

traron resultados consecuentes entre sí. Similarmente, con la altura de P11 calibrada, se procedió a hacer lo propio con la de P12, mediante observaciones simultáneas de P11 y P12; luego con la de P13 y finalmente con la de P14, siempre con sendos grupos de observaciones simultáneas complementadas con observaciones aisladas. El total de perfiles utilizados en las calibraciones es de aproximadamente 600, habiendo sido observados entre agosto de 1968 y abril de 1971.

Como síntesis de los resultados, en la Tabla II damos las alturas y posiciones de los máximos de cada uno de los perfiles de comparación resultante con la estimación de sus respectivas indeterminaciones.

TABLA II

Punto	T (°)	v (km/s)
P10	80.0 ± 0.6	+ 5.0 ± 0.4
P11	41.5 ± 0.5	— 39.0 ± 1.0
„	65.4 ± 0.5	— 21.0 ± 0.5
„	46.3 ± 0.5	— 0.9 ± 0.5
P12	74.8 ± 0.5	— 27.0 ± 0.7
„	34.5 ± 0.5	— 0.2 ± 0.5
P13	112.0 ± 0.7	— 5.0 ± 0.5
„	118.3 ± 0.7	+ 1.0 ± 0.5
„	40.5 ± 0.7	+ 15.0 ± 0.5
„	25.3 ± 0.7	+ 63.0 ± 0.5
„	16.0 ± 0.7	+ 79.0 ± 1.0
„	4.7 ± 0.7	+ 122.0 ± 2.0
P14	28.5 ± 0.5	+ 5.0 ± 1.0
„	82.5 ± 0.5	+ 17.0 ± 0.5
„	56.5 ± 0.5	+ 65.0 ± 0.5

Se trató de comparar nuestros resultados con eventuales observaciones de otros autores. El perfil de P10 pudo compararse globalmente con los resultados de Braes (1963) obtenidos con la antena de Dwingeloo (diámetro del haz: 0.56°, ancho de banda: 20 kHz). En un diagrama de Braes a P10 le corresponde un máximo cuya altura y posición concuerdan con las encontradas por nosotros, lo que parecería mostrar que nuestra escala es parecida a la utilizada en Dwingeloo. Esto parece confirmarse también de la comparación de los perfiles de P14 observados por nosotros, con el punto de coordenadas casi idénticas ( $l^{II} = 224.99$ ,  $b^{II} = -05.01$ ), observado por Lindblad (1966) también con la antena de Dwingeloo y con un ancho de banda similar al nuestro (10 kHz). Las posiciones de los tres picos coinciden bien, las alturas de dos de ellos también. El tercero, en cambio difiere algo en su altura. [Comparaciones con perfiles de menor precisión que los aquí presentados ya habían sido hechas por Vieira (1971)].

La existencia de una nube de alta velocidad visible en el perfil resultante de P11 ( $v \sim 72.0$  km/s,  $T \sim 2.5^\circ$ ) parece corresponder a la estructura visible en el "survey" de Kerr (1969) para  $|b^{II}| \leq 02.00^\circ$ , realizado con la antena de Parkes (diámetro del haz: 14.5', ancho de banda: 36 kHz), para  $v \sim +75$  km/s en  $l^{II} = 322.00^\circ$ ,  $b^{II} = 02.00^\circ$  (a un grado de P11).

Van Woerden, H., 1967, Proposal for Coordination of Brightness Temperature Scale used in 21 cm Line Studies, 1664; ver también Transact. IAU XIII B, 203, Prague.

Pöppel, W. G. L., y Vieira, E. R., 1971, Bol. Asoc. Arg. Astr. N° 16.

Burke, B. F.; Ecklund, E. T.; Firor, J. W., Tatel, H. E., y Tuve, M. A., 1959, Paris Symposium on Radioastronomy, pág. 374.

Braes, L. L. E., 1963, B.A.N., 17, 132.

Lindblad, O., 1966, B.A.N., Suppl. 1, 177.

Vieira, E. R., 1971, Ap. J. Suppl., 22, 369.

Kerr, F. J., 1969, Austral. J. Phys.

## Búsqueda de nubes de hidrógeno atómico con velocidad intermedia

I. F. MIRABEL

*Instituto Argentino de Radioastronomía, Pereyra*

**Abstract:** The region between  $l = 30^\circ$  and  $l = 330^\circ$  was observed in the 21 cm. line in a search for neutral hydrogen at intermediate velocities. An extensive concentration of hydrogen was observed in the fourth galactic quadrant with radial velocity of 45 Km/seg.

### Introducción

Es del conocimiento de los astrónomos, que el plano galáctico según los datos radioastronómicos, se encuentra inclinado en la dirección de las Nubes de Magallanes en una cantidad de aproximadamente 700 pc. a una distancia de 15 kpc. del sol. En la dirección opuesta ( $l \approx 190^\circ$ ) el efecto es simétrico.

A. Toomre (1971), estudiando los modos normales de la perturbación del plano galáctico producida por un pasaje cercano de las Nubes de Magallanes en su movimiento orbital alrededor de nuestra galaxia, encuentra que sólo para valores limitados de los parámetros orbitales la inclinación del plano galáctico anteriormente mencionada es congruente con un "corrugamiento" en la parte interior del plano galáctico no mayor de 150 pc. Para ello supone una órbita hiperbólica de las Nubes de Magallanes, moviéndose en sentido retrógrado (opuesto al de rotación galáctica) con la Nube Menor orbitando alrededor de la Mayor con los siguientes parámetros orbitales: longitud de la línea de los nodos comprendida entre  $l = 150^\circ$  y  $l = 190^\circ$ , el pasaje cercano ocurrió hace  $5 \times 10^6$  años a una distancia perigaláctica de 20 kpc.

Toomre ha estudiado además, cuáles serían las consecuencias de este pasaje cercano sobre la Nube Menor. Para ello supone que antes del pasaje cercano un conjunto de partículas de prueba de masa nula están ubicadas alrededor de la Nube Menor, y estudia su redistribución como consecuencia del "golpe gravitacional" introducido por nuestra galaxia.

La situación actual de la distribución en el cielo de estas partículas está representada en la figura 1.

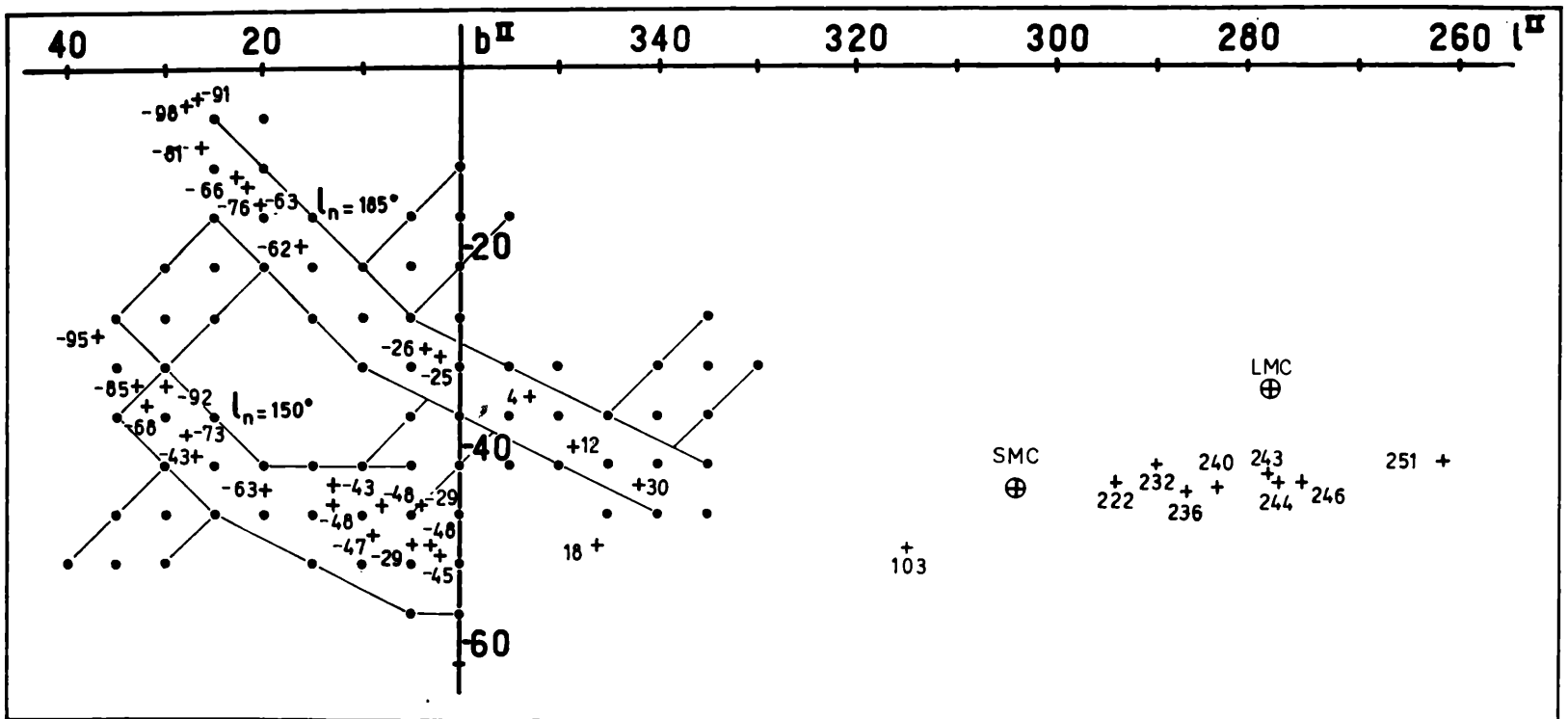


FIG. 1: Distribución en coordenadas de las partículas de prueba. Las cruces representan las partículas y los números adyacentes la velocidad respecto al S. L. R. Las dos franjas corresponden a trayectorias con longitudes de las líneas de los nodos de  $l_n = 150^\circ$  y  $l_n = 185^\circ$ . Los puntos representan los puntos observados.

Entre las Nubes de Magallanes se encuentra un conjunto de partículas que coinciden aproximadamente en ubicación y velocidad con el "puente de HI" entre las Nubes de Magallanes descubierto por los radioastrónomos australianos. Otro conjunto de partículas se distribuye en

dos franjas en el hemisferio sur galáctico comprendidas entre  $l = 35^\circ$  y  $l = 330^\circ$  que corresponden a dos trayectorias con longitudes de los nodos orbitales de  $l = 150^\circ$  a  $l = 180^\circ$  respectivamente.

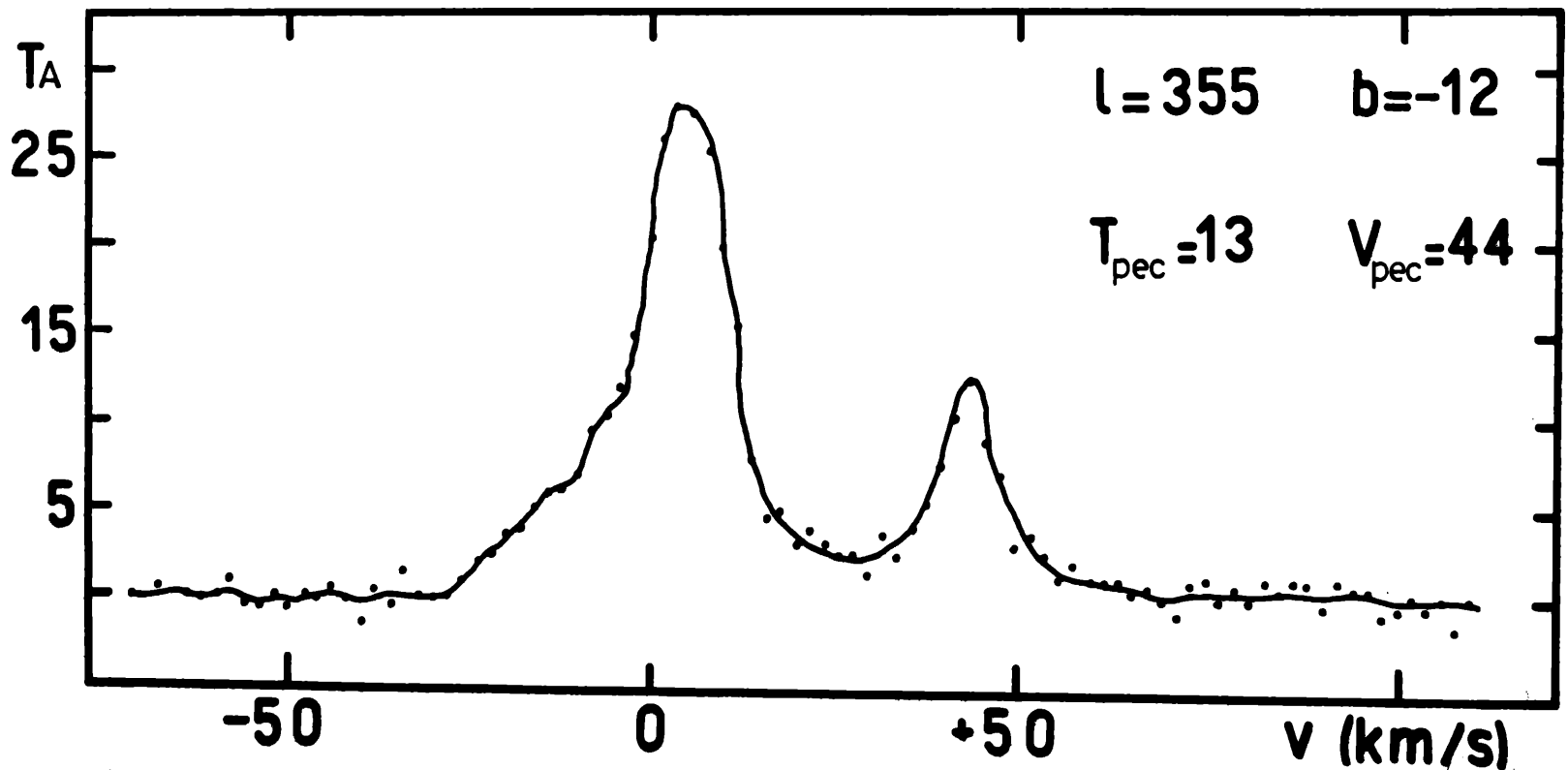


FIG. 2: Perfil para  $l = 355^\circ$ ,  $b = -12^\circ$ . La velocidad de la nube peculiar es de 44 km/seg. y la temperatura pico de 13° K.

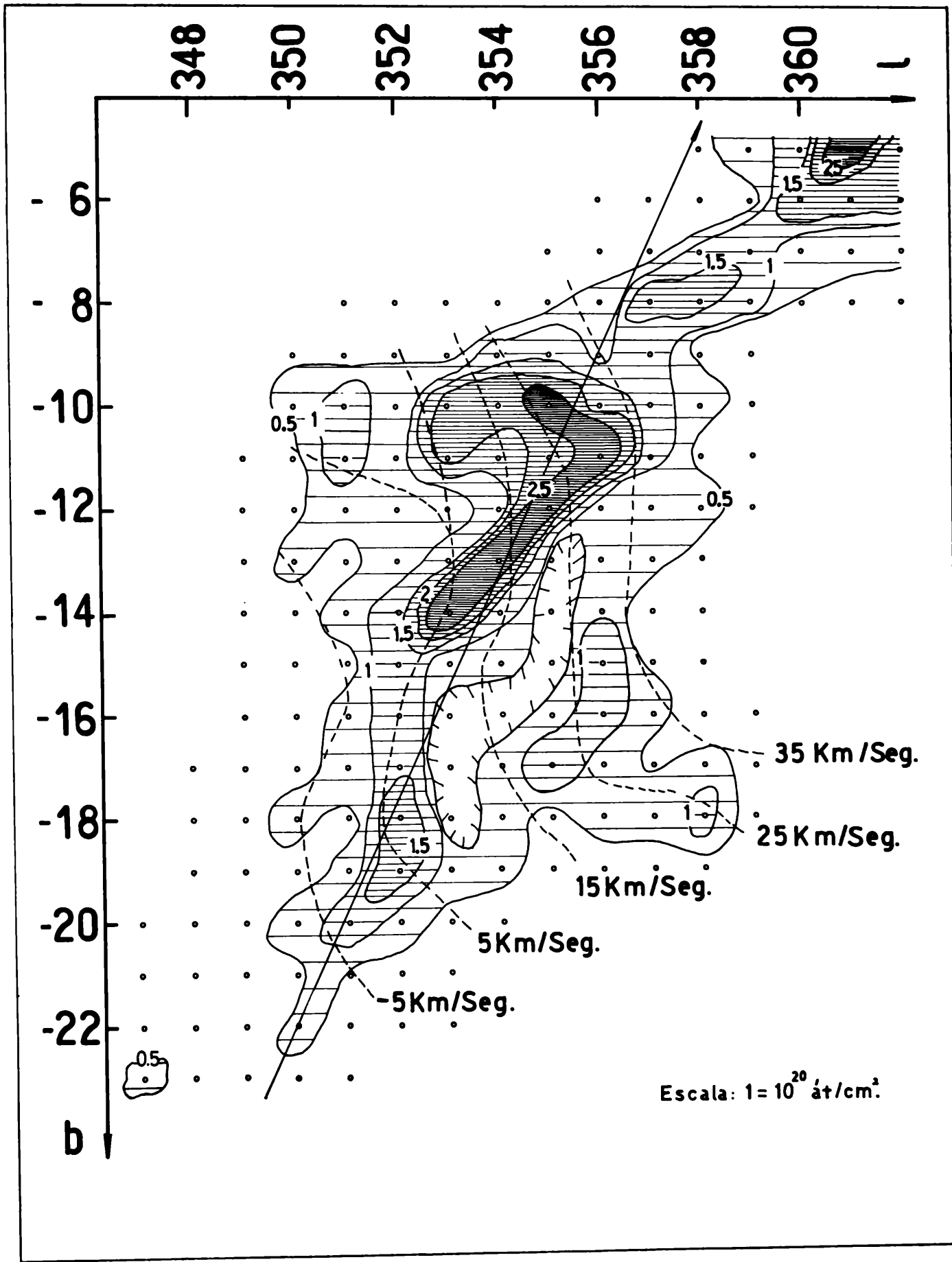


FIG. 3: Isofotas en coordenadas galácticas del brillo integrado en unidades de  $1 \times 10^{20}$  át.  $H/cm^2$  para velocidades radiales mayores de 30 km/seg. Se indican las curvas de velocidad galactocéntrica constante cada 10 km/seg.

O sea, que según Toomre además del "puente de HI" entre las Nubes de Magallanes debería existir una "cola" de HI arrancada de la Nube Menor por la acción gravitacional de nuestra galaxia.

Las observaciones realizadas tuvieron como finalidad confirmar o refutar esta tercer consecuencia posible de la interacción gravitacional entre las Nubes de Magallanes y nuestra galaxia: la existencia de una "cola" de hidrógeno atómico desprendido de la Nube Menor de Magallanes.

#### Las observaciones

A partir de las masas observadas y una distancia media estimada por Toomre de 80 kpc. para el "puente" de HI entre las Nubes de Magallanes, se estimó la temperatura de antena mínima esperada suponiendo igualdad de masas entre el "punte" y el "rastros" de HI. La temperatura de antena esperada, suponiendo una distribución continua de la masa a lo largo de una de las franjas, debe ser mayor que 1.5 grados Kelvin.

Para contemplar la posibilidad de órbitas con longitudes de la línea de los nodos comprendida entre  $l = 140^\circ$  y  $l = 195^\circ$  se observó también en puntos que constituyen franjas transversales a las franjas de distribución esperada. En cada uno de estos puntos se observó con un tiempo de integración de 24 minutos como mínimo, lo que hace que la temperatura mínima esperada sea cinco veces el error del equipo receptor.

El resultado de las observaciones es negativo, o sea, no existe HI en los puntos observados con las velocidades predichas y con temperaturas de antena mayores que 1,5° Kelvin.

#### Concentración peculiar de hidrógeno atómico con velocidad intermedia

Aunque el resultado de las observaciones respecto a la predicción de Toomre ha sido negativo en el sentido indicado anteriormente, en algunos puntos observados se ha detectado HI con velocidades intermedias. Se hizo el estudio completo de una región ubicada en el cuarto cuadrante donde se encontró una extensa concentración de HI con velocidad en torno de + 44 km/seg respecto al standard local de reposo.

Debe observarse que para las longitudes correspondientes al cuarto cuadrante, sobre el plano galáctico y en la parte interior de la galaxia son de esperar velocidades negativas. La figura 2 muestra a modo de ejemplo el perfil correspondiente a  $l = 355^\circ$ ,  $b = -12^\circ$ .

En la figura 3, se representan las isofotas correspondientes al brillo integrado para velocidades mayores de 30 km/seg. Los puntos indican las posiciones observadas con un tiempo de integración mínimo por punto de 12 minutos. Como los perfiles fueron obtenidos con una resolución en velocidad de 2 km/seg, también se representan en el gráfico las líneas de velocidad cada 10 km/seg correspon-

dientes a la temperatura pico de hidrógeno peculiar, previa sustracción del efecto en la velocidad introducido por la rotación galáctica. La concentración está conectada al plano galáctico y a partir de  $b = -6^\circ$  hacia latitudes mayores, se confunde con las grandes alas que caracterizan a los perfiles cercanos al núcleo galáctico.

Es evidente que la región está compuesta por varias nubes embebidas en una distribución tenue de gas. Las líneas de velocidad constante pueden indicar tanto una rotación de la concentración sobre sí misma como una traslación del conjunto.

Por otra parte, se podrá notar que al pasar de ciertos puntos a otros adyacentes, distanciados en un grado, se produce una variación brusca del brillo integrado. Esto sugiere el hecho de que los límites del gas con velocidad peculiar caen dentro del haz de antena de 30'.

En las figuras 4, 5 y 6 se representan a modo de ejemplo las isofotas para  $l = 355^\circ$  constante,  $b = -12^\circ$  constante y velocidad radial + 42 km/seg constante, respectivamente.

P. W. Hill (1971) publicó los resultados del análisis espectral y fotométrico de 5 estrellas tempranas ubicadas en esta región con presencia de líneas del Ca II interestelar. La tabla I reproduce los resultados de P. W. Hill. Las velocidades radiales de las estrellas y de las líneas interestelares del Ca II fueron reducidas al S.L.R. suponiendo como velocidad peculiar del sol + 20 km/seg, y como coordenadas del ápex  $l = 56^\circ$ ,  $b = 23^\circ$ .

TABLA I

ESTRELLA	l	b	T. Sp.	Vr. Est.	Vr. Ca II	d
170385	351.10	-14.99	B3V	10	5	759
171141	349.28	-16.51	B1III	2	6	3388
172094	353.49	-15.80	B2III	38	8	2089
173994	348.45	-19.62	B2V	12	1	724
177566	355.55	-20.42	B1III	137	5	7943

Número de estrella, longitud y latitud galácticas, tipo espectral, velocidad radial de la estrella y de las líneas del CaII respecto al S.L.R., distancia de la estrella en parsecs.

También se estimaron las distancias de las estrellas, para lo cual se extrajeron las magnitudes absolutas correspondientes a los tipos espectrales del artículo de P. C. Keenan (1963) y los colores intrínsecos del artículo de H. L. Johnson (1963). Las estrellas 170385 y 172094 están ubicadas en puntos donde existe HI con velocidad mayor que 30 km/seg, las velocidades del Ca II interestelar en ningún caso coinciden con las velocidades del HI. La estrella 172094 con velocidad promedio de 38 km/seg es indicada por P. W. Hill como una estrella de velocidad probablemente variable.

#### Conclusiones

Las líneas interestelares del Ca II no manifiestan ninguna correlación en velocidad con el HI peculiar. Por otra parte, los límites del gas con velocidad intermedia en algu-

nas zonas están ubicados dentro del haz de antena (fig. 3), a la vez que el HI local no manifiesta ninguna perturbación en velocidad o distribución en las longitudes galácticas en las que se encuentra el HI peculiar (fig. 4).

Estos tres hechos sugieren la posibilidad de que esta concentración está ubicada a grandes distancias del sol.

En caso de tratarse de una concentración lejana se pueden dar las siguientes interpretaciones:

- a) Se trata de la "cola" de gas predicha por H. Toomre pero desplazada en  $20^\circ$  hacia el plano galáctico. Esto se apoya en el hecho de que la dirección de elongación de la concentración es paralela a la distribución de las partículas de prueba para longitudes de la línea de los nodos de la órbita de las Nubes de Magallanes con valores de  $l_n = 150^\circ$  y  $l_n = 185^\circ$ .

- b) Se trata de gas que está entrando o es expulsado de la región del centro galáctico. Esto se apoya en el hecho de que la dirección de elongación de la concentración coincide aproximadamente con la dirección hacia las coordenadas del centro galáctico.

Un estudio más detallado de esta región será publicado en otra parte.

Este trabajo fue realizado gracias a una beca otorgada por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, bajo la dirección del doctor K. Turner.

Hill, P. W., 1971, M. R. A. S., Vol. 75, part. 1.

Hill, P. W., 1970, M. N. of R. A. S., Vol. 150, 23.

Johnson, H. L., 1963, "Stars and Stellar Systems", Vol. III, 204.

Keenan, P. C., 1963, "Stars and Stellar Systems", Vol. III, 78.

Toomre, A., 1971, Comunicación privada.

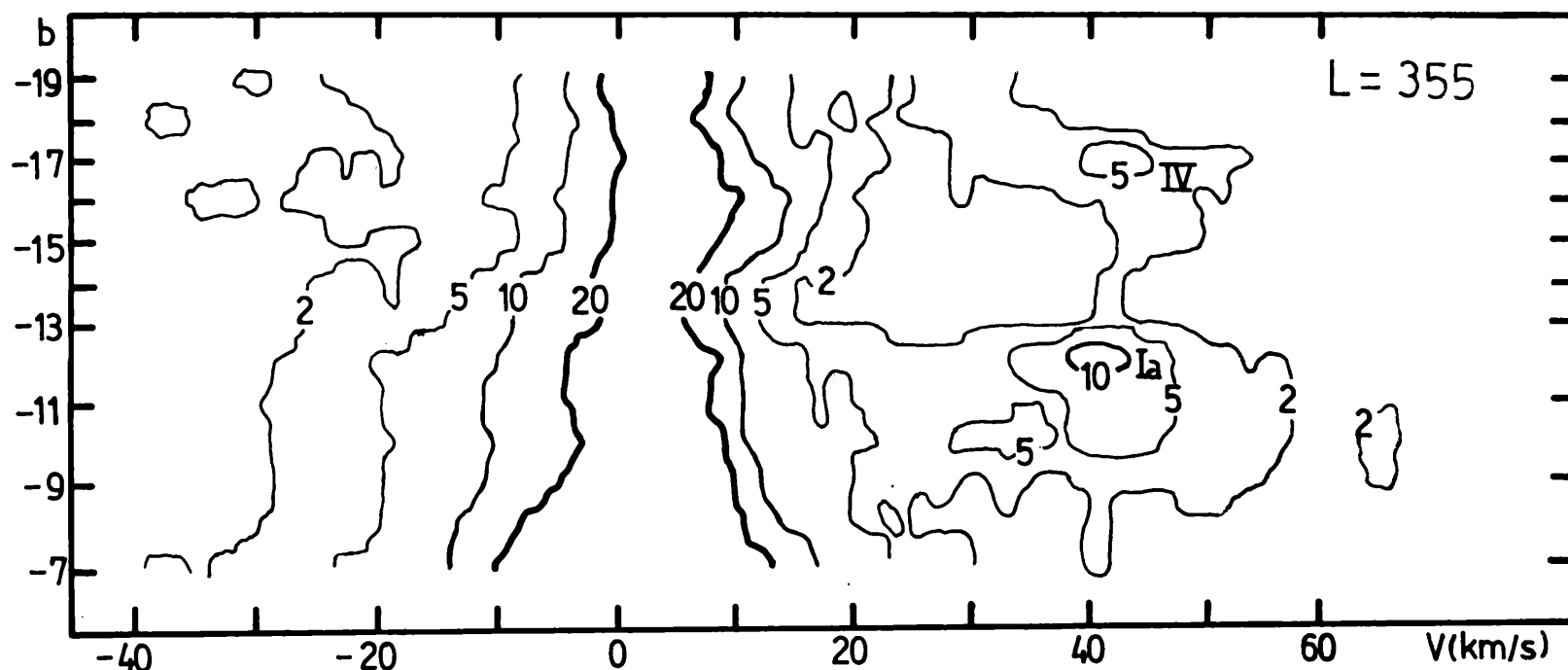


FIG. 4: Isofotas en  $b-v$  para  $l = 355^\circ$  constante.

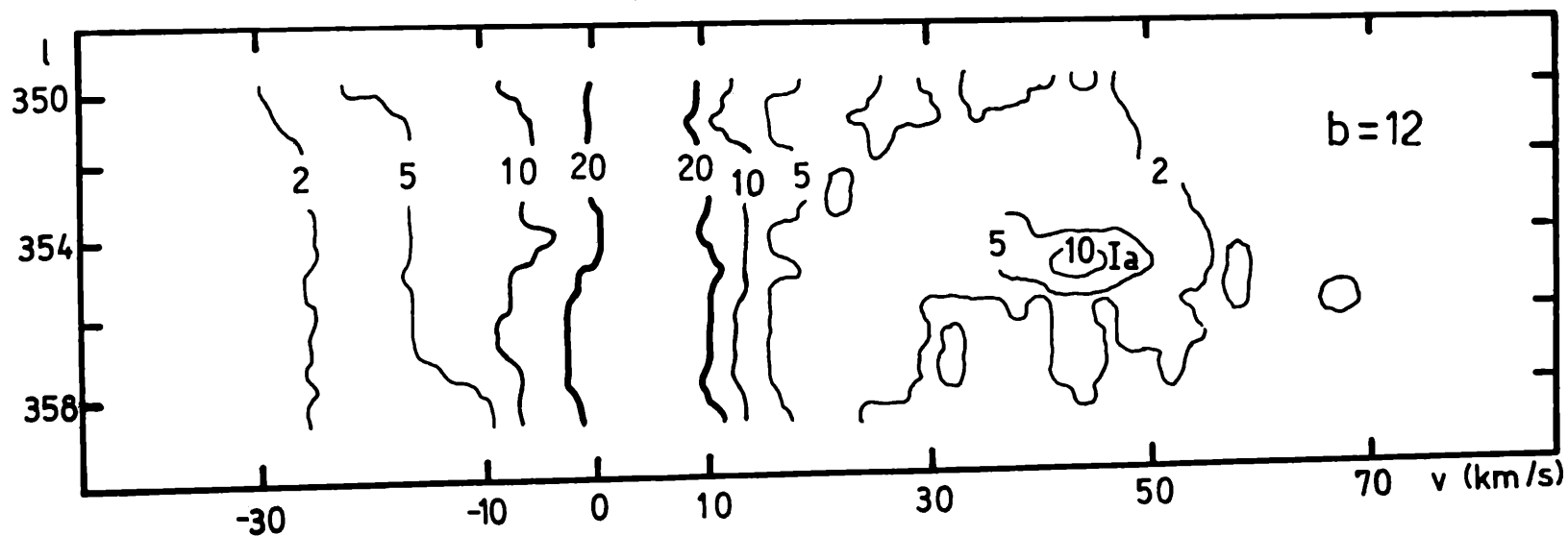


FIG. 5: Isofotas en  $l-v$  para  $b = -12^\circ$  constante.

## La corrugación del estrato de hidrógeno neutro galáctico

R. I. QUIROGA

*Instituto Argentino de Radioastronomía, Pereyra*

**Abstract:** The relationships between the Z distance, the Z dispersion, and the galactic rotational velocity of neutral hydrogen near the galactic plane is examined, and certain correlations are pointed out.

El objeto del presente trabajo es el estudio de la distribución del hidrógeno neutro interestelar con respecto al plano  $b=0$ . Nos limitaremos por el momento a la exposición de resultados directos obtenidos de los datos observacionales. Consideraciones generales sobre estructura galáctica y posibles relaciones con resultados ópticos serán objeto de una posterior publicación.

Para la obtención de nuestros resultados los procedimientos usados se basaron en lo siguiente: para regiones interiores de la galaxia (distancia galacto céntrica  $R=10$  kpc), se pueden asociar distancias solamente a las contribuciones correspondientes a velocidades terminales en los perfiles de línea de 21cm. del hidrógeno. Esto debe tomarse con las debidas reservas, dado que necesita aceptarse una rotación puramente circular de la galaxia. De todos modos, excluido el núcleo, no existe por el momento ninguna evidencia de lo contrario.

Teniendo en cuenta esto, se estudió la distribución sobre latitudes  $b$  para cada longitud  $l$  de temperatura de brillo  $T_b$  de la línea, en base a los parámetros de las componentes gaussianas de mejor ajuste en tales velocidades terminales: temperatura del último pico en el perfil, su velocidad radial, y su dispersión  $G$  en velocidades.

Para tales estudios se dispuso de un conjunto bastante completo de observaciones tanto en el 1º y 4º cuadrante galáctico. En la tabla I se dan los datos de las zonas observadas y características de los radiotelescopios usados.

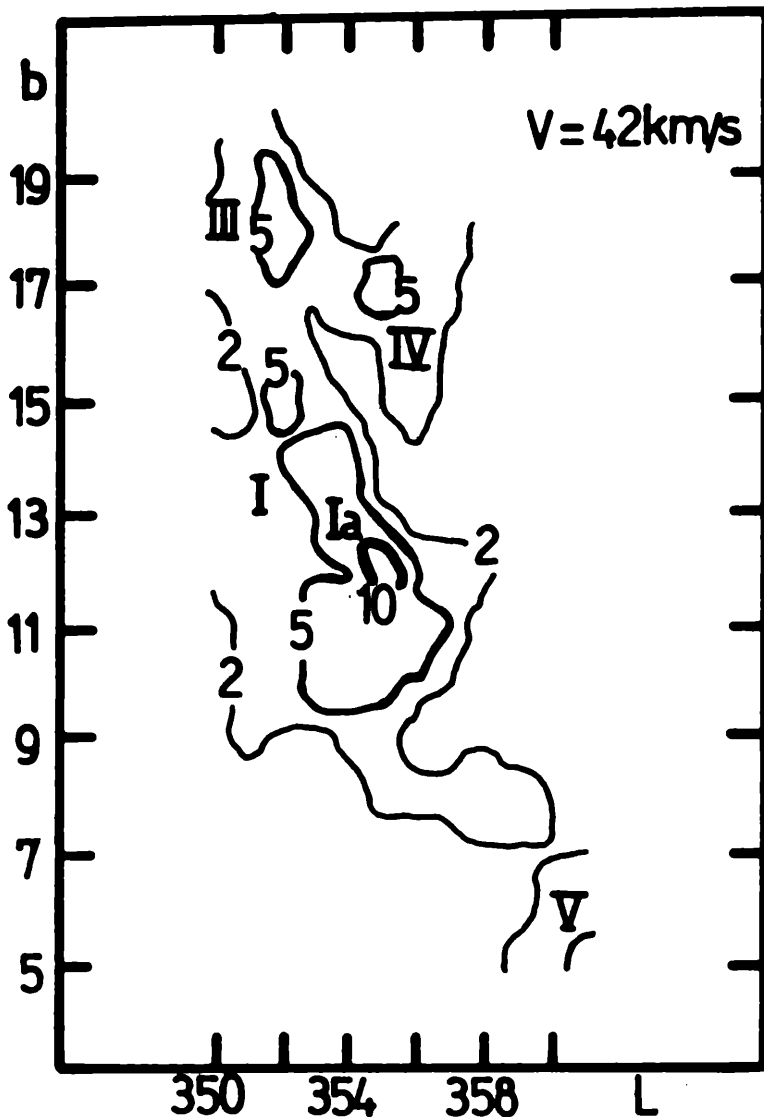


FIG. 6: Isofotas en  $l-b$  para  $v = 42$  km/seg constante

TABLA I

Observatorio	Pereyra (Argentina)	Dwingeloo (Holanda)	Greenbank (EE.UU.)
Haz de Potencia media de antena .....	0.47	0.56	0.17
Resolución en velocidades	2 Km/s	2 Km/s	2 Km/s
Zonas estudiadas para el presente trabajo .....	$l = 280^\circ$ a $l = 340^\circ$ $b = +5^\circ$ a $b = -5^\circ$	$l = 22^\circ$ a $l = 55^\circ$ $b = -4^\circ$ a $b = +4^\circ$ (ver referencias 1 y 2)	$l = 20^\circ$ a $l = 63^\circ$ $b = +1^\circ$ a $b = -1^\circ$ (ver referencia 3)

El espaciado en latitudes  $b$  con que se tomaron los perfiles en Dwingeloo y Pereyra es  $b = 0^\circ 50'$  que es lo adecuado según sus lóbulos de antena, mientras que los datos de Greenbank son presentados en forma de isofotas obtenidas con recorridos de la antena en ascensión recta a declinación constante; se estudiaron directamente éstas en sus velocidades terminales, sin tomarse componentes gaussianas.

En la figura 1 están los diagramas de los resultados obtenidos con datos de Pereyra y comparados con la cur-

va de rotación en el 1º cuadrante galáctico (diag. arriba).

Los anchos medios del estrato de hidrógeno (diag. medio) fueron tomados con temperaturas de brillo dado que éste es un dato observacional directo. Si bien es cierto que tiene más sentido físico tomar estos anchos en espesores ópticos, para obtener éstos es necesario definir una temperatura de spin media  $T_s$ ; pero ésta sólo puede ser aceptada teniendo en cuenta que las temperaturas de spin individuales para diferentes nubes de hidrógeno pueden variar considerablemente si nos atenemos a resultados obtenidos