:** Un esempio della correzione dei *pixel* rovinati. In alto, una regione di circa  $(230 \times 85)$  arcsec<sup>2</sup> dell'immagine `osmos110325.0058.xof.fits` in cui è presente una *bad column* evidenziata dal rettangolo rosso. In basso, la stessa regione dopo essere stata corretta con `fixpix` (`osmos110325.0058.xof.fp.fits`).



**Figura 3.6:** Un esempio del risultato della rimozione dei raggi cosmici. In alto, una regione di circa  $(140 \times 50)$  arcsec<sup>2</sup> dell'immagine `osmos110325.0058.xof.fp.fits` in cui sono presenti i raggi cosmici, indicati dai cerchi rossi. Al centro, la maschera di riconoscimento dei raggi cosmici creata da `lacos_im` (`osmos110325.0035.xof.fp.c.mask.fits`) relativa alla stessa regione. In basso, l'immagine (`osmos110325.0035.xof.fp.fits`) risultato della procedura di rimozione dei raggi cosmici.



con i rispettivi valori sono i seguenti:  $gain = 2.3 e^- ADU^{-1}$  (guadagno);  $readn = 5 e^-$  (rumore di lettura);  $sigclip = 10$  (limite di rilevamento dei raggi cosmici);  $sigfrac = 0.1$  (limite frazionario di rilevamento per i *pixel* vicini);  $objlim = 1$  (limite di contrasto tra il raggio cosmico e l'oggetto sottostante);  $niter = 6$  (numero massimo di iterazioni). In Figura 3.6 è mostrato il risultato della rimozione dei raggi cosmici ottenuta con `lacos_im`.

### 3.3 Allineamento e combinazione delle immagini

Pose successive di uno stesso *target* sono state fatte con un leggero decentramento dell'oggetto sul CCD. Questa tecnica permette di confrontare le immagini di una stessa porzione di cielo per riconoscere e correggere difetti del *detector* e effetti dovuti ad eventi casuali, come i raggi cosmici. Una volta effettuate tutte le correzioni necessarie e controllato i risultati, si prosegue con l'allineamento delle immagini di uno stesso *target* al fine di combinarle insieme con l'obiettivo ultimo di raggiungere un migliore rapporto segnale-rumore (S/N). Utilizzando IRAF, queste operazioni sono state svolte tramite i *task imalign*, per l'allineamento, e *imcombine*, per la combinazione delle immagini.

Il *task imalign* misura gli spostamenti degli assi X e Y tra le immagini di una lista di *input* e un'immagine di riferimento. Le immagini di *input* vengono registrate sull'immagine di riferimento dopo che gli sono stati applicati gli spostamenti e, se richiesto, le immagini vengono ritagliate alla regione comune di sovrapposizione. Le immagini devono avere la stessa *pixel scale*, devono avere un buon rapporto S/N e contenere sufficienti sorgenti puntiformi in comune per permettere una buona misura delle posizioni medie. Inoltre, il loro spostamento relativo deve essere una semplice traslazione degli assi. Il *task* necessita di diversi *input*: la lista delle immagini di *input* di cui si vogliono calcolare gli spostamenti, compresa l'immagine di riferimento; l'immagine di riferimento; un *file* di testo con le coordinate di alcune sorgenti puntiformi nell'immagine di riferimento; la lista delle immagini di *output*; i valori iniziali di *guess* degli spostamenti. Innanzitutto, è stata scelta l'immagine di riferimento basandosi principalmente sul rapporto S/N, sulla forma della PSF delle stelle nel campo e sul loro profilo radiale. Nell'immagine di riferimento sono state individuate almeno 5 stelle delle quali si vogliono registrare le coordinate in pixel. Queste sono state ottenute con il *task imexamine* di IRAF, il quale permette anche di controllare la forma della PSF e il profilo radiale della stella. Per trovare i valori iniziali di *guess*, necessari per far funzionare



l'algoritmo di centramento, si sceglie una stella non satura nell'immagine di riferimento, che sia riconoscibile e non satura anche in tutte le altre immagini, e si registrano i valori delle sue coordinate in ciascuna immagine. Tramite una macro appositamente scritta si calcolano le differenze  $\Delta x_i = x_{\text{ref}} - x_i$  e  $\Delta y_i = y_{\text{ref}} - y_i$ , dove  $x_{\text{ref}}$  e  $y_{\text{ref}}$  sono le coordinate della stella nell'immagine di riferimento, mentre  $x_i$  e  $y_i$  sono le coordinate della stessa stella nella  $i$ -esima immagine. Se per una stessa galassia si avevano sia immagini prese in 4K che 2K ROI, tutte le immagini sono state allineate rispetto ad una di riferimento di dimensione 4K.

Data una lista di immagini, il *task imcombine* le combina insieme tramite media, mediana o somma. Le immagini possono, inoltre, essere scalate ad opportuni valori definiti da una statistica dell'immagine, dalle parole chiave dell'*header* o da un *file* di testo. Questo *task* permette anche di escludere dei *pixel* dalla combinazione usando un maschera, un livello di soglia o un algoritmo di *rejection*. Nel nostro caso si è deciso di sommare le immagini, senza ri-scalarle ad alcun valore, in modo tale che i conteggi dei *pixel* dell'immagine finale siano la somma dei conteggi delle singole immagini, e ciò vale anche per i tempi di esposizione. Inizialmente, si era deciso di utilizzare uno degli algoritmi di *rejection* implementati in *imcombine* per escludere dall'immagine combinata i *pixel* corrispondenti ad alcune sorgenti sature. Purtroppo però nell'immagine combinata tramite somma i *pixel* esclusi venivano rimpiazzati con un valore dei conteggi inferiore (e non paragonabile) al livello del cielo, a meno che la combinazione non venisse fatta tramite media. Allora si è preferito mascherare queste sorgenti sature in una fase successiva del lavoro.

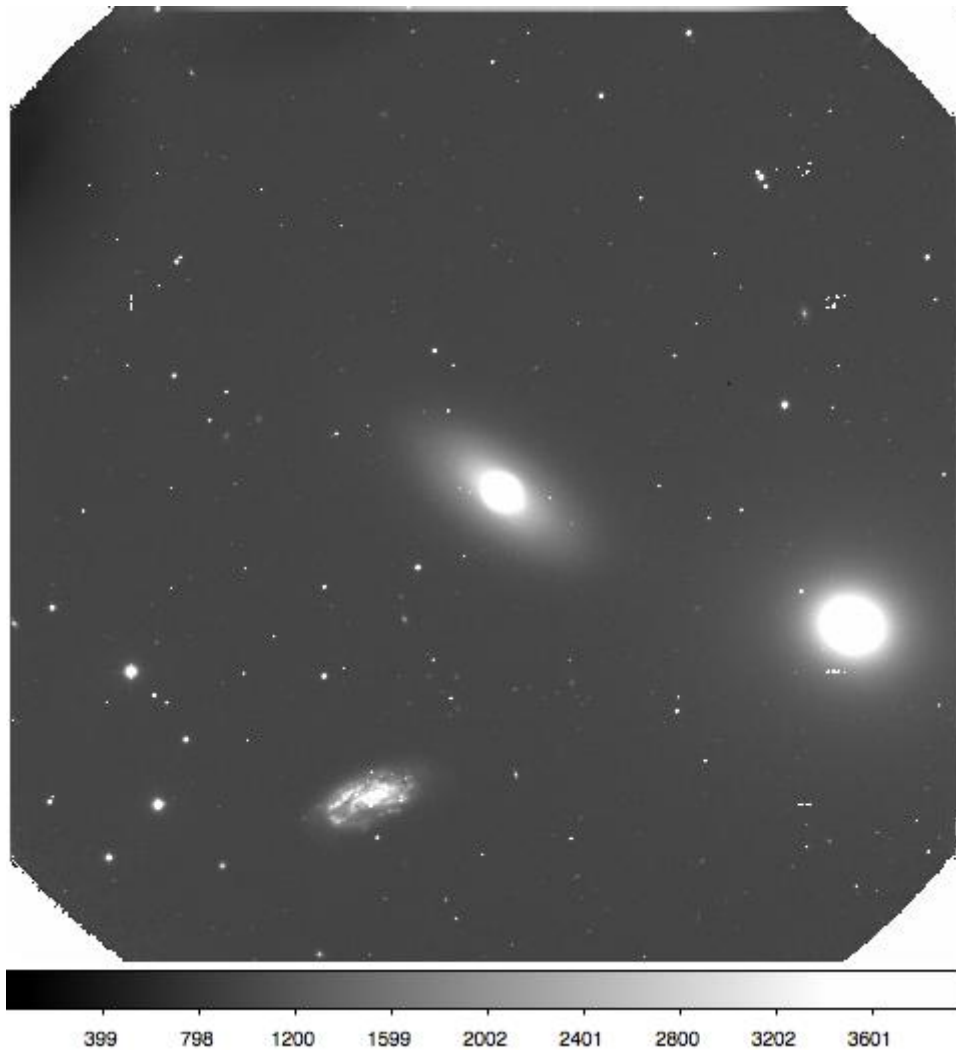
Le immagini con un breve tempo di esposizione e quelle in cui le cui stelle mostravano un valore di ellitticità  $E \geq 0.3$  (stimato tramite *imexamine*) non sono state incluse nella combinazione. Le prime hanno un S/N basso, le seconde peggiorano il profilo e la forma della PSF nell'immagine finale. Per i *target* acquisiti sia in modalità 4K che 2K, le immagini di dimensione più piccola sono state copiate in un'immagine 4K moltiplicata per zero, e poi combinate insieme. A questo punto per ogni galassia si ha una sola immagine in ciascuna banda fotometrica, ad eccezione di NGC 5576 e NGC 5845 per cui si hanno solo immagini nel filtro g. Nelle Figure 3.7 e 3.8 sono mostrate l'immagine ( $18.5' \times 18.5'$ ) della galassia NGC 3384 in banda g ottenuta combinando 12 immagini 4K e l'immagine ingrandita ( $520'' \times 515''$ ) della stessa galassia. In Tabella 3.1 per ogni galassia del campione sono indicati il numero di immagini combinate in ciascun filtro e il tempo di esposizione totale dell'immagine finale ( $T_{\text{exp}}$ ). Inoltre, per l'immagine combinata ottenuta sommando  $N$  esposizioni si avrà che il *gain* resta uguale a quello della singola immagine, ma il RON effettivo sarà  $RON_{\text{eff}} = \sqrt{N} \cdot RON$ . I valori di

quest'ultimo per ciascuna immagine in entrambe le bande fotometriche sono riportati in Tabella 3.1.

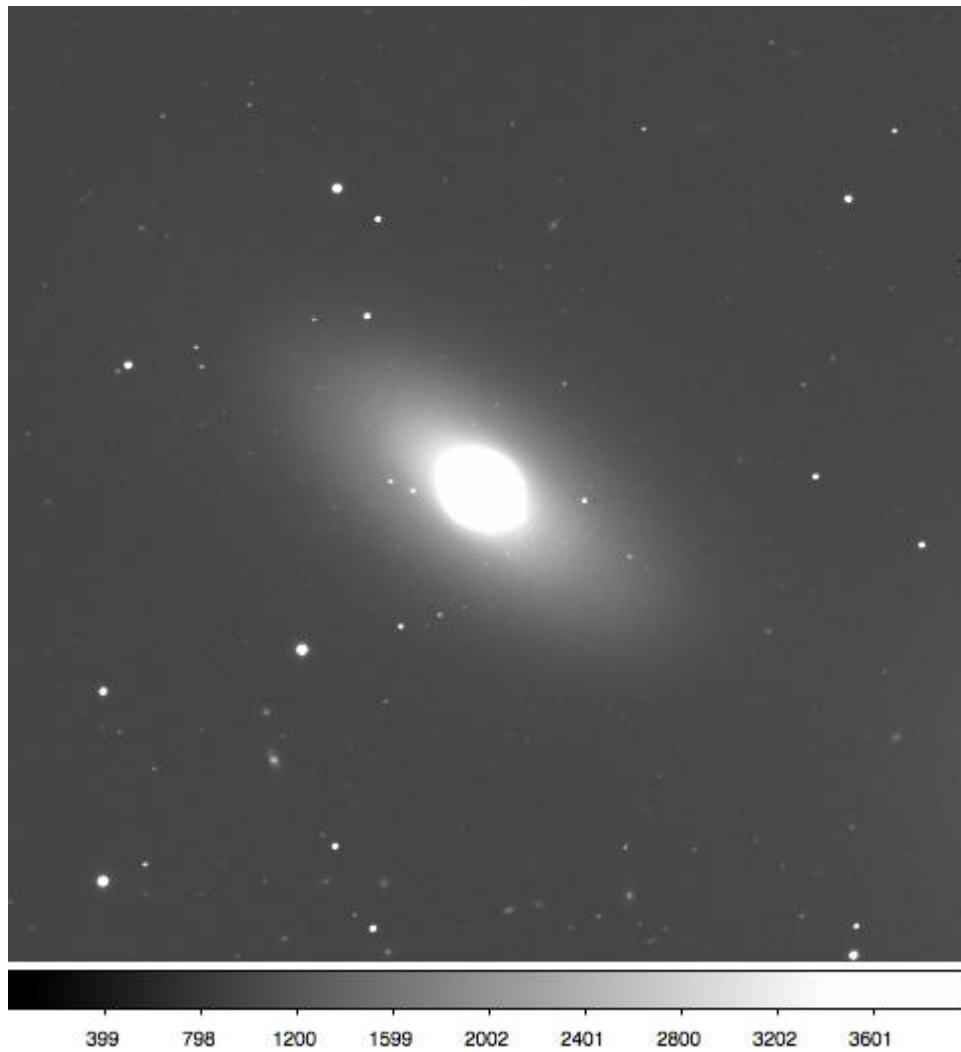
**Tabella 3.1:** Combinazione delle immagini.

Sample		g-band					r-band				
ID	Object	2K	4K	SUM	$T_{\text{exp}}$ [s]	$RON_{\text{eff}}$ [ $e^-/\text{pixel}$ ]	2K	4K	SUM	$T_{\text{exp}}$ [s]	$RON_{\text{eff}}$ [ $e^-/\text{pixel}$ ]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	NGC0221	10	6	0+5	150	11.1803	9	9	8+8	160	20.0000
2	NGC0224	-	4	4	240	10.0000	-	6	6	165	12.2474
3	NGC0821	11	-	11	330	16.5831	10	-	10	150	15.8114
4	NGC1023	-	6	5	750	11.1803	-	6	6	255	12.2474
5	NGC1068	-	4	4	95	10.0000	-	4	4	75	10.0000
6	NGC2748	7	7	6+6	3240	17.3205	6	7	6+6	2670	17.3205
7	NGC2778	-	7	5	900	11.1803	-	8	6	540	12.2474
8	NGC2787	-	6	5	1200	11.1803	-	8	7	420	13.2288
9	NGC3115	-	5	5	360	11.1803	-	5	5	150	11.1803
10	NGC3384	-	15	12	1440	17.3205	-	15	14	840	18.7083
11	NGC3607	-	12	12	2700	17.3205	-	14	13	1560	18.0278
12	NGC3998	-	5	5	540	11.1803	-	5	5	300	11.1803
13	NGC4261	-	7	7	1260	13.2288	-	7	6	1080	12.2474
14	NGC4291	-	5	5	900	11.1803	-	5	5	420	11.1803
15	NGC4342	-	7	5	900	11.1803	-	7	6	360	12.2474
16	NGC4374	-	6	6	1320	12.2474	-	11	7	900	13.2288
17	NGC4459	-	6	5	1200	11.1803	-	3	3	150	8.6603
18	NGC4473	-	7	6	960	12.2474	-	7	7	390	13.2288
19	NGC4486A	-	8	7	210	13.2288	-	9	9	140	15.0000
20	NGC4564	-	8	6	1080	12.2474	-	6	6	355	12.2474
21	NGC4596	-	5	5	1140	11.1803	-	8	7	1260	13.2288
22	NGC4697	-	7	5	1020	11.1803	-	7	7	600	13.2288
23	NGC5077	-	15	14	2520	18.7083	-	7	5	600	11.1803
24	NGC5576	-	12	8	1440	14.1421	-	-	-	-	-
25	NGC5845	-	4	4	720	10.0000	-	-	-	-	-
26	NGC7052	17	-	9	2160	15.0000	19	-	15	1890	19.3649
27	NGC7457	14	-	11	3300	16.5831	18	-	17	5100	20.6155
28	PGC49940	-	5	2	600	7.0711	-	7	3	540	8.6603

**Note.** Col.(1): numero identificativo della galassia. Col.(2): nome della galassia. Col.(3) e (8): numero di immagini in 2K ROI. Col.(4) e (9): numero di immagini in 4K ROI. Col.(5) e (10): numero di immagini sommate. Col.(6) e (11): tempo di esposizione dell'immagine combinata. Col.(7) e (12): rumore di lettura effettivo dell'immagine combinata.



**Figura 3.7:** Immagine `ngc3384_1103_g.fp.c.shift.fits` della galassia NGC 3384 (galassia centrale) in banda g ottenuta sommando 12 immagini di dimensione 4K acquisite con il T2.4M. Il campo di vista è di  $(18.5' \times 18.5')$  orientato con il Nord in alto e l'Est a sinistra. Il tempo di esposizione totale è 1440 s.



**Figura 3.8:** Un ingrandimento della regione centrale dell'immagine in Figura 3.7 che corrisponde a circa  $(520 \times 515)$  arcsec<sup>2</sup> e comprende la sola galassia NGC 3384.

# Capitolo 4

## Analisi dati

In questo Capitolo viene presentata la statistica delle immagini ridotte (Sezione 4.1), viene descritta la procedura per la calibrazione in flusso (Sezione 4.2) e la successiva sottrazione del cielo dalle immagini (Sezione 4.3). Infine, viene descritto il funzionamento del programma utilizzato per la decomposizione fotometrica bidimensionale delle galassie (Sezione 4.4).

### 4.1 Statistica delle immagini

Per l'elaborazione dei dati sono necessari i valori di alcuni parametri che è possibile determinare tramite un'analisi statistica delle immagini effettuata con il *task imexamine* di IRAF.

In particolare, si vogliono stimare i seguenti valori:

- il contributo del cielo in ADU;
- la deviazione standard del cielo in ADU;
- il parametro  $\beta$  associato alla funzione di Moffat che descrive la PSF;
- la *Full Width at Half Maximum* (FWHM) della PSF in pixel.

Operativamente per mezzo del comando *imexamine* è possibile estrarre in modalità interattiva la statistica di una regione rettangolare centrata nella posizione del cursore sull'immagine. Il comando restituisce tra i vari *output* la media e la deviazione standard del contributo del cielo in ADU di ciascuna regione selezionata. Per questo lavoro si è scelto di selezionare una ventina di regioni sull'immagine in cui ci fosse il solo contributo del cielo e di calcolarne ulteriormente i valori medi  $m_s$  e  $\sigma_s$  del livello del cielo e della sua deviazione standard per ottenere una stima più attendibile.

Tabella 4.1: Dati statistici per l'analisi delle immagini in banda g.

Galaxy	$m_s$ [ADU]	$\sigma_s$ [ADU]	$\sigma_s^*$ [ADU]	$\beta_M$	$fwhm$ [pixel]	$gain$ [e <sup>-</sup> /ADU]	$RON_{\text{eff}}$ [e <sup>-</sup> /pixel]	$T_{\text{exp}}$ [s]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
NGC0221	124.5000	7.5457	1.6873	3.8590	4.9910	2.3	11.1803	150
NGC0821	242.0400	10.3910	2.3235	4.3040	5.8570	2.3	16.5831	240
NGC1023	1036.6000	17.6220	3.9404	9.8718	6.1055	2.3	11.1803	750
NGC1068	102.7495	6.4508	1.4424	17.2630	6.7830	2.3	10.0000	95
NGC2748	2167.8500	23.7735	5.3159	3.3538	5.5715	2.3	17.3205	3240
NGC2778	528.8750	11.2750	2.5212	6.6300	4.7388	2.3	11.1803	900
NGC2787	816.9850	15.0310	3.3610	5.4211	4.4789	2.3	11.1803	1200
NGC3115	252.9900	8.3087	1.8579	8.1279	4.3279	2.3	11.1803	360
NGC3384	980.0650	14.0940	3.1515	5.1500	5.4890	2.3	17.3205	1440
NGC3607	1943.8500	20.4345	4.5693	3.5991	5.3627	2.3	17.3205	2700
NGC3998	301.3350	8.7608	1.9590	5.5950	4.7780	2.3	11.1803	540
NGC4261	918.4368	13.5384	3.0273	7.3808	4.4392	2.3	13.2288	1260
NGC4291	737.2950	12.5925	2.8158	4.7963	4.9225	2.3	11.1803	900
NGC4342	656.1950	13.2427	2.9612	7.9000	6.2560	2.3	11.1803	900
NGC4374	964.0450	14.9779	3.3492	4.9875	6.0592	2.3	12.2474	1320
NGC4459	2303.9500	26.8675	6.0078	5.5575	4.3137	2.3	11.1803	1200
NGC4473	585.1950	11.8133	2.6415	6.6820	5.7830	2.3	12.2474	960
NGC4486A	150.2750	6.7331	1.5056	3.5900	5.4500	2.3	13.2288	210
NGC4564	714.3000	13.6435	3.0508	4.6225	6.3113	2.3	12.2474	1080
NGC4596	1242.6000	19.7385	4.4137	4.6170	6.0110	2.3	11.1803	1140
NGC4697	726.1950	13.9116	3.1107	5.6100	7.0900	2.3	11.1803	1020
NGC5077	1772.9500	20.0365	4.4803	3.3682	6.0145	2.3	18.7083	2520
NGC5576	1829.2000	20.2490	4.5278	4.8658	6.5100	2.3	14.1421	1440
NGC5845	1060.9000	18.2920	4.0902	5.7558	4.2550	2.3	10.0000	720
NGC7052	1225.2000	16.9070	3.7805	4.0636	5.5591	2.3	15.0000	2160
NGC7457	1659.4000	22.2425	4.9736	4.1840	6.0460	2.3	16.5831	3300
PGC49940	423.2750	11.4729	2.5654	6.4191	6.0855	2.3	7.0711	600

**Note.** Col.(1): nome della galassia osservata. Col.(2) e (3): valori medi del contributo medio e della deviazione standard del livello del cielo. Col.(4): valor medio della deviazione standard pesato per  $\sqrt{N}$ , dove N è il numero delle regioni di cielo selezionate. Col.(5) e (6): valor medio del parametro  $\beta$  e della FWHM relativi alla funzione di Moffat. Col.(7), (8) e (9): valori del  $gain$ , del rumore di lettura effettivo e del tempo di esposizione totale dell'immagine finale (sommata).

Sempre in modalità interattiva, con il comando `imexamine` è possibile applicare la fotometria di apertura ad un stella selezionata con il cursore sull'immagine. Il comando restituisce il raggio in pixel utilizzato per la fotometria e per il *fit* della stella, il flusso in ADU, il valore medio del *background* in ADU, l'ellitticità, l'angolo di posizione in gradi, il parametro  $\beta$  e la misura della FWHM in pixel. Il flusso racchiuso all'interno dell'apertura circolare è dato semplicemente dalla somma dei valori dei *pixel* che si trovano a distanza  $r$  dal centro della stella. Per questo motivo la fotometria ottenuta risulta essere approssimativa e finalizzata ad un'analisi generale e veloce delle immagini.

**Tabella 4.2:** Dati statistici per l'analisi delle immagini in banda r.

Galaxy	$m_s$	$\sigma_s$	$\sigma_s^*$	$\beta_M$	$fwhm$	$gain$	$RON_{\text{eff}}$	$T_{\text{exp}}$
(1)	[ADU] (2)	[ADU] (3)	[ADU] (4)	(5)	[pixel] (6)	[ $e^-$ /ADU] (7)	[ $e^-$ /pixel] (8)	[s] (9)
NGC0221	426.9750	15.0417	3.3634	6.1060	4.4640	2.3	20.0000	160
NGC0821	376.1200	10.5243	2.3533	7.1920	6.2760	2.3	15.8114	150
NGC1023	614.4450	14.7830	3.3056	5.6090	3.8180	2.3	12.2474	255
NGC1068	193.4500	8.8266	1.9737	5.2500	4.3470	2.3	10.0000	75
NGC2748	6519.5000	36.4290	8.1458	4.5908	5.1242	2.3	17.3205	2670
NGC2778	1198.7500	17.2790	3.8637	6.9222	4.4800	2.3	12.2474	540
NGC2787	930.7600	15.6780	3.5057	8.6960	4.2620	2.3	13.2288	420
NGC3115	295.6000	9.9141	2.2169	7.0433	5.1820	2.3	11.1803	150
NGC3384	1642.6500	19.4430	4.3476	3.5170	4.6980	2.3	18.7083	840
NGC3607	2921.4000	24.3310	5.4406	5.4270	5.7160	2.3	18.0278	1560
NGC3998	438.2750	10.6089	2.3722	8.1187	5.6475	2.3	11.1803	300
NGC4261	1957.7000	20.5230	4.5891	12.1227	5.3745	2.3	12.2474	1080
NGC4291	1097.3000	16.3475	3.6554	9.2164	5.1336	2.3	11.1803	420
NGC4342	717.1100	12.6848	2.8364	4.7389	6.6022	2.3	12.2474	360
NGC4374	1776.2000	21.0605	4.7093	5.2792	6.0342	2.3	13.2288	900
NGC4459	443.3700	11.2347	2.5122	3.7230	4.5080	2.3	8.6603	150
NGC4473	708.7050	13.3855	2.9931	5.8030	5.8980	2.3	13.2288	390
NGC4486A	269.1250	8.7260	1.9512	4.1089	4.0956	2.3	15.0000	140
NGC4564	470.6100	11.6843	2.6127	4.1683	3.9108	2.3	12.2474	355
NGC4596	2681.8500	24.4140	5.4591	6.1460	4.2460	2.3	13.2288	1260
NGC4697	1121.2500	17.2470	3.8565	12.5973	8.3809	2.3	13.2288	600
NGC5077	1106.7000	16.2162	3.6261	5.7754	5.0823	2.3	11.1803	600
NGC7052	3431.3500	30.4520	6.8093	6.0530	4.3470	2.3	19.3649	1890
NGC7457	7985.3500	44.9070	10.0415	4.6360	4.0870	2.3	20.6155	5100
PGC49940	1031.9000	17.5695	3.9287	5.3292	4.3958	2.3	8.6603	540

**Note.** Come in Tabella 4.1.

La funzione di Moffat utilizzata per interpolare la stella è definita nel seguente modo:

$$I = I_c \left[ 1 + \left( \frac{r}{\alpha} \right)^2 \right]^{-\beta}, \quad (4.1)$$

dove  $I_c$  è l'intensità del picco,  $r$  è il raggio del *fit*, mentre  $\alpha$  e  $\beta$  sono due parametri da determinare. Si è preferito utilizzare una funzione moffattiana rispetto ad una gaussiana per l'analisi delle nostre immagini, in quanto essa descrive meglio la PSF reale delle nostre sorgenti. Inoltre, se il parametro  $\beta \rightarrow \infty$  la funzione di Moffat tende ad una gaussiana. Per questo lavoro si è deciso di selezionare sull'immagine una decina di stelle non sature, sparse su tutto il campo, che fossero possibilmente isolate, al fine di calcolare i valori medi di  $\beta$  e della FWHM. Nelle Tabelle 4.1 e 4.2 sono riportati i dati statistici relativi alle immagini in banda g e r, rispettivamente, in cui sono stati inclusi per completezza anche i valori del *gain*, del rumore di lettura effettivo  $RON_{\text{eff}}$  e del tempo di esposizione totale  $T_{\text{exp}}$ . La galassia NGC 0224 è stata esclusa dal campione poiché il suo contributo luminoso si estende

ben oltre le dimensioni dell'immagine e non è stato possibile estrapolare la statistica del contributo del cielo.

## 4.2 Calibrazione in flusso

Il flusso ricevuto da una stella dipende dall'apparato strumentale utilizzato, per cui le misure fotometriche ottenute con una determinata strumentazione non sono direttamente confrontabili con quelle ricavate da altri osservatori che hanno usato una strumentazione diversa. Quindi, le misure necessitano di una opportuna calibrazione che permetta di esprimerle in un sistema fotometrico di riferimento comune a tutti gli osservatori, detto sistema fotometrico standard.

Si definisce sistema fotometrico un insieme di filtri caratterizzati da una curva di trasmissione, uno spessore ottico, una trasmissione complessiva e una lunghezza d'onda dominante. Inoltre, in base alla larghezza dell'intervallo di lunghezza d'onda coperto, i filtri possono essere a banda larga ( $\Delta\lambda > 300 \text{ \AA}$ ), a banda intermedia ( $50 \text{ \AA} < \Delta\lambda < 300 \text{ \AA}$ ) o a banda stretta ( $\Delta\lambda \sim 10 \text{ \AA}$ ). Uno dei primi sistemi fotometrici diventato standard, ovvero di ampio utilizzo, è il sistema di Johnson-Morgan. Questi utilizza i filtri a banda larga UBV che si estendono nelle regioni ultravioletto, blu e visuale dello spettro elettromagnetico, rispettivamente. Successivamente, sono stati aggiunti i filtri R e I, che coprono intervalli di lunghezza d'onda nel rosso e nel vicino infrarosso. Al sistema fotometrico standard è associato un catalogo di stelle standard, ben distribuite in cielo e che coprono un ampio intervallo di colore, per le quali si hanno delle misure accurate di magnitudine. Oggi esistono più di 200 sistemi standardizzati tra cui quelli di nostro interesse, ovvero:

- il sistema fotometrico della *Sloan Digital Sky Survey* (SDSS) avente i filtri ugriz;
- il sistema fotometrico della *Panoramic Survey Telescope And Rapid Response System* (Pan-STARRS) che utilizza i filtri ugriz della SDSS più un altro filtro y.

Sebbene le immagini siano state acquisite utilizzando dei filtri appositamente disegnati per riprodurre quelli di un sistema standard, nel nostro caso quelli della SDSS, il sistema osservativo nel suo complesso è sempre diverso da quello standard. Infatti, il segnale raccolto dipende da almeno sei differenti termini:

$$S = F(\lambda)[1 - \epsilon]R(\lambda)A(\lambda)K(\lambda)Q(\lambda) , \quad (4.2)$$



dove  $F(\lambda)$  è il flusso entrante,  $\epsilon$  è la frazione di specchio oscurato,  $R(\lambda)$  è la riflettività dello specchio,  $A(\lambda)$  è l'assorbimento atmosferico,  $K(\lambda)$  è la curva di trasmissione del filtro e  $Q(\lambda)$  è l'efficienza quantica del rivelatore.

La formula di Pogson esprime la relazione tra la differenza di magnitudini e il rapporto dei flussi di due sorgenti luminose:

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log\left(\frac{F_1}{F_2}\right). \quad (4.3)$$

L'Equazione 4.3 definisce, di fatto, la scala delle magnitudini secondo la quale due sorgenti che differiscono di 5 magnitudini devono avere un rapporto  $F_1/F_2$  pari a 100, indipendentemente dall'apparato strumentale. In generale, quando si vuole misurare la magnitudine apparente di una sorgente luminosa, noto il suo flusso, si ricorre alla seguente espressione:

$$m = -2.5 \log(F) + Z_{\text{cal}} = \quad (4.4)$$

$$= m'_{\text{inst}} + Z_{\text{cal}}, \quad (4.5)$$

dove  $F$  è il flusso e  $Z_{\text{cal}}$  è il punto zero di calibrazione che permette di trasformare la magnitudine strumentale  $m'_{\text{inst}}$  nella magnitudine del sistema fotometrico standard  $m$ . Può essere opportuno ri-scalare la magnitudine strumentale ad un tempo di esposizione di riferimento, diciamo 1 secondo, in modo tale da poter confrontare le misure ottenute da immagini prese con tempi di esposizioni diversi. Tenendo conto anche di ciò l'Equazione 4.4 allora diventa:

$$m = -2.5 \log(F) + 2.5 \log(T_{\text{exp}}) + Z_{\text{cal}} = \quad (4.6)$$

$$= -2.5 \log\left(\frac{F}{T_{\text{exp}}}\right) + Z_{\text{cal}} = \quad (4.7)$$

$$= m_{\text{inst}} + Z_{\text{cal}}, \quad (4.8)$$

dove  $T_{\text{exp}}$  è il tempo di esposizione dell'immagine e  $m_{\text{inst}}$  è la nuova definizione di magnitudine strumentale.

Il calcolo del punto zero è immediato se si conoscono le magnitudini calibrate delle stelle standard e il loro flusso misurato dal nostro sistema in una sola banda fotometrica. Inoltre, la procedura di calibrazione è semplificata se le stelle si trovano nello stesso campo di vista del *target*. Infatti, in tal caso si sfrutta il metodo della fotometria relativa che ha il vantaggio principale di poter trascurare gli effetti connessi alla trasparenza del cielo e all'estinzione atmosferica.

Per una calibrazione migliore si dovrebbe tener conto anche della correzione per indice di colore. In questo caso bisogna disporre di immagini di stelle

standard acquisite con almeno due filtri. Supponendo di avere immagini nelle due bande fotometriche  $g$  e  $r$ , le relazioni lineari che tengono conto anche del colore della sorgente sono:

$$g_{\text{cal}} - g_{\text{inst}} = A_g + B_g(g - r)_{\text{cal}} , \quad (4.9)$$

$$r_{\text{cal}} - r_{\text{inst}} = A_r + B_r(g - r)_{\text{cal}} , \quad (4.10)$$

dove  $g_{\text{cal}}$  è la magnitudine in banda  $g$  nel sistema di riferimento standard, mentre  $A_g$  e  $B_g$  sono l'intercetta e il coefficiente angolare (o termine di colore) della retta in banda  $g$ . Analogamente,  $r_{\text{cal}}$ ,  $A_r$  e  $B_r$  per la banda  $r$ . A questo punto, note le differenze  $g_{\text{cal}} - g_{\text{inst}}$  in banda  $g$  ( $r_{\text{cal}} - r_{\text{inst}}$  in banda  $r$ ) e  $(g - r)_{\text{cal}}$  per ogni stella di calibrazione è possibile ricavare i coefficienti  $A$  e  $B$ , per ciascun filtro, grazie al metodo dei minimi quadrati. Più stelle standard si hanno, migliore sarà il risultato della calibrazione, soprattutto se vi è una forte dipendenza dall'indice di colore. Una volta ottenuti i coefficienti di calibrazione si possono ricavare le magnitudini degli oggetti che si vogliono studiare ammesso che si possa riscrivere l'indice di colore calibrato in funzione delle magnitudini strumentali. Risolvendo, quindi, il sistema di due equazioni in due incognite si ottengono le seguenti espressioni:

$$g_{\text{cal}} = g_{\text{inst}} + A_g + B_g \left( \frac{(g - r)_{\text{inst}} + A_g - A_r}{1 - B_g + B_r} \right) , \quad (4.11)$$

$$r_{\text{cal}} = r_{\text{inst}} + A_r + B_r \left( \frac{(g - r)_{\text{inst}} + A_g - A_r}{1 - B_g + B_r} \right) . \quad (4.12)$$

Quindi, riassumendo, i passaggi della procedura di calibrazione sono:

1. ottenere le magnitudini delle stelle di calibrazione dal catalogo del sistema di riferimento;
2. ricavare le magnitudini strumentali delle stesse stelle tramite la fotometria di apertura;
3. definire la relazione tra le magnitudini calibrate e strumentali e calcolare i coefficienti di calibrazione;
4. applicare la correzione agli oggetti tramite le relazioni e i coefficienti di calibrazione definiti al punto sopra.

### 4.2.1 Catalogo di Pan-STARRS1

Il sistema fotometrico di riferimento utilizzato in questo lavoro per calibrare le nostre misure è quello di Pan-STARRS1. Questa scelta è giustificata da due

motivi: 1) la  $3\pi$  *sky survey* Pan-STARRS1 (PS1) copre 3/4 del cielo visibile dalle Hawaii in cui è compreso l'intero campione di galassie osservate per questo lavoro; 2) il catalogo PS1 dispone di un elevato numero di stelle con misure accurate di magnitudine nelle bande fotometriche di nostro interesse.

Pan-STARRS è un sistema di *imaging* astronomico a grande campo sviluppato e gestito dall'Istituto per l'Astronomia all'Università delle Hawaii. Il progetto globale di Pan-STARRS consiste nell'effettuare una serie di *survey* (cominciate nel Maggio del 2010) con lo scopo finale di realizzare un *database* astronomico pubblico. Pan-STARRS1 è la prima *survey* ad essere stata completata ed è alla base della *Data Release 1* (DR1). I dati ottenuti sono archiviati allo *Space Telescope Science Institute* (STScI) in Baltimora, Maryland, e sono accessibili attraverso il *Mikulski Archive for Space Telescopes* - MAST. Per le osservazioni di questa prima *survey* è stato utilizzato un telescopio da 1.8 m, situato sulla sommità di Haleakala sull'isola di Maui nelle Hawaii, in combinazione con la camera 1.4 Gigapixel. Il campo di vista è di  $7^\circ \times 7^\circ$  e sono state acquisite immagini nei cinque diversi filtri a banda larga grizy<sub>P1</sub> dell'intero cielo Nord (declinazione limite  $\delta = -30^\circ$ ).

Sebbene il sistema fotometrico di Pan-STARRS abbia molto in comune con altri sistemi usati in *survey* precedenti, come il sistema ugriz della SDSS, ci sono delle differenze importanti, perciò i filtri sono etichettati con il pedice P1 (Chambers et al. 2016). Il filtro g<sub>P1</sub> si estende 20 nm in più verso il rosso rispetto al filtro g della SDSS con l'intento di fornire maggiore risposta e precisione nelle misure dei *redshift* fotometrici. La forte emissione del cielo a 5577 Å dell'[O I] cade al limite del filtro ma solo all'1% di trasmissione. Il filtro z<sub>P1</sub> ha un ripido e ben definito *cut-off* a 992 nm, al contrario del filtro z della SDSS che non ha un *cut-off* nel rosso e dove la risposta è definita dalla sensibilità del *detector*. I filtri r<sub>P1</sub> e i<sub>P1</sub> sono molto simili ai corrispettivi della SDSS e le differenze di colore tra i due sistemi di magnitudini sono piccole. Per il filtro y<sub>P1</sub> non c'è una corrispondenza nella *Sloan*. Una descrizione più dettagliata del sistema fotometrico di Pan-STARRS è data da Tonry et al. (2012).

In questa parte del lavoro si vuole creare un primo catalogo, che chiameremo CAT1, con le magnitudini in banda g<sub>P1</sub> e r<sub>P1</sub> delle stelle che utilizzeremo per la calibrazione in flusso delle nostre misure. A tale scopo, è stato utilizzato l'*Image Cutout Server*<sup>1</sup> dell'archivio di Pan-STARRS. Una semplice interfaccia utente fornisce l'accesso alle immagini processate di Pan-STARRS. Le immagini della  $3\pi$  *sky survey* nei 5 filtri sono state combinate (*stack images*) per ciascun filtro e anche tra filtri diversi per realizzare immagini a falsi colori.

---

<sup>1</sup>L'*Image Cutout Server* è disponibile all'indirizzo <http://ps1images.stsci.edu/cgi-bin/ps1cutouts>.

Le immagini possono essere estratte tramite una ricerca per ascensione retta e declinazione o per nome dell'oggetto. L'interfaccia permette di caricare il catalogo PS1 direttamente sull'immagine, marcandone gli oggetti presenti, e interattivamente è possibile consultare i dati disponibili relativi all'oggetto selezionato. Per creare il nostro catalogo sono state selezionate più di 20 stelle di calibrazione sull'immagine del nostro *target*, entro un raggio massimo di 18 arcmin ( $\sim 0.3$  gradi), e sono stati salvati i dati riguardanti le magnitudini, e i rispettivi errori, nelle bande  $g_{P1}$  e  $r_{P1}$  ottenute tramite la fotometria di apertura. Per ogni stella presente nel catalogo CAT1 da noi creato vi sono associati un numero sequenziale identificativo, le magnitudini nelle due bande e i relativi errori.

### 4.2.2 Misura delle magnitudini strumentali

Per ricavare i flussi delle stelle di calibrazione si è deciso di applicare il metodo della fotometria di apertura. La fotometria di apertura permette di ottenere delle misure di flusso accurate quando si lavora con immagini di campi stellari non affollati. A tale scopo si è scelto di utilizzare il *task phot* di IRAF.

Il *task phot* calcola i centri, i livelli del cielo e le magnitudini di una lista di oggetti le cui coordinate sono salvate in un *file* di testo che viene dato in *input* al programma. Gli algoritmi implementati in *phot* richiamano dei *set* di parametri (*pset*) che devono essere opportunamente impostati prima di avviare la procedura. Il primo *pset* è *datapars* che permette di definire i valori dei parametri principali della riduzione dati: la FWHM della PSF (*fwhm*), la deviazione standard del fondo cielo ( $\sigma_s$ ), il *gain* del CCD, il rumore di lettura ( $RON_{\text{eff}}$ ), il tempo di esposizione ( $T_{\text{exp}}$ ) dell'immagine e i valori di minimo e massimo accettabili per i conteggi. I livelli di minimo e massimo per i conteggi, ovvero il *datamin* e il *datamax* definiti in *datapars*, definiscono i criteri per cui si ha una "buona stella". Per il *datamin* si è scelto il valore  $(m_s - 7 \times \sigma_s)$ , mentre il *datamax* è stato fissato a 60000 ADU (il valore di saturazione elettronica della camera MDM4K è 65535 ADU). Il secondo *pset* è *centerpars* che definisce come deve essere fatto il centramento della stella per la fotometria di apertura. In questo lavoro si è scelto di centrare la stella entro un'area corrispondente a 5 volte la *fwhm*. Segue *fitskypars*, il *pset* in cui vengono definiti l'algoritmo di interpolazione del cielo, l'apertura su cui interpolare, lo spessore dell'*annulus* e il numero di interpolazioni da fare. Come algoritmo di interpolazione del cielo è stata scelta la moda, per l'apertura si è preso un *annulus* pari 5 volte la *fwhm* con spessore di 10 pixel e, infine, il numero di iterazioni per interpolare il cielo è stato impostato a 10. In ultimo, il *pset photpars* include i parametri per definire l'apertura

**Tabella 4.3:** Lista dei parametri impostati nei *pset* con i rispettivi valori associati, scritti in una forma generale valida per tutte le immagini da elaborare.

datapars		fitskypars	
<i>fwhm</i>	= <i>fwhm</i>	<i>salgori</i>	= mode
<i>sigma</i>	= $\sigma_s$	<i>annulus</i>	= $5 \times fwhm$
<i>datamin</i>	= $(m_s - 7 \times \sigma_s)$	<i>dannulus</i>	= 10
<i>datamax</i>	= 60000	<i>smaxsite</i>	= 10
<i>epadu</i>	= <i>gain</i>	photpars	
<i>readnoi</i>	= $RON_{\text{eff}}$	<i>apertur</i>	= $fwhm + 1$
<i>itime</i>	= $T_{\text{exp}}$	<i>zmag</i>	= 25
centerpars			
<i>cbox</i>	= $5 \times fwhm$		

fotometrica, qui scelta pari a  $(fwhm + 1)$ , su cui calcolare le magnitudini delle stelle. Per il calcolo delle magnitudini l'algoritmo necessita anche del valore di un punto zero arbitrario ( $Z_{\text{mag}}$ ), definito dall'utente, che verrà poi sottratto al risultato finale. Tutti questi parametri e i criteri per le loro stime sono riassunti in Tabella 4.3. I valori dei parametri principali della riduzione dati sono stati definiti nelle Sezioni precedenti e sono riportati nelle Tabelle 4.1 e 4.2.

La lista delle coordinate delle stelle di calibrazione di cui si vuole misurare il flusso è stata creata manualmente. Con il comando `imexamine` in modalità interattiva, indicando con il cursore la posizione delle stelle sull'immagine, sono state estratte le coordinate in pixel. Le stelle sono state selezionate nello stesso ordine in cui si presentano in `CAT1`. Quindi, ad ogni coppia di coordinate è stato poi associato lo stesso numero identificativo, sequenziale, per avere una corrispondenza univoca e semplice tra `CAT1` e il catalogo che verrà creato per le magnitudini strumentali. L'*output* di `phot` consiste in un *file* di testo che riporta diversi valori tra cui: l'identificativo della stella, le sue coordinate, la media per pixel ( $m_{\text{sky}}$ ) e la deviazione standard ( $\sigma_{\text{sky}}$ ) del livello del cielo, il numero di *pixel* su cui è stato calcolato il contributo del cielo ( $n_{\text{sky}}$ ), il numero totale di conteggi nell'apertura ( $S$ ) inclusi quelli del cielo, l'area dell'apertura ( $A$ ), il flusso della stella ( $F$ ), la magnitudine ( $m_{\text{ph}}$ ), l'errore sulla magnitudine ( $\sigma_{m_{\text{ph}}}$ ) e un *flag* di controllo per verificare che la misura sia corretta. Da questo *file* di testo sarà estratto un catalogo delle magnitudini strumentali per ciascuna banda fotometrica.

Per ottenere il flusso della stella, nella corona circolare vengono misurati i conteggi medi per pixel del contributo del cielo, poi moltiplicati per il

numero di pixel all'interno dell'apertura, e, infine, sottratti al numero totale di conteggi all'interno della stessa apertura. Matematicamente, il flusso netto della sorgente è:

$$F = S - A \cdot m_{\text{sky}} . \quad (4.13)$$

Ottenuto il flusso  $F$  e noto il tempo di esposizione  $T_{\text{exp}}$  si ricava la magnitudine strumentale come in Equazione 4.6, ma con il punto zero arbitrario definito prima in `photpars`:

$$m_{\text{ph}} = -2.5 \log\left(\frac{F}{T_{\text{exp}}}\right) + Z_{\text{mag}} , \quad (4.14)$$

L'errore sulla magnitudine è derivato dalla formula di propagazione degli errori e risulta essere:

$$\sigma_{m_{\text{ph}}} = \frac{1.0857}{F} \sqrt{\frac{F}{\text{gain}} + A \cdot \sigma_{\text{sky}}^2 + \frac{A^2 \cdot \sigma_{\text{sky}}^2}{n_{\text{sky}}}} . \quad (4.15)$$

Una volta ottenuti con il `task phot` i risultati della fotometria di apertura sia per la banda `g` che per la banda `r` è possibile creare e unire i due cataloghi delle magnitudini strumentali, con i relativi errori, in un altro catalogo che chiameremo `CAT2`. Quello che si vuole ottenere, infine, è un unico catalogo che contenga sia le magnitudini strumentali che quelle misurate da Pan-STARSS in entrambe le bande disponibili. Quindi, viene fatto un *merge* dei cataloghi `CAT1` e `CAT2` al fine di ottenere il catalogo finale desiderato e dal quale vengono eliminate le stelle misurate male<sup>2</sup>.

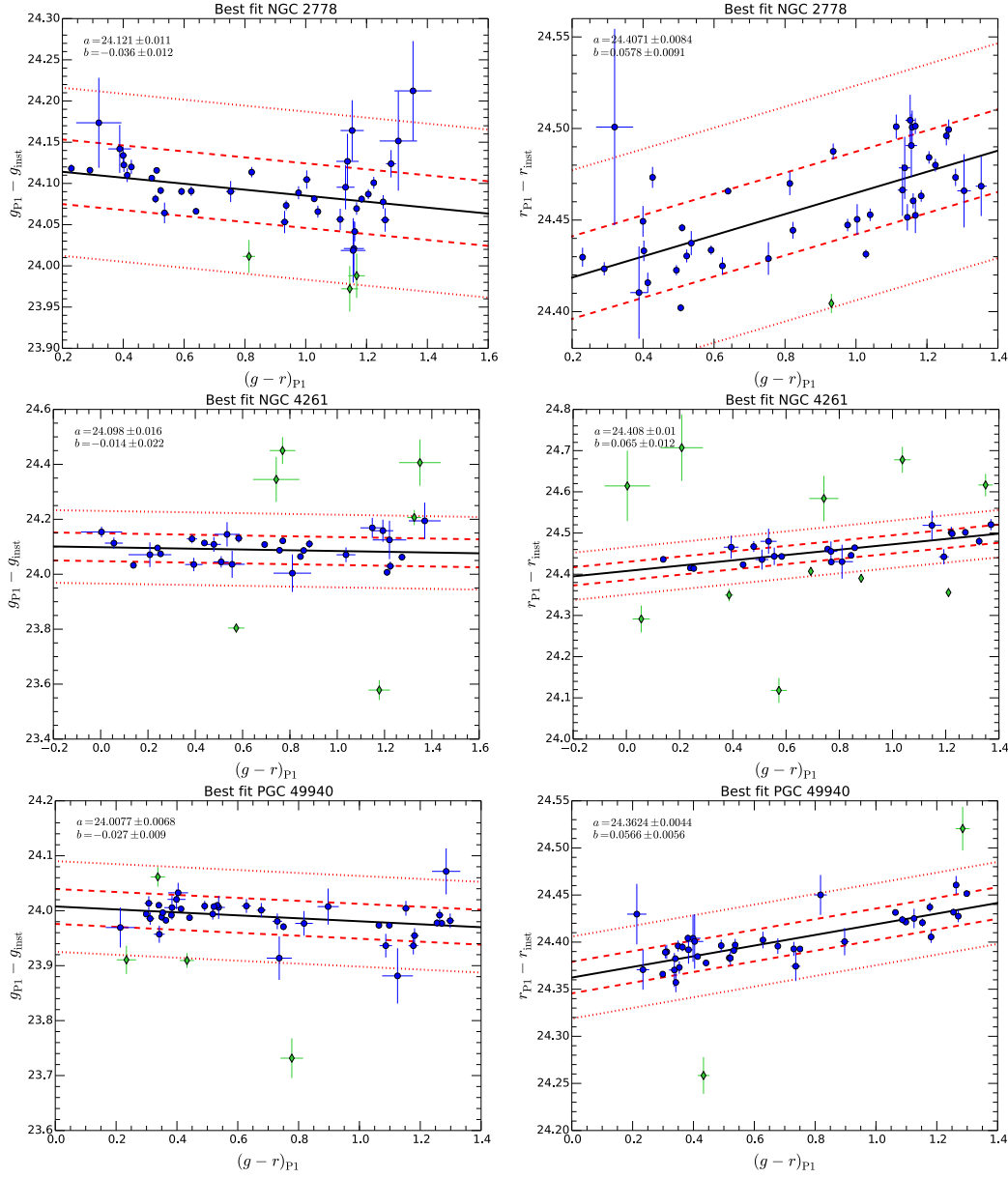
### 4.2.3 Calcolo dei coefficienti di calibrazione

A questo punto, con il catalogo finale è possibile procedere con il calcolo dei coefficienti di calibrazione. Questi sono stati calcolati tramite il programma `lts_linefit`<sup>3</sup> scritto in PYTHON e sviluppato da Michele Cappellari.

Il programma implementa il metodo presentato da Cappellari et al. (2013) per realizzare un robusto *fit* lineare di dati che hanno errori in entrambe le variabili, che presentano molti *outliers* e che hanno uno *scatter intrinseco* non noto. Il codice combina la tecnica del *Least Trimmed Squares* (LTS), proposto da Simpson (1997) e migliorato da Rousseeuw e Van Driessen (2006), con un algoritmo di interpolazione basato sui minimi quadrati che tiene conto dello *scatter intrinseco* e degli errori in tutte le coordinate. Questo metodo converge alla soluzione corretta anche in presenza di un gran numero di *outliers*.

<sup>2</sup>Per stelle misurate male si intendono quelle per cui il `task phot` ha restituito una misura della magnitudine non corretta, segnalata con un opportuno *flag* di controllo.

<sup>3</sup>Il codice è reperibile *online* all'indirizzo <http://www-astro.physics.ox.ac.uk/~mxc/software/>



**Figura 4.1:** Miglior *fit* dei dati per il calcolo dei coefficienti di calibrazione relativi alle galassie NGC 2778 (in alto), NGC 4261 (al centro), PGC 49940 (in basso) nelle bande g (a sinistra) e r (a destra). I cerchi pieni blu, con le barre di errore in entrambi gli assi, indicano i dati utilizzati per l'interpolazione della retta, mentre i rombi pieni verdi sono gli *outliers* automaticamente esclusi dal *fit* perché deviano più del valore di  $\sigma - clip$  scelto pari a 2.6. La retta continua nera rappresenta il miglior *fit*, le rette rosse indicano le distanze di  $1\sigma$  (68%, tratto lungo) e  $2.6\sigma$  (99%, tratto corto) nella direzione y. In entrambi i filtri i coefficienti angolari delle rette sono molto piccoli, ciò vuole dire che non c'è molta dipendenza dall'indice di colore.



Il coefficienti che si vogliono ricavare sono quelli delle rette in Equazione 4.9 e 4.10, che possiamo riscrivere adattandole al nostro caso:

$$g_{P1} - g_{inst} = A_g + B_g(g - r)_{P1} , \quad (4.16)$$

$$r_{P1} - r_{inst} = A_r + B_r(g - r)_{P1} , \quad (4.17)$$

dove l'indice di colore di PS1 rappresenta la coordinata  $x$ , mentre la differenza tra la magnitudine di PS1 e quella strumentale rappresenta la coordinata  $y$ . Gli errori  $\Delta x$  e  $\Delta y$  sono dati dalla somma in quadratura degli errori sulle singole misure. La *calling squence* del programma richiede i vettori delle coordinate  $(x, y)$  e dei rispettivi errori  $(\Delta x, \Delta y)$  che si ottengono direttamente dal nostro catalogo finale. In *output* vengono restituiti i valori dei coefficienti  $A$  e  $B$  con i rispettivi errori  $\Delta A$  e  $\Delta B$ . In Figura 4.1 sono mostrati alcuni esempi dei risultati della regressione lineare trovati per le equazioni di calibrazione nei due filtri. Come si può vedere, la dipendenza dall'indice di colore non è molto forte.

#### 4.2.4 Misura delle magnitudini calibrate

Ora, noti i coefficienti di calibrazione è possibile ricavare le magnitudini calibrate dei nostri *target* applicando le formule delle Equazioni 4.11 e 4.12 e utilizzando per la magnitudine strumentale la definizione in Equazione 4.8. Tutto sarebbe corretto se i nostri *target* fossero oggetti puntiformi, ma le galassie sono sorgenti estese.

Per ciascun punto di una sorgente luminosa estesa si definisce la brillantezza superficiale (SB - *Surface Brightness*) come segue:

$$I = \frac{F}{\Omega} , \quad (4.18)$$

ovvero, flusso per unità di angolo solido. La brillantezza superficiale  $I$  è misurata in unità lineari, ad esempio,  $L_{\odot} \text{ pc}^{-2}$ . Invece, se la si volesse esprimere in unità di  $\text{mag arcsec}^{-2}$  bisogna usare la seguente formula:

$$\mu = -2.5 \log(I) + Z_{\mu} , \quad (4.19)$$

dove  $Z_{\mu}$  è il punto zero di calibrazione. A partire da questa espressione, ri-scalando già per il tempo di esposizione e tenendo conto anche della scala del CCD  $s$ , possiamo definire la brillantezza superficiale strumentale in unità di magnitudine come:

$$\mu_{inst} = -2.5 \log\left(\frac{I}{T_{exp}}\right) + 2.5 \log(s^2) . \quad (4.20)$$

Per le sorgenti estese si ottiene quindi l'espressione:

$$\mu = \mu_{\text{inst}} + Z_{\mu} , \quad (4.21)$$

analoga a quella in Equazione 4.8.

A questo punto, è valido il ragionamento fatto in precedenza per il calcolo del punto zero e anche del termine di colore, basta solo riadattare le relazioni di calibrazione:

$$\mu_{\text{gP1}} = \mu_{\text{ginst}} + A_{\text{g}} + B_{\text{g}} \left( \frac{(\mu_{\text{g}} - \mu_{\text{r}})_{\text{inst}} + A_{\text{g}} - A_{\text{r}}}{1 - B_{\text{g}} + B_{\text{r}}} \right) , \quad (4.22)$$

$$\mu_{\text{rP1}} = \mu_{\text{rinst}} + A_{\text{r}} + B_{\text{r}} \left( \frac{(\mu_{\text{g}} - \mu_{\text{r}})_{\text{inst}} + A_{\text{g}} - A_{\text{r}}}{1 - B_{\text{g}} + B_{\text{r}}} \right) . \quad (4.23)$$

L'unico ingrediente che manca è la brillantezza superficiale  $I$  della galassia la cui misura è argomento della Sezione 4.4.

### 4.3 Sottrazione del cielo

Prima di passare all'analisi successiva, bisogna sottrarre alle immagini il contributo medio del cielo. Per fare ciò è stato utilizzato il *task* `imarith` di IRAF che realizza operazioni aritmetiche sulle immagini.

La stringa di comando è scritta nella forma:

```
imarith operando1 operatore operando2 risultato
```

Nel nostro caso, il primo operando è l'immagine della galassia a cui vogliamo sottrarre il contributo del cielo, l'operatore corrisponde alla sottrazione aritmetica, il secondo operando è un valore costante e il risultato è l'immagine di *output*. Quindi, la stringa di comando sarà della forma:

```
imarith input_ima.fits - valore output_ima.fits
```

Il valore costante può essere un numero intero o reale. In questo lavoro si è preso come valore costante del contributo del cielo il valor medio  $m_s$ , che è stato definito nella Sezione 4.1 ed è riportato nelle Tabelle 4.1 e 4.2. L'algoritmo sottrae ad ogni *pixel* dell'immagine il valore di  $m_s$  misurato in ADU e restituisce l'immagine sottratta.

## 4.4 Decomposizione fotometrica con GASP2D

In questo lavoro si è deciso di ricavare i parametri strutturali delle galassie, tra cui la brillantezza superficiale, mediante l'utilizzo del programma di decomposizione fotometrica chiamato *Galaxy Surface Photometry 2 Dimensional Decomposition* - GASP2D, scritto in IDL e sviluppato da Méndez-Abreu et al. (2014, 2008)

Il codice, come altri programmi di decomposizione fotometrica quali GIM2D (Simard 1998) e GASPHOT (Pignatelli, Fasano e Cassata 2006), funziona in modo perlopiù automatico al fine di migliorarne l'efficienza quando si lavora con un gran numero di galassie. Inoltre, come GALFIT (Peng et al. 2002) e BUDDA (de Souza, Gadotti e dos Anjos 2004), sfrutta l'algoritmo di Levenberg-Marquardt per interpolare la distribuzione di brillantezza superficiale bidimensionale della galassia. Questo metodo di regressione iterativa, che risolve problemi non lineari multivariabili, ha il vantaggio di ridurre il tempo computazionale necessario ad ottenere una stima robusta e affidabile dei parametri strutturali della galassia. L'assunzione principale alla base di GASP2D è che la distribuzione di brillantezza superficiale sia data dalla somma dei contributi delle componenti di una galassia, ad esempio di sferoide e disco. Inoltre, si assume che queste componenti siano caratterizzate da isofote concentriche ed ellittiche con ellitticità  $\epsilon$  e angoli di posizione  $PA$  costanti.

Introduciamo un sistema di riferimento cartesiano avente coordinate  $(\xi, \eta, \zeta)$  e origine degli assi nel centro della galassia. L'asse  $\xi$  è parallelo alla direzione dell'ascensione retta e punta verso Ovest, mentre l'asse  $\eta$  è parallelo alla direzione della declinazione e punta verso il Nord. Invece, l'asse  $\zeta$  è orientato parallelamente alla direzione della linea di vista e punta verso l'osservatore. Il piano del cielo, in tal modo, risulta confinato nel piano  $(\xi, \eta)$ .

Per descrivere la brillantezza superficiale dello sferoide si adotta la legge di Sérsic (1998), che è stata ampiamente utilizzata in letteratura e rappresenta una generalizzazione della legge di de Vaucouleurs (1948). Il profilo di Sérsic è espresso dalla seguente formula:

$$I_b(\xi, \eta) = I_e 10^{-b_n \left[ \left( \frac{r_b}{r_e} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]}, \quad (4.24)$$

dove  $r_e$  e  $I_e$  sono il raggio efficace (o di metà luce) e la brillantezza superficiale a  $r_e$ , mentre  $n$  è il parametro di forma che descrive la curvatura del profilo di brillantezza. Il valore di  $b_n$ , invece, è accoppiato al parametro di forma in modo tale che metà della luminosità totale del *bulge* sia entro  $r_e$ . Esistono diverse approssimazioni del coefficiente  $b_n$  una delle quali è  $b_n = 0.868n - 0.142$  (Caon, Capaccioli e D'Onofrio 1993). Le isofote dello sferoide sono ellissi centrate

in  $(\xi_0, \eta_0)$  con angolo di posizione  $PA_b$  ed ellitticità  $\epsilon_b = 1 - q_b$ <sup>4</sup> costanti. Il raggio  $r_b$  è dato da:

$$r_b = \left[ (-(\xi - \xi_0) \sin PA_b + (\eta - \eta_0) \cos PA_b)^2 - ((\xi - \xi_0) \cos PA_b + (\eta - \eta_0) \sin PA_b)^2 / q_b^2 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (4.25)$$

Per interpolare il profilo di brillantezza superficiale del disco si usa la legge esponenziale (Freeman, 1970) espressa come segue:

$$I_d(\xi, \eta) = I_0 e^{-\frac{r_d}{h}}, \quad (4.26)$$

dove  $I_0$  e  $h$  sono la brillantezza superficiale centrale e il raggio di scala del disco. Le isofote del disco sono ellissi centrate in  $(\xi_0, \eta_0)$  con angolo di posizione  $PA_d$  ed ellitticità  $\epsilon_d = 1 - q_d$  costanti. L'inclinazione del disco è  $i = \arccos q_d$ . Il raggio  $r_d$  è dato da:

$$r_d = \left[ (-(\xi - \xi_0) \sin PA_d + (\eta - \eta_0) \cos PA_d)^2 - ((\xi - \xi_0) \cos PA_d + (\eta - \eta_0) \sin PA_d)^2 / q_d^2 \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (4.27)$$

Supponiamo, per semplicità, che la galassia da analizzare abbia solo le componenti di sferoide e di disco. Per determinare le coordinate  $(\xi_0, \eta_0)$  del centro della galassia e i parametri fotometrici del *bulge* ( $I_e, r_e, n, PA_b, q_b$ ) e del disco ( $I_0, h, PA_d, q_d$ ) si interpola iterativamente un modello di brillantezza superficiale  $I_m(\xi, \eta) = I_b(\xi, \eta) + I_d(\xi, \eta)$  sui dati osservati utilizzando il metodo dei minimi quadrati non lineari basato sull'algoritmo di Levenberg-Marquardt (si veda Press et al. 1996) implementato da Moré, Garbow e Hillstom (1980). Per ogni *pixel*  $(\xi, \eta)$  i conteggi dei fotoni della galassia osservata  $I_g(\xi, \eta)$  vengono confrontati con quelli predetti dal modello  $I_m(\xi, \eta)$ . Ciascun *pixel* è pesato in accordo con la varianza dei conteggi totali dei fotoni osservati dovuti al contributo sia della galassia  $I_g(\xi, \eta)$  che del cielo  $I_s(\xi, \eta)$ . Inoltre, si tiene conto anche della limitazione nel conteggio di fotoni connessa al rumore di lettura del rivelatore. Quindi, il  $\chi^2$  da determinare può essere scritto come

$$\chi^2 = \sum_{\xi=1}^N \sum_{\eta=1}^M \frac{[I_m(\xi, \eta) - I_g(\xi, \eta)]^2}{I_g(\xi, \eta) + I_s(\xi, \eta) + RON^2}, \quad (4.28)$$

dove  $\xi$  e  $\eta$  variano sull'intera area di  $N \times M$   $\text{pixel}^2$  dell'immagine. Nel codice sono implementate due diverse funzioni peso per calcolare il  $\chi^2$ : una è

---

<sup>4</sup>Il parametro  $q_b$  è il rapporto assiale della galassia, ovvero il rapporto tra il semiasse minore e maggiore dell'ellisse, ovvero  $b/a$ .

connessa all'errore Poissoniano, l'altra è una costante. In questo lavoro si è deciso di utilizzare la prima in accordo con la scelta di Méndez-Abreu et al. (2008).

Immagini prese con telescopi da terra sono affette dal *seeing*, che diffonde la luce degli oggetti e produce una perdita di risoluzione spaziale. Questo effetto è cruciale nelle regioni centrali della galassie, dove la pendenza del profilo radiale di brillantezza superficiale è più ripida. Dal momento che il contributo del *bulge* domina a piccoli raggi nel profilo di brillantezza superficiale, il *seeing* influenzerà maggiormente i parametri strutturali di questa componente. Durante la procedura di interpolazione, per tenere conto degli effetti della turbolenza atmosferica, il modello è convoluto con una PSF prima del calcolo del  $\chi^2$ . La forma della PSF può essere riprodotta con una funzione gaussiana, con una funzione di Moffat definita dal parametro  $\beta$  o con l'immagine di una stella appositamente costruita durante l'analisi fotometrica. Nel nostro caso si è deciso di utilizzare una funzione di Moffat concordemente alle scelte precedenti.

Uno dei vantaggi principali di GASP2D è che l'algoritmo può calcolarsi automaticamente i valori di *guess* dei parametri strutturali, con cui inizializzare la procedura di minimizzazione, grazie all'utilizzo del *task ellipse* di IRAF. I valori di *guess* possono anche essere inseriti manualmente in un opportuno *file* da dare in *input* al programma. Una volta definiti questi valori e lasciando tutti i parametri variabili, il metodo converge quando il  $\chi^2$  ha un minimo, non locale, e le sue variazioni relative tra un'iterazione e l'altra sono minori di  $10^{-7}$ . A questo punto, il modello della distribuzione della brillantezza superficiale della galassia viene costruito utilizzando i parametri trovati. Questo modello viene poi convoluto con la PSF e sottratto all'immagine osservata per ottenere l'immagine dei residui. Il programma ha anche la possibilità di mascherare delle regioni dell'immagine che possono influenzare il profilo di brillantezza e quindi anche il calcolo dei parametri strutturali della galassia. Queste regioni comprendono strutture come bracci di spirale, o bande di polvere o stelle di campo.

#### 4.4.1 Misura delle isofote

Per la stima dei valori iniziali dei parametri strutturali della galassia e per creare le maschere si ricorre al *task ellipse* di IRAF. Questo *task* permette di interpolare sulla galassia osservata delle isofote ellittiche, specificandone i parametri geometrici nel *task geompar* e i parametri di controllo dell'algoritmo nel *task controlpar*.

L'immagine bidimensionale, a cui è stato sottratto il contributo del cielo, viene letta dal programma che produce come *output* principale una tabella

contenente più di 40 colonne a cui corrispondono i parametri di ciascuna isofota interpolata. L'immagine viene misurata attraverso un metodo iterativo descritto da Jedrzejewski (1987). Il processo di interpolazione può essere monitorato a schermo e in modalità interattiva. Ciascuna isofota viene interpolata ad una lunghezza del semiasse maggiore fissa e predefinita. L'algoritmo comincia da una prima isofota ellittica di *guess* definita dai valori approssimativi del semiasse maggiore  $a_0$ , delle coordinate del centro  $(\xi_0, \eta_0)$ , dell'ellitticità  $\epsilon_0$  e dell'angolo di posizione  $PA_0$ . La stima delle coordinate del centro della galassia è stata fatta tramite il *task imexamine* di IRAF, mentre per le stime iniziali di ellitticità e angolo di posizione si è fatto riferimento ai valori riportati in letteratura. Tutti questi valori di *guess* vengono impostati nel *task geompar*. Usando le stime iniziali, l'immagine viene campionata lungo percorsi ellittici producendo una distribuzione di densità mono-dimensionale che è funzione dell'angolo di posizione. Nel *task controlpar*, è possibile definire il numero minimo e massimo di iterazioni per il calcolo di ciascuna isofota e di scegliere se mantenere fissi o variabili i valori delle coordinate del centro, dell'ellitticità e dell'angolo di posizione. All'inizio della procedura di costruzione delle isofote ellittiche vengono mascherate tutte le sorgenti di luce che non dipendono dalla galassia, ma anche quelle regioni della galassia che non seguono l'andamento di brillantezza superficiale dettato dallo sferoide e dal disco. Una volta ottenuto il miglior *fit*, l'algoritmo misura l'intensità integrata e il numero di *pixel* non mascherati all'interno dell'isofota ellittica e dentro un cerchio avente lo stesso centro e un raggio pari alla lunghezza del semiasse maggiore. Conclusa l'interpolazione per un'ellisse corrispondente ad un dato valore del semiasse maggiore, la lunghezza di quest'ultima viene incrementata o decrementata seguendo una regola predefinita. Ad ogni passaggio, i nuovi parametri iniziali necessari per l'interpolazione dell'isofota successiva sono quelli ottenuti come risultato dell'ultima interpolazione sull'isofota avente semiasse maggiore più vicino a quello dell'ellisse ancora da campionare. Il procedimento prevede di campionare prima le regioni esterne all'ellisse di riferimento fino ad una distanza limite dal centro della galassia, poi vengono interpolate le isofote interne, fino al raggiungimento di 1 pixel di semiasse maggiore per l'isofota più centrale. La tabella e la maschera prodotte con *ellipse* vengono date come *file* di *input* a GASP2D, insieme all'immagine sottratta della galassia.

#### 4.4.2 Misura della luminosità totale del *bulge*

Con il codice GASP2D è stata analizzata solo una parte del campione di galassie. Si è deciso di iniziare ad analizzare prima il sottocampione di galassie ellittiche e lenticolari, le quali sono più semplici da decomporre avendo solo

una o due componenti (*bulge* e disco). Inoltre, si è preferito cominciare con le galassie poco estese in quanto richiedono un minor tempo computazionale per la decomposizione. Infatti, in tal caso è stato possibile ritagliare l'immagine da analizzare ad una sezione ridotta cosicché il codice, dovendo interpolare *pixel* per *pixel*, riduce drasticamente il tempo computazionale. GASP2D restituisce i parametri fotometrici del *bulge* tra cui il raggio efficace  $r_e$  in pixel, la brillantezza superficiale al raggio efficace  $I_e$  in ADU, il parametro di forma  $n$ , l'angolo di posizione  $PA_b$  e il rapporto assiale  $q_b$ . Nel caso di galassie ellittiche la componente di *bulge* coincide con la galassia stessa. Il raggio efficace e la brillantezza superficiale sono stati convertiti in unità fisiche, ovvero in arcsec e in mag arcsec<sup>-2</sup>, rispettivamente, applicando le opportune trasformazioni tramite la scala dell'immagine e il punto zero di calibrazione. Un esempio del modello di galassia costruito con GASP2D è mostrato in Figura 4.2, mentre i risultati ottenuti dalla decomposizione fotometrica sono riportati nelle Tabelle 4.4 e 4.5.

A partire dall'espressione del profilo di Sérsic, noti i parametri fotometrici, è possibile ricavare la magnitudine apparente totale del *bulge* tramite la formula:

$$m_{T,\text{bul}} = \mu_e - 2.5 \log \left( \frac{ne^{b_n}}{b_n^{2n}} \Gamma(2n) q_b \right) - 2.5 \log 2\pi r_e^2, \quad (4.29)$$

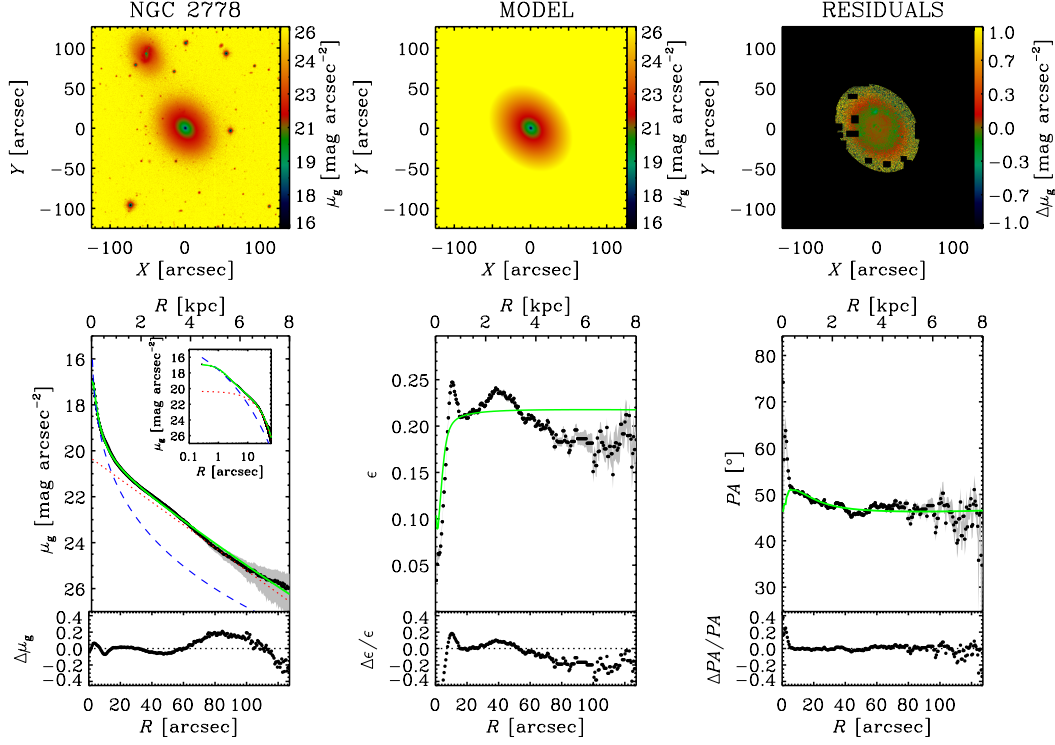
dove per  $b_n$  si è scelta l'approssimazione  $b_n = 2n - 0.324$ . Dalla magnitudine apparente si ottiene la magnitudine assoluta del *bulge* utilizzando l'espressione:

$$M_{0,\lambda} = m_{T,\text{bul}} + 5 - 5 \log(d) - A_\lambda, \quad (4.30)$$

dove  $d$  è la distanza della galassia in parsec e  $A_\lambda$  è il coefficiente di estinzione galattica nella banda fotometrica considerata. Infine, la luminosità del *bulge* risulta essere:

$$L_{\text{bul}} = 10^{0.4(M_{\odot,\lambda} - M_{0,\lambda})} L_{\odot}, \quad (4.31)$$

dove  $M_{\odot,\lambda}$  è la magnitudine assoluta del Sole nella banda considerata. Per ricavare la magnitudine apparente totale sono stati utilizzati i parametri fotometrici ottenuti con GASP2D, mentre per la magnitudine assoluta sono state utilizzate le distanze riportate in Tabella 1.1 prese dal lavoro di Läsker et al. (2014) e i coefficienti di estinzione galattica presi dal *NASA/IPAC Extragalactic Database* (NED). Le magnitudini assolute del Sole in banda g e r sono, rispettivamente,  $M_{\odot,g} = 5.12$  e  $M_{\odot,r} = 4.68$ . Le misure ottenute applicando le formule sopra sono riportate in Tabella 4.6.



**Figura 4.2:** Decomposizione fotometrica parametrica bidimensionale della galassia NGC 2778. Immagine della galassia (in alto a sinistra), del modello (in alto al centro) e dei residui (in alto a destra); profilo radiale di brillantezza superficiale (in basso a sinistra), andamento dell’ellitticità (in basso al centro) e dell’angolo di posizione (in basso a destra). Il profilo radiale di brillantezza superficiale del modello (linea verde) è dato dalla somma dei contributi dovuti alle componenti di sferoide (linea blu) e di disco (linea rossa).

#### 4.4.3 Stima degli errori

Gli errori formali ottenuti dalla procedura di minimizzazione del  $\chi^2$  non sono rappresentativi degli errori reali nei parametri strutturali (Méndez-Abreu et al. 2008). Perciò, errori più attendibili sono stati ottenuti attraverso una serie di simulazioni Monte Carlo (Méndez-Abreu et al. 2014).

Sono state generate 500 immagini di galassie con un *bulge* di Sérsic, un disco esponenziale e una barra di Ferrers. I parametri strutturali delle galassie artificiali sono stati casualmente scelti. Le immagini sono state poi analizzate con GASP2D come se fossero reali. Perciò, le condizioni iniziali per la procedura di interpolazione sono state calcolate indipendentemente



dai valori scelti per creare i modelli. Gli errori sui parametri interpolati sono stati stimati confrontando gli *input* e i valori misurati assumendo che essi fossero normalmente distribuiti. La media e la deviazione standard degli errori relativi delle galassie artificiali sono state prese come errori sistematici e statistici per le galassie osservate. Gli errori sistematici associati alla PSF e alle incertezze del fondo cielo non sono stati presi in considerazione nelle simulazioni, quindi gli errori possono essere sottostimati. L'analisi è stata fatta dividendo le galassie artificiali in intervalli di magnitudine, quindi, a seconda del valore di magnitudine della galassia osservata verrà associato il rispettivo errore dato dalla somma in quadratura dell'errore sistematico e di quello statistico.

Tabella 4.4: Risultati ottenuti dalla decomposizione fotometrica.

g-band											
Galaxy	Type	$I_e$	$\Delta I_e$	$r_e$	$\Delta r_e$	$n$	$\Delta n$	$q_b$	$\Delta q_b$	$PA_b$	$PA_b$
(1)	(2)	[ADU]	[ADU]	[pixel]	[pixel]	(7)	(8)	(9)	(10)	[degree]	[degree]
		(3)	(4)	(5)	(6)					(11)	(12)
NGC 2778	2	2055.0538	127.5457	18.1563	0.8560	4.1616	0.0948	0.7854	0.0047	51.7212	0.6733
NGC 4261	1	470.1623	2.4807	209.9904	0.5946	4.4146	0.0087	0.7971	0.0002	161.0666	0.0264
NGC 4291	1	593.1649	5.5974	86.6917	0.4803	5.5860	0.0180	0.7595	0.0003	107.7225	0.0484
NGC 4374	1	489.6401	2.5835	336.6816	0.9533	4.8306	0.0095	0.8859	0.0002	131.4075	0.0264
NGC 4473	1	806.2941	4.2543	165.2059	0.4678	4.8309	0.0095	0.5693	0.0002	95.3218	0.0264
NGC 49940	1	99.4418	2.4749	80.5325	1.2279	3.5583	0.0254	0.8350	0.0016	51.33254	0.2048

r-band											
Galaxy	Type	$I_e$	$\Delta I_e$	$r_e$	$\Delta r_e$	$n$	$\Delta n$	$q_b$	$\Delta q_b$	$PA_b$	$PA_b$
(1)	(2)	[ADU]	[ADU]	[pixel]	[pixel]	(7)	(8)	(9)	(10)	[degree]	[degree]
		(3)	(4)	(5)	(6)					(11)	(12)
NGC 2778	2	3545.2586	220.0344	17.8003	0.8392	4.0594	0.9250	0.7519	0.0047	50.9375	0.6733
NGC 4261	1	1444.0563	7.6194	172.9843	0.4898	4.1491	0.0082	0.8016	0.0002	161.3100	0.0264
NGC 4291	1	1125.1841	5.9369	68.3254	0.1935	4.8186	0.0095	0.7678	0.0002	105.8289	0.0264
NGC 4374	1	825.1481	4.3538	342.7601	0.9705	5.0293	0.0099	0.8874	0.0002	130.2905	0.0264
NGC 4473	1	1332.6257	7.0314	126.1429	0.3572	4.3483	0.0086	0.5717	0.0002	95.4406	0.0264
NGC 49940	1	264.0739	4.3824	79.7802	0.7817	3.7232	0.0190	0.8416	0.0007	52.3954	0.1067

**Note.** Col.(1): nome della galassia osservata. Col (2): classificazione morfologica ottenuta dalla decomposizione (1 - ellittica, solo profilo di Sérsic; 2 - lenticolare, disco esponenziale presente). Col.(3) e (4): brillantezza superficiale al raggio efficace ed errore associato. Col.(5) e (6): raggio efficace ed errore associato. Col.(7) e (8): parametro di forma del profilo di Sérsic ed errore associato. Col.(9) e (10): rapporto assiale della galassia ed errore associato. Col.(10) e (11): angolo di posizione della galassia ed errore associato.

**Tabella 4.5:** Risultati calibrati ottenuti dalla decomposizione fotometrica.

<b>g-band</b>						
<b>Galaxy</b>	<b>Type</b>	$r_e$	$\mu_e$	$n$	$q_b$	$PA_b$
(1)	(2)	[arcsec]	[mag arcsec <sup>-2</sup> ]	(5)	(6)	[degree]
(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		
NGC 2778	2	4.96	20.38	4.16	0.79	51.72
NGC 4261	1	57.33	22.34	4.41	0.80	161.07
NGC 4291	1	23.67	21.68	5.59	0.76	107.72
NGC 4374	1	91.91	22.32	4.83	0.89	131.41
NGC 4473	1	45.10	21.43	4.83	0.57	95.32
PGC 49940	1	21.99	23.12	3.56	0.84	51.33

<b>r-band</b>						
<b>Galaxy</b>	<b>Type</b>	$r_e$	$\mu_e$	$n$	$q_b$	$PA_b$
(1)	(2)	[arcsec]	[mag arcsec <sup>-2</sup> ]	(5)	(6)	[degree]
(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		
NGC 2778	2	4.86	19.59	4.06	0.75	50.94
NGC 4261	1	47.22	21.33	4.15	0.80	161.31
NGC 4291	1	18.65	20.51	4.82	0.77	105.83
NGC 4374	1	93.57	21.67	5.03	0.89	130.29
NGC 4473	1	34.44	20.29	4.39	0.57	95.44
PGC 49940	1	21.78	22.36	3.72	0.84	52.40

**Note.** Col.(1): nome della galassia osservata. Col (2): classificazione morfologica ottenuta dalla decomposizione (1 - ellittica, solo profilo di Sérsic; 2 - lenticolare, disco esponenziale presente). Col.(3): raggio efficace. Col.(4): brillantezza superficiale al raggio efficace. Col.(5): parametro di forma del profilo di Sérsic. Col.(6) rapporto assiale della galassia. Col.(7): angolo di posizione della galassia.

**Tabella 4.6:** Misure di luminosità del *bulge*.

g-band					
Galaxy	Type	$m_{T,b}$ [mag]	$M_{0,\lambda}$ [mag]	$L_{T,b}$ [ $10^{11}L_{\odot}$ ]	$\log(L_{bul}/L_{\odot})$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
NGC 2778	2	13.75	-18.06	0.0187	9.27
NGC 4261	1	10.35	-22.15	0.810	10.91
NGC 4291	1	11.54	-20.62	0.197	10.29
NGC 4374	1	9.15	-22.32	0.945	10.98
NGC 4473	1	10.28	-20.73	0.227	10.34
PGC 49940	1	13.28	-22.86	1.56	11.19

r-band					
Galaxy	Type	$m_{T,b}$ [mag]	$M_{0,\lambda}$ [mag]	$L_{T,b}$ [ $10^{11}L_{\odot}$ ]	$\log(L_{bul}/L_{\odot})$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
NGC 2778	2	13.07	-18.72	0.0229	9.36
NGC 4261	1	9.80	-22.68	0.881	10.94
NGC 4291	1	10.95	-21.17	0.218	10.39
NGC 4374	1	8.44	-22.99	1.17	11.07
NGC 4473	1	9.78	-21.21	0.227	10.36
PGC 49940	1	12.51	-23.56	1.98	11.30

**Note.** Col.(1): nome della galassia osservata. Col.(2): classificazione morfologica ottenuta dalla decomposizione (1 - ellittica, solo profilo di Sérsic; 2 - lenticolare, disco esponenziale presente). Col (3): magnitudine apparente totale del *bulge*. Col. (4): magnitudine assoluta corretta per estinzione galattica ottenuta utilizzando le distanze in Tabella 1.1. Col. (5): luminosità totale del *bulge*. Col. (6): valore di  $\log(L_{bul}/L_{\odot})$ .



# Capitolo 5

## Risultati e conclusioni

In questo capitolo si riporta una sintesi del lavoro svolto con un'analisi dei risultati ottenuti (Sezione 5.1), la discussione delle conclusioni e un accenno ai possibili sviluppi futuri di questo lavoro (Sezione 5.2).

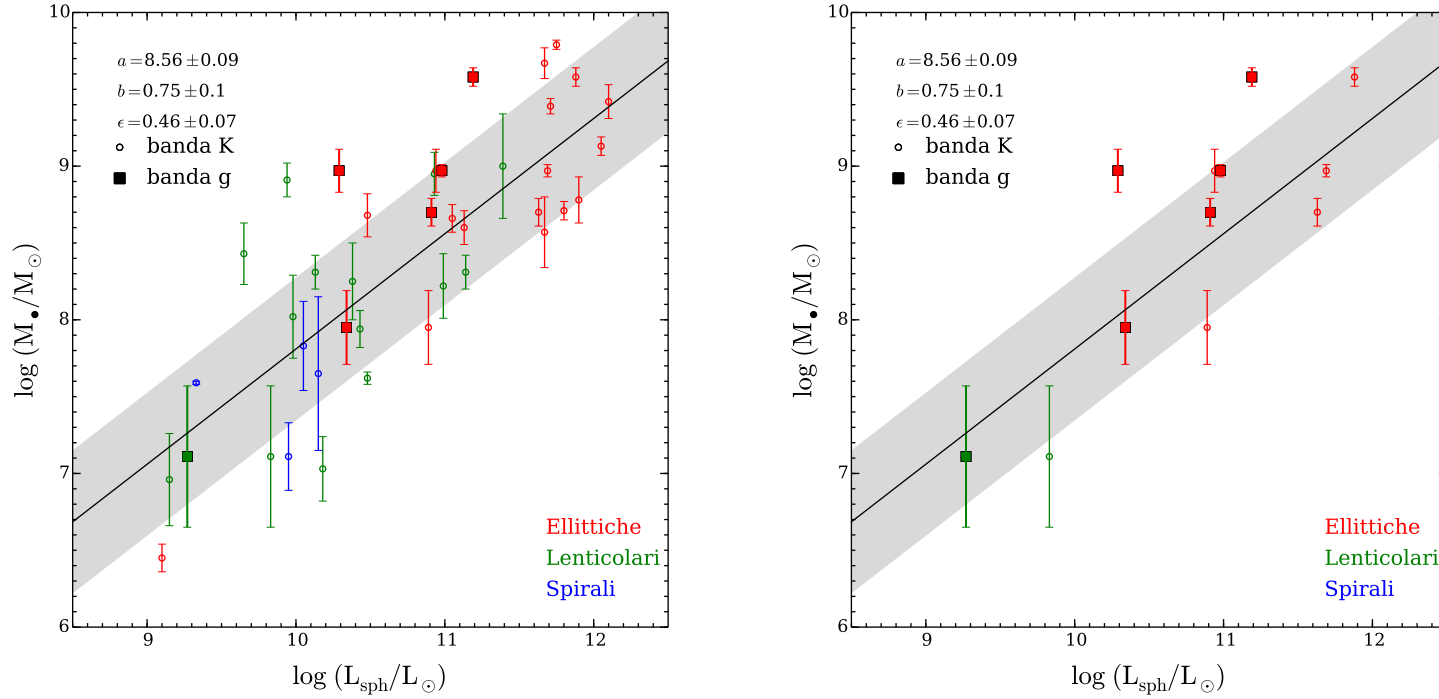
### 5.1 Sintesi e analisi dei risultati

In questo lavoro di tesi sono state analizzate circa 500 immagini di un campione di 36 galassie quiescenti osservate con i telescopi McGraw-Hill 1.3 m e Hiltner 2.4 m dell'Osservatorio del Michigan-Dartmouth-MIT (MDM) di Kitt Peak, in Arizona. I dati sono stati acquisiti per un progetto che prevedeva tre *run* di osservazione da svolgersi nei periodi di Marzo 2010, Ottobre 2010 e Marzo 2011. Durante il lavoro di tesi è stata svolta un'accurata analisi fotometrica delle immagini acquisite nelle bande *g* e *r* della SDSS.

Innanzitutto, grazie ad un'ispezione visiva di tutte le immagini è stata effettuata una prima selezione dei dati da elaborare. Successivamente, è stata eseguita la pre-riduzione delle immagini con `proc4k`, una *pipeline* appositamente scritta per elaborare i dati ottenuti con il *wide field imager* MDM4K montato sui telescopi McGraw-Hill 1.3 m e Hiltner 2.4 m. In `proc4k` sono implementati gli algoritmi di correzione per *cross-talk*, per *bias* e per *flat-field*. Dopo aver verificato il risultato della pre-riduzione delle immagini, che ha portato all'esclusione dei dati acquisiti durante il primo *run* di osservazione (durante il periodo di Marzo 2010 i dati sono stati acquisiti con il telescopio McGraw-Hill 1.3 m), si è proseguito con la correzione dei *pixel* rovinati e la rimozione dei raggi cosmici. Quest'ultime sono state eseguite mediante l'utilizzo dei *task* `fixpix` e `lacos_im` di IRAF, rispettivamente. A seguire, grazie ai *task* `imalign` e `imcombine` di IRAF, le immagini di ogni *target* sono state allineate e combinate insieme tramite somma al fine di ottenere un'unica

immagine, per ciascuna banda fotometrica, con un rapporto S/N sufficiente al nostro scopo. A questo punto, è stata fatta una statistica delle immagini combinate che ha permesso di ricavare i valori necessari all'analisi dei nostri dati. Prima di ottenere le misure di luminosità dei nostri oggetti è stato necessario applicare la calibrazione in flusso. Per fare ciò, sono state scelte delle stelle di riferimento dal catalogo di Pan-STARRS1 (PS1) e per queste stelle sono state misurate le magnitudini strumentali tramite il *task phot* di IRAF. Con le magnitudini presenti in PS1 e le magnitudini strumentali delle stelle di riferimento è stato possibile calcolare i coefficienti di calibrazione che permettono di ottenere le magnitudini calibrate delle nostre galassie. Infine, è stato sottratto il contributo medio del cielo alle immagini combinate e si è passati alla misura dei parametri strutturali della galassia tramite il programma di decomposizione fotometrica GASP2D. Questo programma tra i vari *output* restituisce il valore in ADU della brillantezza superficiale della galassia, grazie alla quale, una volta trasformato il valore in unità fisiche, è stato possibile ottenere la magnitudine apparente e la luminosità totale del *bulge*.

Per quanto riguarda l'analisi morfologica delle galassie, la decomposizione con GASP2D ha prodotto risultati consistenti con quelli ottenuti da Läsker et al. (2014) con GALFIT. Dal confronto tra le luminosità in banda g ricavate dall'analisi fotometrica di questo lavoro di tesi e le luminosità in banda K prese dal lavoro Läsker et al. (2014) è emerso che per le galassie ellittiche analizzate la differenza  $\log(L_{\text{bul}}/L_{\odot})_{\text{K}} - \log(L_{\text{bul}}/L_{\odot})_{\text{g}}$  è di circa 0.7, ad eccezione di NGC 4473 per la quale si è trovato un valore di 0.55. Invece, per le galassie lenticolari è stata ottenuta una sola stima di luminosità del *bulge*, quella relativa a NGC 2778. In Figura 5.1 sono mostrati, a sinistra, il grafico della relazione  $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$  ottenuta da Läsker et al. (2014) a cui sono stati aggiunti i punti relativi alle luminosità in banda g da noi ricavate e, a destra, la stessa relazione in cui però sono riportati solo i punti corrispondenti alle galassie che sono state analizzate in questo lavoro e i corrispettivi in banda K.



**Figura 5.1:** Correlazione tra la massa del buco nero centrale e la luminosità dello sferoide. I cerchi vuoti rappresentano le misure di luminosità ottenute da Läsker et al. (2014) in banda K, mentre i quadrati pieni indicano le misure in banda g ottenute in questo lavoro. I punti rossi corrispondono alle galassie ellittiche, quelli verdi alle lenticolari e quelli blu alle spirali. Le barre verticali indicano l'errore corrispondente a  $1\sigma$  nella misura di  $M_{\bullet}$ . La retta nera corrisponde al miglior fit lineare della forma  $\log M_{\bullet} = a + b(\log L - 11)$ . L'area grigia ha una larghezza pari a  $2\epsilon_{\bullet}$  nella direzione di  $M_{\bullet}$ . Nel grafico di sinistra sono riportate tutte le stime di luminosità sia quelle di Läsker et al. (2014) che quelle ottenute in questo lavoro, mentre nel grafico di destra sono riportati solo i punti relativi alle galassie analizzate in banda g con i corrispettivi in banda K.



## 5.2 Conclusioni e sviluppi futuri

Con i dati raccolti durante i tre programmi di osservazione non è stato possibile ottenere un campione statistico attendibile per lo scopo del mio lavoro di tesi, ovvero per la determinazione della relazione  $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$  e del suo *scatter intrinseco*. Infatti, escludendo i dati del primo *run* osservativo il campione di galassie è diminuito da 36 a 28. Inoltre, a causa di problemi connessi all’acquisizione e alla pre-riduzione delle immagini, come la scelta del ROI e la correzione per *flat-field*, sono stati esclusi almeno altri 5 *target* e restano ancora da verificare altre 15 galassie. Nonostante ciò, i dati ottenuti sono stati confrontati con quelli di Läsker et al. (2014) e si è trovato che per le galassie ellittiche le luminosità in banda K e in banda g hanno un rapporto circa costante. Questo risultato sembra mostrare che l’analisi fotometrica svolta in questo lavoro sia corretta. A conferma di ciò vi è anche il fatto che le misure di luminosità delle galassie ellittiche sono consistenti con i valori trovati dalla SDSS, ove disponibili.

Nel caso delle galassie ellittiche il *bulge* è rappresentato dall’intera galassia e quindi la luminosità totale non dipende dai dettagli della decomposizione fotometrica. Il programma GASP2D realizza la decomposizione fotometrica delle galassie con disco, ma nell’ipotesi di bassa inclinazione, per cui non è stato possibile analizzare alcune galassie lenticolari come, ad esempio, NGC 4342 e NGC 4564. L’unico risultato ottenuto, fino ad ora, per le galassie lenticolari è quello relativo a NGC 2778. In questo caso si trova che la differenza  $\log(L_{\text{bul}}/L_{\odot})_{\text{K}} - \log(L_{\text{bul}}/L_{\odot})_{\text{g}}$  è di 0.56, diversa da quella trovata per le 4 galassie ellittiche NGC 4261, NGC 4191, NGC 4374 e PGC 49940. Bisognerebbe analizzare altre galassie lenticolari per capire se questo *target* è un *outlier* o se, in generale, anche le galassie lenticolari mostrano un certo *offset* come le ellittiche, se non addirittura lo stesso. Inoltre, le luminosità in banda g risultano essere sistematicamente inferiori a quelle in banda K, almeno per le 6 galassie analizzate finora.

L’obiettivo futuro di questo lavoro è quello di completare l’analisi fotometrica dell’intero campione di galassie e, se i risultati saranno positivi, si potranno svolgere ulteriori osservazioni dell’intero campione di galassie quiescenti con entrambi i telescopi dell’Osservatorio MDM di Kitt Peak, al fine di ottenere un buon campione statistico per lo studio della relazione  $M_{\bullet} - L$ .

# Appendice A

## *Osservazioni*

In questa Appendice è riportata la lista dei dati acquisiti con il telescopio McGraw-Hill 1.3 m e con il telescopio Hiltner 2.4 m durante tre programmi di osservazione svoltisi nei periodi di Marzo 2010, Ottobre 2010 e Marzo 2011. Per ogni periodo è stata creata una tabella con la lista delle immagini acquisite suddivisa nelle diverse notti di osservazione. Nel dettaglio, in ogni tabella sono riportati nell'ordine: il nome dell'immagine originale, la data di osservazione, il tempo universale dell'osservazione, l'ascensione retta e la declinazione del *target* osservato, il tipo di immagine (BIAS, FLAT, OBJECT), il nome dell'oggetto osservato, il tempo di esposizione dell'immagine misurato in secondi e, infine, il filtro utilizzato.

**Tabella A.1:** Elenco delle immagini elaborate relative alle osservazioni svolte nel periodo di Marzo 2010

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{exp}$	Filtro	
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)	
14 MARZO	im31410.0001.fits	2010-03-15	04:39:43.466	09:14:51	+76:25:58	OBJECT	NGC2748	31.0	g
	im31410.0002.fits	2010-03-15	04:42:39.744	09:14:51	+76:25:59	OBJECT	NGC2748	60.0	g
	im31410.0003.fits	2010-03-15	04:48:53.295	09:14:50	+76:25:59	OBJECT	NGC2748	120.0	g
	im31410.0004.fits	2010-03-15	04:52:28.917	09:14:50	+76:25:59	OBJECT	NGC2748	500.0	g
	im31410.0005.fits	2010-03-15	05:02:07.542	09:14:51	+76:25:59	OBJECT	NGC2748	900.0	g
	im31410.0006.fits	2010-03-15	05:19:21.568	09:14:51	+76:26:01	OBJECT	NGC2748	900.0	r
	im31410.0007.fits	2010-03-15	05:35:15.034	09:14:52	+76:26:01	OBJECT	NGC2748	500.0	r
	im31410.0008.fits	2010-03-15	05:45:16.158	09:14:53	+76:26:02	OBJECT	NGC2748	120.0	r
	im31410.0009.fits	2010-03-15	05:48:05.934	09:14:54	+76:26:03	OBJECT	NGC2748	60.0	r
	im31410.0010.fits	2010-03-15	05:49:53.570	09:14:54	+76:26:03	OBJECT	NGC2748	31.0	r
	im31410.0012.fits	2010-03-15	05:57:48.509	10:24:03	+19:48:49	OBJECT	NGC3227	30.0	r
	im31410.0013.fits	2010-03-15	05:59:33.547	10:24:03	+19:48:49	OBJECT	NGC3227	60.0	r
	im31410.0014.fits	2010-03-15	06:01:30.630	10:24:03	+19:48:48	OBJECT	NGC3227	120.0	r
	im31410.0015.fits	2010-03-15	06:04:27.808	10:24:03	+19:48:53	OBJECT	NGC3227	120.0	r
	im31410.0016.fits	2010-03-15	06:08:23.976	10:24:03	+19:48:54	OBJECT	NGC3227	600.0	r
	im31410.0017.fits	2010-03-15	06:19:37.188	10:24:03	+19:48:55	OBJECT	NGC3227	600.0	g
	im31410.0018.fits	2010-03-15	06:30:26.607	10:24:03	+19:48:55	OBJECT	NGC3227	120.0	g
	im31410.0019.fits	2010-03-15	06:33:13.430	10:24:03	+19:48:55	OBJECT	NGC3227	60.0	g
	im31410.0020.fits	2010-03-15	06:35:00.466	10:24:03	+19:48:55	OBJECT	NGC3227	30.0	g
	im31410.0021.fits	2010-03-15	06:37:08.849	10:48:14	+13:55:53	OBJECT	NGC3377	30.0	g
	im31410.0022.fits	2010-03-15	06:38:44.287	10:48:14	+13:55:53	OBJECT	NGC3377	60.0	g
	im31410.0023.fits	2010-03-15	06:40:45.321	10:48:14	+13:55:54	OBJECT	NGC3377	120.0	g
	im31410.0024.fits	2010-03-15	06:44:44.788	10:48:14	+13:55:54	OBJECT	NGC3377	500.0	g
	im31410.0025.fits	2010-03-15	06:54:55.857	10:48:14	+13:55:55	OBJECT	NGC3377	500.0	r
	im31410.0026.fits	2010-03-15	07:04:16.429	10:48:14	+13:55:55	OBJECT	NGC3377	120.0	r
	im31410.0027.fits	2010-03-15	07:07:11.502	10:48:14	+13:55:55	OBJECT	NGC3377	60.0	r
	im31410.0028.fits	2010-03-15	07:08:59.586	10:48:14	+13:55:55	OBJECT	NGC3377	30.0	r
	im31410.0036.fits	2010-03-15	07:30:59.608	11:58:27	+55:23:50	OBJECT	NGC3998	30.0	g
	im31410.0037.fits	2010-03-15	07:33:47.884	11:58:27	+55:23:51	OBJECT	NGC3998	60.0	g
	im31410.0038.fits	2010-03-15	07:36:40.712	11:58:27	+55:23:51	OBJECT	NGC3998	300.0	g
	im31410.0039.fits	2010-03-15	07:43:00.114	11:58:27	+55:23:51	OBJECT	NGC3998	500.0	g
	im31410.0040.fits	2010-03-15	07:53:31.631	11:58:27	+55:23:51	OBJECT	NGC3998	500.0	r
	im31410.0041.fits	2010-03-15	08:02:41.098	11:58:27	+55:23:51	OBJECT	NGC3998	300.0	r
	im31410.0042.fits	2010-03-15	08:08:39.845	11:58:27	+55:23:52	OBJECT	NGC3998	60.0	r
	im31410.0043.fits	2010-03-15	08:14:39.247	12:20:44	+75:18:52	OBJECT	NGC4291	30.0	r
	im31410.0044.fits	2010-03-15	08:16:04.036	12:20:44	+75:18:52	OBJECT	NGC4291	120.0	r
	im31410.0045.fits	2010-03-15	08:20:10.804	12:20:44	+75:18:52	OBJECT	NGC4291	500.0	r
	im31410.0046.fits	2010-03-15	08:29:50.030	12:20:44	+75:18:52	OBJECT	NGC4291	300.0	g
	im31410.0047.fits	2010-03-15	08:35:56.640	12:20:45	+75:18:52	OBJECT	NGC4291	120.0	g
	im31410.0048.fits	2010-03-15	08:38:57.063	12:20:45	+75:18:52	OBJECT	NGC4291	30.0	g
	im31410.0057.fits	2010-03-15	08:57:46.772	13:20:03	-12:42:37	OBJECT	NGC5077	30.0	r
	im31410.0058.fits	2010-03-15	08:59:37.758	13:20:03	-12:42:37	OBJECT	NGC5077	120.0	r
	im31410.0059.fits	2010-03-15	09:02:44.785	13:20:03	-12:42:37	OBJECT	NGC5077	500.0	r
	im31410.0060.fits	2010-03-15	09:12:50.362	13:20:03	-12:42:36	OBJECT	NGC5077	500.0	g
	im31410.0061.fits	2010-03-15	09:23:02.781	13:20:03	-12:42:37	OBJECT	NGC5077	900.0	g
	im31410.0062.fits	2010-03-15	09:39:43.854	13:20:03	-12:42:37	OBJECT	NGC5077	120.0	r
	im31410.0063.fits	2010-03-15	09:42:49.530	13:20:03	-12:42:36	OBJECT	NGC5077	30.0	g
	im31410.0064.fits	2010-03-15	09:46:49.349	14:02:14	-11:39:18	OBJECT	PGC49940	30.0	g
	im31410.0065.fits	2010-03-15	09:48:31.188	14:02:14	-11:39:18	OBJECT	PGC49940	120.0	g
	im31410.0066.fits	2010-03-15	09:52:43.553	14:02:14	-11:39:18	OBJECT	PGC49940	600.0	g
	im31410.0067.fits	2010-03-15	10:05:10.706	14:02:14	-11:39:17	OBJECT	PGC49940	600.0	r
	im31410.0068.fits	2010-03-15	10:20:11.269	14:02:13	-11:39:17	OBJECT	PGC49940	120.0	r
	im31410.0069.fits	2010-03-15	10:26:32.761	14:21:34	+03:13:27	OBJECT	NGC5576	60.0	r
	im31410.0070.fits	2010-03-15	10:29:24.137	14:21:34	+03:13:28	OBJECT	NGC5576	120.0	r
	im31410.0071.fits	2010-03-15	10:32:33.261	14:21:34	+03:13:28	OBJECT	NGC5576	600.0	r
	im31410.0072.fits	2010-03-15	10:45:04.053	14:21:34	+03:13:30	OBJECT	NGC5576	600.0	g
	im31410.0073.fits	2010-03-15	10:57:58.981	14:21:33	+03:13:30	OBJECT	NGC5576	120.0	g
	im31410.0074.fits	2010-03-15	11:01:32.702	14:21:33	+03:13:31	OBJECT	NGC5576	60.0	g
	im31410.0075.fits	2010-03-15	11:04:50.173	15:06:32	+01:35:41	OBJECT	NGC5845	60.0	g
	im31410.0076.fits	2010-03-15	11:06:56.306	15:06:31	+01:35:41	OBJECT	NGC5845	120.0	g
	im31410.0077.fits	2010-03-15	11:13:27.516	15:06:31	+01:35:40	OBJECT	NGC5845	600.0	g
	im31410.0078.fits	2010-03-15	11:24:54.519	15:06:31	+01:35:41	OBJECT	NGC5845	900.0	g
	im31410.0079.fits	2010-03-15	11:41:13.888	15:06:30	+01:35:40	OBJECT	NGC5845	600.0	r
	im31410.0080.fits	2010-03-15	11:52:15.154	15:06:30	+01:35:40	OBJECT	NGC5845	120.0	r
	im31410.0081.fits	2010-03-15	11:56:45.377	15:06:30	+01:35:41	OBJECT	NGC5845	60.0	r
	flat.0002.fits	2010-03-16	01:02:00.697	03:50:25	-12:10:29	FLAT	dayflat	400.0	r
	flat.0003.fits	2010-03-16	01:10:54.128	03:59:19	-12:10:29	FLAT	dayflat	400.0	r
	im31510.0019.fits	2010-03-16	03:54:30.281	09:13:01	+34:59:07	OBJECT	NGC2778	30.0	g
	im31510.0020.fits	2010-03-16	03:56:23.019	09:13:01	+34:59:07	OBJECT	NGC2778	300.0	g
	im31510.0021.fits	2010-03-16	04:02:56.817	09:13:02	+34:59:08	OBJECT	NGC2778	600.0	g
	im31510.0022.fits	2010-03-16	04:14:23.228	09:13:02	+34:59:08	OBJECT	NGC2778	1200.0	g
	im31510.0023.fits	2010-03-16	04:35:38.964	09:13:01	+34:59:08	OBJECT	NGC2778	1200.0	r
	im31510.0024.fits	2010-03-16	04:59:52.188	09:13:01	+34:59:09	OBJECT	NGC2778	300.0	r

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.1 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{exp}$	Filtro		
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)		
15 MARZO	im31510.0025.fits	2010-03-16	05:05:37.283	09:13:01	+34:59:09	OBJECT	NGC2778	30.0	r	
	im31510.0026.fits	2010-03-16	05:09:08.356	09:20:12	+69:09:35	OBJECT	NGC2787	30.0	r	
	im31510.0027.fits	2010-03-16	05:12:29.880	09:20:12	+69:09:35	OBJECT	NGC2787	300.0	r	
	im31510.0028.fits	2010-03-16	05:21:32.660	09:20:13	+69:09:35	OBJECT	NGC2787	480.0	r	
	im31510.0029.fits	2010-03-16	05:32:44.674	09:20:13	+69:09:35	OBJECT	NGC2787	480.0	g	
	im31510.0030.fits	2010-03-16	05:43:50.438	09:20:14	+69:09:36	OBJECT	NGC2787	300.0	g	
	im31510.0031.fits	2010-03-16	05:51:13.431	09:20:14	+69:09:37	OBJECT	NGC2787	30.0	g	
	im31510.0032.fits	2010-03-16	05:58:26.276	10:05:44	-07:46:07	OBJECT	NGC3115	30.0	g	
	im31510.0033.fits	2010-03-16	06:04:34.528	10:05:44	-07:46:06	OBJECT	NGC3115	120.0	g	
	im31510.0034.fits	2010-03-16	06:10:22.933	10:05:44	-07:46:06	OBJECT	NGC3115	500.0	g	
	im31510.0035.fits	2010-03-16	06:22:13.192	10:05:43	-07:46:05	OBJECT	NGC3115	500.0	r	
	im31510.0036.fits	2010-03-16	06:32:59.559	10:05:43	-07:46:05	OBJECT	NGC3115	120.0	r	
	im31510.0037.fits	2010-03-16	06:37:30.446	10:05:43	-07:46:07	OBJECT	NGC3115	30.0	r	
	im31510.0038.fits	2010-03-16	06:41:23.694	10:48:21	+12:31:37	OBJECT	NGC3379	120.0	r	
	im31510.0039.fits	2010-03-16	06:46:30.854	10:48:21	+12:31:37	OBJECT	NGC3379	300.0	r	
	im31510.0040.fits	2010-03-16	06:54:22.517	10:48:21	+12:31:36	OBJECT	NGC3379	600.0	r	
	im31510.0041.fits	2010-03-16	07:07:47.582	10:48:20	+12:31:37	OBJECT	NGC3379	500.0	g	
	im31510.0042.fits	2010-03-16	07:18:59.575	10:48:20	+12:31:38	OBJECT	NGC3379	300.0	g	
	im31510.0043.fits	2010-03-16	07:26:22.810	10:48:20	+12:31:39	OBJECT	NGC3379	120.0	g	
	im31510.0053.fits	2010-03-16	08:20:08.383	12:25:34	+12:49:50	OBJECT	NGC4374	120.0	r	
	im31510.0054.fits	2010-03-16	08:26:15.377	12:25:34	+12:50:03	OBJECT	NGC4374	480.0	r	
	im31510.0055.fits	2010-03-16	08:37:53.166	12:25:34	+12:49:52	OBJECT	NGC4374	600.0	g	
	im31510.0056.fits	2010-03-16	08:51:00.485	12:25:34	+12:49:52	OBJECT	NGC4374	900.0	g	
	im31510.0057.fits	2010-03-16	09:08:43.374	12:25:33	+12:49:52	OBJECT	NGC4374	600.0	r	
	im31510.0058.fits	2010-03-16	09:22:49.877	12:44:10	+11:29:47	OBJECT	NGC4649	120.0	r	
	im31510.0059.fits	2010-03-16	09:27:55.436	12:44:10	+11:29:46	OBJECT	NGC4649	720.0	r	
	im31510.0060.fits	2010-03-16	09:43:36.709	12:44:10	+11:29:42	OBJECT	NGC4649	900.0	g	
	im31510.0061.fits	2010-03-16	10:01:58.750	12:44:09	+11:29:40	OBJECT	NGC4649	300.0	g	
	im31510.0078.fits	2010-03-16	12:07:16.821	14:57:30	-12:10:30	FLAT	domeflat	20.0	r	
	im31510.0079.fits	2010-03-16	12:09:48.558	14:57:30	-12:10:30	FLAT	domeflat	20.0	r	
	im31510.0081.fits	2010-03-16	12:14:51.896	14:57:30	-12:10:30	FLAT	domeflat	20.0	r	
	im31510.0082.fits	2010-03-16	12:18:40.453	15:08:56	-12:10:30	FLAT	domeflat	20.0	g	
	im31510.0083.fits	2010-03-16	12:22:22.525	15:12:39	-12:10:30	FLAT	domeflat	90.0	g	
	im31510.0084.fits	2010-03-16	12:26:55.313	15:17:12	-12:10:30	FLAT	domeflat	90.0	g	
	im31510.0085.fits	2010-03-16	12:30:38.930	15:20:56	-12:10:30	FLAT	domeflat	90.0	g	
	im31510.0086.fits	2010-03-16	12:34:20.631	15:20:56	-12:10:30	FLAT	domeflat	90.0	g	
	im31510.0087.fits	2010-03-16	12:38:02.290	15:20:56	-12:10:30	FLAT	domeflat	90.0	g	
	im31510.0088.fits	2010-03-16	12:41:43.885	15:20:56	-12:10:30	FLAT	domeflat	90.0	g	
	16 MARZO	dayflat.0002.fits	2010-03-16	23:50:56.114	02:43:05	-12:10:29	FLAT	domeflat	240.0	g
		dayflat.0003.fits	2010-03-16	23:57:11.517	02:49:22	-12:10:29	FLAT	domeflat	240.0	g
dayflat.0004.fits		2010-03-17	00:03:26.919	02:55:38	-12:10:29	FLAT	domeflat	240.0	g	
dayflat.0005.fits		2010-03-17	00:09:42.272	03:01:55	-12:10:29	FLAT	domeflat	240.0	g	
dayflat.0006.fits		2010-03-17	00:15:57.674	03:08:11	-12:10:29	FLAT	domeflat	240.0	g	
dayflat.0007.fits		2010-03-17	00:22:42.473	03:14:57	-12:10:28	FLAT	domeflat	180.0	r	
dayflat.0008.fits		2010-03-17	00:28:20.931	03:20:36	-12:10:28	FLAT	domeflat	180.0	r	
dayflat.0009.fits		2010-03-17	00:33:34.576	03:25:50	-12:10:28	FLAT	domeflat	180.0	r	
dayflat.0010.fits		2010-03-17	00:38:46.284	03:30:52	-12:10:28	FLAT	domeflat	180.0	r	
dayflat.0011.fits		2010-03-17	00:43:57.947	03:36:04	-12:10:28	FLAT	domeflat	180.0	r	
dayflat.0012.fits		2010-03-17	00:49:09.640	03:41:17	-12:10:28	FLAT	domeflat	180.0	r	
skyflat.0012.fits		2010-03-17	02:04:43.653	05:43:48	+31:57:19	FLAT	skyflat	40.0	r	
skyflat.0013.fits		2010-03-17	02:08:04.028	05:43:48	+31:57:20	FLAT	skyflat	60.0	r	
skyflat.0014.fits		2010-03-17	02:11:26.453	05:43:49	+31:57:40	FLAT	skyflat	80.0	r	
skyflat.0015.fits		2010-03-17	02:15:08.925	05:43:51	+31:58:01	FLAT	skyflat	160.0	r	
im31610.0018.fits		2010-03-17	03:35:06.262	10:27:52	+28:27:18	OBJECT	NGC3245	30.0	g	
im31610.0019.fits		2010-03-17	03:38:41.985	10:27:52	+28:27:20	OBJECT	NGC3245	300.0	g	
im31610.0020.fits		2010-03-17	03:45:55.931	10:27:52	+28:27:21	OBJECT	NGC3245	300.0	g	
im31610.0021.fits		2010-03-17	03:52:10.384	10:27:53	+28:27:22	OBJECT	NGC3245	300.0	g	
im31610.0022.fits		2010-03-17	03:58:14.838	10:27:55	+28:27:23	OBJECT	NGC3245	300.0	g	
im31610.0023.fits		2010-03-17	04:04:05.443	10:27:57	+28:27:21	OBJECT	NGC3245	300.0	g	
im31610.0024.fits		2010-03-17	04:09:59.498	10:27:57	+28:27:22	OBJECT	NGC3245	30.0	r	
im31610.0025.fits		2010-03-17	04:14:35.264	10:27:57	+28:27:22	OBJECT	NGC3245	60.0	r	
im31610.0026.fits		2010-03-17	04:16:56.645	10:27:59	+28:27:20	OBJECT	NGC3245	60.0	r	
im31610.0027.fits		2010-03-17	04:18:53.231	10:28:00	+28:27:18	OBJECT	NGC3245	60.0	r	
im31610.0028.fits		2010-03-17	04:22:47.650	10:28:01	+28:27:19	OBJECT	NGC3245	60.0	r	
im31610.0029.fits		2010-03-17	04:25:44.478	10:28:04	+28:27:18	OBJECT	NGC3245	60.0	r	
im31610.0030.fits		2010-03-17	04:30:41.190	10:48:49	+12:34:31	OBJECT	NGC3384	30.0	r	
im31610.0031.fits		2010-03-17	04:33:19.070	10:48:48	+12:34:31	OBJECT	NGC3384	120.0	r	
im31610.0032.fits		2010-03-17	04:36:51.793	10:48:49	+12:34:31	OBJECT	NGC3384	120.0	r	
im31610.0033.fits		2010-03-17	04:42:23.601	10:48:50	+12:34:30	OBJECT	NGC3384	180.0	r	
im31610.0034.fits		2010-03-17	04:48:57.452	10:48:51	+12:34:30	OBJECT	NGC3384	180.0	r	
im31610.0035.fits		2010-03-17	04:55:15.404	10:48:52	+12:34:30	OBJECT	NGC3384	180.0	r	
im31610.0036.fits		2010-03-17	05:01:31.307	10:48:54	+12:34:29	OBJECT	NGC3384	180.0	r	
im31610.0037.fits		2010-03-17	05:07:25.112	10:48:55	+12:34:31	OBJECT	NGC3384	180.0	r	
im31610.0038.fits		2010-03-17	05:13:07.119	10:48:55	+12:34:30	OBJECT	NGC3384	60.0	g	
im31610.0039.fits		2010-03-17	05:18:00.532	10:48:55	+12:34:30	OBJECT	NGC3384	300.0	g	
im31610.0040.fits		2010-03-17	05:25:49.125	10:48:57	+12:34:32	OBJECT	NGC3384	300.0	g	
im31610.0041.fits		2010-03-17	05:34:15.059	10:48:58	+12:34:35	OBJECT	NGC3384	300.0	g	

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.1 – continuazione della pagina precedente

Immagine (1)	Data [yyyy-mm-dd] (2)	T.U. [h:m:s] (3)	RA [h:m:s] (4)	DEC [d:m:s] (5)	Tipo (6)	Oggetto (7)	$t_{exp}$ [s] (8)	Filtro (9)
im31610.0042.fits	2010-03-17	05:41:43.052	10:49:00	+12:34:35	OBJECT	NGC3384	300.0	g
im31610.0044.fits	2010-03-17	05:58:26.475	10:05:44	-07:46:06	OBJECT	NGC3115	30.0	g
im31610.0045.fits	2010-03-17	06:03:16.388	10:05:44	-07:46:06	OBJECT	NGC3115	300.0	g
im31610.0046.fits	2010-03-17	06:10:39.082	10:05:45	-07:46:06	OBJECT	NGC3115	300.0	g
im31610.0047.fits	2010-03-17	06:18:01.577	10:05:46	-07:46:06	OBJECT	NGC3115	300.0	g
im31610.0048.fits	2010-03-17	06:26:28.262	10:05:47	-07:46:08	OBJECT	NGC3115	300.0	g
im31610.0049.fits	2010-03-17	06:33:50.656	10:05:48	-07:46:09	OBJECT	NGC3115	300.0	g
im31610.0050.fits	2010-03-17	06:41:30.347	10:05:48	-07:46:10	OBJECT	NGC3115	30.0	r
im31610.0051.fits	2010-03-17	06:46:48.306	10:05:48	-07:46:10	OBJECT	NGC3115	120.0	r
im31610.0052.fits	2010-03-17	06:51:14.822	10:05:48	-07:45:50	OBJECT	NGC3115	120.0	r
im31610.0053.fits	2010-03-17	06:55:40.688	10:05:48	-07:45:33	OBJECT	NGC3115	120.0	r
im31610.0054.fits	2010-03-17	07:00:03.304	10:05:48	-07:45:13	OBJECT	NGC3115	120.0	r
im31610.0055.fits	2010-03-17	07:04:25.721	10:05:48	-07:44:53	OBJECT	NGC3115	120.0	r
im31610.0056.fits	2010-03-17	07:09:06.986	10:05:48	-07:44:34	OBJECT	NGC3115	120.0	r
im31610.0057.fits	2010-03-17	07:13:29.804	10:05:48	-07:44:14	OBJECT	NGC3115	120.0	r
im31610.0058.fits	2010-03-17	07:22:46.982	11:58:27	+55:23:49	OBJECT	NGC3998	30.0	r
im31610.0059.fits	2010-03-17	07:27:15.048	11:58:27	+55:23:49	OBJECT	NGC3998	180.0	r
im31610.0060.fits	2010-03-17	07:32:37.707	11:58:27	+55:24:09	OBJECT	NGC3998	180.0	r
im31610.0061.fits	2010-03-17	07:45:08.713	11:58:27	+55:24:30	OBJECT	NGC3998	180.0	r
im31610.0062.fits	2010-03-17	07:50:44.219	11:58:27	+55:24:48	OBJECT	NGC3998	180.0	r
im31610.0063.fits	2010-03-17	07:56:06.778	11:58:27	+55:25:10	OBJECT	NGC3998	180.0	r
im31610.0064.fits	2010-03-17	08:02:45.077	11:58:27	+55:25:29	OBJECT	NGC3998	30.0	g
im31610.0065.fits	2010-03-17	08:09:50.224	11:58:27	+55:25:29	OBJECT	NGC3998	300.0	g
im31610.0066.fits	2010-03-17	08:18:23.709	11:58:27	+55:25:53	OBJECT	NGC3998	300.0	g
im31610.0067.fits	2010-03-17	08:27:14.492	11:58:25	+55:25:46	OBJECT	NGC3998	300.0	g
im31610.0068.fits	2010-03-17	08:34:37.100	11:58:22	+55:25:46	OBJECT	NGC3998	300.0	g
im31610.0069.fits	2010-03-17	08:42:01.481	11:58:22	+55:25:26	OBJECT	NGC3998	300.0	g
im31610.0070.fits	2010-03-17	08:52:24.109	12:31:20	+12:20:05	OBJECT	NGC4486	30.0	g
im31610.0071.fits	2010-03-17	08:59:01.703	12:31:20	+12:20:04	OBJECT	NGC4486	300.0	g
im31610.0072.fits	2010-03-17	09:06:24.297	12:31:19	+12:19:45	OBJECT	NGC4486	300.0	g
im31610.0073.fits	2010-03-17	09:13:46.842	12:31:19	+12:19:27	OBJECT	NGC4486	300.0	g
im31610.0074.fits	2010-03-17	09:21:09.437	12:31:21	+12:19:26	OBJECT	NGC4486	300.0	g
im31610.0075.fits	2010-03-17	09:28:44.080	12:31:22	+12:19:24	OBJECT	NGC4486	300.0	g
im31610.0076.fits	2010-03-17	09:36:22.573	12:31:22	+12:19:24	OBJECT	NGC4486	30.0	r
im31610.0077.fits	2010-03-17	09:41:21.636	12:31:22	+12:19:23	OBJECT	NGC4486	180.0	r
im31610.0078.fits	2010-03-17	09:46:44.595	12:31:23	+12:19:22	OBJECT	NGC4486	180.0	r
im31610.0079.fits	2010-03-17	09:52:07.253	12:31:24	+12:19:24	OBJECT	NGC4486	180.0	r
im31610.0080.fits	2010-03-17	09:58:22.405	12:31:25	+12:19:23	OBJECT	NGC4486	180.0	r
im31610.0081.fits	2010-03-17	10:03:55.964	12:31:26	+12:19:24	OBJECT	NGC4486	180.0	r
im31610.0082.fits	2010-03-17	10:11:58.153	14:21:34	+03:13:28	OBJECT	NGC5576	30.0	r
im31610.0083.fits	2010-03-17	10:17:23.113	14:21:34	+03:13:28	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31610.0084.fits	2010-03-17	10:22:46.372	14:21:35	+03:13:28	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31610.0085.fits	2010-03-17	10:28:08.984	14:21:36	+03:13:28	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31610.0086.fits	2010-03-17	10:36:32.819	14:21:37	+03:13:28	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31610.0087.fits	2010-03-17	10:43:26.516	14:21:37	+03:13:46	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31610.0088.fits	2010-03-17	10:49:12.088	14:21:37	+03:13:40	OBJECT	NGC5576	30.0	g
im31610.0089.fits	2010-03-17	10:53:27.390	14:21:37	+03:13:39	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31610.0090.fits	2010-03-17	11:00:50.539	14:21:34	+03:13:40	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31610.0091.fits	2010-03-17	11:08:13.428	14:21:32	+03:13:40	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31610.0092.fits	2010-03-17	11:15:36.271	14:21:32	+03:14:00	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31610.0093.fits	2010-03-17	11:25:18.897	14:21:32	+03:14:38	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31610.0094.fits	2010-03-17	11:36:34.261	15:06:31	+01:35:41	OBJECT	NGC5845	30.0	g
im31610.0095.fits	2010-03-17	11:40:27.281	15:06:31	+01:35:40	OBJECT	NGC5845	60.0	g
im31610.0096.fits	2010-03-17	11:45:07.995	15:06:31	+01:35:41	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31610.0097.fits	2010-03-17	11:52:39.254	15:06:30	+01:35:59	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31610.0098.fits	2010-03-17	12:00:51.074	15:06:30	+01:36:10	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31610.0099.fits	2010-03-17	12:08:20.666	15:06:30	+01:36:28	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31610.0100.fits	2010-03-17	12:15:47.609	15:06:30	+01:36:28	OBJECT	NGC5845	30.0	r
im31610.0101.fits	2010-03-17	12:19:44.779	15:06:30	+01:36:28	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31610.0102.fits	2010-03-17	12:26:33.726	15:06:30	+01:36:47	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31610.0103.fits	2010-03-17	12:33:57.620	15:06:30	+01:37:06	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31610.0104.fits	2010-03-17	12:42:08.807	15:06:30	+01:37:24	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31610.0105.fits	2010-03-17	12:49:16.954	15:07:03	+01:45:44	OBJECT	NGC5845	30.0	r
im31610.0106.fits	2010-03-17	12:52:38.926	15:07:03	+01:45:44	FLAT	skyflat	30.0	r
im31610.0107.fits	2010-03-17	12:55:54.001	15:07:03	+01:45:45	FLAT	skyflat	20.0	g
im31610.0108.fits	2010-03-17	12:58:37.030	15:07:03	+01:45:45	FLAT	skyflat	15.0	g
im31610.0109.fits	2010-03-17	13:01:14.660	15:07:02	+01:45:45	FLAT	skyflat	15.0	g
im31610.0110.fits	2010-03-17	13:03:53.189	15:07:02	+01:45:46	FLAT	skyflat	15.0	g
im31610.0111.fits	2010-03-17	13:07:35.161	15:07:02	+01:45:46	FLAT	skyflat	15.0	g
skyflat2.0006.fits	2010-03-18	02:05:21.127	05:25:15	+31:56:54	FLAT	skyflat	20.0	g
skyflat2.0007.fits	2010-03-18	02:08:18.455	05:25:16	+31:57:15	FLAT	skyflat	40.0	g
skyflat2.0008.fits	2010-03-18	02:11:21.084	05:25:18	+31:57:35	FLAT	skyflat	60.0	g
skyflat2.0009.fits	2010-03-18	02:14:43.557	05:25:17	+31:57:36	FLAT	skyflat	60.0	r
skyflat2.0010.fits	2010-03-18	02:18:41.977	05:25:19	+31:57:56	FLAT	skyflat	120.0	r
skyflat2.0011.fits	2010-03-18	02:23:30.341	05:25:20	+31:58:17	FLAT	skyflat	240.0	r
im31710.0022.fits	2010-03-18	03:39:30.973	09:13:01	+34:59:06	OBJECT	NGC2778	30.0	r
im31710.0023.fits	2010-03-18	03:41:27.721	09:13:01	+34:59:06	OBJECT	NGC2778	180.0	r

17 MARZO

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.1 – continuazione della pagina precedente

Immagine (1)	Data [yyyy-mm-dd] (2)	T.U. [h:m:s] (3)	RA [h:m:s] (4)	DEC [d:m:s] (5)	Tipo (6)	Oggetto (7)	$t_{exp}$ [s] (8)	Filtro (9)
im31710.0024.fits	2010-03-18	03:47:34.613	09:13:03	+34:59:07	OBJECT	NGC2778	300.0	r
im31710.0025.fits	2010-03-18	03:53:18.120	09:13:04	+34:59:06	OBJECT	NGC2778	300.0	r
im31710.0026.fits	2010-03-18	03:59:04.377	09:13:06	+34:59:07	OBJECT	NGC2778	300.0	r
im31710.0027.fits	2010-03-18	04:05:39.928	09:13:06	+34:59:27	OBJECT	NGC2778	300.0	r
im31710.0028.fits	2010-03-18	04:11:24.335	09:13:06	+34:59:48	OBJECT	NGC2778	300.0	r
im31710.0029.fits	2010-03-18	04:18:13.083	09:13:06	+34:59:48	OBJECT	NGC2778	60.0	g
im31710.0030.fits	2010-03-18	04:21:42.909	09:13:06	+34:59:48	OBJECT	NGC2778	300.0	g
im31710.0031.fits	2010-03-18	04:27:38.612	09:13:06	+35:00:10	OBJECT	NGC2778	300.0	g
im31710.0032.fits	2010-03-18	04:34:38.009	09:13:06	+35:00:30	OBJECT	NGC2778	300.0	g
im31710.0033.fits	2010-03-18	04:40:22.467	09:13:06	+35:00:47	OBJECT	NGC2778	300.0	g
im31710.0034.fits	2010-03-18	04:46:10.473	09:13:05	+35:01:00	OBJECT	NGC2778	300.0	g
im31710.0035.fits	2010-03-18	04:51:54.681	09:13:05	+35:01:21	OBJECT	NGC2778	300.0	g
im31710.0036.fits	2010-03-18	04:57:38.438	09:13:05	+35:01:40	OBJECT	NGC2778	300.0	g
im31710.0037.fits	2010-03-18	05:04:40.387	09:14:51	+76:25:57	OBJECT	NGC2748	300.0	g
im31710.0038.fits	2010-03-18	05:10:33.542	09:14:52	+76:25:36	OBJECT	NGC2748	300.0	g
im31710.0039.fits	2010-03-18	05:16:17.249	09:14:52	+76:25:16	OBJECT	NGC2748	300.0	g
im31710.0040.fits	2010-03-18	05:22:09.305	09:14:53	+76:24:50	OBJECT	NGC2748	300.0	g
im31710.0041.fits	2010-03-18	05:27:53.012	09:14:53	+76:24:33	OBJECT	NGC2748	300.0	g
im31710.0042.fits	2010-03-18	05:33:36.570	09:14:59	+76:24:31	OBJECT	NGC2748	300.0	g
im31710.0043.fits	2010-03-18	05:39:31.077	09:15:04	+76:24:51	OBJECT	NGC2748	300.0	r
im31710.0044.fits	2010-03-18	05:45:24.681	09:15:10	+76:24:52	OBJECT	NGC2748	300.0	r
im31710.0045.fits	2010-03-18	05:51:09.489	09:15:16	+76:24:59	OBJECT	NGC2748	300.0	r
im31710.0046.fits	2010-03-18	05:56:57.745	09:15:10	+76:25:00	OBJECT	NGC2748	300.0	r
im31710.0047.fits	2010-03-18	06:03:10.947	09:14:59	+76:25:10	OBJECT	NGC2748	300.0	r
im31710.0048.fits	2010-03-18	06:10:13.143	09:15:04	+76:24:54	OBJECT	NGC2748	300.0	r
im31710.0049.fits	2010-03-18	06:18:25.680	10:24:03	+19:48:47	OBJECT	NGC3227	300.0	r
im31710.0050.fits	2010-03-18	06:24:31.084	10:24:03	+19:48:47	OBJECT	NGC3227	360.0	r
im31710.0051.fits	2010-03-18	06:33:14.318	10:24:04	+19:48:48	OBJECT	NGC3227	360.0	r
im31710.0052.fits	2010-03-18	06:41:37.205	10:24:06	+19:48:48	OBJECT	NGC3227	360.0	r
im31710.0053.fits	2010-03-18	06:50:04.143	10:24:05	+19:48:48	OBJECT	NGC3227	30.0	r
im31710.0054.fits	2010-03-18	06:53:46.365	10:24:05	+19:48:48	OBJECT	NGC3227	150.0	r
im31710.0055.fits	2010-03-18	06:58:49.478	10:24:07	+19:48:48	OBJECT	NGC3227	150.0	r
im31710.0056.fits	2010-03-18	07:04:11.138	10:24:05	+19:48:47	OBJECT	NGC3227	150.0	r
im31710.0057.fits	2010-03-18	07:10:17.493	10:24:03	+19:48:48	OBJECT	NGC3227	150.0	r
im31710.0058.fits	2010-03-18	07:15:15.306	10:24:02	+19:48:47	OBJECT	NGC3227	150.0	r
im31710.0059.fits	2010-03-18	07:20:07.869	10:24:00	+19:48:49	OBJECT	NGC3227	150.0	r
im31710.0060.fits	2010-03-18	07:25:00.884	10:24:00	+19:49:09	OBJECT	NGC3227	150.0	r
im31710.0061.fits	2010-03-18	07:29:53.798	10:24:00	+19:49:10	OBJECT	NGC3227	30.0	g
im31710.0062.fits	2010-03-18	07:33:46.417	10:24:00	+19:49:09	OBJECT	NGC3227	300.0	g
im31710.0063.fits	2010-03-18	07:44:11.689	10:24:00	+19:49:29	OBJECT	NGC3227	300.0	g
im31710.0064.fits	2010-03-18	07:51:34.433	10:24:00	+19:49:05	OBJECT	NGC3227	300.0	g
im31710.0065.fits	2010-03-18	07:59:46.523	10:24:00	+19:48:46	OBJECT	NGC3227	300.0	g
im31710.0066.fits	2010-03-18	08:07:17.916	10:24:00	+19:48:28	OBJECT	NGC3227	300.0	g
im31710.0067.fits	2010-03-18	08:17:20.841	11:17:31	+18:05:34	OBJECT	NGC3608	30.0	g
im31710.0068.fits	2010-03-18	08:21:23.111	11:17:31	+18:05:35	OBJECT	NGC3608	420.0	g
im31710.0069.fits	2010-03-18	08:30:55.739	11:17:30	+18:05:15	OBJECT	NGC3608	420.0	g
im31710.0070.fits	2010-03-18	08:42:44.301	11:17:30	+18:04:55	OBJECT	NGC3608	420.0	g
im31710.0071.fits	2010-03-18	08:52:07.031	11:17:30	+18:04:35	OBJECT	NGC3608	420.0	g
im31710.0072.fits	2010-03-18	09:01:29.711	11:17:30	+18:04:15	OBJECT	NGC3608	420.0	g
im31710.0073.fits	2010-03-18	09:10:53.641	11:17:29	+18:04:16	OBJECT	NGC3608	30.0	r
im31710.0074.fits	2010-03-18	09:14:13.266	11:17:29	+18:04:15	OBJECT	NGC3608	300.0	r
im31710.0075.fits	2010-03-18	09:21:35.911	11:17:29	+18:03:56	OBJECT	NGC3608	300.0	r
im31710.0076.fits	2010-03-18	09:28:58.604	11:17:29	+18:03:36	OBJECT	NGC3608	300.0	r
im31710.0077.fits	2010-03-18	09:37:34.538	12:44:10	+11:29:50	OBJECT	NGC4649	30.0	r
im31710.0078.fits	2010-03-18	09:41:23.160	12:44:10	+11:29:49	OBJECT	NGC4649	360.0	r
im31710.0079.fits	2010-03-18	09:50:25.093	12:44:10	+11:29:29	OBJECT	NGC4649	360.0	r
im31710.0080.fits	2010-03-18	09:58:47.948	12:44:09	+11:29:10	OBJECT	NGC4649	360.0	r
im31710.0081.fits	2010-03-18	10:07:10.838	12:44:09	+11:29:09	OBJECT	NGC4649	30.0	g
im31710.0082.fits	2010-03-18	10:11:00.788	12:44:09	+11:29:09	OBJECT	NGC4649	300.0	g
im31710.0083.fits	2010-03-18	10:18:23.320	12:44:09	+11:28:49	OBJECT	NGC4649	300.0	g
im31710.0084.fits	2010-03-18	10:25:46.222	12:44:09	+11:28:29	OBJECT	NGC4649	300.0	g
im31710.0085.fits	2010-03-18	10:33:20.228	12:44:09	+11:28:08	OBJECT	NGC4649	300.0	g
im31710.0086.fits	2010-03-18	10:40:42.883	12:44:09	+11:27:49	OBJECT	NGC4649	300.0	g
im31710.0087.fits	2010-03-18	10:50:06.038	15:06:32	+01:35:41	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31710.0088.fits	2010-03-18	10:57:29.327	15:06:32	+01:35:33	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31710.0089.fits	2010-03-18	11:06:03.577	15:06:32	+01:35:23	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31710.0090.fits	2010-03-18	11:13:26.814	15:06:32	+01:35:12	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31710.0091.fits	2010-03-18	11:20:49.885	15:06:32	+01:35:12	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31710.0092.fits	2010-03-18	11:28:12.730	15:06:32	+01:35:11	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31710.0093.fits	2010-03-18	11:35:35.353	15:06:33	+01:35:10	OBJECT	NGC5845	300.0	g
im31710.0094.fits	2010-03-18	11:42:58.603	15:06:33	+01:35:11	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31710.0095.fits	2010-03-18	11:51:16.477	15:06:33	+01:35:11	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31710.0096.fits	2010-03-18	11:57:40.271	15:06:33	+01:35:10	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31710.0097.fits	2010-03-18	12:04:02.824	15:06:34	+01:35:09	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31710.0098.fits	2010-03-18	12:10:25.553	15:06:34	+01:35:07	OBJECT	NGC5845	240.0	r
im31810.0013.fits	2010-03-19	03:37:14.346	10:48:14	+13:55:54	OBJECT	NGC3377	30.0	r
im31810.0014.fits	2010-03-19	03:39:26.473	10:48:14	+13:55:54	OBJECT	NGC3377	30.0	r

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.1 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{exp}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
18 MARZO								
im31810.0015.fits	2010-03-19	03:42:19.196	10:48:14	+13:50:55	OBJECT	NGC3377	30.0	r
im31810.0016.fits	2010-03-19	03:47:23.807	10:48:42	+14:10:58	OBJECT	NGC3377	30.0	r
im31810.0017.fits	2010-03-19	03:53:06.014	10:47:46	+14:10:58	OBJECT	NGC3377	30.0	r
im31810.0018.fits	2010-03-19	03:58:04.976	10:46:57	+18:50:14	OBJECT	NGC3377	1.0	r
im31810.0019.fits	2010-03-19	04:02:05.945	10:46:36	+18:50:06	OBJECT	NGC3377	1.0	r
im31810.0020.fits	2010-03-19	04:10:14.483	10:48:14	+13:55:54	OBJECT	NGC3377	30.0	r
im31810.0021.fits	2010-03-19	04:14:31.000	10:48:14	+13:55:55	OBJECT	NGC3377	180.0	r
im31810.0022.fits	2010-03-19	04:20:05.857	10:48:16	+13:55:58	OBJECT	NGC3377	180.0	r
im31810.0023.fits	2010-03-19	04:25:28.479	10:48:17	+13:55:58	OBJECT	NGC3377	180.0	r
im31810.0024.fits	2010-03-19	04:31:54.665	10:48:18	+13:55:59	OBJECT	NGC3377	180.0	r
im31810.0025.fits	2010-03-19	04:37:17.423	10:48:20	+13:55:58	OBJECT	NGC3377	180.0	r
im31810.0026.fits	2010-03-19	04:43:05.871	10:48:18	+13:55:48	OBJECT	NGC3377	180.0	r
im31810.0027.fits	2010-03-19	04:48:28.523	10:48:18	+13:55:28	OBJECT	NGC3377	180.0	r
im31810.0028.fits	2010-03-19	04:54:24.370	10:48:18	+13:55:29	OBJECT	NGC3377	30.0	g
im31810.0029.fits	2010-03-19	04:57:30.193	10:48:18	+13:55:29	OBJECT	NGC3377	300.0	g
im31810.0030.fits	2010-03-19	05:04:52.578	10:48:18	+13:55:12	OBJECT	NGC3377	300.0	g
im31810.0031.fits	2010-03-19	05:12:15.165	10:48:18	+13:54:52	OBJECT	NGC3377	300.0	g
im31810.0032.fits	2010-03-19	05:19:38.058	10:48:18	+13:54:34	OBJECT	NGC3377	300.0	g
im31810.0033.fits	2010-03-19	05:27:01.050	10:48:19	+13:54:15	OBJECT	NGC3377	300.0	g
im31810.0034.fits	2010-03-19	05:34:27.286	10:48:19	+13:53:58	OBJECT	NGC3377	150.0	g
im31810.0035.fits	2010-03-19	05:39:19.943	10:48:19	+13:53:39	OBJECT	NGC3377	150.0	g
im31810.0036.fits	2010-03-19	05:45:54.345	09:20:13	+69:09:35	OBJECT	NGC2787	30.0	g
im31810.0037.fits	2010-03-19	05:50:07.606	09:20:12	+69:09:35	OBJECT	NGC2787	300.0	g
im31810.0038.fits	2010-03-19	05:57:30.106	09:20:13	+69:09:15	OBJECT	NGC2787	300.0	g
im31810.0039.fits	2010-03-19	06:04:52.702	09:20:12	+69:08:56	OBJECT	NGC2787	300.0	g
im31810.0040.fits	2010-03-19	06:12:15.589	09:20:12	+69:08:48	OBJECT	NGC2787	300.0	g
im31810.0041.fits	2010-03-19	06:19:48.175	09:20:13	+69:08:28	OBJECT	NGC2787	300.0	g
im31810.0042.fits	2010-03-19	06:27:10.724	09:20:13	+69:08:11	OBJECT	NGC2787	150.0	g
im31810.0043.fits	2010-03-19	06:32:03.391	09:20:09	+69:08:12	OBJECT	NGC2787	150.0	g
im31810.0046.fits	2010-03-19	06:46:48.050	09:20:09	+69:08:09	OBJECT	NGC2787	30.0	r
im31810.0047.fits	2010-03-19	06:49:15.720	09:19:39	+69:08:09	OBJECT	NGC2787	210.0	r
im31810.0048.fits	2010-03-19	06:54:05.986	09:19:39	+69:08:01	OBJECT	NGC2787	210.0	r
im31810.0049.fits	2010-03-19	06:59:58.794	09:19:37	+69:08:02	OBJECT	NGC2787	210.0	r
im31810.0050.fits	2010-03-19	07:05:51.801	09:19:35	+69:08:02	OBJECT	NGC2787	210.0	r
im31810.0051.fits	2010-03-19	07:11:46.058	09:19:33	+69:08:03	OBJECT	NGC2787	210.0	r
im31810.0052.fits	2010-03-19	07:17:42.864	09:19:31	+69:08:04	OBJECT	NGC2787	210.0	r
im31810.0053.fits	2010-03-19	07:25:37.306	11:59:56	+50:54:20	OBJECT	NGC4026	30.0	r
im31810.0054.fits	2010-03-19	07:29:41.576	11:59:56	+50:54:19	OBJECT	NGC4026	120.0	r
im31810.0055.fits	2010-03-19	07:34:04.644	11:59:54	+50:54:20	OBJECT	NGC4026	120.0	r
im31810.0056.fits	2010-03-19	07:38:27.512	11:59:53	+50:54:21	OBJECT	NGC4026	120.0	r
im31810.0057.fits	2010-03-19	07:42:50.280	11:59:52	+50:54:21	OBJECT	NGC4026	120.0	r
im31810.0058.fits	2010-03-19	07:47:12.696	11:59:51	+50:54:21	OBJECT	NGC4026	120.0	r
im31810.0059.fits	2010-03-19	07:52:07.310	11:59:50	+50:54:21	OBJECT	NGC4026	120.0	r
im31810.0060.fits	2010-03-19	07:56:29.827	11:59:49	+50:54:22	OBJECT	NGC4026	120.0	r
im31810.0061.fits	2010-03-19	08:00:52.794	11:59:49	+50:54:23	OBJECT	NGC4026	30.0	g
im31810.0062.fits	2010-03-19	08:04:07.820	11:59:49	+50:54:23	OBJECT	NGC4026	300.0	g
im31810.0063.fits	2010-03-19	08:11:30.913	11:59:47	+50:54:23	OBJECT	NGC4026	300.0	g
im31810.0064.fits	2010-03-19	08:18:53.407	11:59:49	+50:54:31	OBJECT	NGC4026	300.0	g
im31810.0065.fits	2010-03-19	08:26:16.401	11:59:49	+50:54:42	OBJECT	NGC4026	300.0	g
im31810.0066.fits	2010-03-19	08:33:39.345	11:59:49	+50:54:52	OBJECT	NGC4026	300.0	g
im31810.0067.fits	2010-03-19	08:45:18.157	12:40:31	-11:40:43	OBJECT	NGC4594	30.0	g
im31810.0068.fits	2010-03-19	08:49:00.429	12:40:31	-11:40:43	OBJECT	NGC4594	300.0	g
im31810.0069.fits	2010-03-19	08:56:23.373	12:40:31	-11:40:30	OBJECT	NGC4594	300.0	g
im31810.0070.fits	2010-03-19	09:03:46.116	12:40:30	-11:40:23	OBJECT	NGC4594	300.0	g
im31810.0071.fits	2010-03-19	09:11:09.409	12:40:30	-11:40:18	OBJECT	NGC4594	300.0	g
im31810.0072.fits	2010-03-19	09:18:31.844	12:40:30	-11:40:13	OBJECT	NGC4594	300.0	g
im31810.0073.fits	2010-03-19	09:26:11.377	12:40:30	-11:40:14	OBJECT	NGC4594	30.0	r
im31810.0074.fits	2010-03-19	09:30:12.342	12:40:30	-11:40:14	OBJECT	NGC4594	120.0	r
im31810.0075.fits	2010-03-19	09:34:34.954	12:40:30	-11:40:15	OBJECT	NGC4594	120.0	r
im31810.0076.fits	2010-03-19	09:38:57.666	12:40:30	-11:40:05	OBJECT	NGC4594	120.0	r
im31810.0077.fits	2010-03-19	09:43:20.379	12:40:30	-11:39:50	OBJECT	NGC4594	120.0	r
im31810.0078.fits	2010-03-19	09:47:52.938	12:40:30	-11:39:36	OBJECT	NGC4594	120.0	r
im31810.0079.fits	2010-03-19	09:52:16.998	12:40:29	-11:39:21	OBJECT	NGC4594	120.0	r
im31810.0080.fits	2010-03-19	09:56:39.409	12:40:29	-11:39:07	OBJECT	NGC4594	120.0	r
im31810.0085.fits	2010-03-19	10:19:46.889	14:02:14	-11:39:21	OBJECT	PGC49940	30.0	r
im31810.0086.fits	2010-03-19	10:23:19.980	14:02:14	-11:39:23	OBJECT	PGC49940	300.0	r
im31810.0087.fits	2010-03-19	10:31:01.711	14:21:34	+03:13:27	OBJECT	NGC5576	30.0	r
im31810.0088.fits	2010-03-19	10:35:27.882	14:21:34	+03:13:27	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31810.0089.fits	2010-03-19	10:41:54.335	14:21:34	+03:13:41	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31810.0090.fits	2010-03-19	10:47:16.747	14:21:34	+03:13:53	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31810.0091.fits	2010-03-19	10:52:43.058	14:21:34	+03:14:09	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31810.0092.fits	2010-03-19	10:58:05.919	14:21:33	+03:14:23	OBJECT	NGC5576	180.0	r
im31810.0093.fits	2010-03-19	11:03:33.529	14:21:33	+03:14:39	OBJECT	NGC5576	30.0	g
im31810.0094.fits	2010-03-19	11:07:49.098	14:21:33	+03:14:39	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31810.0095.fits	2010-03-19	11:16:06.987	14:21:33	+03:14:55	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31810.0096.fits	2010-03-19	11:23:29.533	14:21:33	+03:15:09	OBJECT	NGC5576	300.0	g
im31810.0097.fits	2010-03-19	11:31:54.472	14:21:33	+03:15:23	OBJECT	NGC5576	300.0	g

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.1 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{exp}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
im31810.0098.fits	2010-03-19	11:39:23.724	14:21:33	+03:15:37	OBJECT	NGC5576	300.0	g
dayflat.0001.fits	2010-03-19	20:46:10.318	23:49:39	-12:10:30	FLAT	dayflat	240.0	g
dayflat.0002.fits	2010-03-19	20:52:44.369	23:56:14	-12:10:30	FLAT	dayflat	240.0	g
dayflat.0004.fits	2010-03-19	21:01:37.602	00:05:09	-12:10:30	FLAT	dayflat	120.0	g
dayflat.0006.fits	2010-03-19	21:08:52.248	00:12:25	-12:10:30	FLAT	dayflat	180.0	g
dayflat.0007.fits	2010-03-19	21:14:37.006	00:18:10	-12:10:30	FLAT	dayflat	150.0	g
dayflat.0008.fits	2010-03-19	21:19:22.371	00:22:56	-12:10:30	FLAT	dayflat	150.0	g
dayflat.0009.fits	2010-03-19	21:24:07.836	00:27:43	-12:10:30	FLAT	dayflat	150.0	g
dayflat.0010.fits	2010-03-19	21:28:53.100	00:32:29	-12:10:29	FLAT	dayflat	150.0	g
dayflat.0011.fits	2010-03-19	21:33:38.414	00:37:15	-12:10:29	FLAT	dayflat	150.0	g
dayflat.0012.fits	2010-03-19	21:39:07.274	00:42:45	-12:10:29	FLAT	dayflat	100.0	r
dayflat.0013.fits	2010-03-19	21:45:32.874	00:49:11	-12:10:29	FLAT	dayflat	90.0	r
dayflat.0014.fits	2010-03-19	21:49:18.148	00:52:57	-12:10:29	FLAT	dayflat	90.0	r
dayflat.0015.fits	2010-03-19	21:53:03.418	00:56:43	-12:10:29	FLAT	dayflat	90.0	r
dayflat.0016.fits	2010-03-19	21:56:48.789	01:00:29	-12:10:29	FLAT	dayflat	90.0	r
dayflat.0017.fits	2010-03-19	22:00:34.061	01:04:15	-12:10:29	FLAT	dayflat	90.0	r

**Note.** Col.(1): nome identificativo dell'immagine. Col.(2): data di acquisizione dell'immagine. Col.(3): tempo universale al momento dell'acquisizione dell'immagine. Col.(4): ascensione retta (J2000). Col.(5): declinazione (J2000). Col.(6): tipo di immagine. Col.(7): nome del *target*. Col.(8) filtro utilizzato. Col.(9) tempo di esposizione.

**Tabella A.2:** Elenco delle immagini elaborate relative alle osservazioni svolte nel periodo di Ottobre 2010

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{exp}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos20101002.0009.fits	2010-10-02	03:47:48.181	23:00:59	+30:08:40	OBJECT	NGC7457	30.0	r
osmos20101002.0010.fits	2010-10-02	03:54:11.437	23:00:59	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	30.0	r
osmos20101002.0011.fits	2010-10-02	03:57:27.529	23:00:59	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	30.0	r
osmos20101002.0015.fits	2010-10-02	04:11:27.298	23:00:59	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	30.0	r
osmos20101002.0017.fits	2010-10-02	04:17:24.406	23:00:59	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0019.fits	2010-10-02	04:26:08.327	23:00:59	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0020.fits	2010-10-02	04:31:51.978	23:00:59	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0022.fits	2010-10-02	04:42:26.127	23:00:59	+30:08:39	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0023.fits	2010-10-02	04:48:09.846	23:00:59	+30:08:39	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0025.fits	2010-10-02	04:55:18.100	23:00:59	+30:08:38	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0026.fits	2010-10-02	05:01:01.780	23:00:59	+30:08:38	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0028.fits	2010-10-02	05:08:16.248	23:00:59	+30:08:39	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0029.fits	2010-10-02	05:13:59.913	23:00:59	+30:08:38	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0031.fits	2010-10-02	05:21:08.256	23:00:59	+30:08:38	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0032.fits	2010-10-02	05:26:51.973	23:00:59	+30:08:38	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0034.fits	2010-10-02	05:34:08.157	23:00:58	+30:08:37	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0035.fits	2010-10-02	05:39:51.758	23:00:59	+30:08:38	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0037.fits	2010-10-02	05:47:00.133	23:00:58	+30:08:40	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0038.fits	2010-10-02	05:52:43.646	23:00:59	+30:08:39	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0040.fits	2010-10-02	06:01:31.240	23:00:58	+30:08:39	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0041.fits	2010-10-02	06:07:14.916	23:00:58	+30:08:40	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0043.fits	2010-10-02	06:14:23.455	23:00:58	+30:08:39	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0044.fits	2010-10-02	06:20:07.110	23:00:58	+30:08:39	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0046.fits	2010-10-02	06:27:27.559	23:00:58	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0047.fits	2010-10-02	06:33:11.209	23:00:58	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0049.fits	2010-10-02	06:40:19.636	23:00:57	+30:08:41	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0050.fits	2010-10-02	06:46:03.236	23:00:57	+30:08:42	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0052.fits	2010-10-02	06:53:35.898	23:00:57	+30:08:42	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0053.fits	2010-10-02	06:59:20.755	23:00:57	+30:08:42	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0055.fits	2010-10-02	07:06:28.875	23:00:58	+30:08:44	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0056.fits	2010-10-02	07:12:12.566	23:00:58	+30:08:44	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0058.fits	2010-10-02	07:24:26.770	23:00:58	+30:08:45	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0059.fits	2010-10-02	07:30:10.395	23:00:58	+30:08:47	OBJECT	NGC7457	300.0	g
osmos20101002.0061.fits	2010-10-02	07:37:18.980	23:00:58	+30:08:47	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0062.fits	2010-10-02	07:43:02.616	23:00:58	+30:08:48	OBJECT	NGC7457	300.0	r
osmos20101002.0081.fits	2010-10-02	11:03:00.033	02:40:25	+39:03:35	OBJECT	NGC1023	30.0	r
osmos20101002.0082.fits	2010-10-02	11:07:39.185	02:40:26	+39:03:35	OBJECT	NGC1023	45.0	r
osmos20101002.0083.fits	2010-10-02	11:10:41.209	02:40:26	+39:03:36	OBJECT	NGC1023	45.0	r
osmos20101002.0084.fits	2010-10-02	11:13:41.617	02:40:26	+39:03:35	OBJECT	NGC1023	45.0	r
osmos20101002.0085.fits	2010-10-02	11:16:42.300	02:40:26	+39:03:36	OBJECT	NGC1023	45.0	r
osmos20101002.0086.fits	2010-10-02	11:19:42.926	02:40:26	+39:03:37	OBJECT	NGC1023	45.0	r
osmos20101002.0087.fits	2010-10-02	11:23:12.141	02:40:26	+39:03:37	OBJECT	NGC1023	45.0	g
osmos20101002.0088.fits	2010-10-02	11:27:54.379	02:40:26	+39:03:37	OBJECT	NGC1023	150.0	g

continua sulla pagina successiva



Tabella A.2 – continuazione della pagina precedente

	Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{exp}$	Filtro
	(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
	osmos20101002.0089.fits	2010-10-02	11:32:40.019	02:40:26	+39:03:38	OBJECT	NGC1023	150.0	g
	osmos20101002.0090.fits	2010-10-02	11:37:25.691	02:40:26	+39:03:37	OBJECT	NGC1023	150.0	g
	osmos20101002.0091.fits	2010-10-02	11:42:11.357	02:40:25	+39:03:39	OBJECT	NGC1023	150.0	g
	osmos20101002.0092.fits	2010-10-02	11:46:56.860	02:40:26	+39:03:39	OBJECT	NGC1023	150.0	g
	osmos20101002.0110.fits	2010-10-02	12:44:45.126	04:48:22	+31:56:21	FLAT	skyflat	40.0	r
	osmos20101002.0111.fits	2010-10-02	12:47:42.107	04:48:22	+31:56:21	FLAT	skyflat	40.0	r
	osmos20101002.0112.fits	2010-10-02	12:50:38.768	04:48:22	+31:56:24	FLAT	skyflat	40.0	r
2 OTTOBRE	osmos20101003.0030.fits	2010-10-03	11:00:09.247	02:43:14	+00:01:55	OBJECT	NGC1068	30.0	r
	osmos20101003.0031.fits	2010-10-03	11:03:59.888	02:43:14	+00:01:57	OBJECT	NGC1068	15.0	r
	osmos20101003.0032.fits	2010-10-03	11:07:00.959	02:43:14	+00:02:00	OBJECT	NGC1068	15.0	r
	osmos20101003.0033.fits	2010-10-03	11:09:55.727	02:43:15	+00:02:07	OBJECT	NGC1068	15.0	r
	osmos20101003.0034.fits	2010-10-03	11:12:33.162	02:43:15	+00:02:07	OBJECT	NGC1068	20.0	g
	osmos20101003.0035.fits	2010-10-03	11:15:37.494	02:43:14	+00:02:00	OBJECT	NGC1068	25.0	g
	osmos20101003.0036.fits	2010-10-03	11:18:24.831	02:43:14	+00:01:57	OBJECT	NGC1068	25.0	g
	osmos20101003.0037.fits	2010-10-03	11:21:12.485	02:43:14	+00:01:52	OBJECT	NGC1068	25.0	g
	osmos20101003.0076.fits	2010-10-03	12:48:25.929	05:06:22	+52:50:47	FLAT	skyflat	30.0	r
	osmos20101003.0077.fits	2010-10-03	12:51:29.418	05:06:12	+30:00:50	FLAT	skyflat	20.0	r
	osmos20101003.0078.fits	2010-10-03	12:54:11.867	05:06:12	+30:00:49	FLAT	skyflat	20.0	g
	osmos20101003.0079.fits	2010-10-03	12:57:06.804	05:06:13	+30:00:49	FLAT	skyflat	15.0	g
	osmos20101003.0080.fits	2010-10-03	13:00:26.717	05:06:14	+30:00:54	FLAT	skyflat	5.0	g
	3 OTTOBRE	osmos20101004.0023.fits	2010-10-04	01:59:48.766	21:19:03	+26:29:45	OBJECT	NGC7052	30.0
osmos20101004.0024.fits		2010-10-04	02:01:56.802	21:19:03	+26:29:45	OBJECT	NGC7052	300.0	r
osmos20101004.0025.fits		2010-10-04	02:11:50.902	21:19:03	+26:29:55	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0026.fits		2010-10-04	02:15:04.354	21:19:03	+26:29:54	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0027.fits		2010-10-04	02:18:23.136	21:19:03	+26:29:55	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0028.fits		2010-10-04	02:23:06.805	21:19:03	+26:29:55	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0029.fits		2010-10-04	02:29:29.594	21:19:03	+26:29:55	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0030.fits		2010-10-04	02:32:43.288	21:19:03	+26:29:55	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0031.fits		2010-10-04	02:36:03.300	21:19:03	+26:29:57	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0032.fits		2010-10-04	02:40:46.896	21:19:03	+26:29:56	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0033.fits		2010-10-04	02:46:17.527	21:19:03	+26:30:08	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0034.fits		2010-10-04	02:49:31.185	21:19:03	+26:30:08	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0035.fits		2010-10-04	02:52:50.005	21:19:03	+26:30:08	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0036.fits		2010-10-04	02:57:33.617	21:19:03	+26:30:08	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0037.fits		2010-10-04	03:03:05.813	21:19:03	+26:30:11	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0038.fits		2010-10-04	03:06:19.475	21:19:03	+26:30:12	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101004.0039.fits		2010-10-04	03:09:38.236	21:19:03	+26:30:12	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0040.fits		2010-10-04	03:14:21.893	21:19:04	+26:30:12	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0041.fits		2010-10-04	03:19:22.509	21:19:04	+26:30:22	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101004.0042.fits		2010-10-04	03:28:45.246	00:43:17	+40:55:26	OBJECT	NGC0221	30.0	r
osmos20101004.0043.fits		2010-10-04	03:33:38.019	00:43:17	+40:55:26	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0044.fits		2010-10-04	03:37:28.221	00:43:17	+40:55:25	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0045.fits		2010-10-04	03:38:21.839	00:43:17	+40:55:25	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0046.fits		2010-10-04	03:39:20.389	00:43:17	+40:55:25	OBJECT	NGC0221	15.0	g
osmos20101004.0047.fits		2010-10-04	03:40:18.975	00:43:17	+40:55:26	OBJECT	NGC0221	15.0	g
osmos20101004.0048.fits		2010-10-04	03:42:41.717	00:43:16	+40:55:35	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0049.fits		2010-10-04	03:43:32.068	00:43:16	+40:55:35	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0050.fits		2010-10-04	03:44:27.856	00:43:16	+40:55:34	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101004.0051.fits		2010-10-04	03:45:38.142	00:43:16	+40:55:34	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101004.0052.fits		2010-10-04	03:50:23.415	00:43:16	+40:55:36	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0053.fits		2010-10-04	03:51:13.773	00:43:16	+40:55:36	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0054.fits		2010-10-04	03:52:09.600	00:43:16	+40:55:36	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101004.0055.fits		2010-10-04	03:53:19.948	00:43:16	+40:55:35	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101004.0056.fits		2010-10-04	03:55:01.593	00:43:16	+40:55:39	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101004.0057.fits	2010-10-04	03:55:51.937	00:43:15	+40:55:39	OBJECT	NGC0221	10.0	r	
osmos20101004.0058.fits	2010-10-04	03:56:47.719	00:43:16	+40:55:39	OBJECT	NGC0221	30.0	g	
osmos20101004.0059.fits	2010-10-04	03:57:58.121	00:43:16	+40:55:39	OBJECT	NGC0221	30.0	g	
osmos20101004.0060.fits	2010-10-04	03:59:38.382	00:43:17	+40:55:26	OBJECT	NGC0221	30.0	g	
osmos20101004.0061.fits	2010-10-04	04:00:57.846	00:43:17	+40:55:26	OBJECT	NGC0221	150.0	r	
osmos20101004.0062.fits	2010-10-04	04:04:13.616	00:43:17	+40:55:25	OBJECT	NGC0221	300.0	g	
osmos20101004.0063.fits	2010-10-04	04:12:45.228	00:43:20	+41:19:42	OBJECT	NGC0221	15.0	r	
6 OTTOBRE	osmos20101007.0029.fits	2010-10-07	05:41:19.501	00:42:44	+41:16:02	OBJECT	NGC0224	30.0	r
	osmos20101007.0030.fits	2010-10-07	05:45:02.092	00:42:44	+41:16:02	OBJECT	NGC0224	30.0	r
	osmos20101007.0031.fits	2010-10-07	05:47:54.643	00:42:44	+41:16:03	OBJECT	NGC0224	60.0	g
	osmos20101007.0032.fits	2010-10-07	05:51:52.165	00:42:44	+41:15:57	OBJECT	NGC0224	30.0	r
	osmos20101007.0033.fits	2010-10-07	05:54:44.852	00:42:44	+41:15:56	OBJECT	NGC0224	60.0	g
	osmos20101007.0034.fits	2010-10-07	05:58:07.233	00:42:44	+41:15:59	OBJECT	NGC0224	30.0	r
	osmos20101007.0035.fits	2010-10-07	06:00:59.695	00:42:44	+41:15:59	OBJECT	NGC0224	60.0	g
	osmos20101007.0036.fits	2010-10-07	06:04:22.461	00:42:45	+41:15:55	OBJECT	NGC0224	30.0	r
	osmos20101007.0037.fits	2010-10-07	06:07:16.203	00:42:45	+41:15:56	OBJECT	NGC0224	60.0	g
	osmos20101007.0039.fits	2010-10-07	06:20:03.595	02:08:22	+10:59:43	OBJECT	NGC0821	30.0	r
	osmos20101007.0040.fits	2010-10-07	06:23:59.126	02:08:22	+10:59:43	OBJECT	NGC0821	15.0	r
	osmos20101007.0041.fits	2010-10-07	06:27:23.431	02:08:22	+10:59:43	OBJECT	NGC0821	15.0	r
	osmos20101007.0042.fits	2010-10-07	06:28:24.370	02:08:22	+10:59:44	OBJECT	NGC0821	30.0	g
	osmos20101007.0043.fits	2010-10-07	06:30:23.903	02:08:22	+10:59:48	OBJECT	NGC0821	15.0	r

continua sulla pagina successiva

Tabella A.2 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{\text{exp}}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos20101007.0044.fits	2010-10-07	06:31:24.433	02:08:22	+10:59:47	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0045.fits	2010-10-07	06:33:35.772	02:08:23	+10:59:43	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0046.fits	2010-10-07	06:34:36.494	02:08:23	+10:59:43	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0047.fits	2010-10-07	06:38:03.053	02:08:24	+10:59:45	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0048.fits	2010-10-07	06:39:03.888	02:08:24	+10:59:45	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0049.fits	2010-10-07	06:41:07.937	02:08:24	+10:59:45	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0050.fits	2010-10-07	06:42:30.411	02:08:24	+10:59:45	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0051.fits	2010-10-07	06:43:31.216	02:08:24	+10:59:45	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0052.fits	2010-10-07	06:45:35.700	02:08:24	+10:59:40	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0053.fits	2010-10-07	06:46:36.557	02:08:24	+10:59:41	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0054.fits	2010-10-07	06:48:14.719	02:08:24	+10:59:33	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0055.fits	2010-10-07	06:49:15.472	02:08:24	+10:59:34	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0056.fits	2010-10-07	06:51:12.160	02:08:25	+10:59:38	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0057.fits	2010-10-07	06:52:12.889	02:08:25	+10:59:38	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0058.fits	2010-10-07	06:53:31.562	02:08:24	+10:59:32	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0059.fits	2010-10-07	06:54:32.222	02:08:24	+10:59:32	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101007.0060.fits	2010-10-07	06:56:37.474	02:08:24	+10:59:28	OBJECT	NGC0821	15.0	r
osmos20101007.0061.fits	2010-10-07	06:57:38.064	02:08:24	+10:59:28	OBJECT	NGC0821	30.0	g
osmos20101008.0010.fits	2010-10-08	02:05:33.458	21:19:04	+26:29:41	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101008.0011.fits	2010-10-08	02:09:42.543	21:19:05	+26:29:43	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101008.0012.fits	2010-10-08	02:12:56.377	21:19:05	+26:29:43	OBJECT	NGC7052	150.0	r
osmos20101008.0013.fits	2010-10-08	02:16:15.291	21:19:05	+26:29:43	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0014.fits	2010-10-08	02:20:58.987	21:19:05	+26:29:44	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0015.fits	2010-10-08	02:26:09.751	21:19:05	+26:29:36	OBJECT	NGC7052	90.0	r
osmos20101008.0016.fits	2010-10-08	02:28:24.785	21:19:05	+26:29:36	OBJECT	NGC7052	90.0	r
osmos20101008.0017.fits	2010-10-08	02:30:43.681	21:19:04	+26:29:36	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0018.fits	2010-10-08	02:35:27.369	21:19:04	+26:29:36	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0019.fits	2010-10-08	02:40:17.934	21:19:04	+26:29:32	OBJECT	NGC7052	90.0	r
osmos20101008.0020.fits	2010-10-08	02:42:31.649	21:19:04	+26:29:32	OBJECT	NGC7052	90.0	r
osmos20101008.0021.fits	2010-10-08	02:44:50.533	21:19:04	+26:29:31	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0022.fits	2010-10-08	02:49:34.254	21:19:04	+26:29:31	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0023.fits	2010-10-08	02:54:38.054	21:19:04	+26:29:29	OBJECT	NGC7052	90.0	r
osmos20101008.0024.fits	2010-10-08	02:56:53.009	21:19:04	+26:29:29	OBJECT	NGC7052	90.0	r
osmos20101008.0025.fits	2010-10-08	02:59:11.856	21:19:04	+26:29:30	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0026.fits	2010-10-08	03:03:55.319	21:19:04	+26:29:31	OBJECT	NGC7052	240.0	g
osmos20101008.0059.fits	2010-10-08	05:03:58.475	00:43:18	+40:55:27	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101008.0060.fits	2010-10-08	05:06:31.651	00:43:18	+40:55:28	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101008.0061.fits	2010-10-08	05:11:13.693	00:43:17	+40:55:21	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101008.0063.fits	2010-10-08	05:19:39.915	00:43:17	+40:55:22	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101008.0064.fits	2010-10-08	05:22:12.393	00:43:17	+40:55:22	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101008.0065.fits	2010-10-08	05:25:04.542	00:43:17	+40:55:16	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101008.0066.fits	2010-10-08	05:27:37.066	00:43:17	+40:55:16	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101008.0067.fits	2010-10-08	05:30:29.565	00:43:17	+40:55:13	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101008.0068.fits	2010-10-08	05:33:02.013	00:43:17	+40:55:13	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101008.0069.fits	2010-10-08	05:35:54.387	00:43:16	+40:55:10	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101008.0070.fits	2010-10-08	05:38:26.834	00:43:16	+40:55:12	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101008.0071.fits	2010-10-08	05:41:19.800	00:43:16	+40:55:06	OBJECT	NGC0221	10.0	r
osmos20101008.0072.fits	2010-10-08	05:43:53.456	00:43:16	+40:55:07	OBJECT	NGC0221	30.0	g
osmos20101008.0127.fits	2010-10-08	12:47:30.318	05:15:29	+32:00:41	FLAT	skyflat	110.0	r

7 OTTOBRE

Note. Colonne come in Tabella A.1.

Tabella A.3: Elenco delle immagini elaborate relative alle osservazioni svolte nel periodo Marzo 2011

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{\text{exp}}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos110325.0005.fits	2011-03-26	02:04:13.929	07:10:00	+38:36:03	FLAT	skyflat	10.0	g
osmos110325.0006.fits	2011-03-26	02:06:54.772	07:10:00	+38:36:03	FLAT	skyflat	15.0	g
osmos110325.0007.fits	2011-03-26	02:09:39.010	07:10:00	+38:36:03	FLAT	skyflat	25.0	g
osmos110325.0017.fits	2011-03-26	02:48:51.251	09:19:18	+69:12:11	OBJECT	NGC2787	20.0	r
osmos110325.0018.fits	2011-03-26	02:53:46.123	09:19:18	+69:12:12	OBJECT	NGC2787	60.0	r
osmos110325.0019.fits	2011-03-26	03:01:32.785	09:19:17	+69:12:10	OBJECT	NGC2787	60.0	r
osmos110325.0020.fits	2011-03-26	03:05:14.693	09:19:17	+69:12:10	OBJECT	NGC2787	60.0	r
osmos110325.0021.fits	2011-03-26	03:08:33.830	09:19:17	+69:12:09	OBJECT	NGC2787	60.0	r
osmos110325.0022.fits	2011-03-26	03:11:55.137	09:19:17	+69:12:07	OBJECT	NGC2787	60.0	r
osmos110325.0023.fits	2011-03-26	03:15:15.043	09:19:17	+69:12:07	OBJECT	NGC2787	60.0	r
osmos110325.0024.fits	2011-03-26	03:19:18.619	09:19:17	+69:12:06	OBJECT	NGC2787	60.0	r

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.3 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{\text{exp}}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos110325.0025.fits	2011-03-26	03:22:46.797	09:19:17	+69:12:06	OBJECT	NGC2787	60.0	g
osmos110325.0026.fits	2011-03-26	03:26:34.625	09:19:16	+69:12:05	OBJECT	NGC2787	240.0	g
osmos110325.0027.fits	2011-03-26	03:33:16.709	09:19:16	+69:12:03	OBJECT	NGC2787	240.0	g
osmos110325.0028.fits	2011-03-26	03:39:49.685	09:19:16	+69:12:02	OBJECT	NGC2787	240.0	g
osmos110325.0029.fits	2011-03-26	03:46:51.253	09:19:15	+69:12:02	OBJECT	NGC2787	240.0	g
osmos110325.0030.fits	2011-03-26	03:55:27.157	09:19:16	+69:12:02	OBJECT	NGC2787	240.0	g
osmos110325.0034.fits	2011-03-26	04:20:36.638	10:05:15	-07:43:06	OBJECT	NGC3115	60.0	g
osmos110325.0035.fits	2011-03-26	04:25:15.202	10:05:15	-07:43:08	OBJECT	NGC3115	75.0	g
osmos110325.0036.fits	2011-03-26	04:29:05.474	10:05:15	-07:43:08	OBJECT	NGC3115	75.0	g
osmos110325.0037.fits	2011-03-26	04:32:38.890	10:05:15	-07:43:08	OBJECT	NGC3115	75.0	g
osmos110325.0038.fits	2011-03-26	04:36:27.351	10:05:15	-07:43:08	OBJECT	NGC3115	75.0	g
osmos110325.0039.fits	2011-03-26	04:40:10.576	10:05:15	-07:43:08	OBJECT	NGC3115	30.0	r
osmos110325.0040.fits	2011-03-26	04:43:34.512	10:05:15	-07:43:08	OBJECT	NGC3115	30.0	r
osmos110325.0041.fits	2011-03-26	04:48:18.114	10:05:15	-07:43:09	OBJECT	NGC3115	30.0	r
osmos110325.0042.fits	2011-03-26	04:51:13.732	10:05:15	-07:43:10	OBJECT	NGC3115	30.0	r
osmos110325.0043.fits	2011-03-26	04:54:08.293	10:05:15	-07:43:10	OBJECT	NGC3115	30.0	r
osmos110325.0044.fits	2011-03-26	05:01:14.755	11:16:54	+18:03:09	OBJECT	NGC3607	30.0	r
osmos110325.0045.fits	2011-03-26	05:05:44.695	11:16:54	+18:03:11	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110325.0046.fits	2011-03-26	05:10:14.083	11:16:54	+18:03:10	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110325.0047.fits	2011-03-26	05:14:43.566	11:16:54	+18:03:09	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110325.0048.fits	2011-03-26	05:19:13.269	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110325.0049.fits	2011-03-26	05:23:42.745	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110325.0050.fits	2011-03-26	05:28:12.282	11:16:54	+18:03:06	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110325.0051.fits	2011-03-26	05:32:43.744	11:16:54	+18:03:06	OBJECT	NGC3607	120.0	g
osmos110325.0052.fits	2011-03-26	05:37:38.794	11:16:54	+18:03:04	OBJECT	NGC3607	120.0	g
osmos110325.0053.fits	2011-03-26	05:42:08.356	11:16:54	+18:03:05	OBJECT	NGC3607	120.0	g
osmos110325.0054.fits	2011-03-26	05:46:37.921	11:16:54	+18:03:04	OBJECT	NGC3607	120.0	g
osmos110325.0055.fits	2011-03-26	05:51:07.461	11:16:54	+18:03:04	OBJECT	NGC3607	120.0	g
osmos110325.0056.fits	2011-03-26	05:56:06.412	11:16:54	+18:03:04	OBJECT	NGC3607	300.0	g
osmos110325.0057.fits	2011-03-26	06:03:29.575	11:16:54	+18:03:03	OBJECT	NGC3607	300.0	g
osmos110325.0058.fits	2011-03-26	06:15:06.308	11:57:56	+55:27:13	OBJECT	NGC3998	60.0	g
osmos110325.0059.fits	2011-03-26	06:18:58.039	11:57:56	+55:27:11	OBJECT	NGC3998	120.0	g
osmos110325.0060.fits	2011-03-26	06:23:27.437	11:57:55	+55:27:12	OBJECT	NGC3998	120.0	g
osmos110325.0061.fits	2011-03-26	06:27:56.978	11:57:55	+55:27:11	OBJECT	NGC3998	120.0	g
osmos110325.0062.fits	2011-03-26	06:32:26.500	11:57:55	+55:27:10	OBJECT	NGC3998	120.0	g
osmos110325.0063.fits	2011-03-26	06:37:03.239	11:57:55	+55:27:11	OBJECT	NGC3998	60.0	r
osmos110325.0064.fits	2011-03-26	06:41:01.893	11:57:55	+55:27:09	OBJECT	NGC3998	60.0	r
osmos110325.0065.fits	2011-03-26	06:44:31.331	11:57:55	+55:27:08	OBJECT	NGC3998	60.0	r
osmos110325.0066.fits	2011-03-26	06:48:00.878	11:57:55	+55:27:08	OBJECT	NGC3998	60.0	r
osmos110325.0067.fits	2011-03-26	06:51:30.512	11:57:55	+55:27:07	OBJECT	NGC3998	60.0	r
osmos110325.0068.fits	2011-03-26	07:00:24.673	12:19:23	+05:49:32	OBJECT	NGC4261	180.0	r
osmos110325.0069.fits	2011-03-26	07:04:01.449	12:19:23	+05:49:31	OBJECT	NGC4261	30.0	r
osmos110325.0070.fits	2011-03-26	07:09:30.961	12:19:23	+05:49:33	OBJECT	NGC4261	180.0	r
osmos110325.0071.fits	2011-03-26	07:15:00.620	12:19:23	+05:49:31	OBJECT	NGC4261	180.0	r
osmos110325.0072.fits	2011-03-26	07:20:30.147	12:19:23	+05:49:31	OBJECT	NGC4261	180.0	r
osmos110325.0073.fits	2011-03-26	07:26:00.225	12:19:22	+05:49:32	OBJECT	NGC4261	180.0	r
osmos110325.0074.fits	2011-03-26	07:31:29.767	12:19:22	+05:49:30	OBJECT	NGC4261	180.0	r
osmos110325.0075.fits	2011-03-26	07:36:59.516	12:19:23	+05:49:30	OBJECT	NGC4261	180.0	g
osmos110325.0076.fits	2011-03-26	07:43:39.850	12:19:23	+05:49:28	OBJECT	NGC4261	180.0	g
osmos110325.0077.fits	2011-03-26	07:49:09.805	12:19:23	+05:49:28	OBJECT	NGC4261	180.0	g
osmos110325.0078.fits	2011-03-26	07:54:39.979	12:19:22	+05:49:27	OBJECT	NGC4261	180.0	g
osmos110325.0079.fits	2011-03-26	08:00:09.543	12:19:22	+05:49:26	OBJECT	NGC4261	180.0	g
osmos110325.0080.fits	2011-03-26	08:05:39.071	12:19:22	+05:49:25	OBJECT	NGC4261	180.0	g
osmos110325.0081.fits	2011-03-26	08:11:08.569	12:19:22	+05:49:25	OBJECT	NGC4261	180.0	g
osmos110325.0082.fits	2011-03-26	08:22:10.222	12:20:17	+75:22:15	OBJECT	NGC4291	180.0	g
osmos110325.0083.fits	2011-03-26	08:28:33.576	12:20:16	+75:22:14	OBJECT	NGC4291	180.0	g
osmos110325.0084.fits	2011-03-26	08:34:03.269	12:20:16	+75:22:13	OBJECT	NGC4291	180.0	g
osmos110325.0085.fits	2011-03-26	08:39:33.079	12:20:16	+75:22:13	OBJECT	NGC4291	180.0	g
osmos110325.0086.fits	2011-03-26	08:45:02.652	12:20:16	+75:22:13	OBJECT	NGC4291	180.0	g
osmos110325.0087.fits	2011-03-26	08:50:38.178	12:20:16	+75:22:13	OBJECT	NGC4291	60.0	r
osmos110325.0088.fits	2011-03-26	08:54:44.240	12:20:15	+75:22:13	OBJECT	NGC4291	90.0	r
osmos110325.0089.fits	2011-03-26	08:58:43.803	12:20:15	+75:22:12	OBJECT	NGC4291	90.0	r
osmos110325.0090.fits	2011-03-26	09:02:43.151	12:20:15	+75:22:12	OBJECT	NGC4291	90.0	r
osmos110325.0091.fits	2011-03-26	09:06:42.710	12:20:15	+75:22:12	OBJECT	NGC4291	90.0	r
osmos110325.0094.fits	2011-03-26	09:25:58.956	12:28:59	+13:58:42	OBJECT	NGC4459	30.0	r
osmos110325.0098.fits	2011-03-26	09:37:48.790	12:28:59	+13:58:44	OBJECT	NGC4459	60.0	r
osmos110325.0099.fits	2011-03-26	09:41:18.565	12:28:59	+13:58:42	OBJECT	NGC4459	60.0	r
osmos110325.0100.fits	2011-03-26	09:44:48.249	12:28:59	+13:58:42	OBJECT	NGC4459	60.0	r
osmos110325.0101.fits	2011-03-26	09:48:17.789	12:28:59	+13:58:41	OBJECT	NGC4459	60.0	r
osmos110325.0102.fits	2011-03-26	09:52:01.300	12:28:59	+13:58:41	OBJECT	NGC4459	60.0	g
osmos110325.0103.fits	2011-03-26	09:56:19.892	12:28:59	+13:58:40	OBJECT	NGC4459	240.0	g
osmos110325.0104.fits	2011-03-26	10:04:10.541	12:28:59	+13:58:40	FOCUS	NGC4459	10.0	g
osmos110325.0105.fits	2011-03-26	10:08:31.462	12:28:59	+13:58:39	OBJECT	NGC4459	240.0	g
osmos110325.0106.fits	2011-03-26	10:15:01.619	12:28:59	+13:58:38	OBJECT	NGC4459	240.0	g
osmos110325.0107.fits	2011-03-26	10:21:31.186	12:28:59	+13:58:39	OBJECT	NGC4459	240.0	g
osmos110325.0108.fits	2011-03-26	10:28:00.714	12:28:59	+13:58:38	OBJECT	NGC4459	240.0	g
osmos110325.0109.fits	2011-03-26	10:37:01.548	14:21:03	+03:16:15	OBJECT	NGC5576	60.0	g

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.3 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{\text{exp}}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos110325.0110.fits	2011-03-26	10:41:36.639	14:21:03	+03:16:14	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110325.0111.fits	2011-03-26	10:47:06.168	14:21:03	+03:16:14	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110325.0112.fits	2011-03-26	10:52:35.784	14:21:03	+03:16:15	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110325.0113.fits	2011-03-26	10:58:05.385	14:21:03	+03:16:14	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110325.0114.fits	2011-03-26	11:03:41.076	14:21:03	+03:16:15	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110325.0115.fits	2011-03-26	11:07:32.559	14:21:03	+03:16:15	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110326.0004.fits	2011-03-27	02:06:18.254	07:18:08	+38:29:58	FLAT	skyflat	15.0	g
osmos110326.0005.fits	2011-03-27	02:08:56.110	07:18:08	+38:29:57	FLAT	skyflat	25.0	g
osmos110326.0006.fits	2011-03-27	02:11:46.374	07:19:05	+38:55:49	FLAT	skyflat	40.0	g
osmos110326.0007.fits	2011-03-27	02:14:48.975	07:19:05	+38:55:49	FLAT	skyflat	60.0	r
osmos110326.0008.fits	2011-03-27	02:18:16.969	07:19:09	+39:16:23	FLAT	skyflat	180.0	r
osmos110326.0012.fits	2011-03-27	02:44:35.988	09:13:44	+76:28:30	OBJECT	NGC2748	30.0	r
osmos110326.0013.fits	2011-03-27	02:48:31.335	09:13:44	+76:28:30	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110326.0014.fits	2011-03-27	02:55:00.649	09:13:43	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110326.0015.fits	2011-03-27	03:01:30.222	09:13:43	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110326.0016.fits	2011-03-27	03:07:59.799	09:13:42	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110326.0017.fits	2011-03-27	03:14:29.357	09:13:41	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110326.0018.fits	2011-03-27	03:20:58.941	09:13:41	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110326.0019.fits	2011-03-27	03:27:30.598	09:13:40	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	300.0	g
osmos110326.0020.fits	2011-03-27	03:35:33.998	09:13:39	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	300.0	g
osmos110326.0021.fits	2011-03-27	03:43:03.967	09:13:39	+76:28:30	OBJECT	NGC2748	300.0	g
osmos110326.0022.fits	2011-03-27	03:53:09.940	09:13:38	+76:28:29	OBJECT	NGC2748	300.0	g
osmos110326.0023.fits	2011-03-27	04:00:39.453	09:13:37	+76:28:29	OBJECT	NGC2748	300.0	g
osmos110326.0024.fits	2011-03-27	04:08:09.907	09:13:36	+76:28:28	OBJECT	NGC2748	300.0	g
osmos110326.0025.fits	2011-03-27	04:15:39.210	09:13:35	+76:28:27	OBJECT	NGC2748	300.0	g
osmos110326.0026.fits	2011-03-27	04:26:43.982	10:48:18	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	60.0	g
osmos110326.0027.fits	2011-03-27	04:31:27.833	10:48:19	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110326.0028.fits	2011-03-27	04:35:57.353	10:48:18	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110326.0029.fits	2011-03-27	04:40:26.860	10:48:18	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110326.0030.fits	2011-03-27	04:46:21.898	10:48:19	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110326.0031.fits	2011-03-27	04:50:51.951	10:48:19	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110326.0032.fits	2011-03-27	04:55:21.488	10:48:19	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110326.0033.fits	2011-03-27	04:59:50.930	10:48:18	+12:37:44	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110326.0034.fits	2011-03-27	05:04:20.620	10:48:19	+12:37:44	OBJECT	NGC3384	30.0	r
osmos110326.0035.fits	2011-03-27	05:08:40.138	10:48:19	+12:37:44	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110326.0036.fits	2011-03-27	05:12:09.738	10:48:19	+12:37:43	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110326.0038.fits	2011-03-27	05:18:15.576	10:48:19	+12:37:42	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110326.0039.fits	2011-03-27	05:22:52.152	10:48:19	+12:37:42	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110326.0040.fits	2011-03-27	05:26:21.765	10:48:19	+12:37:42	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110326.0041.fits	2011-03-27	05:29:51.862	10:48:19	+12:37:41	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110326.0042.fits	2011-03-27	05:33:21.614	10:48:19	+12:37:41	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110326.0043.fits	2011-03-27	05:39:36.616	12:23:38	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	30.0	r
osmos110326.0044.fits	2011-03-27	05:42:52.424	12:23:39	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	60.0	r
osmos110326.0045.fits	2011-03-27	05:46:21.730	12:23:39	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	60.0	r
osmos110326.0046.fits	2011-03-27	05:49:51.536	12:23:39	+07:03:14	OBJECT	NGC4342	60.0	r
osmos110326.0047.fits	2011-03-27	05:53:21.018	12:23:38	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	60.0	r
osmos110326.0048.fits	2011-03-27	05:56:50.602	12:23:38	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	60.0	r
osmos110326.0049.fits	2011-03-27	06:00:20.627	12:23:38	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	60.0	r
osmos110326.0050.fits	2011-03-27	06:04:05.822	12:23:39	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	60.0	g
osmos110326.0051.fits	2011-03-27	06:09:47.253	12:23:39	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	180.0	g
osmos110326.0052.fits	2011-03-27	06:15:16.809	12:23:39	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	180.0	g
osmos110326.0053.fits	2011-03-27	06:20:46.267	12:23:39	+07:03:13	OBJECT	NGC4342	180.0	g
osmos110326.0054.fits	2011-03-27	06:26:16.753	12:23:39	+07:03:12	OBJECT	NGC4342	180.0	g
osmos110326.0055.fits	2011-03-27	06:31:47.224	12:23:39	+07:03:12	OBJECT	NGC4342	180.0	g
osmos110326.0056.fits	2011-03-27	06:37:16.732	12:23:39	+07:03:12	OBJECT	NGC4342	180.0	g
osmos110326.0059.fits	2011-03-27	07:06:14.636	12:25:05	+12:53:12	OBJECT	NGC4374	30.0	r
osmos110326.0060.fits	2011-03-27	07:09:59.708	12:25:05	+12:53:12	OBJECT	NGC4374	180.0	r
osmos110326.0061.fits	2011-03-27	07:15:29.213	12:25:05	+12:53:11	OBJECT	NGC4374	180.0	r
osmos110326.0062.fits	2011-03-27	07:20:58.814	12:25:05	+12:53:11	OBJECT	NGC4374	180.0	r
osmos110327.0002.fits	2011-03-28	02:08:17.883	07:22:18	+38:55:53	FLAT	skyflat	15.0	r
osmos110327.0003.fits	2011-03-28	02:11:05.192	07:26:44	+39:46:57	FLAT	skyflat	15.0	r
osmos110327.0004.fits	2011-03-28	02:13:49.643	07:26:45	+39:46:56	FLAT	skyflat	25.0	r
osmos110327.0005.fits	2011-03-28	02:16:41.715	07:32:19	+40:47:19	FLAT	skyflat	90.0	r
osmos110327.0011.fits	2011-03-28	02:46:34.359	09:13:43	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110327.0012.fits	2011-03-28	02:53:10.336	09:13:42	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110327.0013.fits	2011-03-28	02:58:07.894	09:13:42	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110327.0014.fits	2011-03-28	03:03:05.520	09:13:42	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110327.0015.fits	2011-03-28	03:08:03.113	09:13:42	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110327.0016.fits	2011-03-28	03:13:00.778	09:13:41	+76:28:32	OBJECT	NGC2748	240.0	r
osmos110327.0017.fits	2011-03-28	03:18:04.874	09:13:41	+76:28:32	OBJECT	NGC2748	240.0	g
osmos110327.0018.fits	2011-03-28	03:23:02.788	09:13:41	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	g
osmos110327.0019.fits	2011-03-28	03:28:00.776	09:13:41	+76:28:29	OBJECT	NGC2748	240.0	g
osmos110327.0020.fits	2011-03-28	03:32:58.322	09:13:40	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	g
osmos110327.0021.fits	2011-03-28	03:37:55.935	09:13:40	+76:28:32	OBJECT	NGC2748	240.0	g
osmos110327.0022.fits	2011-03-28	03:42:54.734	09:13:41	+76:28:32	OBJECT	NGC2748	240.0	g
osmos110327.0023.fits	2011-03-28	03:47:52.911	09:13:41	+76:28:31	OBJECT	NGC2748	240.0	g

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.3 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{\text{exp}}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos110327.0025.fits	2011-03-28	04:07:36.889	11:16:56	+18:03:06	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0026.fits	2011-03-28	04:18:15.233	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0027.fits	2011-03-28	04:22:44.968	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0028.fits	2011-03-28	04:27:14.720	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0029.fits	2011-03-28	04:31:44.248	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0030.fits	2011-03-28	04:37:11.024	11:16:54	+18:03:09	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0033.fits	2011-03-28	04:46:04.926	11:16:54	+18:03:09	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0034.fits	2011-03-28	04:50:28.797	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	120.0	r
osmos110327.0035.fits	2011-03-28	04:55:03.706	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	300.0	g
osmos110327.0036.fits	2011-03-28	05:02:33.226	11:16:54	+18:03:07	OBJECT	NGC3607	300.0	g
osmos110327.0037.fits	2011-03-28	05:10:02.714	11:16:54	+18:03:05	OBJECT	NGC3607	300.0	g
osmos110327.0038.fits	2011-03-28	05:17:34.215	11:16:53	+18:03:06	OBJECT	NGC3607	300.0	g
osmos110327.0039.fits	2011-03-28	05:25:03.565	11:16:53	+18:03:06	OBJECT	NGC3607	300.0	g
osmos110327.0040.fits	2011-03-28	05:33:45.132	12:25:03	+12:53:12	OBJECT	NGC4374	30.0	r
osmos110327.0041.fits	2011-03-28	05:37:02.876	12:25:03	+12:53:13	OBJECT	NGC4374	120.0	r
osmos110327.0042.fits	2011-03-28	05:41:32.341	12:25:03	+12:53:12	OBJECT	NGC4374	120.0	r
osmos110327.0043.fits	2011-03-28	05:46:01.952	12:25:03	+12:53:11	OBJECT	NGC4374	120.0	r
osmos110327.0044.fits	2011-03-28	05:50:31.490	12:25:03	+12:53:11	OBJECT	NGC4374	120.0	r
osmos110327.0045.fits	2011-03-28	05:54:52.906	12:25:03	+12:53:10	OBJECT	NGC4374	120.0	r
osmos110327.0046.fits	2011-03-28	05:59:55.697	12:25:03	+12:53:08	OBJECT	NGC4374	120.0	r
osmos110327.0047.fits	2011-03-28	06:04:32.789	12:25:03	+12:53:08	OBJECT	NGC4374	120.0	r
osmos110327.0048.fits	2011-03-28	06:11:27.851	12:25:03	+12:53:09	OBJECT	NGC4374	240.0	g
osmos110327.0049.fits	2011-03-28	06:17:57.639	12:25:03	+12:53:08	OBJECT	NGC4374	240.0	g
osmos110327.0050.fits	2011-03-28	06:24:27.099	12:25:02	+12:53:05	OBJECT	NGC4374	240.0	g
osmos110327.0051.fits	2011-03-28	06:30:56.660	12:25:02	+12:53:06	OBJECT	NGC4374	240.0	g
osmos110327.0052.fits	2011-03-28	06:37:26.177	12:25:02	+12:53:06	OBJECT	NGC4374	240.0	g
osmos110327.0053.fits	2011-03-28	06:44:51.140	12:30:57	+12:16:13	OBJECT	NGC4486A	60.0	g
osmos110327.0054.fits	2011-03-28	06:49:11.949	12:30:57	+12:16:14	OBJECT	NGC4486A	30.0	g
osmos110327.0055.fits	2011-03-28	06:52:11.537	12:30:57	+12:16:13	OBJECT	NGC4486A	30.0	g
osmos110327.0056.fits	2011-03-28	06:55:11.047	12:30:57	+12:16:12	OBJECT	NGC4486A	30.0	g
osmos110327.0057.fits	2011-03-28	06:58:10.621	12:30:57	+12:16:13	OBJECT	NGC4486A	30.0	g
osmos110327.0058.fits	2011-03-28	07:01:10.136	12:30:57	+12:16:15	OBJECT	NGC4486A	30.0	g
osmos110327.0059.fits	2011-03-28	07:04:09.901	12:30:57	+12:16:14	OBJECT	NGC4486A	30.0	g
osmos110327.0060.fits	2011-03-28	07:07:09.487	12:30:57	+12:16:13	OBJECT	NGC4486A	30.0	g
osmos110327.0061.fits	2011-03-28	07:13:38.038	12:30:57	+12:16:13	OBJECT	NGC4486A	20.0	r
osmos110327.0062.fits	2011-03-28	07:16:50.292	12:30:57	+12:16:11	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0063.fits	2011-03-28	07:20:09.652	12:30:57	+12:16:12	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0064.fits	2011-03-28	07:22:54.365	12:30:57	+12:16:12	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0065.fits	2011-03-28	07:25:38.888	12:30:57	+12:16:10	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0066.fits	2011-03-28	07:28:23.495	12:30:57	+12:16:12	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0067.fits	2011-03-28	07:31:08.221	12:30:57	+12:16:13	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0068.fits	2011-03-28	07:33:52.741	12:30:57	+12:16:13	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0069.fits	2011-03-28	07:36:37.422	12:30:57	+12:16:11	OBJECT	NGC4486A	15.0	r
osmos110327.0070.fits	2011-03-28	07:57:10.915	12:36:26	+11:26:21	OBJECT	NGC4564	30.0	r
osmos110327.0071.fits	2011-03-28	08:01:13.160	12:36:26	+11:26:22	OBJECT	NGC4564	45.0	r
osmos110327.0072.fits	2011-03-28	08:04:27.929	12:36:26	+11:26:20	OBJECT	NGC4564	45.0	r
osmos110327.0073.fits	2011-03-28	08:07:42.225	12:36:26	+11:26:19	OBJECT	NGC4564	45.0	r
osmos110327.0074.fits	2011-03-28	08:10:56.713	12:36:26	+11:26:20	OBJECT	NGC4564	45.0	r
osmos110327.0075.fits	2011-03-28	08:14:11.802	12:36:26	+11:26:22	OBJECT	NGC4564	45.0	r
osmos110327.0076.fits	2011-03-28	08:17:44.258	12:36:26	+11:26:23	OBJECT	NGC4564	45.0	g
osmos110327.0077.fits	2011-03-28	08:21:17.253	12:36:26	+11:26:23	OBJECT	NGC4564	180.0	g
osmos110327.0078.fits	2011-03-28	08:26:47.580	12:36:26	+11:26:23	OBJECT	NGC4564	180.0	g
osmos110327.0079.fits	2011-03-28	08:32:17.084	12:36:25	+11:26:22	OBJECT	NGC4564	180.0	g
osmos110327.0080.fits	2011-03-28	08:37:46.567	12:36:25	+11:26:22	OBJECT	NGC4564	180.0	g
osmos110327.0081.fits	2011-03-28	08:43:16.083	12:36:25	+11:26:22	OBJECT	NGC4564	180.0	g
osmos110327.0082.fits	2011-03-28	08:48:46.585	12:36:25	+11:26:23	OBJECT	NGC4564	180.0	g
osmos110327.0083.fits	2011-03-28	08:54:16.198	12:36:25	+11:26:23	OBJECT	NGC4564	180.0	g
osmos110327.0084.fits	2011-03-28	09:01:26.542	13:19:33	-12:39:24	OBJECT	NGC5077	60.0	g
osmos110327.0085.fits	2011-03-28	09:05:15.397	13:19:33	-12:39:22	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110327.0086.fits	2011-03-28	09:10:44.887	13:19:33	-12:39:23	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110327.0087.fits	2011-03-28	09:16:14.397	13:19:32	-12:39:24	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110327.0088.fits	2011-03-28	09:21:43.867	13:19:32	-12:39:24	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110327.0089.fits	2011-03-28	09:27:14.686	13:19:32	-12:39:23	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110327.0090.fits	2011-03-28	09:32:44.127	13:19:32	-12:39:22	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110327.0091.fits	2011-03-28	09:38:13.672	13:19:32	-12:39:24	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110327.0092.fits	2011-03-28	09:47:08.715	12:39:55	+10:10:33	OBJECT	NGC4596	30.0	r
osmos110327.0093.fits	2011-03-28	09:50:38.296	12:39:55	+10:10:32	OBJECT	NGC4596	180.0	r
osmos110327.0094.fits	2011-03-28	09:56:07.561	12:39:56	+10:10:32	OBJECT	NGC4596	180.0	r
osmos110327.0095.fits	2011-03-28	10:01:37.060	12:39:55	+10:10:31	OBJECT	NGC4596	180.0	r
osmos110327.0096.fits	2011-03-28	10:07:06.570	12:39:55	+10:10:31	OBJECT	NGC4596	180.0	r
osmos110327.0097.fits	2011-03-28	10:12:36.055	12:39:55	+10:10:32	OBJECT	NGC4596	180.0	r
osmos110327.0098.fits	2011-03-28	10:18:06.455	12:39:55	+10:10:31	OBJECT	NGC4596	180.0	r
osmos110327.0099.fits	2011-03-28	10:23:35.923	12:39:55	+10:10:33	OBJECT	NGC4596	180.0	r
osmos110327.0100.fits	2011-03-28	10:29:02.402	12:39:55	+10:10:32	OBJECT	NGC4596	180.0	g
osmos110327.0101.fits	2011-03-28	10:34:50.962	12:39:55	+10:10:32	OBJECT	NGC4596	240.0	g
osmos110327.0102.fits	2011-03-28	10:41:20.440	12:39:55	+10:10:32	OBJECT	NGC4596	240.0	g
osmos110327.0103.fits	2011-03-28	10:47:49.900	12:39:55	+10:10:31	OBJECT	NGC4596	240.0	g

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.3 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{\text{exp}}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos110327.0104.fits	2011-03-28	10:54:19.408	12:39:54	+10:10:29	OBJECT	NGC4596	240.0	g
osmos110327.0106.fits	2011-03-28	11:17:00.638	15:06:00	+01:38:02	OBJECT	NGC5845	60.0	r
osmos110327.0107.fits	2011-03-28	11:20:30.389	15:06:00	+01:38:00	OBJECT	NGC5845	60.0	r
osmos110327.0108.fits	2011-03-28	11:23:59.874	15:06:00	+01:38:00	OBJECT	NGC5845	60.0	r
osmos110327.0109.fits	2011-03-28	11:27:29.372	15:06:00	+01:38:02	OBJECT	NGC5845	60.0	r
osmos110327.0110.fits	2011-03-28	11:30:59.891	15:06:00	+01:38:03	OBJECT	NGC5845	60.0	r
osmos110327.0111.fits	2011-03-28	11:34:29.604	15:06:00	+01:38:02	OBJECT	NGC5845	60.0	r
osmos110327.0112.fits	2011-03-28	11:37:59.143	15:06:00	+01:38:01	OBJECT	NGC5845	60.0	r
osmos110327.0113.fits	2011-03-28	11:41:25.821	15:06:00	+01:38:02	OBJECT	NGC5845	180.0	g
osmos110327.0114.fits	2011-03-28	11:46:55.437	15:06:00	+01:38:01	OBJECT	NGC5845	180.0	g
osmos110327.0115.fits	2011-03-28	11:52:24.967	15:06:00	+01:38:01	OBJECT	NGC5845	180.0	g
osmos110328.0001.fits	2011-03-29	02:07:25.762	07:21:33	+39:28:47	FLAT	skyflat	15.0	r
osmos110328.0002.fits	2011-03-29	02:10:30.605	07:21:33	+39:28:47	FLAT	skyflat	30.0	r
osmos110328.0003.fits	2011-03-29	02:13:28.939	07:24:01	+40:04:23	FLAT	skyflat	60.0	r
osmos110328.0004.fits	2011-03-29	02:16:54.258	07:24:01	+40:04:23	FLAT	skyflat	90.0	g
osmos110328.0010.fits	2011-03-29	02:51:04.192	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	30.0	r
osmos110328.0011.fits	2011-03-29	02:54:25.809	09:12:26	+35:01:35	OBJECT	NGC2778	90.0	r
osmos110328.0012.fits	2011-03-29	02:58:25.333	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	90.0	r
osmos110328.0013.fits	2011-03-29	03:02:25.539	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	90.0	r
osmos110328.0014.fits	2011-03-29	03:06:25.187	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	90.0	r
osmos110328.0015.fits	2011-03-29	03:10:25.292	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	90.0	r
osmos110328.0016.fits	2011-03-29	03:14:24.854	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	90.0	r
osmos110328.0017.fits	2011-03-29	03:18:25.261	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	90.0	r
osmos110328.0018.fits	2011-03-29	03:22:57.941	09:12:26	+35:01:36	OBJECT	NGC2778	90.0	g
osmos110328.0019.fits	2011-03-29	03:28:03.904	09:12:26	+35:01:35	OBJECT	NGC2778	180.0	g
osmos110328.0020.fits	2011-03-29	03:33:33.410	09:12:26	+35:01:35	OBJECT	NGC2778	180.0	g
osmos110328.0021.fits	2011-03-29	03:39:03.837	09:12:26	+35:01:35	OBJECT	NGC2778	180.0	g
osmos110328.0022.fits	2011-03-29	03:44:34.207	09:12:26	+35:01:34	OBJECT	NGC2778	180.0	g
osmos110328.0023.fits	2011-03-29	03:50:03.721	09:12:26	+35:01:34	OBJECT	NGC2778	180.0	g
osmos110328.0024.fits	2011-03-29	03:55:33.213	09:12:26	+35:01:33	OBJECT	NGC2778	180.0	g
osmos110328.0026.fits	2011-03-29	04:10:44.684	10:48:16	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110328.0027.fits	2011-03-29	04:14:14.202	10:48:16	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110328.0028.fits	2011-03-29	04:17:43.699	10:48:17	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110328.0029.fits	2011-03-29	04:21:13.891	10:48:17	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110328.0030.fits	2011-03-29	04:24:43.458	10:48:17	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110328.0031.fits	2011-03-29	04:28:12.964	10:48:17	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110328.0032.fits	2011-03-29	04:31:42.211	10:48:17	+12:37:46	OBJECT	NGC3384	60.0	r
osmos110328.0033.fits	2011-03-29	04:35:52.194	10:48:17	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110328.0034.fits	2011-03-29	04:40:22.482	10:48:17	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110328.0035.fits	2011-03-29	04:44:51.952	10:48:17	+12:37:45	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110328.0036.fits	2011-03-29	04:49:21.428	10:48:17	+12:37:44	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110328.0037.fits	2011-03-29	04:53:51.018	10:48:17	+12:37:44	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110328.0038.fits	2011-03-29	04:58:20.550	10:48:17	+12:37:44	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110328.0039.fits	2011-03-29	05:02:49.835	10:48:17	+12:37:43	OBJECT	NGC3384	120.0	g
osmos110328.0041.fits	2011-03-29	05:19:44.199	12:29:48	+13:25:45	OBJECT	NGC4473	30.0	r
osmos110328.0042.fits	2011-03-29	05:28:06.559	12:29:49	+13:25:45	OBJECT	NGC4473	60.0	r
osmos110328.0043.fits	2011-03-29	05:31:36.062	12:29:49	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	60.0	r
osmos110328.0044.fits	2011-03-29	05:35:06.160	12:29:48	+13:25:45	OBJECT	NGC4473	60.0	r
osmos110328.0045.fits	2011-03-29	05:38:35.674	12:29:48	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	60.0	r
osmos110328.0046.fits	2011-03-29	05:42:06.140	12:29:48	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	60.0	r
osmos110328.0047.fits	2011-03-29	05:45:35.582	12:29:48	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	60.0	r
osmos110328.0048.fits	2011-03-29	05:49:45.973	12:29:48	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	60.0	g
osmos110328.0049.fits	2011-03-29	05:53:47.487	12:29:48	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	180.0	g
osmos110328.0050.fits	2011-03-29	05:59:16.773	12:29:48	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	180.0	g
osmos110328.0051.fits	2011-03-29	06:04:46.362	12:29:49	+13:25:47	OBJECT	NGC4473	180.0	g
osmos110328.0052.fits	2011-03-29	06:10:15.842	12:29:49	+13:25:47	OBJECT	NGC4473	180.0	g
osmos110328.0053.fits	2011-03-29	06:15:45.109	12:29:49	+13:25:47	OBJECT	NGC4473	180.0	g
osmos110328.0054.fits	2011-03-29	06:21:14.681	12:29:49	+13:25:46	OBJECT	NGC4473	180.0	g
osmos110328.0055.fits	2011-03-29	06:29:14.828	12:48:35	-05:48:01	OBJECT	NGC4697	60.0	g
osmos110328.0056.fits	2011-03-29	06:34:00.006	12:48:35	-05:48:02	OBJECT	NGC4697	240.0	g
osmos110328.0057.fits	2011-03-29	06:40:29.567	12:48:36	-05:48:02	OBJECT	NGC4697	240.0	g
osmos110328.0058.fits	2011-03-29	06:46:59.026	12:48:36	-05:48:02	OBJECT	NGC4697	240.0	g
osmos110328.0059.fits	2011-03-29	06:53:28.547	12:48:35	-05:48:02	OBJECT	NGC4697	240.0	g
osmos110328.0060.fits	2011-03-29	06:59:58.031	12:48:36	-05:48:02	OBJECT	NGC4697	240.0	g
osmos110328.0061.fits	2011-03-29	07:06:27.539	12:48:36	-05:48:03	OBJECT	NGC4697	240.0	g
osmos110328.0062.fits	2011-03-29	07:12:59.734	12:48:35	-05:48:04	OBJECT	NGC4697	60.0	r
osmos110328.0063.fits	2011-03-29	07:17:13.654	12:48:35	-05:48:04	OBJECT	NGC4697	90.0	r
osmos110328.0064.fits	2011-03-29	07:21:13.801	12:48:36	-05:48:04	OBJECT	NGC4697	90.0	r
osmos110328.0065.fits	2011-03-29	07:25:13.297	12:48:35	-05:48:05	OBJECT	NGC4697	90.0	r
osmos110328.0066.fits	2011-03-29	07:29:13.884	12:48:35	-05:48:06	OBJECT	NGC4697	90.0	r
osmos110328.0067.fits	2011-03-29	07:33:13.380	12:48:35	-05:48:06	OBJECT	NGC4697	90.0	r
osmos110328.0068.fits	2011-03-29	07:37:13.648	12:48:35	-05:48:07	OBJECT	NGC4697	90.0	r
osmos110328.0069.fits	2011-03-29	07:42:54.706	13:19:31	-12:39:24	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110328.0070.fits	2011-03-29	07:48:24.209	13:19:31	-12:39:25	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110328.0071.fits	2011-03-29	07:53:53.522	13:19:31	-12:39:25	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110328.0072.fits	2011-03-29	07:59:22.983	13:19:31	-12:39:26	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110328.0073.fits	2011-03-29	08:04:52.860	13:19:31	-12:39:27	OBJECT	NGC5077	180.0	g

28 MARZO

Continua sulla pagina successiva

Tabella A.3 – continuazione della pagina precedente

Immagine	Data	T.U.	RA	DEC	Tipo	Oggetto	$t_{\text{exp}}$	Filtro
(1)	[yyyy-mm-dd]	[h:m:s]	[h:m:s]	[d:m:s]	(6)	(7)	[s]	(9)
osmos110328.0074.fits	2011-03-29	08:10:22.375	13:19:31	-12:39:28	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110328.0075.fits	2011-03-29	08:15:52.260	13:19:31	-12:39:29	OBJECT	NGC5077	180.0	g
osmos110328.0076.fits	2011-03-29	08:21:20.879	13:19:31	-12:39:30	OBJECT	NGC5077	60.0	r
osmos110328.0077.fits	2011-03-29	08:26:48.638	13:19:31	-12:39:31	OBJECT	NGC5077	120.0	r
osmos110328.0078.fits	2011-03-29	08:31:18.327	13:19:31	-12:39:32	OBJECT	NGC5077	120.0	r
osmos110328.0079.fits	2011-03-29	08:35:48.005	13:19:31	-12:39:33	OBJECT	NGC5077	120.0	r
osmos110328.0080.fits	2011-03-29	08:40:17.531	13:19:31	-12:39:34	OBJECT	NGC5077	120.0	r
osmos110328.0081.fits	2011-03-29	08:44:46.924	13:19:31	-12:39:35	OBJECT	NGC5077	120.0	r
osmos110328.0082.fits	2011-03-29	08:49:16.501	13:19:31	-12:39:36	OBJECT	NGC5077	120.0	r
osmos110328.0083.fits	2011-03-29	08:56:16.326	14:01:42	-11:36:24	OBJECT	PGC49940	60.0	r
osmos110328.0084.fits	2011-03-29	09:01:42.331	14:01:41	-11:36:25	OBJECT	PGC49940	180.0	r
osmos110328.0085.fits	2011-03-29	09:09:21.178	14:01:42	-11:36:27	FOCUS	PGC49940	60.0	r
osmos110328.0086.fits	2011-03-29	09:16:14.064	14:01:42	-11:36:28	OBJECT	PGC49940	180.0	r
osmos110328.0087.fits	2011-03-29	09:20:12.506	14:01:42	-11:36:29	OBJECT	PGC49940	180.0	r
osmos110328.0088.fits	2011-03-29	09:25:41.966	14:01:42	-11:36:30	OBJECT	PGC49940	180.0	r
osmos110328.0089.fits	2011-03-29	09:31:12.866	14:01:42	-11:36:31	OBJECT	PGC49940	180.0	r
osmos110328.0090.fits	2011-03-29	09:36:42.318	14:01:41	-11:36:32	OBJECT	PGC49940	180.0	r
osmos110328.0091.fits	2011-03-29	09:42:11.800	14:01:41	-11:36:33	OBJECT	PGC49940	180.0	r
osmos110328.0092.fits	2011-03-29	09:49:16.268	14:01:41	-11:36:35	OBJECT	PGC49940	300.0	g
osmos110328.0093.fits	2011-03-29	09:57:39.274	14:01:41	-11:36:37	FOCUS	PGC49940	20.0	g
osmos110328.0094.fits	2011-03-29	10:03:46.778	14:01:41	-11:36:38	OBJECT	PGC49940	300.0	g
osmos110328.0095.fits	2011-03-29	10:11:16.486	14:01:41	-11:36:41	OBJECT	PGC49940	300.0	g
osmos110328.0096.fits	2011-03-29	10:18:46.020	14:01:40	-11:36:43	OBJECT	PGC49940	300.0	g
osmos110328.0097.fits	2011-03-29	10:26:15.509	14:01:40	-11:36:44	OBJECT	PGC49940	300.0	g
osmos110328.0098.fits	2011-03-29	10:40:32.901	14:21:03	+03:16:14	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110328.0099.fits	2011-03-29	10:46:02.405	14:21:03	+03:16:13	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110328.0100.fits	2011-03-29	10:51:32.075	14:21:03	+03:16:12	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110328.0101.fits	2011-03-29	10:57:01.820	14:21:03	+03:16:10	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110328.0102.fits	2011-03-29	11:02:32.676	14:21:03	+03:16:09	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110328.0103.fits	2011-03-29	11:08:02.130	14:21:03	+03:16:08	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110328.0104.fits	2011-03-29	11:13:31.641	14:21:03	+03:16:06	OBJECT	NGC5576	180.0	g
osmos110328.0105.fits	2011-03-29	11:19:58.365	14:21:03	+03:16:04	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110328.0106.fits	2011-03-29	11:23:27.887	14:21:03	+03:16:03	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110328.0107.fits	2011-03-29	11:26:57.233	14:21:02	+03:16:03	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110328.0108.fits	2011-03-29	11:30:26.625	14:21:02	+03:16:02	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110328.0109.fits	2011-03-29	11:33:56.290	14:21:02	+03:16:00	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110328.0110.fits	2011-03-29	11:37:25.818	14:21:02	+03:15:59	OBJECT	NGC5576	60.0	r
osmos110328.0111.fits	2011-03-29	11:40:55.510	14:21:02	+03:15:58	OBJECT	NGC5576	60.0	r

**Note.** Colonne come in Tabella A.1.

# Elenco delle figure

1.1	Relazione $M_{\bullet} - L_{\text{bul}}$ ottenuta da Läsker et al. (2014) . . . . .	8
1.2	Relazione $M_{\bullet} - L_{\text{tot}}$ ottenuta da Läsker et al. (2014) . . . . .	9
3.1	Un particolare esempio di <i>cross-talk</i> . . . . .	20
3.2	Confronto tra <i>dome-flat</i> e <i>sky-flat</i> . . . . .	22
3.3	Confronto tra immagine originale e ridotta per il T1.3M . . . . .	23
3.4	Confronto tra immagine originale e ridotta per il T2.4M . . . . .	24
3.5	Un esempio della correzione dei <i>pixel</i> rovinati . . . . .	26
3.6	Un esempio del risultato della rimozione dei raggi cosmici . . . . .	27
3.7	Un risultato della combinazione delle immagini 4K . . . . .	31
3.8	Immagine della galassia NGC 3384 . . . . .	32
4.1	Miglior <i>fit</i> dei dati per il calcolo dei coefficienti di calibrazione . . . . .	43
4.2	Decomposizione fotometrica parametrica bidimensionale della galassia NGC 2778 . . . . .	51
5.1	Confronto risultati finali . . . . .	59





# Elenco delle tabelle

1.1	Campione di galassie del lavoro di Läsker et al. (2014) . . . . .	10
2.1	Caratteristiche tecniche di MDM4K . . . . .	14
2.2	<i>Target</i> osservativi di Marzo 2010, Ottobre 2010, Marzo 2011 . . . . .	16
2.3	Campione di galassie osservato . . . . .	17
3.1	Combinazione delle immagini . . . . .	30
4.1	Dati statistici per la banda g . . . . .	34
4.2	Dati statistici per la banda r . . . . .	35
4.3	Lista dei parametri di <i>phot</i> . . . . .	41
4.4	Risultati ottenuti dalla decomposizione fotometrica . . . . .	53
4.5	Risultati calibrati ottenuti dalla decomposizione fotometrica . . . . .	54
4.6	Misure di luminosità del <i>bulge</i> . . . . .	55
A.1	Osservazioni di Marzo 2010 . . . . .	62
A.2	Osservazioni di Ottobre 2010 . . . . .	67
A.3	Osservazioni di Marzo 2011 . . . . .	69

# Bibliografia

- [1] M. C. Aller e D. O. Richstone. «Host Galaxy Bulge Predictors of Supermassive Black Hole Mass». In: *ApJ* 665 (ago. 2007), pp. 120–156.
- [2] J. W. Atkinson et al. «Supermassive black hole mass measurements for NGC 1300 and 2748 based on Hubble Space Telescope emission-line gas kinematics». In: *MNRAS* 359 (mag. 2005), pp. 504–520. arXiv: [astro-ph/0502573](#).
- [3] A. J. Barth et al. «Evidence for a Supermassive Black Hole in the S0 Galaxy NGC 3245». In: *ApJ* 555 (lug. 2001), pp. 685–708. arXiv: [astro-ph/0012213](#).
- [4] A. Beifiori et al. «On the correlations between galaxy properties and supermassive black hole mass». In: *MNRAS* 419 (gen. 2012), pp. 2497–2528. arXiv: [1109.6265](#).
- [5] R. Bender et al. «HST STIS Spectroscopy of the Triple Nucleus of M31: Two Nested Disks in Keplerian Rotation around a Supermassive Black Hole». In: *ApJ* 631 (set. 2005), pp. 280–300. arXiv: [astro-ph/0509839](#).
- [6] M. C. Bentz et al. «The Black Hole Mass-Bulge Luminosity Relationship for Active Galactic Nuclei From Reverberation Mapping and Hubble Space Telescope Imaging». In: *ApJ* 694 (apr. 2009), pp. L166–L170. arXiv: [0812.2284](#).
- [7] M. C. Bentz et al. «The Low-luminosity End of the Radius-Luminosity Relationship for Active Galactic Nuclei». In: *ApJ* 767, 149 (apr. 2013), p. 149. arXiv: [1303.1742](#).
- [8] F. Bertola et al. «Circumnuclear Keplerian Disks in Galaxies». In: *ApJ* 509 (dic. 1998), pp. L93–L96. eprint: [astro-ph/9807075](#).
- [9] J. P. Blakeslee et al. «The ACS Fornax Cluster Survey. V. Measurement and Recalibration of Surface Brightness Fluctuations and a Precise Value of the Fornax-Virgo Relative Distance». In: *ApJ* 694 (mar. 2009), pp. 556–572. arXiv: [0901.1138](#) [[astro-ph.CO](#)].

- [10] G. A. Bower et al. «Evidence of a Supermassive Black Hole in the Galaxy NGC 1023 from the Nuclear Stellar Dynamics». In: *ApJ* 550 (mar. 2001), pp. 75–86. arXiv: [astro-ph/0011204](#).
- [11] G. A. Bower et al. «Kinematics of the Nuclear Ionized Gas in the Radio Galaxy M84 (NGC 4374)». In: *ApJ* 492 (gen. 1998), pp. L111–L114. arXiv: [astro-ph/9710264](#).
- [12] J. A. Braatz, A. S. Wilson e C. Henkel. «The discovery of five new H<sub>2</sub>O megamasers in active galaxies». In: *ApJ* 437 (dic. 1994), pp. L99–L102.
- [13] N. Caon, M. Capaccioli e M. D’Onofrio. «On the Shape of the Light Profiles of Early Type Galaxies». In: *MNRAS* 265 (dic. 1993), p. 1013. eprint: [astro-ph/9309013](#).
- [14] A. Capetti et al. «The supermassive black hole in the Seyfert 2 galaxy NGC 5252». In: *A&A* 431 (feb. 2005), pp. 465–475. eprint: [astro-ph/0411081](#).
- [15] M. Cappellari et al. «The ATLAS<sup>3D</sup> project - XV. Benchmark for early-type galaxies scaling relations from 260 dynamical models: mass-to-light ratio, dark matter, Fundamental Plane and Mass Plane». In: *MNRAS* 432 (lug. 2013), pp. 1709–1741. arXiv: [1208.3522 \[astro-ph.CO\]](#).
- [16] M. Cappellari et al. «The Counterrotating Core and the Black Hole Mass of IC 1459». In: *ApJ* 578 (ott. 2002), pp. 787–805. eprint: [astro-ph/0202155](#).
- [17] K. C. Chambers et al. «The Pan-STARRS1 Surveys». In: *ArXiv e-prints* (dic. 2016). arXiv: [1612.05560 \[astro-ph.IM\]](#).
- [18] N. Cretton e F. C. van den Bosch. «Evidence for a Massive Black Hole in the S0 Galaxy NGC 4342». In: *ApJ* 514 (apr. 1999), pp. 704–724. arXiv: [astro-ph/9805324](#).
- [19] E. Dalla Bontà et al. «The High-Mass End of the Black Hole Mass Function: Mass Estimates in Brightest Cluster Galaxies». In: *ApJ* 690 (gen. 2009), pp. 537–559. arXiv: [0809.0766](#).
- [20] R. I. Davies et al. «The Star-forming Torus and Stellar Dynamical Black Hole Mass in the Seyfert 1 Nucleus of NGC 3227». In: *ApJ* 646 (ago. 2006), pp. 754–773. eprint: [astro-ph/0604125](#).
- [21] G. de Francesco, A. Capetti e A. Marconi. «Measuring supermassive black holes with gas kinematics. II. The LINERs IC 989, NGC 5077, and NGC 6500». In: *A&A* 479 (feb. 2008), pp. 355–363. arXiv: [0801.0064](#).

- [22] G. de Francesco, A. Capetti e A. Marconi. «Measuring supermassive black holes with gas kinematics: the active S0 galaxy NGC 3998». In: *A&A* 460 (dic. 2006), pp. 439–448. arXiv: [astro-ph/0609603](#).
- [23] R. E. de Souza, D. A. Gadotti e S. dos Anjos. «BUDDA: A New Two-dimensional Bulge/Disk Decomposition Code for Detailed Structural Analysis of Galaxies». In: *ApJS* 153 (ago. 2004), pp. 411–427. eprint: [astro-ph/0404103](#).
- [24] G. de Vaucouleurs et al. *Third Reference Catalogue of Bright Galaxies. Volume I: Explanations and references. Volume II: Data for galaxies between 0<sup>h</sup> and 12<sup>h</sup>. Volume III: Data for galaxies between 12<sup>h</sup> and 24<sup>h</sup>*. 1991.
- [25] E. Emsellem, H. Dejonghe e R. Bacon. «Dynamical models of NGC 3115». In: *MNRAS* 303 (mar. 1999), pp. 495–514. arXiv: [astro-ph/9810306](#).
- [26] A. Feoli e L. Mancini. «A Hertzsprung-Russell-like Diagram for Galaxies: The  $M$  Versus  $M_G \sigma^2$  Relation». In: *ApJ* 703 (ott. 2009), pp. 1502–1510. arXiv: [0904.1574 \[astro-ph.GA\]](#).
- [27] L. Ferrarese e H. C. Ford. «Nuclear Disks of Gas and Dust in Early-Type Galaxies and the Hunt for Massive Black Holes: Hubble Space Telescope Observations of NGC 6251». In: *ApJ* 515 (apr. 1999), pp. 583–602. eprint: [astro-ph/9811319](#).
- [28] L. Ferrarese, H. C. Ford e W. Jaffe. «Evidence for a Massive Black Hole in the Active Galaxy NGC 4261 from Hubble Space Telescope Images and Spectra». In: *ApJ* 470 (ott. 1996), p. 444.
- [29] L. Ferrarese e D. Merritt. «A Fundamental Relation between Supermassive Black Holes and Their Host Galaxies». In: *ApJ* 539 (ago. 2000), pp. L9–L12. eprint: [astro-ph/0006053](#).
- [30] L. Ferrarese et al. «A Fundamental Relation between Compact Stellar Nuclei, Supermassive Black Holes, and Their Host Galaxies». In: *ApJ* 644 (giu. 2006), pp. L21–L24. eprint: [astro-ph/0603840](#).
- [31] A. Franceschini, S. Vercellone e A. C. Fabian. «Supermassive Black Holes in Early-Type Galaxies: Relationship with Radio Emission and Constraints on the Black Hole Mass Function». In: *MNRAS* 297 (lug. 1998), pp. 817–824. eprint: [astro-ph/9801129](#).
- [32] L. M. Freyhammer et al. «On Cross-talk Correction of Images from Multiple-port CCDs». In: *Experimental Astronomy* 12 (2001), pp. 147–162.

- [33] K. Gebhardt e J. Thomas. «The Black Hole Mass, Stellar Mass-to-Light Ratio, and Dark Halo in M87». In: *ApJ* 700 (ago. 2009), pp. 1690–1701. arXiv: [0906.1492 \[astro-ph.CO\]](#).
- [34] K. Gebhardt et al. «Axisymmetric Dynamical Models of the Central Regions of Galaxies». In: *ApJ* 583 (gen. 2003), pp. 92–115. arXiv: [astro-ph/0209483](#).
- [35] K. Gebhardt et al. «Axisymmetric, Three-Integral Models of Galaxies: A Massive Black Hole in NGC 3379». In: *AJ* 119 (mar. 2000), pp. 1157–1171. arXiv: [astro-ph/9912026](#).
- [36] K. Gebhardt et al. «The Black Hole Mass and Extreme Orbital Structure in NGC 1399». In: *ApJ* 671 (dic. 2007), pp. 1321–1328. arXiv: [0709.0585](#).
- [37] K. Gebhardt et al. «The Black Hole Mass in M87 from Gemini/NIFS Adaptive Optics Observations». In: *ApJ* 729, 119 (mar. 2011), p. 119. arXiv: [1101.1954](#).
- [38] A. W. Graham e S. P. Driver. «A Log-Quadratic Relation for Predicting Supermassive Black Hole Masses from the Host Bulge Sérsic Index». In: *ApJ* 655 (gen. 2007), pp. 77–87. eprint: [astro-ph/0607378](#).
- [39] A. W. Graham e I.-h. Li. «The  $M_{bh}-\sigma$  Diagram and the Offset Nature of Barred Active Galaxies». In: *ApJ* 698 (giu. 2009), pp. 812–818. arXiv: [0904.1290 \[astro-ph.CO\]](#).
- [40] J. E. Greene, L. C. Ho e A. J. Barth. «Black Holes in Pseudobulges and Spheroidals: A Change in the Black Hole-Bulge Scaling Relations at Low Mass». In: *ApJ* 688, 159-179 (nov. 2008), pp. 159–179. arXiv: [0810.1972](#).
- [41] K. Gültekin et al. «A Quintet of Black Hole Mass Determinations». In: *ApJ* 695 (apr. 2009), pp. 1577–1590. arXiv: [0901.4162 \[astro-ph.GA\]](#).
- [42] K. Gültekin et al. «The  $M-\sigma$  and  $M-L$  Relations in Galactic Bulges, and Determinations of Their Intrinsic Scatter». In: *ApJ* 698 (giu. 2009), pp. 198–221. arXiv: [0903.4897 \[astro-ph.GA\]](#).
- [43] N. Häring e H.-W. Rix. «On the Black Hole Mass-Bulge Mass Relation». In: *ApJ* 604 (apr. 2004), pp. L89–L92. eprint: [astro-ph/0402376](#).
- [44] J. R. Herrnstein et al. «A geometric distance to the galaxy NGC4258 from orbital motions in a nuclear gas disk». In: *Nature* 400 (ago. 1999), pp. 539–541. eprint: [astro-ph/9907013](#).

- [45] J. R. Herrnstein et al. «The Geometry of and Mass Accretion Rate through the Maser Accretion Disk in NGC 4258». In: *ApJ* 629 (ago. 2005), pp. 719–738. eprint: [astro-ph/0504405](#).
- [46] R. I. Jedrzejewski. «CCD surface photometry of elliptical galaxies. I - Observations, reduction and results». In: *MNRAS* 226 (giu. 1987), pp. 747–768.
- [47] J. B. Jensen et al. «Measuring Distances and Probing the Unresolved Stellar Populations of Galaxies Using Infrared Surface Brightness Fluctuations». In: *ApJ* 583 (feb. 2003), pp. 712–726. eprint: [astro-ph/0210129](#).
- [48] J. Kormendy. «Evidence for a central dark mass in NGC 4594 (the Sombrero galaxy)». In: *ApJ* 335 (dic. 1988), pp. 40–56.
- [49] J. Kormendy e L. C. Ho. «Coevolution (Or Not) of Supermassive Black Holes and Host Galaxies». In: *ARA&A* 51 (ago. 2013), pp. 511–653. arXiv: [1304.7762](#).
- [50] J. Kormendy e D. Richstone. «Inward Bound—The Search For Supermassive Black Holes In Galactic Nuclei». In: *ARA&A* 33 (1995), p. 581.
- [51] J. Kormendy et al. «Structure and Formation of Elliptical and Spheroidal Galaxies». In: *ApJS* 182 (mag. 2009), pp. 216–309. arXiv: [0810.1681](#).
- [52] R. Läsker et al. «Supermassive Black Holes and Their Host Galaxies. II. The Correlation with Near-infrared Luminosity Revisited». In: *ApJ* 780, 70 (gen. 2014), p. 70. arXiv: [1311.1531](#).
- [53] G. Lodato e G. Bertin. «Non-Keplerian rotation in the nucleus of NGC 1068: Evidence for a massive accretion disk?» In: *A&A* 398 (feb. 2003), pp. 517–524. arXiv: [astro-ph/0211113](#).
- [54] J. Magorrian et al. «The Demography of Massive Dark Objects in Galaxy Centers». In: *AJ* 115 (giu. 1998), pp. 2285–2305. eprint: [astro-ph/9708072](#).
- [55] A. Marconi e L. K. Hunt. «The Relation between Black Hole Mass, Bulge Mass, and Near-Infrared Luminosity». In: *ApJ* 589 (mag. 2003), pp. L21–L24. eprint: [astro-ph/0304274](#).
- [56] A. Marconi et al. «The Effect of Radiation Pressure on Virial Black Hole Mass Estimates and the Case of Narrow-Line Seyfert 1 Galaxies». In: *ApJ* 678, 693–700 (mag. 2008), pp. 693–700. arXiv: [0802.2021](#).

- [57] R. J. McLure e J. S. Dunlop. «The black hole masses of Seyfert galaxies and quasars». In: MNRAS 327 (ott. 2001), pp. 199–207. eprint: [astro-ph/0009406](#).
- [58] S. Mei et al. «The ACS Virgo Cluster Survey. XIII. SBF Distance Catalog and the Three-dimensional Structure of the Virgo Cluster». In: ApJ 655 (gen. 2007), pp. 144–162. eprint: [astro-ph/0702510](#).
- [59] J. Méndez-Abreu et al. «Secular- and merger-built bulges in barred galaxies». In: A&A 572, A25 (dic. 2014), A25. arXiv: [1409.2876](#).
- [60] J. Méndez-Abreu et al. «Structural properties of disk galaxies. I. The intrinsic equatorial ellipticity of bulges». In: A&A 478 (feb. 2008), pp. 353–369.
- [61] L. Meyer et al. «The Shortest-Known-Period Star Orbiting Our Galaxy’s Supermassive Black Hole». In: *Science* 338 (ott. 2012), p. 84. arXiv: [1210.1294](#).
- [62] J J Moré, B S Garbow e K E Hillstrom. *User guide for MINPACK-1*. Rapp. tecn. ANL-80-74. Argonne, IL: Argonne Nat. Lab., 1980. URL: <http://cds.cern.ch/record/126569>.
- [63] D. A. Neufeld e G. J. Melnick. «Excitation of millimeter and submillimeter water masers». In: ApJ 368 (feb. 1991), pp. 215–230.
- [64] N. Nowak et al. «The supermassive black hole in NGC4486a detected with SINFONI at the Very Large Telescope». In: MNRAS 379 (ago. 2007), pp. 909–914. arXiv: [0705.1758](#).
- [65] C. Y. Peng et al. «Detailed Structural Decomposition of Galaxy Images». In: AJ 124 (lug. 2002), pp. 266–293. eprint: [astro-ph/0204182](#).
- [66] B. M. Peterson. «Black hole masses from reverberation measurements». In: *The Interplay Among Black Holes, Stars and ISM in Galactic Nuclei*. A cura di T. Storchi-Bergmann, L. C. Ho e H. R. Schmitt. Vol. 222. IAU Symposium. Nov. 2004, pp. 15–20. eprint: [astro-ph/0404539](#).
- [67] B. M. Peterson e M. C. Bentz. «Black hole masses from reverberation mapping». In: *New A Rev.* 50 (nov. 2006), pp. 796–799.
- [68] B. M. Peterson et al. «Central Masses and Broad-Line Region Sizes of Active Galactic Nuclei. II. A Homogeneous Analysis of a Large Reverberation-Mapping Database». In: ApJ 613 (ott. 2004), pp. 682–699. eprint: [astro-ph/0407299](#).
- [69] E. Pignatelli, G. Fasano e P. Cassata. «GASPHOT: a tool for Galaxy Automatic Surface PHOTometry». In: A&A 446 (gen. 2006), pp. 373–388.



- [70] A. Pizzella et al. «On the Relation between Circular Velocity and Central Velocity Dispersion in High and Low Surface Brightness Galaxies». In: *ApJ* 631 (ott. 2005), pp. 785–791. eprint: [astro-ph/0503649](#).
- [71] William H. Press et al. *Numerical Recipes in Fortran 90 (2Nd Ed.): The Art of Parallel Scientific Computing*. New York, NY, USA: Cambridge University Press, 1996. ISBN: 0-521-57439-0.
- [72] Peter J Rousseeuw e Katrien Van Driessen. «Computing LTS regression for large data sets». In: *Data mining and knowledge discovery* 12.1 (2006), pp. 29–45.
- [73] M. Sarzi et al. «Supermassive Black Holes in Bulges». In: *ApJ* 550 (mar. 2001), pp. 65–74. arXiv: [astro-ph/0010240](#).
- [74] A. Schulze e K. Gebhardt. «Effect of a Dark Matter Halo on the Determination of Black Hole Masses». In: *ApJ* 729, 21 (mar. 2011), p. 21. arXiv: [1011.5077](#).
- [75] J. Shen e K. Gebhardt. «The Supermassive Black Hole and Dark Matter Halo of NGC 4649 (M60)». In: *ApJ* 711 (mar. 2010), pp. 484–494. arXiv: [0910.4168](#).
- [76] L. Simard. «GIM2D: an IRAF package for the Quantitative Morphology Analysis of Distant Galaxies». In: *Astronomical Data Analysis Software and Systems VII*. A cura di R. Albrecht, R. N. Hook e H. A. Bushouse. Vol. 145. Astronomical Society of the Pacific Conference Series. 1998, p. 108.
- [77] DG Simpson. «Introduction to Rousseeuw (1984) Least Median of Squares Regression». In: *Breakthroughs in Statistics*. Springer New York, 1997, pp. 433–461.
- [78] C. Tadhunter et al. «Spectroscopy of the near-nuclear regions of Cygnus A: estimating the mass of the supermassive black hole». In: *MNRAS* 342 (lug. 2003), pp. 861–875. eprint: [astro-ph/0302513](#).
- [79] J. Thomas et al. «The Dynamical Fingerprint of Core Scouring in Massive Elliptical Galaxies». In: *ApJ* 782, 39 (feb. 2014), p. 39. arXiv: [1311.3783](#).
- [80] J. L. Tonry et al. «The Pan-STARRS1 Photometric System». In: *ApJ* 750, 99 (mag. 2012), p. 99. arXiv: [1203.0297 \[astro-ph.IM\]](#).
- [81] J. L. Tonry et al. «The SBF Survey of Galaxy Distances. IV. SBF Magnitudes, Colors, and Distances». In: *ApJ* 546 (gen. 2001), pp. 681–693. eprint: [astro-ph/0011223](#).

- [82] R. C. E. van den Bosch e P. T. de Zeeuw. «Estimating black hole masses in triaxial galaxies». In: MNRAS 401 (gen. 2010), pp. 1770–1780. arXiv: [0910.0844 \[astro-ph.CO\]](#).
- [83] R. P. van der Marel e F. C. van den Bosch. «Evidence for a  $3 \times 10^8 M_\odot$  Black Hole in NGC 7052 from Hubble Space Telescope Observations of the Nuclear Gas Disk». In: AJ 116 (nov. 1998), pp. 2220–2236. arXiv: [astro-ph/9804194](#).
- [84] P. G. van Dokkum. «Cosmic-Ray Rejection by Laplacian Edge Detection». In: PASP 113 (nov. 2001), pp. 1420–1427. eprint: [astro-ph/0108003](#).
- [85] E. K. Verolme et al. «A SAURON study of M32: measuring the intrinsic flattening and the central black hole mass». In: MNRAS 335 (set. 2002), pp. 517–525. arXiv: [astro-ph/0201086](#).
- [86] J. L. Walsh, A. J. Barth e M. Sarzi. «The Supermassive Black Hole in M84 Revisited». In: ApJ 721 (set. 2010), pp. 762–776. arXiv: [1008.0005](#).
- [87] J. L. Walsh et al. «A Stellar Dynamical Mass Measurement of the Black Hole in NGC 3998 from Keck Adaptive Optics Observations». In: ApJ 753, 79 (lug. 2012), p. 79. arXiv: [1205.0816](#).
- [88] J. L. Walsh et al. «The M87 Black Hole Mass from Gas-dynamical Models of Space Telescope Imaging Spectrograph Observations». In: ApJ 770, 86 (giu. 2013), p. 86. arXiv: [1304.7273](#).