



Las estructuras centrales de la galaxia Seyfert NGC 7582

D. Celiz¹, G. Gaspar², R. Díaz^{3,4}, A. D'ambra¹

¹ *Facultad de Matemática Astronomía y Física, UNC, Argentina*

² *Observatorio Astronómico de Córdoba, UNC, Argentina*

³ *Instituto de Ciencias Astronómicas, de la Tierra y del Espacio, CONICET-UNSJ, Argentina*

⁴ *Gemini Observatory, La Serena, Chile*

Contacto / denise.celiz@gmail.com

Resumen / Presentamos la primera fase del estudio de la galaxia Seyfert NGC 7582 mediante imágenes NIR de alta resolución espacial tomadas con el instrumento Flamingos-2 de Gemini Sur. NGC 7582 posee un núcleo de tipo Seyfert 2 que en el año 1998 experimentó un cambio inusual en su espectro de emisión óptico, permaneciendo como un núcleo Seyfert 1 por algunos meses. Además, variaciones en su espectro en el rango de los rayos X han sido interpretadas como evidencia de la naturaleza grumosa del material absorbedor circunuclear, entendido como un toroide en el marco del Modelo Unificado. Estas peculiaridades y el hecho de que la galaxia se encuentre muy inclinada con respecto al plano del cielo, la convierten en candidata apta para la exploración profunda en el rango espectral infrarrojo. En éste trabajo presentamos imágenes de alta resolución de la galaxia, a partir de las cuales caracterizamos las regiones más centrales, en especial el anillo circunuclear y una estructura tipo "boxy" poco estudiada hasta la fecha. Realizamos fotometría de apertura del núcleo para diferentes radios. Encontramos que las magnitudes medidas son consistentes con las reportadas en la literatura para épocas anteriores, indicando que el núcleo no ha sufrido variaciones dramáticas durante la época observada.

Abstract / We present the first stage of the study of the Seyfert Galaxy NGC 7582 through high spatial resolution NIR images obtained with the instrument Flamingos-2 of Gemini South. NGC 7582 harbours a Seyfert 2 nucleus that in 1998 experienced an unusual change in its optical emission line spectrum, remaining as a Seyfert 1 nucleus for some months. Moreover, variations in its X-ray spectrum have been interpreted as evidence of the clumpy nature of the circunuclear absorbing material, conceived as a torus in the Unified Model. These peculiarities plus the high inclination of the galaxy make it a suitable candidate for deep infrared observations. In this work we present high resolution images of the galaxy, from which we characterized the most central regions, specially the circunuclear ring and a "box-type" structure, little studied to date. We performed aperture photometry of the nucleus for different radii. We find that the measured magnitudes are consistent with those reported in the literature for previous epochs, indicating that the nucleus has not suffered dramatic variations during this observation epoch.

Keywords / galaxies: individual (NGC, 7582) — galaxies: Seyfert — infrared: galaxies

1. Introducción

NGC 7582 es una galaxia espiral barrada de tipo SBab ubicada a una distancia de 21.2 Mpc ($z=0.005254$). Alberga un núcleo de tipo Seyfert 2 que en el año 1998 mutó, presentando líneas anchas en su espectro óptico por un período de aproximadamente 4 meses ($\text{FWHM } H\alpha \sim 12000 \text{ km/s}$), evento reportado por Arétxaga et al. (1999). Unos años después el núcleo sufrió cambios en su continuo espectral en el rango de los rayos X, cambios que Rivers et al. (2015) atribuyó a la naturaleza "grumosa" del toroide en el marco del Modelo Unificado basándose en datos de NuSTAR. A partir de estos episodios el núcleo de NGC 7582 ha sido marginalmente monitoreado y no se ha reportado un segundo cambio en su emisión óptica, sin embargo es importante seguir realizando un seguimiento con mediciones tanto fotométricas como espectroscópicas. Esta galaxia está atravesando un intenso brote de formación estelar circunuclear (Ramos Almeida et al. (2009) y referencias adentro) y se ha reportado un anillo de regiones HII rodeando el núcleo (Morris et al., 1985). La región nuclear de NGC

7582 está fuertemente oscurecida, de ahí la importancia de estudiarla en el infrarrojo donde la extinción disminuye a un décimo. Además, en esta banda espectral NGC 7582 presenta algunas características peculiares: primero, Quillen et al. (1997) reportaron una estructura tipo *boxy* en la región central de la galaxia que es visible en las bandas infrarrojas (J, H, Ks) y no en el óptico. Segundo, Riffel et al. (2009) encuentran una componente ancha en la línea de recombinación Br gamma (banda Ks) que en el óptico no se detecta. En este trabajo presentamos imágenes de NGC 7582 tomadas con Flamingos 2 (Díaz et al., 2013), durante julio de 2013, en las bandas J, H y Ks. A partir de ellas realizamos fotometría con varias aperturas centradas en el núcleo y caracterizamos las estructuras de la galaxia en las tres bandas.

2. Observaciones y reducción de datos

Contamos con imágenes de NGC 7582 en las bandas infrarrojas J, H y Ks tomadas con el instrumento

Tabla 1: Magnitudes del núcleo de NGC 7582 medidas en éste trabajo.

Apertura [""]	J	H	Ks
2	12.1 ± 0.1	10.3 ± 0.1	9.4 ± 0.2
3	11.5 ± 0.1	10.5 ± 0.1	9.2 ± 0.2
6	10.8 ± 0.1	9.9 ± 0.1	8.6 ± 0.2
9	10.5 ± 0.1	9.6 ± 0.1	8.4 ± 0.2
12	10.3 ± 0.1	9.4 ± 0.1	8.3 ± 0.2

Flamingos-2 de Gemini Sur. Las imágenes fueron tomadas el día 17 de julio de 2013 bajo condiciones de transparencia y buen seeing (CC50/IQ70).

Para la banda Ks contamos con 16 imágenes de las cuales 12 integran 5 segundos de exposición y 4 integran 2 segundos de exposición, para la banda H 16 imágenes de 5 segundos de exposición y para la banda J 12 imágenes de 10 segundos de exposición. Para realizar la reducción utilizamos el procedimiento (*pipeline* en inglés) de Flamingos 2, que utiliza tareas estándares de IRAF, con excepción de la suma de imágenes, ya que el procedimiento manual arrojó mejores resultados. La resolución espacial de las imágenes reducidas es de $0.9''$ para la banda J, $0.7''$ para la banda H y $0.65''$ para la banda Ks. Para realizar la calibración utilizamos como referencia el catálogo 2MASS y la tarea PHOT de IRAF.

3. Fotometría

Se realizó fotometría de la región nuclear de la galaxia, en las bandas J, H y Ks utilizando la tarea *phot* del paquete de reducción de observaciones astronómicas IRAF, la cual calcula centros precisos para cada objeto, valores del cielo, y magnitudes. La posición del núcleo en cada banda fue medida utilizando la tarea *imexamine*, realizando un barrido en toda la zona central, a modo de control. Para medir las magnitudes se utilizaron cuatro diámetros de apertura consistentes con los reportados en la literatura. Las magnitudes medidas se presentan en la Tabla 1. En la Tabla 2 se presenta una recopilación de las magnitudes reportadas en la literatura para diferentes diámetros de aperturas nucleares. Haciendo la comparación para cada apertura se ve que las magnitudes nucleares no han variado para nuestras mediciones correspondientes al año 2013, respecto a las mediciones de 1976, 1979 y 1992. En la Fig. 1 se muestran los mapas de color J-H, H-K y J-Ks. El mapa H-Ks refleja las zonas de mayor contraste en el continuo por encima de longitudes de onda de 2 micrones, originada en la contribución térmica del polvo calentado por estrellas jóvenes sobre las zonas de choque y formación estelar en la galaxia. A su vez, los mapas J-Ks y J-H revelan las zonas en que la galaxia está más oscurecida por efecto del polvo.

4. Dimensiones físicas

En la tabla 3 presentamos mediciones de las dimensiones físicas de el disco, la barra y la estructura central tipo *boxy* de NGC 7582. Las estructuras fueron medidas

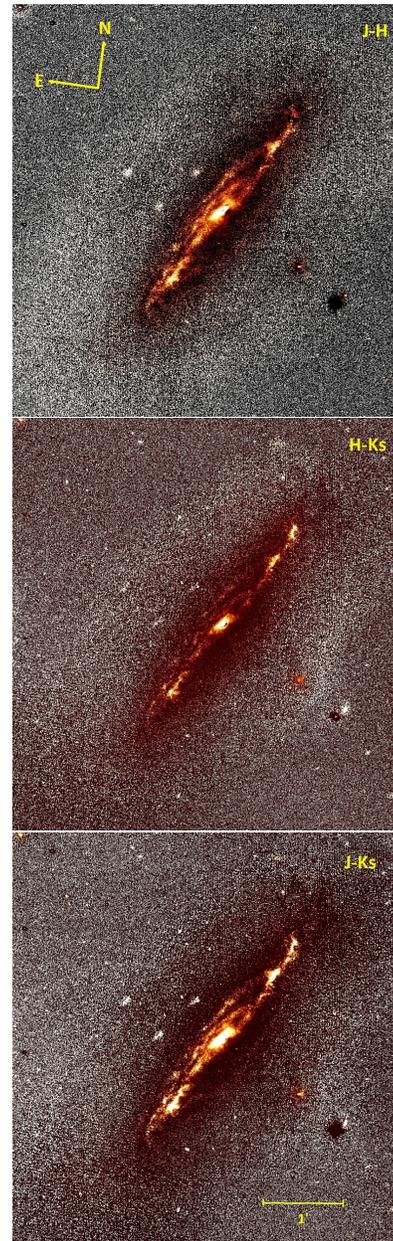


Figura 1: Mapas de color J-H, H-K y J-Ks. Los tres caracteres que aparecen cerca del centro de la imagen son reflexiones originadas en la estrella brillante de guiado. Si bien se sustraen bien con el patrón de dithering el fondo queda alterado.

mediante delimitaciones de regiones y usos de reglas con el software DS9. Para medir el disco fijamos magnitudes límites de 21 (banda J), 20 (banda H) y 21 (banda Ks) a partir de las cuales el disco de la galaxia se confunde con el fondo. En el caso de la estructura *boxy* realizamos dos mediciones: una en el límite de menor brillo superficial que se definió como el menor brillo superficial para el cual la estructura sigue teniendo una forma aproximadamente rectangular, para éste límite el semieje mayor varía entre $29''$ y $39''$ según la banda. La segunda medición se realizó en el límite de mayor brillo superficial y arroja un semieje mayor que varía entre $20''$ y $23''$

Tabla 2: Magnitudes nucleares para NGC 7582 disponibles en la literatura.

Apertura ["]	J	H	Ks	Referencia
0.3	–	11	18	Prieto et al. (2010)
1	–	–	9.63	Burtscher et al. (2015)
3	11.64	10.35	9.36	Kotilainen et al. (1992)
6	11.12	9.91	9.06	Kotilainen et al. (1992)
6	–	9.98	9.13	Sosa-Brito et al. (2001)
9	10.90	9.73	8.95	Kotilainen et al. (1992)
12	10.72	9.56	8.86	Kotilainen et al. (1992)
12	–	–	8.93	Glass (1976)
12	10.66	9.63	8.87	Glass (1979)

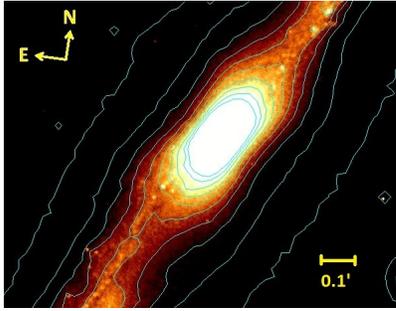


Figura 2: Imagen en banda Ks con contornos de isofotas superpuestas. Se puede ver como los isocontornos delimitan la estructura *boxy*.

según la banda. A la hora de hacer una comparación con el valor reportado por Quillen et al. (1997) (de 22" en la banda Ks) hay que considerar que los criterios utilizados para definir la estructura fueron diferentes a los nuestros, sin embargo el valor reportado en éste trabajo es consistente con el reportado por ellos. En la Fig. 2 presentamos un mapa de contornos superpuesta a una imagen de la estructura *boxy* en banda Ks. Las mediciones se presentan en segundos de arco, dada la distancia a la galaxia de 21.2 Mpc un segundo de arco equivale a 103 pc. En la Fig. 3 presentamos una imagen en cociente de color H-K del núcleo de NGC 7582 donde se ve que el núcleo se encuentra descentrado. En la banda Ks, el desplazamiento del núcleo activo respecto del centro de simetría de la barra es de $0.3'' \pm 0.1''$ en la dirección $PA \sim 70^\circ$. La incerteza se estimó usando distintas partes de las isofotas ajustadas a la barra ya que, en general, la determinación de centroides en caracteres compactos de $S/N > 100$ puede llegar a 1/10 del muestreo espacial sin mayores complicaciones.

5. Conclusiones

NGC 7582 es una galaxia cuya región nuclear requiere un monitoreo frecuente a fin de detectar un nuevo evento de variabilidad violenta. En éste trabajo hemos reportado mediciones de magnitud nuclear para varios radios de apertura y para tres bandas del infrarrojo cercano. No hemos detectado cambios significativas dentro de las incertezas de medición, en los valores de magnitudes respecto de las épocas donde se midió magnitud

Tabla 3: Dimensiones físicas de las estructuras de la galaxia ($1'' = 103$ pc).

		J	H	Ks
Estructura <i>boxy</i> mín brillo superficial	Semieje Mayor	23"	22"	20"
	Semieje Menor	11"	11"	10"
Estructura <i>boxy</i> máx brillo superficial	Semieje Mayor	29"	39"	33"
	Semieje Menor	15"	14"	14"
Disco	Semieje Mayor	4.2'	3.9'	4.4'
	Semieje Menor	2.5'	2'	2.2'
Barra	Longitud	3.2'	2.8'	3.2'

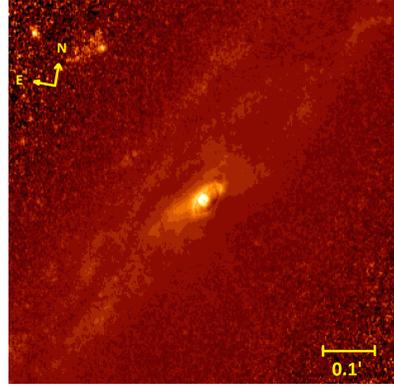


Figura 3: Núcleo de NGC 7582 en cociente de color H-K.

en las mismas aperturas que en éste trabajo (1976, 1979 y 1992). Hemos caracterizado la estructura rectangular tipo *boxy*, que a pesar de ser poco frecuente aparece en varias galaxias activas. Estudiaremos en el infrarrojo otras dos galaxias activas con estructuras similares para determinar si existe una relación entre este estadio particular de la barra y el estadio de actividad nuclear.

Agradecimientos: Agradecemos a los Doctores Guillermo Guntardt y Damián Mast por su predisposición y ayuda.

Referencias

Aretxaga I., et al., 1999, ApJL, 519, L123
 Burtscher L., et al., 2015, A&A, 578, A47
 Diaz R. J., et al., 2013, Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía La Plata Argentina, 56, 457
 Glass I. S., 1976, MNRAS, 175, 191
 Glass I. S., 1979, MNRAS, 186, 29P
 Kotilainen J. K., et al., 1992, MNRAS, 256, 125
 Morris S., et al., 1985, MNRAS, 216, 193
 Prieto M. A., et al., 2010, MNRAS, 402, 724
 Quillen A. C., et al., 1997, ApJ, 481, 179
 Ramos Almeida C., et al., 2009, ApJ, 702, 1127
 Riffel R. A., et al., 2009, MNRAS, 393, 783
 Rivers E., et al., 2015, ApJ, 815, 55
 Sosa-Brito R. M., et al., 2001, ApJS, 136, 61