

GS 118+01–44: una supercáscara de HI con contrapartida en el IR medio y lejano

L. A. Suad¹, S. Cichowolski², A. Noriega-Crespo³, E. M. Arnal^{1,4}, J. C. Testori¹ & N. Flagey⁵

¹ Instituto Argentino de Radioastronomía (CCT-La Plata, CONICET)

² Instituto de Astronomía y física del espacio (CONICET-UBA)

³ Space Telescope Science Institute, 3700 San Martin Drive, Baltimore, DM 21218, USA

⁴ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina

⁵ Canada-France-Hawaii Telescope Corporation, 65-1238 Mamalahoa Hwy, Kamuela, HI 96743, USA

Contacto / lasuad@iar.unlp.edu.ar

Resumen / GS 118+01–44 es una supercáscara detectada en la distribución del hidrógeno neutro (HI), centrada en $(l, b) = (117.7^\circ, 1.4^\circ)$, con una velocidad sistémica de -44 km s^{-1} , un radio efectivo de $94 \pm 15 \text{ pc}$ y está localizada a una distancia de $3.0 \pm 0.6 \text{ kpc}$ del Sol. La masa total del gas asociado a la supercáscara es $M_t = (4.9 \pm 2.2) \times 10^5 M_\odot$ y la energía cinética de la misma es $E_k = (3.7 \pm 2.1) \times 10^{50} \text{ erg}$.

Haciendo uso de los datos del infrarrojo medio y lejano se detectó una buena coincidencia morfológica con la estructura de HI indicando que las componentes del polvo coexisten con el gas. Realizando mediciones de los flujos en distintas bandas del infrarrojo lejano se pudo caracterizar el polvo asociado a esta estructura y se concluyó que en la supercáscara dominan las temperaturas frías.

Abstract / GS 118+01–44 is a supershell detected in the neutral hydrogen (HI) emission distribution, centred at $(l, b) = (117.7^\circ, 1.4^\circ)$ with a systemic velocity of -44 km s^{-1} , an effective radius of $94 \pm 15 \text{ pc}$, and it is located at a distance of $3.0 \pm 0.6 \text{ kpc}$ from the Sun. The total gaseous mass associated with the supershell is $M_t = (4.9 \pm 2.2) \times 10^5 M_\odot$, and its kinetic energy is $E_k = (3.7 \pm 2.1) \times 10^{50} \text{ erg}$.

Using mid- and far-infrared data a good morphological coincidence with the HI structure was detected indicating that the dust components coexist with the gas. Carrying out infrared fluxes measurements at different far-infrared bands the dust associated with this structure could be characterized and it was concluded that cool temperatures dominate the area of the supershell.

Keywords / ISM: bubbles – ISM: kinematics and dynamics – Infrared: ISM

1. Introducción

Las estrellas de gran masa, definiendo como tales a las que poseen una masa mayor a $8 M_\odot$, aún siendo pocas en número comparadas con las de baja masa, modifican fuertemente la física y dinámica del medio interestelar (MIE). A través de sus fotones ionizantes y vientos energéticos dan lugar a regiones HII y cáscaras en expansión. Como las estrellas de gran masa tienden a estar en grupos, como por ejemplo en asociaciones OB, sus efectos cumulativos en el MIE pueden dar lugar a grandes estructuras como por ejemplo las llamadas supercáscaras de hidrógeno neutro (SC-HI).

En este trabajo presentamos un estudio detallado de una SC-HI perteneciente al catálogo de candidatas a supercáscaras de HI de Suad et al. (2014), denominada GS 118+01-44. Analizamos el gas atómico y la emisión infrarroja en la región de la estructura para caracterizarla y estudiar el polvo asociado a la misma.

2. Observaciones

Se utilizaron datos de alta resolución angular ($\sim 1'$) del relevamiento de HI del *Canadian Galactic Plane Survey* (CGPS; Taylor et al., 2003). Los datos in-

frarrojos a 60 y $100 \mu\text{m}$ utilizados en este trabajo fueron obtenidos de *Improved Reprocessing of the Infrared Astronomical Satellite* (IRIS; Miville-Deschênes & Lagache, 2005). Los datos del infrarrojo medio, 12 y $22 \mu\text{m}$, fueron obtenidos de *Wide-field Infrared Survey Explorer* (WISE; Wright et al., 2010). También se utilizaron datos de los satélites Herschel (PACS; Molinari et al., 2010) en $160 \mu\text{m}$ y Planck (Planck Collaboration et al., 2015) en 350 y $550 \mu\text{m}$.

3. Emisión de HI

En la Figura 1 se muestra la distribución de la temperatura de brillo media de la emisión del HI en el rango de velocidades de -41.9 a -47.6 km s^{-1} . En la misma se detecta un mínimo de emisión rodeado por paredes de mayor temperatura. Esta estructura es la que identificamos como la supercáscara GS 118+01-44, la cual fue previamente detectada y catalogada por Suad et al. (2014).

Para estimar los parámetros físicos de esta estructura se ajustó una elipse utilizando los máximos de emisión de HI que rodean al mínimo. La elipse obtenida se muestra superpuesta en la Figura 1. Los parámetros

que arrojó dicho ajuste fueron el centroide de la estructura $(l, b) = (117.7^\circ \pm 0.1^\circ, 1.4^\circ \pm 0.1^\circ)$, los semiejes mayor y menor $a = 2.7^\circ \pm 0.3^\circ$ y $b = 1.2^\circ \pm 0.1^\circ$, respectivamente y el ángulo de inclinación (ϕ) del semieje mayor con respecto al plano Galáctico, $\phi = 126^\circ \pm 4^\circ$ medido en sentido indirecto.

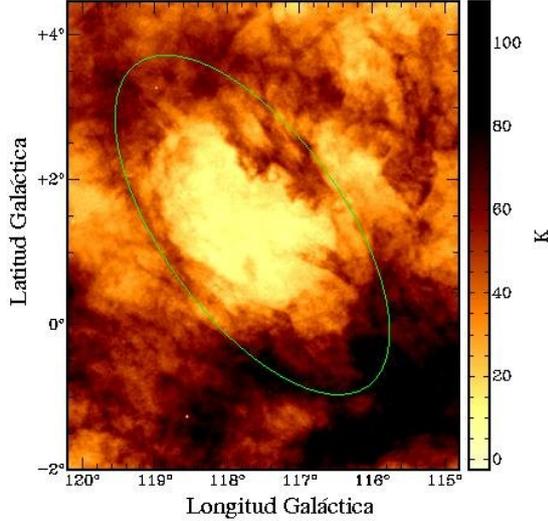


Fig. 1: Distribución de la temperatura de brillo media de la emisión de HI en el rango de velocidades de -41.9 a -47.6 km s^{-1} .

Con el fin de determinar el rango de velocidades donde se detecta la estructura y a partir de allí poder determinar ciertos parámetros de la misma (como por ejemplo la masa y la energía cinética) se trazó un perfil promedio en una zona de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ tomada en el centro de GS 118+01-44 (ver Figura 2). En dicho perfil se puede detectar la presencia de la supercáscara entre los picos que se encuentran a las velocidades -35.0 (V_m) y -52.3 (V_M) km s^{-1} . Si suponemos una expansión simétrica de la estructura, cuando la observamos a diferentes velocidades radiales el diámetro de la misma va a alcanzar su máximo a la velocidad sistémica de la supercáscara ($V_0 = -44 \pm 2$ km s^{-1}) y va a ir decreciendo a medida que se alcanzan las velocidades V_M y V_m . La velocidad de expansión se calcula como la mitad del rango total de velocidades donde se detecta la estructura, $V_e = 0.5(|V_M - V_m|) = 8.7 \pm 1.6$ km s^{-1} .

Teniendo en cuenta V_0 y los movimientos no circulares presentes en esta parte de la Galaxia (Brand & Blitz, 1993), se estimó una distancia para GS 118+01-44 de $d = 3.0 \pm 0.6$ kpc al Sol. A esa distancia los semiejes mayor y menor son 140 ± 30 y 60 ± 10 pc, respectivamente y el radio efectivo de la estructura es $R_{\text{ef}} = \sqrt{ab} = 94 \pm 15$ pc.

Un parámetro que es importante determinar es la masa total del gas M_t asociada a la estructura. La masa de HI (M_{HI}) se estimó a partir de $M_{\text{HI}} = N_{\text{HI}} A_{\text{HI}}$, donde N_{HI} es la densidad de columna del HI, $N_{\text{HI}} =$

$\int_{V_M}^{V_m} T_b dv$ y T_b es la temperatura de brillo. El parámetro A_{HI} es el área de la supercáscara, $A_{\text{HI}} = \Omega_{\text{HI}} d^2$, donde Ω_{HI} es el ángulo sólido cubierto por la estructura.

Considerando abundancias solares, se calculó una masa total $M_t = 1.34 M_{\text{HI}} = (4.9 \pm 2.2) \times 10^5 M_\odot$. A partir de este valor se puede estimar la energía cinética de la estructura $E_k = 0.5 M_t V_e^2 = (3.7 \pm 2.1) \times 10^{50}$ erg.

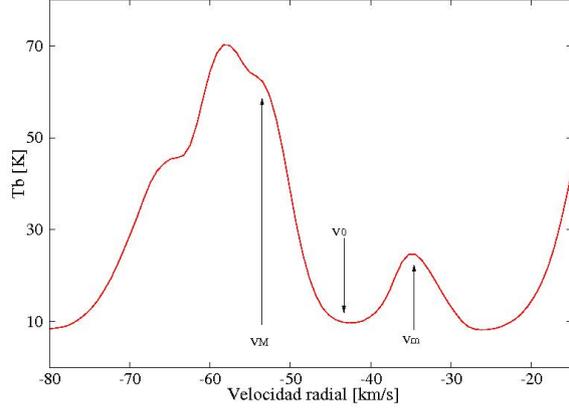


Fig. 2: Perfil promedio en una región de $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ localizada en el centro de GS 118+01-44.

4. Emisión infrarroja

La emisión del infrarrojo (IR) medio y lejano en la región de GS 118+01-44 se muestra en la Figura 3 donde se observa la emisión a $22 \mu\text{m}$ (WISE, panel izquierdo) y $550 \mu\text{m}$ (Planck, panel derecho). La morfología que se observa en estas imágenes es compleja, pero la presencia de un mínimo de emisión en el centro rodeado por un aumento en los bordes es notoria.

A través de la emisión del infrarrojo medio y lejano se pueden determinar las propiedades de las distintas componentes del polvo, como por ejemplo la masa y la temperatura. Con este fin utilizamos modelos del polvo para analizar la distribución espectral de energía (SED) y usamos los mejores ajustes para obtener las propiedades del polvo. Se utilizaron los modelos de DUSTEM (Compiègne et al., 2011).

Para llevar a cabo este análisis se seleccionaron cuatro regiones de $1^\circ \times 1^\circ$ (Ver Figura 3 panel derecho) en los bordes de GS 118+01-44. Para estas regiones se calcularon los flujos IR para diferentes longitudes de onda. Para obtener los flujos todas las imágenes fueron convolucionadas a $5'$ y la emisión del fondo fue sustraída. Los flujos obtenidos se listan en la Tabla 1 (en las regiones 1 y 3 no hay datos disponibles de Herschel a $160 \mu\text{m}$). Para cada región los modelos proveen el campo de radiación interestelar (CRI; Mathis et al., 1983) del medio interestelar necesario para alcanzar el balance térmico, la masa total del polvo (M_p) y las temperaturas de tres componentes del polvo, carbonos grandes (Cg), carbonos pequeños (Cp) y silicatos (Si). Los parámetros derivados del ajuste de las SEDs se listan en la Tabla

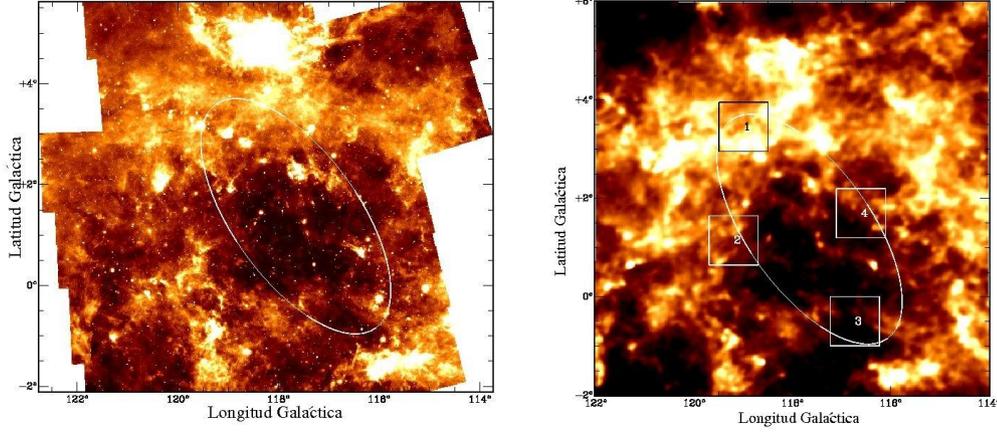


Fig. 3: Emisión infrarroja a $22 \mu\text{m}$ (panel izquierdo) y a $550 \mu\text{m}$ (panel derecho). La elipse superpuesta es la ajustada para los datos de HI y las regiones cuadradas (panel derecho) muestran las zonas donde se calcularon los flujos IR. Las zonas más oscuras son las que presentan menos emisión IR.

Tabla 1: Flujos calculados para las regiones 1, 2, 3 y 4.

Regiones	(l, b)	Flujos (Jy)						
		$12 \mu\text{m}$	$22 \mu\text{m}$	$60 \mu\text{m}$	$100 \mu\text{m}$	$160 \mu\text{m}$	$350 \mu\text{m}$	$550 \mu\text{m}$
1	$(119^\circ.0, 3^\circ.5)$	493	462	2852	10263	—	12738	4474
2	$(119^\circ.2, 1^\circ.2)$	175	140	1053	3838	9608	5253	2020
3	$(116^\circ.7, -0^\circ.5)$	119	100	729	2554	—	1073	358
4	$(116^\circ.6, 1^\circ.7)$	138	151	1168	3962	10071	3967	1480

Tabla 2: Parámetros derivados de las SEDs.

Reg.	C_p (K)	C_g (K)	Si (K)	CRI	M_p (M_\odot)/ pc^2
1	20.4	19.3	13.9	0.50	2.8×10^2
2	20.0	18.9	13.7	0.45	1.3×10^2
3	26.0	24.5	17.3	1.89	1.3×10^2
4	19.5	18.5	13.4	0.37	0.9×10^2

2. En las cuatro regiones el CRI está dentro de un factor 2 del valor medio estándar del medio interestelar, indicando que en la región no hay fuertes campos de radiación involucrados. Esta tendencia también se ve reflejada en la temperatura de los granos de carbono con valores cercanos a los 20 K, representativos del medio interestelar difuso (Boulanger et al., 1996).

5. Conclusiones

En este trabajo se estudió la emisión de HI de la supercáscara GS 118+01-44. Dicha estructura se observa bien definida en la distribución de HI, centrada en $(l, b) = (117.7^\circ, 1.4^\circ)$, con un radio efectivo $R_{\text{ef}} = 94 \pm 15$ pc y con una masa total del gas y una energía cinética $M_t = (4.9 \pm 2.2) \times 10^5 M_\odot$ y $E_k = (3.7 \pm 2.1) \times 10^{50}$ erg, respectivamente.

A longitudes de onda del IR medio y lejano se detecta un mínimo en la emisión que muestra una buena correlación morfológica con GS 118+01-44, indicando que las componentes del polvo coexisten con el gas de HI. Se determinaron las temperaturas del polvo en cuatro regiones de la supercáscara y se detectaron temperaturas representativas del medio interestelar difuso.

Agradecimientos: Este proyecto fue parcialmente financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y técnicas (CONICET) de Argentina bajo el proyecto PIP 0226, Agencia PICT 00902 y UNLP G091.

Referencias

- Boulanger F., et al., 1996, A&A, 312, 256
 Brand J., Blitz L., 1993, A&A, 275, 67
 Compiègne M., et al., 2011, A&A, 525, A103
 Mathis J. S., Mezger P. G., Panagia N., 1983, A&A, 128, 212
 Miville-Deschênes M.-A., Lagache G., 2005, ApJS, 157, 302
 Molinari S., et al., 2010, A&A, 518, L100
 Planck Collaboration et al., 2015, ArXiv e-prints
 Suad L. A., et al., 2014, A&A, 564, A116
 Taylor A. R., et. al, 2003, AJ, 125, 3145
 Wright E. L., et al., 2010, AJ, 140, 1868