

Calibración espectrofotométrica del GTC

Autor: María Alejandra Di Césare
(adicesare@yahoo.com)

Tesis doctoral dirigida por: José Miguel Rodríguez Espinosa y Peter L. Hammersley

Centro: Universidad de La Laguna

Fecha de lectura: 3 de julio de 2009

La calibración fotométrica es actualmente uno de los mayores retos técnicos de la astronomía, ya que necesita de muy alta precisión en un muy amplio rango dinámico. La construcción de telescopios espaciales o de telescopios terrestres de gran diámetro ha hecho necesario concebir nuevas técnicas para calibrar de manera óptima. La comunidad científica del Gran Telescopio de Canarias, GTC (telescopio de la clase de 10 metros, situado en el observatorio de La Palma) ha sido consciente de esta necesidad y por ello ha llevado a cabo este programa que garantizará una calibración adecuada de sus instrumentos, una vez que el telescopio entre en operación. Durante el desarrollo de este programa de calibración se ha podido identificar una serie de limitaciones en los catálogos de estrellas estándares que se usan en la actualidad, así como en los métodos empleados para generarlos:

- La mayoría de las fuentes de calibración que existen hoy en día son demasiado brillantes para ser utilizadas con GTC. Por ejemplo, una fuente de magnitud 13 saturaría los instrumentos en aproximadamente 1 segundo si se utiliza cualquiera de los filtros de banda ancha, tanto en el visible como en el infrarrojo cercano.
- El instrumento OSIRIS (Optical System for Imaging and low-Intermediate-Resolution) posee filtros sintonizables (Blais-Outlette et al. 2004, Bland-Hawthorn 2003) que permiten observar en cualquier longitud de onda en el rango que va desde las 0.3 μm hasta 1 μm . El método de calibración fotométrica comúnmente utilizado consiste en recopilar una serie de medidas de estrellas estándares con el mismo conjunto de filtros que serán empleados en el programa de observación de los objetos de interés. Sin embargo, en la práctica, implementar dicho método en GTC se vuelve imposible. Además, para un telescopio de esta categoría será importante que el plan de calibración fotométrica se lleve a cabo de manera tal que la precisión de los resultados sea comparable a la de los telescopios espaciales.
- Las fuentes de calibración deben estar distribuidas por todo el cielo. De este modo los telescopios de gran diámetro, que por lo general emplean demasiado tiempo en realizar el apuntado, minimizan este tiempo no útil al tener a su disposición un número suficientemente grande de fuentes en su cielo visible.

Estos problemas resultan similares a los que se habían planteado en el desarrollo de la calibración fotométrica del satélite infrarrojo ISO (Hammersley et al. 1998). Es por eso que en este trabajo se han implementado algunas técnicas similares a las desarrolladas en la calibración de este telescopio espacial y se ha propuesto extenderlas al rango visible del espectro:

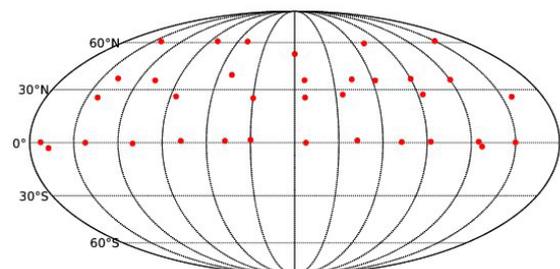
- El punto principal es lograr la precisión fotométrica requerida y por ello es necesario definir de modo preciso el punto cero de nuestro sistema fotométrico. En este caso, hemos utilizado Vega (HR 7001) como estrella estándar primaria y suponemos que tiene magnitud fotométrica igual a cero en todos los filtros. El espectro absoluto de Vega que se ha utilizado en este trabajo (Cohen et al. 1992), se basa a su vez en un modelo de Kurucz que ha sido utilizado también como calibrador primario en muchas misiones espaciales (ISO, MSX, IRAC/Spitzer, etc). La gran ventaja de que todos estos instrumentos utilicen la misma estrella primaria (y el mismo modelo de Vega) es que los flujos de los objetos observados se pueden comparar directamente sin importar el instrumento con el que se midieron. Se asume el espectro absoluto de Vega como una definición que no introduce ningún error.

- Se ha utilizado información de cada instrumento de GTC para determinar el rango de magnitudes óptimo para calibrarlos. Por ejemplo, los perfiles de transmisión de los filtros en la región lineal de los detectores.

- Con el propósito de alcanzar un gran número de datos, se ha seleccionado una amplia lista de campos candidatos a estándares, aproximadamente 180. Dichos campos se han observado en diferentes períodos con el fin de identificar estrellas variables (para descartarlas) y obtener magnitudes fotométricas con alta precisión. Las observaciones se han llevado a cabo en los observatorios del Teide y del Roque de los Muchachos a lo largo de 230 noches. Se ha recopilado la información fotométrica en el visible con los filtros BVRI y en el infrarrojo cercano con los filtros JHK (juego de filtros Mauna Kea), utilizando las cámaras CCD del IAC80 y la cámara NICMOS del TCS. También se han realizado observaciones en modo espectroscopía de algunas de las estrellas seleccionadas usando los brazos rojo y azul de ISIS en el telescopio WHT.

- Combinando las técnicas de fotometría y espectroscopía se ha determinado la distribución espectral de energía (SED) de los objetos. La combinación de estas SEDs con la transmisión conocida de los instrumentos ha hecho posible desarrollar un método sintético que permite poder calibrar cualquier filtro (en el rango visible-IR cercano), incluidos los filtros sintonizables.

- Se produjo un catálogo de campos estándares apropiado para la calibración espectrofotométrica de un telescopio de la clase 10m. Consta de 35 campos estelares donde cada campo contiene estrellas no binarias y no variables, con tipos espectrales entre A0 y M2. La distribución de los campos de calibración es la siguiente: 12 de ellos cerca del ecuador, otros 12 con declinación entre 25° y 35°, 10 más a declinación 60° y finalmente 1 campo a declinación cerca de 90°.



Distribución de los campos de calibración espectrofotométrica del GTC. Campos seleccionados después del seguimiento fotométrico durante 230 noches de observación en las instalaciones de los observatorios del Teide. Los espectros de las estrellas seleccionadas fueron observados con el telescopio WHT del ORM.