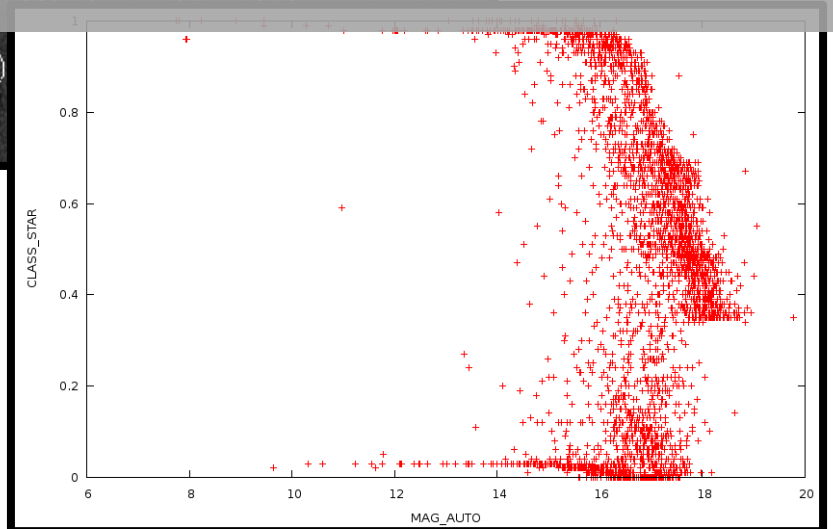
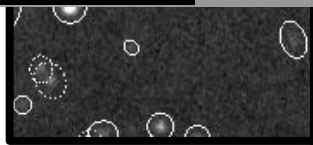


ASTRONOMÍA
EXTRAGALÁCTICA

SOURCE EXTRACTOR



Carlos G. Escudero | FCAGLP

Índice general

Índice de figuras.....	4
------------------------	---

Source Extractor

Como trabaja SExtractor.....	5
------------------------------	---

Usando SE

Utilizando SE sobre una imagen.....	7
Utilizando SE en imágenes separadas para detección y fotometría.....	7
Correlación cruzada de catálogos.....	7

Entrada del SE

Archivo de configuración.....	8
Información de la imagen.....	13
Archivo de parámetros de catálogo.....	14

Detección y segmentación

Estimación del background.....	15
Umbrales.....	18
Filtrado.....	20
Deblending.....	21
Limpieza.....	22
Peso.....	23
Formato de los mapas de peso.....	24

Fotometría

Magnitud isofotal.....	25
Magnitud isofotal corregida.....	25
Magnitud de abertura fija.....	25
Magnitud de abertura automática.....	25

Radios típicos

Radio efectivo.....	29
---------------------	----

Radio de Kron.....	29
Radio de Petrosian.....	29

Ajustes de salida de SE

Catálogo.....	31
Identificación cruzada dentro de SE.....	31
Lista ASSOC.....	31
Controlar el proceso ASSOC.....	33
Salidas de ASSOC.....	33

Imágenes de chequeo

Imágenes de chequeo.....	35
--------------------------	----

Parámetros de salida

Parámetros fotométricos.....	38
Parámetros astrométricos.....	38
Parámetros geométricos.....	40
Parámetros areal.....	40
Full-Width Half Max.....	41
Radios.....	41

Clasificación de objetos

Flags.....	42
Indicadores internos.....	43
Indicadores externos.....	43

Aplicando SExtractor

Aplicando SExtractor.....	44
---------------------------	----

Bibliografía

Índice de figuras

1. Diagrama de flujo de los pasos realizados por Source Extractor.....	6
2. Estimación de background para diferentes valores de BACK_SIZE.....	16
3. Imágenes con diferentes valores del parámetro BACK_FILTERSIZE.....	17
4. Diagrama esquemático del método utilizado por SE para separar un objeto compuesto.....	21
5. Imágenes con diferentes valores del parámetro DEBLEND_MINCONT.....	22
6. Imágenes con la influencia del parámetro CLEAN.....	23
7. Valores del factor de Kron en el parámetro PHOT_AUTOPARAMS.....	26
8. Flujo perdido con diferentes técnicas de fotometría sobre objetos débiles, en función de la magnitud total.....	27
9. Diferentes aberturas utilizadas en PHOT_APERTURES....	28
10. Radios de Kron y Petrosian.....	30
11. Imágenes de chequeo.....	36
12. Imágenes del programa de observación	44
13. Imágenes de NGC 7626 y de la salida de SE.....	46
14. Imagen originada de la resta entre la imagen original y la generada en la salida de SE.....	47
15. Imagen filtrada e imagen con la componente brillante de la galaxia restada.....	48
16. Detección de SE fuera de los límites de la imagen...	49
17. Imagen sobre la que actúa SE e imagen de salida.....	50
18. Imagen sobre la cual se corre SE y su respectiva imagen de salida.....	50
19. Imagen filtrada.....	51
20. Imagen final de fotometría.....	52
21. Grafico de CLASS_STAR vs MAG_AUTO.....	52

Source Extractor.

SExtractor (SE) está pensado principalmente para procesar gran cantidad de datos de relevamientos, prestando especial atención a la velocidad, robustez y la extracción de objetos astronómicos en imágenes, sin tener en cuenta su forma o tamaño. Utilizado por ejemplo para la detección y fotometría automática de fuentes en las imágenes fits.

En el siguiente contexto, se verá cómo actúan los distintos parámetros del software sobre las imágenes, así como las distintas opciones que presentan los mismos, prestando mayor importancia a ciertos de ellos.

Cómo trabaja SExtractor

Trabaja en una serie de pasos. Determina el background y si los píxeles pertenecen al background o a un objeto. Luego se divide el área, que no es background, en objetos separados y determina las propiedades de cada uno de ellos, generando un catálogo. Todos los píxeles por encima de un cierto umbral son considerados pertenecientes a un objeto. Si hay dos picos en la distribución de intensidad, el objeto es separado en diferentes entradas en el catálogo.

Existe una opción para “limpiar” el catálogo a fin de eliminar los artefactos causados por objetos brillantes. Luego, hay una lista de objetos con una serie de parámetros medidos (elipticidad, tamaño, etc.). Estos son clasificados en estrellas y galaxias por una red neuronal (NNW).

Los pasos de SExtractor pueden numerarse de la siguiente manera y verse esquemáticamente en la Figura 1:

1. Medir el background y su ruido RMS.
2. Restar el background.
3. Filtrar (convolucionar con un perfil específico).
4. Encontrar objetos.
5. Separar detecciones (dividir la detección en diferentes objetos).
6. Medir formas y posiciones.
7. Limpiar (revisar detecciones, contabilizando las contribuciones de vecinos).
8. Realizar la fotometría.
9. Clasificar las detecciones (¿más semejante a una estrella o una galaxia?).
10. Realizar el catálogo e imágenes “check”.

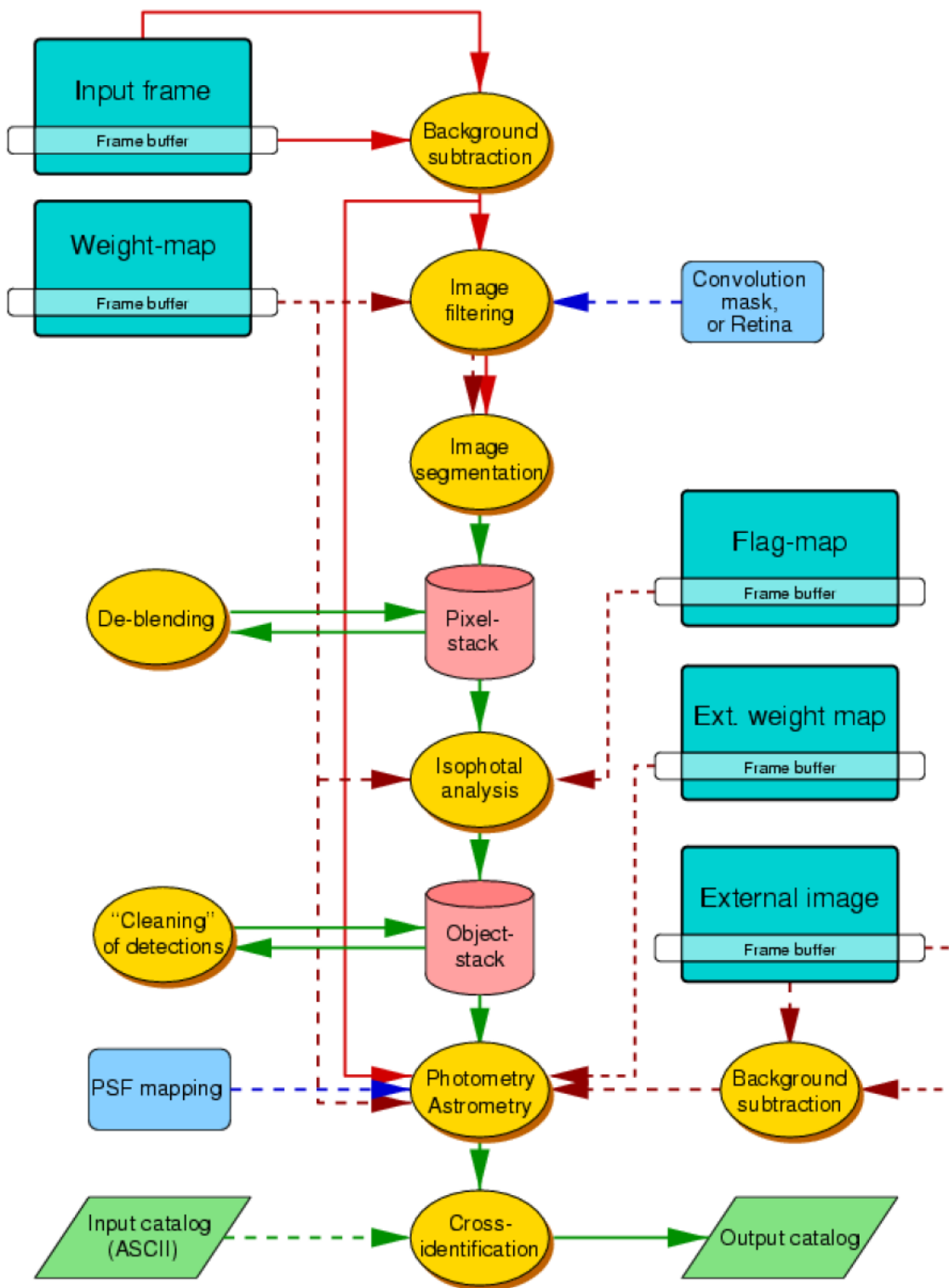


Figura 1: Diagrama de flujo. Se muestra claramente las distintas opciones, las posibilidades de mapas de peso, indicadores (flags), catálogos de correlación cruzada, etc.

Usando SE.

Utilizando SE sobre una imagen.

SE necesita una serie de parámetros para ejecutar el programa, y éstos se pueden dar en una línea de comando o mediante un archivo de configuración. Para correr SE en un único archivo con todos los parámetros necesarios en el archivo de configuración uno puede escribir:

```
sex image -c configuration_file.txt -PARAMETER1 value1 -PARAMETER2 value2
```

Si no hay un archivo de configuración dado, SE tratará de leer el archivo 'default.sex' del directorio local.

Utilizando SE en imágenes separadas para detección y fotometría.

SE permite encontrar todos los objetos en una imagen1 y luego aplicar la abertura y posiciones encontradas sobre otra imagen2, utilizando la imagen1 para la detección de fuentes y la imagen2 para la fotometría.

```
sex image1,image2 -c configuration_file.txt
```

La numeración en los catálogos en este modo es la misma.

Correlación cruzada de catálogos.

Existe la posibilidad de obtener información de objetos que se encuentran en distintas imágenes, por ejemplo en la superposición de campos en un survey. Básicamente se corre el SE sobre un campo y se toman las posiciones X e Y (en píxeles) de los catálogos y se alimenta luego SE en una segunda corrida con un radio de búsqueda y una prioridad. Las coincidencias son impresas en un nuevo catálogo.

Entrada del SE

Archivo de configuración.

El archivo de configuración (default.sex) es una buena manera de recordar cuáles parámetros fueron utilizados al ejecutar SE. Este es un archivo ASCII con el nombre de los parámetros y el valor, separados por líneas. Los parámetros por defecto pueden ser listados con el comando:

```
sex -d
```

Parameter	default	type	Description
ANALYSIS_THRESH	—	<i>floats</i> ($n \leq 2$)	Threshold (in surface brightness) at which CLASS_STAR and FWHM_ operate. 1 argument: relative to Background RMS. 2 arguments: mu (mag.arcsec ⁻²), Zero-point (mag).
ASSOC_DATA	2,3,4	<i>integers</i> ($n \leq 32$)	# of the columns in the ASSOC file that will be copied to the catalog output.
ASSOC_NAME	sky.list	<i>string</i>	Name of the ASSOC ASCII file.
ASSOC_PARAMS	2,3,4	<i>integers</i> ($2 \leq n \leq 5$)	Nos of the columns in the ASSOC file that will be used as coordinates and weight for cross-matching.
ASSOC_RADIUS	2.0	<i>float</i>	Search radius (in pixels) for ASSOC.
ASSOC_TYPE	MAG_SUM	<i>keyword</i> FIRST NEAREST MEAN MAG_MEAN SUM MAG_SUM MIN MAX	Method for cross-matching in ASSOC: – keep values corresponding to the first match found, – values corresponding to the nearest match found, – weighted-average values, – exponentially weighted-average values, – sum values, – exponentially sum values, – keep values corresponding to the match with minimum weight. – keep values corresponding to the match with maximum weight.
ASSOCSELEC_TYPE	MATCHED	<i>keyword</i> ALL MATCHED -MATCHED	What sources are printed in the output catalog in case of ASSOC: – all detections, – only matched detections, – only detections that were not matched.
BACK_FILTERSIZE	—	<i>integers</i> ($n \leq 2$)	Size, or Width,Height (in background meshes) of the background-filtering mask.
BACK_SIZE	—	<i>integers</i> ($n \leq 2$)	Size, or Width,Height (in pixels) of a background mesh.

BACK_TYPE	AUTO	<i>keywords</i> ($n \leq 2$)	What background is subtracted from the images:
		AUTO	– the internal, automatically interpolated background-map,
		MANUAL	– a user-supplied constant value provided in BACK.VALUE.
BACK_VALUE	0.0,0.0	<i>floats</i> ($n \leq 2$)	in BACK_TYPE MANUAL mode, the constant value to be subtracted from the images.
BACKPHOTO_THICK	24	<i>integer</i>	Thickness (in pixels) of the background LOCAL annulus.
BACKPHOTO_TYPE	GLOBAL	<i>keyword</i>	Background used to compute magnitudes:
		GLOBAL	– taken directly from the background map,
		LOCAL	– recomputed in a “rectangular annulus” around the object.
CATALOG_NAME	—	<i>string</i>	Name of the output catalogue. If the name “STDOUT” is given and CATALOG_TYPE is set to ASCII, ASCII_HEAD, ASCII_SKYCAT, or ASCII_VOTABLE the catalogue will be piped to the standard output (<i>stdout</i>)
CATALOG_TYPE	—	<i>keyword</i>	Format of output catalog:
		ASCII	– ASCII table; the simplest, but space and time consuming,
		ASCII_HEAD	– as ASCII, preceded by a header containing information about the content,
		ASCII_SKYCAT	– SkyCat ASCII format (WCS coordinates required),
		ASCII_VOTABLE	– XML-VOtable format, together with meta-data,
		FITS_1.0	– FITS format as in SExtractor 1,
		FITS_LDAC	– FITS “LDAC” format (the original image header is copied).
CHECKIMAGE_NAME	check.fits	<i>strings</i> ($n \leq 16$)	File name for each “check-image”.
CHECKIMAGE_TYPE	NONE	<i>keywords</i> ($n \leq 16$)	Type of information to put in the “check-images”:
		NONE	– no check-image,
		IDENTICAL	– identical to input image (useful for converting formats),
		BACKGROUND	– full-resolution interpolated background map,
		BACKGROUND_RMS	– full-resolution interpolated background noise map,
		MINIBACKGROUND	– low-resolution background map,
		MINIBACK_RMS	– low-resolution background noise map,

			-BACKGROUND FILTERED	- background-subtracted image, - background-subtracted filtered im- age (requires FILTER = Y),
			OBJECTS -OBJECTS	- detected objects, - background-subtracted image with detected objects blanked,
			APERTURES	- MAG_APER and MAG_AUTO integration limits,
			SEGMENTATION	- display patches corresponding to pixels attributed to each object.
CLEAN	—	<i>boolean</i>		If true, a “cleaning” of the catalogue is done before being written to disk. Efficiency of “cleaning”.
CLEAN_PARAM	—	<i>float</i>		
DEBLEND_MINCONT	—	<i>float</i>		Minimum contrast parameter for de- blending.
DEBLEND_NTHRESH	—	<i>integer</i>		Number of deblending sub-thresholds.
DETECT_MINAREA	—	<i>integer</i>		Minimum number of pixels above threshold triggering detection.
DETECT_MAXAREA	—	<i>integer</i>		Maximum number of pixels above threshold triggering detection.
DETECT_THRESH	—	<i>floats (n ≤ 2)</i>		Detection threshold. 1 argument: (ADUs or relative to Background RMS, see THRESH_TYPE). 2 arguments: μ (mag.arcsec ⁻²), Zero-point (mag).
DETECT_TYPE	CCD	<i>keyword</i>	CCD PHOTO	Type of device that produced the im- age: - linear detector like CCDs or NIC- MOS, - photographic scan.
FILTER	—	<i>boolean</i>		If true, filtering is applied to the data before extraction.
FILTER_NAME	—	<i>string</i>		Name of the file containing the filter definition.
FILTER_THRESH		<i>floats (n ≤ 2)</i>		Lower and higher thresholds (in back- ground standard deviations) for a pixel to be considered in filtering (used for retina-filtering only).
FITS_UNSIGNED	N	<i>boolean</i>		Force 16-bit FITS input data to be in- terpreted as unsigned integers.
FLAG_IMAGE	flag.fits	<i>strings (n ≤ 4)</i>		File name(s) of the “flag-image(s)”.
FLAG_TYPE	OR	<i>keyword</i>	OR AND MIN MAX MOST	Combination method for flags on the same object: - arithmetical OR, - arithmetical AND, - minimum of all flag values, - maximum of all flag values, - most common flag value.
GAIN		<i>float</i>		“Gain” (conversion factor in e^-/ADU) used for error estimates of CCD magnitudes .

INTERP_MAXXLG	16	<i>integers</i> ($n \leq 2$)	Maximum x gap (in pixels) allowed in interpolating the input image(s).
INTERP_MAXYLG	16	<i>integers</i> ($n \leq 2$)	Maximum y gap (in pixels) allowed in interpolating the input image(s).
INTERP_TYPE	ALL	<i>keywords</i> ($n \leq 2$)	Interpolation method from the variance-map(s) (or weight-map(s)):
		NONE	– no interpolation,
		VAR_ONLY	– interpolate only the variance-map (detection threshold),
		ALL	– interpolate both the variance-map and the image itself.
MAG_GAMMA		<i>float</i>	γ of the emulsion (takes effect in PHOTO mode only).
MAG_ZEROPOINT		<i>float</i>	Zero-point offset to be applied to magnitudes.
MASK_TYPE	CORRECT	<i>keyword</i>	Method of “masking” of neighbours for photometry:
		NONE	– no masking,
		BLANK	– put detected pixels belonging to neighbours to zero,
		CORRECT	– replace by values of pixels symmetric with respect to the source center.
MEMORY_BUFSIZE	—	<i>integer</i>	Number of scan-lines in the image-buffer. Multiply by 4 the frame width to get equivalent memory space in bytes.
MEMORY_OBJSTACK	—	<i>integer</i>	Maximum number of objects that the object-stack can contain. Multiply by 300 to get equivalent memory space in bytes.
MEMORY_PIXSTACK	—	<i>integer</i>	Maximum number of pixels that the pixel-stack can contain. Multiply by 16 to 32 to get equivalent memory space in bytes.
PARAMETERS_NAME	—	<i>string</i>	The name of the file containing the list of parameters that will be computed and put in the catalogue for each object.
PHOT_APERTURES	—	<i>floats</i> ($n \leq 32$)	Aperture diameters in pixels (used by MAG_APER).
PHOT_AUTOPARAMS	—	<i>floats</i> ($n = 2$)	MAG_AUTO controls: scaling parameter k of the 1st order moment, and minimum R_{min} (in units of A and B).
PHOT_AUTOAPERS	0.0,0.0	<i>floats</i> ($n = 2$)	MAG_AUTO minimum (circular) aperture diameters: estimation disk, and measurement disk.
PHOT_FLUXFRAC	0.5	<i>floats</i> ($n \leq 32$)	Fraction of FLUX_AUTO defining each element of the FLUX_RADIUS vector.

PIXEL_SCALE	—	<i>float</i>	Pixel size in arcsec (for surface brightness parameters, FWHM and star/galaxy separation only).
SATUR_LEVEL	—	<i>float</i>	Pixel value above which it is considered saturated.
SEEING_FWHM	—	<i>float</i>	FWHM of stellar images in arcsec (only for star/galaxy separation).
STARNNW_NAME	—	<i>string</i>	Name of the file containing the neural-network weights for star/galaxy separation.
THRESH_TYPE	RELATIVE	<i>keywords (n ≤ 2)</i>	Meaning of the DETECT_THRESH and ANALYSIS_THRESH parameters :
		RELATIVE	– scaling factor to the background RMS,
		ABSOLUTE	– absolute level (in ADUs or in surface brightness).
VERBOSE_TYPE	NORMAL	<i>keyword</i>	How much SExtractor comments its operations:
		QUIET	– run silently,
		NORMAL	– display warnings and limited info concerning the work in progress,
		EXTRA_WARNINGS	– like NORMAL, plus a few more warnings if necessary,
		FULL	– display a more complete information and the principal parameters of all the objects extracted.
WEIGHT_GAIN	Y	<i>boolean</i>	If true, weight maps are considered as gain maps.
WEIGHT_IMAGE	<i>weight.fits</i>	<i>strings (n ≤ 2)</i>	File name of the detection and measurement “weight-image”, respectively.
WEIGHT_TYPE	NONE	<i>keywords (n ≤ 2)</i>	Weighting scheme (for single image, or detection and measurement images):
		NONE	– no weighting,
		BACKGROUND	– variance-map derived from the image itself,
		MAP_RMS	– variance-map derived from an external RMS-map,
		MAP_VAR	– external variance-map,
		MAP_WEIGHT	– variance-map derived from an external weight-map,
WRITE_XML	N	<i>boolean</i>	If true, meta-data will be written in XML-VOTable format.
XML_NAME	<i>sex.xml</i>	<i>string</i>	File name for the XML output of SExtractor.

Información de la imagen.

SE obtiene la información de los headers de las imágenes fits, pero algunos parámetros deben ser especificados.

DETECT_TYPE: especifica el tipo de datos que maneja SE, escaneado de fotos, placas o datos de CCD.

MAG_ZEROPOINT: es el punto de cero para mediciones fotométricas.

PIXEL_SCALE: se debe conocer antes de correr SE el tamaño del pixel.

SATUR_LEVEL: es el límite para SE del nivel de saturación del detector. Por encima de este valor el pixel es considerado saturado.

SEEING_FWHM: es importante para la separación entre estrellas y galaxias. Al igual que PIXEL_SCALE, es utilizado para el parámetro CLASS_STAR (ver página 42).

Parameter	Default	Type	Description
FLAG_IMAGE	flag.fits	strings ($n \leq 4$)	File name(s) of the flag-image(s) .
FLAG_TYPE	OR	keyword OR AND MIN MAX MOST	Combination expression for the method for flags on the same object: arithmetical OR, arithmetical AND, minimum of all flag values, maximum of all flag values, most common flag value.
GAIN	-	float	Gain (conversion factor in e^- =ADU) used for error estimates of CCD magnitudes.
DETECT_TYPE	CCD	keyword CCD PHOTO	Type of device that produced the image: linear detector like CCDs or NIC-MOS, photographic scan.
MAG_GAMMA	-	float	γ of the emulsion (slope of the response function). Takes effect in PHOTO mode only but NEEDS to be specified, even for CCD images.
MAG_ZEROPOINT	-	float	Zero-point offset to be applied to magnitudes.
PIXEL_SCALE	-	float	Pixel size in arcsec. (for surface brightness parameters, FWHM and star/ galaxy separation only).
SATUR_LEVEL	-	float	Pixel value above which it is considered saturated.
SEEING_FWHM	-	float	FWHM of stellar images in arcsec. This quantity is used only for the neural network star/galaxy separation as expressed in the CLASS_STAR output.

Archivo de parámetros de catálogo.

Además del archivo de configuración, SE necesita un archivo que contiene la lista de parámetros que estarán listados en el catálogo de salida para cada detección. Esto permite al software calcular solamente parámetros de catálogo que uno necesita. El nombre de este catálogo posee el sufijo '.param' y debe ser especificado utilizando el parámetro PARAMETERS_NAME en el archivo de configuración.

El formato del catálogo de parámetros es ASCII, contiene un parámetro por línea, los cuáles aquellos que se quieran calcular deben quitarse el símbolo '#' para descomentarlos. A continuación se listan los parámetros que presenta el archivo .param

```
#NUMBER                #XMIN_IMAGE            #THETA_IMAGE          #FWHM_IMAGE
                        #YMIN_IMAGE            #THETA_WORLD          #FWHM_WORLD
#FLUX_ISO              #XMAX_IMAGE            #THETA_SKY
#FLUXERR_ISO           #YMAX_IMAGE            #THETA_J2000          #ISO0
#MAG_ISO               #X_IMAGE               #THETA_B1950          #ISO1
#MAGERR_ISO            #Y_IMAGE               #ELONGATION            #ISO2
                        #X_WORLD               #ERRX2_IMAGE          #ISO3
#FLUX_ISOCOR           #Y_WORLD               #ELLIPTICITY           #ISO4
#FLUXERR_ISOCOR        #ALPHA_SKY             #ERRX2_WORLD           #ISO5
#MAG_ISOCOR            #DELTA_SKY             #ERRY2_IMAGE           #ISO6
#MAGERR_ISOCOR         #ALPHA_J2000           #ERRY2_WORLD           #ISO7
                        #DELTA_J2000           #ERRXY_IMAGE
#FLUX_APER(1)          #ALPHA_B1950           #ERRX2_WORLD           #FLAGS
#FLUXERR_APER(1)       #DELTA_B1950           #ERRY2_WORLD           #IMAFLAGS_ISO(1)
#MAG_APER(1)           #X2_IMAGE              #ERRXY_WORLD           #NIMAFLAGS_ISO(1)
#MAGERR_APER(1)
                        #Y2_IMAGE              #ERRCXX_IMAGE          #CLASS_STAR
#FLUX_AUTO             #XY_IMAGE              #ERRCYY_IMAGE          #VIGNET(5,5)
#FLUXERR_AUTO          #X2_WORLD              #ERRCXY_IMAGE          #NUMBER_ASSOC
#MAG_AUTO              #Y2_WORLD              #ERRCXX_WORLD          #ERRCYY_WORLD
#MAGERR_AUTO           #XY_WORLD              #ERRCXY_WORLD
                        #CXX_IMAGE             #ERRA_IMAGE
#FLUX_BEST             #CYY_IMAGE             #ERRB_IMAGE
#FLUXERR_BEST          #CXY_IMAGE             #ERRA_WORLD
#MAG_BEST              #CXX_WORLD             #ERRB_WORLD
#MAGERR_BEST           #CYY_WORLD
                        #CXY_WORLD             #ERRTHETA_IMAGE
#KRON_RADIUS           #CYX_WORLD             #ERRTHETA_WORLD
#PETRO_RADIUS          #CYX_WORLD             #ERRTHETA_SKY
#FLUX_RADIUS           #A_IMAGE               #ERRTHETA_J2000
#BACKGROUND            #B_IMAGE               #ERRTHETA_B1950
                        #A_WORLD
#THRESHOLD             #B_WORLD
#MU_THRESHOLD          #FLUX_MAX
#FLUX_MAX
#MU_MAX
#ISOAREA_IMAGE
#ISOAREA_WORLD
```

Detección y segmentación.

En SE, la detección de fuentes es parte de un proceso llamado segmentación en el vocabulario de procesamiento de imágenes. La segmentación normalmente consiste en identificar y separar regiones de la imagen las cuales poseen diferentes propiedades (brillo, color, textura...). En el contexto astronómico, el proceso de segmentación consiste de la separación de los objetos con respecto al fondo (cielo).

La segmentación en SE, se logra de la siguiente manera: un grupo de píxeles conectados que superan un cierto nivel umbral por encima del background es identificado como una detección.

Pero las cosas son un poco más complicadas en la práctica. Primero, en la mayoría de las imágenes astronómicas, el background no es constante sobre la imagen, y su determinación puede ser ambigua en regiones pobladas. Segundo, el software tiene que funcionar sobre el ruido de los datos, y algún filtrado adaptado a las características de la imagen tiene que ser adoptado antes de la detección, para reducir la contaminación por los picos de ruido.

Tercero, muchas fuentes que se superponen en la imagen es poco probable que se detecten en forma separada con un simple umbral de detección, y se requiere un procedimiento de múltiples umbrales en SE.

Estimación del background.

El valor medido en cada pixel es una función de la suma de la señal de background y de la luz proveniente de los objetos de interés. Para ser capaz de detectar el más débil de estos objetos y poder medir con precisión sus flujos, se necesita tener una estimación precisa del background en cualquier lugar de la imagen, un “mapa de background”.

Para construir un mapa de background, SE realiza un primer pasaje a través de los píxeles, calculando un estimador para el background local en cada malla de una grilla que cubre toda la imagen.

Una vez que la grilla está configurada, un filtrado puede ser aplicado para quitar posibles sobreestimaciones locales debido a estrellas brillantes. Paralelamente a la construcción del mapa de background, se produce un “mapa background RMS”, que es un mapa del ruido de background. Esto se utilizará si el parámetro WEIGHT_TYPE está configurado diferente de NONE.

La elección del tamaño de la malla¹ (BACK_SIZE) es muy importante. Si es demasiado pequeño, la estimación del background está afectada por la presencia de objetos y el ruido aleatorio. Lo más importante, parte del flujo de la mayoría de los objetos extendidos pueden ser absorbidos en el mapa de background. Si el tamaño de la malla es muy grande, no puede reproducir las pequeñas variaciones de escala del background. Típicamente, para imágenes razonablemente muestreadas, un ancho de 32 a 256 píxeles funciona bien. El efecto de diferentes valores de BACK_SIZE está ilustrado en la Figura 2.

El usuario tiene cierto control sobre el mapa de background especificando el tamaño del filtro de mediana (BACK_FILTERSIZE). Este suavizado de la imagen de background es realizado para eliminar las variaciones resultantes de objetos brillantes o extendidos (Figura 3).

¹ Tamaño de cada subregión de la grilla, donde se calcula el background.

Para analizar cómo influyen la elección de los valores de estos parámetros mencionados en el tratamiento de las imágenes, aplicamos reiteradas veces SE con distintos valores sobre las imágenes, en este caso pertenecientes al campo 1 del programa de observación GN-2008B-Q-14 (PI: Favio Faifer).

En los distintos pasos que realiza SE al analizar las imágenes, mostraremos cuáles valores de los parámetros utilizados proveen un mejor resultado final.

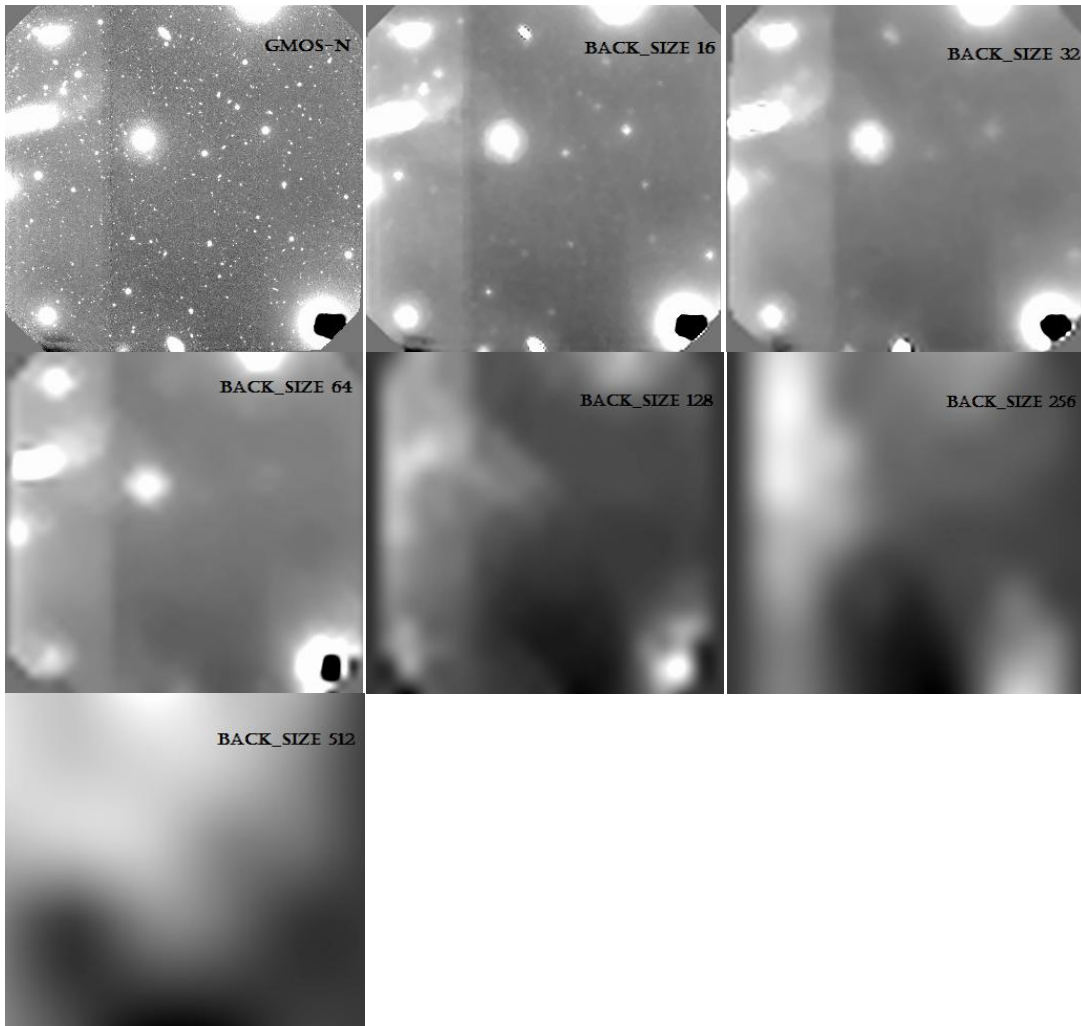


Figura 2: Imagen de GMOS-N con la estimación de background utilizando diferentes valores de BACK_SIZE. Es evidente que valores de BACK_SIZE más pequeños que el objeto más grande resultará en una variación mayor en la estimación del background. Un valor mayor no tendrá en cuenta las variaciones en el background.

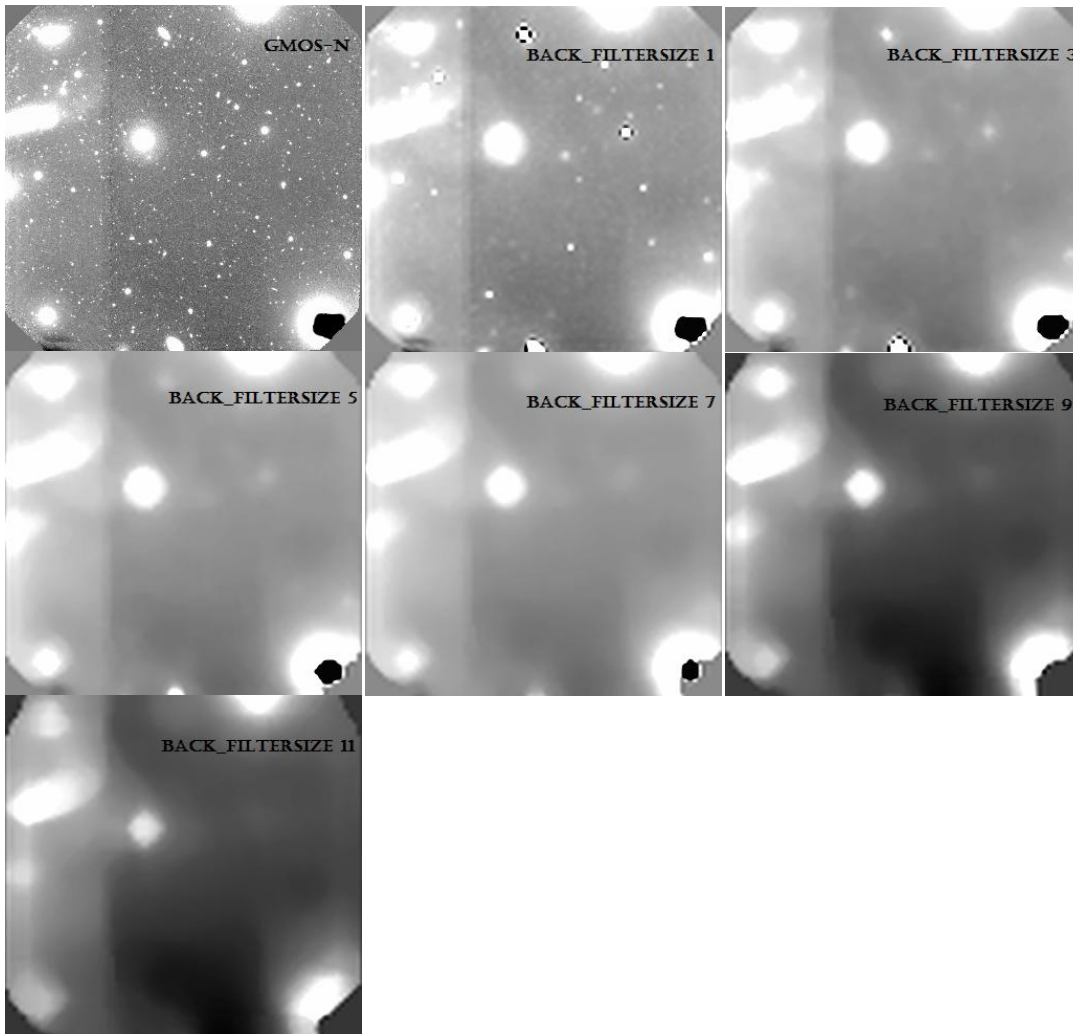


Figura 3: La malla del background estimado ($BACK_SIZE=28$) es suavizada sobre el $BACK_FILTERSIZE$ antes de la interpolación en el mapa de $BACKGROUND$

Por defecto, el mapa de background calculado es automáticamente restado de la imagen de entrada. Pero hay situaciones donde es más apropiado restar una constante de la imagen (por ejemplo, imágenes donde la distribución del ruido de background está fuertemente sesgada). El parámetro de configuración $BACK_TYPE$ (configurado por defecto a $AUTO$) puede ser cambiado a $MANUAL$ para permitir que el valor especificado por el parámetro $BACK_VALUE$ sea restado de la imagen de entrada. El valor por defecto es 0.

Parameter	Default	Type	Description
BACK_SIZE	-	integers ($n \leq 2$)	Size, or Width, Height (in pixels) of a background mesh.
BACK_FILTERSIZE	-	integers ($n \leq 2$)	Size, or Width, Height (in background meshes) of the background-filtering mask.
BACK_TYPE	AUTO	keywords ($n \leq 2$) AUTO	What background is subtracted from the images: The internal interpolated background-map. In the manual it says "INTERNAL" here but the keyword is AUTO.
		MANUAL	A user-supplied constant value provided in BACK VALUE.
BACK_VALUE	0.0,0.0	floats ($n \leq 2$)	in BACK TYPE MANUAL mode, the constant value to be subtracted from the images.
BACKPHOTO_THICK	24	integer	Thickness (in pixels) of the background LOCAL annulus.
BACKPHOTO_TYPE	GLOBAL	keyword GLOBAL LOCAL	Background used to compute magnitudes: taken directly from the background map, recomputed in a rectangular annulus around the object.

Umbrales.

Los parámetros de umbral indican a partir del cual SE debería comenzar a tratar a los pixeles como parte de los objetos. Hay tres requisitos para candidatos a objetos:

1. Todos los pixeles están por encima de DETECT_THRESH.
2. Todos estos pixeles son adyacentes entre sí (ya sea esquinas o lados en común).
3. Hay más que el mínimo de un número de pixeles (especificado en DETECT_MINAREA).

Los parámetros presentes en esta sección son los siguientes:

ANALYSIS_THRESH es solo el umbral para el CLASS_STAR (ver pág. 42) y el FWHM.

El umbral es controlado mayormente a través de DETECT_THRESH y DETECT_MINAREA.

DETECT_THRESH establece el valor del umbral. Si un solo valor es dado, esto es interpretado como el umbral en unidades de la desviación estándar del background. Por ejemplo:

DETECT_THRESH 1.5

establece el umbral de detección a 1.5σ por sobre el background local. Es importante señalar que la desviación estándar nombrada aquí es de la imagen sin filtrar.

Se puede dar como argumento dos números a DETECT_THRESH, en cuyo caso el primero es interpretado como el umbral absoluto en unidades de $\text{mag}/\text{arcsec}^2$ (brillo superficial), y el segundo como el punto de cero en las mismas unidades.

DETECT_THRESH 27.2,30.0

será por ejemplo, fijar el umbral a $10^{-0.4(27.2-30)}=13.18$ ADUs por encima del background local.

$$\text{thresh} = 10^{-\frac{SB_{\text{limit}} - SB_{\text{zeropoint}}}{2.5}}$$

Con THRESH_TYPE configurado a ABSOLUTE, el umbral se establece en el mismo número de ADUs a través de la imagen. Si THRESH_TYPE es puesto en RELATIVE (valor por defecto), el umbral es el número de la desviación estándar RMS del background por encima del valor de background.

Parameter	Default	Type	Description
THRESH_TYPE	RELATIVE	keywords ($n \leq 2$)	Meaning of the DETECT THRESH and ANALYSIS.THRESH parameters :
		RELATIVE	scaling factor to the background RMS,
		ABSOLUTE	absolute level (in ADUs or in surface brightness).
ANALYSIS.THRESH	-	floats ($n \leq 2$)	Threshold (in surface brightness) at which CLASS STAR and FWHM operate. 1 argument: relative to Background RMS. 2 arguments: μ ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$), Zero-point (mag).
DETECT.THRESH	-	floats ($n \leq 2$)	Detection threshold. 1 argument: (ADUs or relative to Background RMS, see THRESH TYPE). 2 arguments: R ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$), Zero-point (mag).
DETECT.MINAREA	-	integer	Minimum number of pixels above threshold triggering detection.

DETECT_MINAREA establece el mínimo número de píxeles de un grupo que debe tener para iniciar la detección. Obviamente este parámetro puede utilizarse como DETECT_THRESH para detectar solamente fuentes brillantes y “grandes”, o para incrementar la fiabilidad de la detección. En la mayoría de los casos es recomendable mantener a DETECT_MINAREA en valores pequeños, típicamente de 1 a 5 píxeles, y dejar que DETECT_THRESH y el filtro definan la sensibilidad de SE.

Filtrado.

Antes de la detección de píxeles sobre el umbral, existe la opción de aplicar un filtro. Esto puede ayudar en la detección de objetos débiles y extendidos.

Hay varios tipos de filtros, como por ejemplo: Gaussian, Mexican Hat, Tophat y Blockfunction de varios tamaños, todos normalizados.

Name	Description
default.conv	a small pyramidal function (fast)
gauss*.conv	a set of Gaussian functions, for seeing FWHMs between 1.5 and 5 pixels (best for faint object detection).
tophat*.conv	a set of "top-hat" functions. Use them to detect extended, low-surface brightness objects, with a very low THRESHOLD.
mexhat*.conv	"wavelets", producing a passband-filtering of the image, tuned to seeing FWHMs between 1.5 and 5 pixels. Useful in very crowded star fields, or in the vicinity of a nebula. WARNING: may need a high THRESHOLD!!
block_3x3.conv	a small "block" function (for rebinned images like those of the DeNIS survey).

El filtrado se activa cuando la palabra FILTER está configurada en Y (“Yes”). Si está activado, un archivo con nombre especificado por FILTER_NAME es buscado y cargado. En muchos casos, el filtrado solo interesa para píxeles que se destacan del ruido de background.

Parameter	Default	Type	Description
FILTER	-	boolean	If true, filtering is applied to the data before extraction.
FILTER_NAME	-	string	Name and path of the file containing the filter definition.
FILTER_THRESH	-	floats ($n \leq 2$)	Lower and higher thresholds (in back-ground standard deviations) for a pixel to be considered in filtering (used for retina-filtering only).

Deblending.

Deblending es la parte de SE donde se toma la decisión de si un grupo de píxeles adyacentes por encima de `DETECT_THRESH` es un solo objeto o no. Por ejemplo si consideramos una pequeña isla de píxeles por encima del umbral, para poder identificar si pertenecen a un solo objeto o varios, SE define un número de niveles entre el umbral y el número máximo de cuentas en el objeto. Esto es establecido por el parámetro `DEBLEND_NTHRESH`. Los niveles están separados de manera exponencial. SE luego construye un “árbol” de los objetos, ramificándose cada vez que haya píxeles por encima de un umbral separados por píxeles debajo de este (Figura 4). Una rama es considerada un objeto diferente siempre que:

1. El número de cuentas en la rama (A en la figura) está por encima de una cierta fracción del número total de cuentas en toda la “isla”.
2. Hay al menos otra rama (B) por encima del mismo nivel que también supera esta fracción.

La fracción es definida en `DEBLEND_MINCONT`.

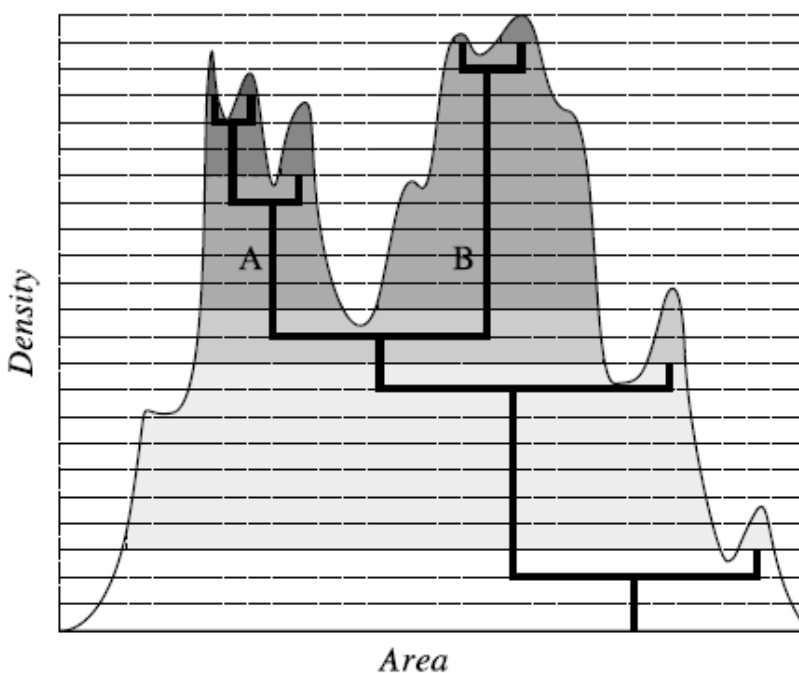


Figura 4: Diagrama esquemático del método utilizado para separar un objeto compuesto. El perfil de área del objeto (curva suave) puede ser descrito de una manera estructurada en árbol (líneas gruesas). La decisión de considerar o no una rama como un objeto distinto se determina de acuerdo a su intensidad relativa integrada (zona de color). En este caso, el objeto original se divide en dos componentes A y B.

El algoritmo va hacia abajo, desde las puntas de las ramas, y decide si en cada intersección se extraen dos o más objetos, o continúa su camino hacia abajo.

Para objetos débiles, o pobremente resueltos, la eficiencia del ‘deblending’ está limitada por el seeing y el muestreo.

El usuario puede controlar la operación multi-umbral a través de 3 parámetros. El primero es el número de umbrales de ‘deblending’ (DEBLEND_NTHRESH). Un buen valor es 32. Valores altos son generalmente inútiles, excepto quizás para imágenes que tienen un rango dinámico alto. El segundo parámetro es el parámetro de contraste DEBLEND_MINCONT. Valores de 0.001 a 0.01 dan mejores resultados. Poner DEBLEND_MINCONT a 0, significa que incluso el pico local más débil en el perfil será considerado como objeto separado. Configurándolo en 1 significa el ‘deblending’ no se autoriza. El último parámetro se refiere al tipo de escala utilizada para el umbral.

Parameter	Default	Type	Description
DEBLEND_MINCONT	-	float	Minimum contrast parameter for deblending.
DEBLEND_NTHRESH	-	integer	Number of deblending sub-thresholds.

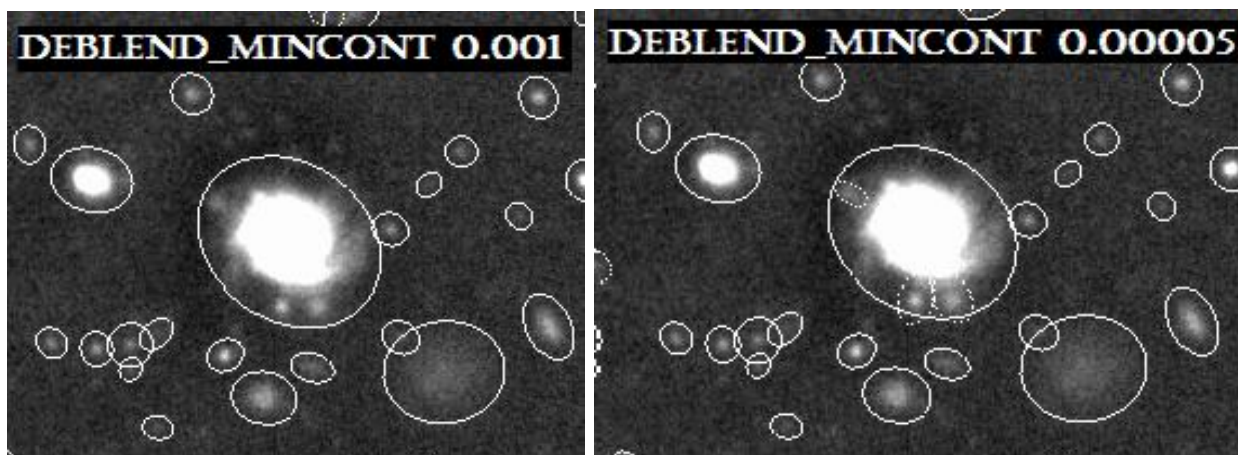


Figura 5: Imágenes de salida con distintos valores del parámetro DEBLEND_MINCONT.

Limpieza.

Existe la opción para “limpiar” la lista de objetos de artefactos debidos a objetos brillantes (configurar CLEAN a YES). Todas las detecciones son revisadas para ver si habrían sido detectadas (es decir, superado el umbral, etc.) si sus vecinos no se encontraran ahí. Para hacer esto, la contribución de los objetos vecinos tiene que ser calculada. Una estimación es realizada de un perfil de luz Moffat. El perfil Moffat es llevado a una misma escala y estirado para ajustar el perfil de los vecinos. La contribución al objeto de las alas del perfil Moffat es restado.

El perfil Moffat:

$$\frac{I(r)}{I(0)} = \frac{1}{(1 + k \times r^2)^\beta}$$

El CLEAN_PARAM es el parámetro β en la fórmula.

El valor para CLEAN_PARAM debe estar entre 0.1 y 1.

NOTA: la disminución de CLEAN_PARAM da alas más brillantes y una limpieza más agresiva.

Parameter	Default	Type	Description
CLEAN	-	boolean	If true, a cleaning of the catalog is done before being written to disk.
CLEAN_PARAM	-	float	Efficiency of cleaning.

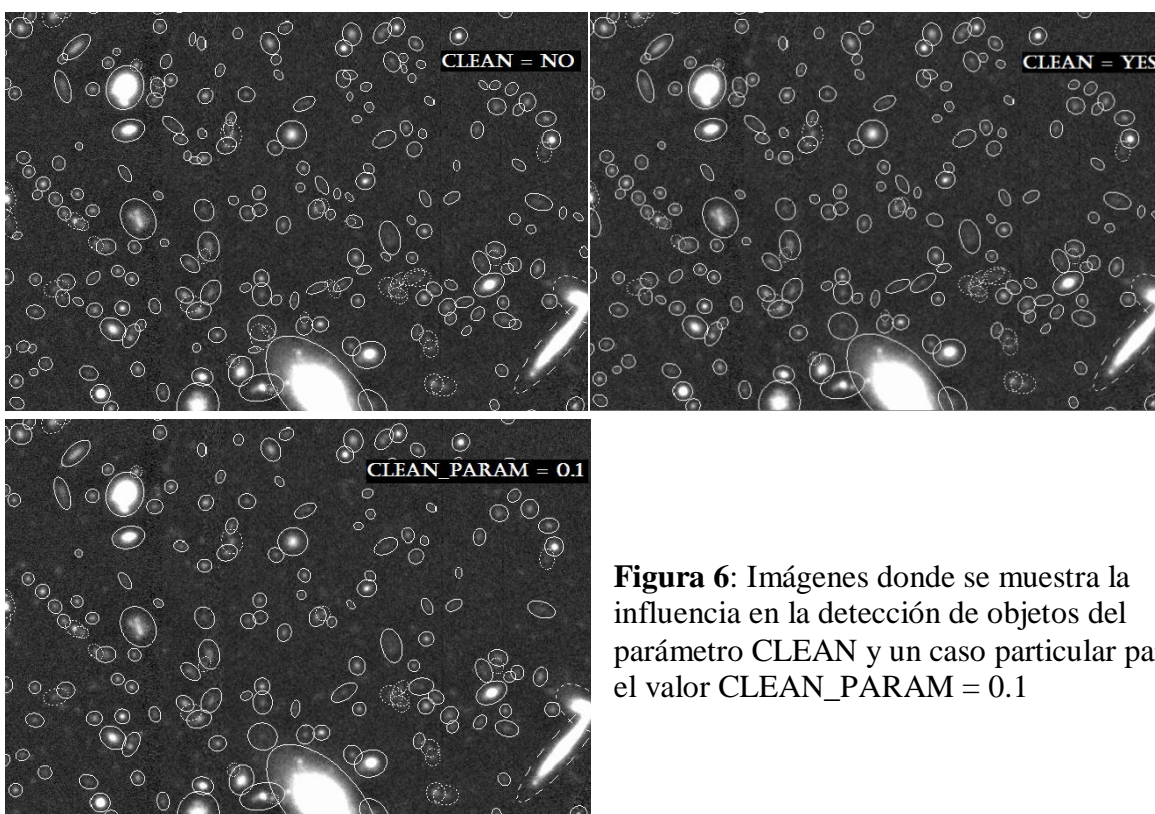


Figura 6: Imágenes donde se muestra la influencia en la detección de objetos del parámetro CLEAN y un caso particular para el valor CLEAN_PARAM = 0.1

Peso.

El nivel de ruido en imágenes astronómicas es a menudo bastante constante, esto es, valores constantes para la ganancia, el ruido de background y el nivel de detección pueden utilizarse sobre todo el frame. Por desgracia en algunos casos, esta aproximación no es lo suficientemente buena. Esto conduce a la detección de cúmulos de picos de ruido detectados en las partes más ruidosas de la imagen, o a la pérdida de objetos obvios en las partes más sensibles. SE es capaz de manejar imágenes con ruido variable. Lo realiza a través de mapas de peso, los cuales son frames que poseen el mismo tamaño que las

imágenes donde los objetos son detectados o medidos, y que describen la intensidad de ruido en cada pixel.

El peso para cada pixel es derivado de la siguiente forma:

$$weight = \frac{1}{variance} = \frac{1}{rms^2}$$

Formato de los mapas de peso.

SE acepta de entrada, distintos tipos de mapas de peso. Esto es controlado a través del parámetro de configuración WEIGHT_TYPE. Estos mapas de peso pueden ser leídos de archivos fits, cuyo nombre es especificado por la palabra WEIGHT_IMAGE, o calculado internamente. Los WEIGHT_TYPES válidos son:

- NONE: el peso no es aplicado. Los parámetros WEIGHT_IMAGE y WEIGHT_THRESH son ignorados.
- BACKGROUND: la imagen de ciencia misma se utiliza para calcular internamente un mapa de varianza (el parámetro WEIGHT_IMAGE relacionado es ignorado).
- MAP_RMS: la imagen fits especificada por el nombre del archivo WEIGHT_IMAGE debe contener un mapa de peso en unidades de la desviación estándar absoluta (en ADUs por pixel).
- MAP_VAR: la imagen fits especificada por el nombre del archivo WEIGHT_IMAGE debe contener un mapa de peso en unidades de la varianza relativa.
- MAP_WEIGHT: la imagen fits especificada por el nombre del archivo WEIGHT_IMAGE debe contener un mapa de peso en unidades de pesos relativos. Los datos son convertidos en unidades de varianza (por definición de varianza α 1/peso), y llevadas a una misma escala para MAP_VAR. MAP_WEIGHT es el mapa de peso más utilizado: un flat-field, por ejemplo, es generalmente una buena aproximación a un perfecto mapa de peso.

Parameter	Default	Type	Description
WEIGHT_GAIN	Y	boolean	If true, weight maps are considered as gain maps.
WEIGHT_IMAGE	weight.fits	strings ($n \leq 2$)	File name of the detection and measurement weightimage , respectively.
WEIGHT_TYPE	NONE	keywords ($n \leq 2$)	Weighting scheme (for single image, or detection and measurement images):
		NONE	no weighting,
		BACKGROUND	variance-map derived from the image itself,
		MAP_RMS	variance-map derived from an external RMS-map,
		MAP_VAR	external variance-map,
		MAP_WEIGHT	variance-map derived from an external weight-map,

NOTA:
WEIGHT_TYPE configurado a BACKGROUND no significa que la imagen de peso será utilizada para la determinación del background.

Fotometría.

SE tiene la posibilidad de calcular cuatro tipos de magnitudes: isofotal, isofotal corregida, abertura fija y abertura adaptativa (ver Figura 9). Para todas las magnitudes, una corrección aditiva de “punto cero” puede ser aplicada con la palabra MAG_ZEROPOINT.

Magnitud isofotal (MAG_ISO): son calculadas simplemente utilizando el umbral de detección como la isofota más baja, con el background como punto cero. El flujo o magnitud determinada de esto (cuentas en pixeles por encima del umbral menos el background) es el flujo/magnitud isofotal. Aparte del umbral (DETECT_THRESH) y la estimación del background, no hay nada que influya aquí.

Magnitud isofotal corregida (MAG_ISOCOR): en la realidad, los objetos raramente tienen sus flujos dentro de fronteras, parte del flujo está en las “alas” del perfil. SE puede realizar una corrección cruda para ello, suponiendo un perfil gaussiano simétrico para el objeto. Esto será el flujo/magnitud isofotal corregida. No hay parámetros que puedan influir en esta estimación.

Magnitud de abertura fija (MAG_APER): estima el flujo por encima del background dentro de una abertura circular. El diámetro de la abertura en pixeles (PHOTOM_APERTURES) es suministrada por el usuario (no tiene por qué ser un número entero ya que cada pixel es subdividido en 5x5 sub-pixeles antes de medir el flujo dentro de la abertura). Si MAG_APER se proporciona como un vector, MAG_APER[n], por lo menos n aberturas deben ser especificadas con PHOTOM_APERTURES.

Magnitud de abertura automática (MAG_AUTO): están destinadas a dar una estimación más precisa de “magnitudes totales” por lo menos para las galaxias. SE utiliza una abertura elíptica flexible alrededor de cada objeto detectado y mide el flujo dentro de ella, descrito en Kron (1980). Hay dos parámetros que regulan las aberturas elípticas: PHOT_AUTOPARAMS y PHOT_AUTOAPERS.

El radio característico de la elipse es:

$$r_1 = \frac{\sum r I(r)}{\sum I(r)}$$

También conocido como radio de Kron.

Kron (1980) e Infante (1987) mostraron que para estrellas y perfiles de galaxias convolucionadas con un seeing Gaussiano, $\geq 90\%$ del flujo se espera que se encuentre dentro de una abertura circular de radio kr_1 si $k=2$, casi independientemente de su magnitud. $k=2$ define un especie de balance entre errores sistemáticos y aleatorios. El valor del factor k determina el cambio relativo en elipticidad en un objeto de su núcleo a su borde. Y el factor R_{min} (ambos k y R_{min} definidos en PHOT_AUTOPARAMS) es la escala hasta donde extender la abertura más allá del radio de mitad de luz para calcular la fotometría.

Escogiendo $k=2.5$, la fracción media de flujo perdido cae alrededor de 10% a 6%. PHOT_AUTOAPERS son los diámetros de abertura mínimos para la fotometría de Kron. Son utilizados en caso que el radio de abertura de Kron está por debajo de R_{min}

especificado en PHOT_AUTOPARAMS. Los valores por defecto en el archivo default.sex (2.5,3.5) son probablemente los mejores para la mayoría de las aplicaciones.

Parameter	Default	Type	Description
PHOT_AUTOPARAMS	-	floats (n = 2)	MAG AUTO controls: scaling parameter k of the 1st order moment, and minimum Rmin (in units of A and B).
PHOT_AUTOAPERS	0.0,0.0	floats (n = 2)	MAG AUTO minimum (circular) aperture diameters: estimation disk, and measurement disk.

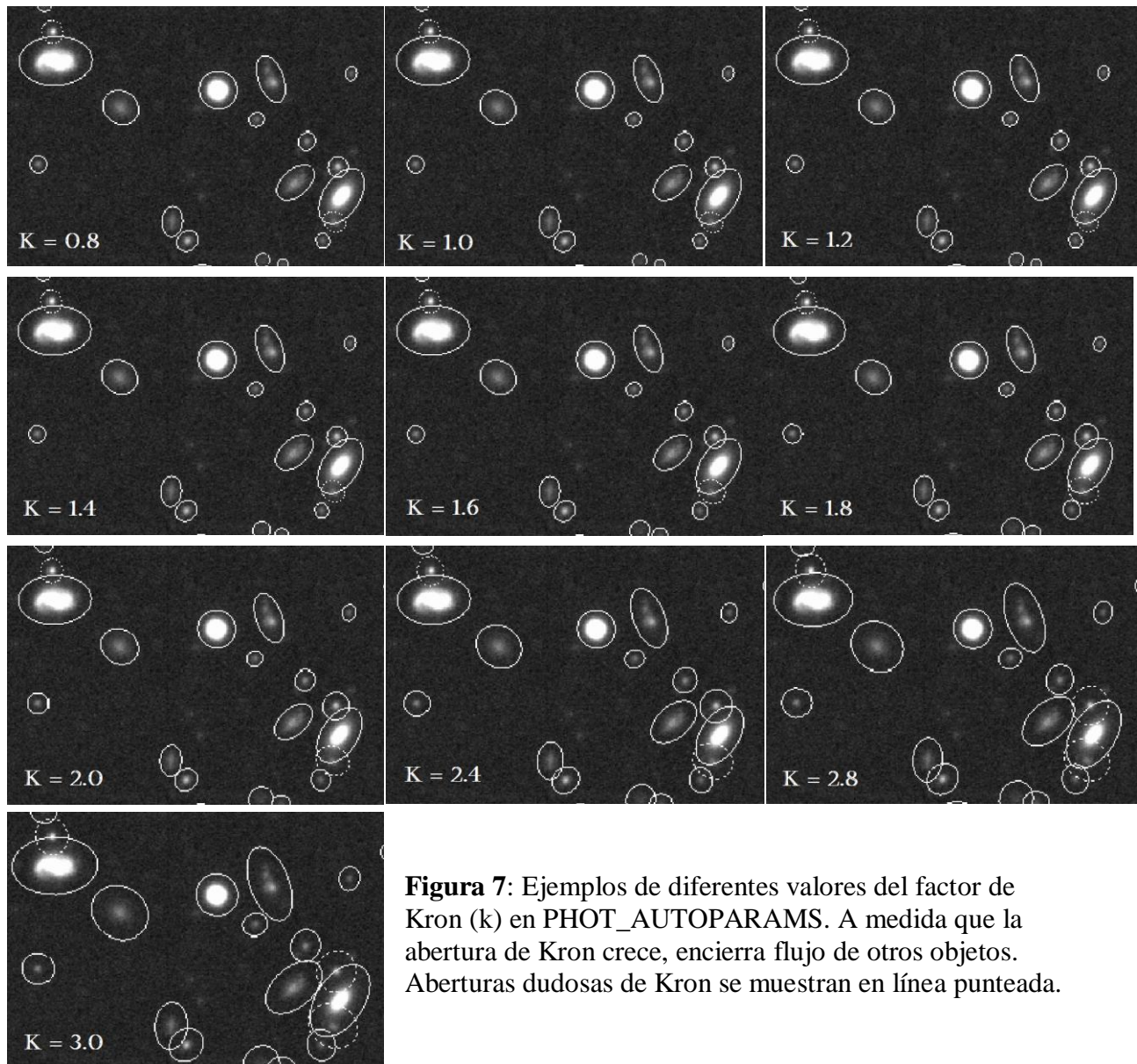


Figura 7: Ejemplos de diferentes valores del factor de Kron (k) en PHOT_AUTOPARAMS. A medida que la abertura de Kron crece, encierra flujo de otros objetos. Aberturas dudosas de Kron se muestran en línea punteada.

En las últimas versiones de SE, la fotometría en MAG_AUTO ha sido mejorada. La primera mejora es una sustracción cruda de todos los vecinos que han sido detectados alrededor de la fuente medida (la opción MASK_TYPE BLACK). La segunda mejora, es una corrección automática de partes de la abertura que se sospecha de contaminación por un vecino (la opción MASK_TYPE CORRECT, que es opción por defecto). Las magnitudes MAG_ISOCOR y MAG_AUTO pierden alrededor de la misma fracción de flujo en estrellas o en perfiles de galaxias compactas: alrededor 0.06% para los parámetros por defecto.

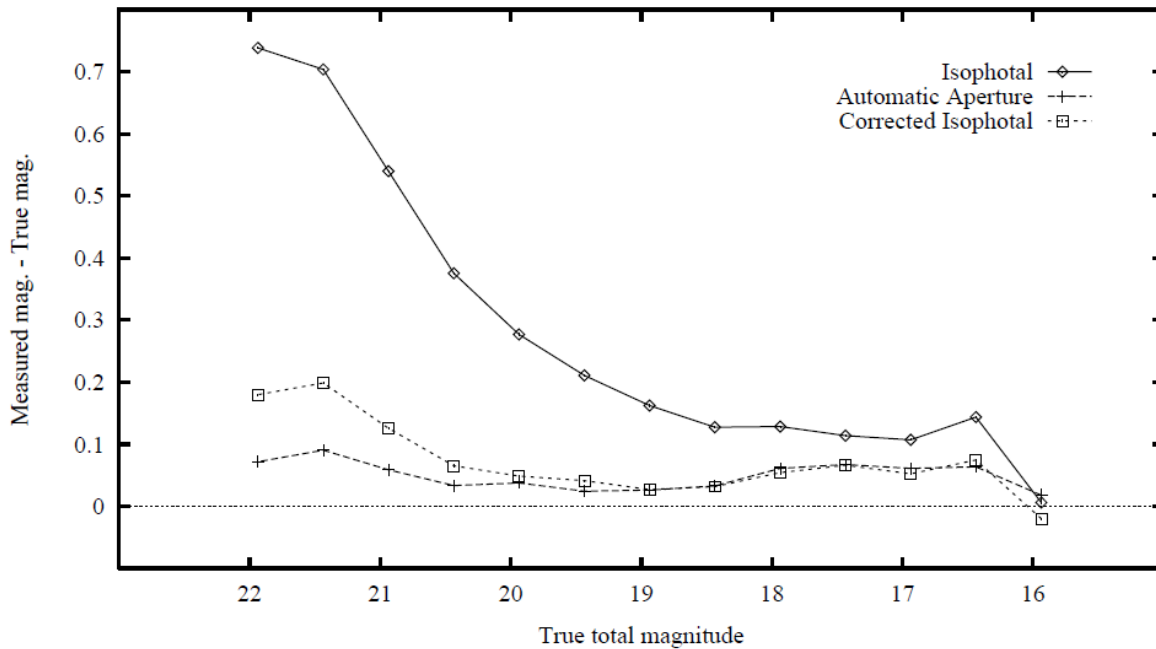


Figura 8: Flujo perdido (expresado como una diferencia de magnitud media) con diferentes técnicas de fotometría sobre objetos débiles, en función de la magnitud total. Solo han sido consideradas galaxias aisladas de las simulaciones.

La Figura 8 muestra la pérdida media de flujo medido con aberturas fotométricas isofotal (umbral = $24.4 \text{ mag.arcsec}^{-2}$), isofotal corregida y automática, para galaxias simuladas.

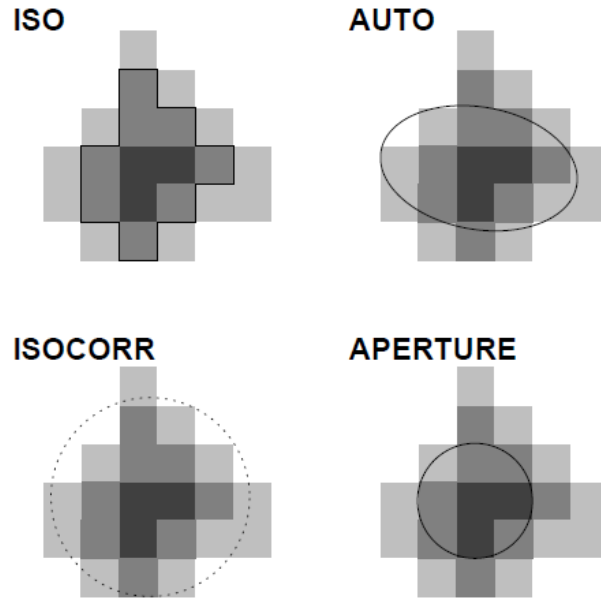


Figura 9: ilustración de las diferentes posibles aberturas: ISO, ISOCOR, AUTO y APER (utilizadas en PHOT_APERTURES)

El último punto relativo a fotometría es el background. La suposición de que el background “local” asociado a un objeto puede ser interpolado para el mapa del background global, no es válida para regiones pobladas. Un ejemplo es el caso de un cúmulo globular superpuesto sobre el bulge de una galaxia. SE ofrece la posibilidad de estimar localmente el background utilizado para calcular magnitudes. Cuando esta opción está activada (BACKGROUND_TYPE LOCAL en lugar de GLOBAL), el background “fotométrico” es estimado dentro de un “annulus rectangular” alrededor del límite isofotal del objeto. El ancho del annulus (en pixeles) puede ser especificado por el usuario con BACKPHOTO_SIZE. Un típico valor es 24.

Radio t́picos.

Hay varias opciones de salida para describir el tamaño t́pico de un objeto. A menudo, también se define una abertura que tiene el fin de capturar un objeto extendido como una galaxia.

Radio efectivo: SE tiene la opción de poner radios que contienen una cierta fracción de la luz. El valor por defecto es 0.5 (radio a mitad de luz). PHOT_FLUXFRAC 0.2, 0.5, 0.9 son tres radios que contienen el 20%, 50% y 90% de la luz respectivamente.

Parameter	Default	Type	Description
PHOT_FLUXFRAC	0.5	floats ($n \leq 32$)	Fraction of FLUX AUTO defining each element of the FLUX RADIUS vector.

Radio de Kron: el radio de Kron es el tamaño t́pico de la abertura descrita en la fotometría AUTO. El proceso de fotometría está controlado por PHOT_AUTOPARAMS.

Parameter	Default	Type	Description
PHOT_AUTOPARAMS	2.5, 1.5	floats ($n=2$)	MAG_AUTO parameters: (Kron_fact),(min_radius)
PHOT_AUTOAPERS	0.0,0.0	floats ($n = 2$)	MAG_AUTO minimum (circular) aperture diameters: estimation disk, and measurement disk.

Radio de Petrosian: este es otro radio definido para fotometría y este parámetro también posee un solo parámetro de entrada asociado a él, PHOT_PETROPARAMS.

Sin embargo, hay un parámetro definido para el parámetro de Petrosian y este es η .

Generalmente está configurado a 0.2, pero ocasionalmente se establece en 0.5.

Petrosian define un punto en el perfil radial de luz en el cual la isofota en ese radio es una cierta fracción del brillo superficial promedio dentro de ese radio.

$$\eta(R) = \frac{2\pi \int_0^R I(R')R'dR'}{\pi R^2 I(R)} = \frac{\langle I \rangle_R}{I(R)}$$

Parameter	Default	Type	Description
PHOT_PETROPARAMS	2.0, 3.5	floats ($n=2$)	MAG_PETRO parameters: (Petrosian_fact),(min_radius)

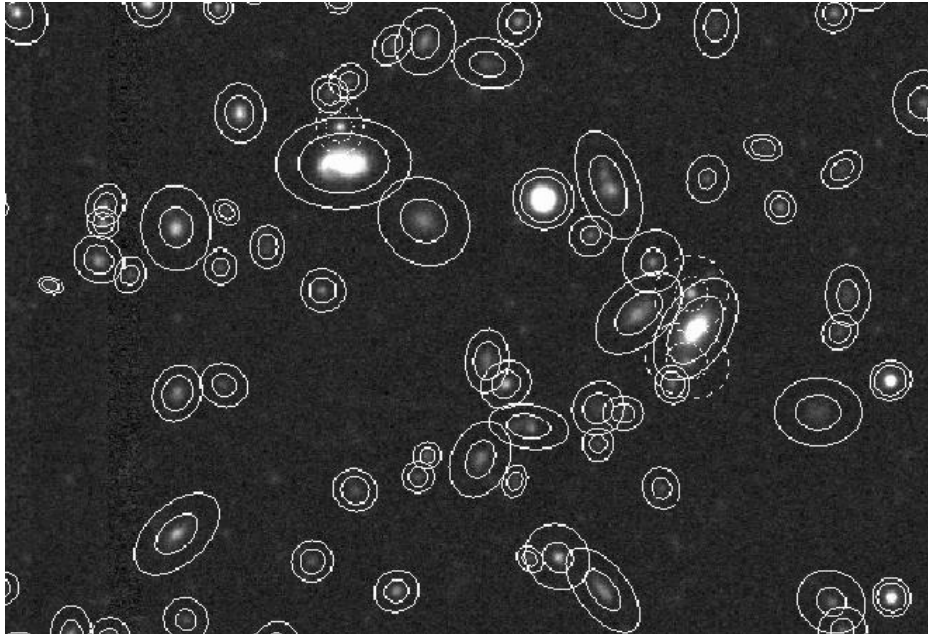


Figura 10: Se muestran dos radios visibles, Kron y Petrosian. Petrosian es usualmente el radio exterior.

Ajustes de salida de SE.

SE posee dos tipos de salida: los catálogos con toda una gama de características de cada uno de los objetos detectados, y las salidas que permiten comparar las estimaciones del background, aberturas y objetos de SE con los datos reales.

Catálogo.

En CATALOG_NAME uno debe especificar el nombre del catálogo de salida. El CATALOG_TYPE permite especificar el tipo de catálogo de salida (como por ejemplo ASCII).

Parameter	Default	Type	Description
CATALOG_NAME	-	string	Name of the output catalog. If the name "STDOUT" is given and CATALOG TYPE is set to ASCII, ASCII HEAD, or ASCII SKYCAT, the catalog will be piped to the standard output (stdout)
CATALOG_TYPE	-	keyword	Format of output catalog: ASCII ASCII table; the simplest, but space and time consuming, ASCII HEAD as ASCII, preceded by a header containing information about the content, ASCII SKYCAT SkyCat ASCII format (WCS coordinates required), FITS_1.0 FITS format as in SExtractor 1, FITS_LDAC FITS "LDAC" format (the original image header is copied).
PARAMETERS_NAME	-	string	The name of the file containing the list of parameters that will be computed and put in the catalog for each object.

Identificación cruzada dentro de SE.

SE permite realizar una identificación cruzada de cada detección con una lista ASCII. Los parámetros de configuración relacionados con la identificación cruzada están prefijados con ASSOC.

Lista ASSOC.

El proceso de ASSOC se inicia mediante la solicitud en el archivo de parámetros de al menos uno de los parámetros: VECTOR_ASSOC y NUMBER_ASSOC. Luego SE busca un archivo ASCII (llamémosla la lista ASSOC) cuyo nombre de archivo debe estar especificado en la palabra de configuración ASSOC_NAME. La lista ASSOC debe

contener columnas de números separados por espacios. Cada línea describe una fuente que va a entrar en el proceso de identificación cruzada. Esto significa que se puede utilizar cualquier catálogo ASCII generado en alguna corrida previa de SE como la lista ASSOC. Para realizar la identificación cruzada, SE necesita saber cuáles son las columnas que contienen las coordenadas x e y en la lista ASSOC. Esto se especifica utilizando mediante el parámetro de configuración ASSOC_PARAMS. La sintaxis es: “ASSOC_PARAMS cx,cy[,cz]”, donde cx y cy son las posiciones de las columnas conteniendo las coordenadas x e y. cz (opcional) especifica una columna adicional que contiene algún parámetro “z”, parámetro que se puede utilizar para control. Z será típicamente una estimación del flujo. cz es necesario si ASSOC_TYPE es MIN, MAX, MEAN o MAG_MEAN.

Parameter	Default	Type	Description
ASSOC_NAME	sky.list	string	Name of the ASSOC ASCII file.
ASSOC_PARAMS	2,3,4	integers ($n \leq 2, n \leq 3$)	Nos of the columns in the ASSOC file that will be used as coordinates and weight for cross-matching.
ASSOC_RADIUS	2.0	float	Search radius (in pixels) for ASSOC.
ASSOC_TYPE	MAG_SUM	keyword	Method for cross-matching in ASSOC:
		FIRST	keep values corresponding to the first match found,
		NEAREST	values corresponding to the nearest match found,
		MEAN	weighted-average values,
		MAG_MEAN	exponentially weighted average values,
		SUM	sum values,
		MAG_SUM	exponentially sum values,
		MIN	keep values corresponding to the match with minimum weight,
		MAX	keep values corresponding to the match with maximum weight.

Controlar el proceso ASSOC.

Dos parámetros de configuración controlan los procesos ASSOC. El primero, ASSOC_RADIUS, que acepta un número decimal, representa la máxima distancia (en pixeles) que debe tener el baricentro de una detección en SE y un miembro en la lista ASSOC para poder considerarlo una coincidencia. Este número debe tener en cuenta las incertezas posicionales en ambos catálogos. En la mayoría de los casos, un valor de unos pixeles no tendrá problema. El segundo parámetro de configuración, ASSOC_TYPE, acepta una palabra como argumento y selecciona el tipo de proceso de identificación que uno quiere:

- FIRST: esta es la manera más simple de realizar una identificación cruzada. No requiere la columna cz en ASSOC_PARAMS. La primera coincidencia geométrica encontrada durante la exploración en la lista ASSOC se mantiene con la coincidencia actual. Esto puede ser utilizado para catálogos con poca densidad espacial.
- NEAREST: esta opción no requiere la columna cz en ASSOC_PARAMS. La coincidencia es realizada con el miembro de la lista ASSOC más cercano (en posición) a la posición actual, siempre y cuando se encuentre dentro de ASSOC_RADIUS.
- SUM: todos los parámetros emitidos por los miembros de la lista ASSOC cuya geometría coincide con la detección son sumados, cz no se requiere.
- MAG_SUM: todos los parámetros c_i , emitidos por los miembros de la lista ASSOC cuya geometría coincide con la detección son combinados utilizando la siguiente ley:

$$-2.5 \log(\sum_i 10^{-0.4c_i})$$

Esta opción le permite a uno sumar las contribuciones del flujo a partir de datos de magnitudes. cz no se requiere.

- MIN: entre todas las coincidencias geométricas, mantiene el miembro de la lista ASSOC que tiene el menor parámetro z.
- MAX: entre todas las coincidencias geométricas, mantiene el miembro de la lista ASSOC que tiene el mayor parámetro z.
- MEAN: a todos los parámetros emitidos por los miembros de la lista ASSOC que coincide geoméricamente con la detección, se les aplica un promedio pesado, utilizando el parámetro z como peso.
- MAG_MEAN: a todos los parámetros emitidos por los miembros de la lista ASSOC cuya geometría coincida con la detección, se les aplica un promedio pesado utilizando $10^{-0.4z}$ como peso.

Salidas de ASSOC.

La salida de datos de ASSOC en el catálogo de SE se realiza a través del parámetro de catálogo VECTOR_ASSOC(). VECTOR_ASSOC() es un vector, cada elemento se refiere a una columna de entrada de la lista ASSOC.

NUMBER_ASSOC contiene el número de miembros de la lista ASSOC que geoméricamente coinciden con las detecciones del SE.

El parámetro de configuración ASSOC_DATA es utilizado para decirle a SE a qué columnas se refiere cada elemento de VECTOR_ASSOC(). La sintaxis de ASSOC_DATA es similar a la de ASSOC_PARAMS: “ASSOC_DATA c₁,c₂,c₃...” donde c_i son las posiciones de las columnas en la lista ASSOC. El caso especial “ASSOC_DATA()” le dice a SE cómo propagar todas las columnas del archivo ASSOC al catálogo de salida. Hay situaciones en las que sería conveniente mantener en el catálogo de salida de SE sólo las detecciones que han coincidido con algún miembro de la lista ASSOC. Esta característica es controlada por el parámetro de configuración ASSOCSELECT_TYPE, que acepta una de las tres opciones:

- ALL: mantiene todas las detecciones de SE, independientemente de las coincidencias. Este es el valor por defecto.
- MATCHED: mantiene solamente las detecciones de SE que coincidieron con al menos un miembro de la lista ASSOC.
- -MATCHED: mantiene solamente las detecciones de SE que no hayan coincidido con ningún miembro de la lista ASSOC.

Parameter	Default	Type	Description
ASSOCSELEC_TYPE	MATCHED	keyword	What sources are printed in the out-put catalog in case of ASSOC:
		ALL	all detections,
		MATCHED	only matched detections,
		-MATCHED	only detections that were not matched.
ASSOC_DATA	2,3,4	integers ($n \leq 32$)	Numbers of the columns in the ASSOC file that will be copied to the catalog out-put.

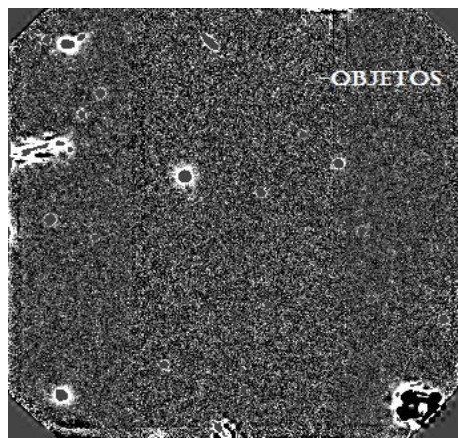
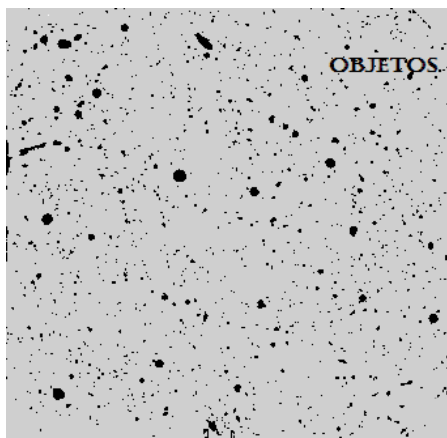
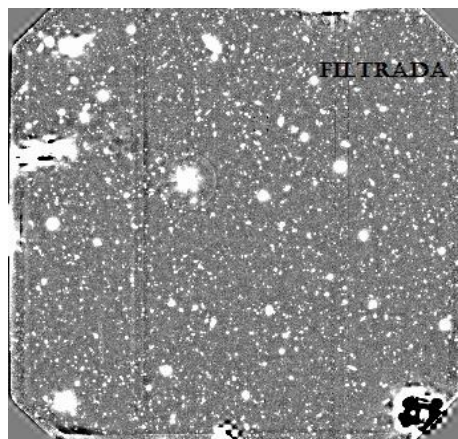
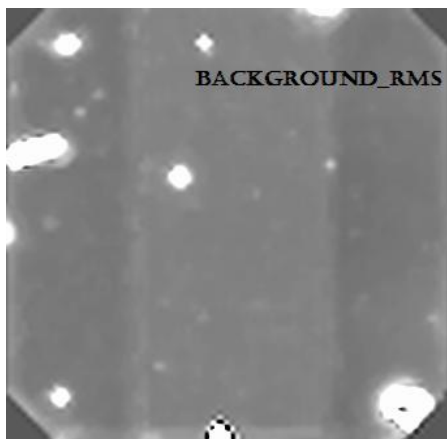
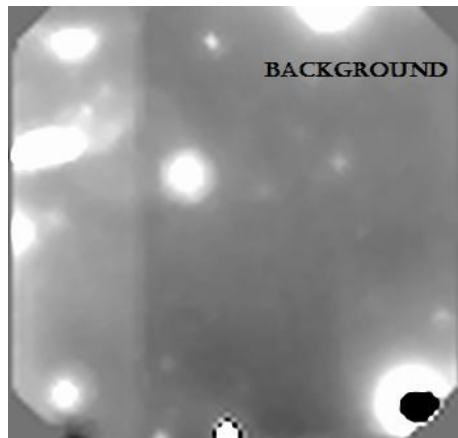
Imágenes de chequeo.

SE puede dar salida a algunos mapas utilizados en pasos intermedios. Los nombres de los archivos fits de salida son especificados en CHECKIMAGE_NAME.

El tipo de archivo de salida uno puede definirlo en CHECKIMAGE_TYPE. La mayoría de estos tienen que ver con la estimación del background. Las excepciones notables son las opciones de APERTURES y SEGMENTATION. APERTURES es un buen diagnóstico sobre si el umbral es correcto y la SEGMENTATION mostrará si los objetos se dividen demasiado o no. Además la imagen de segmentación puede ser utilizada como entrada para programas de ajuste de objetos extendidos como GALFIT y GIM2D.

NOTA: la imagen APERTURES muestra las aberturas que uno ha solicitado. Si se configuró la MAG_AUTO, el radio de Kron se dibujará sobre la imagen de chequeo.

Parameter	Type	Description
CHECKIMAGE_TYPE	keywords ($n \leq 16$)	Type of information to put in the check-images :
	NONE	no check-image,
	IDENTICAL	identical to input image (useful for converting formats),
	BACKGROUND	full-resolution interpolated background map,
	BACKGROUND_RMS	full-resolution interpolated background noise map,
	MINIBACKGROUND	low-resolution background map,
	MINIBACK_RMS	low-resolution background noise map,
	-BACKGROUND	background-subtracted image,
	FILTERED	background-subtracted filtered image (requires FILTER = Y),
	OBJECTS	detected objects,
	-OBJECTS	background-subtracted image with detected objects blanked,
	APERTURES	MAG APER and MAG AUTO integration limits,
	SEGMENTATION	display patches corresponding to pixels attributed to each object.



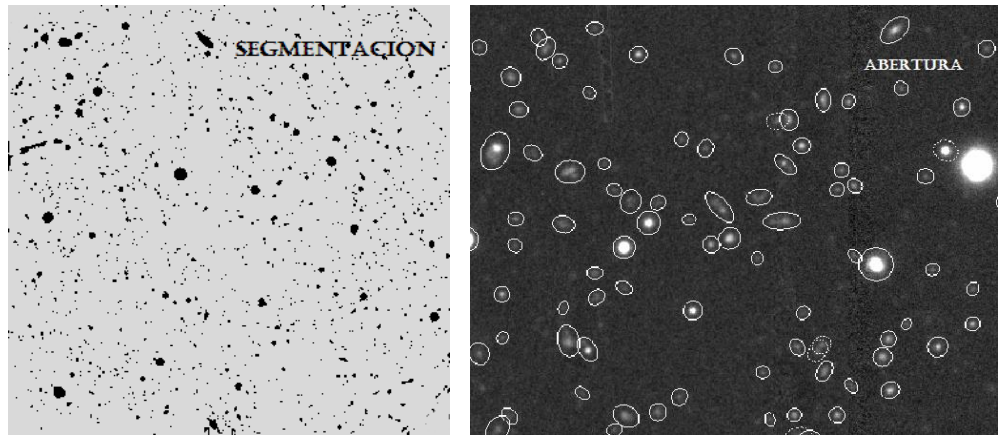


Figura 11: Diferentes posibilidades de imágenes de chequeo.

Parámetros de salida.

Los parámetros que uno quiera en los catálogos deben estar listados en el archivo que se le dio a PARAMETERS_NAME.

Los parámetros en el catálogo de salida de SE pueden ser divididos en parámetros geométricos, fotométricos, astrométricos y parámetros de ajuste. Los parámetros geométricos nos darán qué tipo de forma posee el objeto (básicamente cómo la luz de los objetos está distribuida sobre los pixeles) y los parámetros fotométricos nos dirán simplemente cuánta luz hay allí. Los parámetros astrométricos darán la posición de los objetos en la imagen, ya sea en pixeles u otras coordenadas. Los parámetros de ajuste son calculados del ajuste de PSF a los datos del objeto.

Hay algunos parámetros que no entran en estas categorías; el número de catálogo, los parámetros flag y los parámetros asociados con los catálogos de correlación cruzada.

Parámetros fotométricos.

Los parámetros fotométricos, ya sea el flujo o magnitud, son determinados por SE. Sin embargo SE posee diferentes maneras de determinar estos: isofotal, isofotal corregida, automática y abertura.

Hay otros dos parámetros fotométricos de interés: MU_MAX, el brillo superficial del pixel más brillante y el MU_THRESHOLD, el brillo superficial correspondiente al umbral. Este último parámetro es útil para inspeccionar si el umbral está relacionado con respecto al RMS del background. El valor del background en la posición del objeto a menudo también es interesante conocerlo.

NOTA: para mediciones de color, las opciones ISO y APER son buenas, especialmente cuando ejecutamos en modo dual, ya que sabemos que las aberturas son las mismas. Las otras aberturas pueden incluir luz de diferentes objetos en los campos poblados.

Parámetros astrométricos.

Los parámetros astrométricos son bastantes simples; dirán dónde se encuentra ubicado el objeto. Ya sea utilizar por centro de los objetos el pixel de flujo máximo, o el baricentro, esto se especifica en la siguiente lista:

Name	description	unit
XMIN_IMAGE	Minimum x-coordinate among detected pixels	pixel
YMIN_IMAGE	Minimum y-coordinate among detected pixels	pixel
XMAX_IMAGE	Maximum x-coordinate among detected pixels	pixel
YMAX_IMAGE	Maximum y-coordinate among detected pixels	pixel
YPEAK_IMAGE	y-coordinate of the brightest pixel	pixel
XPEAK_WORLD	World-x coordinate of the brightest pixel	deg
YPEAK_WORLD	World-y coordinate of the brightest pixel	deg
ALPHAPEAK_SKY	Right ascension of brightest pix (native)	deg
DELTAPEAK_SKY	Declination of brightest pix (native)	deg
ALPHAPEAK_J2000	Right ascension of brightest pix (J2000)	deg
DELTAPEAK_J2000	Declination of brightest pix (J2000)	deg
ALPHAPEAK_B1950	Right ascension of brightest pix (B1950)	deg
DELTAPEAK_B1950	Declination of brightest pix (B1950)	deg
X_IMAGE	Object position along x	pixel
Y_IMAGE	Object position along y	pixel
X_IMAGE_DBL	Object position along x (double precision)	pixel
Y_IMAGE_DBL	Object position along y (double precision)	pixel
X_WORLD	Barycenter position along world x axis	deg
Y_WORLD	Barycenter position along world y axis	deg
X_MAMA	Barycenter position along MAMA x axis	m ⁻⁶
Y_MAMA	Barycenter position along MAMA y axis	m ⁻⁶
ALPHA_SKY	Right ascension of barycenter (native)	deg
DELTA_SKY	Declination of barycenter (native)	deg
ALPHA_J2000	Right ascension of barycenter (J2000)	deg
DELTA_J2000	Declination of barycenter (J2000)	deg
ALPHA_B1950	Right ascension of barycenter (B1950)	deg
DELTA_B1950	Declination of barycenter (B1950)	deg

NOTA: las posiciones x e y (con excepción de los valores “PEAK”) son los baricentros de los objetos; la posición media pesada.

Los valores PEAK son los valores *x* e *y*, *ra* y *dec* de la posición del pixel más brillante. Los valores para el flujo y el brillo superficial de ese pixel pueden encontrarse en los distintos parámetros de salida FLUX_MAX y MU_MAX respectivamente. La diferencia entre la posición del pixel más brillante y el centro del objeto (baricentro) puede ayudar a identificar objetos fusionados.

Parámetros geométricos.

Los parámetros geométricos describen la forma y tamaño del objeto. SE calcula los momentos de un objeto y determina los parámetros elípticos de este. Tanto los momentos como los parámetros elípticos y derivados de ellos pueden ser incluidos en la salida. Los momentos de primer orden son los baricentros, pero los momentos de segundo orden también pueden darse.

$$X = \bar{x} = \frac{\sum I_i x_i}{\sum I_i} \quad X2 = \overline{x^2} = \frac{\sum I_i x_i^2}{\sum I_i} - \bar{x}^2$$
$$Y = \bar{y} = \frac{\sum I_i y_i}{\sum I_i} \quad Y2 = \overline{y^2} = \frac{\sum I_i y_i^2}{\sum I_i} - \bar{y}^2$$
$$XY = \overline{xy} = \frac{\sum I_i x_i y_i}{\sum I_i} - \bar{x}\bar{y}$$

Parámetro areal.

Esto puede ser realizado por los parámetros que describen la isofota ajustada por SE o de la conclusión de la clasificación de la red neuronal. Para obtener una idea del tamaño del objeto, razonablemente independientes del brillo, del FWHM o del FLUX_RADIUS. SE divide un objeto en 7 isofotas por encima de ANALYSIS_THRESH. Las áreas por encima de las isofotas se introducen a la red neuronal. Esto se puede poner en el catálogo con los parámetros ISOn.

Name	description	unit
ISOAREA_WORLD	Isophotal area above Analysis threshold	deg ²
ISOAREAF_WORLD	Isophotal area (filtered) above Detection threshold	deg ²
ISO0	Isophotal area at level 0	pixel ²
ISO1	Isophotal area at level 1	pixel ²
ISO2	Isophotal area at level 2	pixel ²
ISO3	Isophotal area at level 3	pixel ²
ISO4	Isophotal area at level 4	pixel ²
ISO5	Isophotal area at level 5	pixel ²
ISO6	Isophotal area at level 6	pixel ²
ISO7	Isophotal area at level 7	pixel ²

Full-Width Half Max.

Suponiendo un perfil gaussiano para los objetos, puede ser calculado el FWHM. Ningún objeto es gaussiano (especialmente en las alas) pero esto nos puede dar una idea razonable del ancho de la PSF en el caso de una estrella, por ejemplo.

Name	description	unit
FWHM_WORLD	FWHM assuming a Gaussian core	pixel
FWHM_WORLD	FWHM assuming a Gaussian core	deg
VIGNET	Pixel data around detection	count
VIGNET_SHIFT	Pixel data around detection corrected for shift	count
THRESHOLDMAX	Maximum threshold possible for detection	count

Radios.

Los indicadores para el tamaño de objetos son múltiples y SE puede proveer muchos de ellos si así se desea. Especialmente para fuentes extendidas, varios esquemas han sido desarrollados para definir una abertura para determinar el flujo total y caracterizar el tamaño de un objeto. El parámetro de salida KRON_RADIUS, es el indicador de tamaño de la abertura de KRON. Alternativamente, está el PETROSIAN_RADIUS.

Ambos se expresan en múltiplos del semieje mayor.

Radius	symbol	Description
Kron	R_1	The typical size of the flexible aperture -computed from moments-defined by ?.
Petrosain	R_p	The radius at which the surface brightness of the isophote is η times the average surfacebrightness within this isophote.
Effective Half-light	R_e	The radius containing 50% of the total flux of an object. same radius.
Typical deVaucouleur	R_t or h R_{25}	The scale in the exponential disk $I = I_0 \exp(-R/R_t)$ The radius at which the B-band isophote is 25 mag arcsec ⁻² . This is a common Radius as it is listed in the third reference catalog (RC3)

Clasificación de objetos.

La clasificación de SE de los objetos, es en base a la salida de una red neuronal: parámetro CLASS_STAR. Este toma valores entre 0 (galaxia, o mejor dicho no estrella) y 1 (estrellas). Afortunadamente, no se necesita entender la red neuronal para utilizar esto, pero hay varios parámetros de entrada que están directamente relacionados con el parámetro CLASS_STAR.

- PIXEL_SCALE: tamaño del pixel en arcsec (para los parámetros de brillo superficial, FWHM y separación estrella/galaxia solamente).
- SEEING_FWHM: FWHM de la imagen estelar en arcsec. Esta cantidad es utilizada solamente para la separación estrella/galaxia de la red neuronal tal como se expresa en la salida CLASS_STAR.

La NNW tiene que tomar en cuenta la escala y el desenfoque de los objetos antes de la clasificación.

Hay algunos parámetros de los cuales ésta depende indirectamente:

- BACK_SIZE: tamaño (en pixeles) de la malla de background.
- THRESH_TYPE: significado de los parámetros DETECT_THRESH y ANALYSIS_THRESH.
 - RELATIVE: factor de escala con el RMS del background.
 - ABSOLUTE: nivel absoluto (en ADUs o en brillo superficial).
- ANALYSIS_THRESH: umbral (en brillo superficial) en el que el CLASS_STAR y el FWHM operan.
 - 1 argumento: relativo al RMS del background.
 - 2 argumentos: μ (mag.arcsec⁻²), zero-point (mag).

Obviamente los niveles de brillo de los objetos considerados, influyen en gran medida la clasificación. Si solo los niveles superiores son considerados, aún galaxias claras pueden ser clasificadas como estrellas (el disco se encuentra por debajo del umbral) y si el umbral es muy bajo, el ruido aleatorio puede hacerse pasar por una galaxia débil.

- DEBLEND_MINCONT: parámetro de contraste mínimo para la separación.
- DEBLEND_NTHRESH: numero de sub-umbrales de ‘deblending’.

NOTA: si el ‘deblending’ es demasiado exigente, una sola galaxia puede ser separada en varios objetos.

Un DEBLEND_NTHRESH de 32 y DEBLEND_MINCONT de orden 0.01 son una buena combinación para comenzar.

Flags.

Tanto los indicadores internos como externos son accesibles para cada objeto. Los indicadores internos se producen por los distintos procesos de detección y medición dentro de SE; ellos indican por ejemplo, si un objeto está saturado o ha sido truncado en el borde de la imagen. Los indicadores externos provienen de los “flags-maps”: estas son imágenes

con el mismo tamaño que la utilizada para la detección de objetos, donde números enteros pueden ser utilizados para marcar algunos pixeles (por ejemplo, pixeles malos o ruidosos). Diferentes combinaciones de indicadores pueden ser aplicados dentro de un área isofotal que define cada objeto, para producir un único valor que será escrito en el catálogo.

Indicadores internos.

Los indicadores internos son siempre calculados y el archivo default.param los enumera. Son accesibles a través del parámetro FLAGS; el cual contiene, codificado en decimal, todos los indicadores de extracción como una suma de potencias de 2:

- 1 los objetos poseen vecinos, brillantes y lo suficientemente cerca para sesgar significativamente la fotometría MAG_AUTO, o pixeles malos (más del 10% del área integrada afectada).
- 2 El objeto fue mezclado con otro.
- 4 Al menos un pixel del objeto está saturado (o muy cerca a)
- 8 El objeto está truncado (muy cerca del borde de la imagen)
- 16 Los datos de abertura de los objetos están incompletos o dañados
- 32 Los datos isofotales de los objetos están incompletos o dañados
- 64 Un desdoblamiento de la memoria ocurrió durante el 'deblending'
- 128 Un desdoblamiento de la memoria ocurrió durante la extracción.

Por ejemplo, un objeto cerca del borde, la imagen puede tener FLAGS=16, y quizás $FLAGS=8+16+32=56$. Los indicadores se combinan de tal manera que un único número resultará como el indicador de entrada en los catálogos.

Indicadores externos.

SE entiende que debe procesar los indicadores externos cuando IMAFLAGS_ISO o NIMAFLAGS_ISO están presentes en el archivo de catálogo de parámetros. Luego busca la imagen fits especificada por la palabra FLAG_IMAGE en el archivo de configuración. La imagen fits debe contener el flag-map, en la forma de una matriz de 2 dimensiones de 8, 16 o 32 bits enteros. Debe tener el mismo tamaño como la imagen utilizada para la detección.

Los valores del flag-map de los pixeles que coinciden con el área isofotal de un dado objeto detectado se combinan, y se almacenan en el catálogo como número entero IMAFLAGS_ISO. Pueden seleccionarse 5 tipos de combinaciones utilizando la palabra de configuración FLAG_TYPE:

FLAG_TYPE	OR	<i>keyword</i>	Combination method for flags on the same object:
		OR	- arithmetical OR,
		AND	- arithmetical AND,
		MIN	- minimum of all flag values,
		MAX	- maximum of all flag values,
		MOST	- most common flag value.

Aplicando SExtractor.

Luego de haber visto, a grandes rasgos, los distintos parámetros que presenta SE, y cómo influye cada uno de ellos sobre los archivos, nos avocamos a la aplicación del software sobre el conjunto de imágenes del programa de observación mencionado en un principio, GN-2008B-Q-14 (PI: Favio Faifer), el cual presenta 4 campos pertenecientes al grupo Pegasus; 2 de ellos involucran a las galaxias NGC 7619 y NGC 7626.

Con el objetivo de realizar un estudio de los cúmulos globulares presentes en el grupo, es necesario poder detectar la mayor cantidad de objetos sobre estas imágenes, y por ello es que recurrimos a la utilización de SE para poder llevar a cabo dicho fin.

En este caso, los datos que obtendremos de SE y que utilizaremos posteriormente como entrada para realizar la fotometría utilizando tareas de IRAF (Image Reduction and Analysis Facility), son las posiciones y magnitudes de los objetos detectados.

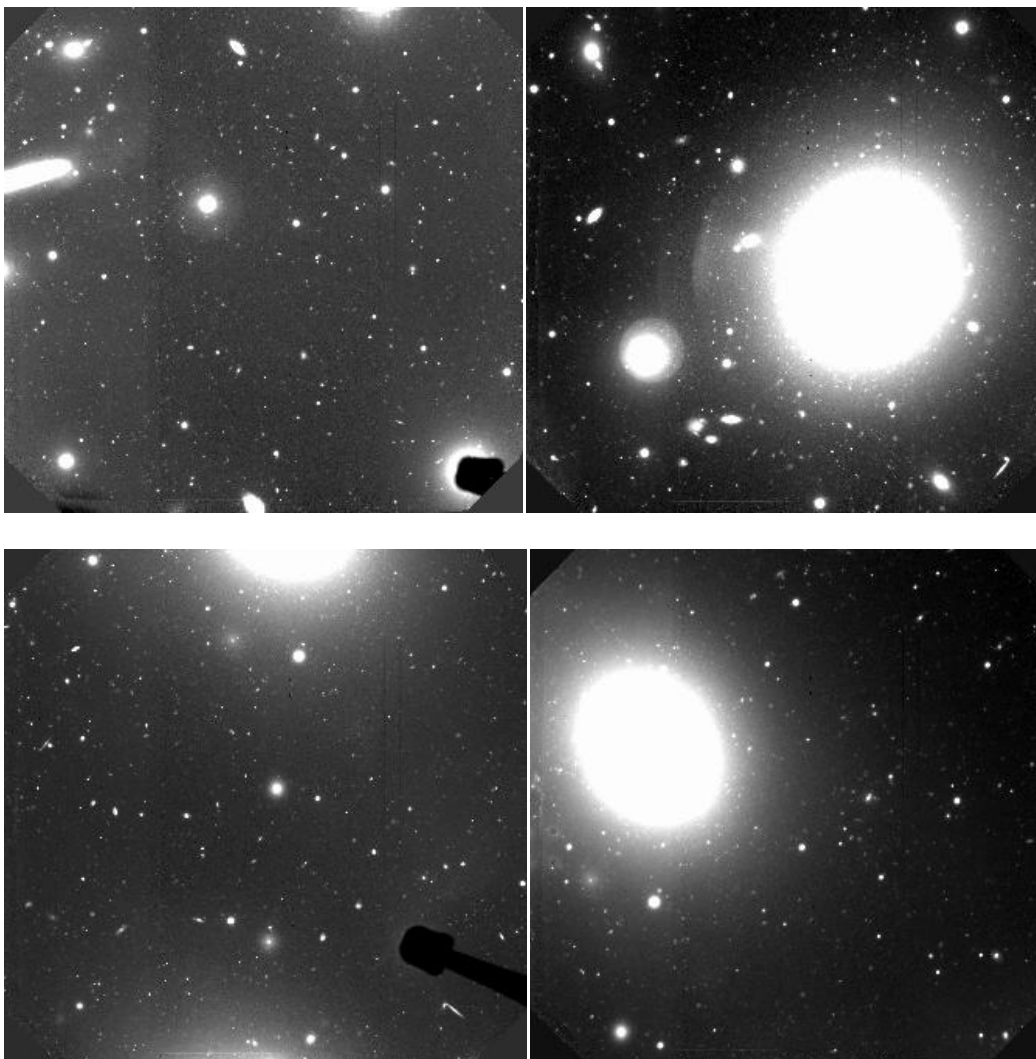


Figura 12: imágenes del programa de observación correspondientes a los 4 campos.

Como las imágenes sobre las que trabajaremos fueron obtenidas con el instrumento GMOS-N, necesitamos definir algunos parámetros del archivo de configuración, concernientes a las características de la imagen y del detector, necesarios para realizar la fotometría; como por ejemplo, el nivel de saturación en ADUs del instrumento, la ganancia, el tamaño del pixel en arcsec. También se debe conocer en forma aproximada el seeing de las distintas imágenes, ya que este valor será utilizado por SE para la separación estrella/galaxia, de la cual se encargará la red neuronal.

Por otro lado, del archivo de parámetros, descomentamos solo los parámetros que nos servirán para poder realizar una correcta fotometría; como por ejemplo, MAG_AUTO, X_IMAGE, Y_IMAGE y CLASS_STAR.

```
# 1 NUMBER          Running object number
# 2 MAG_AUTO        Kron-like elliptical aperture magnitude      [mag]
# 3 X_IMAGE         Object position along x                    [pixel]
# 4 Y_IMAGE         Object position along y                    [pixel]
# 5 FWHM_IMAGE      FWHM assuming a gaussian core            [pixel]
# 6 CLASS_STAR      S/G classifier output
```

Una manera de poder obtener un catálogo final con la mayor cantidad de objetos detectados sobre las imágenes, la desarrollaremos a continuación. La idea básica es correr reiteradas veces el SE, y en conjunto con tareas de IRAF lograr formar un catálogo y una imagen de salida, la cual, en el caso de los campos que contengan las galaxias, tendrá restada la componente brillante de las mismas.

A modo de ejemplo utilizaremos la imagen del campo 2, que incluye a la galaxia NGC 7626.

Primeramente, como las imágenes de GMOS son archivos fits multi-extensión, debemos convertirlas a imágenes de una extensión y para ello se utilizan las tareas *hedit* e *imcopy* de IRAF.

Necesitamos conocer del header de la imagen los valores de *exptime*, *filter2*, *airmass* y *UT*;

```
hedit campo2_g_add.fits exptime,filter2,airmass,UT .
```

Esto listará en pantalla los valores de los parámetros que pedimos.

Luego copiamos la extensión de la imagen original en otra imagen que será también una imagen fits pero de una sola extensión, y agregamos los valores anteriores:

```
imcopy campo2_g_add.fits[1] 2g.fits
```

```
hedit g.fits EXPTIME 449.99519705772 add+ upd+
hedit g.fits FILTER2 g_G0301 add+ upd+
hedit g.fits AIRMASS 1.087 add+ upd+
hedit g.fits UT '09:56:27.3' add+ upd+
```

De esta manera se copiarán los parámetros en la extensión de la nueva imagen, necesarios para que al utilizar las diferentes tareas de IRAF con los archivos de salida de SE no haya ningún problema y además no estar pendientes de las distintas extensiones.

Posteriormente, aplicamos SE mediante línea de comando especificando valores para algunos parámetros, mientras que los restantes serán leídos del archivo default.sex:

```
sex 2g.fits -c default.sex -CATALOG_TYPE ASCII -CATALOG_NAME temp01.cat -  
PARAMETERS_NAME f.param -CHECKIMAGE_TYPE OBJECTS -  
CHECKIMAGE_NAME obj_01.fits -DETECT_MINAREA 4 -SEEING_FWHM 0.72 -  
FILTER_NAME gauss_3.5_7x7.conv
```

este comando construirá un catálogo ASCII llamado temp01.cat y además una imagen de salida llamada obj_01.fits, que contendrá solo los objetos detectados (CHECKIMAGE_TYPE OBJECTS). En esta primera corrida, se utiliza un filtrado bajo.

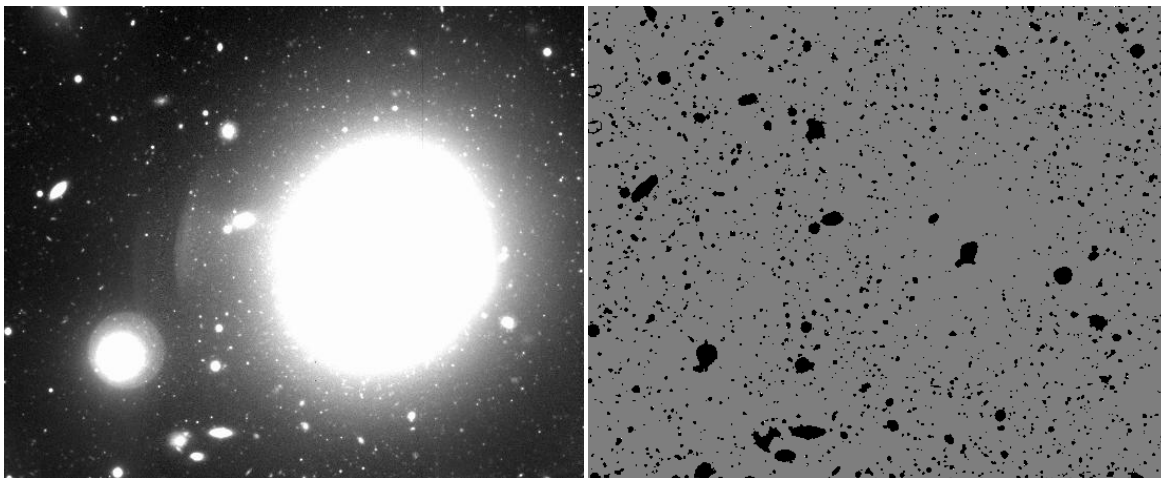


Figura 13: Imag. izquierda: imagen original del campo 2 (NGC 7626). Imag. derecha: imagen de salida de SE donde contiene los objetos detectados.

Luego utilizamos la tarea imcalc de IRAF, para generar una nueva imagen a partir de la resta entre la imagen original y la generada en la salida de SE:

```
imcalc 2g.fits,obj_01.fits residuo_01.fits "im1-im2"
```

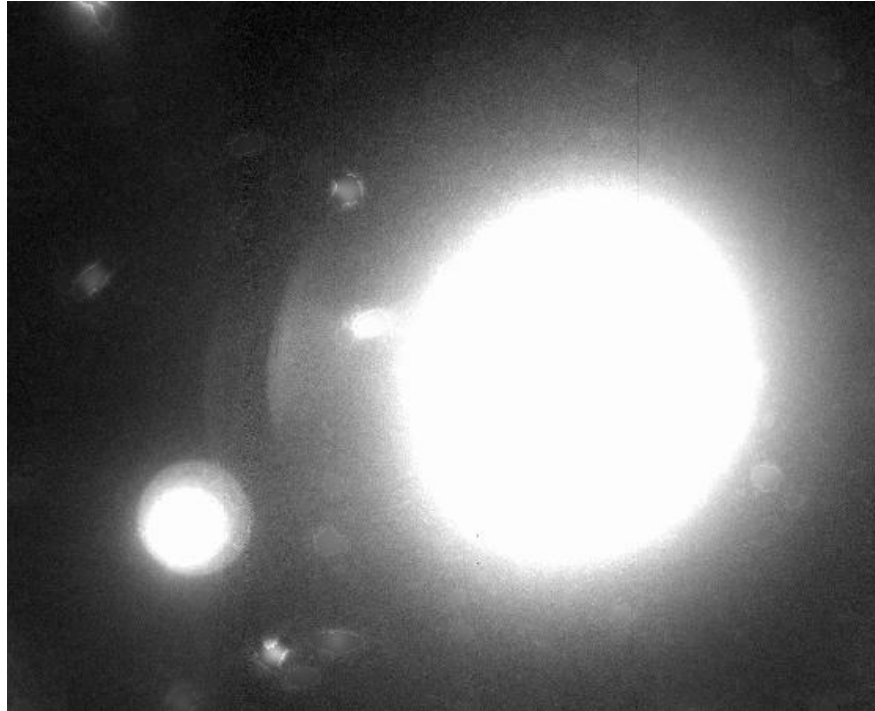


Figura 14: Imagen residuo_01.fits

Con esta última imagen, aplicaremos un filtrado mediante la tarea *fmedian* de IRAF (cuantifica el valor de un filtro de mediana dentro de una caja), donde para imágenes de GMOS con binning 2x2 se utilizará un filtro de 101x101 como es nuestro caso, mientras que si las imágenes poseen un binning 1x1 se utilizaría un filtro de 201x201.

```
fmedian residuo_01.fits residuo_01_101.fits xwindow=101 ywindow=101
```

Se le restará esta imagen a la original, de manera de obtener una imagen plana donde quedarán los objetos detectados en la corrida de SE, con el cielo y la componente de brillo de la galaxia, restados (obj_02.fits).

```
imcalc 2g.fits,residuo_01_101.fits obj_02.fits "im1-im2"
```

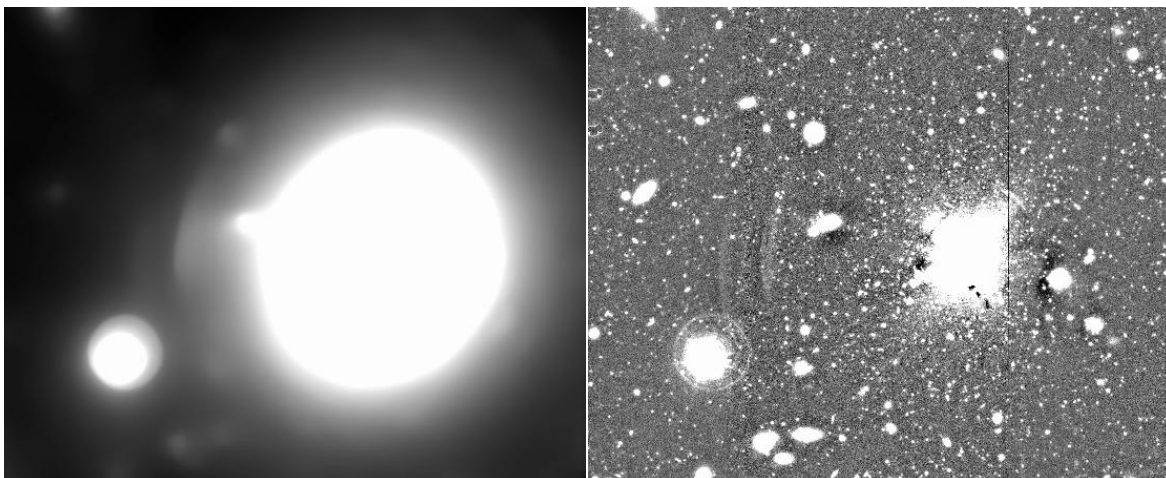


Figura 15: Imag. izquierda: imagen filtrada residuo_01_101.fits. Imag. derecha: imagen obj_02.fits

Una vez llegado a este paso, realizamos una segunda corrida de SE sobre la última imagen que se cuenta, donde se aplica un filtro levemente más ancho. Se construirá el catálogo final de coordenadas.

```
sex obj_02.fits -c default.sex -CATALOG_TYPE ASCII -CATALOG_NAME temp02.cat
-PARAMETERS_NAME f.param -ASSOC_NAME temp01.cat -CHECKIMAGE_TYPE
NONE -DETECT_MINAREA 4 -DETECT_THRESH 2.5 -ANALYSIS_THRESH 2.5 -
SEEING_FWHM 0.72 -FILTER_NAME gauss_4.5_9x9.conv
```

Acá se genera un nuevo catálogo llamado temp02.cat que posee objetos detectados que durante la primer corrida no se encontraron, esto es debido a que utilizamos la opción ASSOC para que solo tenga en cuenta aquellos objetos que no se repiten entre los catálogos. En este caso, el archivo de parámetros f.param se modificó respecto al utilizado durante la primera corrida, desmarcando solo el parámetro NUMBER_ASSOC.

```
# 1 NUMBER          Running object number
# 2 MAG_AUTO        Kron-like elliptical aperture magnitude      [mag]
# 3 X_IMAGE         Object position along x                      [pixel]
# 4 Y_IMAGE         Object position along y                      [pixel]
# 5 FWHM_IMAGE      FWHM assuming a gaussian core              [pixel]
# 6 CLASS_STAR      S/G classifier output
# 7 NUMBER_ASSOC    Number of ASSOCIated IDs
```

Tenemos que combinar los dos catálogos generados, y limpiar el mismo. Esto es debido a que al trabajar con imágenes de GMOS, SE detecta lo que considera “objetos” que se encuentran por fuera del frame. Esto es ruido y artefactos que estarán presentes en los catálogos y que debemos eliminar de los mismos.

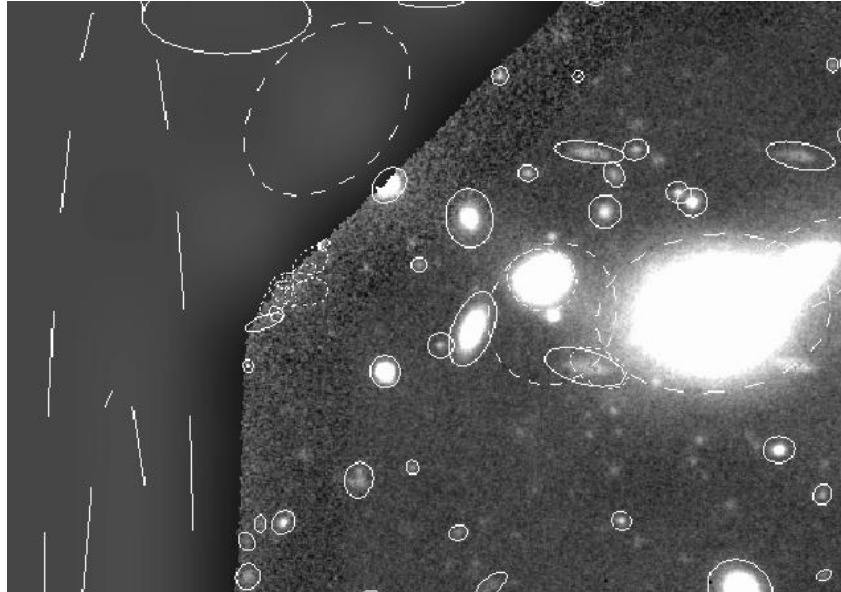


Figura 16: Imagen donde se muestran los “objetos” considerados por SE cerca del borde de la imagen y por fuera de ésta.

Primero nos despojamos de la última columna del archivo, donde está el parámetro NUMBER_ASSOC, mediante la tarea *fields*, y posteriormente combinamos los catálogos.

```
fields temp02.cat 1-6 > temp03.cat
cat temp01.cat temp03.cat > temp.cat
```

Una de las maneras que se puede utilizar para dejar solamente los objetos que se encuentren en el frame, es emplear el programa *awk*, donde de manera sencilla indicamos los límites dentro de los cuales están los objetos de interés, dando como resultado el catálogo final.

```
awk '{if($3>450 && $3<2680 && $4>100 && $4<2250 && $4>(-0.98*$3+690) &&
$4<($3+1625) && $4<(-$3+4700) && $4>(0.98*$3-2345)) {print $3" "$4" "$5" "$6"
"$7}}' temp.cat > 2g.cat
```

Por último para construir la imagen final de fotometría, podemos aplicar nuevamente SE, donde ahora no nos interesa la construcción del catálogo, sino solo de la imagen.

```
sex obj_02.fits -c default.sex -CATALOG_TYPE NONE -PARAMETERS_NAME
f.param -CHECKIMAGE_TYPE OBJECTS -CHECKIMAGE_NAME obj_03.fits -
SEEING_FWHM 0.72 -FILTER_NAME gauss_3.5_7x7.conv
```

Se genera la imagen de salida *obj_03.fits*, pero sin catálogo de salida.

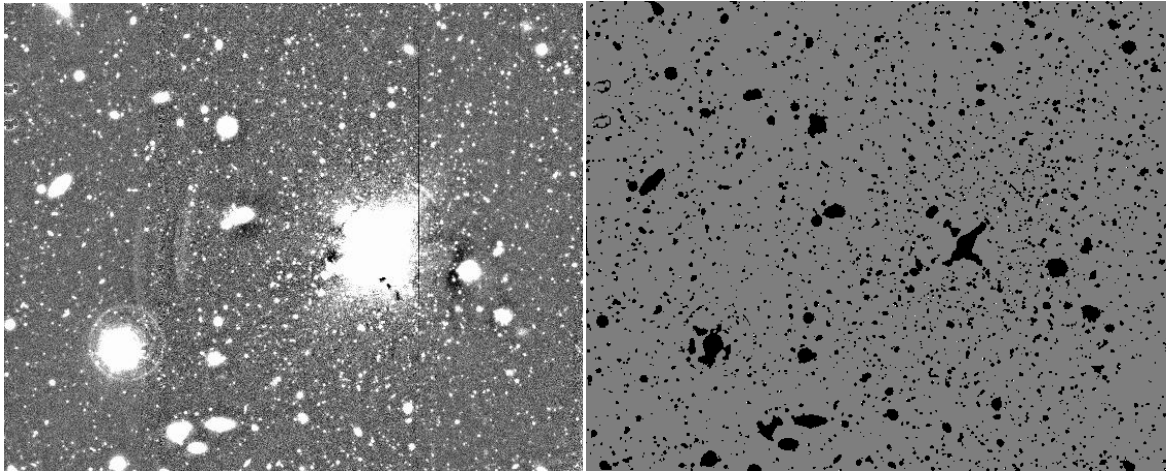


Figura 17: Imag. izquierda: imagen sobre la cual se aplica SE. Imag. derecha: imagen de salida de SE, obj_03.fits

Esta imagen será restada de la imagen obj_02.fits que era la imagen que contenía los objetos detectados por SE pero con el cielo y la componente de brillo de la galaxia restadas.

```
imcalc obj_02.fits,obj_03.fits residuo_02.fits "im1-im2"
```

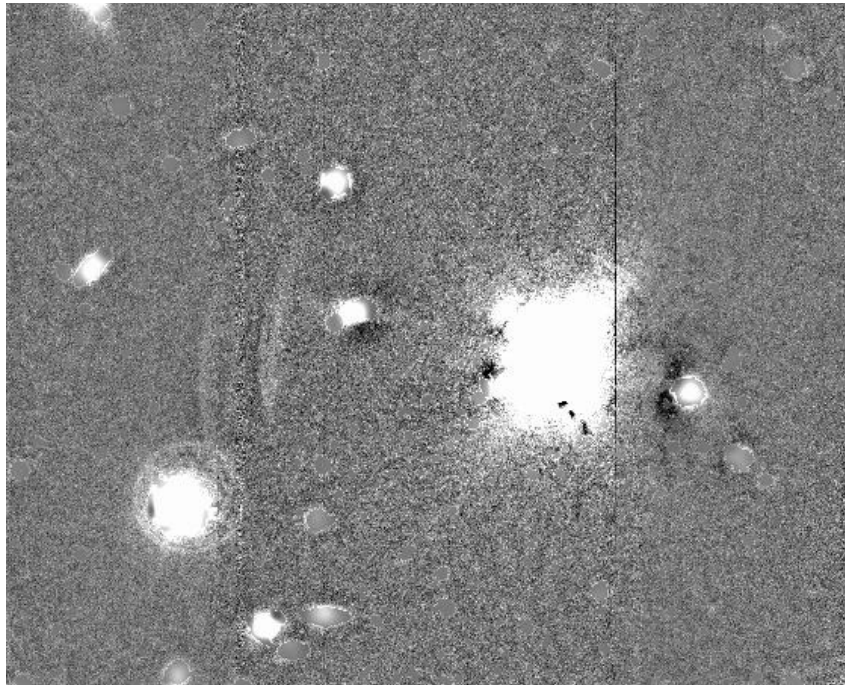


Figura 18: Imagen residuo_02.fits

Nuevamente aplicamos un filtro de mediana, ahora definiendo una caja más pequeña:

```
fmedian residuo_02.fits residuo_01_51.fits xwindow=51 ywindow=51
```

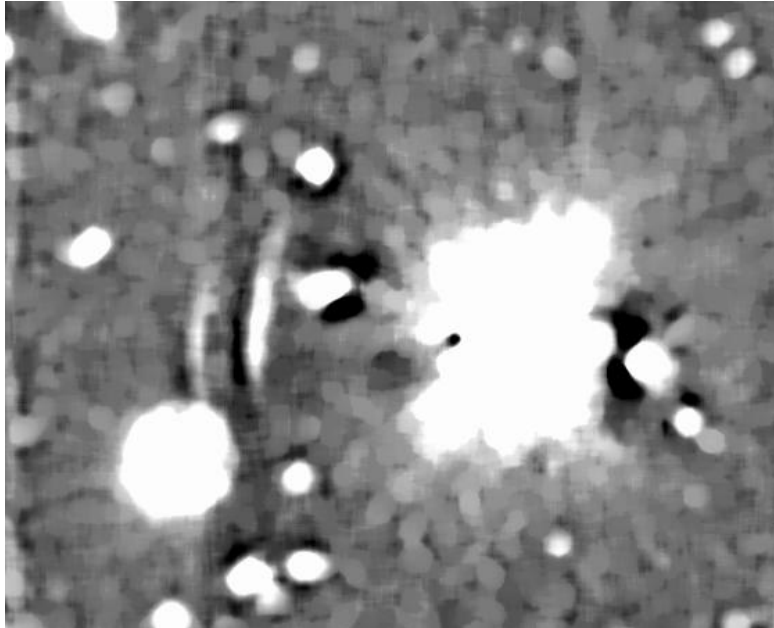


Figura 19: Imagen filtrada residuo_01_51.fits

y por último vamos a obtener la mediana de la distribución de valores de los píxeles de la imagen original, donde este valor será utilizado para devolver el nivel de cielo a la última imagen donde se hará la fotometría.

```
imstat 2g.fits fields="midpt"
```

A la imagen obj_02.fits, le restamos residuo_01_51.fits y le sumamos el valor medido de cielo:

```
imcalc obj_02.fits,residuo_01_51.fits 2g_out.fits "im1-im2+(valor de cielo)"
```

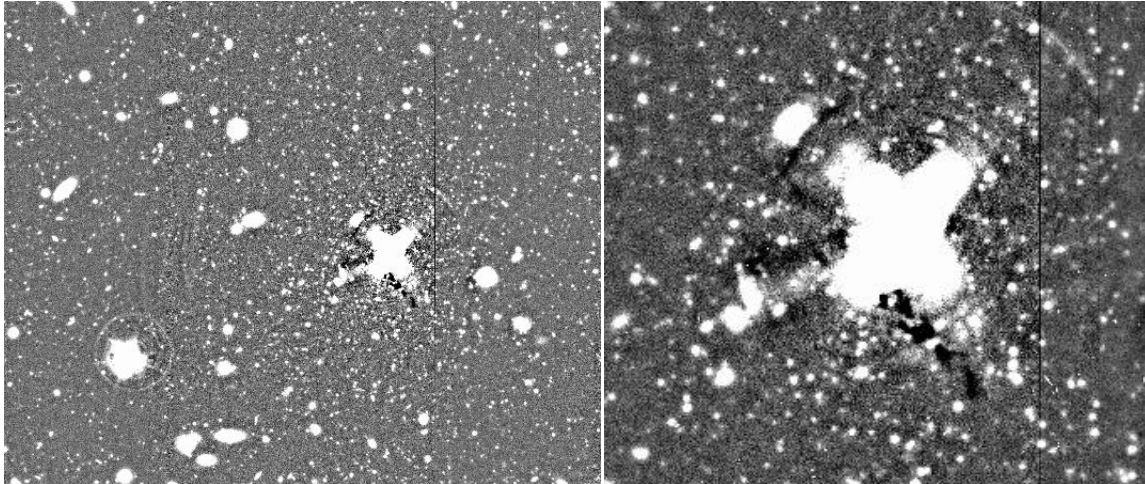


Figura 20: Imagen izquierda: imagen final de fotometría. Imagen derecha: región central ampliada de la galaxia NGC 7626, donde la componente del brillo fue restada.

Con esto obtenemos la imagen final que será utilizada para fotometría, al igual que el catálogo ya mencionado. Todos los archivos intermedios generados pueden ser borrados. A manera de ejemplo, podemos realizar el siguiente gráfico a partir de los datos del catálogo:

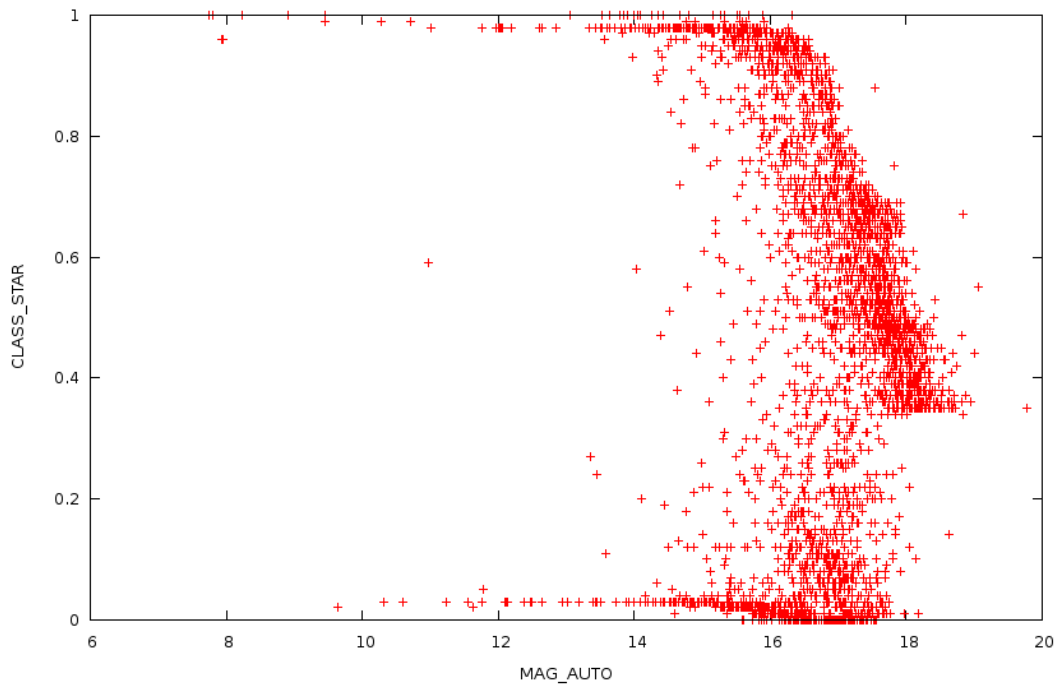


Figura 21: gráfico de CLASS_STAR vs MAG_AUTO, donde los puntos rojos son todos los objetos detectados por SE.

Este gráfico servirá para comenzar a realizar la fotometría ya que podemos ver cuáles de los objetos son considerados como objetos puntuales, es decir aquellos que se encuentren cercanos al valor 1 de CLASS_STAR.

Bibliografía

Bertin E., SExtractor v2.13

Casey C., Optimizing SExtractor Parameters for Subaru MACS Fields, 2006

Holwerda B. W., Source Extractor

Infante L., 1987, A&A 183, 177

Kron R.G., 1980, ApJS 43, 305