

## Usando Apall para la extracción de espectros 1-D

La idea básica detrás de la extracción de espectros 1-D está en hacer una buena identificación de la línea y una buena extracción del background.

Básicamente la idea central es extraer el espectro de la estrella a lo largo de la dirección de la dispersión (longitud de onda). Esto implica determinar el ancho de la región que define el trazo de la estrella a lo largo de este eje. Estableciendo una analogía con la fotometría de apertura, se requiere entonces construir una apertura rectangular al rededor del espectro de la fuente, de tal manera que el flujo que se encierre en la apertura provenga principalmente de la fuente. Así además, se hace necesario construir unas aperturas fotométricas para el “sky” que permitan identificar el flujo de background, y en este caso, además, identificar la líneas telúricas que se hacen evidentes en el espectro. Con esto se puede extraer el espectro. Luego viene la calibración en longitud de onda.

### Construcción de la Apertura espectroscópica (apertura de extracción):

*line* : este parámetro permite ingresar la columna del CCD en la que se ubica el espectro. Lo mas normal es dejarlo en INDEF para que el programa asuma que la línea está en el centro del frame.

*nsum* : el método de extracción hará lo siguiente: ubicará la columna del CCD sobre la que se encuentra la línea (la columna que contiene el máximo, obviamente la línea ocupa mas de un pixel de ancho!) y al rededor de esta columna usará nsum columnas a la derecha y nsum columnas a la izquierda para calcular el valor medio del flujo en cada longitud de onda. Un valor conveniente para el parámetro nsum puede ser igual al FWHM de la estrella medido en pixeles.

*width* : Ancho en pixeles del perfil de la línea, medido sobre la base de la línea. Este numero es claramente mayor que el FWHM y se usa para ubicar la línea (es similar al centerbox en fotometría de apertura).

*lower* : extremo izquierdo de la apertura espectroscópica en pixeles relativa a la posición de la línea

*upper* : extremo derecho de la apertura fotométrica en pixeles relativa a la posición de la línea  
Note que lower y upper deberían estar relacionados de forma tal que  $width = upper - lower$ .

*resize* : poner esta en “yes” si lo que se quiere es modificar los valores asociados al tamaño de la apertura cuando la intensidad del flujo ha caído a un valor dado.

*ylevel* : si  $resize = yes$ , entonces hay que especificar el valor del threshold que determinará el corte en flujo que fijará el tamaño de la apertura.

### Construcción de las aperturas para la determinación del background

*b\_sample* : Este parámetro determina las coordenadas de las dos regiones, a la derecha y a la izquierda del trazo de la estrella que se usarán para la determinación del background. Debe haber cuatro números que especifican cada par el extremo derecho e izquierdo de cada región del background así *Lleft:Lright*, *Rleft:Rright*, donde *Lleft* y *Lright* son las coordenadas del extremo izquierdo y derecho de la región a la

izquierda del background, expresado en pixeles relativos a la posición de la línea. *Rleft* y *Rright* son las coordenadas del extremo izquierdo y derecho de la región a la derecha del background, expresado en pixeles relativos a la posición de la línea.

Es decir, en coordenadas de número absoluto de columna, la región del background a la izquierda de la línea se extiende desde las columnas *Lleft-nline* hasta la columna *Rleft-nline*, donde *nline* es la posición de la línea. Igualmente para *Rleft* y *Rright*.

*b\_naver* : El numero de puntos en el background a ser usados para determinar en el ajuste del background. Un valor grande es recomendado (100). Además, indicando el valor con signo negativo se usa la mediana en lugar de la media, que puede ser mucho mas significativo.

*b\_funct* : El background se estimará a través de un ajuste que permitirá modelar el valor del background sobre la apertura del “sky” para luego ser sustraído del espectro. La función a usar para hacer el ajuste puede ser un polinomio de Chevishev o un interpolador cúbico. Acá se debe especificar cual función de usará para modelar el background. También en lugar de modelar el background, se puede estimar simplemente el valor promedio de las medias calculadas en los *b\_naver* vecinos a cada pixel en el background.

*b\_order* : el orden de la función a ajustar. Entre mas grande el orden de la función, mejor el ajuste, pero menos control se tiene (más parámetros)

### **Identificación del trazo de la estrella.**

*t\_nsum* : El pico de la estrella se ubica acumulando el trazo de la fuente producido en un conjunto de lineas de la imagen. *t\_nsum* es el numero de lineas que se sumará para identificar la posición del trazo en esa región del CCD.

*t\_step* : No necesariamente se tienen que usar todas las filas para identificar la posición del máximo. Haciendo esto cada cierto numero de filas del CCD sería suficiente para identificar la posición del trazo. *t\_step* es el parámetro que controla este comportamiento.

*t\_func* : La función con la que se ajustará la posición del máximo (la posición del trazo)

*t\_order* : orden de la función de ajuste.

*t\_niter* : numero de iteraciones después de las cuales se considera que el proceso falló para identificar la posición de la línea. Para espectros con una S/N alta 1 es un buen valor. Si este valor es mayor que 1 entonces el procedimiento hará que el ajuste remueva iterativamente los outliers con mas de 3sigma de distancia y repetirá el ajuste.

### **Operación de suma de flujo y extracción del background**

*background* : Es posible hacer la extracción del espectro sin hacer la substracción del background (!), en este parámetro se activa el modo de extracción del background poniendo la variable en “yes”. Por razones que se espera sean claras, se recomienda siempre hacer la substracción del background a no ser que se sepa muy bien que es lo que se está haciendo!

*weights* : La extracción del espectro se puede hacer de dos formas diferentes. Una es simplemente sumando al flujo de todas las columnas en el interior de la apertura, en cuyo caso la intensidad a cada intervalo de longitud de onda del espectro corresponderá simplemente a la suma de los flujos acumulados en cada pixel en las columnas de la apertura. La otra forma de hacerlo es usando una suma pesada, en la que cada pixel en el interior de la apertura es pesado por una función de peso que es inversamente proporcional a su incertidumbre estadística (error). Este método es un método óptimo para hacer la suma del flujo en el interior de la apertura, y por tanto, se recomienda siempre. Este además permite eliminar señales contaminantes como rayos cósmicos o pixeles muertos o calientes, aunque también debe usarse con precaución pues si hay líneas de emisión (o absorción) muy fuertes y pobremente resueltas, se pueden terminar eliminando con el procedimiento.

Si se pone esta variable en “variance” se usa la suma óptima, en otro caso, dejando el parámetro en blanco hará simplemente la suma de las columnas.

*clean* : Con esta opción se remueven de la suma los pixeles outlayers en la apertura. Si se activa esta opción (“yes”) el task usará el procedimiento óptimo para hacer la extracción del espectro. Si se deja la opción en blanco no se hará remoción de outlayers. Si se hace *weights*=“variance” y *clean*=“yes” se usará el procedimiento óptimo para la suma de la intensidad del espectro. Si se hace *weights*=“variance” y *clean*=“no” se usará el procedimiento óptimo para la suma de la intensidad del espectro pero no se hará remoción alguna de outlayers.

*saturation* : Valor en cuentas para la de saturación de la CCD (necesaria en el caso de la extracción por el procedimiento óptimo)

*readnoise* : Ruido de lectura en electrones (necesaria en el caso de la extracción por el procedimiento óptimo)

*gain* : ganancia de la cámara (e/ADU) (necesaria en el caso de la extracción por el procedimiento óptimo)

*lsigma* : Valor mínimo para la remoción de outlayers (necesaria en el caso de la extracción y remoción de outlayers clean)

*usigma* : Valor máximo para la remoción de outlayers (necesaria en el caso de la extracción y remoción de outlayers clean)

El formato de salida se recomienda en multispec utilizando extras. Estas opciones entregan información valiosa sobre la extracción, el background y los residuales.

*Format* : multispec

*extras* : yes

line=INDEF

nsum=10

width=10

lower=-5

upper=5

resize=no

```
b_sample=-20:-8,8:20
b_naver=-100
b_funct=chebyshev
b_order=1

t_nsum=10
t_step=10
t_funct=legendre
t_order=2
t_niter=1

background=fit
weights=variance
clean=yes
saturation=(que dice la configuración?)
readnode=(que dice en header?)
readnoise=gain=1
lsigma=4
usigma=4
format=multispec
extras=yes
```

## Ejecutando apall

Al inicio de la ejecución se solicita conformación de las opciones de procedimiento, una vez terminado este cuestionario se dará inicio a la ejecución de las partes del task. Si se hizo “edit aperture=yes” entonces el procedimiento iniciará por el editor de aperturas

Sería conveniente antes de empezar, abrir la imagen (imágenes) de los espectros a extraer. Durante la ejecución no lo podrá hacer!

### 1) Editor de aperturas

En esta parte del proceso, en modo interactivo, se hace la edición de las aperturas espectroscópicas y de background. La apertura del background se puede modificar según se necesite una vez se puede evidenciar el comportamiento del fit al background.

Una vez inicia la ejecución se abre una gráfica de un corte transversal del espectro.

En este modo interactivo, ya con la gráfica abierta, se pueden editar los parámetros del task como

:nombre\_parametro valor

Para borrar las aperturas se puede simplemente presionar la tecla **d**

También se puede usar el mouse para seleccionar las aperturas, por ejemplo, para definir el borde inferior y superior de la apertura se puede poner el mouse sobre la posición en la curva que consideramos es el centro de la linea, eso posiciona de nuevo la apertura, allí presionamos **n** o **m**. Luego, si cree que los limites inferior y superior de la apertura deben ser modificados, se puede poner el mouse sobre la posición en la curva que consideramos es el borde inferior del espectro y presionamos **l** (lower) o **u** (upper).

En términos generales este procedimiento es para exploración.

Cuando se tenga certeza de la apertura espectroscópica se puede proceder a hacer la determinación del background. Para eso presionamos la tecla **b** para desplazarnos de la edición de las aperturas al task de ajuste interactivo (icfit). Todos los comandos y opciones de este task están disponibles en esta parte del procedimiento.

Note que esto cambia la gráfica. Ahora las posiciones de los pixeles hacen referencia a la posición del centro de la línea.

Para borrar las aperturas predefinidas presione la tecla **z**, luego para definir nuevas aperturas use la tecla **s** sobre los extremos de los nuevos intervalos que definirán el background. Una vez hecho esto, proceda a ajustar el background presionando la tecla **f**, y termine presionando **q**, con lo que inmediatamente volverá a el editor de aperturas.

Con el teclado se pueden cambiar las opciones como

:*sample* Lleft:Lrigh, Rleft:Rright para cambiar la apertura del background  
:*order* 2 para cambiar el orden del ajuste del background  
:*naverage* -10 para cambiar el numero de puntos para la estimación del promedio  
:\xwindow xmin xmax para incrementar el tamaño del rango en x de la gráfica entre xmin y xmax  
:\redraw para mostrar la gráfica en el nuevo rango  
:\xwindow INDEF INDEF para incrementar el tamaño del rango en x de la gráfica entre el mínimo valor de x y el máximo valor de x en la imagen

o con el mouse como

wm : para ampliar el dominio de la grafica a toda su extencion (icfit)  
z: borra las apertura del background  
s : para definir una nueva apertura para el background (Sobre el plot presione s en el extremo izquierdo de la apertura, luego s sobre el extremo derecho de la apertura y listo)  
f : para repetir el ajuste cuando se han cambiado los valores de los parámetros.  
q: para regresar al editor de aperturas

## 2) Rutina de identificación de la línea

Para proceder con la extracción de la línea, presione la tecla **q** y responda a las preguntas. Una vez hecho el ajuste, se le presentará el ajuste de la rutina a la línea de búsqueda. Seguramente habrá que cambiar algunos parámetros:

si tiene preguntas, presione ?

Si hay un outlier que se quiere eliminar en el ajuste, ponga el mouse sobre ese punto y presione **d**

Si lo quiere reponer lo hace con **u**

Si quiere agregar un punto en la posición del cursor, presione **a**

Si quiere repetir el fit después de los cambios presione **f**

Si quiere cambiar el orden de la función de ajuste, **:order 3**, cambia el valor a 3

Si quiere cambiar la función de ajuste, **:func spline3**, cambia la función a splines cubicos

Para terminar presione **q**

Es  $t_{width}$  cercano al valor el FWHM?

Considera que los valores que se han usado para los parámetros son los adecuados?

### **3) Extracción del espectro**

Es directo!