

## **MEDICIÓN DEL *SEEING* EN EL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO CENTROAMERICANO DE SUYAPA POR MEDIO DE TÉCNICAS FOTOMÉTRICAS**

Ricardo Antonio Pastrana Sánchez\*

### **RESUMEN**

El seeing se conoce como la distorsión en las imágenes astronómicas provocada por la atmósfera terrestre. Contar con datos de calidad para las investigaciones es primordial para cualquier observatorio, por lo que caracterizar las condiciones de observación permite conocer la transparencia atmosférica. Perfiles radiales de estrellas fueron utilizados en la estimación del seeing en el Observatorio Astronómico Centroamericano de Suyapa (OACS). Los resultados muestran un valor promedio para el ancho de la curva gaussiana a mitad de altura (FWHM) de 4.3337pix, se evaluó las condiciones del cielo de moderadas a buenas durante la captura de las imágenes para la estrella SZ\_Lyn. Para la toma de datos se utilizó un Telescopio Lx 200 y una cámara CCD modelo ST-5.

### **ABSTRACT**

The seeing is known as the astronomical image distortion caused by Earth's atmosphere. Having quality data for research is paramount to any observatory, so that to characterize the conditions of observation provides information about the atmospheric transparency.

---

\*Autor: Lic. Ricardo Antonio Pastrana Sánchez  
Profesor Auxiliar  
Departamento de Astronomía y Astrofísica (DAAF)  
Facultad de Ciencias Espaciales (FACES)  
E-mail: r\_pastrana@hotmail.com

Radial profiles of stars were used to estimate the seeing at the Central American Astronomical Observatory of Suyapa (OACS). The results show an average value for the Gaussian curve width at half height (FWHM) of evaluating 4.3337pix sky conditions in which the catching images for star SZ\_Lyn moderate to good. The instrument used was an LX 200 telescope and a CCD camera ST-5 model.

## **PALABRAS CLAVE**

Seeing, FWHM, OACS, distorsión atmosférica, observación

## **INTRODUCCIÓN**

La astronomía es básicamente una ciencia observacional ya que su campo de estudio es el cosmos y no puede interactuar con los cuerpos celestes ni con los fenómenos que ocurren en el espacio. La observación es la herramienta principal con la que cuentan los astrónomos y astrofísicos para el entendimiento del universo.

El proceso de medición de la astronomía se resume básicamente en tres fases. La primera es coleccionar la mayor cantidad de fotones (luz) proveniente de los objetos astronómicos luminosos. La segunda fase es el análisis de la información obtenida mediante técnicas de fotometría y espectroscopia. La tercera fase corresponde a conclusiones y publicación de los resultados obtenidos. Para poder realizar con éxito este procedimiento se requiere de datos astronómicos con una calidad óptima.

El proceso anterior se ve obstaculizado en su fase primera debido a que la radiación emitida por el objeto en estudio atraviesa la atmósfera terrestre.

Esto hace que la dirección y brillo de la luz se vea afectado a cada instante antes de alcanzar el detector, por lo que cada observación es única en tiempo y en espacio.

Para los astrónomos contar con imágenes astronómicas de alta calidad es de gran valor científico. Como ya se ha mencionado, la luz que proviene de los objetos celestes se ve distorsionada por la atmósfera de nuestro planeta, lo cual representa un problema constante. Conocer el valor de esa distorsión ayuda significativamente en el análisis de los datos astronómicos. La calidad del cielo (seeing) durante la observación astronómica se ve afectada por la turbulencia atmosférica. Esta quiebra los frentes de onda de la radiación proveniente del objeto observado (*ver figura 1*) formando así pequeñas imágenes del objeto 'speckles' sobre nuestro detector.

La deformación que presenta el frente de onda se produce principalmente en las capas bajas de la atmósfera llamadas capas de inversión (Pereyra, Baella, 2003). Estas zonas de la atmósfera presentan un gradiente de temperatura responsable de la turbulencia y afectan el índice de refracción (Cambio de dirección) de la radiación. La falta de uniformidad óptica también puede surgir en las capas superiores de la atmósfera en la presencia de gradientes de temperatura, a menudo, con fuertes vientos. (Shevchenko, 1971)

La atmósfera presenta otros inconvenientes al momento de realizar observaciones astronómicas. La velocidad del viento, temperatura, humedad, nubosidad, determinan las condiciones del clima astronómico

(Ilyasov, et al 1999) que están presentes al momento de enfocar los telescopios. El número de visibilidad de horas por noche es un parámetro importante para definir la calidad de un observatorio estelar (Ylyasov., 2000). Conocer la transparencia del cielo nocturno del OACS es de suma importancia para este, lo cual le permitirá mejorar las investigaciones observacionales que se llevan acabo en el mismo.

## INSTRUMENTAL

La instrumental utilizada en la obtención de los datos corresponde a un telescopio LX200 tipo Schmidt-Cassegrain (*ver figura 2*)/ Catadióptrico de 16" y una razón focal de F/10 que además cuenta con un poder de resolución de 0.28 arcsec.

La cámara que se acopla al telescopio es un modelo SBIG ST-5, el tamaño de pixel es de 10  $\mu\text{m}$  y el área total del CCD es de 320 x 240 pixeles equivalente a 7.28  $\text{mm}^2$ .

Para conocer cuanta parte del cielo es cubierta por cada pixel, es necesario someter a estudio nuestro CCD. La escala se define como el tamaño en el cielo de cada uno de los pixeles que componen nuestro detector y esta dada por:

$$Escala(" / \text{mm}) = \frac{206265}{\text{Distancia focal}(\text{mm})}$$

El campo de visión (FOV) es el área total del cielo que la cámara puede captar y se determina por:

$$FOV(" / \text{mm}) = \frac{Escala(" / \text{mm}) * \text{Diámetro}(\text{mm})}{60}$$

Por tanto la cantidad de cielo que es cubierta por cada pixel se mide en segundos de arco (arcseg) por pixel y se calcula de la siguiente forma:

$$\frac{\text{arcseg}}{\text{pix}} = \frac{\text{FOV}(\text{arcmin}) * 60}{\text{No. pixeles}}$$

A fin de determinar el campo de visión (FOV) de la CCD ya sea sin o con el reductor focal acoplado al telescopio, se realizaron los cálculos, y se encontró un valor de 0,5075 arcseg/pix menor y de 0,8056 arcseg/pix mayor respectivamente. En la tabla 1 se pueden apreciar las características calculadas para la cámara CCD.

## **METODOLOGÍA**

La obtención de las imágenes se hizo durante la campaña de observación realizada en el OACS en enero de 2010.

Durante el desarrollo del trabajo se encontraron algunas dificultades. La cúpula presenta problemas estructurales para ser operada. La rueda de filtros también presentó daños técnicos en su uso automatizado. El sistema fotométrico muestra daños debido a la humedad por lo que se decidió usar el filtro naranja porque muestran menor deterioro.

Los software usados en el presente trabajo son; CCDOPS para operar la cámara y IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) para el tratamiento de las imágenes, que emplea el formato fit (Flexible Image Transport).

En el cálculo del seeing se utilizaron las imágenes de la estrella SZ Lyn  $\alpha = 08^{\text{h}} 10^{\text{m}} 25.47^{\text{s}}$  y  $\delta = +44^{\circ} 26' 14.7''$  por lo que previamente se realizaron las efemérides de la noche de observación.

Se usó el software *stellarium* para determinar si el objeto celeste se encontraba sobre el horizonte en el momento en el que se realizó la observación (ver figura 3). El Observatorio Roque de los Muchachos dispone de herramientas como *staralt* que realizan la determinación de la distancia de la Luna al objeto (ver figura 4).

Las imágenes fueron procesadas a través IRAF siguiendo el procedimiento estándar para el tratamiento de imágenes astronómicas. Los píxeles del CCD se saturan de forma distinta en una imagen estelar. Los píxeles centrales están mucho más saturados de los que se encuentran en los bordes de la imagen. La gráfica gaussiana, que es el resultado del perfil de la imagen obtenida a partir de la intensidad de la estrella registrada en el detector, permite medir el FWHM (Full width at Half Maximun) (ver figura 5) anchura a mitad de altura. Esto cuantifica el seeing.

## RESULTADOS

Se obtuvieron un total de 10 imágenes. El valor máximo registrado para la noche de observación fue 4.805pix y el mínimo corresponde a 4.065 píxeles. Las variaciones que se registraron durante la noche de observación en los valores del FWHM fueron del orden de 0.061 a 0.805 pix. Lo anterior indica que las capas laminares de la atmósfera presentaron estabilidad durante la captura de las imágenes.

Para poder estimar las condiciones de la turbulencia atmosférica, la calidad del cielo, se utilizan distintas escalas. Una de las más utilizadas es la escala de Pickering que se basa en el tamaño del disco de seeing. Esta escala hace una relación teórica entre el valor del FWHM y la transparencia de la atmósfera.

La escala de Pickering (ver imagen 6) toma valores entre 1 y 10 aumenta conforme disminuye el disco de seeing. El valor 1 corresponde a un cielo con malas condiciones de observación, mientras que el valor 10 equivale a una imagen perfectamente estable, lo que significa condiciones óptimas.

Los datos encontrados en la tabla 3 revelan un valor promedio del FWHM cercano a 4, el valor indica que el cielo presentó condiciones de observación de medianas a buenas. En la tabla 4 se presenta el valor encontrado del FWHM para cada imagen procesada.

## **CONCLUSIONES**

El valor promedio del FWHM 4.3337pix. revela que el cielo nocturno del OACS ofrece condiciones de observación que van de moderadas a buenas.

La estadística registrada en el presente trabajo contribuirá a realizar una caracterización más completa de la transparencia atmosférica al observatorio.

La investigación realizada permite que las planificaciones de observación y el telescopio junto a la cámara CCD sean optimizadas en futuros trabajos astronómicos.

## **RECOMENDACIONES**

A fin de mejorar las estimaciones del seeing en el OACS se sugiere lo siguiente.

- 1.-Se deben realizar las reparaciones de la cúpula del telescopio con el propósito de mejorar su operatividad.

- 2.- Es de suma importancia que se haga la adquisición de nuevos filtros con su rueda respectiva para poder determinar estimaciones del seeing en diferentes longitudes de onda.
- 3.- Una cámara con un CCD de mayor tamaño contribuirá a tener un mejor seguimiento del objeto bajo estudio.
- 4.- Realizar mediciones del seeing en fechas diferentes a lo largo de un año permitirá tener una caracterización más acertada sobre la calidad del cielo nocturno del OACS.

## BIBLIOGRAFIA

Antonio Pereyra , Nobar Baella, *Medidas de SEEING en el observatorio de Huancayo, 2003*

Egamberdiev<sup>1</sup>. *Measurement of Night Seeing at Mount Maidanak with the ESO Differential Image Motion Monitor*, 1999 Astronomy Letters, Vol. 25, pp.122-125

Observatorio del Roque de los Muchachos, <http://catserver.ing.iac.es/staralt/index.php>

S.P Il' yasov, A.K. Baizhumanov, M. Sarazin, Kh. B. Sultanov, and Sh. A. SovietAstronomy,1971. Vol. 17, p.402-409

V.S. Shevchenko, *Observations of seeing conditions on Mt. Maidanak.*



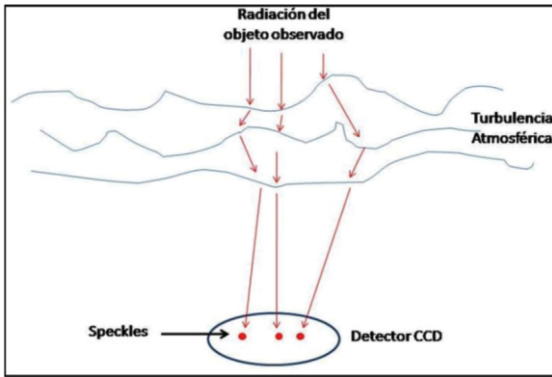


Figura 1. La atmósfera turbulenta hace que la luz de los cuerpos celestes cambie de dirección.

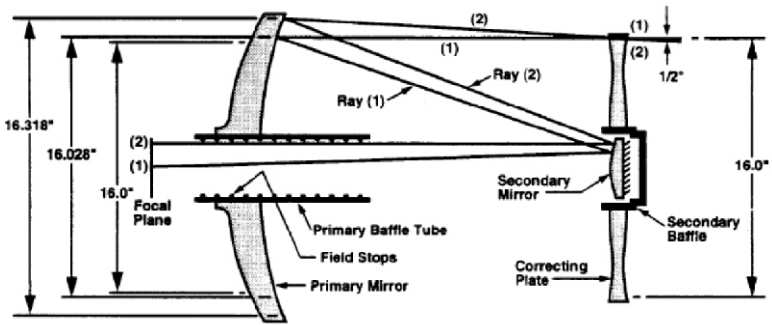


Figura 2. Diseño del sistema óptico del Telescopio LX200 del OACS.



Figura 3. Altura de VZ LYN del 21 de enero de 2011 a las 22:10

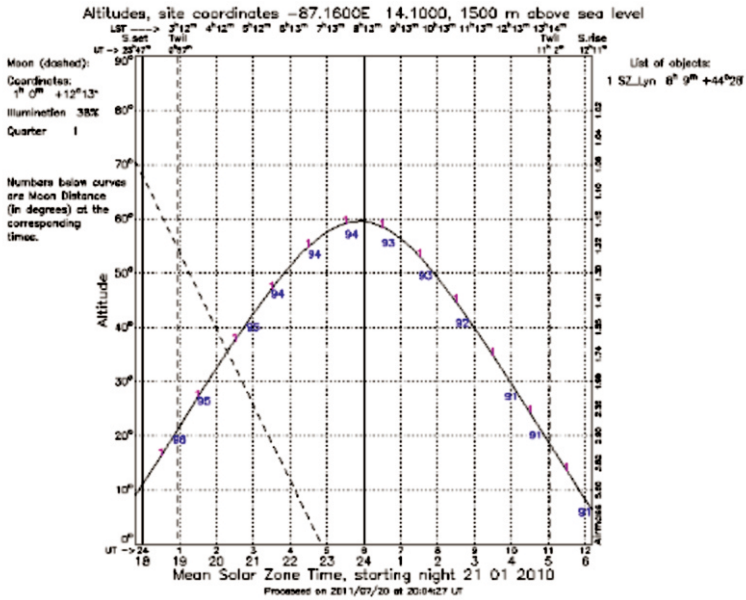


Figura 4. Distancia de la Luna a SZ\_Lyn durante la noche de observación

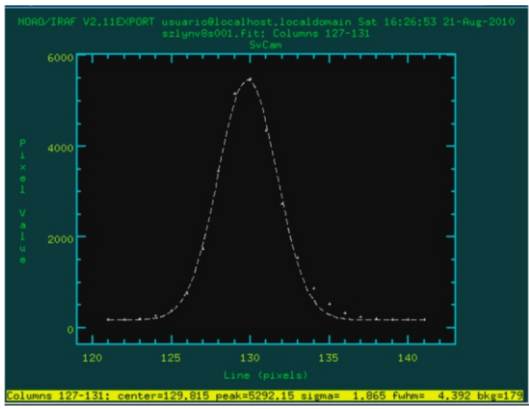


Figura 5. FWHM ancho de la gaussiana a mitad de altura 4,392 pix.,

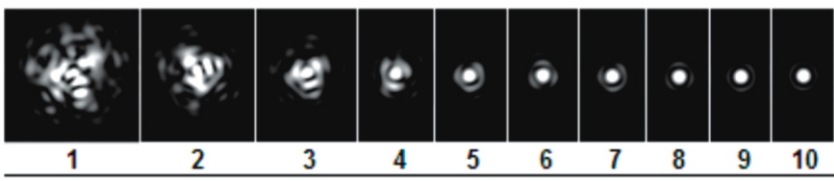


Figura 6. Escala de Pickering.

**Tabla 1. Características de la cámara CCD con y sin reductor focal.**

CCD ST5	DIAM (MM)	DIST FOCAL (MM)	RAZON FOCAL	ESCALA ("/MM)	Píxeles		DIM (mm)		AREA CCD	FOV (arcmin)		arcSeg/pix
Sin reductor focal	406,4	4.064,00	10	50,75	320	240	3,2	2,4	7,68	2,71	2,03	0,5075
Con reductor focal	406,4	2.560,32	6,3	80,56	320	240	3,2	2,4	7,68	4,30	3,22	0,8056

**Tabla 2. . Muestra las características técnicas de la CCD.**

DATOS TÉCNICOS DE LA CÁMARA CCD	
Dimensiones del Chip	3.20 x 2.40 mm
Dimensión de la Diagonal del chip	4.00 mm
Números de Píxeles	320 x 240
Tamaño de los Píxeles	10 x 10 $\mu$
Señal Ruido	20 e- rms
Distancia al tubo del Ocular	0.050 pulg
Valor de la Saturación	16384

**Tabla 3. Relación teórica entre en FWHM y las condiciones de observación.**

Escala de Pickering equivalencia teórica entre el seeing medido a través del FWHM y las condiciones de observación	
FWHM	Descripción
1,2,3	Malas a Medianas
4,5	Medianas a Buenas
6,7	Buenas a Excelentes
8,9,10	De Excelentes a Óptimas

**Tabla 4. Valores del FWHM encontrado por imagen procesada.**

FWHM (pix)	Valor del pixel/ADUs
4.392	5292.15
4.160	5682.68
4.248	5562.78
4.452	4611.59
4.065	5286.99
4.805	4341.04
4.529	5043.31
4.061	5755.63
4.150	5324.85
4.475	4997.84