

## Estudio de las condiciones de visibilidad para la observación solar en algunos puntos del país

A. L. PERETTI HOLLEMAERT, E. A. MARQUEVICH,  
J. M. FONTENLA Y R. C. ESTOL

*Observatorio N. de F. Cósmica, San Miguel, Argentina*

**Resumen:** A los efectos de encontrar un sitio apropiado para la ubicación de un telescopio solar de gran resolución, se ha encarado el estudio de las condiciones de visibilidad ("seeing") importantes en varios lugares. Se detallan las líneas de tratamiento del tema y los métodos a emplear.

### OBJETIVOS DEL TRABAJO

Con el propósito de poder determinar un lugar apropiado para efectuar observaciones solares, se ha encarado un estudio preliminar de la visibilidad diurna en los siguientes tres puntos de la Argentina:

- 1) San Miguel (Pcia. Bs. As.)
- 2) Cerro de La Cruz (Pcia. La Rioja)
- 3) Punta Rasa (Pcia. Bs. As.)

Una razón para la realización de este trabajo consiste en la necesidad de encontrar un buen sitio para ubicar el telescopio de 45 cm de abertura que ha sido construido recientemente en Alemania.

La elección de los lugares antes mencionados para iniciar el estudio representa un compromiso entre la disponibilidad práctica de lugares con facilidad de acceso, apoyo logístico, etc., y el resultado de un análisis somero de las condiciones que es dable esperar de antemano en cada lugar.

El propósito de este trabajo es el de llegar al conocimiento de cuán buena es la visibilidad en cada uno de los lugares a estudiar, como así también determinar la modalidad con que se presentan los momentos de buena visibilidad.

La bondad de la visibilidad se puede expresar mediante la resolución alcanzable, y la modalidad de la misma se podrá caracterizar por la duración promedio y la distribución diurna y estacional de la frecuencia de ocurrencia de los instantes de visibilidad óptima.

Mediante registros meteorológicos simultáneos se buscará correlacionar la visibilidad con las condiciones meteorológicas locales: temperatura, velocidad y dirección de vientos, etc.

### OBTENCION DE DATOS Y MEDICIONES QUE SE REALIZAN

Las campañas de prueba de sitio en los lugares señalados incluyen la realización de observaciones con instrumental óptico, así como el estudio de la estructura térmica

de la atmósfera circundante mediante la medición de microfluctuaciones térmicas por medio de sensores dispuestos a distintas alturas, hasta un par de centenares de metros del suelo.

#### a) *Observaciones con instrumental óptico*

Mediante un refractor de 13 cm de abertura se realizan turnos de observación en luz integrada. Se registran las condiciones promedio de visibilidad correspondientes a cada hora del día asignando a la calidad de la imagen un número representativo, de acuerdo a una escala utilizada por Kiepenheuer (1963). Según la misma es posible asignar una calificación comprendida entre 1 y 5 al movimiento de imagen ("image motion") y al borronado ("blurring") a partir de la estimación visual de la amplitud de oscilación y de la resolución alcanzada, evaluadas en segundos de arco. Para ello se deben observar los detalles fotosféricos, a saber: granulación, estructura filamentaria de la penumbra de las manchas, aspecto ondulante del limbo, etc.

Los errores e incertezas inherentes al método expuesto para calificar la visibilidad ("seeing") se podrán minimizar o evitar cuando se cuente con el equipo óptico-mecánico-electrónico que se tiene pensado construir, pero que recién se encuentra en proyecto, de acuerdo a técnicas y equipos desarrollados y experimentados en los últimos años por otros investigadores (Monitor de "seeing", Loughhead, R. E. y Bray, R. J., 1966; equipo de medición simultánea de "image motion" y "blurring", Brandt, P. N., 1970).

Las observaciones visuales se documentan mediante registros fotográficos, de manera que se puedan realizar cotejos tendientes a reducir el factor subjetivo en la calificación de la visibilidad y a corregir los factores personales de los distintos observadores, a fin de tener uniformidad en las mediciones y hacer los resultados comparables a través del transcurso del tiempo.

#### b) *Estudio de la estructura térmica de la atmósfera*

Mediante el estudio de las inhomogeneidades térmicas atmosféricas presentes en los alrededores y encima del sitio de interés, es posible obtener información reveladora de la estructura térmica que adquiere la atmósfera circundante durante las horas de insolación.

Sobre la base de registros de microfluctuaciones térmicas y velocidad media del viento a distintas alturas, Coulman (1968) obtuvo importantes e interesantes resultados que arrojan luz sobre el problema del "seeing" solar, y del comportamiento y eficiencia óptica de la atmósfera. Posteriormente, en las campañas de búsqueda y prueba de lugar encaradas por la organización europea JOSO, se han realizado mediciones similares a fin de evaluar las condiciones que ofrecen los lugares estudiados (Maltby, 1971).

En el presente trabajo, siguiendo estas pautas, se realizan mediciones directas de microfluctuaciones térmicas ( $\Delta T$ ) a distintas alturas, hasta unos 200 m sobre los lugares de estudio, con el objeto de determinar la ocurrencia y frecuencia de aparición de lapsos durante los cuales la amplitud de las microfluctuaciones se mantiene inferior a  $0,04^\circ\text{K}$ . Estos intervalos, llamados por Coulman intervalos TQ, de temperatura estacionaria ("temperature quiescent"), evidencian la presencia de aire relativamente homogéneo, descendente, que se encuentra en medio de corrientes de aire más caliente, ascendente y altamente inhomogéneo que constituye las corrientes conocidas como térmicas. Estas últimas resultan perjudiciales para la visibilidad; no así las primeras, que redundan en condiciones favorables de visibilidad cuando la línea de visual pasa en su mayor parte a lo largo de las mismas, interceptando pocas térmicas.

Se determina también, por medio de los registros de microfluctuaciones térmicas, la existencia y la altura de la zona de transición entre la capa inferior de atmósfera, cercana al suelo, donde impera un régimen de convección forzada, y la capa superior de convección libre. La altura de dicha capa se conoce como parámetro de Obukhov, y varía con las condiciones meteorológicas diarias.

#### c) *Mediciones meteorológicas*

En forma simultánea con las observaciones ópticas y las mediciones de microfluctuaciones térmicas se hacen determinaciones de velocidad y dirección de viento, temperatura y heliofanía. Asimismo, se estudiará el perfil de vientos en altura mediante el lanzamiento de globos.

### INSTRUMENTAL Y EQUIPOS CON QUE SE CUENTA ACTUALMENTE

#### a) *Telescopio y equipo fotográfico*

En el Cerro de La Cruz se ha montado un telescopio refractor de 13 cm de abertura. La óptica es un doblete Zeiss de 2.350 mm de distancia focal. El tubo lleva montura ecuatorial y tiene seguimiento mecánico por medio del reloj de cuerda original (Figura 1).

Se cuenta con la caja de una cámara fotográfica tipo reflex, marca NIKON, modelo F, con visor Photomic FTn provisto de fotómetro, motor eléctrico de arrastre y capacidad para almacenar 10 m de película standard perforada de 35 mm (Figura 2).

Para reducir la intensidad luminosa y adecuarla a la sensibilidad del ojo y de las emulsiones fotográficas, se cuenta con un juego de filtros neutros, acoplables a la entrada del telescopio, de los siguientes factores:  $10\times$ ,  $100\times$ ,  $1000\times$ , provistos por la firma alemana Schott.

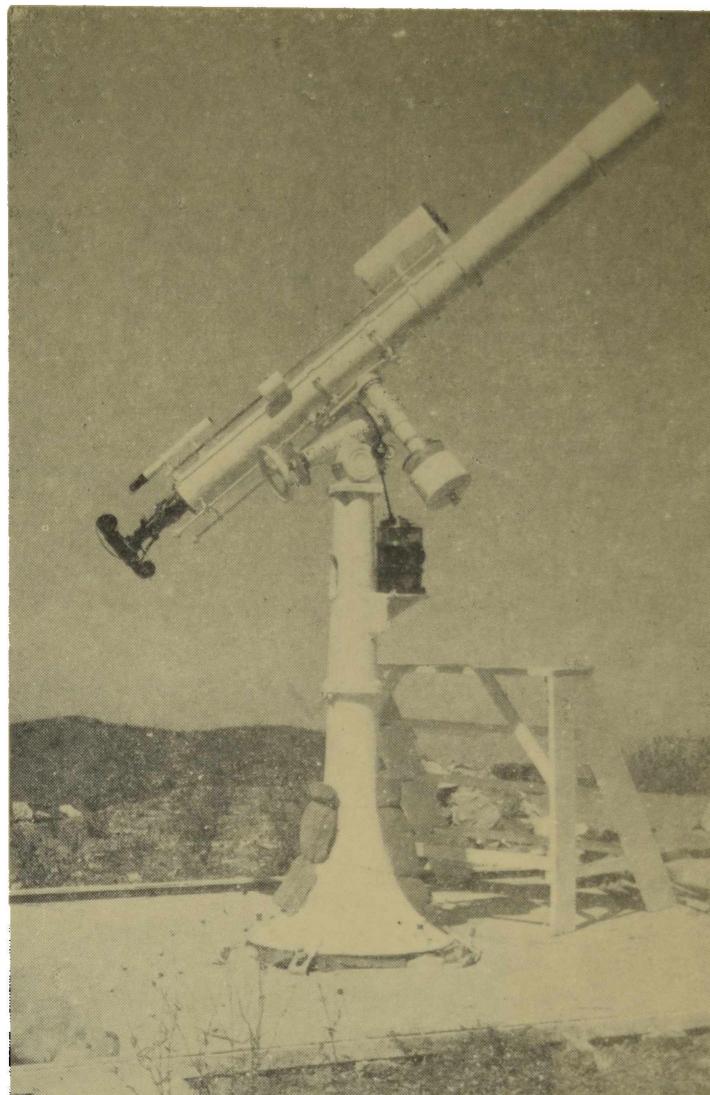


Fig. 1 — Telescopio solar instalado en el Cerro de La Cruz, Pcia. La Rioja.

Mediante un ocular de Huygens, de distancia focal 60 mm, se puede observar visualmente el disco solar completo, y acoplando la cámara al telescopio se pueden obtener registros fotográficos de la imagen primaria total. Por razones de tamaño de imagen no resultan muy útiles los registros de sol entero, por lo cual no se han obtenido fotografías del disco completo en forma rutinaria.

Se tiene también la posibilidad de obtener registros fotográficos de porciones aumentadas del disco solar, lo cual se consigue intercalando una óptica secundaria detrás del foco primario, a fin de proyectar la imagen primaria ampliada sobre la película dispuesta más atrás. Se han hecho pruebas con ópticas secundarias de distintas distancias focales (una de ellas es un objetivo de microscopio de 7,5 mm de distancia focal), y se han obtenido dentro del cuadro normal de 35 mm porciones del sol correspondientes a tamaños de imagen del disco de 30 a 60 cm de diámetro.

En San Miguel se dispone de otra cámara y varios telescopios similares, una reveladora automática y una lectora de microfilm.

b) *Equipo para medir microfluctuaciones térmicas*

El equipo para medir las microfluctuaciones térmicas consta de tres componentes esenciales: sensor, amplificador y registrador.

El sensor consiste en un alambre metálico, en nuestro caso cobre de 0,04 mm de diámetro arrollado en un cuadro que permite el máximo contacto posible con el aire, estando todo el conjunto rodeado de una reja para protección mecánica del sensor.

El amplificador, unido al sensor por un cable blindado, detecta y amplifica las pequeñas variaciones de resistencia del alambre del sensor debidas a la variación de la resistencia con la temperatura.

El registrador, conectado a la salida del amplificador, es del tipo galvanométrico, de registro sobre papel termosensible.

Todo el equipo se alimenta con pilas comunes y es portátil, como lo requiere el trabajo en campaña.

Se alcanza un umbral de detectabilidad de 0,02 °K en  $\Delta T$ , y la respuesta de todo el conjunto permite registrar variaciones dentro del rango de frecuencias de 1-20 Hz.

Para elevar el sensor se utilizan mástiles hasta alturas de 10 a 20 m, y globos cautivos para alturas mayores.

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de registros obtenidos con un mástil de 12 m en el Cerro de La Cruz, para varias alturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Brandt, P. N.: 1970, *Solar Phys.* 13, 243.  
Coulman, C. E.: 1969, *Solar Phys.* 7, 122.  
Kiepenheuer, K. O.: 1963, in *Site Testing (I.A.U. Symposium, N° 19, Rome)*, 193.  
Loughhead, R. E. and Bray, R. J.: 1966, *Z. Astrophys.* 63, 101.  
Maltby, P.: 1971, *Annual Report 1971 of the Joint Organization for Solar Observations.*

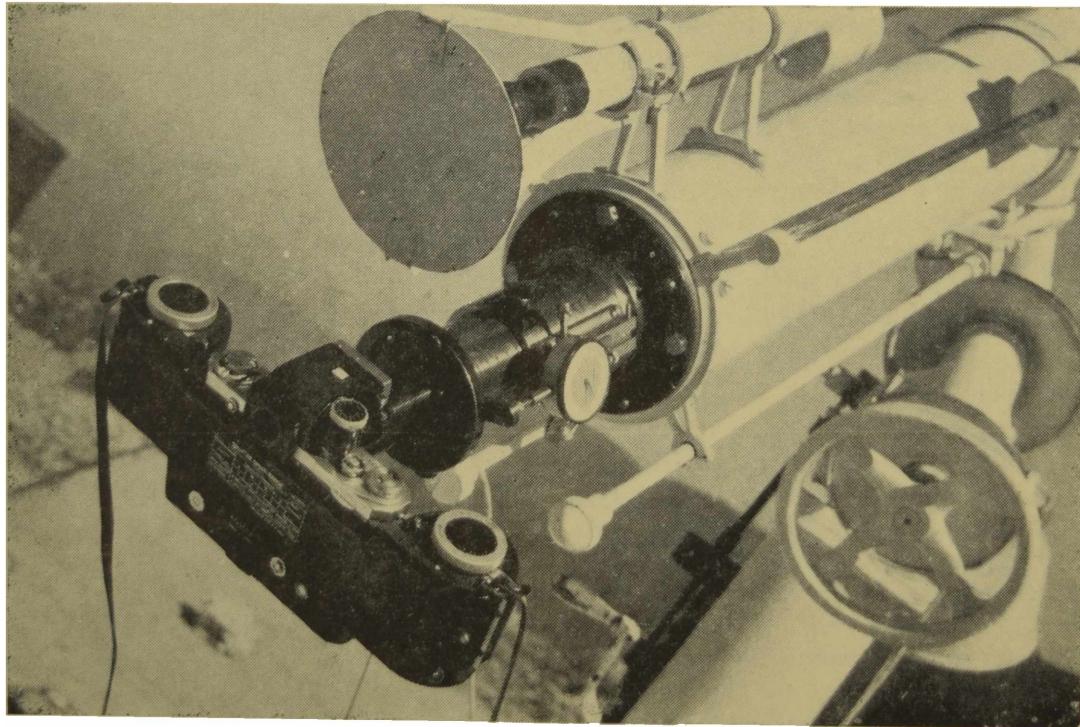


Fig. 2 — Cámara fotográfica acoplada al telescopio solar en La Rioja.

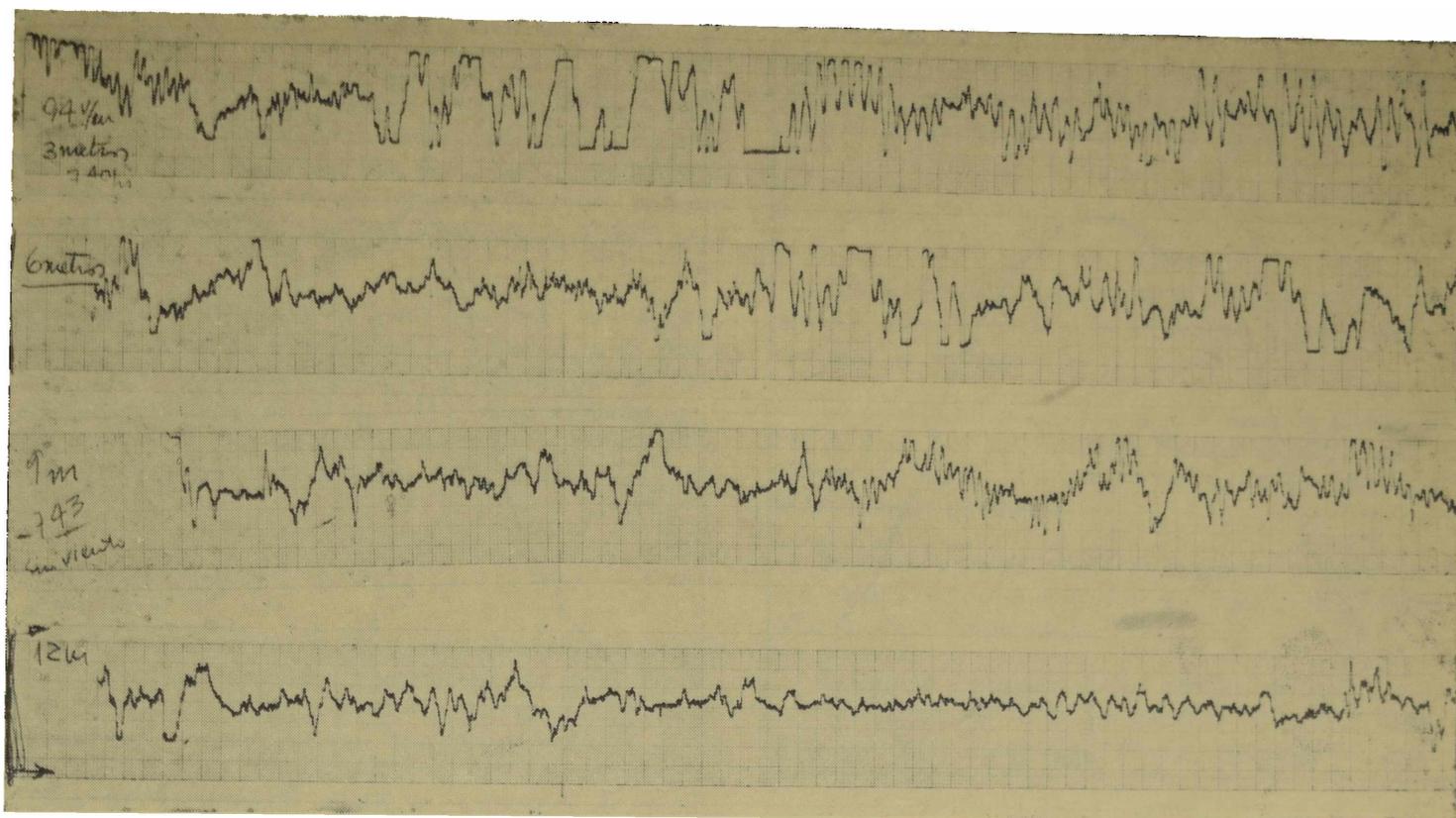


Fig. 3 — Muestra de registros de microfluctuaciones térmicas obtenidas en el Cerro de La Cruz, Pcia. La Rioja. Las tiras pertenecen a distintos registros efectuados respectivamente a alturas de 3 m., 6 m., 9 m. y 12 m., empezando por la tira de arriba. Las divisiones más grandes en el eje vertical corresponden a 0,10 °K, y en el eje horizontal representan un lapso de 0,2 seg.

## Espectros de espículas cromosféricas

H. MOLNAR

Observatorio N. de F. Cósmica, San Miguel, Argentina

### Introducción

En su aspecto morfológico, la cromósfera solar, lejos de ser una capa homogénea sobre la fotosfera, presenta, vista sobre el limbo, un aspecto bastante particular. Se observan columnas de materia brillante que sugieren una ascensión de la misma hacia la corona, que son las espículas. Sus alturas máximas varían desde los 7.000 km hasta los 12.000. Sus bases no están muy bien definidas por efecto de superposición, ya que cubren toda la superficie solar, constituyendo la llamada cromósfera normal o tranquila. Su diámetro aceptado es de algo más de 800 km o sea, algo más de 1" de arco, lo que ya sugiere las dificultades observacionales relacionadas con su estudio.

La evolución temporal de las espículas es un tema todavía no aclarado. Mouradian (1967), por ejemplo, habla de la difusión de las espículas en la corona, o sea, que éstas ascienden y se difunden sin descender nuevamente. Lippincott (1957) observó que un 60 % de las espículas descienden

en una segunda fase de su vida, luego de ascender con v entre 20-30 km/s. En cuanto a su tiempo medio de vida varía según los autores entre 2 y más de 6 minutos.

Sobre su temperatura y densidad electrónica se pueden dar únicamente datos aproximados. Sobre la primera, los datos de radioheliografía indican  $T_e = 16.000 \text{ }^\circ\text{K}$ . La densidad electrónica varía según la altura sobre la espícula entre  $10^{11}$  (para 5.000 Km) y  $10^{10}$  (para 15.000 Km.)  $T_e$  es menor que en el espacio interespicular circundante y su  $N_e$  es mayor en aproximadamente un orden de magnitud, de modo que se pueden considerar a las espículas como columnas densas y de temperatura relativamente baja que penetran en la corona.

Una de las motivaciones principales para el estudio de las espículas es que están estrechamente relacionadas con el transporte de energía desde la baja cromósfera a la corona. Según Pikelner (1971), las densidades de la región interespicular hacen que las ondas de modo rápido se refracten y que se reflejen las ondas de Alfvén.

La más alta densidad y su distribución más uniforme en espículas permiten una propagación más lejana de esas ondas en una especie de guías de ondas, con lo que la ener-