

## ESTUDIO DE ALGUNAS NUBES DE ALTA VELOCIDAD DEL HEMISFERIO SUR

E. Bajaja<sup>1</sup>, C. Capa de Nicolau<sup>1</sup>, M.C. Martin<sup>2</sup>,  
 R. Morras<sup>1,3</sup>, C.A. Olano<sup>1,3</sup>, W.G.L. Pöppel<sup>1,3</sup>

Instituto Argentino de Radioastronomía

**RESUMEN.** Varios de los complejos de HI detectados en el nuevo relevamiento de nubes de alta velocidad en el hemisferio sur del IAR (Bajaja et al. 1985) han sido estudiados con mejor resolución en velocidad ( $2 \text{ km s}^{-1}$ ) y mejor definición espacial (generalmente grillas de  $0.5^\circ$ ). Como los resultados serán publicados oportunamente *en extenso*, aquí sólo damos algunos de los principales resultados.

**ABSTRACT.** Several of the new high-velocity clouds detected in the southern survey by Bajaja et al. (1985), with the radiotelescope of the IAR, have been observed with better velocity resolution of  $2 \text{ km s}^{-1}$  and improved spatial grids (generally  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ). As the results will be published elsewhere in detail, we present here only some of the main results.

**Key words:** INTERSTELLAR-CLOUDS-HIGH VELOCITY

## I. INTRODUCCION.

Recientemente en el Instituto Argentino de Radioastronomía se completó un relevamiento de nubes de alta velocidad en el hemisferio sur sobre una grilla de  $2^\circ \times 2^\circ / \cos\delta$ , cubriendo un rango de velocidades\* entre  $-650$  y  $+650 \text{ km s}^{-1}$ , con  $16 \text{ km s}^{-1}$  de resolución y una resolución angular de  $34'$ . La mínima temperatura detectable resultó ser de aproximadamente  $0.1 \text{ K}$ . Los resultados del relevamiento, que comprendía unas 4 000 posiciones observadas, se publicaron oportunamente (Bajaja et al. 1985, en lo sucesivo Trabajo I), tabulándose todas las detecciones obtenidas con velocidad  $v$  tal que  $|v| > 80 \text{ km s}^{-1}$ . En la referida publicación se encuentran también las principales características del instrumental empleado.

Una parte de las detecciones tabuladas no figuran en la bibliografía anterior y pueden considerarse como genuinas detecciones "nuevas" (Figura 1). De las detecciones tabuladas hemos seleccionado las de mayor interés haciéndolas objeto de un estudio observational más detallado con grillas más pequeñas (generalmente de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ) y una resolución en velocidades mejorada a  $2 \text{ km s}^{-1}$ . Las observaciones se hicieron con la técnica de comutación en frecuencias. Este nuevo estudio ha quedado prácticamente concluido a la fecha y aquí adelantamos algunos de los resultados obtenidos.

## II. NUEVO COMPLEJO DE NUBES DE ALTA VELOCIDAD EN EL HEMISFERIO SUR.

El reciente relevamiento de nubes de alta velocidad en el hemisferio sur puso en evidencia la existencia de un nuevo gran complejo de altas velocidades positivas en la región  $244^\circ < \ell < 264^\circ$  y  $-28^\circ < b < -10^\circ$ . Las detecciones fueron tabuladas con los números 84, 93, 101, 104, 105, 108, 124 y 170 en el Trabajo I. En la Figura 2 se da la distribución de la densidad de columna  $N_{\text{H}}$  del hidrógeno neutro en la región citada, para velocidades  $v > 200 \text{ km s}^{-1}$ . En la misma figura se muestra también mediante líneas de puntos, el campo de velocidades en el sistema GSR, calculado con  $V_{\text{GSR}} = V_{\text{LSR}} + 250 \text{ km s}^{-1} \sin\ell \cos b$ . Las cinco nubes que aparecen serán cata-

\* Todas las velocidades aquí mencionadas son respecto del LSR a menos que se especifique lo contrario.

1. Miembro de la Carrera del Investigador Científico del CONICET, Argentina.

2. Becaria del CONICET, Argentina.

3. Facultad Cs. Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata.

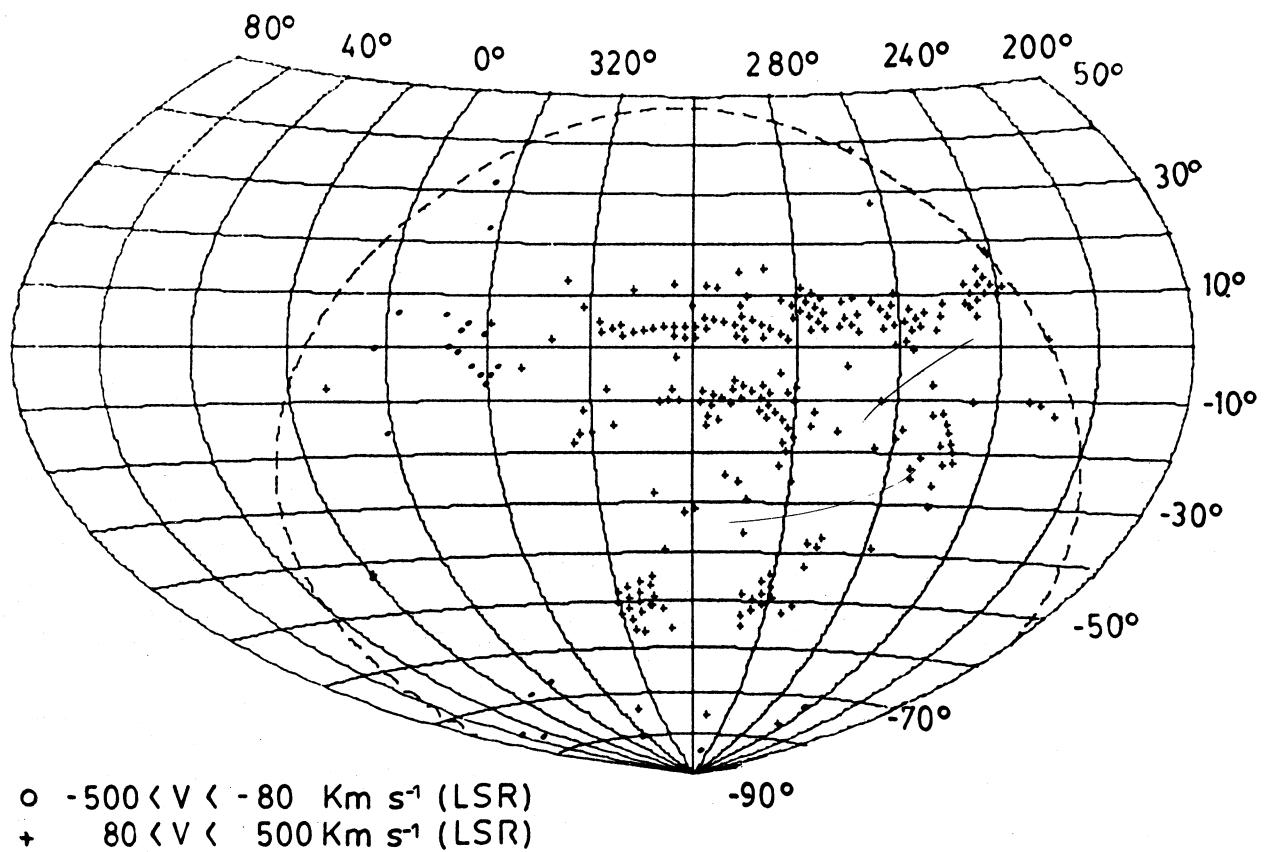


Fig. 1. Relevamiento de nubes de alta velocidad en el hemisferio sur.

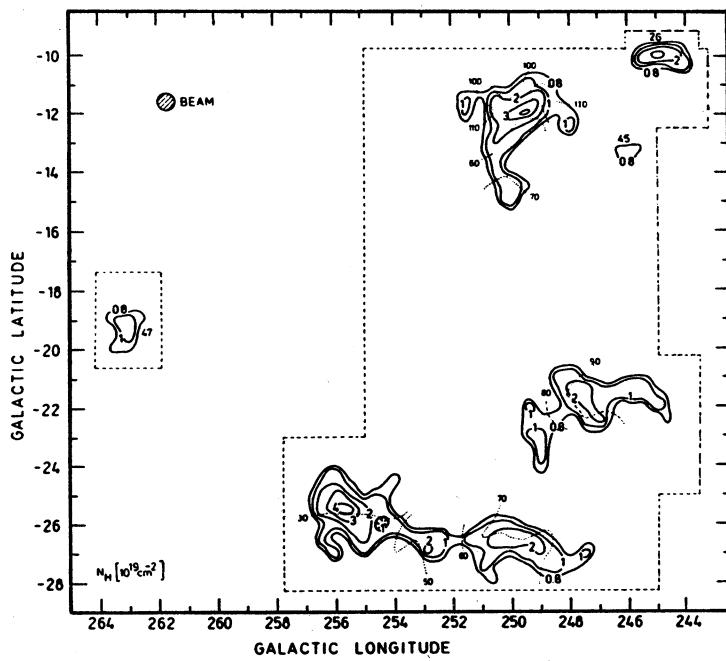


Fig. 2. Distribución de densidades de columna de hidrógeno neutro.

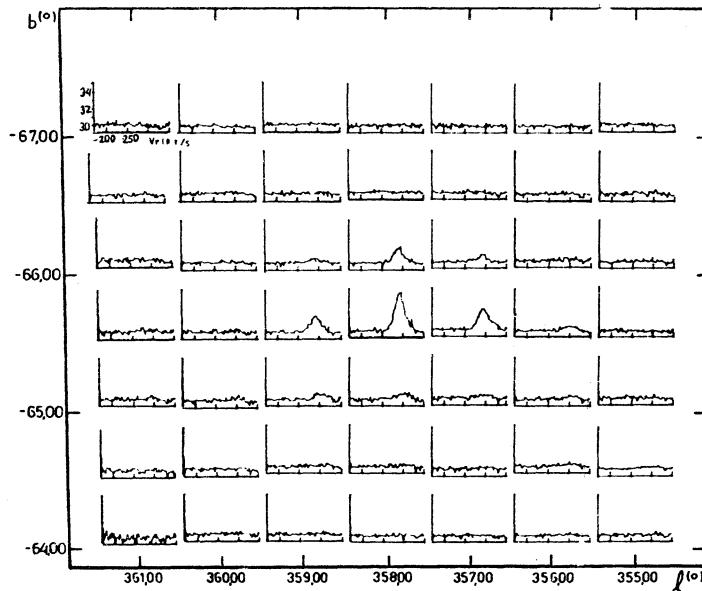


Fig. 3. Perfiles correspondientes a HVC 358 -65 -108.

logadas como HVC 245 -10 +250, HVC 249.5 -12 +290, HVC 247.5 -21.5 +296, HVC 255.5 -25.5 +246 y HVC 263.5 -19 +282. Las masas estimadas para las mismas son  $51 D^2$ ,  $228 D^2$ ,  $162 D^2$ ,  $362 D^2$  y  $19 D^2$ , respectivamente. La distancia  $D$  (en kpc) es desconocida. Cabe agregar que en la región norte de HVC 249.5 -12 +290 se superponen dos estructuras con velocidades medias de 290 y 340  $\text{km s}^{-1}$  respectivamente. Además, en algunos perfiles de esta nube una de las estructuras presenta dos componentes (una ancha y una angosta) en forma similar a lo encontrado en algunas nubes de alta velocidad en otras regiones del cielo.

Es difícil aventurar una hipótesis sobre el posible origen de estas nubes de alta velocidad positiva, dado que no se conoce su distancia. Sin embargo, es interesante señalar que Tanaka (1981) a partir de uno de sus modelos (C6) para explicar la distribución del HI en la Corriente Magallánica, sugiere la posible existencia de gas de alta velocidad en la región que estamos considerando, y con velocidades del mismo orden que las observadas por nosotros. No obstante, las observaciones del Trabajo I no muestran que el gas se extienda tan al norte como lo predice el mencionado modelo.

### III. LA PEQUEÑA NUBE HVC 358 -65 -108.

En la Figura 3 se dan los perfiles correspondientes a una nube de alta velocidad que designamos HVC 358 -65 -108, de extensión angular relativamente pequeña. Se trata de un objeto registrado en el Trabajo I como detección No. 735. El tiempo medio de integración por posición, es de aproximadamente 2 horas, lo que lleva a un ruido cuadrático medio  $\sigma \sim 0.014 \text{ K}$ . Como puede verse, los perfiles son de estructura relativamente simple. La distribución espacial de la nube puede verse en la Figura 4, en la que se dan isolíneas de  $N_{\text{H}}$  en unidades de  $10^{18} \text{ cm}^{-2}$ . Las integraciones cubren el rango de  $-150 \text{ km s}^{-1}$  a  $-50 \text{ km s}^{-1}$ , y el círculo rayado representa el haz de la antena, mientras que los puntos indican las posiciones observadas. Los resultados de las Figuras 3 y 4 son el producto de un alisado Hanning en longitud galáctica  $l$  sobre una grilla original de malla más pequeña con más de 100 horas de tiempo total de integración.

Esta nube, al parecer no figura en relevamientos anteriores. Por su pequeña dimensión angular, su velocidad radial negativa ( $\sim -108 \text{ km s}^{-1}$ ) sus coordenadas galácticas y su ancho medio  $\Delta V \sim 26 \text{ km s}^{-1}$  (obtenido de un promedio sobre las posiciones con señales significativas) resulta probable que se trate de una nube de alta velocidad en caída hacia el plano galáctico. También podría estar vinculada con la Corriente de Magallanes, dada su velocidad y su posición en el cielo (cf., Figura 2 de Morras 1985).

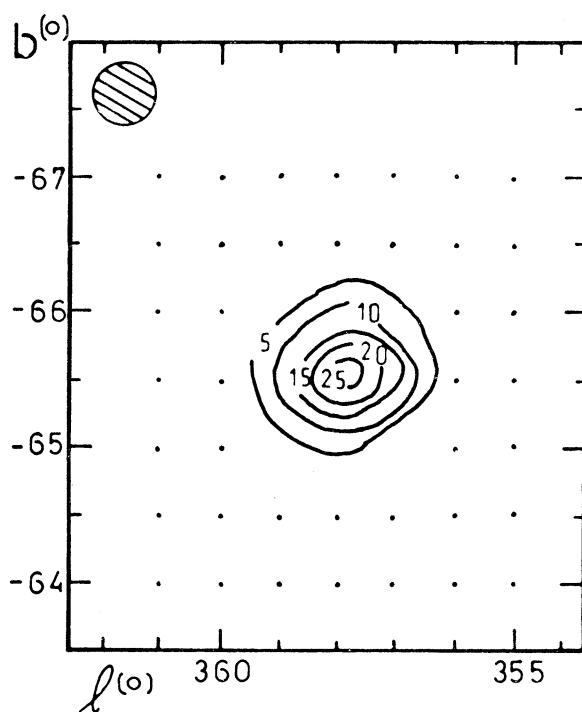


Fig. 4. Distribución espacial de HVC 358 -65 -108.

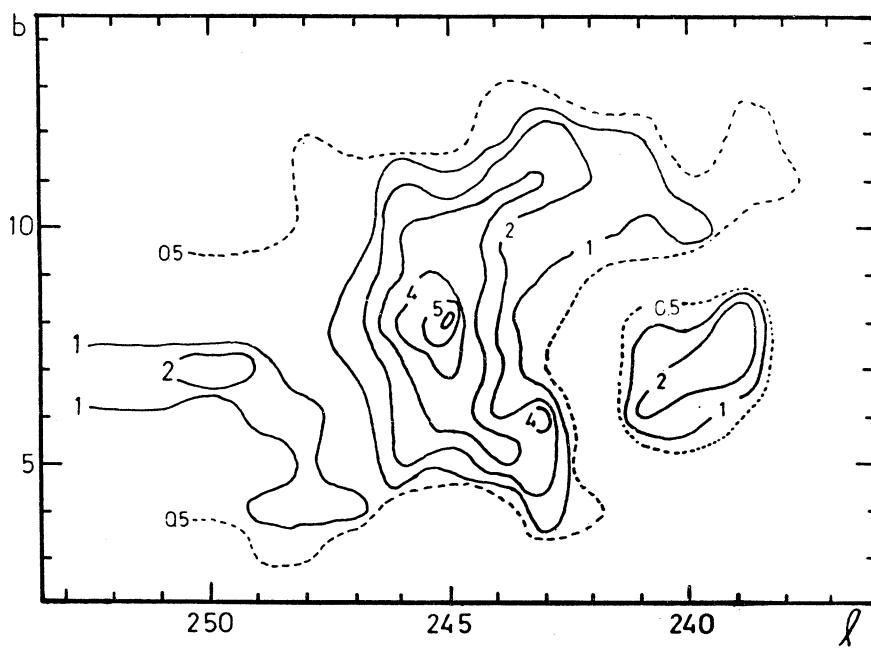


Fig. 5. Extensión de una nube de velocidad positiva.

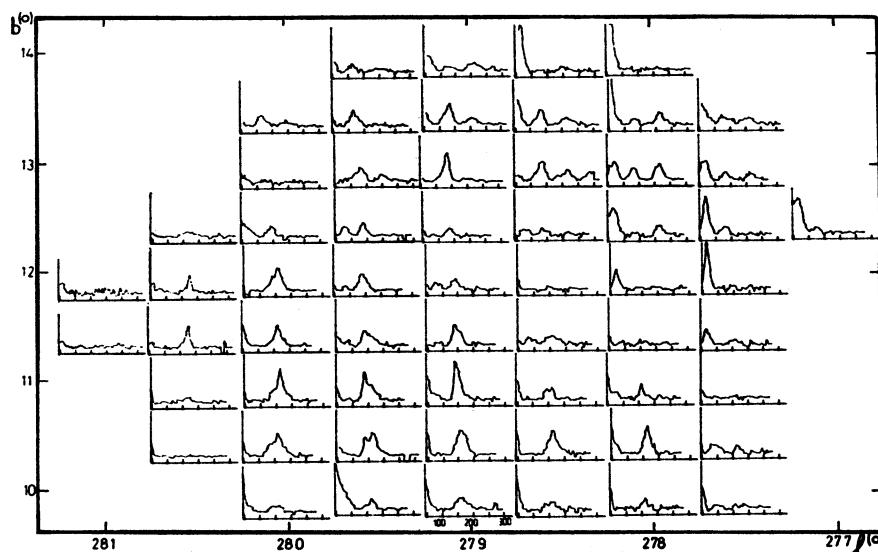


Fig. 6. Perfiles obtenidos para  $277^\circ \leq l \leq 281^\circ$  y  $+10^\circ \leq b \leq +14.5^\circ$ .

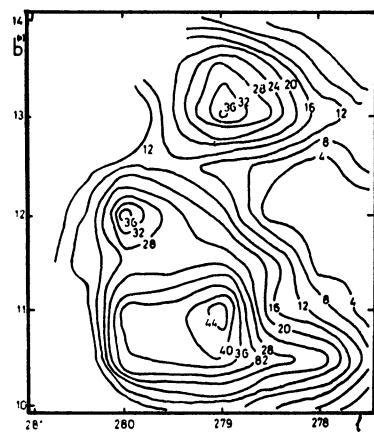
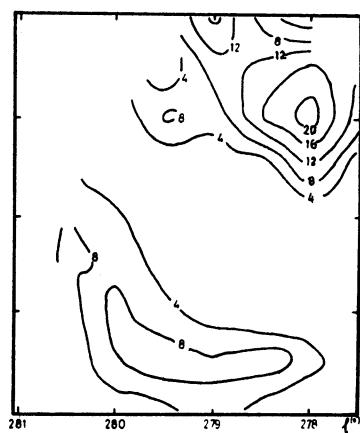
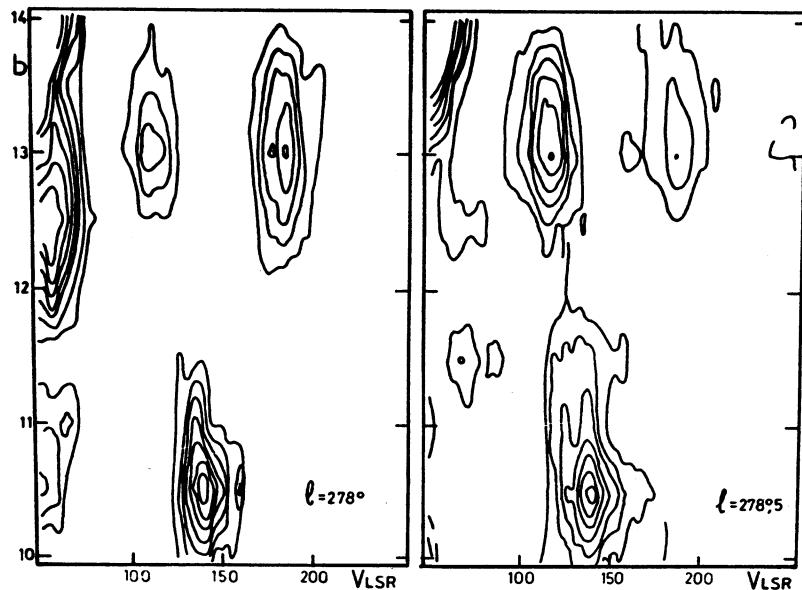
#### IV. DIVERSAS NUBES DE VELOCIDAD POSITIVAS.

Las nubes aquí consideradas corresponden a las detecciones Nos. 70, 73, 74, 81, 83, 85, 88 y 90 del Trabajo I, con velocidades medias de  $+160$  a  $+168 \text{ km s}^{-1}$ . Al observar la zona con una grilla más densa de  $1^\circ \times 1^\circ$ , se encontró una extensión de la nube (Figura 5). La mayor resolución espectral permite individualizar varias componentes, que en algunos casos se superponen produciendo perfiles de hasta  $80 \text{ km s}^{-1}$  de ancho. Estas componentes son nítidas y algunas identificables también en otras posiciones, aunque generalmente se superponen con anchos y formas complejas. La velocidad mínima alcanzada es de  $\sim +130 \text{ km s}^{-1}$ , aunque en algunos casos, sobre todo cerca del plano galáctico, las nubes se superponen con otras de menor velocidad. La velocidad máxima alcanzada es de  $\sim +220 \text{ km s}^{-1}$ . Justamente estos dos valores de la velocidad se usaron como límites de integración para estimar  $\text{NH}$  (en  $10^{19} \text{ cm}^{-2}$ ) en la Figura 5. El tiempo de integración para cada posición observada es de 30 minutos, lo que se traduce en un  $\text{rcm} \sigma \sim 0.03 \text{ K}$ . El complejo aquí descrito ha sido parcialmente mapeado en el relevamiento de Burton (1985), pero nuestro nivel de sensibilidad es mejor que el de Burton. Cabe agregar que en la zona de mayor intensidad se hicieron nuevas observaciones con una grilla de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  pero los resultados no han sido agregados al mapa de la Figura 5.

#### V. OTRO COMPLEJO DE ALTA VELOCIDAD POSITIVA.

El HI de alta velocidad que se estudia aquí corresponde a la zona  $277^\circ \leq l \leq 281^\circ$ ,  $+10^\circ \leq b \leq +14.5^\circ$  alrededor de la detección No. 273 del Trabajo I. Los perfiles obtenidos sobre una grilla de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  con integraciones de 20 minutos cada uno, pueden verse en la Figura 6. Los perfiles han sido graficados entre  $+40$  y  $+250 \text{ km s}^{-1}$ , con marcas cada  $50 \text{ km s}^{-1}$  y permiten apreciar la complejidad de la zona en lo que se refiere a componentes de alta velocidad. A  $10^\circ$  del plano galáctico se está aún suficientemente cerca del mismo como para esperar alguna extensión del hidrógeno galáctico. Como además se está mirando en dirección casi tangencial al círculo solar, nubes galácticas lejanas por efecto de la rotación diferencial se verán con altas velocidades positivas.

La conexión con la Galaxia, sin embargo, deberá manifestarse a través de una continuidad con el material galáctico y esto no se ve en el caso de las nubes presentes en esta zona. Sus extensiones están bastante bien definidas. Esto se puede ver directamente observando las componentes en los perfiles de la Figura 6 ó en las Figuras 7 y 8 en las cuales se muestran isofotas de  $\text{NH}$  para dos rangos de velocidades:  $+80$  a  $+150 \text{ km s}^{-1}$  y  $+150$  a  $+220 \text{ km s}^{-1}$  respectivamente. Los niveles de los contornos están especificados en unidades de  $10^{18} \text{ cm}^{-2}$ . Las masas de HI totales correspondientes en cada caso son de  $560 \text{ D}^2$  y  $180 \text{ D}^2$  masas solares ( $\text{D}$  en  $\text{kpc}$ ) respectivamente.

Fig. 7. Isofotas de  $N_H$  para  $+80$  a  $+150$   $\text{km s}^{-1}$ .Fig. 8. Isofotas de  $N_H$  para  $+150$  a  $+220$   $\text{km s}^{-1}$ .Fig. 9. Dos mapas de isofotas de temperatura de brillo en el complejo de velocidad positiva  $277^\circ \leq l \leq 281^\circ$  y  $+10^\circ \leq b \leq +14.5^\circ$ .

La separación en los dos rangos de velocidad describe las componentes presentes en la Figura 6. La Figura 9 muestra dos mapas de isofotas de temperatura de brillo sobre un diagrama  $b(^{\circ})$  vs.  $v(\text{km s}^{-1})$  para  $l = 278.0^\circ$  y  $278.5^\circ$  respectivamente. Las isofotas parten desde un nivel mínimo de 0.1 K incrementándose en pasos de 0.1 K. Pueden notarse la rápida variación de intensidades de las estructuras en distancias de sólo  $0.5^\circ$  y también en el efecto de la separación en los dos rangos de velocidades mencionados.

#### VI. LAS NUBES HVC 312 +1 +180, y HVC 306 -2 +230.

Estas nubes, detectadas primeramente por Mathewson et al. (1974), corresponden a las detecciones Nos. 586, 592, 608, 609, 613, 623, 647, 649 y 656 del Trabajo I. El área relevada comprende  $301.5^\circ \leq l \leq 314.0^\circ$ ,  $-7^\circ \leq b \leq +3^\circ$  y las observaciones se realizaron con un tiempo de integración de 15 minutos por posición.

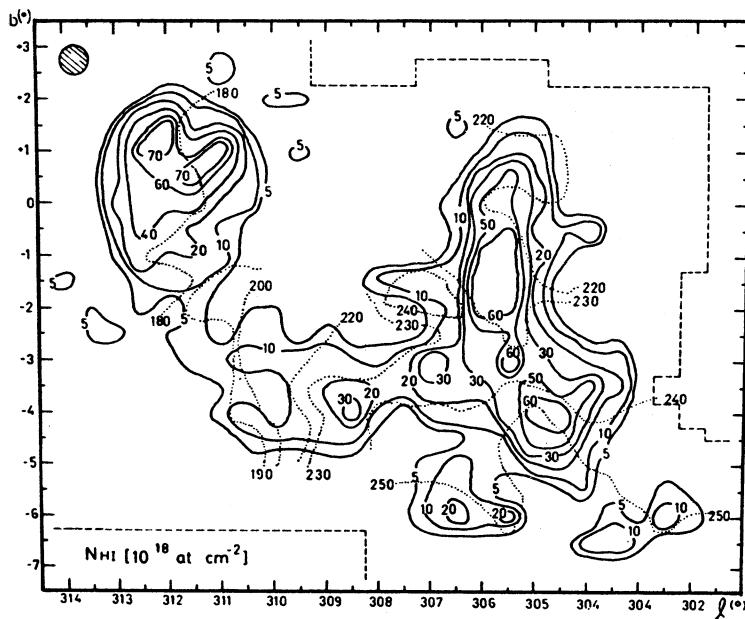


Fig. 10. Distribución de densidad de columna.

La Figura 10 muestra la distribución de densidades de columna (en  $10^{18} \text{ cm}^{-2}$  en el rango  $+150 \leq v \leq +290 \text{ km s}^{-1}$ ). Los núcleos de este complejo, ubicados en  $l = 304.75^\circ$ ,  $b = -4^\circ$ ;  $l = 305.75^\circ$ ,  $b = -2^\circ$  y  $l = 312^\circ$ ,  $b = +0.5^\circ$  respectivamente, fueron observados por Mathewson et al. (1979) con mejor resolución angular. Los nuevos datos evidencian extensiones de estos núcleos con concentraciones de menor densidad de columna. En particular, se aprecia una región de débil emisión que conectaría los centros intensos, aunque ello quedaría más firmemente establecido luego de incorporar algunas nuevas observaciones de mayor sensibilidad.

Las líneas de puntos en la Figura 10 indican la distribución de velocidades. Estas oscilan entre  $+170$  y  $+260 \text{ km s}^{-1}$ . Hay un fuerte gradiente de  $v$  en el complejo, tanto en los núcleos de mayor  $N_H$  como en la región de débil emisión. Estas características podrían indicar que ambos núcleos constituyen un único sistema. Cabe acotar finalmente que este complejo es similar al HVC 305.5 -13 +282 analizado por Morras (1982). Según puede verse en la Figura 2 de Mathewson y Ford (1984) ambos complejos podrían estar unidos por gas de baja emisión.

#### REFERENCIAS

- Bajaja, E., Cappa de Nicolau, C.E., Cersosimo, J.C., Loiseau, N., Martín, M.C., Morras, R., Olano, C.A., Pöppel, W.G.L. 1985, *Ap. J. Suppl.*, 58, 143.  
 Burton, W.B. 1985, *Astr. and Ap. Suppl.*, 62, 365.  
 Mathewson, D.S., Cleary, M.N., Murray, J.D. 1974, *Ap. J.*, 190, 291.  
 Mathewson, D.S., Ford, V.L., Schwarz, M.P. 1979, *IAU Symposium No. 84*, 547.  
 Mathewson, D.S., Ford, V.L. 1984, *IAU Symposium No. 103*, 125.  
 Morras, R. 1985, *A.J.*, 90, 180.  
 Morras, R. 1982, *Astr. and Ap.*, 115, 249.  
 Tanaka, K.I. 1981, *Pub. Astron. Soc. Japan*, 33, 247.

E. Bajaja, C.E. Cappa de Nicolau, M.C. Martín, R. Morras, W.G.L. Pöppel: Instituto Argentino de Radioastronomía, Casilla de Correo No. 5, 1894 Villa Elisa, Buenos Aires, Argentina.

C.A. Olano: Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, D-5300 Bonn 1, Federal Republic of Germany.