

**MANUAL DE REDUCCION DEL ESPECTROGRAFO DE BANCO**

**EBASIM**

**Federico González  
Mónica Grosso**

**CASLEO  
2003**

## INDICE

1. Descripción del espectrógrafo
  - a. Información General
  - b. Resolución
  - c. Dispersores cruzados
2. Una noche de observación
  - a. Frames de calibración. Tiempos de exposición
  - b. Estabilidad y frecuencia de comparaciones. Carga N2
  - c. Tiempos de exposición – número de cuentas
3. Reducción de las observaciones
  - a. Procesamiento de las imágenes
  - b. Extracción
  - c. Calibración en longitudes de onda
4. Apéndices
  - a. Tablas de ángulos de inclinación de la red cruzada
    - i. Red 226 l/mm
  - b. Atlas de líneas de Torio-Argón
  - c. La estabilidad del espectrógrafo
  - d. Relación señal-ruido y tiempos de exposición

## 1. PROCESAMIENTO DE LAS IMÁGENES

Antes de comenzar la reducción debe cargar los paquetes de tareas que se van a usar: **imred**, **ccdred**, **echelle**. Una vez dentro del paquete echelle tipear “**dispaxis=1**” para definir que el eje de la dispersión está a lo largo de las filas.

Las imágenes tomadas con el CCD Roper usado actualmente tienen 1340x1310 píxeles. Las 10 filas superiores corresponden al overscan. El procesamiento previo a la extracción incluye trimming, corrección por overscan y corrección por BIAS. No es necesario corregir por dark. La corrección por flat es necesaria sólo si se requieren relaciones S/N muy altas (300 o 500). En tal caso se deberá tomar al menos una decena de flat fields de lámpara.

- a. Use la tarea **rfits** para convertir los archivos FITS en imágenes IRAF. Tenga en cuenta en esta tarea usar “ushort” en el parámetro DATATYPE ya que en los header de estas imágenes aparecerá BITPIX=32000. Los parámetros de la tarea **rfits** deberán estar seteados como se indica a continuación.

fits_file = @lisfit	FITS data source
file_list = ""	File/extensions list
iraf_file = @lisimh	IRAF filename
(make_image = yes)	Create an IRAF image?
(long_header = no)	Print FITS header cards?
(short_header = yes)	Print short header?
(datatype = "ushort")	IRAF data type
(blank = 0.)	Blank value
(scale = no)	Scale the data?
(oldirafname = no)	Use old IRAF name in place of iraf_file?
(offset = 0)	Tape file offset
(mode = "ql")	

- b. Combine los BIAS promediando al menos 10 imágenes (con **imcombine** o **zerocombine**). Un criterio aceptable para eliminación de valores desviados es minmax con nlow = nhigh  $\approx$  n/3. Haga lo mismo para los flatfield de lámpara, en el caso de corregir por flat. En ambos casos los parámetros a usar son:

input = "bias*"	List of images to combine
output = "BIAS"	List of output images
(rejmask = "")	List of rejection masks (optional)
(plfile = "")	List of pixel list files (optional)
(sigma = "")	List of sigma images (optional)
(logfile = "STDOUT")	Log file\n
(combine = "average")	Type of combine operation
(reject = "minmax")	Type of rejection
(project = no)	Project highest dimension of input images?
(outtype = "real")	Output image pixel datatype
(offsets = "none")	Input image offsets

(masktype = "none")	Mask type
(maskvalue = 0.)	Mask value
(blank = 0.)	Value if there are no pixels\n
(scale = "none")	Image scaling
(zero = "none")	Image zero point offset
(weight = "none")	Image weights
(statsec = "")	Image section for computing statistics
(expname = "")	Image header exposure time keyword\n
(lthreshold = INDEF)	Lower threshold
(hthreshold = INDEF)	Upper threshold
(nlow = 3)	minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh = 3)	minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep = 1)	Minimum to keep (pos) or maximum to reject (neg)
(mclip = yes)	Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma = 3.)	Lower sigma clipping factor
(hsigma = 3.)	Upper sigma clipping factor
(rdnoise = "7.4")	ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain = "2")	ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise = "0.")	ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(sigscale = 0.1)	Tolerance for sigma clipping scaling correction
(pclip = -0.5)	pclip: Percentile clipping parameter
(grow = 0.)	Radius (pixels) for neighbor rejection
(mode = "ql")	

- c. A continuación use la tarea **ccdproc** para recortar y corregir por overscan y bias. Se aconseja usar para el trimming y el overscan las regiones TRIMSEC = [25:1340,1:1299] y BIASSEC = [25:1340,1301:1310]. Procese las imágenes con la tarea **ccdproc** con los siguientes parámetros:

images =	List of CCD images to correct
(output = " ")	List of output CCD images
(ccdtype = " ")	CCD image type to correct
(max_cache = 0)	Maximum image caching memory (in Mbytes)
(noproc = no)	List processing steps only?\n
(fixpix = no)	Fix bad CCD lines and columns?
(overscan = yes)	Apply overscan strip correction?
(trim = yes)	Trim the image?
(zerocor = yes)	Apply zero level correction?
(darkcor = no)	Apply dark count correction?
(flatcor = no)	Apply flat field correction?
(illumcor = no)	Apply illumination correction?
(fringeor = no)	Apply fringe correction?
(readcor = no)	Convert zero level image to readout correction?
(scancor = no)	Convert flat field image to scan correction?\n
(readaxis = "column")	Read out axis (column line)
(fixfile = "")	File describing the bad lines and columns
(biassec = "[25:1340,1301:1310]")	Overscan strip image section
(trimsec = "[25:1340,1:1299]")	Trim data section
(zero = "BIAS")	Zero level calibration image
(dark = "")	Dark count calibration image
(flat = "")	Flat field images
(illum = "")	Illumination correction images
(fringe = "")	Fringe correction images
(minreplace = 1.)	Minimum flat field value
(scantype = "shortscan")	Scan type (shortscan longscan)
(nscan = 1)	Number of short scan lines\n
(interactive = no)	Fit overscan interactively?
(function = "chebyshev")	Fitting function
(order = 4)	Number of polynomial terms or spline pieces
(sample = "")	Sample points to fit

(naverage = 1)	Number of sample points to combine
(niterate = 3)	Number of rejection iterations
(low_reject = 3.)	Low sigma rejection factor
(high_reject = 3.)	High sigma rejection factor
(grow = 0.)	Rejection growing radius
(mode = "ql")	

En algunos detectores la corrección por bias puede omitirse si se dispone de una región de overscan bias. Este no es el caso del CCD ROPER. Realice siempre una buena corrección por bias ya que éste presenta cierta estructura de franjas que se elimina mediante la corrección por bias bidimensional.

- d. Corrección por FLATFIELD: El único flat disponible es el flat de lámpara de tungsteno-cuarzo. Si se corrige en las imágenes bidimensionales, entonces debe normalizarse previamente. Para ello se usa sólo la parte plana del perfil espacial, lo que se limita a los 8-10 píxeles centrales de cada orden. La desventaja de esta estrategia es que no se corrige la región más externa del perfil espacial la cual sí incluiremos en la extracción de los objetos. Como los corrimientos sobre el detector son inferiores al pixel, puede resultar conveniente flatear después de la extracción. Para hacer esto extraiga el FLAT promedio (combinación de n imágenes de flat) como si fuera un objeto y luego divida los espectros por el flat usando **sarith** o **imarith**.

## 2. EXTRACCIÓN

Por el hecho de estar montado en un banco y de ser alimentado por fibra óptica, la extracción de los espectros se ve simplificada, ya que la posición de los órdenes sobre el detector es muy estable y el perfil espacial es siempre el mismo independientemente de las condiciones de observación (seeing, foco del telescopio, centrado, etc) y del tipo de imagen (estrella, cielo, flatfield, etc.). Por esta razón basta hacer sólo una vez por noche el trazado de los órdenes y la definición del tamaño de las aperturas de extracción. Además es posible usar para el trazado una imagen con alta S/N, como por ejemplo un espectro de cielo o de luna, o la suma de todos los espectros de objetos.

Si se ha observado con las precauciones mencionadas en el manual de uso del EBASIM, entonces los desplazamientos del espectro sobre el CCD en toda la noche serán del orden de medio pixel o menores. Controle esto usando la tarea **implot** para graficar un corte de las imágenes en el sentido espacial. Dentro de **implot**, para graficar una columna central escriba “:c 600”. Use la tecla “o” para superponer gráficos y “:i nombre.imh” seguido de “:c 600” para graficar otra imagen. En general encontrará que no ha habido desplazamientos importantes (no más de 1 pixel) tanto en sentido espacial como en el sentido de la dispersión. En ese caso puede continuar como se indica en los siguientes pasos. Si hubiera un desplazamiento grande (este será el caso por ejemplo si ha entrado a la sala del espectrógrafo a recargar nitrógeno durante la noche), entonces podrá ser necesario definir distintas aperturas de extracción.

a. Definición de aperturas.

Usaremos en este paso la tarea **apall** para definir las aperturas en una imagen de alta S/N. Una estrategia posible es hacer un promedio de todos los objetos observados haciendo “**imcom** obj\* trace.imh rejec-“. La imagen generada (“trace.imh”) cumple los requisitos necesarios para hacer un buen trazado. Ejecute entonces la tarea **apall** con los siguientes parámetros:

```

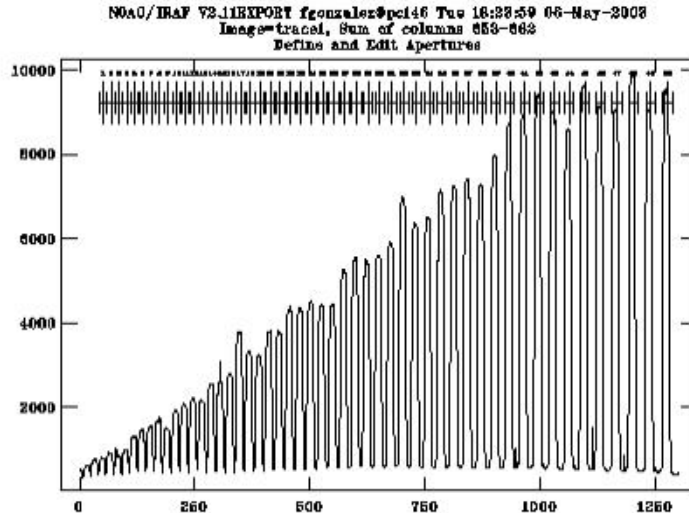
input = "trace.imh"      List of input images
nfind = 50               Number of apertures to be found automatically
(output = " ")          List of output spectra
(apertures = " ")       Apertures
(format = "echelle")    Extracted spectra format
(references = "")        List of aperture reference images
(profiles = "")          List of aperture profile images\n
(interactive = yes)     Run task interactively?
(find = yes)            Find apertures?
(recenter = yes)        Recenter apertures?
(resize = no)           Resize apertures?
(edit = yes)            Edit apertures?
(trace = yes)           Trace apertures?
(fittrace = yes)        Fit the traced points interactively?
(extract = no)          Extract spectra?
(extras = no)           Extract sky, sigma, etc.?
(review = no)           Review extractions?\n
(line = INDEF)          Dispersion line
(nsum = 10)             Number of dispersion lines to sum or median\n\n
(lower = -5.)           Lower aperture limit relative to center
(upper = 5.)           Upper aperture limit relative to center
(apidtable = "")        Aperture ID table (optional)\n\n# DEFAULT BACKG
(b_function = "chebyshev") Background function
(b_order = 1)           Background function order
(b_sample = "-10:-6,6:10") Background sample regions
(b_naverage = -1)       Background average or median
(b_niterate = 5)        Background rejection iterations
(b_low_reject = 3.)     Background lower rejection sigma
(b_high_rejec = 3.)     Background upper rejection sigma
(b_grow = 0.)           Background rejection growing radius\n\n# APERTU
(width = 14.)           Profile centering width
(radius = 17.)          Profile centering radius
(threshold = 0.)        Detection threshold for profile centering\n\n#
(minsep = 12.)          Minimum separation between spectra
(maxsep = 100.)         Maximum separation between spectra
(order = "increasing") Order of apertures\n\n# RECENTERING PARAMETERS\n
(aprecenter = "")       Apertures for recentering calculation
(npeaks = INDEF)        Select brightest peaks
(shift = no)            Use average shift instead of recentering?\n\n#
(llimit = INDEF)        Lower aperture limit relative to center
(ulimit = INDEF)        Upper aperture limit relative to center
(ylevel = 0.1)          Fraction of peak or intensity for automatic wid
(peak = yes)            Is ylevel a fraction of the peak?
(bkg = yes)             Subtract background in automatic width?
(r_grow = 0.)           Grow limits by this factor
(avglimits = no)        Average limits over all apertures?\n\n# TRACING
(t_nsum = 10)           Number of dispersion lines to sum
(t_step = 3)            Tracing step
(t_nlost = 3)           Number of consecutive times profile is lost bef
(t_function = "legendre") Trace fitting function
(t_order = 4)           Trace fitting function order
(t_sample = "")         Trace sample regions
(t_naverage = 1)        Trace average or median

```

(t_niterate = 3)	Trace rejection iterations
(t_low_reject = 3.)	Trace lower rejection sigma
(t_high_rejec = 3.)	Trace upper rejection sigma
(t_grow = 0.)	Trace rejection growing radius\n\n# EXTRACTION
(background = "none")	Background to subtract
(skybox = 1)	Box car smoothing length for sky
(weights = "none")	Extraction weights (none variance)
(pfit = "fit1d")	Profile fitting type (fit1d fit2d)
(clean = yes)	Detect and replace bad pixels?
(saturation = INDEF)	Saturation level
(readnoise = "7.4")	Read out noise sigma (photons)
(gain = "2")	Photon gain (photons/data number)
(lsigma = 4.)	Lower rejection threshold
(usigma = 4.)	Upper rejection threshold
(nsubaps = 1)	Number of subapertures per aperture
(mode = "ql")	

El parámetro “nfind” es el número de aperturas que buscará automáticamente y depende de la red cruzada usada y del ángulo (en el azul se registra mayor número de órdenes que en el rojo). De todas maneras luego se modificará el número de aperturas interactivamente.

La primera parte de la tarea (edición de aperturas) le presenta un corte de la imagen con las aperturas encontradas automáticamente (Figura 1). Puede crear nuevas aperturas con la tecla “n” o borrarlas con “d”. Si ha hecho modificaciones será necesario reenumerar secuencialmente las aperturas. Seleccione la primera apertura con “.” y use la tecla “o”.

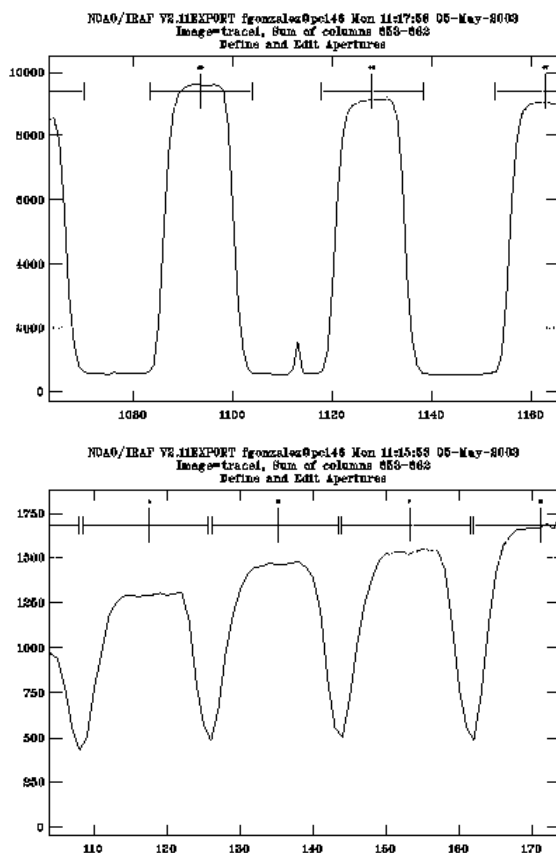


**Figura1.** Edición de las aperturas con la tarea apall. Corte de la imagen con las 50 aperturas definidas.

Ajuste el tamaño de las aperturas usando las teclas “l” y “u”. Es conveniente hacerlo primero sobre un orden del centro activando previamente la tecla “a” para que se aplique a todas las aperturas. Luego desactivar “a” y modificarlas una por una. Para ver bien el perfil de un orden es conveniente ampliar el gráfico

adecuadamente. Para ello puede usar “w e” restituyendo la escala original con “w a”, o bien usar las teclas “Z”, “X”, “Y” y “A” volviendo con “r” o “P”.

A los fines de aprovechar al máximo la luz colectada, aconsejamos poner los bordes de la apertura de extracción como en la Figura 2 incluyendo todo el perfil espacial de la fibra. Los extremos quedarán aproximadamente a 9 pixeles del centro de la apertura.



**Figura 2.** Detalle del dimensionamiento de las aperturas. A la izquierda se muestra una sección de la zona roja del espectro y a la derecha de la región azul.

Debe tenerse en cuenta que la posible luz de fondo del cielo presente en el espectro ha entrado al espectrógrafo junto con la estrella por dentro de la fibra, por lo que no es posible restar este fondo durante la extracción.

Hacia la región más azul del espectro (con red 226 para  $\lambda < 3600$ ) los órdenes comienzan a estar solapados. En ocasiones esta superposición hace se vea como si hubiera un aumento de luz de fondo hacia el azul (lo que no es real!). En estos ordenes las aperturas se definirán casi yuxtapuestas con sus bordes en la parte más baja del perfil (Figura 2). Debe tenerse en cuenta que es inevitable la contaminación de luz entre ordenes vecinos, la cual puede ser del orden del 2 al 6 %, y en esos porcentajes afectarán, por ejemplo, la medición de la intensidad de las líneas espectrales.



Una vez definidas las aperturas con “q” se pasa a la siguiente tarea.

b. Centrado y Trazado de órdenes.

Para que el algoritmo de centrado de las aperturas (llamado center1d) trabaje bien con un perfil espacial ancho y con un máximo plano como el de la fibra, se debe poner el parámetro “width” suficientemente grande. En general con 15 pixeles trabaja bien.

El trazado de los órdenes se puede realizar con polinomios de orden bajo ( $t\_fun=legendre$ ,  $t\_order=3$  a 5). La mejor manera de ver la bondad del ajuste es graficar los residuos respecto de un ajuste lineal. Para eso oprima la tecla “l” (la tecla “h” vuelve a graficar los datos originales, mientras que “j” muestra los residuos). Una vez conforme con el ajuste con “q” se pasa al siguiente hasta terminar. Si en el primer o último orden parte de mismo queda fuera del CCD use la tecla “s” para seleccionar la región válida para el trazado del orden. Los residuos del ajuste serán normalmente entre 0.05 y 0.12 pixeles.

La tarea termina escribiendo las aperturas en el directorio database.

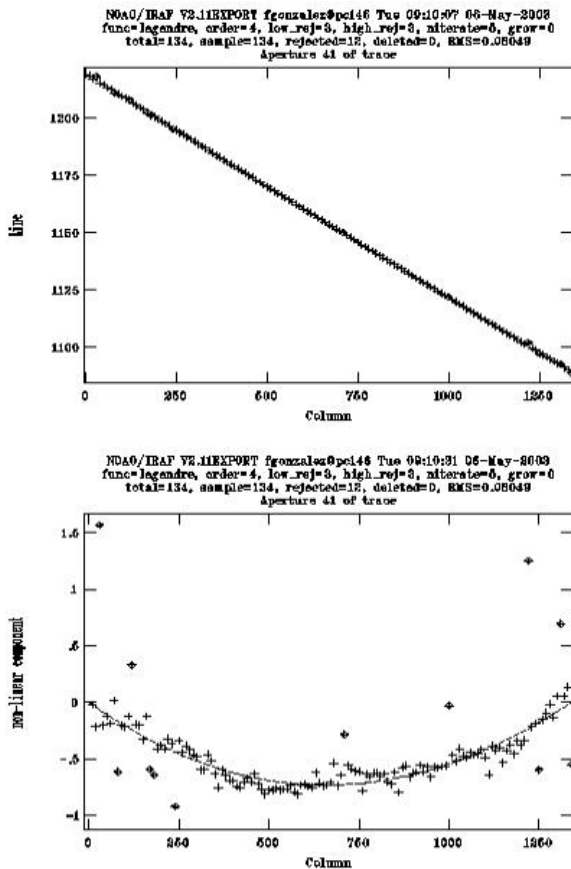


Figura 3. Trazado de los órdenes graficado con la tecla “h” (izquierda) y “l” (derecha).

c. Extracción de los objetos.

Una vez trazadas las aperturas de extracción para una imagen, la extracción de todos los espectros es prácticamente automática. Use nuevamente la tarea **apall** con los parámetros que se listan a continuación:

```

input = "@lisobj"      List of input images
nfind = 50            Number of apertures to be found automatically
(output = " ")       List of output spectra
(apertures = " ")    Apertures
(format = "echelle") Extracted spectra format
(references = "trace") List of aperture reference images
(profiles = "")       List of aperture profile images\n
(interactive = no)   Run task interactively?
(find = no)          Find apertures?
(recenter = yes)     Recenter apertures?
(resize = no)        Resize apertures?
(edit = no)          Edit apertures?
(trace = no)         Trace apertures?
(fittrace = no)     Fit the traced points interactively?
(extract = yes)     Extract spectra?
(extras = no)       Extract sky, sigma, etc.?
(review = no)       Review extractions?\n
(line = INDEF)      Dispersion line
(nsum = 10)         Number of dispersion lines to sum or median\n\n
(lower = -5.)       Lower aperture limit relative to center
(upper = 5.)        Upper aperture limit relative to center
(apidtable = "")    Aperture ID table (optional)\n\n# DEFAULT BACKG
(b_function = "chebyshev") Background function
(b_order = 1)       Background function order
(b_sample = "-10:-6,6:10") Background sample regions
(b_naverage = -3)   Background average or median
(b_niterate = 0)    Background rejection iterations
(b_low_reject = 3.) Background lower rejection sigma
(b_high_rejec = 3.) Background upper rejection sigma
(b_grow = 0.)       Background rejection growing radius\n\n# APERTU
(width = 14.)       Profile centering width
(radius = 17.)      Profile centering radius
(threshold = 0.)    Detection threshold for profile centering\n\n#
(minsep = 12.)      Minimum separation between spectra
(maxsep = 100.)     Maximum separation between spectra
(order = "increasing") Order of apertures\n\n# RECENTERING PARAMETERS\n
(aprecenter = "")   Apertures for recentering calculation
(npeaks = INDEF)    Select brightest peaks
(shift = yes)       Use average shift instead of recentering?\n\n#
(llimit = INDEF)    Lower aperture limit relative to center
(ulimit = INDEF)    Upper aperture limit relative to center
(ylevel = 0.1)      Fraction of peak or intensity for automatic wid
(peak = yes)        Is ylevel a fraction of the peak?
(bkg = yes)         Subtract background in automatic width?
(r_grow = 0.)       Grow limits by this factor
(avglimits = no)    Average limits over all apertures?\n\n# TRACING
(t_nsum = 10)       Number of dispersion lines to sum
(t_step = 3)        Tracing step
(t_nlost = 3)       Number of consecutive times profile is lost bef
(t_function = "legendre") Trace fitting function
(t_order = 4)       Trace fitting function order
(t_sample = "")     Trace sample regions
(t_naverage = 1)    Trace average or median
(t_niterate = 3)    Trace rejection iterations
(t_low_reject = 3.) Trace lower rejection sigma
(t_high_rejec = 3.) Trace upper rejection sigma
(t_grow = 0.)       Trace rejection growing radius\n\n# EXTRACTION
(background = "none") Background to subtract

```

(skybox = 1)	Box car smoothing length for sky
(weights = "none")	Extraction weights (none variance)
(pfit = "fit1d")	Profile fitting type (fit1d fit2d)
(clean = yes)	Detect and replace bad pixels?
(saturation = INDEF)	Saturation level
(readnoise = "7.4")	Read out noise sigma (photons)
(gain = "2")	Photon gain (photons/data number)
(lsigma = 4.)	Lower rejection threshold
(usigma = 4.)	Upper rejection threshold
(nsubaps = 1)	Number of subapertures per aperture
(mode = "q1")	

La tarea será aplicada a la lista de todos los objetos en forma no interactiva. En lugar de trazar los ordenes se usan los calculados para la imagen de trazado "trace.imh" (parámetro "refe"). Aún si los corrimientos no son grandes es aconsejable dejar "recenter=yes" y "shift=yes". Esto permite hacer un corrimiento global de todas las aperturas para corregir pequeños desplazamientos del espectro asegurando que queden las aperturas bien centradas.

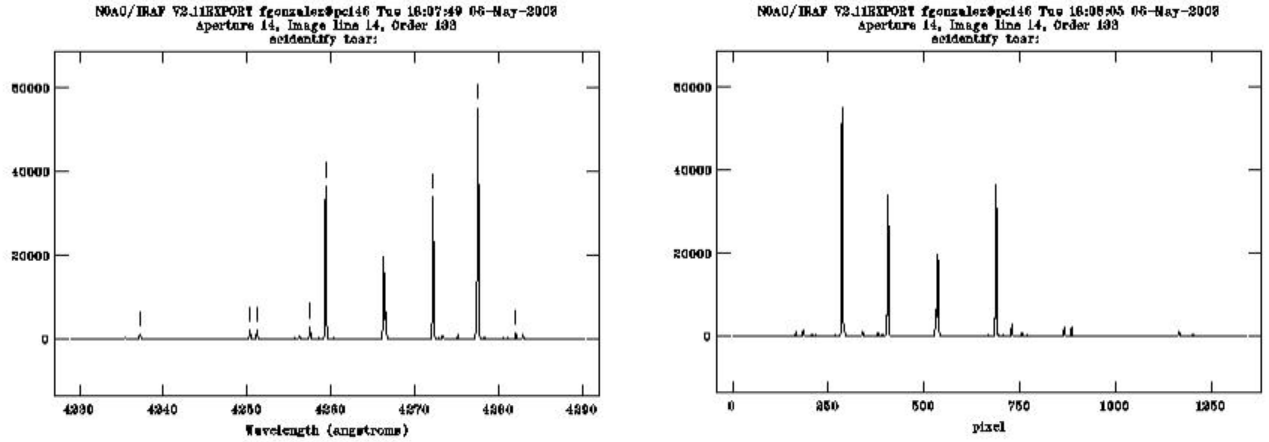
Para la extracción hemos puesto "clean=yes". Este parámetro controla un algoritmo de limpiado que elimina pixeles malos (rayos cósmicos principalmente) durante la extracción. Los tiempos de ejecución de la tarea se incrementan considerablemente usando esta opción. La conveniencia usar el "clean" queda a criterio de cada astrónomo y dependerá de la abundancia de rayos cósmicos presentes (tiempos de exposición).

d. Extracción de las lámparas de comparación.

Use nuevamente la tarea **apall** usando en el parámetro "refe" la imagen de objeto más cercana en el tiempo. Es conveniente usar "recenter=no" y "clean=no".

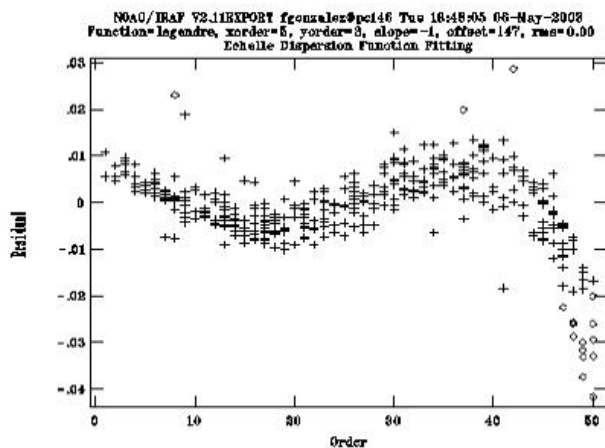
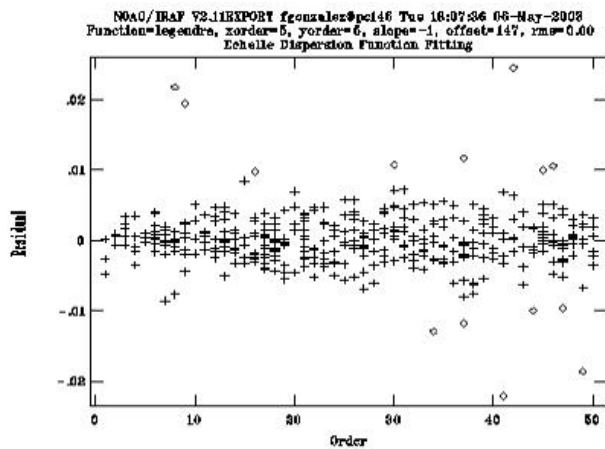
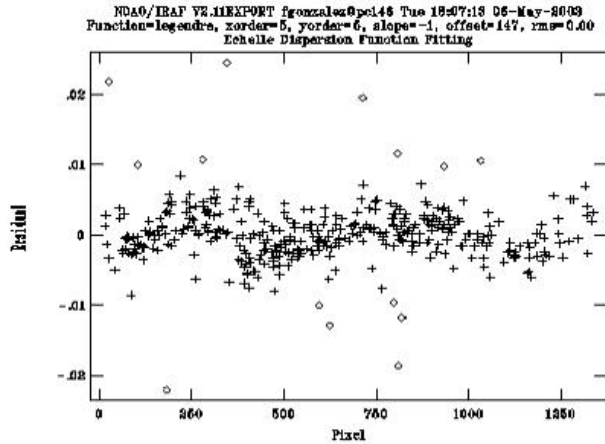
### 3. CALIBRACIÓN EN LONGITUD DE ONDA

- a. Corra la tarea **ecidentify** para calcular la función de dispersión de uno de los espectros extraídos de lámpara de Torio-Argón. El primer paso es identificar algunas líneas (2 o 3 líneas en 4 o 5 órdenes distintos) tipeando la tecla "m" (Figura 4) y usando el atlas de To-Ar provisto con el presente manual. Luego con la tecla "f" calcule un primer ajuste de la función bidimensional de dispersión. Uno de los parámetros claves es el "fwhm", que es del orden de fw=3.5-4.0 pixeles, pero que dependerá de la ranura usada a la salida de la fibra. Este parámetro es aproximadamente el FWHM de las líneas de la lámpara (medir previamente con **splot**).



**Figura 4.** Identificación de líneas de lámpara de To-Ar con la tarea scidiffly.

Una vez hecho este primer ajuste volver con “q” a los gráficos del espectro para identificar más líneas. Ahora el gráfico se muestra con abscisas en longitudes de onda, facilitando la identificación. Además, al marcar las nuevas líneas la tarea propone una identificación para la línea si está suficientemente cerca de una de las líneas de la base de datos. El parámetro “match” regula la diferencia máxima entre la línea marcada y la longitud de onda tabulada para permitir la identificación. Luego de identificar líneas en varios órdenes nuevos puede ser necesario hacer “f” para actualizar el ajuste. Termine de identificar todas las líneas que tengan buena relación S/N y que no se vean asimétricas o estén solapadas con otras líneas (note que la línea  $\lambda 4266$  no ha sido marcada en la figura 4). Haga el ajuste final de manera que los residuos no muestren ninguna tendencia. Recuerde que está ajustando una función de 2 variables:  $x$ =número de pixeles en el sentido de la dispersión y  $y$ =número de orden de interferencia. Durante el ajuste puede cambiar la variable graficada usando las teclas “x” “o” y “x” “p” (ver Figura 5 ). Usualmente un polinomio (“fun=legendre”) de orden (parámetros “xor”, “yor”) 4 o 5 es suficiente, dando residuos del orden de 0.1 pixeles. En el azul se pueden identificar unas 240 líneas en 50 órdenes echelle por lo que en los trabajos de velocidad radial el error global probable de la calibración en longitud de onda es de 20-25 m/s.



**Figura 5.** Ajuste de la función de dispersión con la tarea `ecidentify`. Izquierda arriba: residuos en función de la coordenada x (número de columna). Izquierda abajo: residuos en función del número del orden. Arriba: ajuste deficiente con el parámetro “`yorder`” demasiado bajo.

Una vez calibrada una lámpara de comparación la calibración de las demás es más expeditiva. Puede usar la misma tarea `ecidentify` usando “`:read lampara.imh`” para leer la función de dispersión de la primera lámpara calibrada y luego las teclas “`a c f`” para centrar todas las líneas y ajustar la nueva función de dispersión.

`images = "co*.ec.fits"` Images containing features to be identified

```

(database = "database") Database in which to record feature data
(coordlist = "linelists$thar.dat") User coordinate list
(units = "") Coordinate units
(match = 1.) Coordinate list matching limit in user units
(maxfeatures = 300) Maximum number of features for automatic identi
(zwidth = 10.) Zoom graph width in user units
(ftype = "emission") Feature type
(fwidth = 4.) Feature width in pixels
(cradius = 5.) Centering radius in pixels
(threshold = 3.) Feature threshold for centering
(minsep = 3.) Minimum pixel separation
(function = "legendre") Coordinate function
(xorder = 3) Order of coordinate function along dispersion
(yorder = 3) Order of coordinate function across dispersion
(niterate = 4) Rejection iterations
(lowreject = 3.) Lower rejection sigma
(highreject = 3.) Upper rejection sigma
(autowrite = no) Automatically write to database?
(graphics = "stdgraph") Graphics output device
(cursor = "") Graphics cursor input
(mode = "ql")

```

- b. Una vez calibradas las lámparas de comparación debemos establecer qué lámparas se usarán para calibrar cada objeto. En un grupo de observaciones tomadas en la misma noche y bajo las mismas condiciones aconsejamos directamente interpolar cada objeto entre las dos lámparas más próximas en el tiempo, independientemente de las coordenadas del objeto. Para ello previamente se deberá poner en el header el tiempo correspondiente al centro de cada observación. En primer lugar entonces aplique las tareas **setairma** y **setjd** a todas las imágenes de la noche. Luego use la tarea **refs** para asignar las lámparas con el parámetro “sele=interp”. Los parámetros de esta tarea son:

```

i.
input = "ob*.ec.imh" List of input spectra
answer = "yes" Accept assignment?
(references = "comp*.ec.imh") List of reference spectra
(apertures = " ") Input aperture selection list
(refaps = "") Reference aperture selection list
(ignoreaps = yes) Ignore input and reference apertures?
(select = "interp") Selection method for reference spectra
(sort = "jd") Sort key
(group = "ljd") Group key
(time = no) Is sort key a time?
(timewrap = 17.) Time wrap point for time sorting
(override = yes) Override previous assignments?
(confirm = yes) Confirm reference spectrum assignments?
(assign = yes) Assign the reference spectra to the input spect
(logfiles = "STDOUT,logfile") List of logfiles
(verbose = no) Verbose log output?
(mode = "ql")

```

- c. Aplique la función de dispersión con la tarea **dispcor**. En caso de que se busque medir velocidades radiales no olvide usar “log+”. Los parámetros a usar son:

```

input = "@liob//.ec" List of input spectra
output = "cd//@liob//.ec" List of output spectra
(linearize = yes) Linearize (interpolate) spectra?
(database = "database") Dispersion solution database

```

```

(table = "")           Wavelength table for apertures
  (w1 = INDEF)        Starting wavelength
  (w2 = INDEF)        Ending wavelength
  (dw = INDEF)        Wavelength interval per pixel
  (nw = INDEF)        Number of output pixels
  (log = yes)         Logarithmic wavelength scale?
  (flux = yes)        Conserve flux?
(samedisp = no)       Same dispersion in all apertures?
  (global = no)       Apply global defaults?
(ignoreaps = no)      Ignore apertures?
  (confirm = no)      Confirm dispersion coordinates?
(listonly = no)       List the dispersion coordinates only?
  (verbose = yes)     Print linear dispersion assignments?
  (logfile = "")      Log file
  (mode = "ql")

```

## Tiempos de exposición y Relación S/N

El ruido de lectura medido es de  $7.38 \text{ e-}$ . El ancho del perfil espacial es siempre el mismo y mide aproximadamente 14-15 píxeles. La ganancia es 2. La relación entre el nivel de cuentas en la imagen 2-d y la relación S/N final del espectro extraído es la siguiente:

$$S/N = \frac{N}{\sqrt{N + R_{sen}^2}}$$

donde  $N$  es el número de cuentas por encima del BIAS en la imagen 2-d,  $A$  es el tamaño de la apertura de extracción ( $A.N$  es el número de cuentas del espectro extraído) y  $R_{sen}$  es el ruido introducido por la diferencia de sensibilidad de los píxeles cuando no se corrige por flatfield. Este ruido es del orden del 1 %, es decir 0.27 % en el espectro extraído, por lo que empieza a ser relevante cuando se necesita  $S/N = 200 - 400$ .

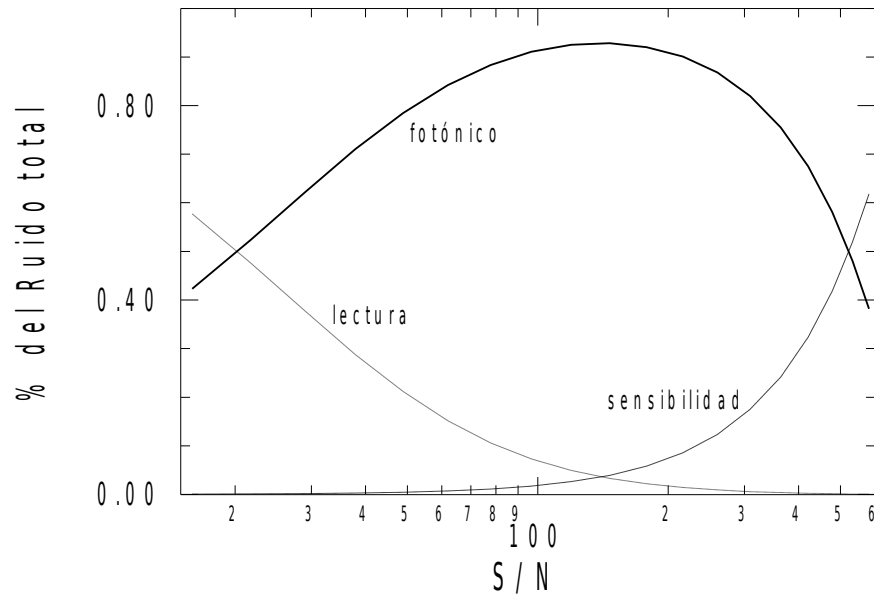
La tabla siguiente da el número de cuentas sobre el bias necesario para obtener una dada S/N. Por ejemplo si Ud. necesita  $S/N=100$  deberá exponer hasta obtener una imagen con número de cuentas máximo igual a 385 sobre el BIAS es decir aproximadamente 740 cuentas en un corte de la imagen cruda.

N	S/N
10	9
15	13
23	17
34	24
51	31
76	41
114	52
182	68
273	84
410	103

615	125
923	150
1384	177
2076	206
3114	235
4671	263
7006	288
10509	309

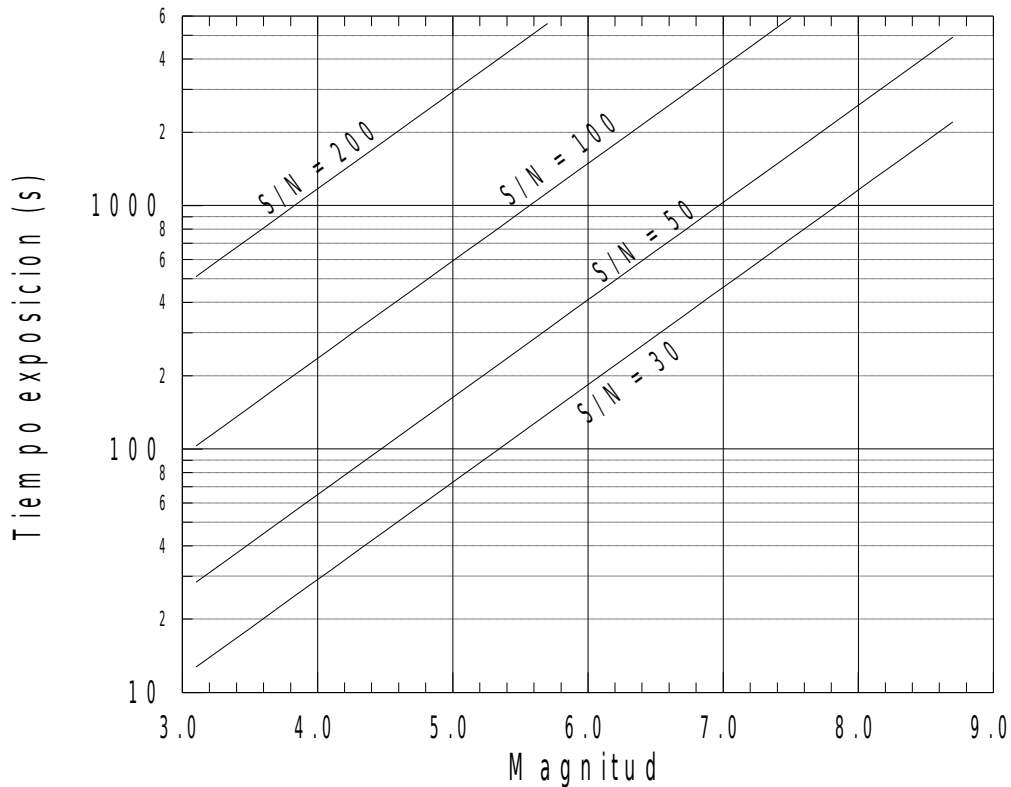


La contribución relativa del ruido fotónico, el ruido de lectura y el ruido de sensibilidad se puede ver en la siguiente figura:



Como puede verse en la figura en los niveles usuales de exposición ( $S/N = 30-400$ ) la principal fuente de ruido proviene de la propia señal, por lo que la relación  $S/N$  será aproximadamente proporcional a la raíz cuadrada del tiempo de integración.

La siguiente figura muestra los tiempos de exposición necesarios en función de la magnitud de la estrella y la  $S/N$  requerida.



Esta relación magnitud-tiempo de exposición es preliminar y será revisada incorporando mayor número de observaciones disponibles.

## ESTABILIDAD DEL EBASIM

Jorge Federico Gonzalez

- La recarga de Nitrogeno produce corrimientos considerables en el espectro (varios pixeles). Por lo tanto si se recarga durante la noche, las observaciones de antes y después deben tratarse como de noches diferentes a los efectos de la definición de aperturas de extracción y calibración en longitudes de onda.
- La carga de Nitrogeno dura toda la noche (más de 14 hs). Por lo que es aconsejable no recargar.
- Si se pretende trabajar en velocidades radiales precisas, es aconsejable que no se entre a la sala del espectrógrafo al menos 1 o 2 horas antes de comenzar a observar. De lo contrario deberán tomarse exposiciones de lampara de calibración cada unos 40 minutos hasta que el espectrógrafo se estabilice.
- Además, para velocidades radiales es aconsejable monitorear la temperatura del habitaculo del espectrógrafo. Los corrimientos por efecto térmico serían del orden de 1 km/s/°C.

- Si no hay cambios bruscos de temperatura se puede calibrar interpolando entre lámparas tomadas cada unas 3 horas sin introducir errores significativos en la velocidad radial.
- En iguales condiciones se pueden definir las aperturas de extracción una única vez para toda la noche.
- Con las consideraciones mencionadas no deberían haber errores externos de velocidad mayores que los 100 m/s. El error interno de medición de velocidades en espectros de líneas finas (por ejemplo lámparas de comparación o estrellas tardías) es del orden de los 20 o 30 m/s. La estabilidad a largo plazo no se ha considerado.