



INAOE

Caracterización de galaxias HII con líneas de emisión de perfiles complejos

por

David Fernández Arenas

Tesis que es sometida como requisito parcial para
obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN ASTROFISICA

en el

**Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y
Electrónica**

Julio 2013

Tonantzintla, Puebla

Bajo la supervisión de:

Dr. Roberto Terlevich

Dra. Elena Terlevich

©INAOE 2013

El autor otorga al INAOE el permiso de reproducir y
distribuir copias en su totalidad o parcial de esta
tesis



Agradecimientos

Es necesario el mismo compromiso para escribir una tesis, que para seleccionar las palabras adecuadas para agradecer a todas aquellas personas que han contribuido en este proceso.

Agradezco a mis padres en especial a mi madre por su constante apoyo. También a mis amigos y profesores que he conocido en el transcurso de mi vida académica...

Agradezco a CONACYT por la beca otorgada para poder realizar mis estudios en INAOE y desarrollar la presente tesis.

Agradezco también a mis asesores Dr. Roberto Terlevich y Dra. Elena Terlevich por todo el apoyo, motivación, paciencia y enseñanzas que me brindaron durante todo el proceso. Gracias a la Dra. Mónica Rodríguez Guillen, al Dr. Ivanio Puerari Paese y al Dr. Daniel Rosa González por aceptar ser parte del jurado; también agradezco al Dr. Vinicius Bordalo y al Dr. Eduardo Telles por facilitarme sus datos espectroscópicos de alta resolución con los cuales se pudo complementar la muestra para realizar este trabajo. Agradezco también a mis profesores y sus enseñanzas durante los cursos.

A mis amigos que de una u otra forma contribuyeron en la realización de este trabajo, especialmente a Ricardo Chávez.

Declaración de trabajo

Este trabajo surgió de la idea de mi asesor Dr. Roberto Terlevich y resultados previos del trabajo de Mc. Ricardo Chávez. Mi trabajo fue compilar los espectros e imágenes de los objetos previamente clasificados por Ricardo Chávez. Los diferentes parámetros físicos que se presentan en este trabajo han sido calculados con base a métodos publicados en la literatura los cuales son referenciados en sus respectivas secciones. Lo nuevo que se presenta en este trabajo es la caracterización de dichos objetos a través de sus perfiles de emisión y comparación con aquellos que presentan perfiles ajustados por una componente gaussiana encontrando una relación $L(H\beta) - \sigma$ para sistemas rotantes y múltiples, aspecto que hasta donde he revisado en la literatura aún no está publicado.

Resumen

La relación entre la dispersión de velocidades y la luminosidad para galaxias HII está claramente definida cuando los perfiles en sus líneas de emisión son gaussianos y por lo tanto los hace buenos objetos de estudio para estimar distancias cosmológicas; sin embargo existe una fracción apreciable de galaxias HII que muestran en sus líneas de emisión perfiles no gaussianos sugiriendo rotación o multiplicidad y no se utilizan como estimadores de distancia siendo desechados en la mayoría de muestras donde se utilizan galaxias HII para pruebas cosmológicas.¹ Sus propiedades intrínsecas no han sido aún muy estudiadas ni comparadas con aquellos objetos de perfiles gaussianos, por lo tanto estudiar aquellas galaxias HII que presentan perfiles no gaussianos en sus líneas de emisión tiene un doble propósito: en primer lugar por completitud para muestras a mayores corrimientos al rojo y en segundo lugar para ver si es posible definir un estimador de distancia con ellos. En este trabajo se analizaron 35 objetos que presentan perfiles complejos en sus líneas de emisión con el fin de caracterizarlos y compararlos con aquellos objetos de perfiles gaussianos. Para el análisis se usaron espectros de baja resolución tomados del SDSS para 18 objetos y se calcularon sus propiedades intrínsecas tales como: coeficientes de extinción utilizando el método del decremento de Balmer, ancho equivalente de $H\beta$, luminosidad de $H\beta$, razones $[OIII]/[OII]$, densidad electrónica usando las líneas de $[SII]\lambda 6717/\lambda 6731$, temperaturas electrónicas mediante las razones de $[OIII](\lambda\lambda 4959 + 5007)/\lambda 4363$ y se derivó las abundancias de oxígeno mediante el método directo; para el resto de objetos los datos son obtenidos de la literatura. Por otra parte utilizando espectros propios de alta resolución del VLT y para completar la muestra espectros amablemente proporcionados por Bordalo & Telles obtenidos en el telescopio de 2.2m en el Observatorio de La Silla (ESO) en Chile, con estos se calcularon dispersión de velocidades globales y de diferentes componentes gaussianas ajustadas a los perfiles de las líneas de emisión de $H\beta$, $[OIII]\lambda 5007$ y $H\alpha$, lo cual sirvió para hacer una clasificación en dos

¹ Para alto corrimiento al rojo muestras de galaxias HII con líneas de emisión de perfiles rotantes y múltiples será mas grande que en la muestra de Chávez et al. (2012), debido a que no se podrán usar imágenes para seleccionar los objetos compactos y además la muestra estará sesgada a alta luminosidad, donde la proporción de rotantes y/o múltiples es mayor. Por lo tanto si se pudieran usar todos los objetos observados a alto corrimiento al rojo eso mejoraría mucho la posibilidad del proyecto de determinar la ecuación de estado de la energía oscura, aunque el rms de los rotantes sea mayor.

grupos componentes y rotantes y a partir de esto se exploró su relación en el plano $L(H\beta) - \sigma$, adicionando un análisis estadístico de componentes principales. Los resultados obtenidos sugieren que los rotantes pueden ser utilizados como candidatos a estimadores de distancia presentando mayor dispersión que aquellos objetos con perfiles gaussianos y menor dispersión que los clasificados como componentes.

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Motivación y objetivo	2
2. Propiedades generales de las Galaxias HII	5
2.1. Galaxias HII	7
2.1.1. Morfología y estructura	8
2.1.2. Edad en galaxias HII	9
2.1.3. La composición química de las galaxias HII	10
2.1.4. Cinemática de regiones HII	11
2.2. Relación $L(H\beta) - \sigma$ en galaxias HII	13
2.2.1. La física de la relación $L(H\beta) - \sigma$	15
2.2.2. Efectos de Edad	16
2.2.3. Efectos de Extinción	18
2.2.4. Efectos de Metalicidad	19
2.3. Galaxias HII como pruebas cosmológicas	19
3. Muestra y Metodología	23
3.1. Descripción de la muestra	23
3.2. Luminosidad	25
3.3. Medida de Flujos	27
3.4. Diagrama de Diagnóstico	28

3.5. Extinción	29
3.6. Abundancia de oxígeno	32
3.7. Cinemática	33
4. Resultados y Análisis	39
4.1. Diagrama BPT	39
4.2. Propiedades estadísticas de la muestra	41
4.3. Propiedades intrínsecas de la muestra	45
4.4. Relación $L(H\beta) - \sigma$	52
4.5. Morfología	53
4.6. Cinemática	57
5. Análisis de Componentes Principales	63
5.1. Análisis de Componentes Principales individuales	65
6. Conclusiones y trabajo futuro	77
6.1. Conclusiones	77
6.2. Trabajo futuro	80
A. Características de los objetos de la muestra	83
Índice de figuras	155
Índice de tablas	157
Bibliografía	159

1

Introducción

Las galaxias HII, son galaxias enanas que han tenido un reciente episodio de formación de estrellas, concentrado en unos pocos parsecs (Melnick et al., 1985a,b) , su gas interestelar es ionizado por asociaciones de estrellas OB. Los primeros trabajos sobre estos objetos son los de Haro (1956); Zwicky & Karpowicz (1965), descubriendo galaxias compactas con fuertes líneas de emisión. Sargent & Searle (1970) encuentran que casi todos estos objetos presentan un espectro dominante de líneas de emisión como el de las regiones HII en los discos de galaxias espirales y las denominan Regiones HII Gigantes Extragalácticas aisladas, compuestas en su mayoría de una región central de algunos cientos de parsecs de diámetro y un alto brillo superficial. Los espectros están dominados por la emisión del gas asociado a cúmulos estelares formados por estrellas jóvenes y calientes que ionizan el medio interestelar, dichas galaxias se caracterizan por tener un color azul, un aspecto compacto, alto contenido de gas, fuertes líneas de emisión nebular y abundancias químicas bajas.

El interés de estudiar las propiedades de este tipo de objetos ha ido en crecimien-

1. Introducción

to dado que existen indicios de ser objetos con brotes jóvenes de formación estelar y conjuntamente pueden albergar una población de estrellas evolucionadas, que pueden proporcionar importantes pistas sobre la formación de estrellas, la evolución del gas y las estrellas, la evolución química de galaxias en el universo local y de gran importancia para la búsqueda de helio primordial. Por otra parte una relación entre luminosidad L y la dispersión de velocidades σ de gas ionizado en Regiones HII fue encontrada e investigada por Terlevich & Melnick (1981) y posteriormente aplicada a Galaxias HII como estimador de distancia para obtener un valor de la constante de Hubble (Melnick et al. 1988, Chávez et al. 2012.) Adicionalmente son importantes en el sentido cosmológico ya que al ser muy luminosas pueden ser observadas a corrimientos al rojo de interés para pruebas cosmológicas (Melnick et al. 2000, Siegel et al. 2005, Plionis et al. 2011).

Esta relación es una alternativa que ofrece posibilidades fuertes para estimar distancias cosmológicamente significativas pudiendo incluso competir con el estimador más usado actualmente como son las supernovas tipo Ia (SNIa), dado que encontrar las supernovas es difícil, son objetos raros que no se encuentran a alto corrimiento al rojo y además la distinción de una supernova de la luz de fondo de una galaxia es un reto en las regiones interiores (Freedman et al., 2001) y aunque este método posee una dispersión interna menor y por lo tanto la determinación de distancias es mas precisa, las regiones HII gigantes o galaxias HII pueden ser fácilmente encontradas, hay mayor cantidad de éstos objetos que SNIa y esto ayuda a mejorar la estimación de la distancia ya que al aumentar la muestra se disminuyen los errores estadísticos. El error decrece como $N^{-1/2}$, con N el número de galaxias en la muestra. Así por ejemplo una muestra de 500 galaxias, opuestas a 15 galaxias (como utilizan en el trabajo Siegel et al. 2005) tendrían sus incertidumbres reducidas por un factor de 6 o mejor.

1.1. Motivación y objetivo

La relación entre la dispersión de velocidades y la luminosidad para galaxias HII está claramente definida cuando los perfiles en sus líneas de emisión son gaussianos y por lo tanto las hace buenos objetos de estudio para estimar distancias cosmológicas; sin embargo existe una fracción apreciable de galaxias HII que muestran en sus líneas

1.1. Motivación y objetivo

de emisión perfiles no gaussianos sugiriendo rotación o multiplicidad y no se utilizan como estimadores de distancia siendo desechados en la mayoría de muestras donde se utilizan galaxias HII para pruebas cosmológicas.¹

Las propiedades intrínsecas de las galaxias HII con perfiles complejos en sus líneas de emisión no han sido aún caracterizadas ni comparadas con las galaxias HII que presentan perfiles gaussianos. Dado que las galaxias HII con perfiles complejos son objetos que están preferentemente entre los sistemas más luminosos, la expectativa es que dominan las muestras a más alto corrimiento al rojo y por lo tanto es necesario caracterizar una muestra a bajo redshift que permita encontrar una relación entre luminosidad y dispersión de velocidades de las líneas de emisión siendo importante en varios sentidos; en primer lugar por completitud para muestras a mayores corrimientos al rojo ya que los objetos que presentan perfiles gaussianos tienen menor dispersión en el plano $L - \sigma$ que aquellos con perfiles complejos, los cuales representan alrededor de un 40-50% en las muestras donde se utilizan galaxias HII como estimador de distancias, sin embargo estos son descartados. Por otra parte con el fin de encontrar un indicador de distancia para objetos con perfiles complejos que pueda servir para futuras investigaciones a nivel cosmológico.

El objetivo central de este trabajo por tanto es analizar las propiedades intrínsecas de las galaxias HII que presentan perfiles complejos en sus líneas de emisión comparándolas con aquellas de perfiles gaussianos y determinar el origen de la complejidad en el perfil, (i.e. rotación, multiplicidad) y las relaciones con las propiedades intrínsecas como luminosidad, masa, tamaño, metalicidad, además de otras propiedades como entorno y morfología para finalmente determinar si existe un estimador de distancias cosmológicas para este grupo.

Recientemente Bordalo & Telles (2011) y Chávez et al. (2012) analizaron muestras de galaxias HII para usarlas como estimadores de distancia y seleccionaron aquellas que ajustaban bien con una sola componente gaussiana al perfil de sus líneas de emisión dejando por fuera los que no ajustaban bien con una sola componente gaussiana.

¹ Para alto corrimiento al rojo muestras de galaxias HII con líneas de emisión de perfiles rotantes y múltiples será mas grande que en la muestra de Chávez et al. (2012), debido a que no se podrán usar imágenes para seleccionar los objetos compactos y además la muestra estará sesgada a alta luminosidad, donde la proporción de rotantes y/o múltiples es mayor. Por lo tanto si se pudieran usar todos los objetos observados a alto corrimiento al rojo eso mejoraría mucho la posibilidad del proyecto de terminar la ecuación de estado de la energía oscura, aunque el rms de los rotantes sea mayor.

1. Introducción

Los objetos de sus muestras con líneas de emisión de perfiles complejos son los que se ha usado en este trabajo, el cual se divide en las siguientes partes: en primer lugar se hace un recuento sobre las principales propiedades físicas de las galaxias HII, posteriormente se hace una descripción de la muestra utilizada y la metodología para determinar los diferentes parámetros físicos, luego se presentan los resultados y análisis y por último se discuten las conclusiones y trabajo a futuro.

2

Propiedades generales de las Galaxias

HII

Las regiones HII gigantes (GHIIRs de sus siglas en ingles Giant HII region) son zonas de intensa formación estelar, observadas en galaxias irregulares, en discos de galaxias espirales y galaxias enanas compactas azules. Dichas regiones son originadas debido a la presencia de un gran número de estrellas jóvenes y masivas, cuyo flujo ultravioleta ioniza el gas que las rodea y por lo tanto dichas regiones indican la presencia de formación estelar activa o reciente (e.g. Chu & Kennicutt, 1994).

Los tamaños típicos son de unos cientos de parsec aunque existe en la literatura menciones de tamaños de un orden de magnitud mayor, pero en general se refieren a regiones múltiples, las cuales pueden resolverse en varias componentes (Bosch et al., 2002). Dichas regiones tienen una luminosidad en $H\alpha$ del orden de $10^{39} \text{ erg s}^{-1}$ con una tasa de fotones ultravioleta entre $10^{51} - 10^{52} \text{ s}^{-1}$, ionizando una gran cantidad de gas $10^5 - 10^6 M_{\odot}$ de baja densidad $N_e \approx 1 - 100 \text{ cm}^{-3}$ (Kennicutt 1984,

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

Shields 1990, Fuentes-Masip et al. 2000, García-Benítez 2009).

Por otra parte los cientos de estrellas que albergan estas regiones son en parte responsables de los cambios de la estructura de las galaxias a través de una constante emisión de masa a alta velocidad conocida como vientos estelares o durante un proceso altamente energético como son las explosiones de supernovas; además las estrellas son las responsables de la generación de elementos metálicos, el nacimiento de nuevas estrellas tiene un impacto significativo sobre el medio interestelar (ISM siglas en inglés) el cual es el principal material en las galaxias. Dicho medio tiene constituyentes mas complejos como gas y polvo, y la cantidad de fotones que emiten asociaciones de estrellas O B jóvenes y calientes son responsables que gran parte del gas de estas regiones esté altamente ionizado, alcanzando temperaturas típicas del orden de 10000K. Además en los alrededores de regiones HII se tienen otros dos estados del gas, por una parte el mas simple que es hidrógeno atómico (H) ($T \approx 100K$) densidad de partículas ($n_p \approx 10^6 - 10^9 m^{-3}$) seguido por hidrógeno molecular frío y denso (H_2) ($n_p > 10^9 m^{-3}$).

Las GHIIRs son los mejores escenarios para estudiar la formación estelar el cual es un proceso que aun esta en marcha en el universo local y se ha observado tasas del orden de $10^{-2} M_{\odot} yr^{-1} Mpc^{-3}$ (Madau et al., 1996), la mayoría de la luz y metales son producidos por una cantidad masiva de estrellas recién formadas. Las GHIIRs pueden ser clasificadas en una escala intermedia entre regiones de formación estelar de menor escala, como por ejemplo Orión en la Vía Láctea, y regiones de extrema formación estelar con brotes de formación intensos “starburst”, (Searle & Sargent, 1972).

El termino starburst data de observaciones tempranas de regiones de formación estelar obscurecidas por polvo en los centros de galaxias cercanas a finales de los setenta y principios de los ochenta aunque el concepto como tal se remonta mucho antes, (Searle et al., 1973). El nivel de intensidad de un starburst es altamente variable. De acuerdo con Terlevich (1997), en una galaxia starburst la luminosidad producida en el starburst (L_{SB}) es mucho mas grande que la que proviene del resto de la galaxia $L_{SB} \gg L_G$, en una galaxia con brote de formación estelar $L_{SB} \sim L_G$ y en una galaxia normal $L_{SB} \ll L_G$. La definición característica de galaxia starburst es que su espectro está dominado por población estelar joven, o con una región HII con brotes muy jóvenes, también Terlevich (1997) propone una división en fases del starburst,

2.1. Galaxias HII

una **fase nebular** caracterizada por la presencia de fuertes líneas de emisión del gas fotoionizado por estrellas masivas jóvenes, con una edad menor a 10Myr, ejemplos típicos son las Galaxias HII; una **fase temprana de continuo** con líneas de emisión relativamente débil, solamente $H\alpha$ y tal vez $[OII]\lambda 3727\text{\AA}$ con una edad entre 10 y 100 Myr; típicos ejemplos incluyen la mayoría de Galaxias Enanas Compactas Azules (BCDs de sus siglas en ingles), y por ultimo la **fase del continuo tardío**, el continuo es azul y dominado por la absorción de Balmer, solamente débiles líneas de emisión podrían estar presente, las edades típicas son de algunos 100Myr hasta $\sim 1\text{Gyr}$. Sargent & Searle (1970) han identificado una clase de galaxias compactas azules que tienen propiedades espectroscópicas similares a aquellas regiones HII extragalácticas gigantes, ellos las denominaron *regiones HII extragalácticas aisladas*; espectroscópicamente las galaxias HII son esencialmente idénticas a las GHIIRs encontradas en galaxias cercanas irregulares y de tipo tardías. Por lo tanto el estudio de éstos objetos es relevante para el entendimiento de regiones HII y los procesos de formación y evolución de estrellas masivas e inclusive la evolución de las galaxias.

2.1. Galaxias HII

Las Galaxias HII, son galaxias enanas de formación estelar que han tenido un reciente episodio de formación de estrellas, su gas interestelar es ionizado por estrellas O B. Este tipo de galaxias como se describe, e.g. en la tesis doctoral García-Benítez (2009) tienen masas totales menores a $10^{11}M_{\odot}$ y un radio menor de $2kpc$ con un brillo superficial de $\mu_V > 19\text{ mag arcsec}^{-2}$. En la actualidad se les conoce por diferentes nombres los mas comunes son BCDs (Blue Compact Dwarfs) y Galaxias HII, aunque estos nombres son usados indistintamente, el término Galaxia HII es usado cuando los objetos han sido seleccionados por sus fuertes y estrechas líneas de emisión (Terlevich et al., 1991), por otra parte las BCDs han sido definidas de acuerdo a un criterio observacional diferente, ellas son seleccionadas principalmente por su color azul y por ser compactas. Además solamente una fracción de BCDs están dominadas por regiones HII en su espectro, es decir no todas las BCDs son galaxias HII.

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

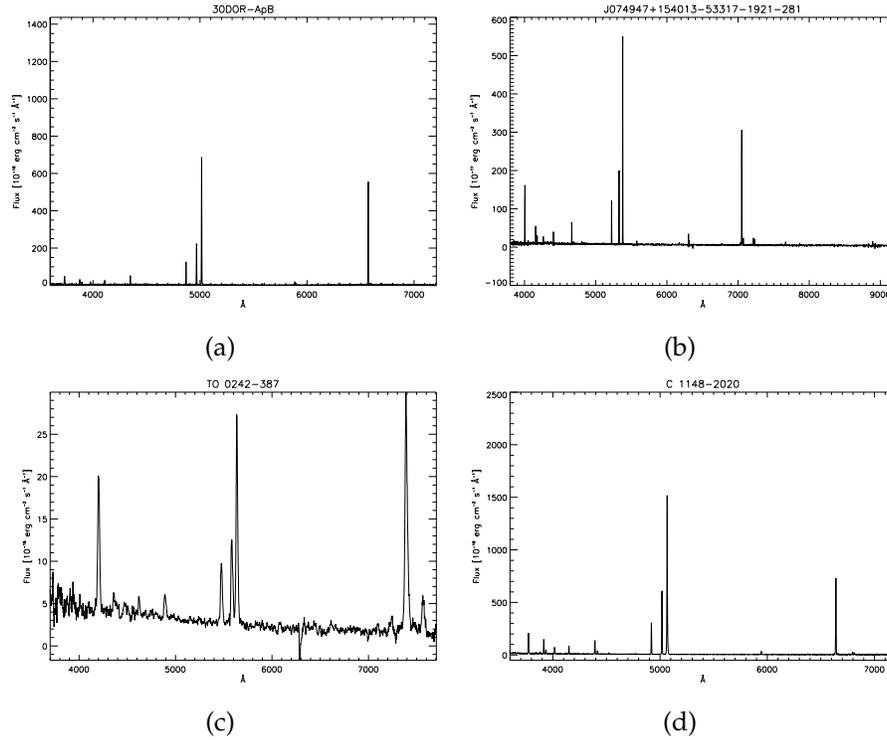


Figura 2.1: Se presentan tres espectros correspondientes a galaxias HII (b,c,d) y una región HII gigante en 30 Dorado (a). Del trabajo de Melnick et al. (1988) (a,d). Objetos de la muestra de este trabajo (b,c). El espectro en (b) es tomado del SDSS y (c) de Terlevich et al. (1991).

2.1.1. Morfología y estructura

En el trabajo de Telles et al. (1997) se estudiaron las propiedades morfológicas y estructurales de las galaxias HII, y entre las principales conclusiones está que la clasificación morfológica puede darse en dos amplios tipos: un **Tipo I**: sistemas irregulares con señales de distorsión en las isofotas exteriores, **Tipo II**: objetos compactos regulares. Los tipo I, se encuentran con luminosidades y dispersión de velocidades mayores que los tipo II, mientras el ancho equivalente de $H\beta$ y las abundancias de oxígeno de los dos tipos son aproximadamente similares. Lo cual podría indicar que el brote de formación estelar en ambos casos puede estar activado por diferentes mecanismos.

Con respecto a la distribución de brillo superficial para las galaxias HII se encuentran tres principales tipos de perfiles: para la mayoría de galaxias HII en el trabajo de Telles et al. (1997) un perfil de ley de potencias; un perfil con dos componentes tales

2.1. Galaxias HII

como perfiles de bulbo mas disco, típico de galaxias espirales tempranas, y un perfil exponencial que describe los objetos mas compactos de menores tamaños angulares, aunque la principal característica que presentan es que en las partes externas los tres tipos de perfiles de brillo superficial están bien descritos por un ley exponencial.

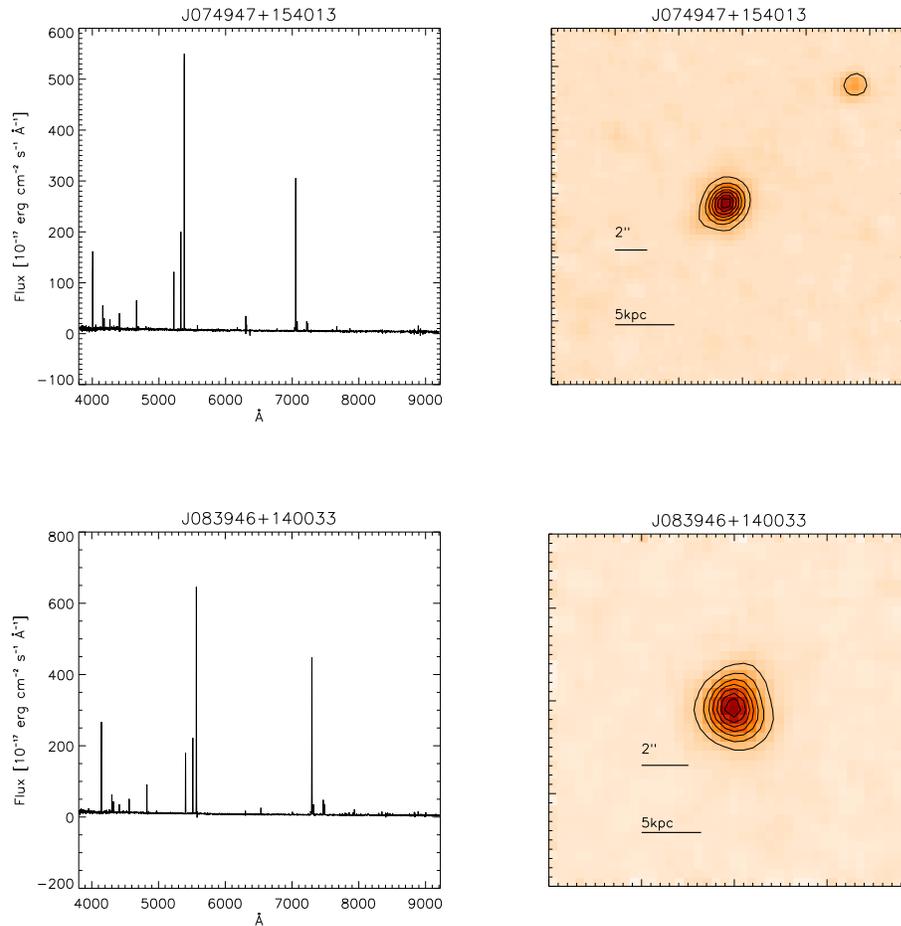


Figura 2.2: Imágenes del SDSS en la banda r de dos típicos objetos utilizados en este trabajo. Sus espectros también de SDSS se muestran a la izquierda

2.1.2. Edad en galaxias HII

En general dos modelos de formación estelar para investigar la edad de los brotes de formación estelar en galaxias HII son usados: un modelo de starbursts instantáneo,

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

el cual asume que todas las estrellas se forman al mismo tiempo, es generalmente aplicado a cúmulos de estrellas de baja masa, y por otra parte un modelo de starburts continuo, el cual asume que la formación estelar es constante en el tiempo, dicho modelo es asumido para realizar un promedio de las características del sistema. Ambos modelos son casos límites para la posible evolución de la formación estelar; el segundo modelo puede ser considerado como brotes de corta duración separados por un pequeño intervalo de tiempo. Terlevich et al. (2003) han mostrado que el segundo modelo ajusta mejor las observaciones de galaxias HII. Por otra parte conociendo que la medida del ancho equivalente de $H\beta$ es un indicador de edad para las galaxias HII, y en general del starburst Dottori & Bica (1981), en la Figura 2.3 se presenta la variación del ancho equivalente con el tiempo y con base en esto se podrían colocar límites a las edades desde un punto de vista observacional.

2.1.3. La composición química de las galaxias HII

Las galaxias HII son sistemas generalmente deficientes en metales con respecto al sol, las abundancias de estos sistemas se encuentran en un rango de $1/2Z_{\odot}$ - $1/50Z_{\odot}$. Los primeros análisis de la metalicidad de las galaxias HII fueron realizados por Searle & Sargent (1972) y mostraron que las abundancias de oxígeno y neón de IZw18 y IIZw40 están por debajo de aquellas encontradas en el gas interestelar cerca del sol. Algunas otras investigaciones con diferentes muestras han mostrado estos resultados y concluyen que las Galaxias HII son sistemas pobres en metales (Searle & Sargent 1972, Lequeux et al. 1979, French 1980, Kunth & Sargent 1983, Terlevich et al. 1991, Pagel et al. 1992, Holovatyy & Melekh 2002, Pérez-Montero & Díaz 2003, Izotov et al. 2006).

La metalicidad de galaxias HII es un parámetro de reconocida importancia para caracterizar su estado de evolución y vincularlos a otros objetos que presenten propiedades similares, tales como enanas irregulares (dI) o galaxias de bajo brillo superficial (LSBG). El contenido metálico es también la base de relaciones globales para aquellas relaciones existentes o buscadas para la luminosidad (Hunter & Hoffman, 1999), la fracción de masa de gas (Pagel, 1997), y el ancho de línea en emisión (Terlevich & Melnick, 1981). Ahora bien como medida representa-

2.1. Galaxias HII

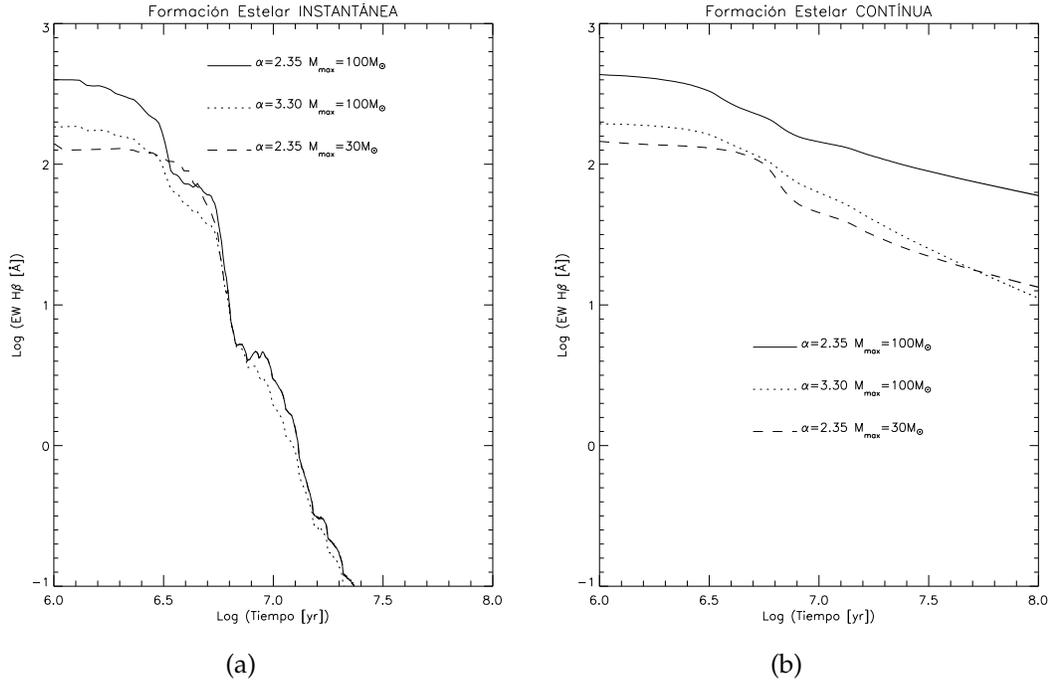


Figura 2.3: Evolución del ancho equivalente de la línea de $H\beta$ con el tiempo para diferentes modelos de formación estelar usando SB99 (Leitherer et al., 1999), a la izquierda se muestra una ley de formación estelar instantánea común para galaxias starburst mientras que en la derecha se presenta una ley de formación estelar continua, α representa el exponente en la función inicial de masa en el caso $\alpha = 2.35$ (Salpeter), la masa total es de $10^6 M_{\odot}$, estas gráficas representan un límite inferior ya que no toman en cuenta el efecto de la población estelar subyacente vieja. Estos modelos de síntesis de población son utilizados para estimar edades de galaxias jóvenes y están disponibles en <http://www.stsci.edu/science/starburst99>

tiva de metalicidad se usa el oxígeno que es el elemento metálico mas abundante que las constituye y se encuentra entre un rango de $7.1 \leq 12 + \text{Log}(O/H) \leq 8.3$ determinado para mas de 100 objetos con una buena calidad en los datos (e.g. Pérez-Montero & Díaz 2003). La abundancia de otros elementos también puede ser calculada a partir de líneas de emisión apropiadas.

2.1.4. Cinemática de regiones HII

El estudio de la cinemática de regiones HII es técnicamente bastante difícil y ha demostrado ser una tarea nada fácil de lograr. Los movimientos del gas deben ser ob-

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

servados en los perfiles de velocidad de las líneas de emisión del gas de las regiones HII, las cuales muestran una componente ancha supersónica o varias componentes. Estudios previos han mostrado evidencia de componentes anchas de baja intensidad en el espectro integrado de regiones HII, no solamente en regiones galácticas sino también en galaxias externas. Arsenault & Roy (1986) encontraron que una significativa fracción de su muestra de regiones HII mostraban perfiles integrados que son mejor ajustados por un perfil de Voigt que por un perfil gaussiano, mientras que Chu & Kennicutt (1994) encontraron la misma componente ancha para regiones HII extragalácticas cercanas. Hasta ahora la interpretación de ésta componente extendida no ha sido estudiada por algunas razones como por ejemplo la baja intensidad de la componente ancha hace difícil confirmar su existencia (Relaño & Beckman, 2005).

La cinemática de regiones HII extragalácticas, notablemente de 30 Dorado en la Gran Nube de Magallanes, y NGC 604 en la galaxia espiral M 33, ha sido cuidadosamente estudiada y ha mostrado la existencia de un rápido movimiento del gas en su interior (Chu & Kennicutt, 1994; Muñoz-Tuñón et al., 1996; Yang et al., 1996) y estudiando la cinemática del gas en regiones HII mediante los perfiles de las líneas de emisión, se encuentran componentes de baja intensidad con altas velocidades, pero la interpretación de dichas componentes cinemáticas es complicada debido a las altas velocidades, bajas densidades y grandes tamaños de la región de emisión (Rozas et al., 2006, y referencias ahí). Los intentos para explicar esta manifestación sugieren una variedad de mecanismos, típicamente las componentes cinemáticas han sido asociadas con cascarones “shells” en expansión, como en NGC 604 (Sabalisck et al., 1995) o 30 Dorado (Yang et al., 1996). Lo que queda claro de diversos trabajos relacionados con la cinemática de regiones HII es que en los perfiles de las líneas de emisión se encuentran componentes anchas con velocidades supersónicas y que un simple perfil gaussiano no es suficiente para ajustar los perfiles de las líneas, estos resultados han sido confirmados por trabajo reciente sobre la cinemática del gas y las estrellas en regiones HII en zonas circumnucleares Hägele et al. (2013). Aún no ésta del todo muy claro el por qué de éste hecho, algunos favorecen la existencia de una componente ancha que podría explicar las alas del perfil integrado, (Díaz et al. 1987, Muñoz-Tuñón et al. 1996, Terlevich et al. 1996, Melnick et al. 1999, Hägele et al. 2007, 2009) entre otros, por otra parte otros estu-

2.2. Relación $L(H\beta) - \sigma$ en galaxias HII

dios apoyan la idea de un perfil con dos alas, un ala azul y una roja a lado y lado de una componente principal (Chu & Kennicutt, 1994; Relaño & Beckman, 2005; Rozas et al., 2006), lo que demuestra que aun hay cuestiones bastante abiertas en este campo.

2.2. Relación $L(H\beta) - \sigma$ en galaxias HII

Melnick (1978) encontró una correlación entre el promedio de la velocidad turbulenta de regiones HII en espirales tardías y galaxias irregulares y la magnitud absoluta de la galaxia huésped, pero la física detrás de esto no era muy clara. Terlevich & Melnick (1981) analizaron la relación entre la luminosidad de $H\beta$, el ancho de línea y el tamaño para regiones HII gigantes y galaxias HII mostrando que las relaciones:

$$luminosidad \propto (linewidth)^4$$

$$size \propto (linewidth)^2$$

las cuales son válidas para sistemas estelares contenidos por presión (galaxias elípticas, bulbos de galaxias espirales y cúmulos globulares) son también válidas para regiones HII gigantes. De esto y otras consideraciones se concluye que las GHIIRs son sistemas auto-gravitantes en los cuales el ancho del perfil en su línea de emisión observado representa la dispersión de velocidades de las nubes de gas en el complejo potencial gravitacional del gas y las estrellas, y la dispersión en la relación $L(H\beta) - \sigma$ está correlacionada con la metalicidad. Posteriormente Melnick et al. (1987) presentan un análisis de las propiedades integrales de regiones HII gigantes y establecen entre sus principales conclusiones que: la luminosidad integrada de $H\beta$, la dispersión de velocidades y el radio central de regiones HII gigantes están fuertemente correlacionados, y dichas correlaciones están bien representadas por una ley de potencias de la siguiente forma:

$$R_c \sim \sigma^{2.5 \pm 0.5}$$

$$L(H\beta) \sim \sigma^{5.0 \pm 0.5}$$

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

Además sugieren que la dispersión en estas correlaciones es debida a efectos de la metalicidad y que las observaciones son mejor explicadas por un modelo en el cual las regiones HII gigantes son asumidas como cúmulos virializados de un gran número de fragmentos de gas ionizados por un cúmulo de estrellas centrales, por lo cual las propiedades globales de las regiones HII gigantes deben ser modeladas en términos de las masas, edades y composición química de su cúmulo ionizante, sin embargo hay otras cuestiones que deben ser tenidas en cuenta como el papel que juegan los vientos estelares sobre el gas nebuloso (e.g Rozas et al., 2006), por otra parte Melnick et al. (1988) encuentra una relación para galaxias HII dada por:

$$\log L(H\beta) = (4.70 \pm 0.30)\log\sigma + 33.61 \pm 0.50 \quad \delta \log L(H\beta) = 0.29 \quad (2.1)$$

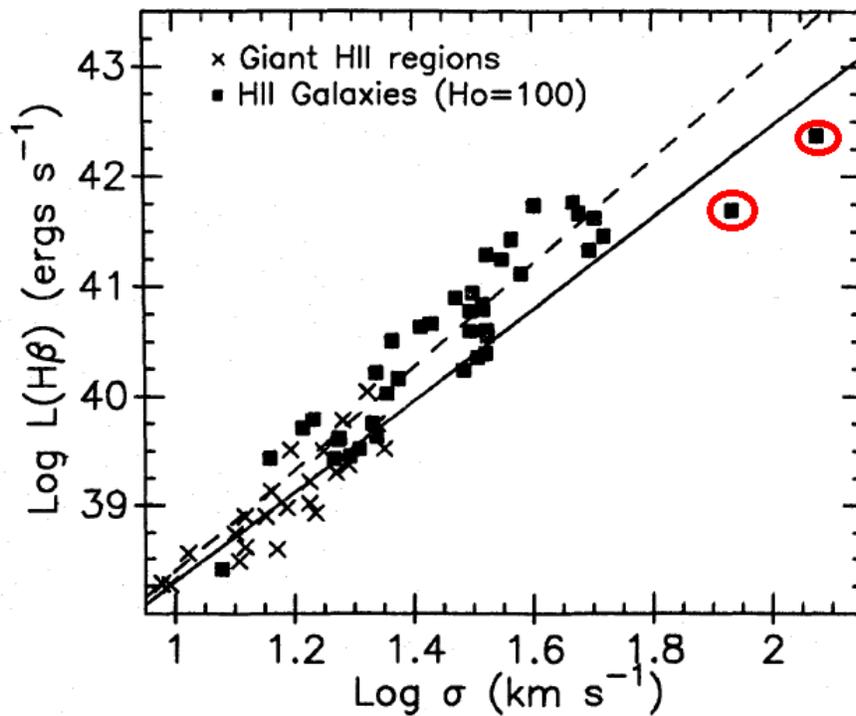


Figura 2.4: Gráfico logarítmico de la luminosidad integrada $H\beta$ de regiones HII gigantes y galaxias HII vs. el rms del ancho de sus perfiles de línea de emisión (Melnick et al., 1988). La línea sólida muestra el ajuste de mínimos cuadrados para los datos de las regiones HII gigantes, la línea discontinua corresponde al ajuste para las galaxias HII. La constante de Hubble usada para calcular las luminosidades de las galaxias HII es de $H_0 = 100 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Los contornos rojos son aquellas Galaxias HII dejadas por fuera de la regresión pues se encuentra que estos sistemas son rotantes y tienden al aplanamiento de la relación

2.2. Relación $L(H\beta) - \sigma$ en galaxias HII

Con $\delta \log L(H\beta) = 0.29$ la dispersión en la luminosidad, también se concluye que no hay diferencias intrínsecas entre galaxias HII jóvenes y regiones HII gigantes, y que dentro de los errores, la luminosidad global de $H\beta$ en ambas clases de objetos está determinada por los anchos del perfil y las abundancias de oxígeno, por lo tanto se propone un parámetro para la determinación de distancias de galaxias HII, de la siguiente manera:

$$M_Z = \frac{\sigma^5}{(O/H)} \quad (2.2)$$

de donde:

$$\log L(H\beta) = (1.0 \pm 0.04) \log M_Z + (41.32 \pm 0.08) \quad \delta \log L(H\beta) = 0.271 \quad (2.3)$$

esta relación fue obtenida utilizando la escala de distancia de Aaronson et al. (1986) para calcular la luminosidad de $H\beta$, con $H_0 = 89 \pm 10 \text{ km.s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$

2.2.1. La física de la relación $L(H\beta)$ - σ

Existe en la literatura un gran debate concerniente a la interpretación de los anchos del perfil en líneas de emisión en GHIIRs, el cual en muchos aspectos se asemeja a las galaxias HII (GHIIIs), y en particular exhibe una correlación similar entre $L(H\beta)$ y σ . Con el fin de explicar esto Terlevich & Melnick (1981) proponen un modelo el cual proviene de un origen gravitacional, la base de este argumento es el tipo de correlación $L(H\beta) \propto \sigma^4$ y $R \propto \sigma^2$ observada en galaxias HII. Dichas correlaciones son esperadas para sistemas virializados como se observa en galaxias elípticas, bulbos de galaxias espirales y cúmulos globulares.

Por otra parte en regiones HII gigantes el acoplamiento entre la turbulencia del gas ionizado (σ) y la masa total del sistema (estrellas mas gas) es muy compleja y parece evolucionar con el tiempo. En primer lugar la velocidad mínima debe estar dado por el campo gravitatorio, aunque adicionalmente para sistemas evolucionados aparecen efectos hidrodinámicos que contribuyen al origen de movimientos turbulentos supersónicos en la componente gaseosa de galaxias HII, como por ejemplo los vientos estelares generados por estrellas masivas evolucionadas como es el caso de GHIIRs evolucionadas donde este efecto domina (Melnick et al., 1999).

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

La Figura 2.5 muestra la comparación de la relación luminosidad vs dispersión de velocidades para sistemas gravitacionalmente ligados como son las galaxias elípticas, bulbos de galaxias espirales y cúmulos globulares. Ahora bien para comparar con estos sistemas “viejos” se muestra la relación correspondiente para galaxias HII una vez que su luminosidad en azul se ha corregido (envejecido) por evolución de 13 Giga-años. Es decir la luminosidad de las galaxias HII que corresponden a la que tendrían luego de 13.5 Giga-años si la formación estelar se detiene ahora. Como se observa claramente la relación para galaxias HII evolucionadas coincide con la que corresponde a sistemas virializados dando fuerte soporte al origen gravitatorio de los movimientos supersónicos en las galaxias HII y GHIIRs.

Telles (1995) mostró que las galaxias HII definen un plano fundamental que es bastante similar a aquellos definidos para galaxias elípticas, en la Figura 2.6 el panel superior es una continuación del inferior, para galaxias HII la luminosidad del continuo se ha evolucionado un tiempo de Hubble, por lo tanto las galaxias elípticas se ven como continuación de galaxias HII. Sin embargo la dispersión observada en $L(H\beta) - \sigma$ puede ser debida a la presencia de un segundo parámetro, tal vez posible variación en la función inicial de masa (IMF de sus siglas en inglés), rotación o duración del brote de formación estelar que intensifica las líneas de emisión (Melnick et al., 2000). Se ha mostrado que la dispersión en $L(H\beta) - \sigma$ puede ser reducida si se dejan de lado aquellos objetos con $\sigma > 65 \text{ km.s}^{-1}$ (Melnick et al. 1988, Koo et al. 1995).

2.2.2. Efectos de Edad

Con el fin de evitar los efectos sistemáticos causados por la rápida evolución de las estrellas ionizantes, se debe restringir los objetos con anchos equivalentes $EW(H\beta)$ grandes para seleccionar starburst jóvenes y minimizar posibles efectos de la masa de la población vieja subyacente y los vientos estelares. La evolución del starburst dura los primeros 10^7 yr luego sigue un rápido decaimiento de los flujos de emisión; después de los primeros 3 Myr, el flujo del continuo es aproximadamente constante hasta alrededor de los 6 Myr. Así en este rango de edades la edad de atenuación en $L(H\beta)$ puede ser directamente estimada del cambio en anchos equivalentes (Terlevich & Melnick 1981, Copetti et al. 1986), hay que tener en cuenta que el ancho

2.2. Relación $L(H\beta) - \sigma$ en galaxias HII

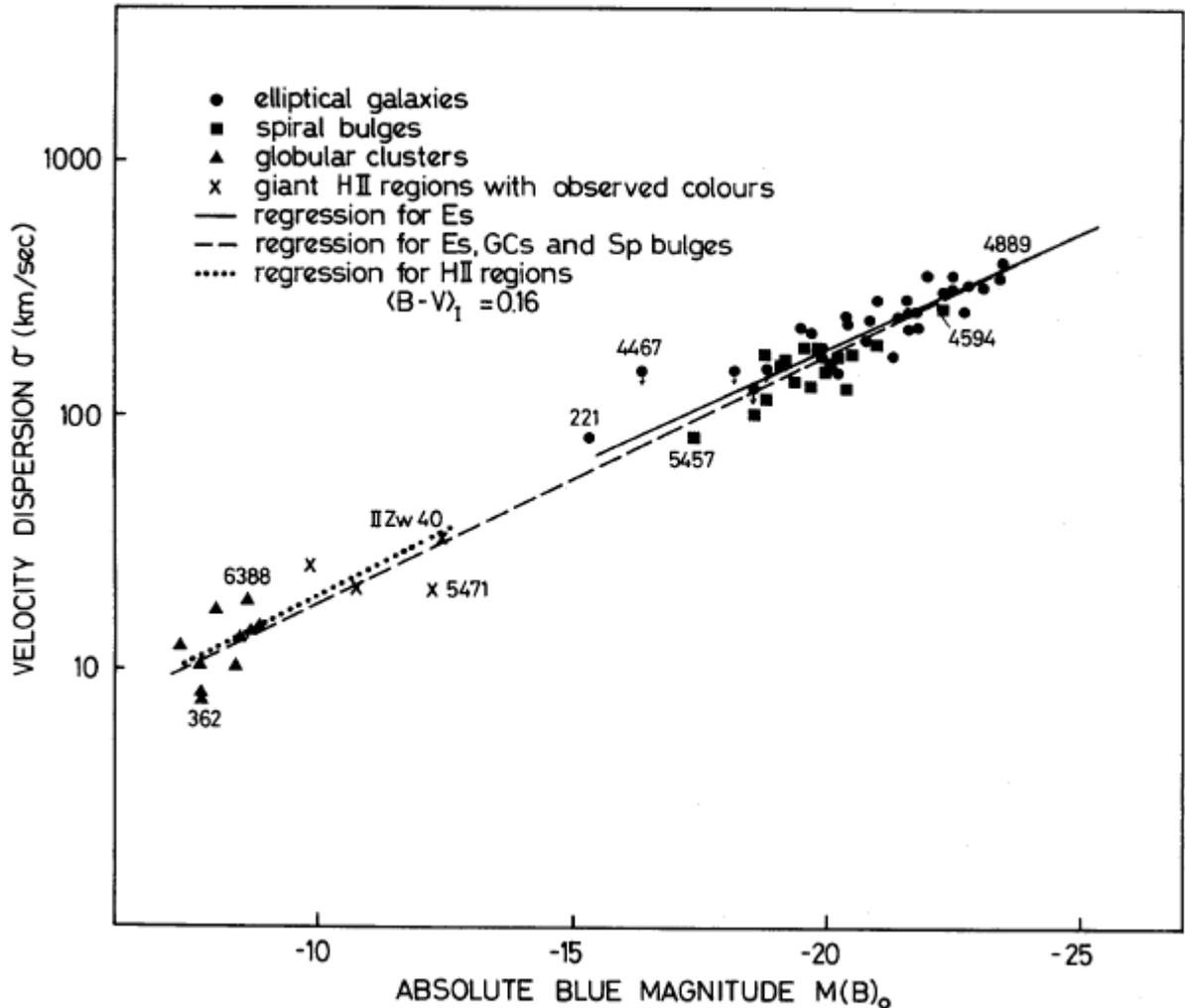


Figura 2.5: Correlación entre la magnitud absoluta en azul $M(B)_0$ y la dispersión de velocidades para galaxias elípticas, bulbos de galaxias espirales y cúmulos globulares. La línea discontinua representa un ajuste lineal para todos los datos. La línea sólida corresponde a un ajuste de mínimos cuadrados para galaxias elípticas solamente. La línea punteada representa la línea de correlación media $(F_0(H\beta), \sigma)$ expresada en términos de la magnitud absoluta de cúmulos estelares ionizantes corregido por evolución. Regiones HII individuales con fotometría directa UBV también son graficados. Terlevich & Melnick (1981)

equivalente es un buen estimador de la edad del starburst.

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

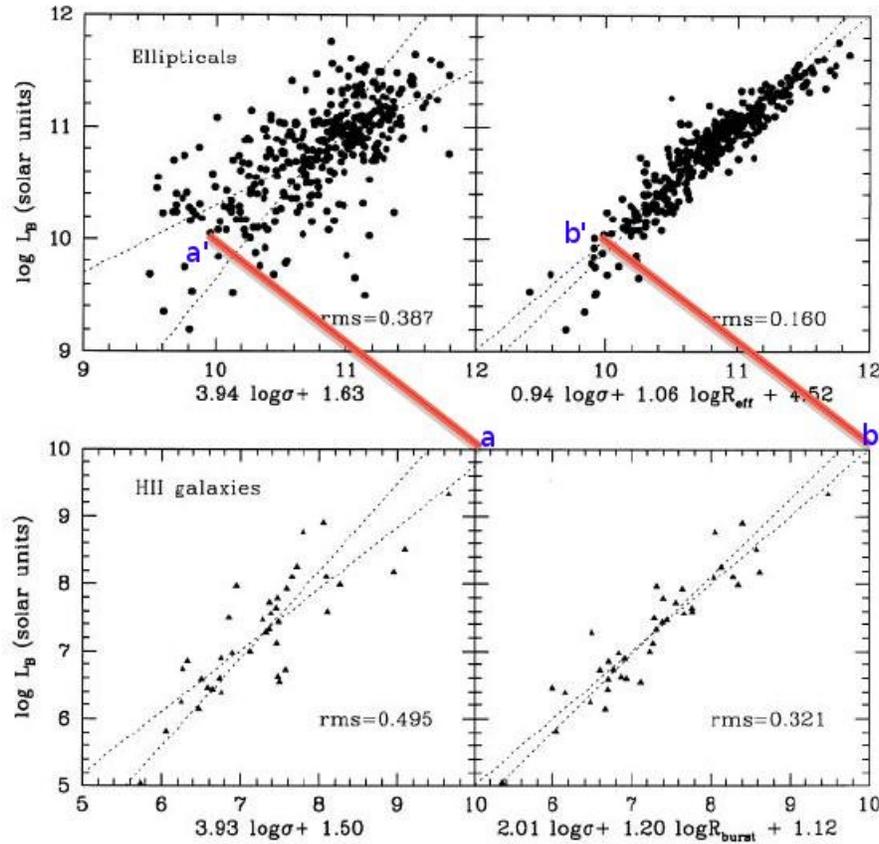


Figura 2.6: Plano fundamental de galaxias HII y galaxias elípticas (Telles, 1995). El radio y la magnitud de las galaxias HII son medidos de imágenes del continuo. La dispersión de velocidades se obtiene de los anchos de las líneas de emisión. Las líneas rojas indican la continuidad del panel inferior, es decir los puntos a' y b' del panel superior corresponden a a y b del panel inferior

2.2.3. Efectos de Extinción

La luz de las estrellas y otros objetos celestes sufre una modificación al pasar a través del medio interestelar, también llamado extinción interestelar que es una combinación de absorción y dispersión de la luz cuando atraviesa zonas polvosas y depende de la longitud de onda afectando principalmente la luz visible y el ultravioleta. Por lo tanto la extinción tiene un efecto sobre el flujo en la línea de $H\beta$, la extinción o enrojecimiento es un importante efecto sistemático para la relación $LH(\beta) - \sigma$. Dos posibles fuentes de extinción deben ser consideradas, el polvo en nuestra galaxia, y

2.3. Galaxias HII como pruebas cosmológicas

el polvo en las mismas galaxias HII, adicionalmente la presencia de una población estelar de edad intermedia y vieja puede verse en absorción en la serie de Balmer, por lo tanto las líneas de emisión de Balmer del gas ionizado aparecen superpuestas a líneas de absorción estelar y este efecto crece en importancia hacia líneas de Balmer de mayores ordenes y se ha mostrado que la corrección por extinción puede ser determinada del decremento de Balmer (Melnick et al., 1987, 1988; Osterbrock, 1989) ya que permite de forma directa obtener tanto la extinción intrínseca y la debida a la población subyacente. Como se discute en la sección 3.5.

2.2.4. Efectos de Metalicidad

La metalicidad tiene un importante efecto sobre la relación $L(H\beta) - \sigma$ como fue encontrado en el análisis realizado por Terlevich & Melnick (1981), donde se muestra que la dispersión en la relación está correlacionada con la metalicidad. Aunque esto aún no ha sido verificado en el trabajo reciente de Chávez y colaboradores.

2.3. Galaxias HII como pruebas cosmológicas

La relación de Hubble depende de los parámetros cosmológicos a través de la siguiente ecuación:

$$H(z) = H_0 E(z) \quad (2.4)$$

donde

$$E^2(z) = \left[\Omega_m (1+z)^3 + \Omega_k (1+z)^2 + \Omega_Q \exp \left(3 \int_0^z \frac{1+w(x)}{1+x} dx \right) \right] \quad (2.5)$$

la cual es derivada de las ecuaciones de Friedman; Ω_m , Ω_k , $\Omega_Q (\equiv 1 - \Omega_m - \Omega_k)$ hacen referencia a la densidad de materia, la curvatura espacial y energía oscura respectivamente, normalizadas a la época presente. En la práctica se relaciona el módulo de distancia con la distancia de luminosidad donde entran los parámetros cosmológicos.

$$\mu = m - M = 5 \log D_L + 25 \quad (2.6)$$

con

$$D_L = \frac{c(1+z)}{H_0 \sqrt{\Omega_k}} \sinh \left[\sqrt{\Omega_k} \int_0^z \frac{dx}{E(z)} \right] \quad (2.7)$$

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

para un universo plano ($\Omega_k = 0$) se reduce a:

$$D_L = \frac{c(1+z)}{H_0} \int_0^z \frac{dx}{E(z)} \quad (2.8)$$

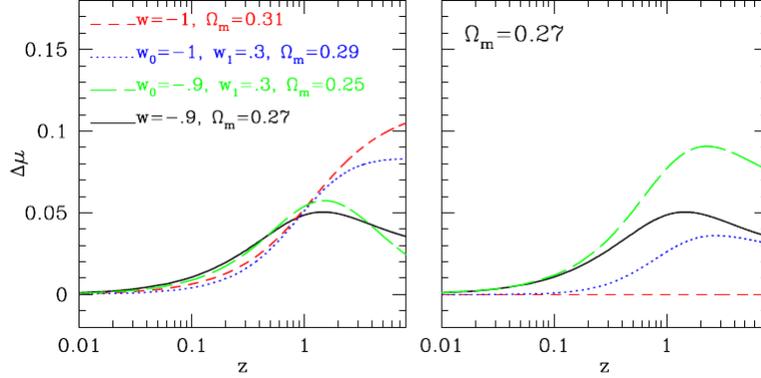


Figura 2.7: Panel izquierdo: diferencia del módulo de distancia esperado entre los modelos mostrados de energía oscura con referencia al modelo- Λ ($w=-1$) con $\Omega_m = 0.27$. Panel derecho: diferencias del modulo de distancia esperado una vez se rompe la degeneración $\Omega_m - w(z)$ imponiendo el mismo valor de Ω_m como en el modelo de comparación. Tomado de Plionis et al. (2011)

De la Figura 2.7 se observa el modulo de distancia para diferentes ecuaciones de estado de la energía oscura. $\Delta\mu$ para diferentes modelos con respecto de una cosmología- Λ estándar ($w = -1$, $\Omega_m = 0.27$ y $\Omega_\Lambda = 0.73$), con desviaciones relativas definidas como:

$$\Delta\mu = \mu_\Lambda - \mu_{model} \quad (2.9)$$

De la Figura 2.7 hay varias observaciones importantes. En primer lugar, las desviaciones relativas a la magnitud entre diferentes modelos de energía oscura son bastante pequeños, lo que coloca una fuerte necesidad de fotometría precisa de los objetos utilizados como trazadores de distancia. En segundo lugar las desviaciones más grandes del módulo de distancia ocurren en corrimientos al rojo $z \geq 1.5$ bastante mayor que aquellos actualmente trazados por muestras de SNIa y por último hay fuerte degeneración entre los diferentes modelos cosmológicos en corrimientos al rojo $z \leq 1$. Ahora bien a partir del argumento anterior el potencial uso de galaxias HII como indicador de distancias definido como: $M_z = \sigma^5/(O/H)$ a partir del cual la luminosidad puede

2.3. Galaxias HII como pruebas cosmológicas

ser predicha de la relación:

$$\log L(H\beta) = \log M_z + P_0 \quad (2.10)$$

con $P_0 = 29.60$ el punto cero originalmente definido de una muestra de 14 regiones HII gigantes extragalácticas (Melnick et al., 1988). La relación $L(H\beta) - \sigma$ ha mostrado mantenerse también a grandes corrimientos al rojo. Melnick et al. (2000) mostraron que las galaxias HII satisfacen la relación $L(H\beta) - \sigma$ hasta $z \approx 3$ y derivaron el siguiente módulo de distancia para galaxias HII:

$$\mu = 2.5 \log(\sigma^5 / F_{H\beta}) - 2.5 \log(O/H) - A_{H\beta} - 26.18 \quad (2.11)$$

donde $F_{H\beta}$ y $A_{H\beta}$ son los flujos y la extinción de $H\beta$, la dispersión encontrada en el módulo de distancia es de 0.52 mag. Aunque la incertidumbre que se obtiene es mayor que aquella obtenida con SNIa, la ventaja de usar galaxias HII es que pueden llegar a corrimientos al rojo mucho mas grandes ($z \sim 4$ contra $z \sim 1.7$) como se puede observar en la Figura 2.8. Aunque hay que tener en cuenta que hay efectos sistemáticos que pueden sesgar las distancias obtenidas con la relación $L(H\beta) - \sigma$, como se describió en secciones anteriores.

2. Propiedades generales de las Galaxias HII

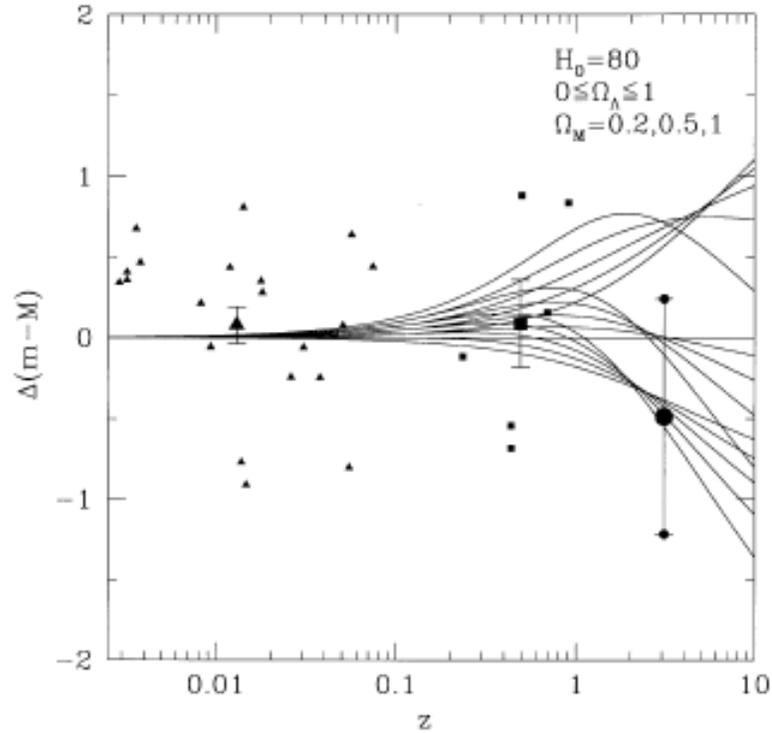


Figura 2.8: Diagrama diferencial de Hubble de galaxias HII para un amplio rango de corrimientos al rojo. Los símbolos grandes representan el promedio de corrimiento al rojo y el módulo de distancia para cada submuestra. Las barras muestran el error medio en el módulo de distancia asumiendo que cada punto es una medida independiente e ignorando errores observacionales. $H_0 = 80 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ fue usada para normalizar los puntos de datos. Las líneas del modelo son independientes de H_0 . Tomado de Melnick et al. (2000). Las familias de curvas van de arriba hacia abajo con valores de $\Omega_m = 0.2, 0.5, 0.1$

3

Muestra y Metodología

En este capítulo se hace una descripción de la muestra y los procedimientos utilizados para calcular los diferentes parámetros de los objetos que la componen. Para aquellos objetos con los cuales no se contaba con espectros propios, los datos son obtenidos de la literatura.

3.1. Descripción de la muestra

La muestra seleccionada se compone de un total de 35 galaxias HII, de las cuales 17 pertenecen a la muestra utilizada en la tesis doctoral de Ricardo Chávez (C12), y 18 a la muestra de Bordalo & Telles 2011 (B&T11). La muestra en C12 consta de 128 galaxias HII del Sloan Digital Sky Survey (SDSS) de la liberación de datos espectroscópicos Data release 7 (DR7). Los criterios utilizados para su selección fueron la presencia de fuertes líneas de emisión dentro de un rango de corrimiento al rojo entre $0.01 < z < 0.16$ lo que permite evitar que los objetos locales estén afectados por movi-

3. Muestra y Metodología

mientos peculiares en relación con el flujo de Hubble, mientras se mantienen tiempos de exposición relativamente cortos. Por otra parte en la muestra total del trabajo de (Bordalo & Telles, 2011) los objetos fueron seleccionados del Catálogo Espectroscópico de Galaxias HII (SCHG de sus siglas en inglés) de Terlevich et al. (1991), y también de sensores de galaxias HII mas pequeños tales como el realizado por Kunth et al. (1981). Adicionalmente se selecciona galaxias starbursts clásicas, galaxias espirales con regiones HII nucleares. La media en su distribución de corrimientos al rojo es de 0.0222.

Ahora bien la principal característica de los objetos estudiados en este trabajo es que presentan perfiles complejos en sus líneas de emisión, es decir perfiles asimétricos, con doble pico, en general aquellos que no se ajustan a un simple perfil gaussiano lo que sugiere rotación o multiplicidad de componentes y son descartados en estudios anteriores de galaxias HII como estimadores de distancia. La selección de objetos con su nombre, posición y corrimiento al rojo se presentan en las Tablas: 3.1 y 3.2

El rango en corrimiento al rojo que cubre la muestra se encuentra entre $0.05 < z < 0.12$. Para los 17 objetos de C12 para caracterizar los perfiles en las líneas de emisión se tienen los espectros de alta resolución con observaciones desarrolladas en telescopios de la clase de 8 metros usando el Ultraviolet and Visual Echelle Spectrograph (UVES) en el European Southern Observatory (ESO) Very Large Telescope (VLT) en Chile. El set-up en particular usado en UVES provee un espectro centrado en 5800\AA y con un ancho de rendija de $2''$ se obtuvo una resolución espectral de ~ 22000 . Para detalles sobre la muestra C12, observación y reducción de los datos ver Chávez et al. (2012) y Chavéz et al. 2013 (en preparación).

Por otra parte para los 18 objetos de B&T11 fue utilizado el Fiber-fed Extended Range Optical Spectrograph (FEROS) instalado en el telescopio de 2.2m en Observatorio de La Silla (ESO) en Chile. La fibra fue posicionada sobre la región mas brillante o el núcleo central de las galaxias, la resolución espectral es de ~ 48000 , el espectrógrafo cubre toda la región óptica entre $3560\text{-}9200\text{\AA}$. Adicionalmente de los objetos de B&T11 4 fueron observados con el telescopio de 1.2m en Pico dos Dias Observatory (LNA, Brasil) usando un espectrógrafo Coudé resultando en una resolución espectral en 6500\AA de 0.75\AA (FWHM instrumental) correspondiente a $\sigma_{inst} = 14.7 \text{ km s}^{-1}$. Estos objetos se observaron en la región de $6400\text{-}6900\text{\AA}$ por lo tanto solo se presenta el perfil de $H\alpha$.

3.2. Luminosidad

Los espectros de baja resolución utilizados para calcular los flujos en las líneas de emisión fueron obtenidos del Sloan Digital Sky Survey. Esto fue posible para 20 objetos (la fibra del SDSS es de 3") para los cuales también se seleccionó la imagen del SDSS en la banda r , para los objetos que no se encontraron en el SDSS las imágenes fueron obtenidas de UK Schmidt con placas fotográficas digitalizadas (White, Postman, & Lattanzi, 1992)

INDEX	Nombre SDSS	R.A.(Deg)	DE(Deg)	z
1	J074947+154013	117.4458313	15.6703606	0.074189
2	J082520+082723	126.3337936	8.4564447	0.086851
3	J083946+140033	129.9417572	14.009222	0.111593
4	J084219+300703	130.5794525	30.1176395	0.08406
5	J091640+182807	139.1707458	18.4688606	0.021771
6	J094000+203122	145.002121	20.5229168	0.044799
7	J095023+004229	147.5971375	0.7081111	0.097716
8	J100720+193349	151.8353729	19.5637493	0.03141
9	J101042+125516	152.6772156	12.9213057	0.061355
10	J101136+263027	152.9002075	26.5076389	0.054663
11	J104829+111520	162.1217499	11.2555828	0.092703
12	J110838+223809	167.1604156	22.6360283	0.023815
13	J125305-031258	193.2748718	-3.2163334	0.022859
14	J130119+123959	195.3302155	12.6665277	0.069237
15	J131235+125743	198.1472168	12.9623613	0.025744
16	J142342+225728	215.9286194	22.9579716	0.032848
17	J162152+151855	245.4690399	15.3155556	0.034378

Tabla 3.1: Galaxias HII que presentan perfiles no gaussianos de la muestra de C12, el corrimiento al rojo z está medido de los espectros del SDSS

3.2. Luminosidad

Con el fin de calcular la luminosidad de $H\beta$ utilizando los flujos medidos en sus líneas de emisión es necesario determinar las distancias, las cuales se pueden derivar usando la ley de Hubble dada por la siguiente expresión:

$$D_L \equiv d \approx cz/H_0 \quad (3.1)$$

3. Muestra y Metodología

INDEX	Nombre	R.A.(Deg)	DE(Deg)	z
18	UM 448	175.55158	0.33404	0.01834
19	UM 477	182.04630	2.87828	0.00422
20	CTS 1028	185.81890	4.83614	0.01776
21	MRK 710	148.70652	9.27109	0.00502
22	CTS 1013	156.27483	-19.78247	0.02688
23	CTS 1030	201.38899	-25.92570	0.01505
24	CTS 1033	207.43693	-18.19106	0.01549
25	MBG 20533-4410	314.18096	-43.98603	0.01714
26	MBG 21567-1645	329.85875	-16.51233	0.01738
27	MBG 22012-1550	330.98467	-15.59994	0.04227
28	NGC 6970	313.03942	-48.77778	0.01751
29	Tol 0242-387	41.15783	-38.58159	0.12635
30	Tol 0140-420	25.76296	-41.82794	0.02205
31	Tol 0440-381	70.53375	-38.01972	0.04082
32	Tol 2138-405	325.34092	-40.31839	0.05802
33	Tol 2240-384	340.88492	-38.18996	0.07584
34	UM 304	16.72517	1.94564	0.01570
35	UM 391	30.87667	2.56631	0.02101

Tabla 3.2: Galaxias HII que presentan perfiles no gaussianos clasificados en la muestra de B&T11 como perfiles con componentes, el corrimiento al rojo z fue tomado directamente de Bordalo & Telles (2011)

donde D_L es la distancia de luminosidad, z es el corrimiento al rojo cosmológico de las galaxias, H_0 es la constante de Hubble en $km\ s^{-1}Mpc^{-1}$, aunque es necesario corregir los movimientos del sol relativo al centro del Grupo Local y la distorsión de la señal causada por un corrimiento Doppler adicional al cosmológico dado por las velocidades peculiares, (Kaiser, 1987). Para la corrección de la velocidad heliocéntrica a la velocidad en el marco del Grupo Local, v_{GL} , se tiene la siguiente expresión (Courteau & van den Bergh, 1999)

$$v_{LG} = V_{hel} - 79 \cos l \cos b + 296 \sin l \cos b - 36 \sin b \quad (3.2)$$

con l y b las coordenadas galácticas del objeto observado. Adicionalmente para la corrección debido a las velocidades peculiares se tiene (Basilakos & Plionis, 1998):

$$r = \frac{cz}{H_0} + \frac{1}{H_0} [\mathbf{v}(r) - \mathbf{v}(0)] \cdot \hat{\mathbf{r}} \quad (3.3)$$

3.3. Medida de Flujos

donde $v(0)$ es la velocidad peculiar del grupo local relativo al Fondo C3smico de Microondas (CMB de sus siglas en ingl3s) y $v(r)$ la velocidad peculiar de la galaxia en la posici3n r . Esta correcci3n es solamente importante a bajos corrimientos al rojo y si $v(r)$ tiene orientaciones aleatorias, la correcci3n por tanto es dominada por el t3rmino del Grupo Local. En este trabajo los z utilizados y sus errores fueron calculados de los espectros del SDSS, y para el c3lculo de la distancia se ha utilizado adem3s la tarea LUMDIST de IDL, la cual calcula la distancia de luminosidad dado el corrimiento al rojo del objeto y especificando los par3metros de H_0 y Ω_m utilizadas en un modelo de Friedmann-Robertson-Walker, y propagando los errores. No hay diferencias en los resultados utilizando la rutina de LUMDIST o aplicando directamente la ecuaci3n (3.1), el valor utilizado de la constante de Hubble es $H_0 = 73 \pm 2.4 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ (Riess et al., 2011).

Una vez calculada la distancia y teniendo los flujos corregidos, la luminosidad se puede obtener mediante la siguiente expresi3n:

$$L_{H\beta} = 4\pi D_L^2 F(H\beta) \quad (3.4)$$

3.3. Medida de Flujos

Para medir los flujos en las l3neas de emisi3n sobre los espectros del SDSS se utiliz3 la tarea "SPLOT" de "IRAF"¹ la cual integra la intensidad de cada l3nea sobre un continuo ajustado localmente. Existen dos formas de realizar este procedimiento, ajustando una gaussiana al perfil de la l3nea o integrando directamente sobre ella, ambos procedimientos fueron utilizados para medir las l3neas y la diferencia mas notoria es en la l3nea de $[OIII]\lambda 5007$ donde la diferencia entre el flujo calculado usando el ajuste o integrando directamente la l3nea es de alrededor de un 2.5%. Para las l3neas no resueltas como el caso de $[OII]\lambda\lambda 3726, 3729$ se utiliza el desdoblamiento de la l3nea que permite ajustar m3ltiples gaussianas a un perfil. Para determinar los errores en

¹ IRAF que corresponde a sus siglas en ingl3s Image Reduction and Analysis Facility es un amplio conjunto de herramientas para el an3lisis y el procesado de im3genes astron3micas. Fue desarrollado a mediados de los a3os 80 por la instituci3n National Optical Astronomy Observatories (NOAO) en Tucson, Arizona.

3. Muestra y Metodología

los flujos se ha utilizado la expresión dada por (Tresse et al., 1999):

$$\sigma_F = \sigma_c D \sqrt{2N_{pix} + EW/D} \quad (3.5)$$

y para el ancho de la línea el error está dado por:

$$\sigma_{EW} = \frac{EW}{F} \sigma_c D \sqrt{EW/D + 2N_{pix} + (EW/D)^2/N_{pix}} \quad (3.6)$$

donde D es la dispersión espectral en \AA pix^{-1} , σ_c es la desviación estándar de la media por píxel del continuo en cada lado de la línea, EW es el ancho equivalente y N_{pix} es el numero de píxeles utilizados en la medida de la línea.

3.4. Diagrama de Diagnóstico

Para los objetos extragalácticos los principales mecanismos de excitación que operan pueden distinguirse en función de relaciones globales de intensidad de líneas de emisión, o diagramas de diagnóstico (Baldwin, Phillips, & Terlevich, 1981) como:

- Fotoionización por estrellas O B (regiones HII)
- Fotoionización por una ley de potencia (incluye Seyfert 2 y Narrow-Line radio Galaxies)
- Calentamiento por ondas de choque (LINERs)
- Fotoionización por estrellas de baja masa a muy alta temperatura que se encuentran en la rama asintótica de las gigantes (AGB sus siglas en inglés) (Nebulosas Planetarias)

Para poder distinguir los diferentes objetos se tiene un esquema de clasificación que discrimina diferentes tipos de acuerdo a sus mecanismos de excitación y para conocer esto utilizan diferentes líneas tales como $[NeV]\lambda 3426$, $[OII]\lambda 3727$, $[HeII]\lambda 4686$, $H\beta\lambda 4861$, $[OIII]\lambda 5007$, $[OI]\lambda 6300$, $H\alpha\lambda 6563$, $[NII]\lambda 6584$, dichos esquemas o diagramas de clasificación fueron propuestos por Baldwin, Phillips, & Terlevich (1981) (Diagrama BPT de ahora en adelante). Kewley et al. (2001) usando modelos de síntesis de población estelar y modelos de fotoionización identifica una “línea máxima del

3.5. Extinción

brote de formación estelar". En dicho diagrama los objetos que caen encima de ésta línea son probablemente dominados por un AGN. (Kauffmann et al., 2003) revisando el trabajo de (Kewley et al., 2001) introduce un esquema de clasificación; una línea empírica para dividir galaxias de pura formación estelar de objetos compuestos entre AGN-HII también llamados objetos de transición los cuales deben tener una significativa contribución de ambos AGN y formación estelar. Su espectro óptico puede producirse por cualquier combinación de formación estelar y núcleos de "Seyfert" o combinación de formación estelar y emisión de LINERs. (Kewley et al., 2006) introduce una línea horizontal para separar "Seyfert" y LINERs.

En éste trabajo se ha utilizado las razones de intensidades de $[NII]/H\alpha$ y $[OIII]/H\beta$, debido a que dichas razones son muy poco sensibles al enrojecimiento y pueden ser usadas sin la necesidad de una corrección en flujo y además pudieron ser medidas o encontradas en la literatura para la mayoría de objetos de la muestra. Aunque estos cocientes de intensidades de líneas son prácticamente insensibles al enrojecimiento Baldwin, Phillips, & Terlevich (1981), aplican una pequeña corrección la cual se ha hecho también en este trabajo por lo tanto los cocientes de las líneas quedan como:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \log \left[\frac{I(\lambda_1)}{I(\lambda_2)} \right]_{obs} + c_1 \log \left[\frac{I(H\alpha)}{I(H\beta)} \right]_{obs} + c_2 \quad (3.7)$$

donde c_1 y c_2 están dados en la Tabla 3.3:

Cocientes de Intensidades	c_1	c_2
$[OIII]\lambda 5007/H\beta$	-0.11	-0.05
$[NII]\lambda 6584/H\alpha$	-0.01	0.00

Tabla 3.3: Coeficientes de enrojecimiento Baldwin, Phillips, & Terlevich (1981)

3.5. Extinción

Los efectos de extinción en las líneas de emisión dependen de la longitud de onda. Las correcciones son usualmente obtenidas de las razones de las líneas de Balmer, la

3. Muestra y Metodología

razón intrínseca y la curva de extinción adoptadas; la razón entre el flujo de una línea dada $F(\lambda)$ y el flujo $F(H\beta)$ puede ser expresado por:

$$\frac{F(\lambda)}{F(H\beta)} = \frac{F_0(\lambda)}{F_0(H\beta)} 10^{-0.4A_V[k(\lambda)-k(H\beta)]/R_V} \quad (3.8)$$

Donde $k(\lambda) = A(\lambda)/E(B-V)$ esta dada por la ley de extinción usada, $R_V = A_V/E(B-V)$ es la razón entre la extinción total y la extinción selectiva, los subíndices 0 son los flujos sin enrojecimiento. Las razones teóricas usadas son $F_0(H\alpha)/F_0(H\beta) = 2.86$ y $F_0(H\gamma)/F_0(H\beta) = 0.47$ (Osterbrock, 1989). Las razones de flujos observados puede ser expresados en función de las razones teóricas y la extinción visual de la siguiente forma:

$$\log \frac{F(H\alpha)}{F(H\beta)} = \log 2.86 - 0.4[k(H\alpha) - k(H\beta)]A_V/R_V \quad (3.9)$$

$$\log \frac{F(H\gamma)}{F(H\beta)} = \log 0.47 - 0.4[k(H\gamma) - k(H\beta)]A_V/R_V \quad (3.10)$$

Por otra parte puede existir una población estelar subyacente observada en absorción en las líneas de la serie de Balmer devida a estrellas supergigantes azules, por lo tanto la emisión de líneas de Balmer está superpuesta a las líneas de absorción estelar y consecuentemente la extinción interna es sobrestimada (e.g Olofsson, 1995). Para corregir esto se ha usado el método propuesto por Rosa-González et al. (2002), el cual consiste en determinar la absorción subyacente de Balmer Q y la extinción real A_V de la intensidad de las líneas observadas. La razón entre las dos líneas de emisión por ejemplo $H\alpha$ y $H\beta$, está dada por:

$$\frac{H\alpha}{H\beta} = \frac{F_+(H\alpha) - F_-(H\alpha)}{F_+(H\beta) - F_-(H\beta)} \quad (3.11)$$

donde $F_+(H\alpha)$ y $F_+(H\beta)$ son las emisiones intrínsecas de los flujos, $F_-(H\alpha)$ y $F_-(H\beta)$ son las absorciones intrínsecas correspondientes, dicha expresión es correcta en caso de que las líneas tengan similares anchos equivalentes. Incluyendo los anchos equivalentes la ecuación anterior se transforma en:

$$\frac{F(H\alpha)}{F(H\beta)} = \frac{2.86 - [1 - PQ \frac{EW_+(H\beta)}{EW_+(H\alpha)}]}{1 - Q} \quad (3.12)$$

donde EW_+ y EW_- son los anchos equivalente en emisión y absorción respectivamente para diferentes líneas, el parámetro Q es la razón entre los anchos equivalentes

3.5. Extinción

de $H\beta$ en absorción y en emisión $Q = \frac{EW_-(H\beta)}{EW_+(H\beta)}$, el parámetro $P = \frac{EW_-(H\alpha)}{EW_-(H\beta)}$ es la razón entre los anchos equivalente en absorción de $H\alpha$ y $H\beta$, y la razón teórica entre los flujos de emisión $F_+(H\alpha)/F_+(H\beta) = 2.86$ (Osterbrock, 1989). El valor de P puede ser obtenido de cálculos de evolución espectral como aquellos de Olofsson (1995); para el caso de masas entre 0.1 y $100M_\odot$, y abundancias solar con una IMF de Salpeter, el valor de P cambia entre 0.7 y 1 para edades entre 1 y 15 millones de años respectivamente. Así la variación del parámetro P produce un cambio en la razón estimada $F(H\alpha)/F(H\beta)$ menor que el 2%, por lo tanto podemos asumir $P = 1$. La ecuación correspondiente para $H\gamma$ y $H\beta$ es:

$$\frac{F(H\gamma)}{F(H\beta)} = \frac{0.47 - GQ}{1 - Q} \quad (3.13)$$

donde $G = \frac{EW_-(H\gamma)}{EW_-(H\beta)}$ es la razón entre el ancho equivalente en absorción de $H\gamma$ y $H\beta$ y la razón teórica asumida para las emisiones intrínsecas es 0.47 (Osterbrock, 1989). La evolución de los anchos equivalentes de las líneas de absorción ha sido analizada por González Delgado & Leitherer (1999). En sus modelos el parámetro G es casi independiente de la historia de formación estelar y sus resultados sugieren que el valor G puede fijarse en 1.

Para realizar la corrección de extinción partiendo de las razones teóricas para los flujos $F(H\alpha)/F(H\beta) = 2.86$ y $F(H\gamma)/F(H\beta) = 0.47$ construimos el vector de los flujos observados \mathbf{A}_{V^*} , el cual puede ser expresado como la suma de dos vectores, uno de ellos debido a la extinción pura \mathbf{A}_V dado por las ecuaciones (3.9) y (3.10) y otro \mathbf{Q} que muestra los efectos de la población subyacente dado por las ecuaciones (3.12) y (3.13). Asumiendo que \mathbf{A}_{V^*} es la suma de \mathbf{A}_V y \mathbf{Q} minimizando la distancia entre la posición de los vectores \mathbf{A}_{V^*} y $\mathbf{Q} + \mathbf{A}_V$, para un par de parámetros (A_V, Q) , obtenemos simultáneamente los valores de Q y de A_V que corresponden a la extinción visual observada. Posteriormente los flujos sin enrojecimiento pueden ser obtenidos de la siguiente expresión:

$$F_{obs} = F_0(\lambda)10^{-0.4A_V k(\lambda)/R_V} \quad (3.14)$$

los errores son propagados por medio del método de Monte Carlo; la curva de extinción usada está dada por Calzetti (1999).

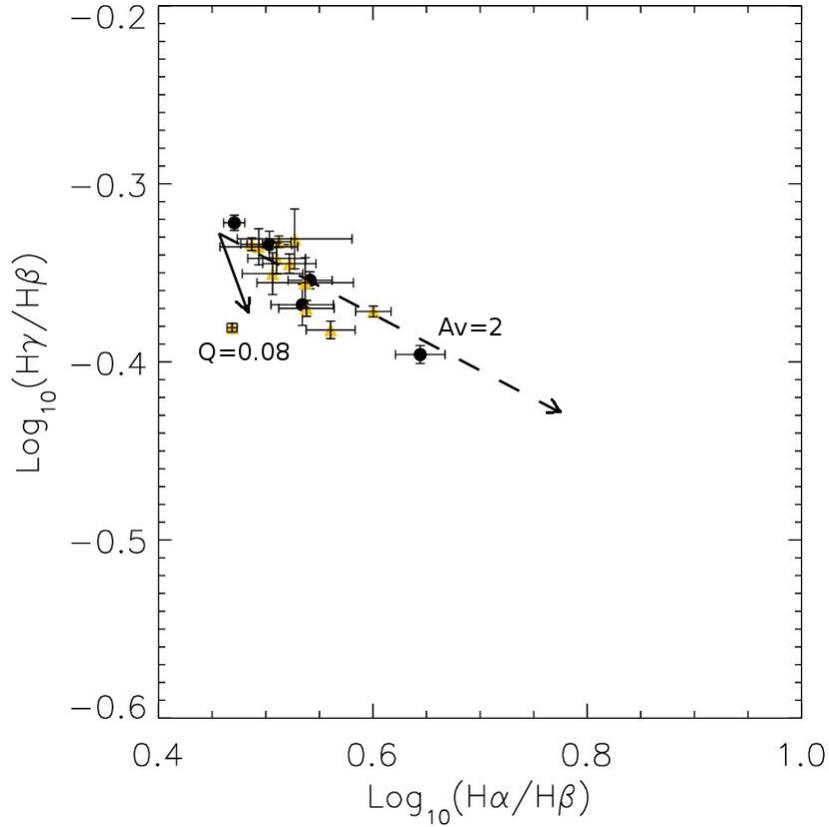


Figura 3.1: Razón logarítmica de los flujos de $F(H\alpha)/F(H\beta)$ vs $F(H\gamma)/F(H\beta)$, la mayoría de puntos se ubica hacia la zona del vector de extinción A_V y hacia la derecha del vector de absorción Q debido a la población subyacente, lo que demuestra que la absorción debido a la población estelar subyacente sobre la extinción es poco.

3.6. Abundancia de oxígeno

Teniendo en cuenta que la metalicidad puede tener un importante efecto sobre la relación $L(H\beta) - \sigma$ como fue encontrado en el análisis realizado por Terlevich & Melnick (1981), con el fin de determinar el potencial juego que puede tener para objetos con líneas de emisión de perfiles complejos es necesario determinar abundancias y para esto se deriva la cantidad de (O/H) considerando al oxígeno como indicador de metalicidad ya que es el elemento metálico mas importante, otras especies ionizadas también se pueden calcular sin embargo para los alcances de este trabajo no es relevante. Las temperaturas son derivadas de acuerdo a Pagel et al. (1992) usando la razón de las líneas $[OIII](\lambda\lambda 4959 + 5007)/\lambda 4363$ y las densidades electrónicas usando las líneas $[SII]\lambda 6717/\lambda 6731$ con la tarea TEMDEN del paquete NEBULAR de IRAF, que se basa en cálculos de un modelo de equilibrio estadístico de un átomo

3.7. Cinemática

de 5 niveles desarrollado por Shaw & Dufour (1995). Las ecuaciones para calcular las abundancias de oxígeno (Pagel et al., 1992), están dadas por:

$$12 + \log(O^{++}/H^+) = \log \frac{4959 + 5007}{H\beta} + 6.174 + \frac{1.251}{t} - 0.55 \log t \quad (3.15)$$

$$12 + \log(O^+/H^+) = \log \frac{3726 + 3729}{H\beta} + 5.890 + \frac{1.676}{t_2} - 0.40 \log t_2 + \log(1 + 1.35x) \quad (3.16)$$

con $t_2^{-1} = 0.5[t^{-1} + 0.8]$ donde t es la temperatura electrónica en unidades de $10^4 K$, y $x = 10^{-4} n_e t_2^{-1/2}$, con n_e densidad electrónica en cm^{-3} . La abundancia de oxígeno puede ser derivada sumando las ecuaciones (3.15) y (3.16), finalmente los errores son propagados por simulaciones Monte Carlo. Las abundancias así obtenidas son presentadas en la Tabla: 4.2

3.7. Cinemática

Para determinar la dispersión de velocidades del gas ionizado, se ha medido el ancho en varias líneas de emisión que estaban presentes en los espectros de alta resolución. Para C12 se han medido los anchos en las líneas de $H\beta$ y $[OIII]\lambda 5007$ en los espectros obtenidos con VLT mientras que para B&T11 que cubren un rango espectral mayor en los espectros de FEROS se han medido los anchos en las líneas $H\beta, [OIII]\lambda 5007$ y $H\alpha$ excepto 4 objetos con espectros de Coude para los cuales sólo se midió la línea $H\alpha$. Para realizar las medidas se ha utilizado la tarea "ngaussfit" de IRAF y se han tomado los errores que proporciona la tarea, la cual realiza un ajuste gaussiano iterativo, que permite seleccionar diferentes parámetros para ser ajustados y posteriormente retorna el valor del parámetro ajustado y su error, la tarea necesita de valores iniciales los cuales pueden ser proporcionados mediante tablas o a través de una ventana interactiva. El procedimiento utilizado para realizar el ajuste es: en primer lugar considerar una sola componente gaussiana, una vez ajustada una componente global y observando que no ajusta del todo muy bien al perfil global, entonces se procede a ajustar dos componentes, con el fin de mejorar el ajuste en la parte de las alas de la línea, y así se realiza el procedimiento ajustando hasta cuatro gaussianas en cada perfil. Finalmente para establecer el mejor ajuste se considera si el chi-cuadrado

3. Muestra y Metodología

que dan los diferentes ajustes disminuye significativamente al ajustar dos, tres, o cuatro gaussianas. En caso de que la disminución no sea significativa comparando los diferentes ajustes, se opta por dejar aquel con menos número de gaussianas. Para la mayoría de los casos se presenta un residuo en las alas de emisión que se hace evidente en las líneas mas intensas por lo tanto se explora la posible existencia de una componente ancha o dos componentes tipo shell en el perfil de la línea. En aquellos casos en que la componente ancha no ajusta muy bien el perfil, entonces se procede a considerar dos componentes una corrida al azul y otra al rojo, estas componentes se buscan en las otras líneas. La presencia de estas componentes adicionales se hace mas clara en las líneas mas intensas.

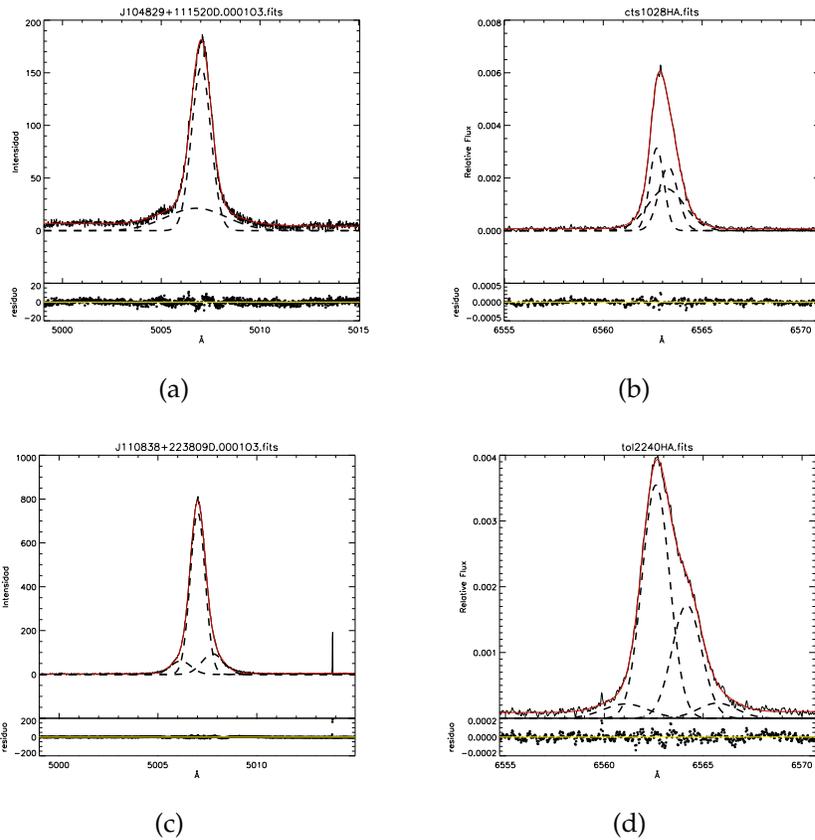


Figura 3.2: Se presentan los diferentes ajustes realizados para los perfiles de las líneas, para dos componentes **(a)**, cuando son tres componentes se encuentran dos grupos (los que ajustan dos componentes angostas y una componentes ancha **(b)**, o una componente central y dos componentes una corrida al azul y otra corrida al rojo **(c)**) y en última instancia aquellos perfiles que ajustan con cuatro componentes **(d)**.

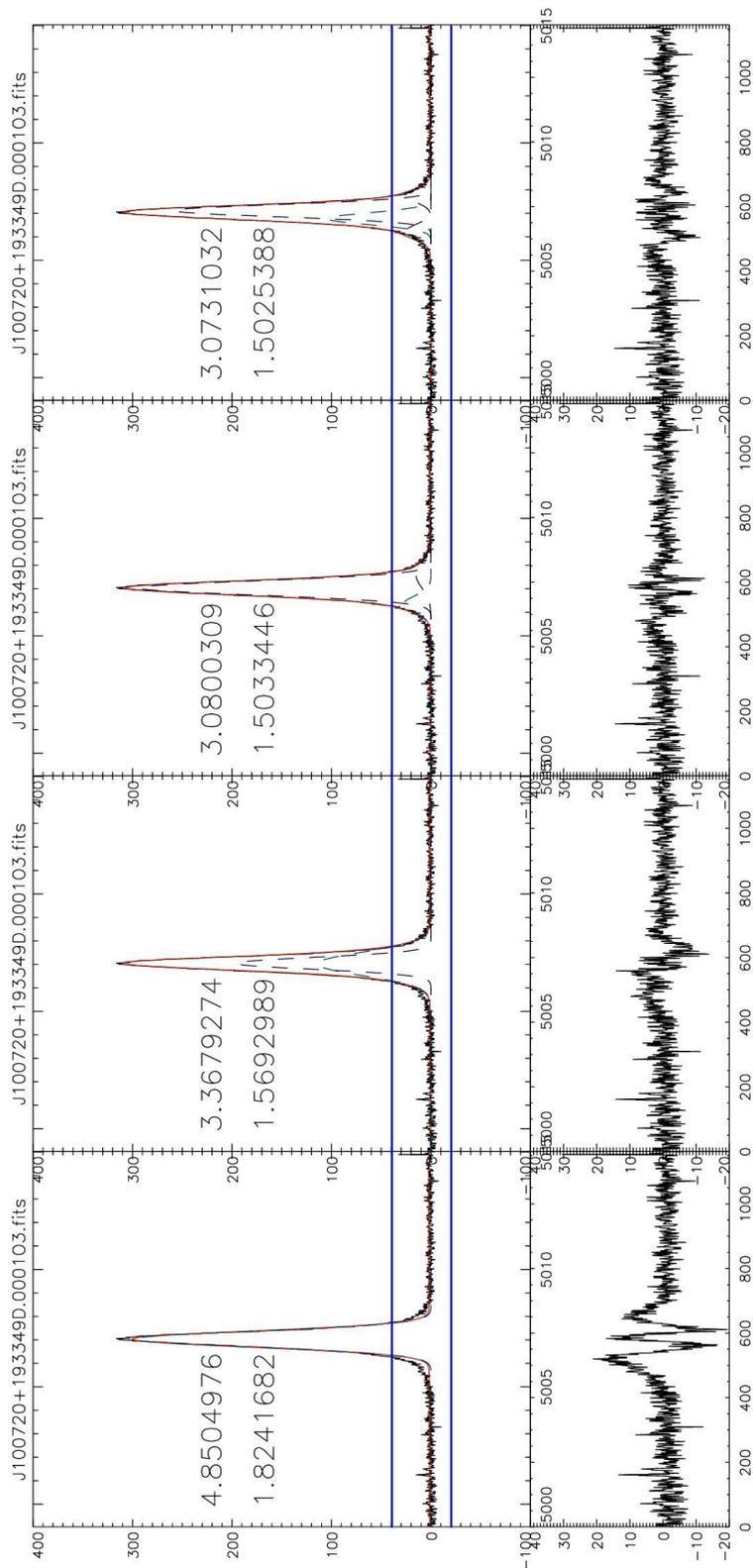


Figura 3.3: Metodología seguida para el ajuste de diferentes componentes gaussianas. El primer valor es el chi-cuadrado (4.85), el segundo valor es el rms (1.82). El primer ajuste es una componente gaussiana; observando el residuo se pasa a ajustar una componente ancha y una componente estrecha, de nuevo se observa el residuo el cual presenta una asimetría. Por lo tanto se ajustan componentes tipo shell a las alas del perfil, y por ultimo se ajustan 4 componentes. Se visualiza la disminución del chi-cuadrado y el rms si estos son significativos se deja el mejor ajuste como aquel con el menor número de componentes (entre 3 y 4 componentes es de 0.01, mientras que entre 1 y 2 componentes es de 1.5, y entre 2 y 3 es de 0.5 por tanto se deja como mejor ajuste 3 componentes).

3. Muestra y Metodología

INST	σ_{ins}
UVES	5.55
FEROS	2.5
Coudé	14.7

Tabla 3.4: Ensanchamiento instrumental en $km s^{-1}$

La dispersión de velocidades del gas directamente medido del perfil observado σ_{obs} está afectado, por la contribución del movimiento térmico aleatorio de las partículas, por tanto existe un ensanchamiento térmico σ_{th} . Adicionalmente hay ensanchamiento debido al perfil instrumental σ_{ins} , y el ensanchamiento natural el cual es causado por el principio de incertidumbre de Heisenberg para la energía y el tiempo que establece que si existe una incertidumbre en el tiempo Δt en que permanece un sistema en un estado de energía, entonces el sistema tiene una energía dentro de un rango ΔE , en vez de una energía específica. Dicho ensanchamiento σ_{nat} es despreciable. Por lo tanto la dispersión de velocidades intrínseca σ_0 está dada por:

$$\sigma_0^2 = \sigma_{obs}^2 - \sigma_{th}^2 - \sigma_{ins}^2 \quad (3.17)$$

el ensanchamiento térmico debido al movimiento térmico de las partículas está dado por:

$$\sigma_{th} = \sqrt{\frac{kT}{mc^2}} \lambda_0 \quad (3.18)$$

donde k es la constante de Boltzmann, T la temperatura, m la masa de la partícula emisora, c la velocidad de la luz y λ_0 la longitud de onda en el marco de reposo.

La corrección debida al ensanchamiento instrumental se muestra en la Tabla 3.4 y se determino para C12 de la medida de una línea de cielo asumiendo una forma gaussiana mientras que para B&T11 se toma directamente su valor publicado. La corrección debida al ensanchamiento térmico varía entre 11.84 y 9.08 $km s^{-1}$ para las líneas de $H\beta$ y $H\alpha$, mientras que para la línea de $[OIII]\lambda 5007$ se encuentra entre 2.97 y 2.27 $km s^{-1}$. Los errores en la determinación de la dispersión intrínseca son calculados propagando errores en la ecuación 3.17 sin embargo se observa que las principales contribuciones al error está dado por los errores en σ_{obs} mientras que los errores en

3.7. Cinemática

el ensanchamiento térmico e instrumental son bajos (para el ensanchamiento térmico son menores a 0.4 y 0.15 $km s^{-1}$ en $H\alpha$ y $[OIII]\lambda 5007$, respectivamente).

4

Resultados y Análisis

En éste capítulo se presentan los resultados obtenidos de los diferentes parámetros físicos que se han derivado, además se analizan las propiedades estadísticas de la muestra, los resultados de la dispersión de velocidades de las diferentes componentes ajustadas a los perfiles de las líneas de emisión en $H\beta$, $[OIII]\lambda 5007$, $H\alpha$ y se estudia la relación de estos objetos en el plano $L(H\beta) - \sigma$, con el fin de estimar si pueden ser utilizados o no como candidatos a estimadores de distancias.

4.1. Diagrama BPT

A partir de las razones de $[OIII]/H\beta$ vs $[NII]/H\alpha$ se realizó el diagrama BPT mostrado en la Figura 4.1 dividido en tres partes: **(a)** presenta el diagrama BPT para los objetos de la muestra; en círculos negros $C12$, en colores $B\&T11$. En este diagrama se identifica la presencia de LINERs (UM 477, MRK 710, MBG 20533-4410) y con menor cociente $[OIII]/H\beta$ objetos de transición (UM 304, UM 391, MBG 21567-1645, MBG

4. Resultados y Análisis

22012-1550) los cuales son núcleos de galaxias espirales activas, y se han eliminado del resto del análisis. Las líneas representan las separaciones de las diferentes clases de objetos dados por Kewley et al. (2001) “línea máxima del brote de formación estelar” y Kauffmann et al. (2003) línea empírica para dividir galaxias de pura formación estelar de objetos compuestos entre AGN-HII.

En **(b)** de la Figura 4.1 se muestra el mismo diagrama BPT para los diferentes objetos de la muestra separados según el perfil que presentan en sus líneas de emisión; en triángulos amarillos clasificados como componentes: son aquellos que en su perfil de línea de emisión presentan una componente ancha de baja intensidad y una componente estrecha intensa, o un perfil tipo shell ver Figura 3.7 **(a)**, **(c)**, en triángulos negros rotantes: aquellos caracterizados por tener un perfil de emisión que muestra dos componentes centrales intensas, ver **(b)**, **(d)** de la Figura 3.7; las cruces rojas representan los objetos clasificados como gaussianos en el trabajo de Bordalo & Telles (2011) es decir aquellos que ajustan bien su perfil de línea de emisión con una gaussiana, los círculos verdes son los objetos de igual manera clasificados como gaussianos en el trabajo de Chávez et al. (2012). En el panel **(c)**, se muestran los objetos clasificados como gaussianos y no gaussianos (equis negras) Chávez et al. 2013 (en preparación).

De la Figura 4.1 la distinción más evidente se muestra en el panel **(b)** entre los objetos gaussianos de Bordalo & Telles (2011) y Chávez et al. (2012) ya que los primeros se ubican hacia una zona de más bajo cociente $[OIII]/H\beta$. También se observa que los objetos rotantes se ubican hacia zonas mas bajas y hacia la derecha sin embargo esto es un sesgo en la selección de la muestra ya que la mayoría de objetos rotantes pertenecen a la muestra de Bordalo & Telles (2011), y los criterios de selección entre los objetos de Bordalo & Telles (2011) y Chávez et al. (2012) son diferentes, por lo tanto para un análisis mas completo tenemos en el panel **(c)** el diagrama BPT para objetos gaussianos y no gaussianos de la muestra de Chávez et al. 2013 (en preparación), los cuales tienen igual criterio de selección y observamos que dichos objetos quedan distribuidos en igual zona.

De lo anterior se tiene que no hay un lugar de ubicación en un diagrama BPT que permita distinguir los objetos rotantes, componentes o gaussianos: todos ellos se ubican en la zona de galaxias HII, lo que indica que sus mecanismos de excitación son los mismos. Por lo tanto no se encuentra en primera instancia un criterio bien

4.2. Propiedades estadísticas de la muestra

definido que permita distinguir utilizando diagramas BPT cuales objetos pueden ser clasificados como rotantes, de componentes o gaussiano, es decir que permita una distinción entre sus propiedades cinemáticas.

4.2. Propiedades estadísticas de la muestra

En la Tabla 4.1 se presenta la clasificación de los objetos de la muestra, su luminosidad en $H\beta$, y la dispersión de velocidades global $\sigma_{H\beta}$. En la Tabla 4.2 se muestran los principales parámetros físicos derivados o encontrados en la literatura para la muestra utilizada. A partir de estos parámetros se ha indagado sobre las medidas estadísticas de los mismos distinguiendo entre objetos gaussianos Chávez et al. (2012) y Bordalo & Telles (2011), comparados con los objetos de este trabajo. También se comparan los objetos clasificados como componentes y rotantes y finalmente para tener una muestra mas homogénea y no tener sesgos debido a criterios de selección, se comparan los objetos gaussianos y no gaussianos del trabajo de Chávez et. al 2013 (en preparación).

La Figura 4.2 muestra las distribuciones estadísticas de las propiedades intrínsecas de los objetos utilizados en este trabajo y se comparan con objetos gaussianos de C12 y *B&T*11. Para precisar la tendencia mostrada por las distribuciones en la Figura 4.2, se ha realizado una prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S) con el fin de probar estadísticamente las diferencias entre los tipos de objetos utilizados: gaussianos, no gaussianos, componentes, rotantes, los resultados son resumidos en la Tabla 4.3.

Comparando los objetos gaussianos de los trabajos Chávez et al. (2012) y Bordalo & Telles (2011) con el total de objetos de este trabajo (Comp+Rot) se tienen valores bajos en la prueba K-S ($P < 0.01$) en $\text{Log}(L_{H\beta})$ y $\text{Log}(\sigma_{H\beta})$, lo cual indica que la luminosidad y la dispersión de velocidades no siguen igual función de distribución, mientras que valores mayores en parámetros como O/H , y $C_{H\beta}$ ($P \geq 0.1$) muestran que dichos parámetros siguen igual función de distribución como se observa gráficamente; mientras que para $EW_{H\beta}$ y z dichos parámetros aparentemente no siguen igual función de distribución ($P \leq 0.1$). Estas características presentadas anteriormente se deben a diferencias sistemáticas debidas a los criterios de selección de cada una de las muestras en los trabajos de C12 y *B&T*11, por ejemplo la distribución

4. Resultados y Análisis

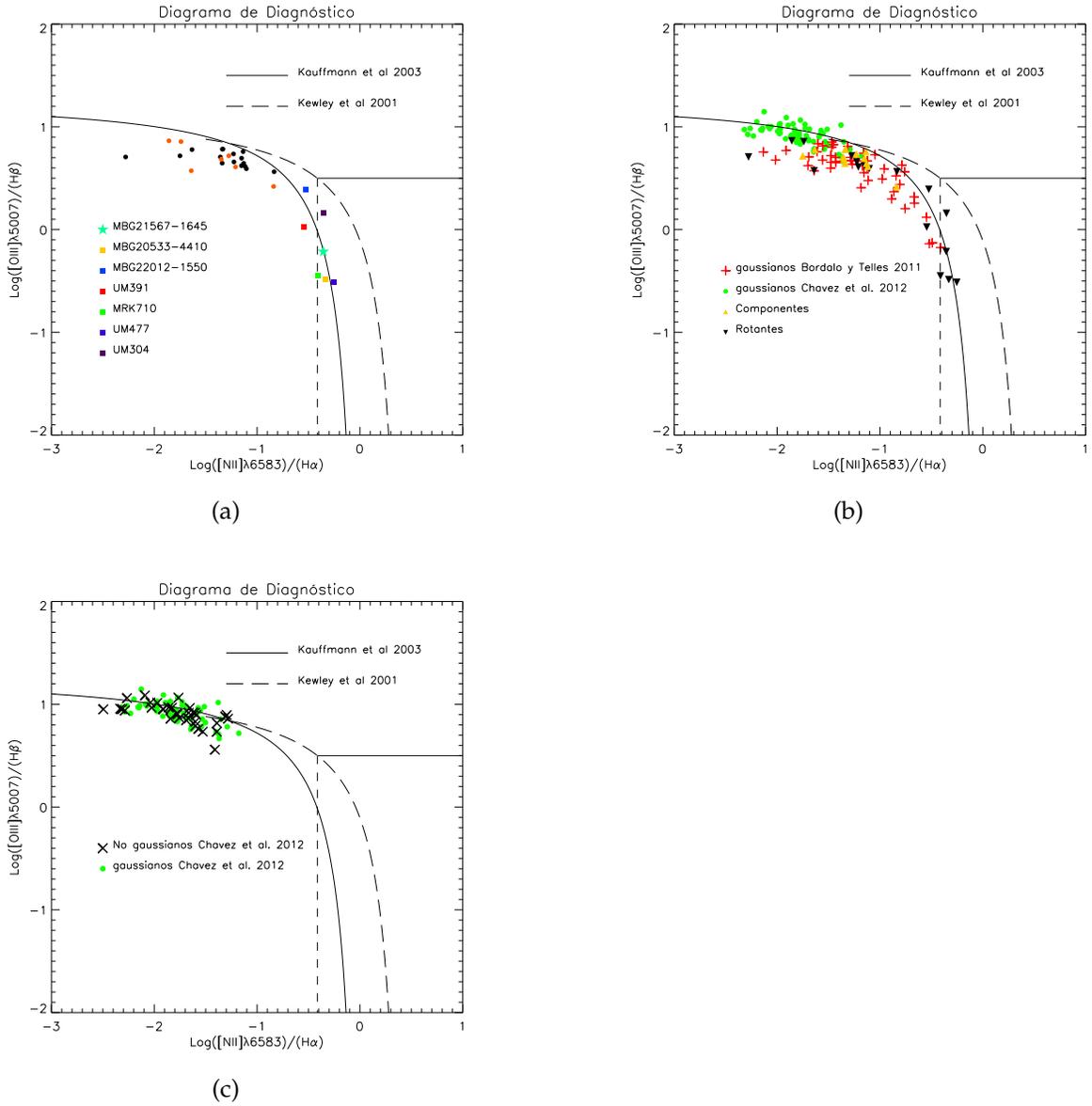


Figura 4.1: Diagrama de Diagnóstico para los diferentes objetos de la muestra en (a) se presentan los objetos que componen la muestra utilizada en este trabajo, en círculos negros *C12*, en colores *B&T11*. En (b) los objetos clasificados como gaussianos en los trabajos de Bordalo & Telles (2011) y Chávez et al. (2012). En (c) se muestran los objetos gaussianos y no gaussianos de Chávez et al. 2013 (en preparación).

4.2. Propiedades estadísticas de la muestra

de z de los objetos de Bordalo & Telles (2011) tiene menores corrimientos al rojo que aquellos utilizados en la muestra Chávez et al. (2012); similarmente ocurre con $EW_{H\beta}$ ya que Bordalo & Telles (2011) no toman directamente como criterio de selección en su muestra dicho parámetro.

Con el fin de indagar un poco más sobre las relaciones estadísticas se compara una muestra homogéneamente seleccionada y clasificada por Chavéz et al. 2013 (en preparación) entre objetos gaussianos y no gaussianos y lo que se encuentra de relación común con respecto a lo dicho anteriormente es valores bajos ($P \leq 0.1$) en $\text{Log}(\sigma_{H\beta})$, la dispersión de velocidades de los objetos gaussianos es menor que la de los no gaussianos.

Otro parámetro con valores bajos de P es z el cual para objetos gaussianos presenta medidas de tendencia central por debajo de los no gaussianos, esto puede indicar que los no gaussianos podrían dominar muestras a mas alto corrimiento al rojo, por lo tanto determinar si éstos son candidatos a estimadores de distancias es importante ya que por ejemplo es necesario trazadores de distancia entre $2 < z < 3.5$ y las GHII son buenas alternativas al uso de supernovas para determinar distancias y se ha mostrado que es mucho mas eficiente incrementar el número de trazadores que reducir sus incertidumbres individuales, para reducir el espacio de soluciones en los parámetros cosmológicos (Plionis et al., 2011), aunque es necesario tener en cuenta que para este trabajo el rango dinámico de z es muy pequeño.

Ahora bien para los componentes y rotantes no hay diferencias estadísticas notables. Ambos objetos tienen similares distribuciones en cada uno de sus parámetros. Por lo tanto la principal conclusión que podemos tener en éste aspecto es que no hay diferencias sistemáticas notorias entre objetos gaussianos y no gaussianos, excepto en la dispersión de velocidades. De lo anterior se deriva que para iguales luminosidades los objetos no gaussianos presentan una mayor dispersión de velocidades respecto a los gaussianos, lo que está de acuerdo con la bien conocida relación $L(H\beta) - \sigma$ de Terlevich & Melnick (1981).

4. Resultados y Análisis

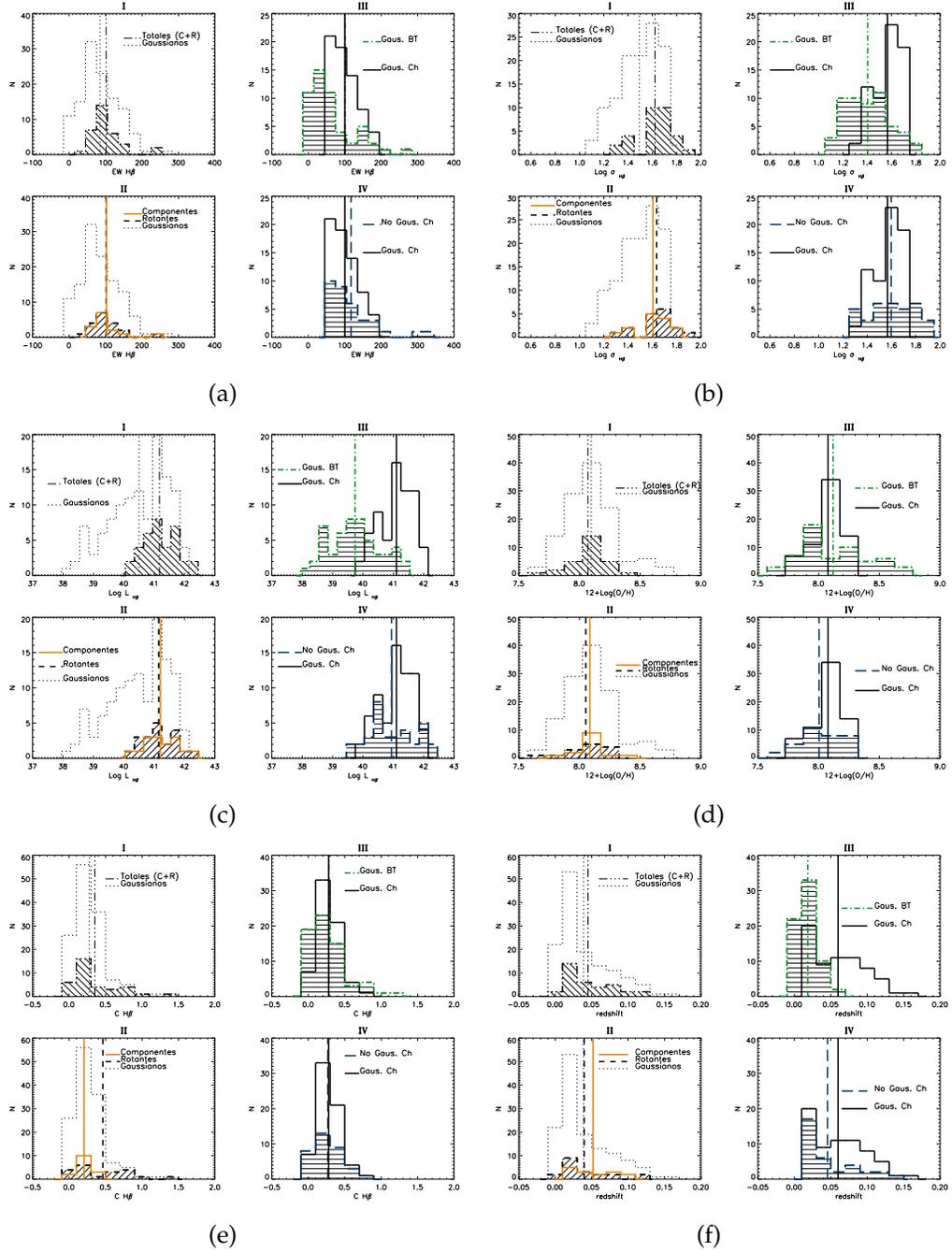


Figura 4.2: Distribuciones de los parámetros físicos de la muestra comparados con los objetos gaussianos. **(a):** $EW(H\beta)$, **(b):** $\text{Log } \sigma(H\beta)$, **(c):** $\text{Log } L(H\beta)$, **(d):** $(12 + \text{Log}(O/H))$, **(e):** $C(H\beta)$, **(f):** corrimiento al rojo z . **I:** gaussianos Chávez et al. (2012) y Bordalo & Telles (2011) comparados con los objetos de este trabajo sin distinguir entre componentes ni rotantes, **II:** gaussianos, rotantes y componentes **III:** gaussianos (Chávez et al., 2012, Ch) y (Bordalo & Telles, 2011, BT), **IV:** gaussianos y no gaussianos Chavéz et. al 2013 (en preparación).

4.3. Propiedades intrínsecas de la muestra

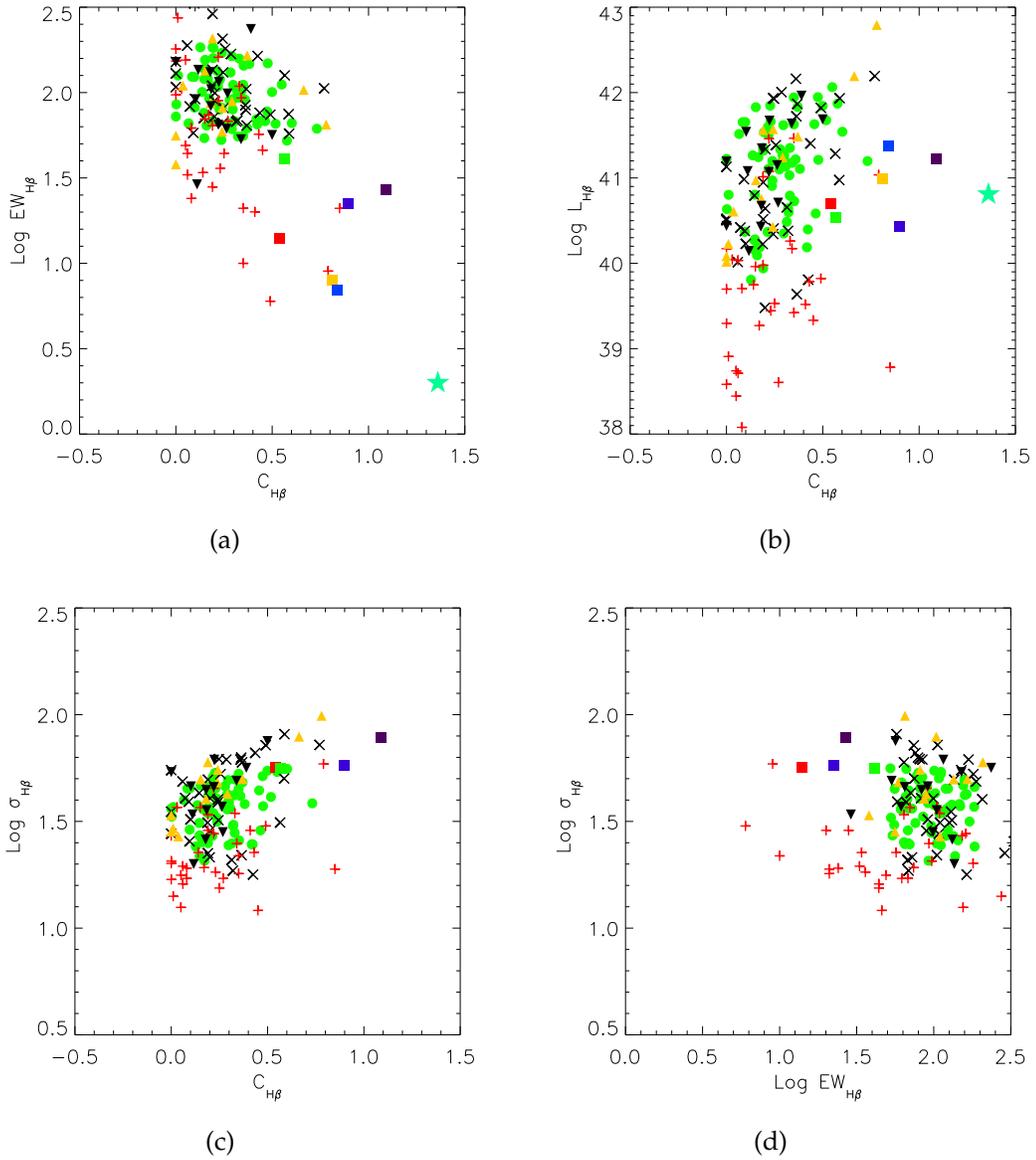
Después de calcular las diferentes propiedades físicas de la muestra como se describió en el capítulo 3 (tales como coeficiente de extinción, ancho equivalente de la línea de $H\beta$, densidad, temperatura electrónica, $12 + \text{Log}(O/H)$ como indicador de metalicidad, luminosidad en $H\beta$, dispersión de velocidades del gas) se han buscado diferencias entre objetos gaussianos, no gaussianos, rotantes y componentes tratando de correlacionar directamente algún par de parámetros. En la Figura 4.3, los círculos verdes son los objetos gaussianos de Chávez et al. (2012), las equis negras son los objetos no gaussianos de Chavéz et. al. 2013 (en preparación), las cruces rojas son gaussianos de Bordalo & Telles (2011), los triángulos negros son los objetos rotantes, los triángulos amarillos son los clasificados como componentes, los cuadrados y estrella son aquellos clasificados como LINERs, compuestos o de transición.

Se observa en los diferentes diagramas que no existe ningún lugar en particular que se pueda utilizar como indicación para clasificar el tipo de perfil en la línea de emisión. Los únicos objetos que tienden a agruparse en los lugares mas extremos y alejados del resto de objetos (gaussianos-no gaussianos) son los clasificados como LINERs y objetos de transición. En particular se puede observar éste hecho en **(e)**, **(i)**, **(l)**. Para **(f)** donde se ha graficado $\text{Log}(L_{H\beta})$ vs $\text{Log}(\sigma_{H\beta})$ se observa cierta tendencia de los objetos rotantes a ubicarse por debajo de los gaussianos, punto sobre el cual volveremos mas adelante.

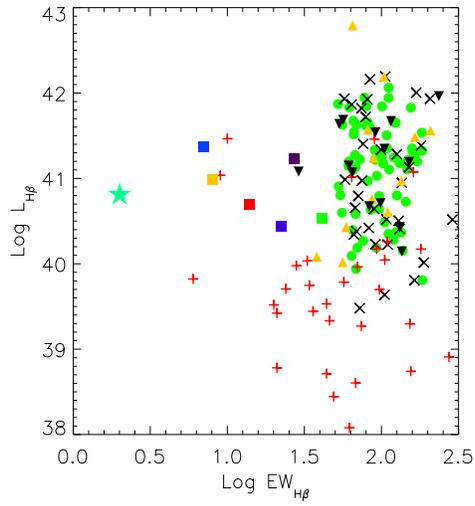
Otra característica que se observa en la Tabla 4.3, está relacionada con la densidad, temperatura electrónica y metalicidad. En éstos se puede observar que la mayor parte de los objetos presentan una densidad electrónica promedio de alrededor de 160cm^{-3} y una temperatura de 13000K, aunque hay valores extremos en densidad alrededor de 1000cm^{-3} para UM 477 que también presenta la metalicidad mas alta de los objetos de la muestra con $12 + \text{Log}(O/H) \approx 9$ para otros objetos no se tienen metalicidades medidas a través del método directo sino a través de métodos empíricos como por ejemplo el Método P en el caso de UM 477 y el calibrador N2 en el caso de MBG 21567-1645, lo que deriva en una sobreestimación de la metalicidad la cual en promedio para los objetos de la muestra es de $12 + \text{Log}(O/H) \approx 8$ (calculados usando el método directo). Por otra parte resulta para objetos clasificados como de transición presentan

4. Resultados y Análisis

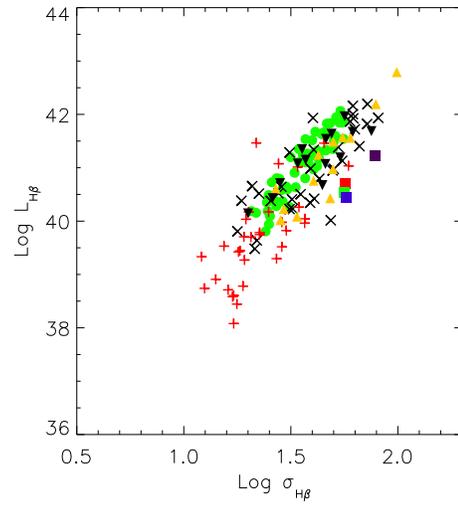
anchos equivalente menores a 30\AA y bajos cocientes de $[OIII]/[OII]$, considerando que el ancho equivalente es un indicador de edad y $[OIII]/[OII]$ es un indicador del parámetro de ionización, estos objetos son los mas evolucionados de la muestra.



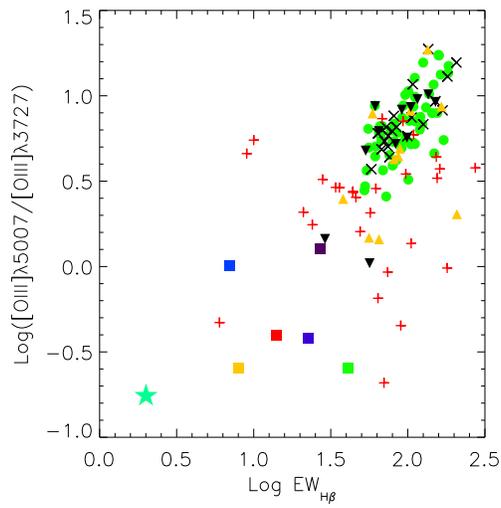
4.3. Propiedades intrínsecas de la muestra



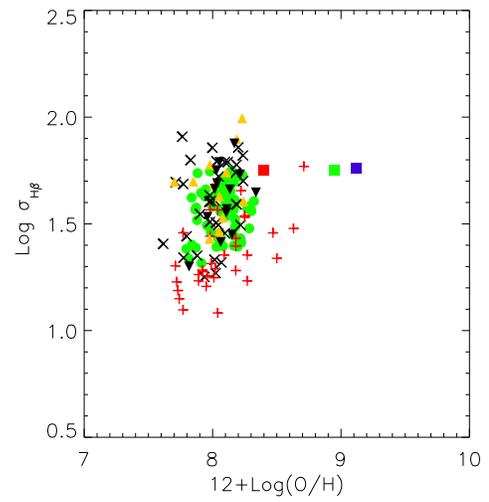
(e)



(f)



(g)



(h)

4. Resultados y Análisis

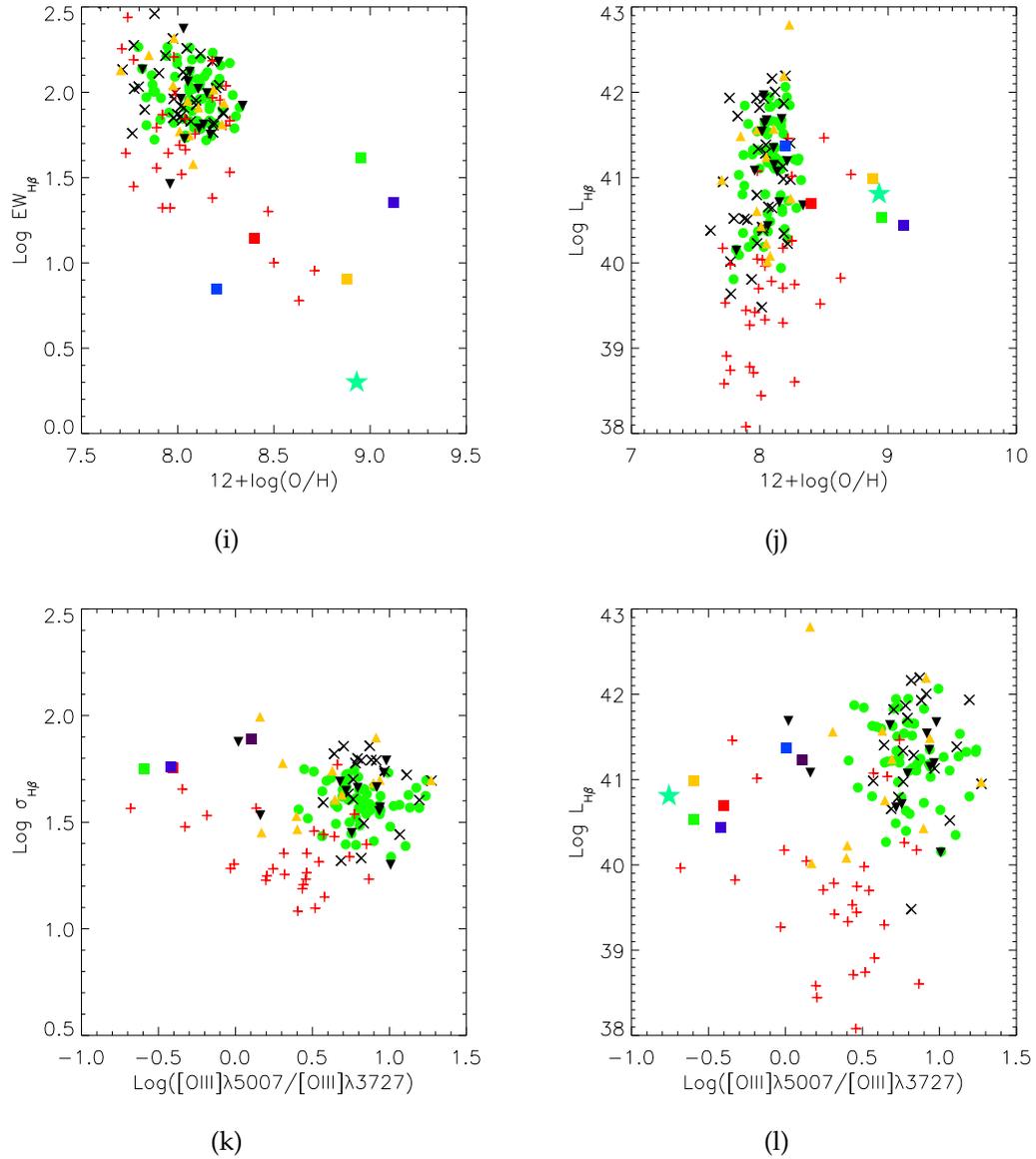


Figura 4.3: Se presentan propiedades físicas de la muestra en diferentes diagramas, los diferentes símbolos indican el tipo de objetos como se estableció en la Figura 4.1.

4.3. Propiedades intrínsecas de la muestra

CLASE	NOMBRE	$\text{Log}(LumH\beta)$ $erg\ s^{-1}$	$\sigma_{H\beta}$ km/s	$\sigma_{H\alpha}$ km/s	$\sigma_{OIII\lambda 5007}$ km/s
Comp	J074947+154013	41.07 ± 0.045	45.851 ± 1.091	..... ± .....	36.402 ± 1.010
Comp	J082520+082723	41.14 ± 0.053	37.060 ± 1.069	..... ± .....	38.305 ± 1.011
Rot	J083946+140033	41.57 ± 0.054	55.168 ± 1.018	..... ± .....	55.390 ± 1.011
Comp	J084219+300703	41.63 ± 0.056	49.014 ± 1.035	..... ± .....	43.932 ± 1.020
Comp	J091652+003113	40.67 ± 0.043	44.385 ± 1.017	..... ± .....	41.950 ± 1.010
Rot	J094000+203122	40.75 ± 0.040	40.386 ± 1.045	..... ± .....	39.509 ± 1.016
Comp	J095023+004229	41.67 ± 0.043	61.540 ± 1.047	..... ± .....	56.115 ± 1.017
Comp	J100720+193349	40.14 ± 0.037	19.966 ± 1.029	..... ± .....	19.305 ± 1.009
Comp	J101042+125516	41.53 ± 0.035	46.132 ± 1.033	..... ± .....	40.801 ± 1.017
Rot	J101136+263027	41.24 ± 0.051	42.543 ± 1.031	..... ± .....	38.951 ± 1.017
Comp	J104829+111520	41.34 ± 0.040	35.699 ± 1.032	..... ± .....	32.741 ± 1.010
Comp	J110838+223809	40.42 ± 0.039	25.981 ± 1.010	..... ± .....	25.665 ± 1.011
Comp	J125305-031258	41.96 ± 0.038	56.389 ± 1.014	..... ± .....	60.040 ± 1.014
Rot	J130119+123959	42.19 ± 0.109	78.916 ± 1.023	..... ± .....	76.466 ± 1.015
Comp	J131235+125743	40.71 ± 0.053	28.152 ± 1.016	..... ± .....	27.416 ± 1.009
Rot	J142342+225728	40.97 ± 0.036	49.752 ± 1.014	..... ± .....	52.610 ± 1.021
Comp	J162152+151855	41.19 ± 0.028	53.832 ± 1.014	..... ± .....	54.048 ± 1.011
Comp	UM448	41.68 ± 0.073	75.230 ± 1.024	78.863 ± 1.013	75.242 ± 1.015
LIN	UM477	40.43 ± 0.160	57.588 ± 1.048	57.501 ± 1.033	72.591 ± 1.110
Rot	CTS1028	40.60 ± 0.035	26.902 ± 1.029	26.167 ± 1.021	27.173 ± 1.030
LIN	MRK710	40.53 ± 0.084	56.227 ± 1.083	51.032 ± 1.254	53.704 ± 1.097
Rot	CTS1013	40.08 ± 0.044	33.794 ± 1.219	31.669 ± 1.036	34.232 ± 1.043
Rot	CTS1030	40.22 ± 0.041	29.323 ± 1.014	29.801 ± 1.008	30.056 ± 1.017
Rot	CTS1033	40.42 ± 0.045	48.298 ± 1.014	48.155 ± 1.013	48.234 ± 1.023
LIN	MBG20533-4410(NGC6983)	40.98 ± 0.031	..... ± .....	55.091 ± 1.143 ±
TRANS	MBG21567-1645(NGC7165)	40.81 ± 0.044	..... ± .....	103.178 ± 1.401 ±
TRANS	MBG22012-1550	41.37 ± 0.039	..... ± .....	92.223 ± 1.260 ±
Comp	NGC6970	40.43 ± 0.039	..... ± .....	46.729 ± 1.258 ±
Rot	Tol0140-420	40.01 ± 0.041	28.317 ± 1.092	26.111 ± 1.022	26.977 ± 1.035
Rot	Tol0242-387	42.79 ± 0.030	98.806 ± 1.141	96.984 ± 1.042	111.106 ± 1.049
Comp	Tol0440-381	41.08 ± 0.039	34.071 ± 1.049	34.220 ± 1.044	31.739 ± 1.033
Rot	Tol2138-405	41.56 ± 0.036	59.895 ± 1.093	62.025 ± 1.041	59.083 ± 1.044
Rot	Tol2240-384	41.48 ± 0.034	49.950 ± 1.094	51.592 ± 1.035	51.466 ± 1.029
TRANS	UM304	41.22 ± 0.029	77.920 ± 1.089	77.351 ± 1.049	86.141 ± 1.085
TRANS	UM391	40.69 ± 0.034	56.715 ± 1.084	59.498 ± 1.024	79.858 ± 1.080

Tabla 4.1: Clasificación, **comp**: objetos con componentes, **Rot**: objetos rotantes, **TRANS**: objetos de transición o compuestos AGN-HII, **LIN**: LINERs, nombre, luminosidad de $H\beta$, dispersión de velocidades de los perfiles de líneas de emisión de $H\beta$, $H\alpha$, $[OIII]\lambda 5007$.

4. Resultados y Análisis

NOMBRE	Propiedades Físicas de la muestra							Ref.
	$F_{H\beta}$ erg s ⁻¹ cm ⁻²	$C_{H\beta}$	$E_{WH\beta}$ Å	[OIII]/[OII]	N_e cm ⁻³	T_e 10 ⁴ K	$12 + \log(O/H)$	
J074947+154013	7.48e-15	0.22 ± 0.050	64.79 ± 2.99	8.29	125.28 ± 26.03	1.20 ± 0.030	8.13 ± 0.19	-----
J082520+082723	8.08e-15	0.26 ± 0.062	61.40 ± 2.79	11.56	235.06 ± 47.30	1.28 ± 0.030	8.11 ± 0.18	-----
J083946+140033	1.23e-14	0.24 ± 0.062	81.46 ± 0.60	5.71	96.34 ± 20.01	1.17 ± 0.030	8.11 ± 0.18	-----
J084219+300703	2.10e-14	0.34 ± 0.070	53.28 ± 2.32	6.38	34.17 ± 6.67	1.25 ± 0.029	8.04 ± 0.18	-----
J091652+003113	1.00e-14	0.18 ± 0.039	83.30 ± 1.70	6.96	24.37 ± 4.88	1.17 ± 0.030	8.34 ± 0.19	-----
J094000+203122	1.58e-14	0.18 ± 0.037	86.75 ± 2.44	5.88	35.37 ± 6.96	1.00 ± 0.029	8.24 ± 0.19	-----8*
J095023+004229	2.05e-14	0.22 ± 0.044	115.40 ± 6.79	12.69	88.82 ± 17.18	1.31 ± 0.031	8.05 ± 0.18	-----
J100720+193349	7.74e-15	0.12 ± 0.031	135.90 ± 8.48	13.62	69.79 ± 13.93	1.58 ± 0.030	7.82 ± 0.15	-----
J101042+125516	4.03e-14	0.10 ± 0.020	91.42 ± 2.28	11.02	126.86 ± 24.65	1.34 ± 0.031	8.02 ± 0.17	-----
J101136+263027	1.78e-14	0.29 ± 0.059	89.04 ± 2.54	6.51	115.19 ± 23.76	1.27 ± 0.030	8.05 ± 0.17	-----
J104829+111520	1.01e-14	0.18 ± 0.044	104.60 ± 4.81	11.41	95.94 ± 18.87	1.29 ± 0.030	8.11 ± 0.18	-----
J110838+223809	2.60e-14	0.18 ± 0.036	131.80 ± 6.43	.....	107.33 ± 22.05	1.30 ± 0.030	8.06 ± 0.08	-----
J125305-031258	4.75-013	0.39 ± 0.131	235.70 ± 9.23	.....	489.96 ± 100.38	1.40 ± 0.028	8.03 ± 0.19	-----8*
J130119+123959	1.07e-13	0.66 ± 0.131	103.80 ± 5.48	10.86	253.15 ± 50.94	1.13 ± 0.030	8.19 ± 0.19	-----
J131235+125743	2.74e-14	0.27 ± 0.057	98.77 ± 2.75	7.51	66.46 ± 13.43	1.20 ± 0.029	8.15 ± 0.18	-----
J142342+225728	2.54e-14	0.15 ± 0.031	134.60 ± 3.84	24.92	109.63 ± 21.92	1.70 ± 0.030	7.70 ± 0.14	-----
J162152+151855	3.18e-14	0.00 ± 0.011	151.10 ± 5.24	12.25	113.99 ± 23.45	1.06 ± 0.029	8.21 ± 0.21	-----
UM 448	2.23e-13	0.50 ± 0.094	56.47 ± 3.22	1.39	107.23 ±	1.08 ±	8.17 ±	-----2
UM 477	4.28e-13	0.90 ± 0.173	22.49 ± 2.12	0.57	991.64 ±	1.38 ±	9.12 ±	-----2*
CTS 1028	2.28e-14	0.04 ± 0.009	109.90 ± 4.33	3.9	344.00 ±	1.54 ±	7.98 ± 0.18	-----2,---
MRK 710	2.87e-13	0.57 ± 0.109	41.09 ± 4.09	0.34	184.00 ±	1.40 ±	8.95 ±	-----2,2,2*
CTS 1013	6.46e-15	0.00 ±	38.00 ±	3.40	185.00 ±	1.29 ±	8.08 ±	1,1,1,1,1,2
CTS 1030	2.39e-14	0.01 ± .....	..... ± .....	3.42	204.00 ±	1.40 ±	8.05 ±	3,4-3,2**,2**,3
CTS 1033	2.14e-15	0.24 ±	59.00 ±	10.50	155.00 ±	1.42 ±	8.01 ±	1,1,1,1,1,2
MBG 20533-4410(NGC 6983)	1.90e-14	0.81 ±	8.00 ±	0.37	90.00 ±	1.40 ±	8.88 ±	1,1,1,1,2**,2*
MBG 21567-1645(NGC 7165)	3.90e-15	1.36 ±	2.00 ±	0.23	281.00 ±	1.40 ±	8.93 ±	1,1,1,1,2**A
MBG 22012-1550	7.08e-15	0.84 ±	7.00 ±	1.35	27.00 ±	1.40 ±	8.20 ±	1,1,1,1,1,2**,2*
NGC 6970	3.20e-14	0.00 ± .....	..... ± .....	.....	204.00 ±	1.40 ± .....	..... ± .....	2,2,-,-,2**,2**,,-
TOL 0140-420	9.77e-15	0.00 ±	56.00 ±	1.98	27.00 ±	1.28 ±	8.06 ±	1,1,1,1,1,2
TOL 0242-387	2.20e-14	0.78 ±	65.00 ±	2.00	204.00 ±	1.40 ±	8.23 ±	5,5,5,2**,2**,6
TOL 0440-381	1.78e-14	0.11 ±	29.00 ±	1.93	27.00 ±	1.53 ±	7.96 ±	1,1,1,1,1,2
TOL 2138-405	2.69e-14	0.19 ±	208.00 ±	2.73	204.00 ±	1.38 ±	7.98 ±	7,7,7,7,2**,7
TOL 2240-384	8.91e-15	0.37 ±	165.00 ±	11.65	204.00 ±	1.53 ±	7.85 ±	1,1,1,1,2**,2**,2
UM 304	1.20e-13	1.09 ±	27.00 ±	1.69	204.00 ±	1.40 ± .....	..... ± .....	5,5,5,2**,2**,,-
UM 391 (MRK 0585)	1.17e-14	0.54 ±	14.00 ±	0.54	27.00 ±	1.40 ±	8.40 ±	1,1,1,1,1,2**,2*

Tabla 4.2: Referencias (1): Kehrig et al. (2004), (2): Bordalo & Telles (2011), (3): Pena et al. (1991), (4): (O/H) derivado del calibrador N2 Denicoló et al. (2002), (5): Terlevich et al. (1991), (6): Melnick et al. (1988), (7): Papaderos et al. (2006), (8): Brinchmann et al. (2008), *: metalicidades derivadas utilizando el Método P Pilyugin (2000), **: valores promedio de N_e y T_e .

4.3. Propiedades intrínsecas de la muestra

Propiedades Estadísticas											
Gaussianos Chavez 2012 + Bordalo y Telles 2011											
Parámetro	componentes+rotantes						componentes+rotantes				
	Media	Varianza	Asimetría	Curtosis	Mediana	Media	Varianza	Asimetría	Curtosis	Mediana	K-S
$EW_{H\beta}$	84.689	2700.839	0.644	0.409	77.48	101.713	2042.625	1.319	2.233	91.42	0.025
$Log \sigma_{H\beta}$	1.493	0.027	-0.389	-0.691	1.518	1.621	0.019	-0.668	-0.143	1.647	1.00E-005
$Log Lum_{H\beta}$	40.502	0.958	-0.521	-0.678	40.644	41.174	0.312	-0.047	-0.987	41.193	1.00E-005
$12 + Log(O/H)$	8.097	0.045	0.611	0.4	8.081	8.08	0.021	-0.279	0.443	8.063	0.462
$C_{H\beta}$	0.279	0.043	1.387	3.38	0.25	0.352	0.113	1.201	0.731	0.24	0.303
z	0.039	0.001	1.205	0.643	0.027	0.045	0.001	0.814	-0.469	0.033	0.091
Objetos con componentes											
Parámetro	Objetos rotantes						Objetos rotantes				
	Media	Varianza	Asimetría	Curtosis	Mediana	Media	Varianza	Asimetría	Curtosis	Mediana	K-S
$EW_{H\beta}$	101.207	2141.914	0.983	1.466	98.77	102.401	2061.39	1.656	2.528	91.42	0.995
$Log \sigma_{H\beta}$	1.635	0.02	-0.625	-0.189	1.661	1.605	0.019	-0.704	-0.532	1.647	0.996
$Log Lum_{H\beta}$	41.15	0.309	0.017	-1.093	41.193	41.207	0.336	-0.128	-1.102	41.241	0.996
$12 + Log(O/H)$	8.075	0.029	-0.264	-0.152	8.06	8.086	0.015	-0.116	0.144	8.107	0.929
$C_{H\beta}$	0.463	0.158	0.57	-0.849	0.37	0.205	0.019	0.39	-0.518	0.183	0.122
z	0.04	0.001	1.176	0.349	0.028	0.052	0.002	0.313	-1.649	0.041	0.155
Objetos Gaussianos Chávez et al. (2012)											
Parámetro	Objetos no gaussianos Chávez et al. 2013 (en preparación)						Objetos no gaussianos Chávez et al. 2013 (en preparación)				
	Media	Varianza	Asimetría	Curtosis	Mediana	Media	Varianza	Asimetría	Curtosis	Mediana	K-S
EW	100.475	1322.397	0.671	-0.557	93.44	117.351	4047.25	1.714	2.748	99.43	0.696
$Log \sigma_{H\beta}$	1.566	0.013	-0.314	-0.936	1.579	1.597	0.035	-0.199	-1.168	1.607	0.073
$Log Lum_{H\beta}$	41.102	0.316	-0.418	-0.786	41.212	40.94	0.587	0.047	-1.155	40.949	0.129
$12 + Log(O/H)$	8.077	0.017	-0.357	-0.607	8.1	8.004	0.026	-0.468	-0.625	8.024	0.018
$C_{H\beta}$	0.279	0.022	0.544	0.282	0.284	0.271	0.034	0.643	-0.048	0.245	0.821
z	0.06	0.001	0.517	-0.728	0.057	0.045	0.001	1.18	0.287	0.031	0.055

Tabla 4.3: Propiedades estadísticas de diferentes parámetros de la muestra comparada con objetos gaussianos totales tanto de Chávez et al. (2012) y Bordalo & Telles (2011), adicionalmente las propiedades de la muestra de objetos diferenciados por componentes y rotantes, y una comparación entre los objetos gaussianos y no gaussianos de Chávez et al. 2013 (en preparación), en la última columna K-S es una prueba estadística Kolmogorov-Smirnov

4.4. Relación $L(H\beta) - \sigma$

En la Tabla 4.4, se presentan los resultados para la luminosidad y la dispersión de velocidades global, clasificando los objetos de la muestra en dos subgrupos: componentes y rotantes, luego se muestra un ajuste general sin discriminar el tipo de objeto con respecto a sus perfiles en las líneas de emisión y posteriormente se compara la relación con los objetos gaussianos del trabajo de Chávez et al. (2012).

Con el fin de explorar la dependencia de los algoritmos de regresión que se utilizan normalmente en la literatura para ajustar la relación $L(H\beta) - \sigma$ (e. g. Fuentes-Masip et al., 2000), se han considerado dos casos. En uno se ajustan simplemente los datos sin tener en cuenta los errores en las variables involucradas (para esto se ha utilizado la tarea LINFIT de IDL, la cuál es una función que ajusta un conjunto de datos con un modelo lineal de la forma $y = a + bx$ minimizando un chi-cuadrado de las distancias verticales). En el segundo se ha realizado un ajuste teniendo en cuenta los errores tanto en σ como en L (para esto se ha utilizado la tarea MPFIT desarrollado por Craig Markwardt, 2010, dicha tarea ajusta un conjunto de datos considerando sus errores).

Los resultados se muestran en la Tabla 4.4. Las diferencias principales en los ajustes, la determinación de la pendiente de la recta, mientras que la intersección con el eje de luminosidad se mantienen aproximadamente constante independiente del método, además se observa que el **rms** también permanece similar. Por lo tanto el único cambio significativo utilizando uno u otro tipo de ajuste es la determinación de la pendiente en la relación.

Ahora bien las principales diferencias están entre los objetos que presentan componentes, los cuales están mas dispersos y tienen un valor menor del coeficiente de correlación de Pearson **r**. Por otra parte se puede ver que el principal cambio en los parámetros que ajustan la pendiente y la intersección con el eje de luminosidad, para objetos rotantes y gaussianos, es que los primeros presentan una pendiente menor, mientras que su intersección prácticamente es la misma. Para los objetos rotantes la pendiente en la relación $L(H\beta) - \sigma$ es menor que para los gaussianos, lo que indica que para luminosidades iguales, la dispersión de velocidades de los objetos rotantes es mayor, este hecho es de esperar considerando que son sistemas virializados para

4.5. Morfología

$Log(L_{H\beta}) = b + aLog(\sigma_{H\beta})$								
	LINFIT			MPFIT				
	b	a	rms	b	a	rms	r	N
componentes	34.806 ± 1.319	3.655 ± 0.777	0.338	34.441 ± 0.268	3.913 ± 0.164	0.316	0.772	14
rotantes	33.559 ± 0.996	4.521 ± 0.597	0.280	34.356 ± 0.275	3.994 ± 0.168	0.263	0.916	13
TOTALES	35.234 ± 0.725	3.593 ± 0.441	0.283	35.203 ± 0.140	3.590 ± 0.086	0.286	0.852	27
GAUSSIANOS	33.984 ± 0.382	4.544 ± 0.244	0.198	33.080 ± 0.260	5.105 ± 0.164	0.191	0.920	66

Tabla 4.4: Ajustes obtenidos para la relación $L(H\beta) - \sigma$ de los diferentes objetos de la muestra, y adicionalmente el ajuste para los objetos gaussianos de Chávez et al. (2012), N representa el número de objetos utilizados.

los gaussianos contenidos por presión y para discos contenidos por rotación. Adicionalmente se observa que el coeficiente de correlación es similar entre gaussianos y rotantes para la relación $L(H\beta) - \sigma$, aunque hay mayor dispersión para los rotantes.

En la Figura 4.5 la línea negra discontinua representa los objetos gaussianos Chávez et al. (2012), la verde punteada es el ajuste a los objetos clasificados como componentes, la línea discontinua-punteada es el ajustes a objetos rotantes, y la continua roja es el ajuste al total de la muestra, en **(c)**, **(d)** se han eliminado los LINERs y los objetos de transición. Los valores resumidos están en la Tabla 4.4, en los cuales no se esta considerando los LINERs ni aquellos de transición es decir representan lo observado en la Figura 4.5 en **(c)** y **(d)**

4.5. Morfología

Para los objetos clasificados como rotantes se observa en las imágenes que se tienen tanto del SDSS como de UK Schmidt que dichos objetos presentan señales de ser objetos irregulares extendidos excepto tres de ellos que son objetos compactos (J094000+203122, J142342+225728, CTS 1028) indicando que la irregularidad del objeto no es condición suficiente para explicar la multiplicidad del perfil. Además puede ser que existan múltiples regiones de formación estelar que no se pueden resolver en las imágenes que se tienen en este trabajo. Adicionalmente es posible la existencia de un efecto de inclinación el cual pueda ocasionar que la multiplicidad del perfil pueda ser modificada. Los perfiles de brillo superficial que se obtienen están en concordancia con el trabajo sobre morfología de galaxias HII de Telles et al. (1997). Un simple perfil

4. Resultados y Análisis

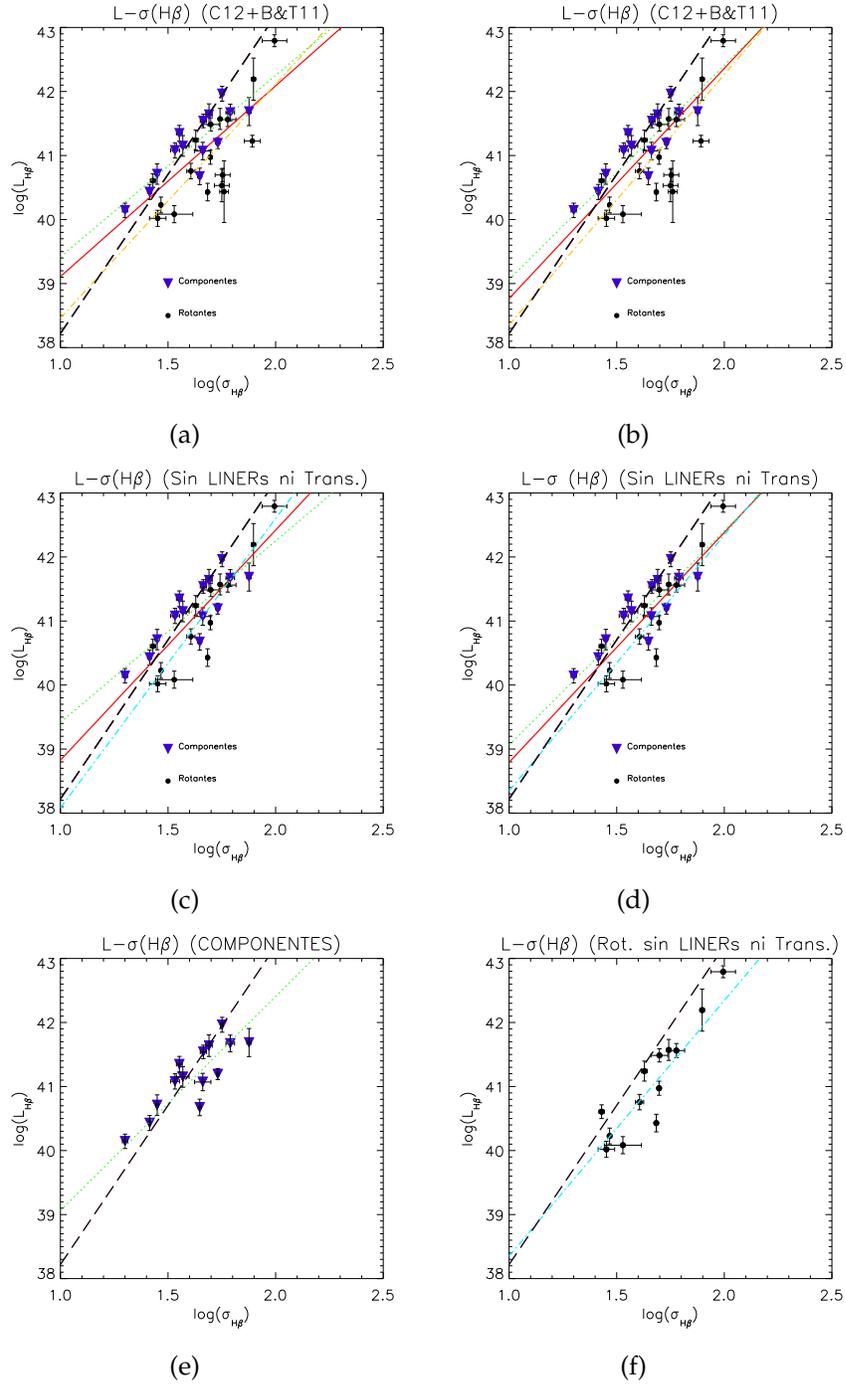


Figura 4.4: Ajustes $\text{Log } L(H\beta) - \text{Log } \sigma_{H\beta}$, (a), (b): ajustes LINFIT y MPFIT para toda la muestra completa, (c), (d): ajustes LINFIT y MPFIT para los objetos de la muestra sin considerar los LINERs ni objetos de transición, en (e): sólo componentes, (f): sólo rotantes

4.5. Morfología

exponencial o un perfil doble con un bump debido a la doble morfología. En este trabajo sólo se intentó ajustar una sola componente a su perfil de brillo superficial ya que esta fuera de los objetivos un análisis morfológico profundo. Adicionalmente la calidad de las imágenes no es muy buena y el perfil de brillo superficial no es suficiente para dejar resultados concretos sobre la morfología.

Para un trabajo mas exhaustivo sobre morfología de galaxias HII es necesario contar con imágenes de mejor resolución y realizar ajustes de diferentes componentes a su perfil de brillo superficial con el fin de intentar descomponerlas en cada una de sus partes y conocer mejor su estructura y determinar si tiene alguna influencia sobre el perfil en su línea de emisión ya que se observan objetos muy compactos que presentan características de rotación, pero también algunos objetos extendidos o de posible interacción que de manera similar presentan características de rotación en sus perfiles de líneas de emisión, por ejemplo CTS 1028 y TOL 2138-405 respectivamente.

4. Resultados y Análisis

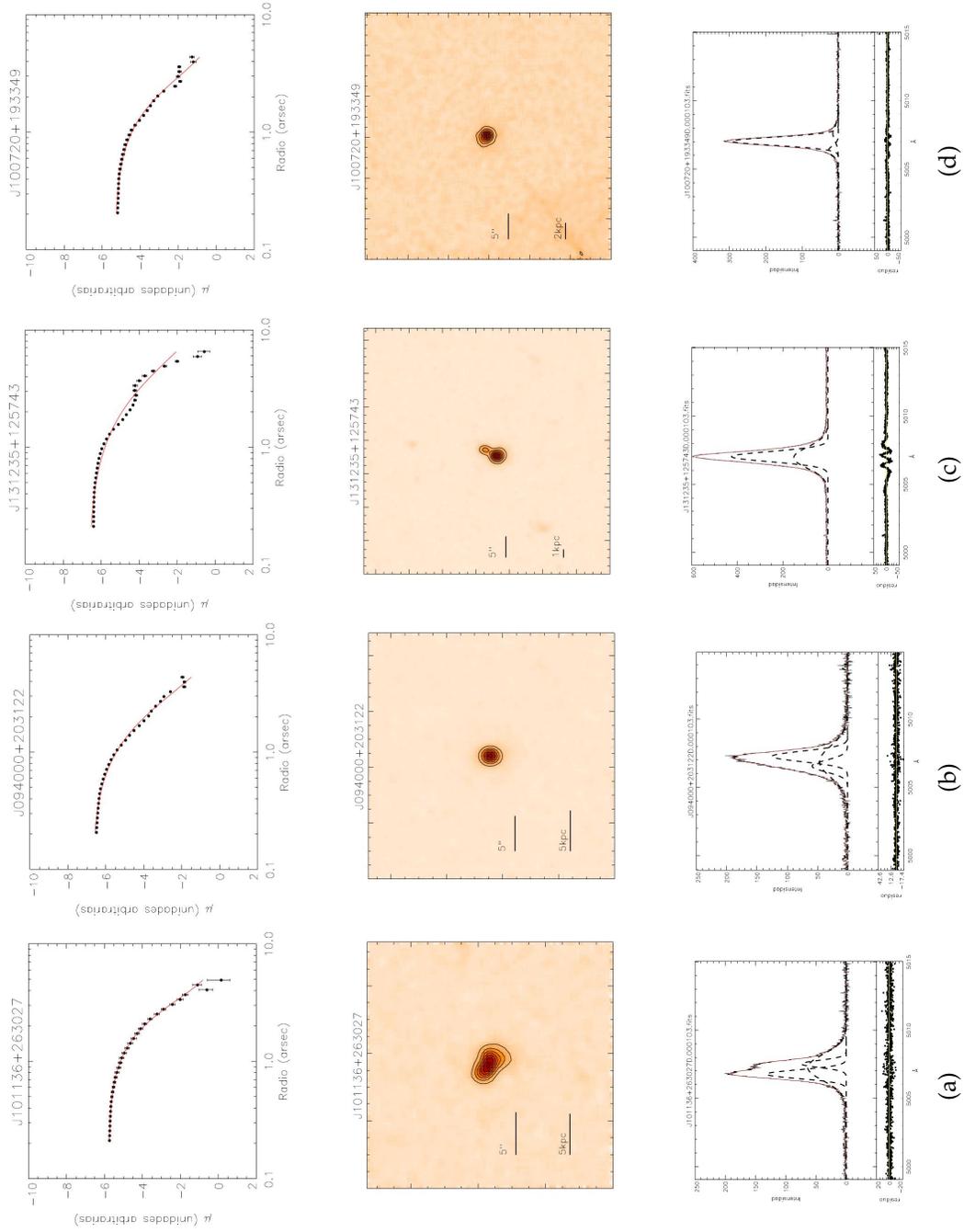


Figura 4.5: Morfología y perfiles característicos de las galaxias HII estudiadas en este trabajo, la irregularidad del objeto no implica la multiplicidad del perfil, sin embargo otros efectos pueden estar implicados, como múltiples regiones de formación estelar que no pueden ser resueltas con las imágenes utilizadas aquí.

4.6. Cinemática

En esta sección se presentan los resultados de los diferentes ajustes a los perfiles en sus líneas de emisión $H\beta$, $[OIII]\lambda 5007$ y $H\alpha$ obtenidos para los objetos de la muestra. Las Tablas 4.5, 4.6 y 4.7 muestran los ajustes realizados de dos, tres y cuatro componentes respectivamente.

En la Tabla 4.5, se encuentran las luminosidades y dispersión de velocidades para todos los objetos, medidos en diferentes perfiles de líneas de emisión, en general se encuentra que la dispersión de velocidades para los objetos de la muestra tiene valores entre $19 \leq \sigma_{H\beta} \leq 98 \text{ km s}^{-1}$, mientras que para aquellos clasificados como rotantes los valores se encuentran entre $26 \leq \sigma_{H\beta} \leq 98 \text{ km s}^{-1}$ y para los objetos de componentes $19 \leq \sigma_{H\beta} \leq 75 \text{ km s}^{-1}$. Para los LINERs y objetos de transición la dispersión de velocidades está entre $51 \leq \sigma_{H\beta} \leq 103 \text{ km s}^{-1}$.

En la Tabla 4.5 se presentan los perfiles de líneas de emisión de los objetos en la muestra que se ajustan mejor con dos componentes cinemáticas una componente ancha y una componente estrecha, la componente estrecha se encuentra entre $21 \leq \sigma_{gas} \leq 65 \text{ km s}^{-1}$, por otra parte la componente ancha tiene una dispersión de velocidad entre $41 \leq \sigma_{gas} \leq 118$ exceptuando TOL 0140-420 y NGC 6970, que ajustan de forma diferente al resto de objetos en ésta categoría para estos el mejor ajuste está representado por dos componentes a lado y lado del centro debido a su asimetría en el perfil.

Otros trabajos sobre la cinemática en Regiones HII extragalácticas gigantes, reportan este mismo ajuste para sus perfiles de alta resolución: una componente estrecha con dispersión de velocidades en promedio de 17 km s^{-1} , 27 km s^{-1} , 23 km s^{-1} , 68 km s^{-1} , y una componente ancha con dispersión de velocidades en promedio de 50 km s^{-1} , 82 km s^{-1} , 65 km s^{-1} , 250 km s^{-1} , (Firpo et al. 2010, Hägele et al. 2010, Hägele et al. 2013 y Westmoquette et al. 2007 respectivamente). Los valores encontrados en este trabajo se encuentran en promedio 42 km s^{-1} para la componente estrecha, y 80 km s^{-1} para componente ancha, lo cual dentro de los errores por lo menos para la componente ancha está más cercano a las tres primeras referencias anteriormente citadas.

Hägele et al. (2013) detectan alas en los perfiles de líneas de emisión de $H\beta$ y $[OIII]$ en sus regiones de formación estelar circumnuclear estudiadas; dichas alas son atri-

4. Resultados y Análisis

buidas a la presencia de una componente más ancha que la componente central al ajustar dos gaussianas a sus perfiles de líneas de emisión. Encuentran que la componente estrecha es aproximadamente constante en tres galaxias diferentes lo que sugiere que debe estar originada en el interior del disco que está contenido principalmente por rotación.

Por otra parte las estrellas y el gas son responsables de la componente ancha y podrían estar relacionados a regiones de formación estelar y por lo tanto contenidos por presión dinámica. Esto podría en principio corresponder al gas responsable del potencial gravitacional del cúmulo estelar y así explicar la coincidencia con la dispersión de velocidades estelar en la mayoría de los casos para la componente ancha de la línea de $H\beta$, sin embargo concuerdan con muchos otros autores que para distinguir el origen de dichas componentes cinemáticas es necesario mapear dichas regiones con resolución espectral y espacial mucho mayor.

En la Tabla 4.6 se muestra la dispersión de velocidades obtenida al ajustar tres componentes cinemáticas a los perfiles de líneas de emisión los cuales están separados en dos grupos diferentes. En primer lugar se tienen aquellos perfiles que ajustan bien con una componente central y dos componentes a lado y lado de la componente central, un ajuste tipo shell [ver Figura 3.7 (c)]. En el otro grupo se encuentran aquellos objetos en los cuales se han ajustado dos componentes centrales similar a un perfil de un objeto en rotación y una componente ancha [Figura 3.7 (b)].

Para el primer grupo la componente central tiene una dispersión de velocidades entre 17 y 65km s^{-1} y las componentes laterales se encuentran entre 20 y 49km s^{-1} excepto para UM 477 donde una componente lateral puede llegar hasta 158km s^{-1} en el perfil de $[OIII]\lambda 5007$ (aunque debido al ruido en la línea no es claro distinguir cada componente cinemática para este objeto).

Para el grupo de objetos en los cuales se ajustaron dos componentes centrales similar a un objeto en rotación y una componente ancha, la componente ancha se encuentra entre 41 y 120km s^{-1} mientras que las componentes centrales están alrededor de 21 y 41km s^{-1} .

Para el último grupo en el que se ajustaron cuatro componentes (Tabla 4.7) se tienen dos componentes intensas a lado y lado del centro de la línea y dos componentes adicionales menos intensas, en los extremos del perfil de la línea de emisión. Para

4.6. Cinemática

Dispersión de velocidades (km s^{-1})			
NOMBRE	$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Estrecha}	σ_{Ancha}
J082520+082723	★ $\text{H}\beta$	28.29 ± 4.34	59.40 ± 4.73
	5007 [OIII]	30.55 ± 0.18	56.12 ± 0.72
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
J084219+300703	$\text{H}\beta$	29.42 ± 0.70	73.41 ± 1.66
	5007 [OIII]	25.47 ± 0.38	65.83 ± 0.71
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
J091652+003113	$\text{H}\beta$	29.83 ± 0.87	65.09 ± 2.24
	5007 [OIII]	29.59 ± 0.33	62.50 ± 0.69
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
J095023+004229	★ $\text{H}\beta$	52.13 ± 2.26	91.64 ± 1.24
	5007 [OIII]	38.14 ± 0.34	83.46 ± 0.86
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
J101042+125516	$\text{H}\beta$	29.35 ± 0.62	95.44 ± 2.49
	5007 [OIII]	30.02 ± 0.09	105.38 ± 0.92
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
J104829+111520	$\text{H}\beta$	28.68 ± 0.55	76.78 ± 3.69
	5007 [OIII]	28.61 ± 0.15	91.15 ± 2.72
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
J125305-031258	$\text{H}\beta$	38.36 ± 0.23	86.95 ± 0.50
	5007 [OIII]	42.23 ± 0.39	94.19 ± 1.10
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
J131235+125743	$\text{H}\beta$	21.29 ± 0.87	41.59 ± 2.34
	5007 [OIII]	21.54 ± 0.21	45.88 ± 0.11
	$\text{H}\alpha$... \pm \pm ...
UM 448	$\text{H}\beta$	58.68 ± 1.55	100.48 ± 4.41
	5007 [OIII]	54.49 ± 1.25	107.59 ± 2.44
	$\text{H}\alpha$	65.36 ± 0.73	118.90 ± 4.37
TOL0140-420	★ $\text{H}\beta$	16.38 ± 1.93	21.64 ± 2.20
	5007 [OIII]	15.41 ± 0.24	29.57 ± 0.41
	★ $\text{H}\alpha$	15.25 ± 0.20	34.67 ± 0.28
MBG21567-1645(NGC7165)	$\text{H}\beta$... \pm \pm ...
	5007 [OIII]	... \pm \pm ...
	$\text{H}\alpha$	45.25 ± 1.31	56.17 ± 2.15
NGC6970	$\text{H}\beta$... \pm \pm ...
	5007 [OIII]	... \pm \pm ...
	$\text{H}\alpha$	11.81 ± 4.31	29.45 ± 3.02

Tabla 4.5: Dispersión de velocidades para los objetos donde se ajustan bien dos componentes cinemáticas una componente ancha y una estrecha, para la mayoría de los casos. ★ indica que el ruido en el perfil de la línea de emisión no permite distinguir claramente las diferentes componentes.

4. Resultados y Análisis

Dispersión de velocidades (km s ⁻¹)				
NOMBRE	λ(Å)	σ _A	σ _{cen}	σ _B
J074947+154013	* Hβ	30.52 ± 1.77	28.86 ± 2.04	34.60 ± 0.80
	5007 [OIII]	31.96 ± 0.84	28.34 ± 0.49	34.79 ± 1.19
	Hα	... ± ± ± ...
J100720+193349	* Hβ	29.13 ± 1.52	17.09 ± 0.36	35.93 ± 0.58
	5007 [OIII]	20.28 ± 1.71	17.09 ± 0.15	32.96 ± 2.26
	Hα	... ± ± ± ...
J110838+223809	Hβ	39.29 ± 2.25	21.39 ± 0.24	38.89 ± 2.15
	5007 [OIII]	31.90 ± 0.85	21.74 ± 0.17	30.60 ± 2.59
	Hα	... ± ± ± ...
J162152+151855	Hβ	48.51 ± 1.17	65.82 ± 1.76	39.75 ± 0.78
	5007 [OIII]	49.59 ± 0.61	43.82 ± 4.48	40.82 ± 0.49
	Hα	... ± ± ± ...
UM 477	Hβ	35.15 ± 1.97	24.75 ± 1.27	63.91 ± 3.13
	* 5007 [OIII]	158.41 ± 4.81	44.51 ± 0.26	89.83 ± 6.15
	Hα	34.72 ± 0.56	25.64 ± 0.17	85.96 ± 1.62
J083946+140033	Hβ	34.84 ± 0.95	79.98 ± 2.37	34.75 ± 1.04
	5007 [OIII]	40.06 ± 0.27	84.07 ± 1.09	24.74 ± 0.32
	Hα	... ± ± ± ...
J094000+203122	* Hβ	21.78 ± 2.95	56.05 ± 1.30	26.12 ± 2.80
	5007 [OIII]	22.32 ± 0.57	68.46 ± 0.89	25.26 ± 1.75
	Hα	... ± ± ± ...
J101136+263027	Hβ	23.92 ± 1.18	59.67 ± 4.14	18.83 ± 0.81
	5007 [OIII]	20.30 ± 0.28	57.07 ± 1.00	18.01 ± 0.15
	Hα	... ± ± ± ...
J130119+123959	Hβ	40.86 ± 0.49	120.62 ± 2.06	48.78 ± 0.66
	5007 [OIII]	37.14 ± 0.20	108.87 ± 0.60	41.06 ± 0.56
	Hα	... ± ± ± ...
CTS 1028	Hβ	18.75 ± 0.94	51.87 ± 8.34	10.39 ± 1.67
	5007 [OIII]	16.21 ± 0.31	41.85 ± 2.34	16.44 ± 0.24
	Hα	18.58 ± 0.49	41.02 ± 0.65	11.61 ± 0.15
CTS 1013	* Hβ	16.60 ± 4.36	74.29 ± 6.01	18.61 ± 2.26
	5007 [OIII]	14.62 ± 0.20	51.31 ± 0.66	26.30 ± 0.39
	Hα	17.55 ± 0.74	42.41 ± 3.87	22.22 ± 2.67
TOL 0440-381	Hβ	43.22 ± 1.84	53.01 ± 1.78	22.40 ± 0.34
	5007 [OIII]	45.37 ± 1.75	50.32 ± 1.75	23.21 ± 0.11
	Hα	42.13 ± 1.21	54.91 ± 0.80	22.84 ± 0.16
UM 391	* Hβ	29.51 ± 2.20	58.37 ± 2.86	24.14 ± 1.35
	* 5007 [OIII]	29.04 ± 7.58	79.92 ± 15.12	19.31 ± 2.27
	Hα	28.24 ± 0.50	57.47 ± 0.95	26.34 ± 0.49
MBG 22012-1550	Hβ	... ..	... ..	... ..
	5007 [OIII]	... ..	... ..	... ..
	Hα	25.96 ± 3.53	53.20 ± 2.92	37.66 ± 2.64

Tabla 4.6: Dispersión de velocidades para perfiles que ajustan con tres gaussianas. El primer grupo ajusta con una componente central y dos componentes tipo shell, en el segundo grupo se ajustan dos componentes estrechas y una componente ancha.

4.6. Cinemática

Dispersión de velocidades (km s ⁻¹)					
NOMBRE	λ(Å)	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
J142342+225728	Hβ	20.32 ± 0.47	15.00 ± 0.38	38.45 ± 0.54	18.82 ± 1.27
	5007 [OIII]	22.17 ± 0.51	14.65 ± 0.13	32.79 ± 0.43	15.51 ± 0.51
MRK 710	Hα	... ± ± ± ± ...
	★ Hβ	15.12 ± 0.35	9.72 ± 0.54	38.58 ± 2.34	58.33 ± 6.13
	★ 5007 [OIII]	14.19 ± 0.90	43.04 ± 1.00	40.92 ± 2.46	57.73 ± 6.00
CTS 1030	Hα	23.29 ± 0.54	13.82 ± 0.13	27.28 ± 0.29	46.35 ± 3.04
	Hβ	21.52 ± 0.50	16.23 ± 0.14	18.52 ± 0.25	17.04 ± 4.84
CTS 1033	5007 [OIII]	23.52 ± 0.55	19.75 ± 0.57	17.51 ± 0.17	18.40 ± 4.55
	Hα	35.78 ± 3.37	19.01 ± 0.11	17.63 ± 0.12	19.84 ± 0.46
	Hβ	24.50 ± 0.57	30.98 ± 0.19	19.52 ± 0.23	19.24 ± 1.16
TOL 0242-387	5007 [OIII]	22.90 ± 0.53	26.56 ± 0.10	19.66 ± 0.23	20.05 ± 0.58
	Hα	28.06 ± 6.17	26.81 ± 0.90	23.67 ± 1.23	23.84 ± 0.55
	★ Hβ	37.36 ± 0.87	33.13 ± 3.74	37.69 ± 3.74	46.74 ± 0.81
TOL 2138-405	5007 [OIII]	46.77 ± 1.09	34.36 ± 1.95	37.73 ± 1.07	60.24 ± 3.28
	Hα	48.51 ± 1.13	41.66 ± 3.20	67.91 ± 4.95	74.40 ± 6.91
	★ Hβ	20.29 ± 4.51	32.30 ± 2.83	26.67 ± 2.04	39.19 ± 0.91
TOL 2240-384	5007 [OIII]	25.53 ± 0.59	37.83 ± 0.56	34.36 ± 0.23	39.31 ± 3.21
	Hα	29.23 ± 0.68	32.56 ± 1.90	32.37 ± 0.48	57.62 ± 7.49
	Hβ	19.78 ± 0.46	26.94 ± 3.15	23.12 ± 1.62	6.38 ± 1.81
UM 304	5007 [OIII]	33.83 ± 0.79	29.64 ± 0.00	29.99 ± 0.00	40.87 ± 2.27
	Hα	43.25 ± 1.00	32.03 ± 0.27	29.84 ± 0.19	50.33 ± 7.65
	★ Hβ	32.49 ± 0.75	33.81 ± 1.96	45.12 ± 3.62	46.27 ± 5.10
MBG 20533-4410	★ 5007 [OIII]	29.60 ± 0.69	28.12 ± 1.99	50.44 ± 3.65	37.09 ± 2.96
	Hα	60.60 ± 1.41	38.94 ± 0.25	50.16 ± 0.39	85.70 ± 9.08
	Hβ	... ± ± ± ± ...
UM 304	5007 [OIII]	... ± ± ± ± ...
	Hα	26.03 ± 0.60	35.06 ± 0.81	39.92 ± 4.10	57.70 ± 7.27

Tabla 4.7: Ajustes de perfiles utilizando cuatro componentes gaussianas dos componentes centrales y dos de menor intensidad en los extremos de la línea.

las componentes mas intensas la dispersión de velocidades se encuentra alrededor de 13km s^{-1} y pueden llegar hasta 50km s^{-1} , mientras que las componentes de los extremos se encuentran entre 20 y 45km s^{-1} para la componente corrida al rojo, y 18 y 60km s^{-1} para la azul llegando hasta valores de 85km s^{-1} como es el caso extremo de UM 304.

5

Análisis de Componentes Principales

En esta sección se presenta el Análisis de Componentes Principales (ACP) la cual es una técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Intuitivamente sirve para hallar las causas de variabilidad de un conjunto de datos y ordenarlos por importancia.

Terlevich & Melnick (1981) y Melnick et al. (1988) han mostrado que la luminosidad de GHIIs puede ser predicha de su dispersión de velocidades y metalicidades, con una precisión consistente con errores observacionales; también se ha mostrado que un parámetro llamado “radio del brote” puede ser considerado en la relación $L(H\beta) - \sigma$. Por lo tanto es importante indagar sobre la relevancia que puede tener otro parámetro en la relación $L(H\beta) - \sigma$ que ayude a mejorar la precisión en el indicador de distancia para aquellos objetos que presentan características de rotación o componentes. Conocer mejor la influencia de otro parámetro en la relación permite entender mejor la física subyacente.

Para realizar el ACP es necesario tener las matrices de correlación o covarianza

5. Análisis de Componentes Principales

entre cada uno de los parámetros del conjunto de datos, aquí se ha usado la matriz de correlación y se han calculado los eigenvectores, los eigenvalores y la varianza de cada uno de ellos; se han usado 23 objetos, 11 rotantes y 12 de componentes. Además se hacen regresiones para $L(H\beta)$ con diferentes combinaciones de parámetros utilizados en ACP. Se ha usado Análisis de Componentes Principales con 5 parámetros inicialmente y se hace una distinción entre los objetos que presentan características de rotación y componentes, en sus perfiles de emisión. Los parámetros por los cuales se ha indagado la dependencia de $L(H\beta) - \sigma$ son $L_{H\beta}$, $\sigma_{H\beta}$, O/H , $EW_{H\beta}$, $[OIII]/[OII]$, dados en escalas logarítmicas siguiendo Bordalo & Telles (2011). Posteriormente se extiende el análisis introduciendo un sexto parámetro como lo es la extinción. Para finalizar se hace un análisis de componentes principales con los parámetros individuales con el fin de probar un segundo parámetro importante en la relación $L(H\beta) - \sigma$.

En la Tabla 5.1 se presenta la matriz de correlación para 23 objetos incluyendo rotantes y componentes. Como se puede observar la correlación mayor se da entre $L(H\beta) - \sigma$ como es de esperar; la correlación de $L_{H\beta}$ con $[OIII]/[OII]$ tiende a cero, mientras que $EW_{H\beta}$, $[OIII]/[OII]$ con O/H presentan alguna ligera anticorrelación. Hay una correlación no despreciable entre $[OIII]/[OII]$ y $EW_{H\beta}$. Por otra parte σ y $L_{H\beta}$ presentan una pequeña correlación con O/H siendo mayor entre O/H y σ .

Las diferentes componentes principales (CP) obtenidas de la matriz de correlación para los 23 objetos se presentan en la Tabla 5.2, donde se muestran los eigenvectores y eigenvalores, además de la varianza. Un 74% de la varianza para estos objetos se encuentra dentro de las 2 primeras componentes (CPI, CPII) aunque hay una varianza de 14% para la tercera componente (CPIII). Por lo tanto considerando tres componentes principales encontramos un 88% de varianza en las tres primeras, la cuarta componente sólo representa un 8%.

En la Tabla 5.3 se muestran diferentes regresiones para $L(H\beta)$ y los demás parámetros utilizados para el ACP. Lo que se puede apreciar es que aumentando las variables tenidas en cuenta para el ACP, el rms comparado con el rms de $L(H\beta) - \sigma$ no disminuye significativamente, por otra parte la introducción del parámetro $[OIII]/[OII]$ no tiene mucho peso en las diferentes regresiones; donde se ha utilizado tiene aproximadamente un valor de cero.

Para los objetos que presentan rotación siguiendo el análisis anterior se presenta

5.1. Análisis de Componentes Principales individuales

los resultados en la Tabla 5.4 y 5.5. Su matriz de correlación es similar a aquella que presenta el total de los objetos, con la correlación mas significativa entre $L(H\beta) - \sigma$ como se espera. Los coeficientes de correlación de $[OIII]/[OII]$ con $L_{H\beta}$ y σ son aproximadamente cero. Hay correlaciones negativas de O/H con $EW_{H\beta}$ y $[OIII]/[OII]$ y se observan pequeñas correlaciones de O/H con $L_{H\beta}$ y σ . Por otra parte hay correlaciones de $EW_{H\beta}$ con $L_{H\beta}$ y σ .

La Tabla 5.5 muestra los eigenvectores, eigenvalores y la varianza para los objetos rotantes. Se puede observar que las CPI, CPII, CPIII reúnen un 94.22 % de la varianza, donde la CPI y CPII presentan varianzas similares. En la Tabla 5.6 se muestran regresiones combinando diferentes parámetros y viendo la dependencia $L(H\beta)$ con ellos, nuevamente el rms no tiene una reducción significativa introduciendo mas parámetros.

La matriz de correlación presentada en la Tabla 5.7 para objetos clasificados como componentes cambia comparada con los objetos rotantes. Como es de esperar la correlación mas fuerte es entre $L(H\beta) - \sigma$, pero además $EW_{H\beta}$ está fuertemente correlacionado con $[OIII]/[OII]$, y también $\sigma - (O/H)$ tienen un coeficiente de correlación de 0.51. Por otra parte hay correlaciones débiles y negativas entre $L_{H\beta}$ con $EW_{H\beta}$ y $[OIII]/[OII]$ y σ con $EW_{H\beta}$ y $[OIII]/[OII]$; para O/H y $[OIII]/[OII]$ su coeficiente de correlación tiende a cero.

Los eigenvectores, eigenvalores y la varianza se presentan en la Tabla 5.8 de donde se observa que CPI, CPII, CPIII son responsables del 93 % del total de la varianza, similar a los objetos rotantes. Por otra parte el parámetro (O/H) presenta un coeficiente negativo en la regresión, diferente a lo que ocurre con los objetos rotantes y similar a otros trabajos realizados con objetos en los cuales su perfil se ajusta bien por una sola componentes gaussiana (por ejemplo Bordalo & Telles 2011; Melnick et al. 1988). También se observa que introducir el parámetro $[OIII]/[OII]$ no tiene mucho peso en las diferentes regresiones donde está involucrado (ver Tabla 5.9).

5.1. Análisis de Componentes Principales individuales

Con el fin de explorar la dependencia de un segundo parámetro en la relación $L(H\beta) - \sigma$ se prueba con un análisis de componentes principales para los parámetros

5. Análisis de Componentes Principales

de manera individual introduciendo un sexto parámetro adicional ($C_{H\beta}$). Inicialmente se presentan la matriz de correlación para 23 objetos, rotantes y de componentes para los 6 parámetros en las Tablas 5.10, 5.4 y 5.12 respectivamente. Lo que se observa de estos resultados no es muy diferente al anterior análisis. Alrededor del 85 al 95 % de la varianza recae sobre las 3 primeras componentes. El parámetro $C_{H\beta}$ esta correlacionado con $L_{H\beta}$ y σ y poco correlacionado con O/H , $EW_{H\beta}$ y $[OIII]/[OII]$ en el caso de rotantes; para el caso de componentes las correlaciones son mucho menores presentando anticorrelaciones con O/H y $[OIII]/[OII]$.

Para el caso donde se ha buscado la influencia de un segundo parámetro en la relación $L(H\beta) - \sigma$, los resultados se presentan en la Tabla 5.13. La introducción de $C_{H\beta}$ no tiene mucha importancia, no muestra resultados diferentes a los obtenidos con otros parámetros.

5.1. Análisis de Componentes Principales individuales

Matriz de correlación (23 Objetos)					
PARÁMETROS	$Log L_{H\beta}$	$Log \sigma_{H\beta}$	$Log(O/H)$	$Log EW_{H\beta}$	$Log[OIII]/[OII]$
$Log L_{H\beta}$	1.000	0.835	0.209	0.177	-0.093
$Log \sigma_{H\beta}$	0.835	1.000	0.297	0.126	-0.160
$Log(O/H)$	0.209	0.297	1.000	-0.241	-0.321
$Log EW_{H\beta}$	0.177	0.126	-0.241	1.000	0.536
$Log[OIII]/[OII]$	-0.093	-0.160	-0.321	0.536	1.000

Tabla 5.1: Matriz de correlación para 23 objetos de la muestra incluyendo rotantes y componentes

C.Principales	I	II	III	IV	V
$Log L_{H\beta}$	-0.589	-0.621	-0.405	0.078	0.310
$Log \sigma_{H\beta}$	-0.315	-0.251	0.290	-0.666	-0.556
$Log(O/H)$	-0.219	-0.144	0.863	0.230	0.365
$Log EW_{H\beta}$	-0.166	-0.117	0.037	0.705	-0.678
$Log[OIII]/[OII]$	-0.691	0.718	-0.070	.....5	0.036
Eigenvalores	2.050	1.684	0.698	0.410	0.159
% Varianza	41.001	33.675	13.951	8.196	3.177

Tabla 5.2: Eigenvectores, Eigenvalores y varianza para 23 objetos de la muestra

Regresión para $L_{H\beta}$ (23 Objetos)							
$a_0 + a_1 \log \sigma_{H\beta} + a_2 \log(O/H) + a_3 \log EW_{H\beta} + a_4 \log([OIII]/[OII])$							
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	rms	
$L(H\beta) - \sigma$	35.249	3.571	....	....	....	0.359	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H)$	36.763	3.626	-0.199	....	....	0.358	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - EW_{H\beta}$	35.688	3.564	-0.105	0.217	....	0.355	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - EW_{H\beta} - [OIII]/[OII]$	35.713	3.560	-0.108	0.226	-0.010	0.355	
$L(H\beta) - \sigma - [OIII]/[OII]$	35.134	3.599	....	....	0.083	0.358	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - [OIII]/[OII]$	36.340	3.635	-0.155	....	0.064	0.357	
$L(H\beta) - \sigma - EW_{H\beta}$	34.85	3.53	....	0.237	....	0.355	

Tabla 5.3: Regresiones para $L_{H\beta}$ de 23 objetos de la muestra

5. Análisis de Componentes Principales

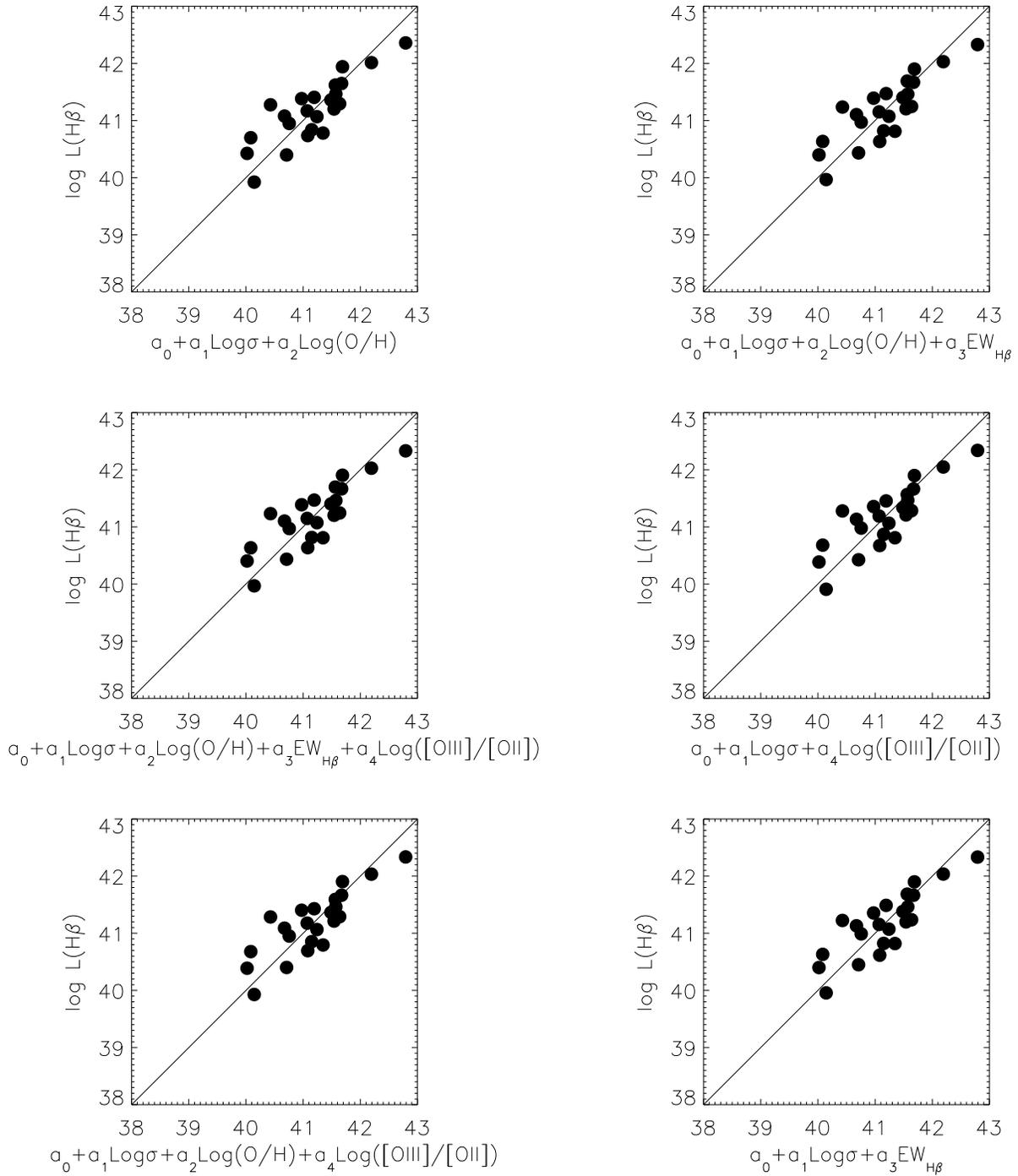


Figura 5.1: Diferentes regresiones realizadas para 23 objetos de la muestra incluyendo rotantes y componentes, los valores de las constantes están dados en la Tabla 5.3

5.1. Análisis de Componentes Principales individuales

Matriz de correlación rotantes (11 Objetos)

PARÁMETROS	$Log L_{H\beta}$	$Log \sigma_{H\beta}$	$Log(O/H)$	$Log EW_{H\beta}$	$Log[OIII]/[OII]$
$Log L_{H\beta}$	1.000	0.939	0.247	0.427	-0.011
$Log \sigma_{H\beta}$	0.939	1.000	0.216	0.345	0.067
$Log(O/H)$	0.247	0.216	1.000	-0.480	-0.576
$Log EW_{H\beta}$	0.427	0.345	-0.480	1.000	0.380
$Log[OIII]/[OII]$	-0.011	0.067	-0.576	0.380	1.000

Tabla 5.4: Matriz de correlación para 11 objetos rotantes

C.Principales	I	II	III	IV	V
$Log L_{H\beta}$	0.618	0.608	-0.037	0.460	0.188
$Log \sigma_{H\beta}$	0.252	0.234	0.662	-0.369	-0.554
$Log(O/H)$	0.015	0.218	0.207	-0.596	0.744
$Log EW_{H\beta}$	0.120	0.325	-0.714	-0.519	-0.316
$Log[OIII]/[OII]$	-0.735	0.650	0.084	0.163	-0.068
Eigenvalores	2.224	1.919	0.555	0.256	0.045
% Varianza	44.474	38.388	11.103	5.129	0.906

Tabla 5.5: Eigenvectores, Eigenvalores y varianza para 11 objetos rotantes

Regresión para $L_{H\beta}$ rotantes (11 Objetos)							
$a_0 + a_1 \log \sigma_{H\beta} + a_2 \log(O/H) + a_3 \log EW_{H\beta} + a_4 \log([OIII]/[OII])$							
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	rms	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H)$	30.41	5.16	0.25	....	....	0.28	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - EW_{H\beta}$	23.94	4.56	0.96	0.91	....	0.24	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - EW_{H\beta} - [OIII]/[OII]$	25.97	4.64	0.71	0.91	-0.19	0.23	
$L(H\beta) - \sigma - [OIII]/[OII]$	32.41	5.25	....	....	-0.18	0.27	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - [OIII]/[OII]$	32.37	5.24	0.01	....	-0.18	0.27	
$L(H\beta) - \sigma - EW_{H\beta}$	31.80	4.99	....	0.458	....	0.26	

Tabla 5.6: Regresiones para $L_{H\beta}$ de 11 objetos rotantes de la muestra

5. Análisis de Componentes Principales

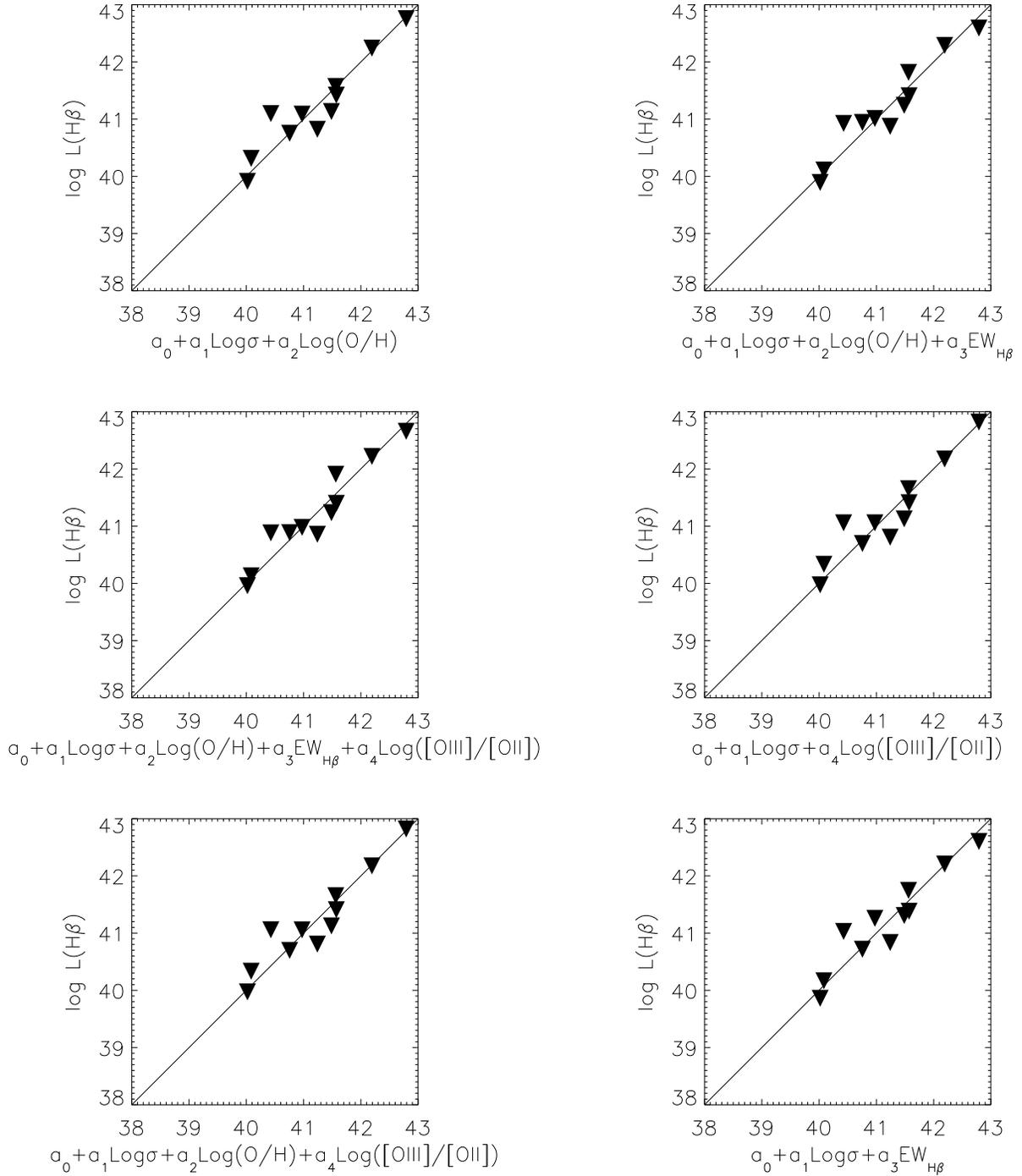


Figura 5.2: Diferentes regresiones realizadas para 11 objetos rotantes de la muestra, los valores de las constantes están dados en la Tabla 5.6

5.1. Análisis de Componentes Principales individuales

Matriz de correlación componentes (12 Objetos)

PARÁMETROS	$Log L_{H\beta}$	$Log \sigma_{H\beta}$	$Log(O/H)$	$Log EW_{H\beta}$	$Log[OIII]/[OII]$
$Log L_{H\beta}$	1.000	0.820	0.164	-0.257	-0.242
$Log \sigma_{H\beta}$	0.820	1.000	0.516	-0.136	-0.318
$Log(O/H)$	0.164	0.516	1.000	0.073	-0.089
$Log EW_{H\beta}$	-0.257	-0.136	0.073	1.000	0.754
$Log[OIII]/[OII]$	-0.242	-0.318	-0.089	0.754	1.000

Tabla 5.7: Matriz de correlación para 12 objetos clasificados como componentes

C.Principales	I	II	III	IV	V
$Log L_{H\beta}$	-0.516	-0.555	-0.279	0.383	0.448
$Log \sigma_{H\beta}$	-0.220	-0.371	-0.464	-0.601	-0.488
$Log(O/H)$	0.569	0.129	-0.762	0.080	0.271
$Log EW_{H\beta}$	-0.202	0.252	-0.268	0.645	-0.639
$Log[OIII]/[OII]$	0.567	-0.688	0.234	0.266	-0.282
Eigenvalores	2.372	1.491	0.815	0.251	0.071
% Varianza	47.448	29.820	16.294	5.012	1.427

Tabla 5.8: Eigenvectores, Eigenvalores y varianza para 12 objetos clasificados como componentes

Regresión para $L_{H\beta}$ componentes (12 Objetos)							
$a_0 + a_1 \log \sigma_{H\beta} + a_2 \log(O/H) + a_3 \log EW_{H\beta} + a_4 \log([OIII]/[OII])$							
	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	rms	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H)$	46.42	3.05	-1.26	....	....	0.22	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - EW_{H\beta}$	46.41	2.98	-1.19	-0.23	....	0.21	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - EW_{H\beta} - [OIII]/[OII]$	46.36	3.16	-1.15	-0.74	0.43	0.20	
$L(H\beta) - \sigma - [OIII]/[OII]$	37.04	2.52	....	....	0.03	0.26	
$L(H\beta) - \sigma - (O/H) - [OIII]/[OII]$	46.41	3.11	-1.28	....	0.08	0.22	
$L(H\beta) - \sigma - EW_{H\beta}$	37.85	2.43	....	0.34	....	0.24	

Tabla 5.9: Regresiones para $L_{H\beta}$ de 12 objetos componentes de la muestra

5. Análisis de Componentes Principales

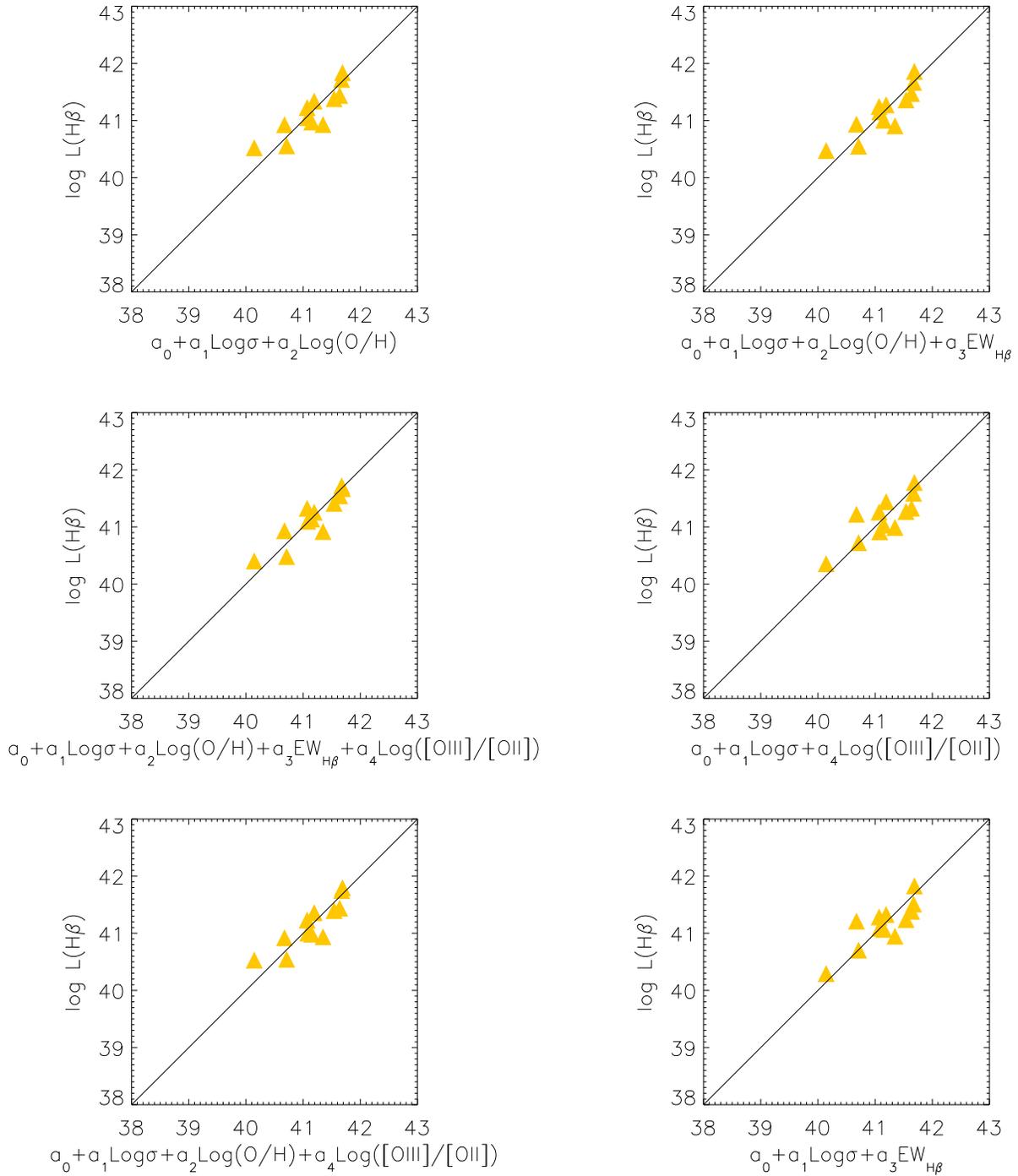


Figura 5.3: Diferentes regresiones realizadas para 12 objetos componentes de la muestra, los valores de las constantes están dados en la Tabla 5.9

5.1. Análisis de Componentes Principales individuales

Matriz de correlación TOTALES (23 Objetos)						
Parámetros	$\text{Log } L_{H\beta}$	$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	$\text{Log}(O/H)$	$\text{Log } EW_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$\text{Log}[OIII]/[OII]$
$\text{Log } L_{H\beta}$	1.000	0.835	0.209	0.177	0.770	-0.093
$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	0.835	1.000	0.297	0.126	0.696	-0.160
$\text{Log}(O/H)$	0.209	0.297	1.000	-0.241	0.258	-0.321
$\text{Log } EW_{H\beta}$	0.177	0.126	-0.241	1.000	0.003	0.536
$C_{H\beta}$	0.770	0.696	0.258	0.003	1.000	-0.175
$\text{Log}[OIII]/[OII]$	-0.093	-0.160	-0.321	0.536	-0.175	1.000
C.Principal	I	II	III	IV	V	VI
$\text{Log } L_{H\beta}$	-0.551	-0.550	-0.277	-0.001	-0.532	0.187
$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	-0.201	-0.128	0.368	-0.663	-0.064	-0.604
$\text{Log}(O/H)$	-0.133	-0.030	0.882	0.277	-0.185	0.303
$\text{Log } EW_{H\beta}$	-0.009	0.125	-0.029	0.624	-0.347	-0.689
$C_{H\beta}$	0.177	0.593	-0.066	-0.305	-0.697	0.183
$\text{Log}[OIII]/[OII]$	0.779	-0.560	0.064	-0.047	-0.269	-0.021
Eigenvalores	2.714	1.700	0.718	0.441	0.284	0.143
% Varianza	45.238	28.331	11.974	7.346	4.734	2.378

Tabla 5.10: Matriz de correlación para 23 objetos componentes y rotantes con un parámetro adicional $C_{H\beta}$

Matriz de correlación rotantes (11 Objetos)						
Parámetros	$\text{Log } L_{H\beta}$	$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	$\text{Log}(O/H)$	$\text{Log } EW_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$\text{Log}[OIII]/[OII]$
$\text{Log } L_{H\beta}$	1.000	0.939	0.247	0.427	0.907	-0.011
$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	0.939	1.000	0.216	0.345	0.903	0.067
$\text{Log}(O/H)$	0.247	0.216	1.000	-0.480	0.367	-0.576
$\text{Log } EW_{H\beta}$	0.427	0.345	-0.480	1.000	0.179	0.380
$C_{H\beta}$	0.907	0.903	0.367	0.179	1.000	0.041
$\text{Log}[OIII]/[OII]$	-0.011	0.067	-0.576	0.380	0.041	1.000
C.Principal	I	II	III	IV	V	VI
$\text{Log } L_{H\beta}$	0.563	0.555	0.166	0.224	0.545	0.021
$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	-0.011	-0.022	0.622	-0.527	0.083	-0.572
$\text{Log}(O/H)$	-0.124	0.061	0.103	-0.619	0.261	0.720
$\text{Log } EW_{H\beta}$	0.078	0.252	-0.745	-0.487	0.103	-0.358
$C_{H\beta}$	0.084	-0.719	-0.142	0.064	0.666	-0.090
$\text{Log}[OIII]/[OII]$	0.809	-0.327	-0.005	-0.218	-0.417	0.132
Eigenvalores	3.045	1.973	0.614	0.260	0.074	0.034
% Varianza	50.748	32.889	10.227	4.335	1.230	0.572

Tabla 5.11: Matriz de correlación para 11 objetos rotantes, con un parámetro adicional como es el $C_{H\beta}$

5. Análisis de Componentes Principales

Matriz de correlación componentes (12 Objetos)

Parámetros	$\text{Log } L_{H\beta}$	$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	$\text{Log}(O/H)$	$\text{Log } EW_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$\text{Log}[OIII]/[OII]$
$\text{Log } L_{H\beta}$	1.000	0.820	0.164	-0.257	0.386	-0.242
$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	0.820	1.000	0.516	-0.136	0.388	-0.318
$\text{Log}(O/H)$	0.164	0.516	1.000	0.073	0.182	-0.089
$\text{Log } EW_{H\beta}$	-0.257	-0.136	0.073	1.000	-0.389	0.754
$C_{H\beta}$	0.386	0.388	0.182	-0.389	1.000	-0.522
$\text{Log}[OIII]/[OII]$	-0.242	-0.318	-0.089	0.754	-0.522	1.000
	-					
C.Principal	I	II	III	IV	V	VI
$\text{Log } L_{H\beta}$	-0.447	-0.474	-0.230	0.373	-0.434	0.442
$\text{Log } \sigma_{H\beta}$	-0.285	-0.437	-0.486	-0.538	0.128	-0.430
$\text{Log}(O/H)$	0.590	0.155	-0.747	0.022	-0.128	0.230
$\text{Log } EW_{H\beta}$	-0.082	-0.155	-0.175	0.381	0.870	0.193
$C_{H\beta}$	0.199	-0.291	0.259	-0.597	0.134	0.659
$\text{Log}[OIII]/[OII]$	-0.570	0.672	-0.234	-0.263	0.065	0.309
Eigenvalores	2.782	1.514	0.820	0.572	0.243	0.069
% Varianza	46.367	25.232	13.668	9.530	4.054	1.148

Tabla 5.12: Matriz de correlación para 12 objetos componentes, con un parámetro adicional como es $C_{H\beta}$

5.1. Análisis de Componentes Principales individuales

	Análisis de Componentes Principales individuales								
	rotantes			componentes			TOTALES		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<i>Log L_{Hβ}</i>	0.677	0.672	0.300	0.598	0.678	0.427	0.655	0.672	0.347
<i>Log σ_{Hβ}</i>	0.194	0.230	-0.954	0.521	0.077	-0.850	0.304	0.187	-0.934
<i>Log(O/H)</i>	-0.710	0.704	0.025	-0.609	0.731	-0.308	-0.692	0.717	-0.081
Eigenvalores	2.042	0.898	0.060	2.048	0.853	0.099	1.968	0.873	0.160
% Varianza	68.075	29.922	2.003	68.267	28.435	3.298	65.588	29.091	5.321
<i>Log L_{Hβ}</i>	0.651	0.635	0.417	-0.686	-0.665	0.295	0.691	0.684	0.235
<i>Log σ_{Hβ}</i>	0.142	0.204	-0.531	-0.091	-0.198	-0.661	0.095	0.140	-0.689
<i>Log EW_{Hβ}</i>	-0.146	0.140	0.015	0.252	-0.243	0.038	-0.244	0.242	0.015
Eigenvalores	2.190	0.753	0.056	1.906	0.924	0.170	1.887	0.950	0.163
% Varianza	73.003	25.117	1.880	63.533	30.784	5.682	62.900	31.664	5.436
<i>Log L_{Hβ}</i>	-0.706	-0.707	-0.042	-0.647	-0.663	0.375	-0.689	-0.697	0.201
<i>Log σ_{Hβ}</i>	0.071	-0.011	-0.997	-0.318	-0.212	-0.924	-0.183	-0.102	-0.978
<i>Log[OIII]/[OII]</i>	0.705	-0.707	0.058	0.692	-0.718	-0.074	0.702	-0.710	-0.057
Eigenvalores	1.941	1.002	0.057	1.981	0.844	0.176	1.872	0.966	0.162
% Varianza	64.702	33.384	1.914	66.018	28.126	5.855	62.400	32.198	5.401
<i>Log L_{Hβ}</i>	0.580	0.579	0.572	0.632	0.633	0.447	0.595	0.577	0.560
<i>Log σ_{Hβ}</i>	0.369	0.440	-0.819	0.318	0.314	-0.894	0.182	0.582	-0.793
<i>C_{Hβ}</i>	-0.726	0.686	0.042	-0.706	0.708	-0.003	-0.783	0.573	0.241
Eigenvalores	2.833	0.107	0.061	2.094	0.726	0.180	2.536	0.313	0.152
% Varianza	94.425	3.557	2.018	69.796	24.214	5.990	84.530	10.420	5.051

Tabla 5.13: Prueba de un segundo parámetro en la relación $L(H\beta) - \sigma$

6

Conclusiones y trabajo futuro

6.1. Conclusiones

Se analizaron 35 objetos los cuales presentan perfiles complejos en sus líneas de emisión con el fin de caracterizarlos y estimar si pueden ser candidatos para ser utilizados como indicadores de distancia. Para el análisis se usaron espectros de baja resolución tomados del SDSS con los cuales se calcularon diferentes propiedades intrínsecas de 18 objetos tales como: coeficientes de extinción utilizando el método del decremento de Balmer, ancho equivalente de $H\beta$, luminosidad de $H\beta$, razones $[OIII]/[OII]$, densidad electrónica usando las líneas de $[SII]\lambda 6717/\lambda 6731$, temperaturas electrónicas mediante las razones de $[OIII](\lambda\lambda 4959 + 5007)/\lambda 4363$ y se derivó la abundancia de oxígeno mediante el método directo. Para el resto de objetos los datos son obtenidos de la literatura. Por otra parte se calcularon dispersión de velocidades globales y para diferentes componentes ajustadas a los perfiles de las líneas de emisión de $H\beta$, $[OIII]\lambda 5007$ y $H\alpha$ utilizando espectros de alta resolución, lo cual sir-

6. Conclusiones y trabajo futuro

vió para hacer una clasificación en dos grupos componentes y rotantes y a partir de esto se exploró su relación en el plano $L(H\beta) - \sigma$.

- Cuando se tiene una gráfica de $[OIII]/H\beta$ vs $[NII]/H\alpha$ para los objetos utilizados en este trabajo, rotantes y componentes además de los gaussianos de otros trabajos, presentan relaciones de intensidades similares lo que los ubica en la zona de Galaxias HII en los diagramas de diagnóstico y no se observan regiones de sólo objetos rotantes o de sólo componentes o sólo gaussianos; todos se encuentran dispersos en el diagrama BPT en las zonas de galaxias HII, lo que indica en primera instancia que sus mecanismos de excitación son los mismos; no se puede hacer una distinción entre rotantes, componentes y gaussianos desde el diagrama BPT. Los únicos objetos encontrados en zonas diferentes a galaxias HII, se ubican en zonas de LINERs y objetos de transición los cuales son descartados en la relación $L(H\beta) - \sigma$.
- Del análisis estadístico se tiene que las diferencias se presentan cuando se comparan aquellos objetos que presentan un perfil en su línea de emisión que se ajusta a una sola gaussiana y los que no (rotantes o componentes), las primeras diferencias fueron debidas a un sesgo en la selección de la muestra, al comparar los objetos de perfiles gaussianos en líneas de emisión de Chávez et al. (2012) y Bordalo & Telles (2011) con los objetos de este trabajo. Además del análisis estadístico realizado se encontró que no existen diferencias sistemáticas entre los objetos clasificados como rotantes y componentes. La única diferencia intrínseca se da en la dispersión de velocidades entre objetos gaussianos y no gaussianos obtenida al comparar el total de objetos del trabajo de Chávez et. al 2013, por lo tanto es evidente que para tener diferencias estadísticas significativas es necesario contar con una muestra homogéneamente seleccionada.
- Los resultados obtenidos para los diferentes parámetros físicos están en concordancia con aquellos publicados en la literatura para galaxias HII, para las abundancias de oxígeno se encuentra en la literatura $7.1 \leq 12 + \log(O/H) \leq 8.3$ (e.g. Pérez-Montero & Díaz 2003), derivadas mediante el método directo encontramos en este trabajo $7.7 \leq 12 + \log(O/H) \leq 8.34$. Por otra parte se encontró una densidad electrónica promedio de 160 cm^{-3} excepto para UM 477 donde es del

6.1. Conclusiones

orden de 1000cm^{-3} , la temperatura promedio encontrada es de 13000K . Adicionalmente se encuentra que los objetos clasificados como de transición presentan anchos equivalentes en la línea de $H\beta$ menores a 30\AA y razones de $[OIII]/[OII] \leq 1.69$, dichos objetos son los más evolucionados de la muestra, por lo tanto para minimizar efectos de edad es necesario tener en cuenta el $EW_{H\beta}$ como criterio de selección si se quiere un indicador de distancias mas preciso sin mucho sesgo debido a efectos de evolución.

- Los objetos rotantes y gaussianos presentan similar correlación $L(H\beta) - \sigma$, con un punto de intersección semejante, sin embargo los rotantes presentan una pendiente menor que aquellos gaussianos, lo que indica que para iguales luminosidades la dispersión de velocidades es mayor en los rotantes, por otra parte aquellos objetos que presentan componentes tienen un coeficiente de correlación menor entre luminosidad y dispersión de velocidades y además mayor dispersión en el plano $L(H\beta) - \sigma$, por lo tanto una conclusión importante que podemos establecer es que aquellos objetos que presentan características de rotación pueden ser utilizados como estimadores de distancias aunque con un 40% mayor de dispersión que los gaussianos, la cual puede estar asociada en parte con la distribución aleatoria del plano principal o del plano de rotación del disco.
- Los perfiles de brillo superficial obtenidos están de acuerdo con el trabajo de Telles et al. (1997). La característica principal es que objetos clasificados como rotantes son objetos extendidos e irregulares excepto 3 de ellos, por lo tanto es necesario realizar más trabajo en este aspecto ya que la muestra no es suficientemente grande como para establecer que la irregularidad del objeto sea condición suficiente para explicar en primera instancia la multiplicidad del perfil, otros efectos que podrían estar presentes pueden ser debidos a inclinación o a la existencia de regiones múltiples de formación estelar. Es necesario estudiar más y mejores imágenes con mayor resolución espacial simultáneamente con sus perfiles de emisión en alta resolución.
- Se encuentra que la dispersión de velocidades ajustando una componentes global al perfil en la línea de emisión está entre $19 \leq \sigma_{gas} \leq 98 \text{ km s}^{-1}$ para el total de la muestra. Para los objetos rotantes esta se encuentra entre 19 y 98 km s^{-1} ,

6. Conclusiones y trabajo futuro

y para los de componentes entre 19 y 75km s^{-1} , los LINERs y los objetos de transición con $51 \leq \sigma_{gas} \leq 103\text{km}^{-1}$ son los que más introducen dispersión en la relación $L(H\beta) - \sigma$, es necesario tener criterios de selección en las muestras de galaxias HII para evitar contaminarlas y se ha visto que $EW_{H\beta}$ y tal vez las relaciones de intensidad de $[OIII]/[OII]$ pueden ayudar a esto.

- Siguiendo la parte cinemática, se encuentra que objetos que ajustan bien con dos componentes, una componente estrecha está entre 21 y 65km s^{-1} , mientras que su componente ancha entre 41 y 118km s^{-1} . Cuando se ajustan tres componentes, una componente central y dos componentes al lado y lado de la línea, la componente central presenta una dispersión de velocidades entre 17 y 65km s^{-1} y las componentes laterales entre 20 y 49km s^{-1} . Para dos componentes centrales y una componente ancha, las centrales se encuentran entre 21 y 41km s^{-1} mientras que la componente ancha está entre 41 y 120km s^{-1} . Donde se ajustaron 4 componentes cinemáticas dos centrales y dos laterales una corrida al azul y otra al rojo en las colas del perfil, las centrales tienen velocidades de 13km s^{-1} y pueden llegar hasta 50km s^{-1} mientras que las componentes laterales están entre 18 y 60km s^{-1} . La mayor parte de los objetos de transición y LINERs se ajustan mejor con estas cuatro componentes. Adicionalmente se observa de este trabajo una componente ancha en la mayoría de los perfiles de líneas de emisión ajustados. Es necesario realizar un análisis mas profundo de esta características.
- Realizando ajustes para $L(H\beta) - \sigma$ y la combinación de otros parámetros como $EW_{H\beta}$, O/H , $[OIII]/[OII]$, se observa que aumentando el número de parámetros la dispersión en $L(H\beta)$ no disminuye significativamente. Por otra parte al indagar por un segundo parámetro en la relación $L(H\beta) - \sigma$ se realizó un análisis de componentes principales y se encuentra que la mayor parte de la varianza está contenida en las dos primeras componentes principales.

6.2. Trabajo futuro

Es necesario seguir con la identificación, análisis y ampliación de Galaxias HII que presenten en sus perfiles de emisión características de rotación, para esto es necesario

6.2. Trabajo futuro

espectroscopia de alta resolución que permita la distinción de las diferentes componentes cinemáticas que contribuyen al ensanchamiento de la línea observada. Adicionalmente es necesario estudiar imágenes de alta resolución espacial que permitan la identificación del brote de formación estelar y poder determinar tamaños precisos y correlacionarlo con la dispersión de velocidades con el fin de encontrar una relación $L(H\beta) - \sigma - R$ que permita estudiar más a fondo la física subyacente.

Analizar a profundidad parámetros físicos tales como densidad, temperatura electrónica y composición química de cada componente cinemática permitirá caracterizar Galaxias HII analizando sus propiedades físicas y su entorno y con esto poder estudiar las propiedades físicas y la naturaleza de los mecanismos que enriquecen la formación de nuevas estrellas y su relación con el medio interestelar.

Dado que hay un amplio rango de edades de regiones HII que ajustan bien en la relación $L(H\beta) - \sigma$ y por lo tanto sugiere que la masa total de dichos objetos es la que determina la dispersión de velocidades. Se puede suponer que para objetos jóvenes la dispersión de velocidades del gas está dada por el potencial gravitacional, mientras que para objetos evolucionados aparecen otros efectos hidrodinámicos como por ejemplo vientos de estrellas masivas. Es necesario por lo tanto calcular la dispersión de velocidades estelar así como sus masas y compararla con las diferentes componentes cinemáticas que se encuentran en los perfiles de líneas de emisión y determinar si es posible que estas estén asociadas a estados evolutivos diferentes de la galaxia.

Determinar a través de modelos cómo posibles variaciones en la Función Inicial de Masa pueden afectar la relación $L(H\beta) - \sigma$, adicionando a esto efectos de edad y rotación, y determinar cual es el parámetro que tiene mayor efecto en la dispersión de $L(H\beta) - \sigma$ y como minimizarlo.

Por último, y tal vez la parte observacional más difícil del proyecto, realizar análisis de muestras a altos corrimientos al rojo de este tipo de objetos que presentan rotación y utilizarlos para complementar muestras de galaxias HII con perfiles de emisión gaussianos y realizar pruebas sobre parámetros cosmológicas.

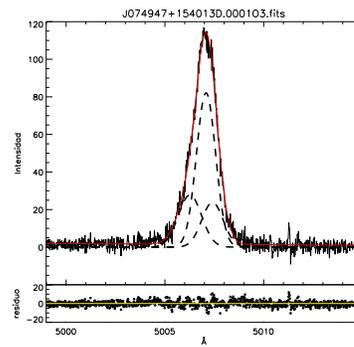
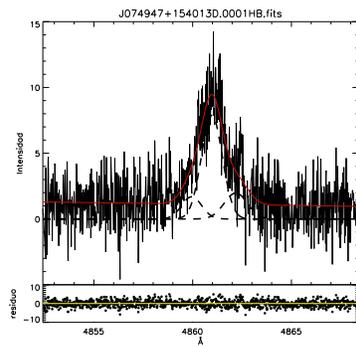
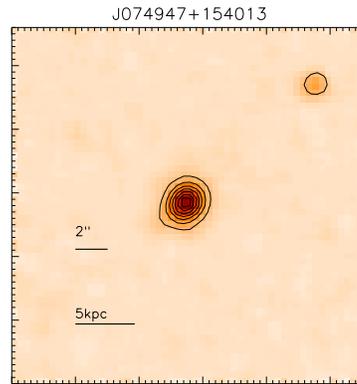
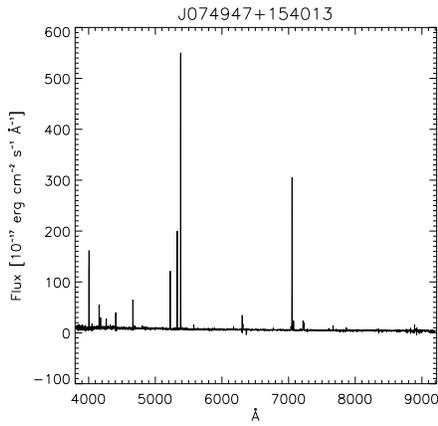
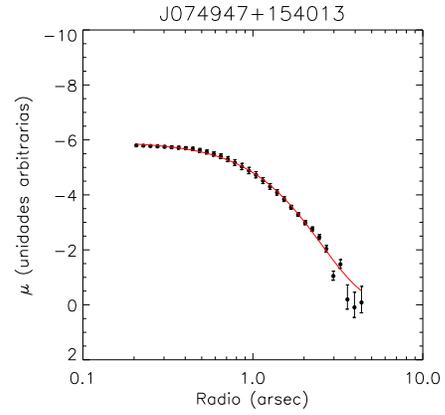
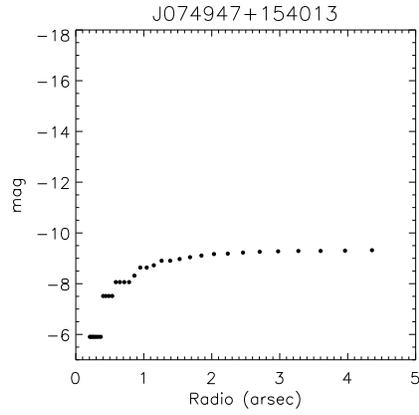


Características de los objetos de la muestra

En las siguientes gráficas se muestra, los perfiles de brillo superficial, seguidas del espectro de baja resolución e imágenes y por último los perfiles de alta resolución de las líneas de emisión tomados de C12 para los primeros 17 objetos y *B&T11* para el resto de los 35 objetos como se describió en el capítulo 3. De cada objeto se realiza una pequeña descripción sobre las características fundamentales y se dan referencias a otros trabajos que describen un fragmento de estos objetos. Las intensidades presentadas son relativas a $H\beta$ y fueron calculadas de los espectros del SDSS y para aquellos que no se encontraron en el SDSS, las intensidades relativas son tomadas de la literatura principalmente de Terlevich et al. (1991).

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J074947+154013	117.4458313	15.6703606	0.074189



J074947+154013		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.783 ± 0.024	
3729 [OII]	1.070 ± 0.026	
4341 $H\gamma$	0.467 ± 0.017	
4363 [OIII]	0.053 ± 0.015	
4861 $H\beta$	1.000 ± 0.022	
4959 [OIII]	1.630 ± 0.029	
5007 [OIII]	4.865 ± 0.076	
6548 [NII]	0.096 ± 0.015	
6563 $H\alpha$	3.365 ± 0.059	
6584 [NII]	0.235 ± 0.014	
6716 [SII]	0.227 ± 0.021	
6731 [SII]	0.175 ± 0.018	

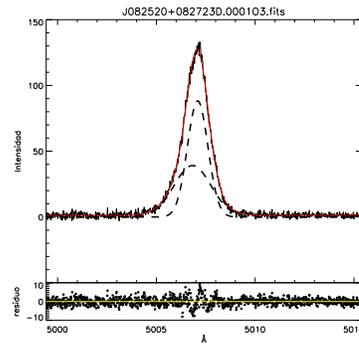
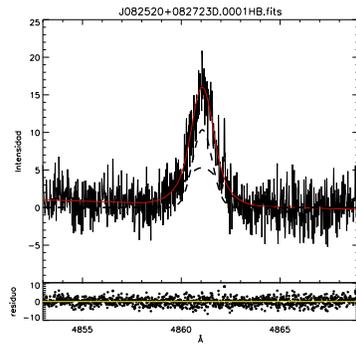
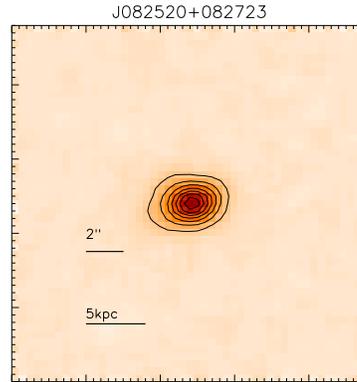
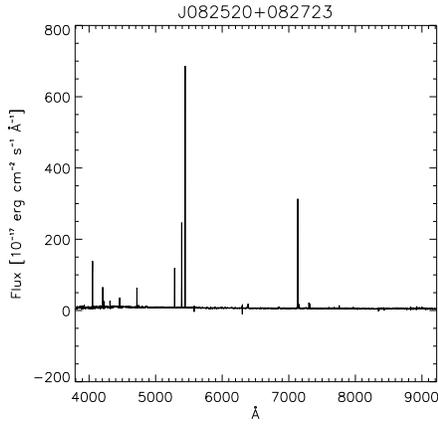
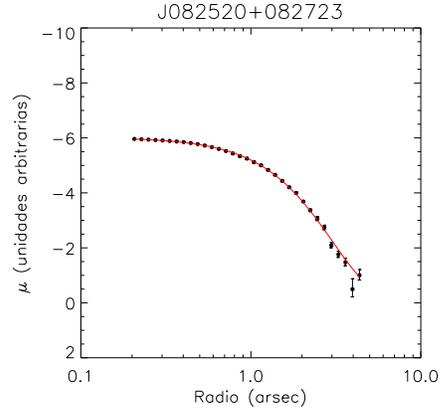
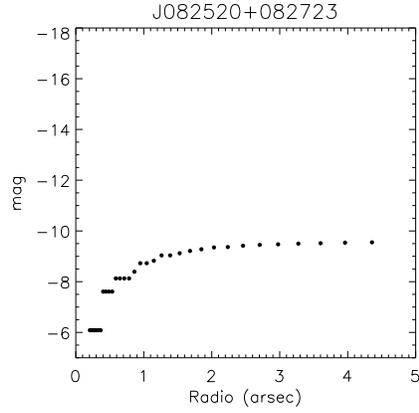
Dispersión de velocidades (km s^{-1})				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
$H\beta$	45.85 ± 1.09	30.52 ± 1.77	28.86 ± 2.04	34.60 ± 0.80
5007 [OIII]	36.40 ± 1.01	31.96 ± 0.84	28.34 ± 0.49	34.79 ± 1.19
$H\alpha$... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
$\text{erg s}^{-1} \text{cm}^{-2}$		\AA		cm^{-3}	10^4K		
7.44E-015	0.21	64.79	8.29	125	1.20	8.01	

J074947+154013: es un objeto compacto, con una alta razón [OIII]/[OII], los perfiles de líneas de emisión de alta resolución muestran una componente central intensa pero con dispersión de velocidades similar a sus otras dos componentes de menor intensidad.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J082520+082723	126.3337936	8.4564447	0.087692



J082520+082723		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.684 ± 0.019	
3729 [OII]	0.890 ± 0.021	
4341 H γ	0.441 ± 0.014	
4363 [OIII]	0.077 ± 0.017	
4861 H β	1.000 ± 0.018	
4959 [OIII]	1.959 ± 0.029	
5007 [OIII]	5.951 ± 0.078	
6548 [NII]	0.051 ± 0.007	
6563 H α	3.442 ± 0.046	
6584 [NII]	0.158 ± 0.007	
6716 [SII]	0.205 ± 0.012	
6731 [SII]	0.169 ± 0.012	

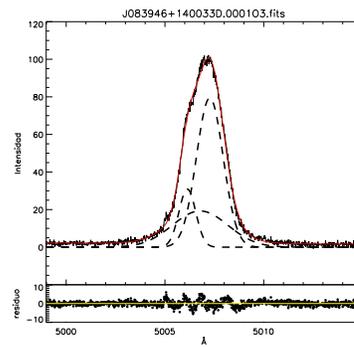
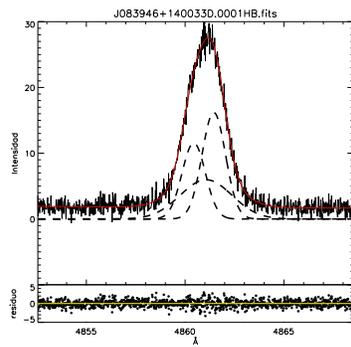
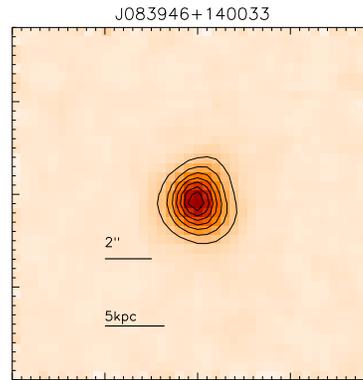
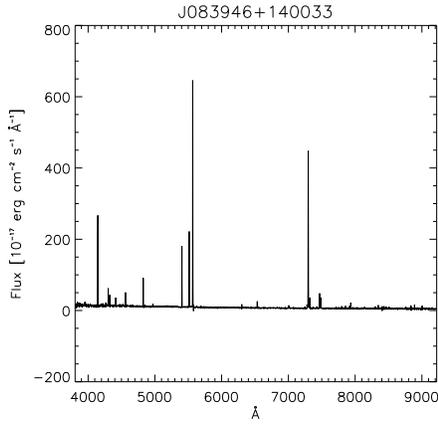
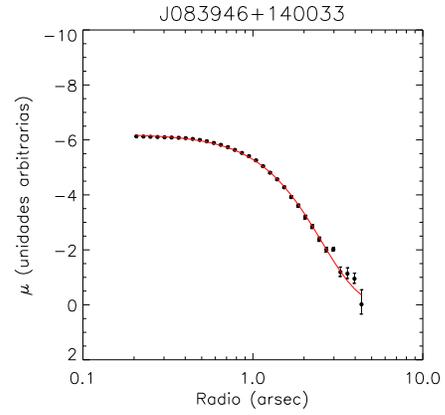
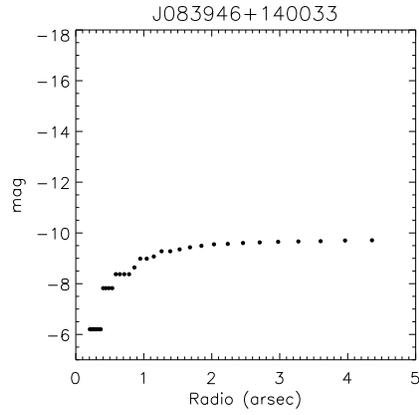
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	37.06 ± 1.07	28.29 ± 4.34	59.40 ± 4.73
5007 [OIII]	38.31 ± 1.01	30.55 ± 0.18	56.12 ± 0.72
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
8.14E-015	0.26	61.40	11.5	235	1.28	8.01	

J082520+082723: es un objeto compacto con una intensa razón [OIII]/[OII], su perfil muestra dos componentes cinemáticas: una componente ancha de aproximadamente el doble de la dispersión de velocidades de su componente estrecha.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J083946+140033	129.9417572	14.0092220	0.112452



J083946+140033		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.894 ± 0.015	
3729 [OII]	1.214 ± 0.015	
4341 H γ	0.429 ± 0.012	
4363 [OIII]	0.038 ± 0.01	
4861 H β	1.000 ± 0.011	
4959 [OIII]	1.301 ± 0.012	
5007 [OIII]	3.805 ± 0.031	
6548 [NII]	0.118 ± 0.016	
6563 H α	3.420 ± 0.039	
6584 [NII]	0.266 ± 0.013	
6716 [SII]	0.324 ± 0.008	
6731 [SII]	0.245 ± 0.009	

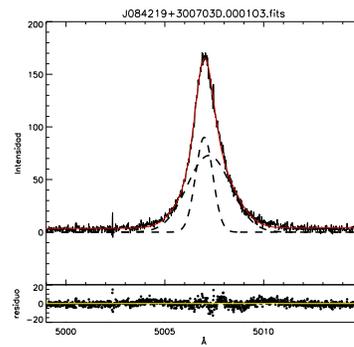
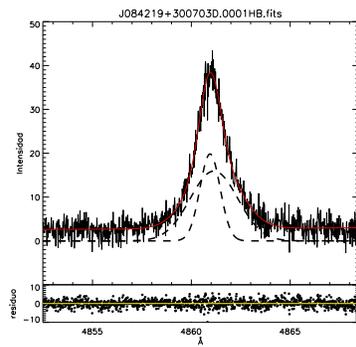
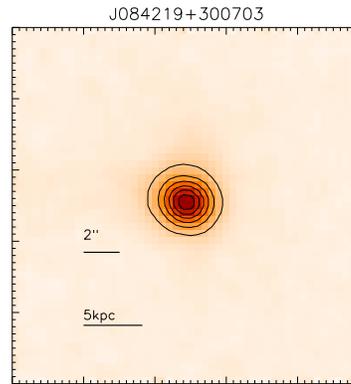
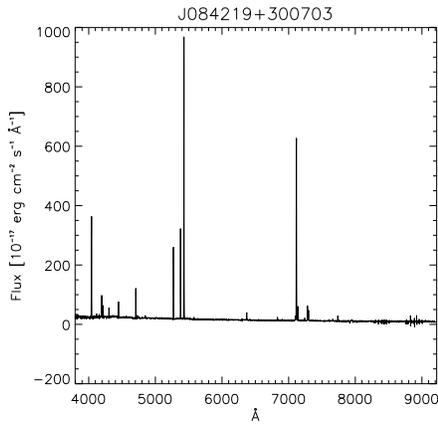
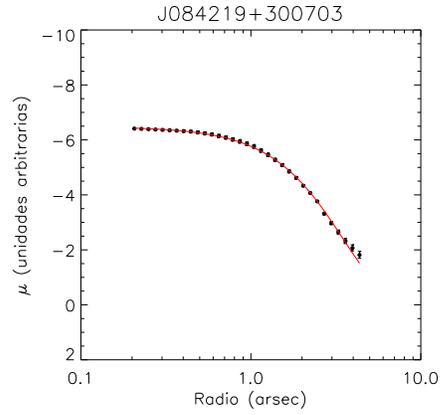
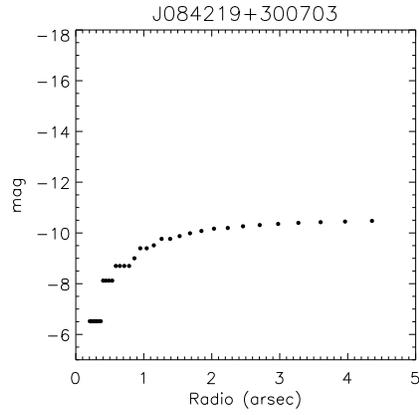
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	55.17 ± 1.02	34.84 ± 0.95	79.98 ± 2.37	34.75 ± 1.04
5007 [OIII]	55.39 ± 1.01	40.06 ± 0.27	84.07 ± 1.09	24.74 ± 0.32
H α	... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.28E-014	0.26	75.56	5.71	96	1.17	7.94	

J083946+140033: Presenta en sus perfiles de líneas de emisión varias componentes cinemáticas que indican rotación.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J084219+300703	130.5794525	30.1176395	0.084788



J084219+300703		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.841 ± 0.015	
3729 [OII]	1.150 ± 0.019	
4341 H γ	0.415 ± 0.005	
4363 [OIII]	0.049 ± 0.006	
4861 H β	1.000 ± 0.009	
4959 [OIII]	1.348 ± 0.010	
5007 [OIII]	4.015 ± 0.026	
6548 [NII]	0.097 ± 0.005	
6563 H α	3.635 ± 0.026	
6584 [NII]	0.275 ± 0.005	
6716 [SII]	0.291 ± 0.005	
6731 [SII]	0.209 ± 0.005	

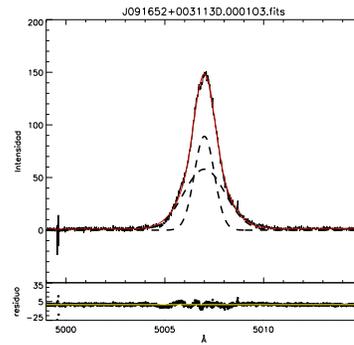
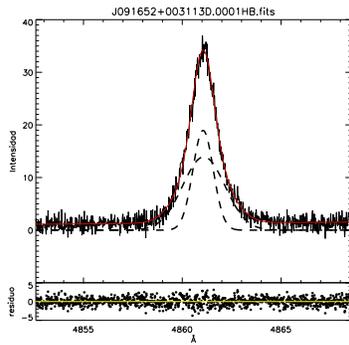
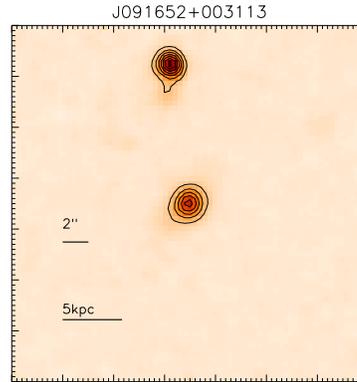
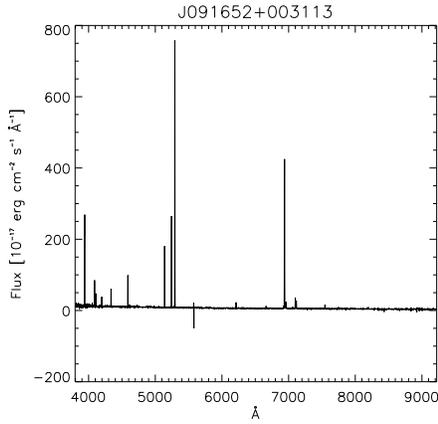
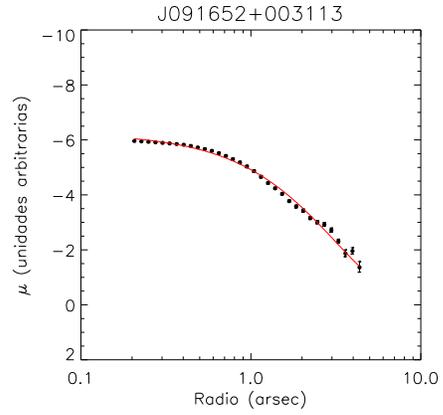
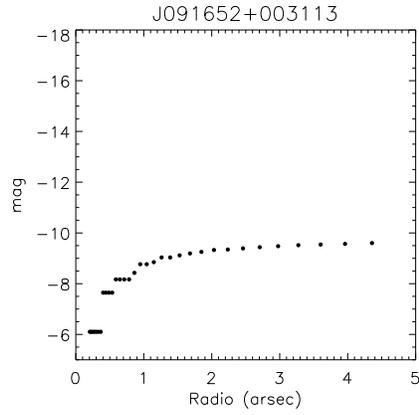
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	49.01 ± 1.03	29.42 ± 0.70	73.41 ± 1.66
5007 [OIII]	43.93 ± 1.02	25.47 ± 0.38	65.83 ± 0.71
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.10E-014	0.33	53.28	6.38	34	1.25	7.87	

J084219+300703: Está clasificada como una galaxia con señales de WR en el universo local Brinchmann et al. (2008), en sus perfiles de líneas de emisión muestra dos componentes cinemáticas una componente ancha y una componente estrecha.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J091652+003113	139.2176361	0.5205278	0.058151



J091652+003113		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.836 ± 0.022	
3729 [OII]	1.187 ± 0.028	
4341 H γ	0.455 ± 0.009	
4363 [OIII]	0.037 ± 0.01	
4861 H β	1.000 ± 0.012	
4959 [OIII]	1.447 ± 0.015	
5007 [OIII]	4.370 ± 0.037	
6548 [NII]	0.045 ± 0.007	
6563 H α	3.236 ± 0.029	
6584 [NII]	0.146 ± 0.006	
6716 [SII]	0.266 ± 0.007	
6731 [SII]	0.197 ± 0.007	

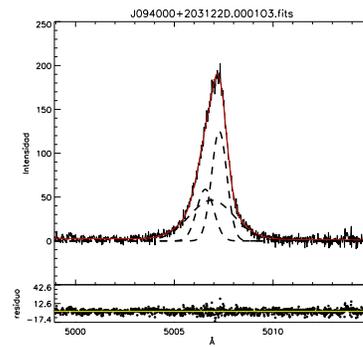
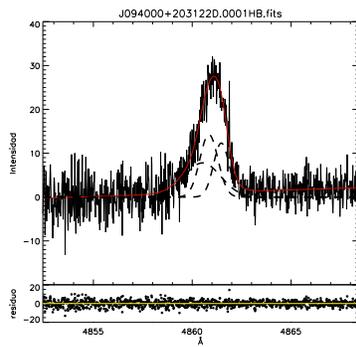
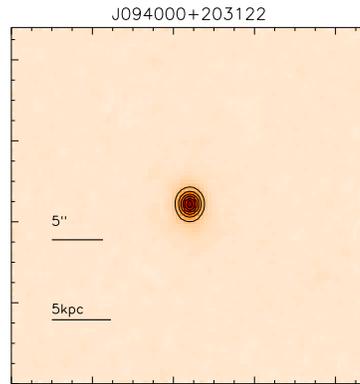
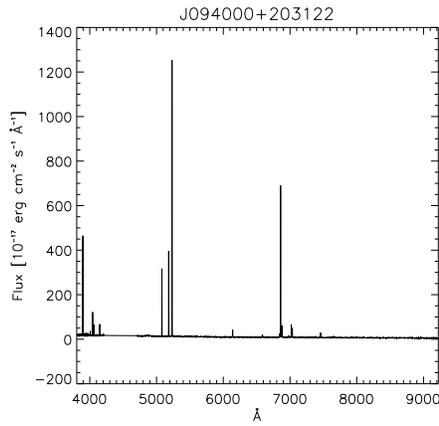
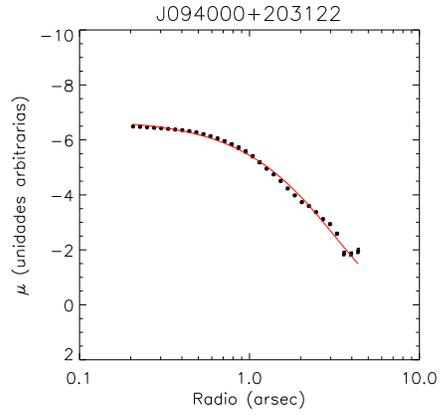
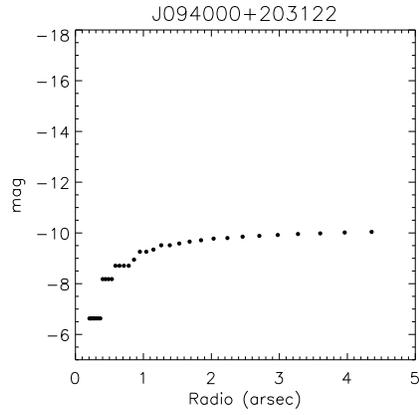
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	44.38 ± 1.02	29.83 ± 0.87	65.09 ± 2.24
5007 [OIII]	41.95 ± 1.01	29.59 ± 0.33	62.50 ± 0.69
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
9.97E-015	0.17	85.82	6.96	24	1.17	7.99	

J091652+003113: Es una galaxia compacta, tiene una compañera hacia el norte con una alta razón [OIII]/[OII], se observan dos componentes cinemáticas en sus perfiles de líneas de emisión; su densidad es la más baja de los objetos de la muestra.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J094000+203122	145.0021210	20.5229168	0.045871



J094000+203122		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.931 ± 0.011	
3729 [OII]	1.256 ± 0.014	
4341 H γ \pm	
4363 [OIII] \pm	
4861 H β	1.000 ± 0.007	
4959 [OIII]	1.354 ± 0.01	
5007 [OIII]	4.121 ± 0.023	
6548 [NII]	0.064 ± 0.004	
6563 H α	3.308 ± 0.02	
6584 [NII]	0.23 ± 0.004	
6716 [SII]	0.265 ± 0.005	
6731 [SII]	0.197 ± 0.004	

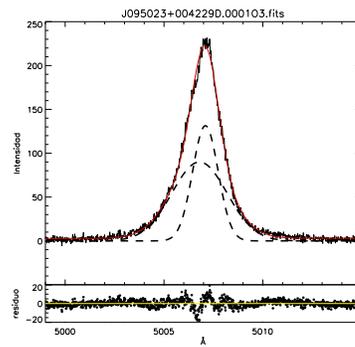
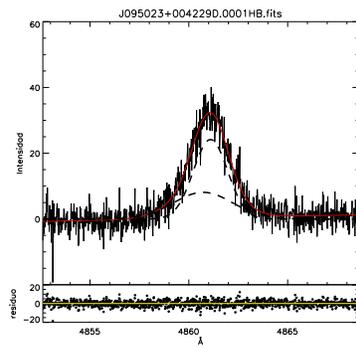
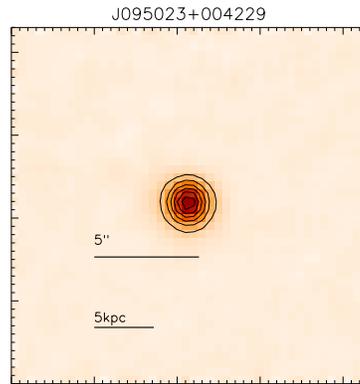
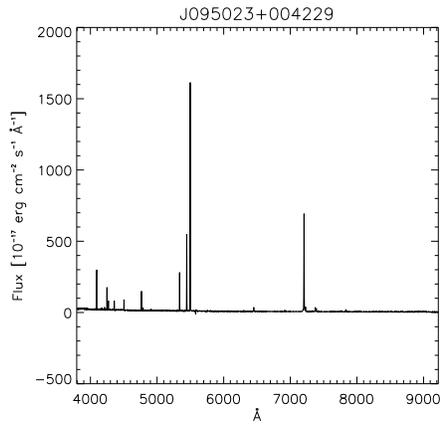
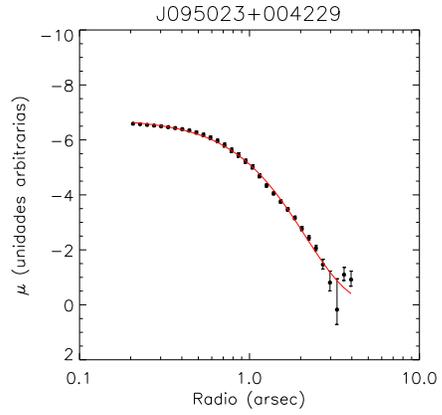
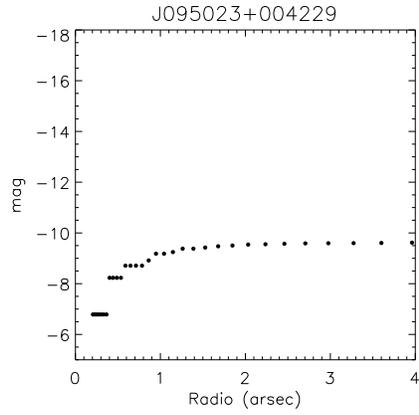
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	40.39 ± 1.05	21.78 ± 2.95	56.05 ± 1.30	26.12 ± 2.80
5007 [OIII]	39.51 ± 1.02	22.32 ± 0.57	68.46 ± 0.89	25.26 ± 1.75
H α	... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.57E-014	0.17	86.75	5.87	35	1.00	8.24 (PP)	

J094000+203122: Es una galaxia que presenta señales WR Brinchmann et al. (2008), clasificada dentro de un diagrama BPT como SF, alta razón de [OIII]/[OII].

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J095023+004229	147.5971375	0.7081111	0.098829



J095023+004229		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.592 ± 0.011	
3729 [OII]	0.758 ± 0.012	
4341 H γ	0.452 ± 0.005	
4363 [OIII]	0.078 ± 0.005	
4861 H β	1.000 ± 0.01	
4959 [OIII]	1.860 ± 0.015	
5007 [OIII]	5.649 ± 0.041	
6548 [NII]	0.104 ± 0.014	
6563 H α	3.327 ± 0.027	
6584 [NII]	0.240 ± 0.01	
6716 [SII]	0.148 ± 0.007	
6731 [SII]	0.111 ± 0.006	

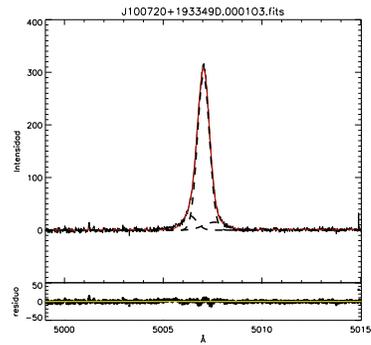
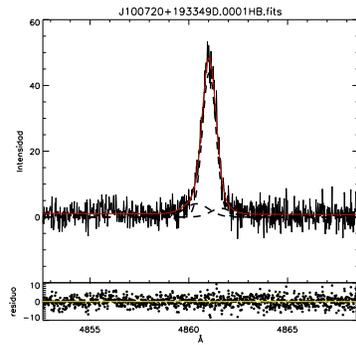
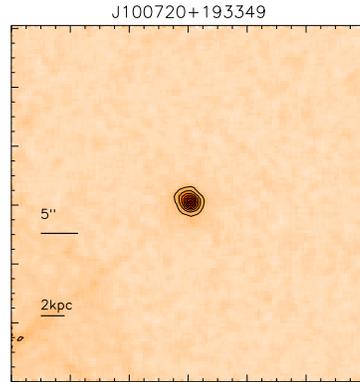
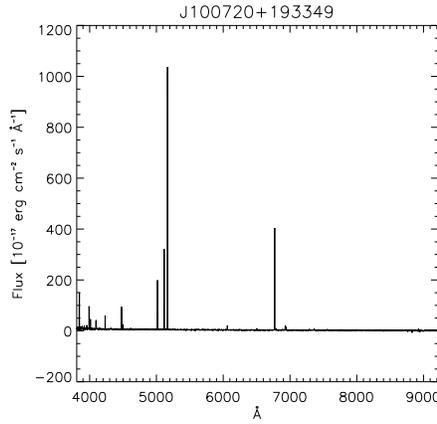
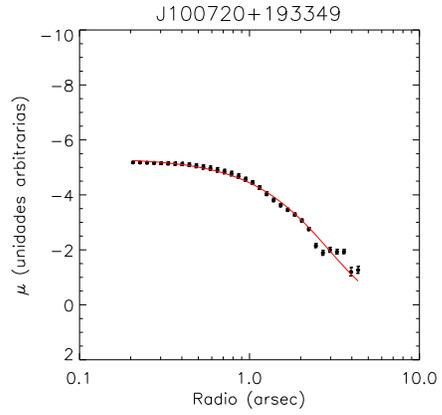
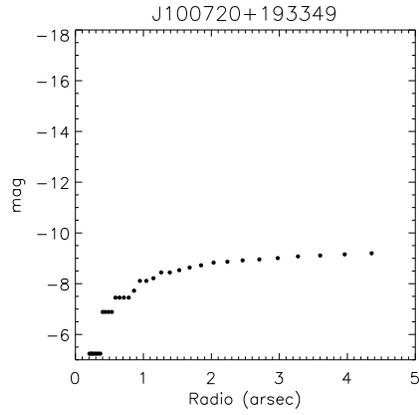
Dispersión de velocidades (km s ⁻¹)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	61.54 ± 1.05	52.13 ± 2.26	91.64 ± 1.24
5007 [OIII]	56.12 ± 1.02	38.14 ± 0.34	83.46 ± 0.86
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s ⁻¹ cm ⁻²		\AA		cm ⁻³	10 ⁴ K		
2.04E-014	0.22	110.40	12.6	89	1.31	7.96	

J095023+004229: objeto compacto, con un ancho equivalente que indica ser un objeto bastante joven alrededor de unos 3 millones de años. Presenta dos componentes cinemáticas una ancha y otra estrecha.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J100720+193349	151.8353729	19.5637493	0.032593



J100720+193349		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.508 ± 0.024	
3729 [OII]	0.668 ± 0.026	
4341 H γ	0.462 ± 0.01	
4363 [OIII]	0.109 ± 0.011	
4861 H β	1.000 ± 0.016	
4959 [OIII]	1.746 ± 0.024	
5007 [OIII]	5.173 ± 0.061	
6548 [NII]	0.017 ± 0.008	
6563 H α	3.115 ± 0.037	
6584 [NII]	0.055 ± 0.005	
6716 [SII]	0.131 ± 0.005	
6731 [SII]	0.098 ± 0.006	

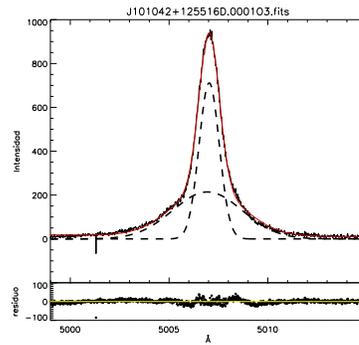
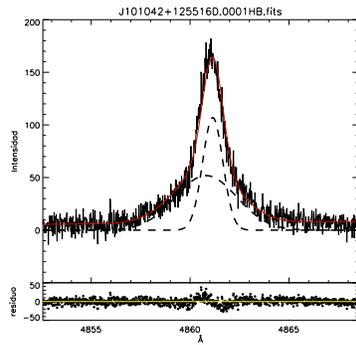
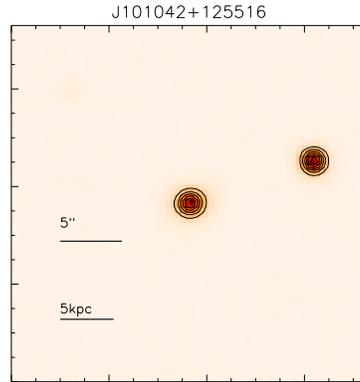
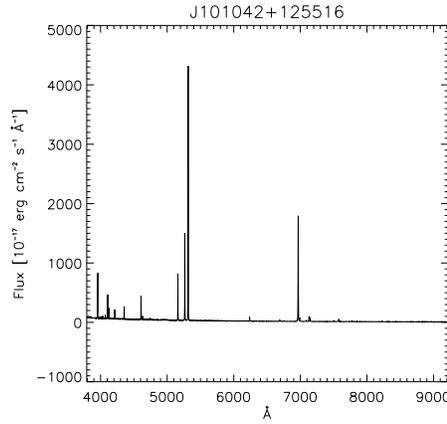
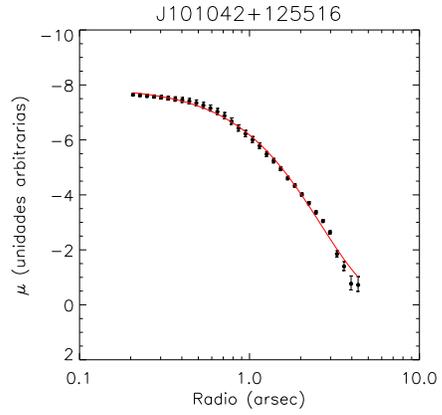
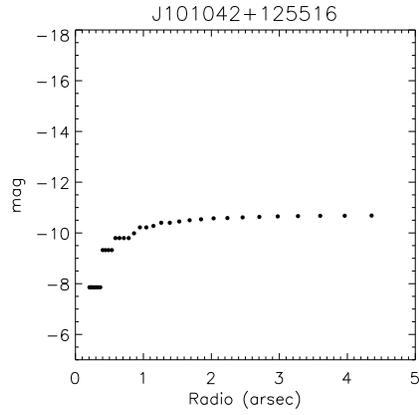
Dispersión de velocidades (km s^{-1})				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	19.97 ± 1.03	29.13 ± 1.52	17.09 ± 0.36	35.93 ± 0.58
5007 [OIII]	19.30 ± 1.01	20.28 ± 1.71	17.09 ± 0.15	32.96 ± 2.26
H α	... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
$\text{erg s}^{-1} \text{cm}^{-2}$		\AA		cm^{-3}	10^4K		
7.79E-015	0.11	129.00	13.6	70	1.58	7.72	

J100720+193349: objeto compacto con una alta razón [OIII]/[OII], presenta la temperatura mas alta de los objetos de la muestra, es joven alrededor de los 3 millones de años, se observan tres componentes cinemáticas una componente estrecha central y otras dos una al azul y otra al rojo tipo shell en expansión.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J101042+125516	152.6772156	12.9213057	0.062443



J101042+125516		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.653 ± 0.007	
3729 [OII]	0.762 ± 0.008	
4341 H γ	0.463 ± 0.004	
4363 [OIII]	0.078 ± 0.003	
4861 H β	1.000 ± 0.004	
4959 [OIII]	1.786 ± 0.006	
5007 [OIII]	5.408 ± 0.017	
6548 [NII]	0.060 ± 0.007	
6563 H α	3.068 ± 0.011	
6584 [NII]	0.179 ± 0.004	
6716 [SII]	0.175 ± 0.003	
6731 [SII]	0.136 ± 0.003	

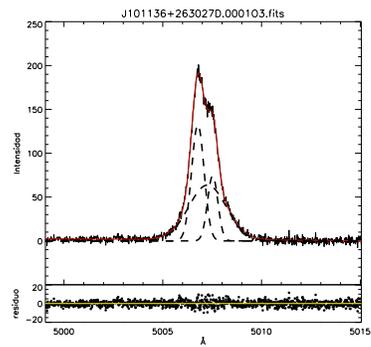
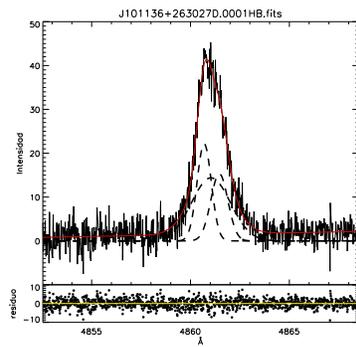
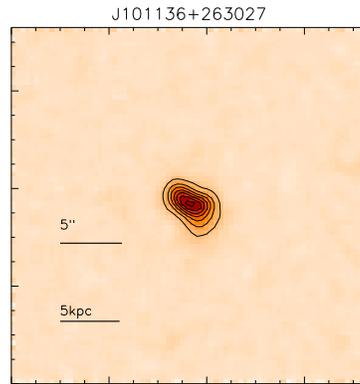
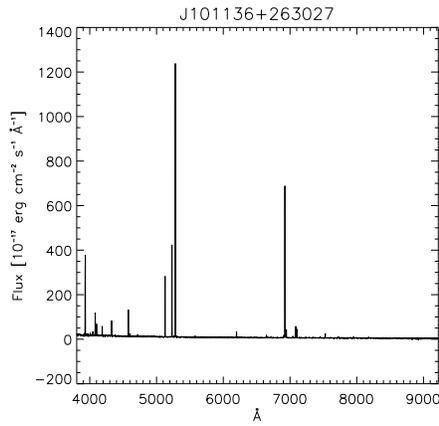
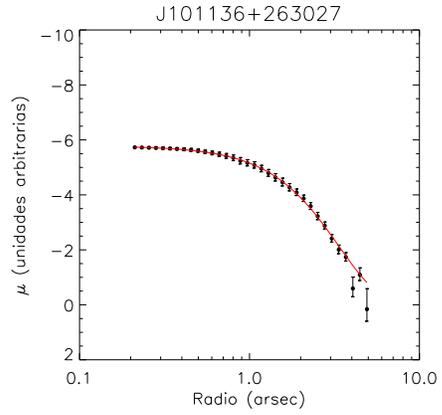
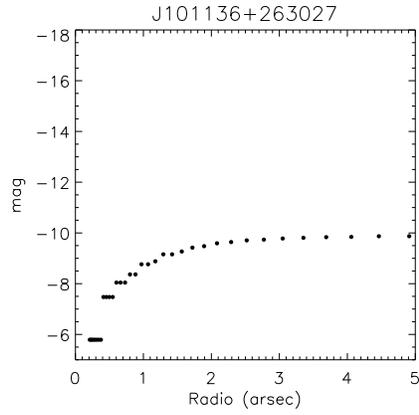
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	46.13 ± 1.03	29.35 ± 0.62	95.44 ± 2.49
5007 [OIII]	40.80 ± 1.02	30.02 ± 0.09	105.38 ± 0.92
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
4.03E-014	0.10	91.42	11.0	127	1.34	7.91	

J101042+125516: objeto compacto con características WR Brinchmann et al. (2008), en un diagrama BPT se encuentra en la zona de formación estelar presenta dos componentes cinemática una ancha y otra estrecha.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J101136+263027	152.9002075	26.5076389	0.055643



J101136+263027		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.912 ± 0.011	
3729 [OII]	1.14 ± 0.012	
4341 H γ	0.442 ± 0.005	
4363 [OIII]	0.057 ± 0.007	
4861 H β	1.000 ± 0.008	
4959 [OIII]	1.458 ± 0.010	
5007 [OIII]	4.483 ± 0.026	
6548 [NII]	0.081 ± 0.004	
6563 H α	3.479 ± 0.023	
6584 [NII]	0.204 ± 0.004	
6716 [SII]	0.293 ± 0.004	
6731 [SII]	0.225 ± 0.004	

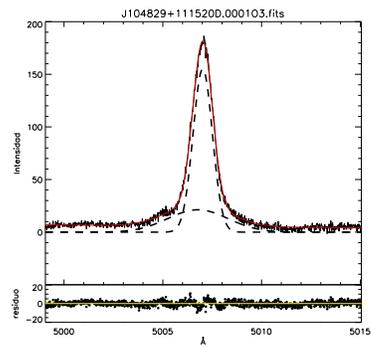
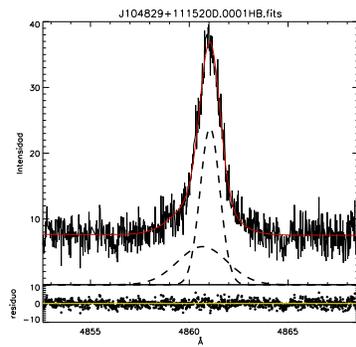
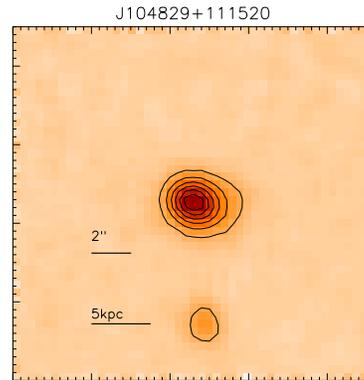
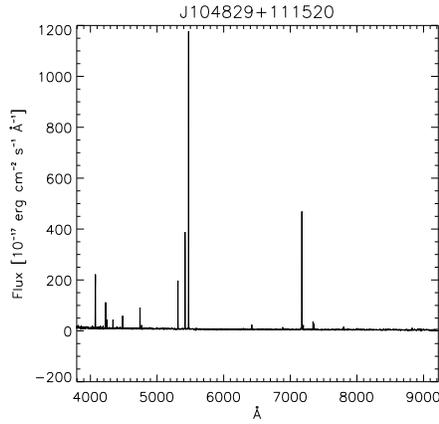
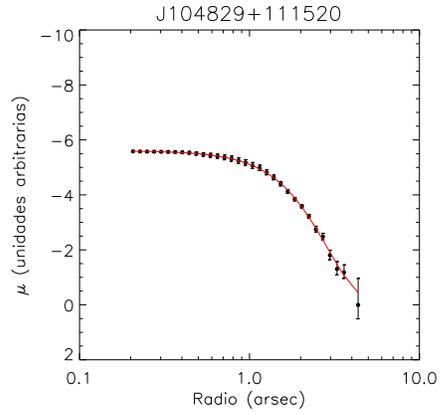
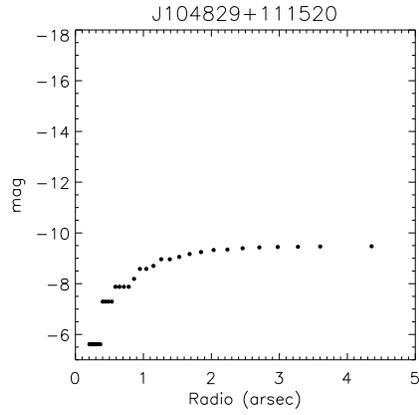
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	42.54 ± 1.03	23.92 ± 1.18	59.67 ± 4.14	18.83 ± 0.81
5007 [OIII]	38.95 ± 1.02	20.30 ± 0.28	57.07 ± 1.00	18.01 ± 0.15
H α	... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.79E-014	0.29	95.84	6.51	115	1.27	7.90	

J101136+263027: se observa un objeto irregular, en su perfil de emisión se observan dos componentes angostas que indican rotación y una componente ancha. Tiene la menor metalicidad de los objetos de la muestra.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J104829+111520	162.1217499	11.2555828	0.093844



J104829+111520		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.686 ± 0.011	
3729 [OII]	0.938 ± 0.014	
4341 H γ	0.446 ± 0.012	
4363 [OIII]	0.078 ± 0.012	
4861 H β	1.000 ± 0.012	
4959 [OIII]	1.928 ± 0.02	
5007 [OIII]	5.894 ± 0.053	
6548 [NII]	0.056 ± 0.005	
6563 H α	3.209 ± 0.029	
6584 [NII]	0.146 ± 0.005	
6716 [SII]	0.231 ± 0.005	
6731 [SII]	0.174 ± 0.004	

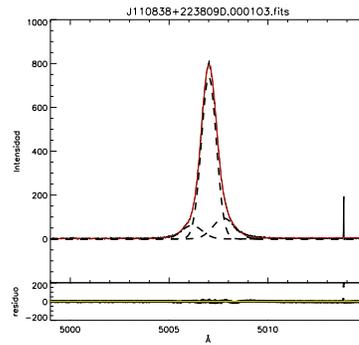
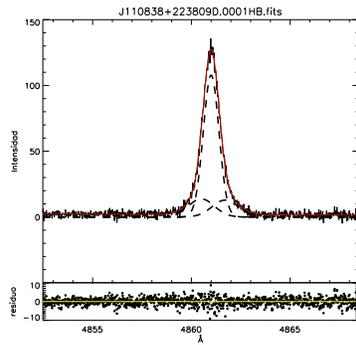
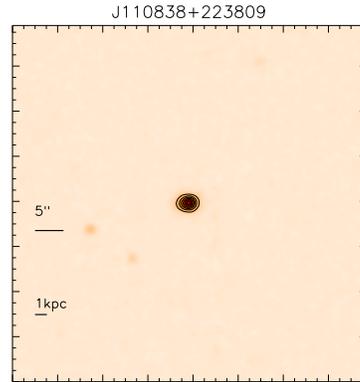
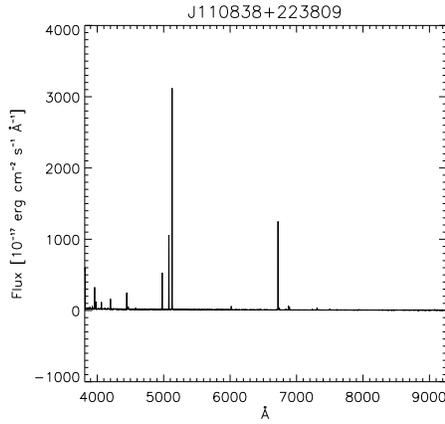
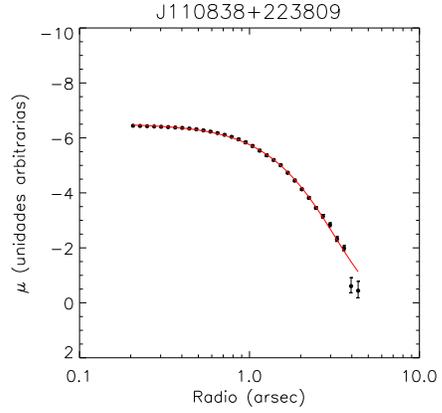
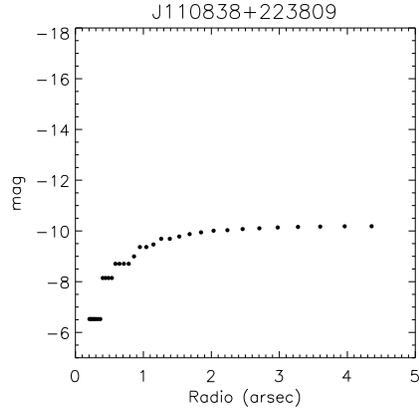
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	35.70 ± 1.03	28.68 ± 0.55	76.78 ± 3.69
5007 [OIII]	32.74 ± 1.01	28.61 ± 0.15	91.15 ± 2.72
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.06E-014	0.18	91.43	11.4	96	1.29	8.00	

J104829+111520: es un objeto perteneciente a un grupo compacto McConnachie et al. (2009), sus perfiles de líneas de emisión muestran una componente ancha y una componente estrecha en su cinemática.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J110838+223809	167.1604156	22.6360283	0.024919



J110838+223809		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	... \pm ...	
3729 [OII]	... \pm ...	
4341 H γ	0.464 \pm 0.003	
4363 [OIII]	0.08 \pm 0.003	
4861 H β	1.000 \pm 0.005	
4959 [OIII]	2.017 \pm 0.008	
5007 [OIII]	5.915 \pm 0.021	
6548 [NII]	0.023 \pm 0.003	
6563 H α	3.248 \pm 0.012	
6584 [NII]	0.075 \pm 0.003	
6716 [SII]	0.151 \pm 0.003	
6731 [SII]	0.115 \pm 0.002	

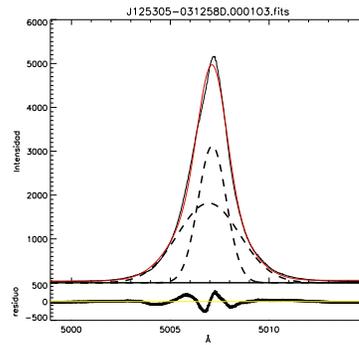
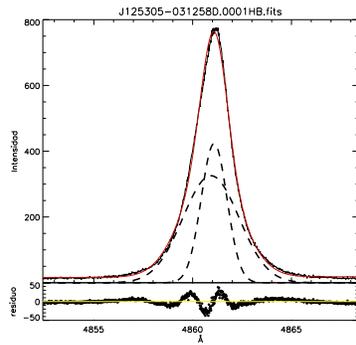
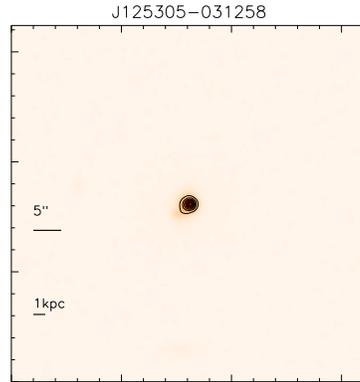
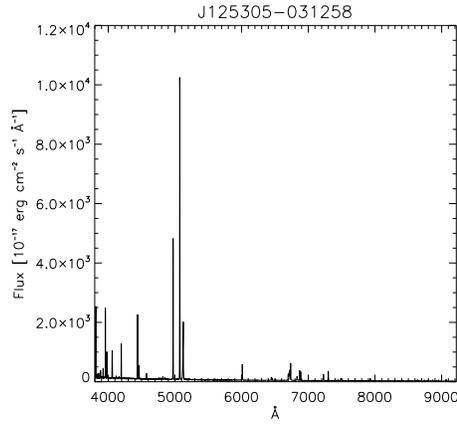
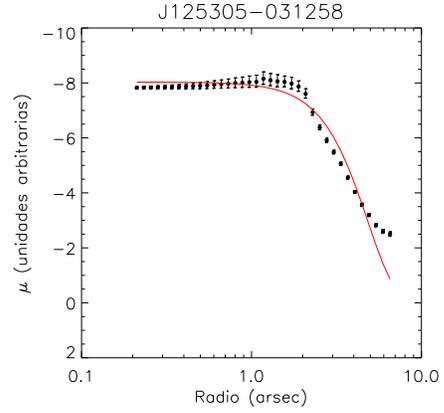
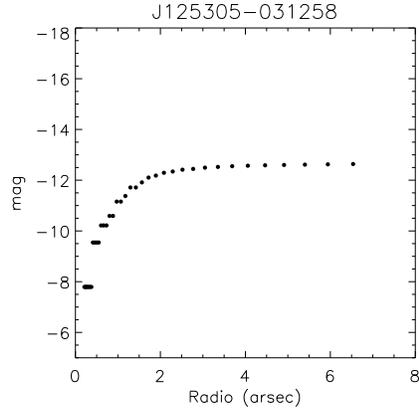
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	25.98 \pm 1.01	39.29 \pm 2.25	21.39 \pm 0.24	38.89 \pm 2.15
5007 [OIII]	25.66 \pm 1.01	31.90 \pm 0.85	21.74 \pm 0.17	30.60 \pm 2.59
H α	... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.60E-014	0.17	127.60	...	107	1.30	8.00	

J110838+223809: es un objeto compacto, sin embargo en Wasilewski (1983) identifica una debil forma elongada norte-sur, se muestra en sus perfiles de líneas de emisión una componente intensa central y dos componentes mas débiles con dispersión de velocidades similares, tipo shell en expansión.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J125305-031258	193.2748718	-3.2163334	0.024180



J125305-031258		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII] \pm	
3729 [OII] \pm	
4341 H γ	0.429 \pm 0.001	
4363 [OIII]	0.098 \pm 0.001	
4861 H β	1.000 \pm 0.001	
4959 [OIII]	2.299 \pm 0.002	
5007 [OIII] \pm	
6548 [NII] \pm	
6563 H α \pm	
6584 [NII]	0.181 \pm 0.004	
6716 [SII]	0.087 \pm 0.001	
6731 [SII]	0.083 \pm 0.001	

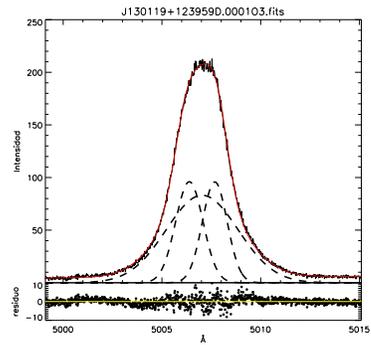
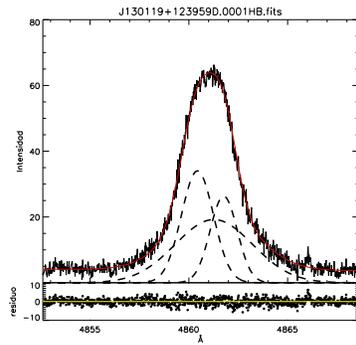
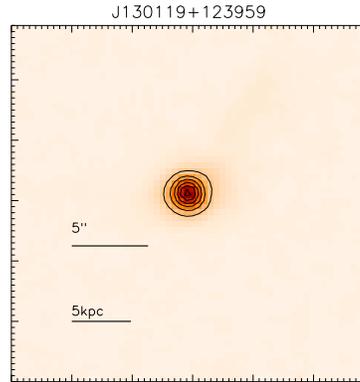
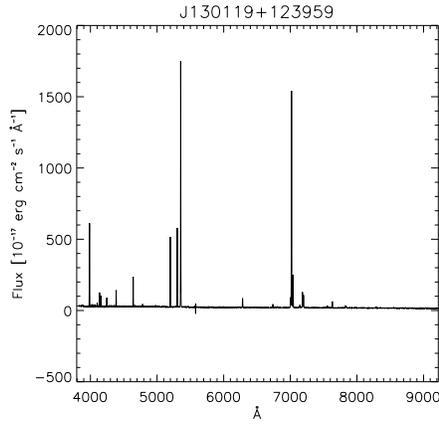
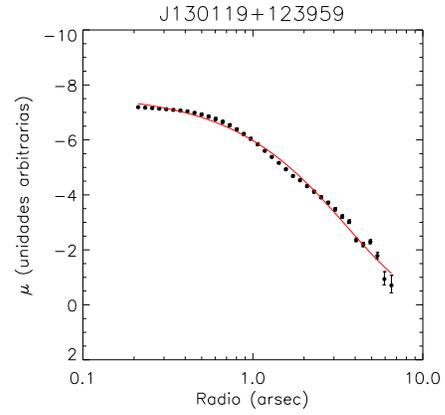
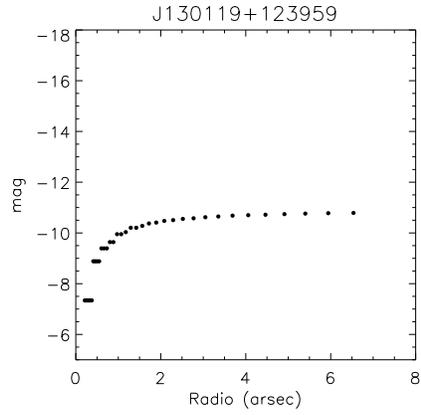
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	56.39 \pm 1.01	38.36 \pm 0.23	86.95 \pm 0.50
5007 [OIII]	60.04 \pm 1.01	42.23 \pm 0.39	94.19 \pm 1.10
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
4.75E-013	0.38	262.90	....	490	1.40	8.03(PP)	

J125305-031258: es una galaxia compacta azul, identificada con características WR, sin embargo en su espectro del SDSS no se observa la línea de H α , una línea intensa que debería estar presente, posiblemente la línea sea tan intensa que el programa de reducción del espectro lo haya considerado un rayo cósmico.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J130119+123959	195.3302155	12.6665277	0.070265



J130119+123959		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.422 ± 0.004	
3729 [OII]	1.203 ± 0.008	
4341 H γ	0.398 ± 0.005	
4363 [OIII]	0.032 ± 0.007	
4861 H β	1.000 ± 0.007	
4959 [OIII]	1.127 ± 0.008	
5007 [OIII]	3.454 ± 0.019	
6548 [NII]	0.253 ± 0.004	
6563 H α	4.365 ± 0.025	
6584 [NII]	0.629 ± 0.005	
6716 [SII]	0.33 ± 0.003	
6731 [SII]	0.276 ± 0.004	

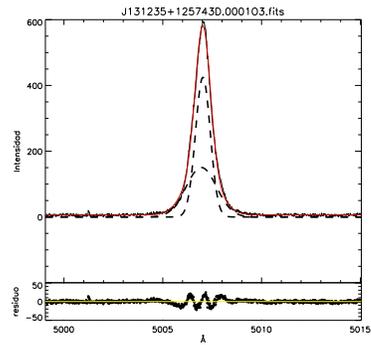
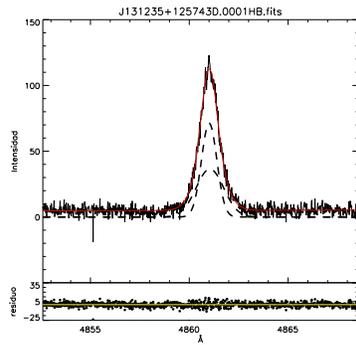
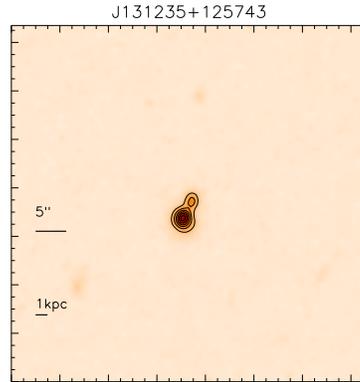
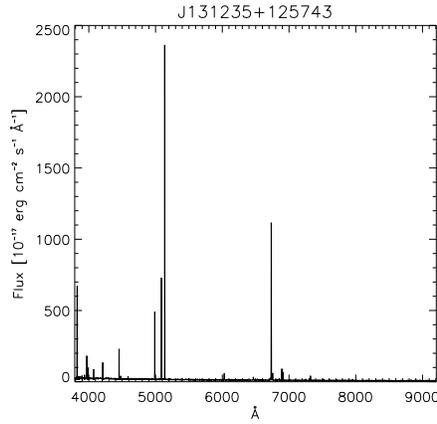
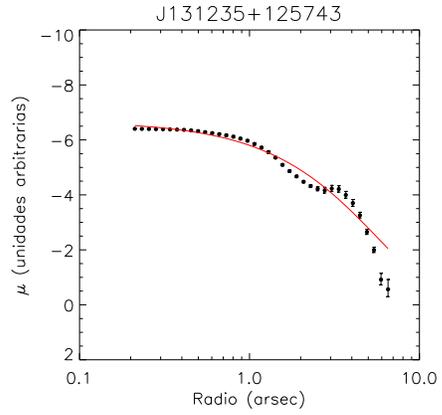
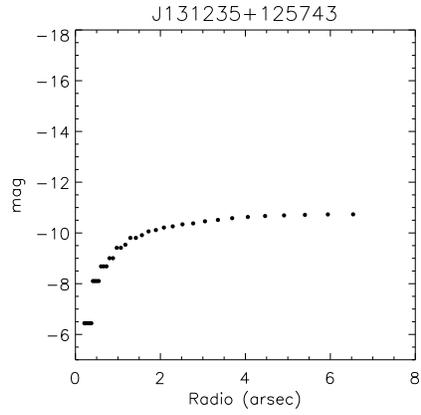
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	78.92 ± 1.02	40.86 ± 0.49	120.62 ± 2.06	48.78 ± 0.66
5007 [OIII]	76.47 ± 1.01	37.14 ± 0.20	108.87 ± 0.60	41.06 ± 0.56
H α	... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.07E-013	0.66	93.65	10.8	253	1.13	7.94	

J130119+123959: presenta características de WR Brinchmann et al. (2008), en sus perfiles de líneas de emisión muestra dos componente cinemáticas estrechas que indican rotación y una componente ancha presenta una alta razón de [OIII]/[OII].

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J131235+125743	198.1472168	12.9623613	0.026708



J131235+125743		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.877 ± 0.011	
3729 [OII]	1.221 ± 0.014	
4341 H γ	0.427 ± 0.004	
4363 [OIII]	0.054 ± 0.004	
4861 H β	1.000 ± 0.01	
4959 [OIII]	1.601 ± 0.014	
5007 [OIII]	4.987 ± 0.038	
6548 [NII]	0.048 ± 0.003	
6563 H α	3.451 ± 0.026	
6584 [NII]	0.15 ± 0.003	
6716 [SII]	0.25 ± 0.003	
6731 [SII]	0.185 ± 0.003	

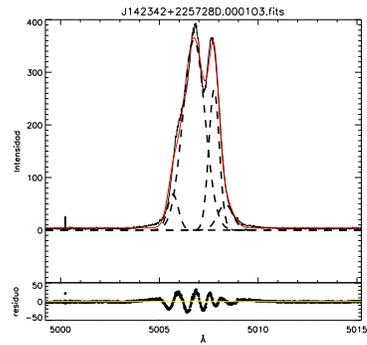
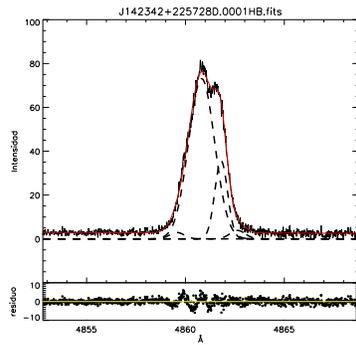
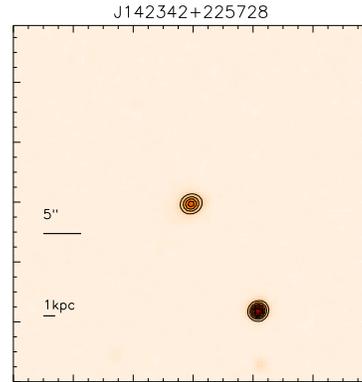
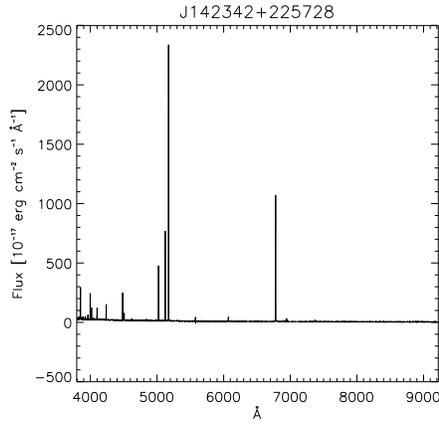
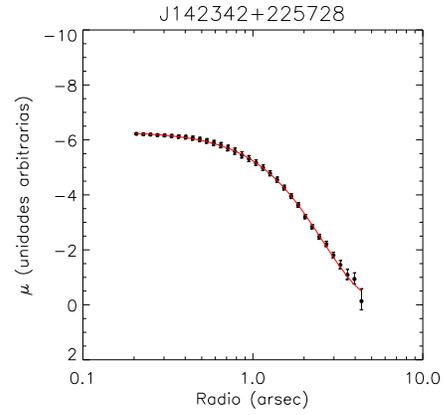
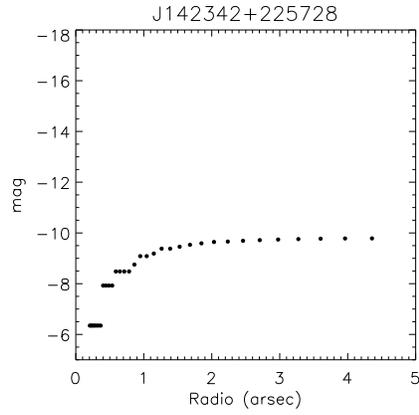
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	28.15 ± 1.02	21.29 ± 0.87	41.59 ± 2.34
5007 [OIII]	27.42 ± 1.01	21.54 ± 0.21	45.88 ± 0.11
H α	... \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.74E-014	0.26	101.90	7.51	66	1.20	8.02	

J131235+125743: es un objeto irregular con la presencia de dos componentes que se hace evidente en la imagen y en su perfil de brillo superficial donde se observa un bump, en su perfil de emisión se observan dos componentes cinemáticas una estrecha y una ancha.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J142342+225728	215.9286194	22.9579716	0.033281



J142342+225728		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.269 ± 0.013	
3729 [OII]	0.472 ± 0.015	
4341 H γ	0.463 ± 0.008	
4363 [OIII]	0.123 ± 0.007	
4861 H β	1.000 ± 0.009	
4959 [OIII]	1.689 ± 0.013	
5007 [OIII]	5.016 ± 0.033	
6548 [NII]	0.006 ± 0.002	
6563 H α	3.187 ± 0.021	
6584 [NII]	0.017 ± 0.002	
6716 [SII]	0.083 ± 0.003	
6731 [SII]	0.063 ± 0.002	

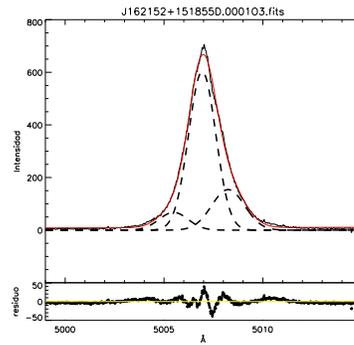
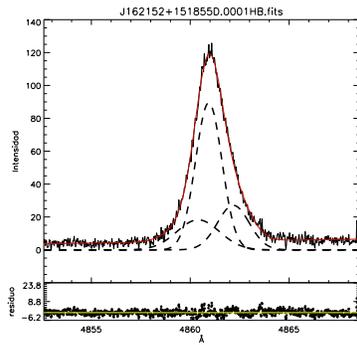
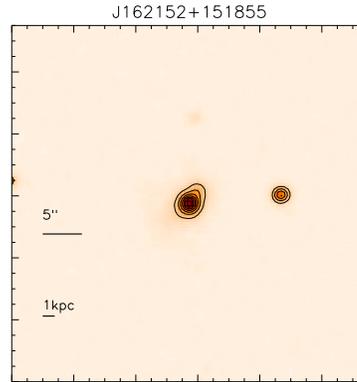
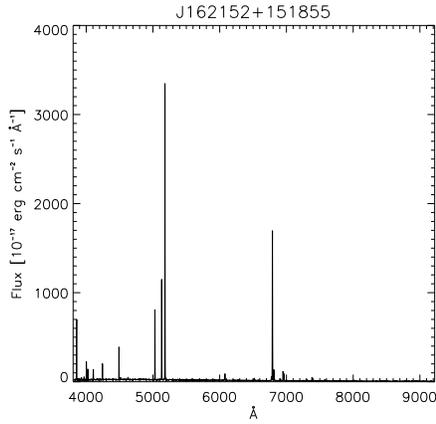
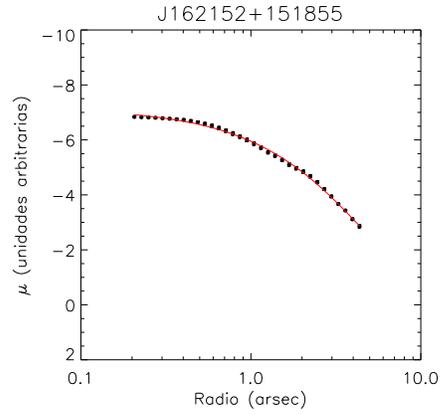
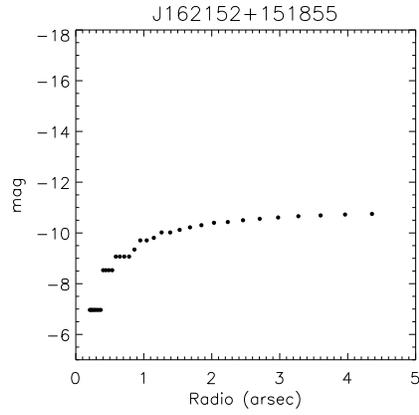
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	49.75 ± 1.01	20.32 ± 0.47	15.00 ± 0.38	38.45 ± 0.54	18.82 ± 1.27
5007 [OIII]	52.61 ± 1.02	22.17 ± 0.51	14.65 ± 0.13	32.79 ± 0.43	15.51 ± 0.51
H α	... \pm \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.53E-014	0.15	129.60	24.9	110	1.70	7.63	

J142342+225728: objeto compacto con la mayor razón [OIII]/[OII] de la muestra, en sus perfiles de líneas de emisión se destacan 4 componentes cinemáticas dos angostas de mayor intensidad y otras dos laterales de menor intensidad. Tiene un ancho equivalente de 129.60 \AA y baja metalicidad.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
J162152+151855	245.4690399	15.3155556	0.034372



J162152+151855		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]	0.479 ± 0.004	
3729 [OII]	0.64 ± 0.006	
4341 H γ	0.416 ± 0.002	
4363 [OIII]	0.033 ± 0.003	
4861 H β	1.000 ± 0.002	
4959 [OIII]	1.459 ± 0.003	
5007 [OIII]	4.414 ± 0.007	
6548 [NII]	0.069 ± 0.001	
6563 H α	2.942 ± 0.005	
6584 [NII]	0.215 ± 0.001	
6716 [SII]	0.18 ± 0.001	
6731 [SII]	0.138 ± 0.001	

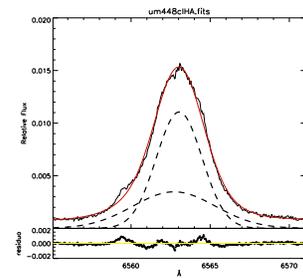
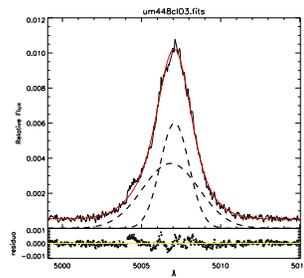
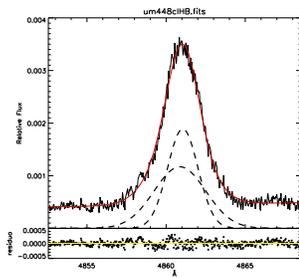
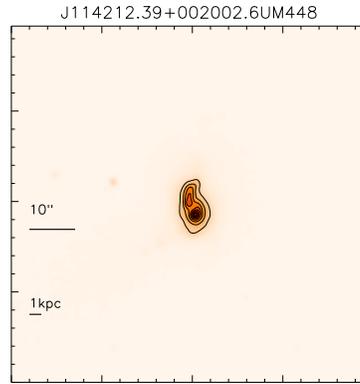
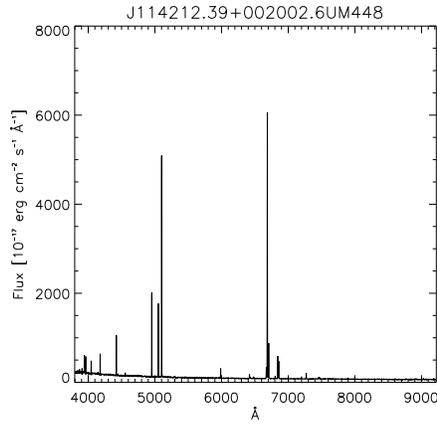
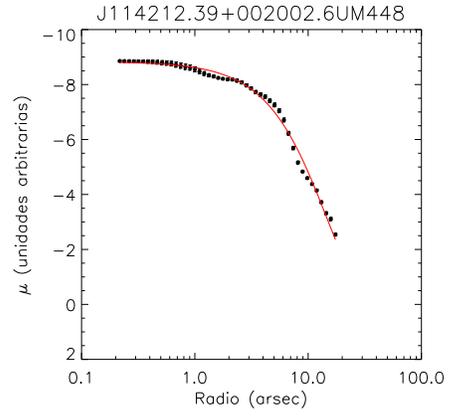
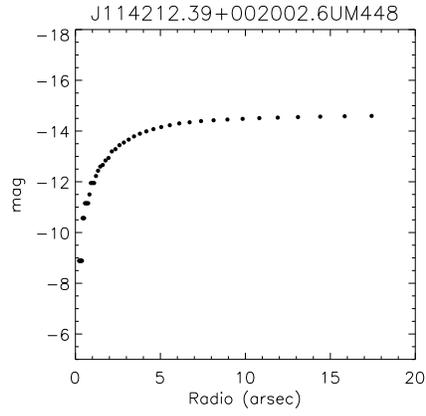
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	53.83 ± 1.01	48.51 ± 1.17	65.82 ± 1.76	39.75 ± 0.78
5007 [OIII]	54.05 ± 1.01	49.59 ± 0.61	43.82 ± 4.48	40.82 ± 0.49
H α	... \pm \pm \pm \pm ...

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
3.19E-014	0.00	157.20	12.2	114	1.06	8.14	

J162152+151855: objeto irregular, en sus perfiles de líneas de emisión se observa la presencia de una componente cinemática central y dos a la lado y lado tipo shell en expansión de menor intensidad.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
UM448	175.5515800	0.3340400	0.019776



UM448		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII] \pm	
3729 [OII] \pm	
4341 H γ	0.425 \pm 0.003	
4363 [OIII]	0.023 \pm 0.005	
4861 H β	1.000 \pm 0.006	
4959 [OIII]	0.831 \pm 0.004	
5007 [OIII]	2.534 \pm 0.011	
6548 [NII]	0.197 \pm 0.003	
6563 H α	3.985 \pm 0.024	
6584 [NII]	0.568 \pm 0.004	
6716 [SII]	0.386 \pm 0.003	
6731 [SII]	0.294 \pm 0.003	

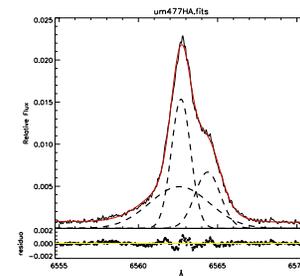
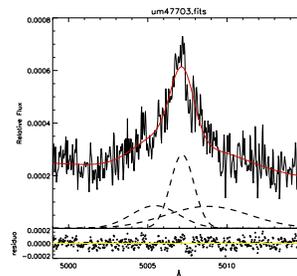
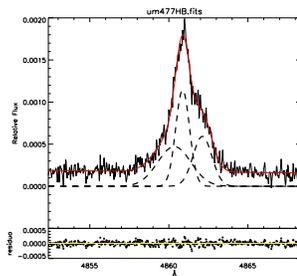
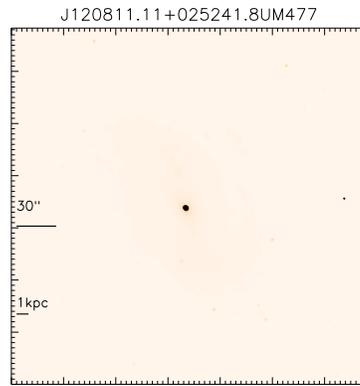
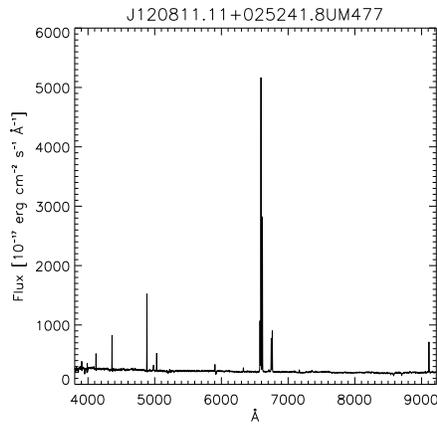
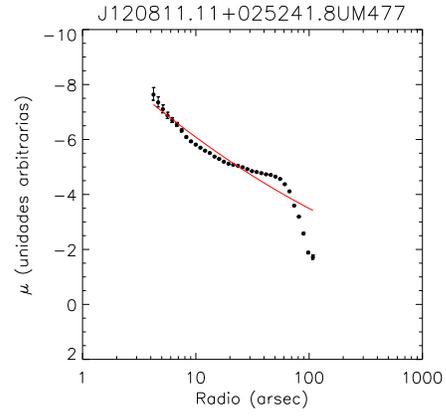
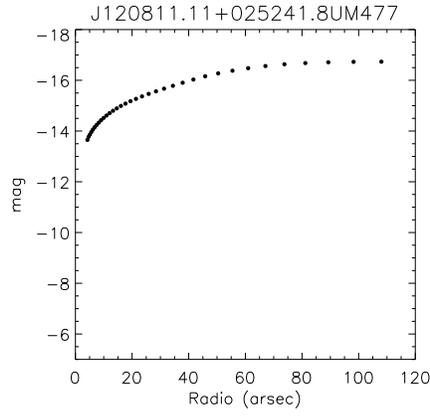
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	75.23 \pm 1.02	58.68 \pm 1.55	100.48 \pm 4.41
5007 [OIII]	75.24 \pm 1.01	54.49 \pm 1.25	107.59 \pm 2.44
H α	78.86 \pm 1.01	65.36 \pm 0.73	118.90 \pm 4.37

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.22E-013	0.49	56.47	1.38	107	1.08	8.17	

UM 448: Esta galaxia es un remanente de merger con colas de marea residual, posee algunos nudos de formación estelar y emisión difusa, ha sido clasificada ópticamente como HII por Kewley et al. (2001), confirmando la clasificación de starburts dada por otros autores Keel & van Soest (1992), para otros análisis de éste objeto véase Dopita et al. (2002), en éste trabajo se encuentra igual clasificación al ubicarse dentro de la region de starburts en un diagrama de diagnóstico, dentro de las componentes cinemáticas se destaca una componente ancha el doble del su componente estrecha para los tres perfiles de líneas de emisión en alta resolución.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
UM 477	182.0463000	2.8782800	0.005609



UM 477	
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados Literatura
3727 [OII] \pm
3729 [OII] \pm
4341 H γ	0.389 \pm 0.009
4363 [OIII]	0.006 \pm 0.024
4861 H β	1.000 \pm 0.008
4959 [OIII]	0.096 \pm 0.006
5007 [OIII]	0.288 \pm 0.005
6548 [NII]	0.997 \pm 0.007
6563 H α	5.157 \pm 0.23
6584 [NII]	2.830 \pm 0.017
6716 [SII]	0.667 \pm 0.006
6731 [SII]	0.759 \pm 0.007

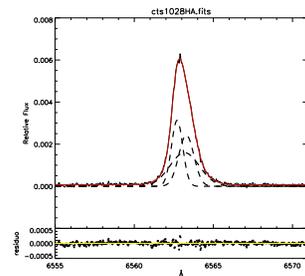
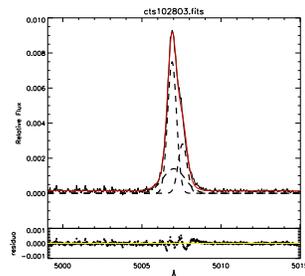
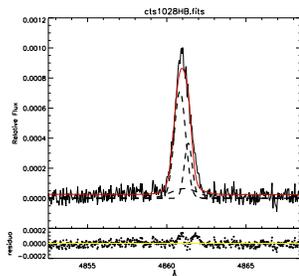
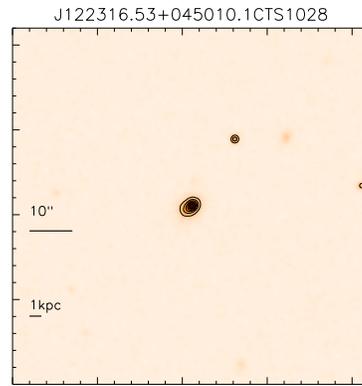
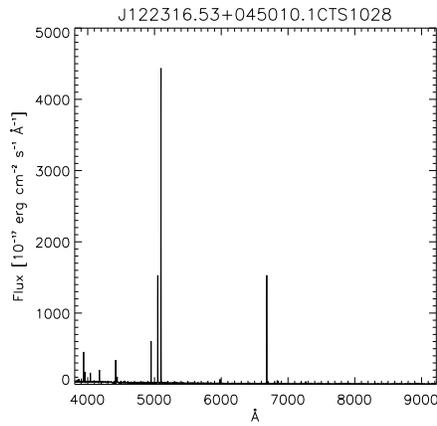
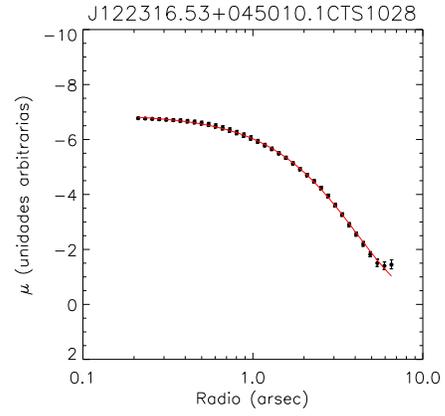
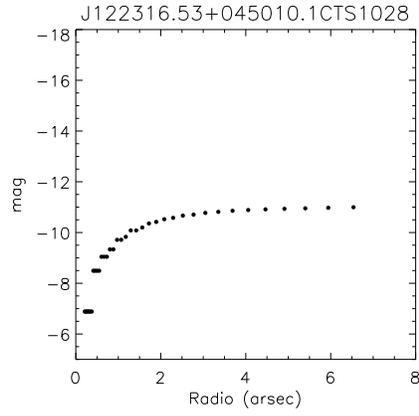
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	57.59 \pm 1.05	35.15 \pm 1.97	24.75 \pm 1.27	63.91 \pm 3.13
5007 [OIII]	72.59 \pm 1.11	158.41 \pm 4.81	44.51 \pm 0.26	89.83 \pm 6.15
H α	57.50 \pm 1.03	34.72 \pm 0.56	25.64 \pm 0.17	85.96 \pm 1.62

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
3.89E-013	0.89	22.49	0.56	992	1.38	9.12	

UM 477-NGC 4123: se observa una fuente nuclear puntual muy brillante por lo menos en las imágenes que se tienen del SDSS. Por su distribución de brillo superficial la galaxia presenta un bump lo cual es indicativo de la presencia de una barra. Estudios de éste objeto han demostrado que es una galaxia espiral barrada con un starburts en su parte central Taylor et al. (1995), sus componentes cinemáticas son evidentes en la línea de H α , para los perfiles de [OIII] y H β hay mayor ruido principalmente [OIII]. Se destaca una componente cinemática ancha y dos componentes angostas que indican la presencia de rotación, estudios sobre el campo de velocidades indican rotación diferencial, la naturaleza de la barra es corroborada por un óvalo distorsionado evidencia del campo de velocidades, en el mismo trabajo anterior.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
CTS 1028	185.8189000	4.8361400	0.018463



CTS 1028		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII] \pm	
3729 [OII] \pm	
4341 H γ	0.477 \pm 0.004	
4363 [OIII]	0.124 \pm 0.004	
4861 H β	1.000 \pm 0.005	
4959 [OIII]	2.445 \pm 0.008	
5007 [OIII]	7.287 \pm 0.024	
6548 [NII]	0.033 \pm 0.003	
6563 H α	2.955 \pm 0.01	
6584 [NII]	0.041 \pm 0.002	
6716 [SII]	0.088 \pm 0.002	
6731 [SII]	0.068 \pm 0.002	

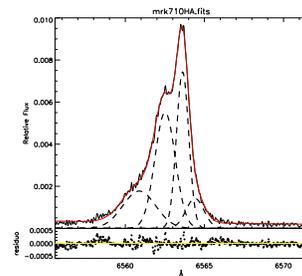
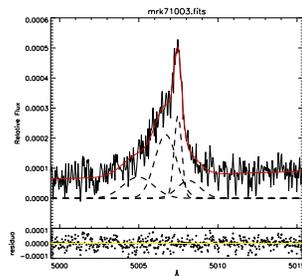
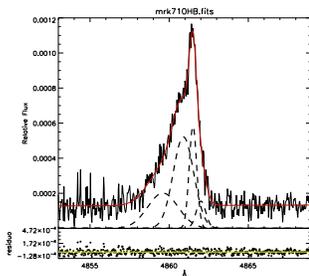
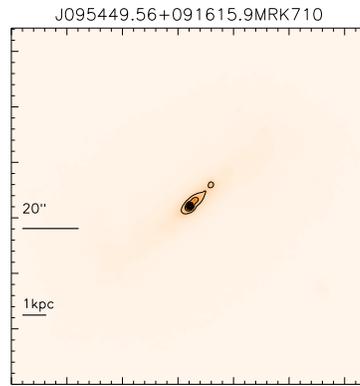
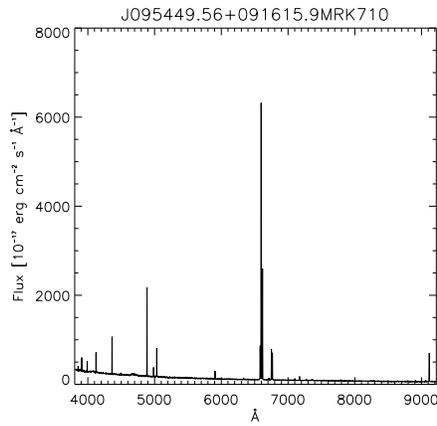
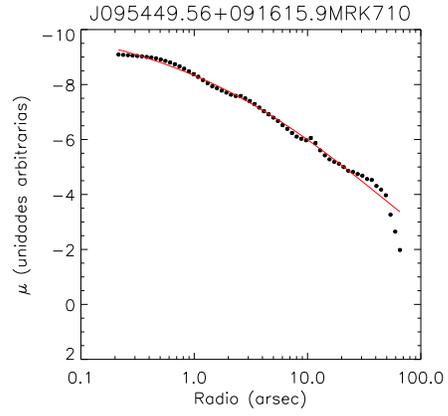
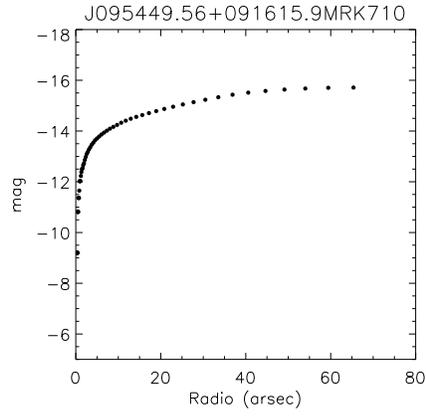
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	26.90 \pm 1.03	18.75 \pm 0.94	51.87 \pm 8.34	10.39 \pm 1.67
5007 [OIII]	27.17 \pm 1.03	16.21 \pm 0.31	41.85 \pm 2.34	16.44 \pm 0.24
H α	26.17 \pm 1.02	18.58 \pm 0.49	41.02 \pm 0.65	11.61 \pm 0.15

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.28E-014	0.03	103.90	3.90	344	1.54	7.97	

CTS 1028: es una galaxia enana tipo Seyfer 2 van Heerde (1988), presenta en su perfil dos componentes que indican rotación y una componente ancha.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
MRK 710	148.7065200	9.2710900	0.005974



MRK 710		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII] \pm	
3729 [OII] \pm	
4341 H γ	0.420 \pm 0.003	
4363 [OIII]	0.005 \pm 0.003	
4861 H β	1.000 \pm 0.003	
4959 [OIII]	0.111 \pm 0.002	
5007 [OIII]	0.339 \pm 0.003	
6548 [NII]	0.521 \pm 0.002	
6563 H α	4.182 \pm 0.068	
6584 [NII]	1.596 \pm 0.004	
6716 [SII]	0.431 \pm 0.002	
6731 [SII]	0.392 \pm 0.002	

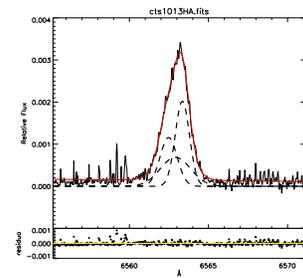
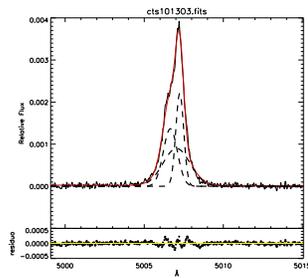
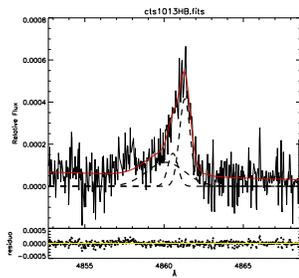
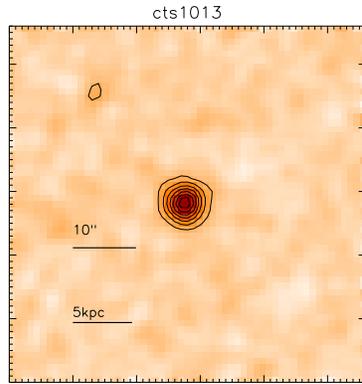
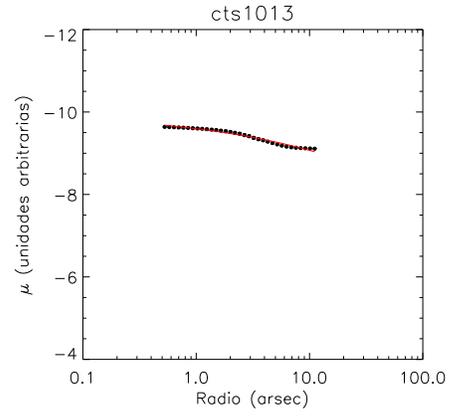
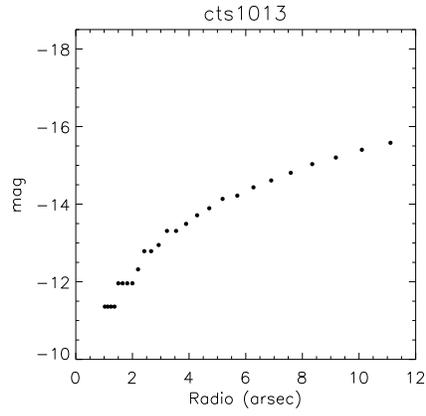
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	56.23 \pm 1.08	15.12 \pm 0.35	9.72 \pm 0.54	38.58 \pm 2.34	58.33 \pm 6.13
5007 [OIII]	53.70 \pm 1.10	14.19 \pm 0.90	43.04 \pm 1.00	40.92 \pm 2.46	57.73 \pm 6.00
H α	51.03 \pm 1.25	23.29 \pm 0.54	13.82 \pm 0.13	27.28 \pm 0.29	46.35 \pm 3.04

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.92E-013	0.57	41.09	0.33	184	1.40	8.95	

MRK 710: galaxia espiral barrada con aglomeraciones de formación estelar donde se destacan dos fuentes nucleares evidentes, adicionalmente presenta una alta metalicidad. Éste objeto es un prototipo de una galaxia de baja excitación, presenta fuertes líneas de [NII] y [SII], y débiles líneas de [OIII]. Se destaca en su espectro la presencia de un “bump” alrededor de $\lambda \approx 4700\text{\AA}$, característico de estrellas Wolf Rayet (WR) lo que sugiere que éste es un objeto evolucionado alrededor de 4 o 5 millones de años. El perfil de H α muestra la evidencia de diferentes componentes cinemáticas, mientras que en los perfiles de H β y [OIII] hay mayor ruido y no es fácil distinguirlas. Hay dos claras líneas intensas con bajas dispersión de velocidades. Para estudios más detallados de las características de esta galaxia ver Brookes et al. (2006); Guseva et al. (2000); Nordgren et al. (1995); Schaerer et al. (1999); Terlevich et al. (1991)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
CTS 1013	156.2748300	-19.7824700	0.027603



CTS 1013		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		2.120
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]		0.079
4861 H β	
4959 [OIII]		1.934
5007 [OIII]		5.277
6548 [NII]		0.029
6563 H α		2.627
6584 [NII]		0.138
6716 [SII]		0.163
6731 [SII]		0.131

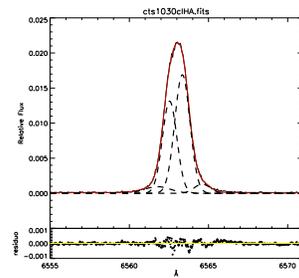
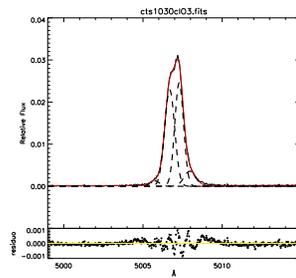
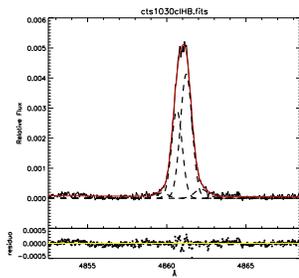
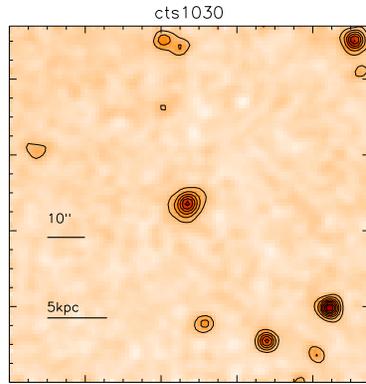
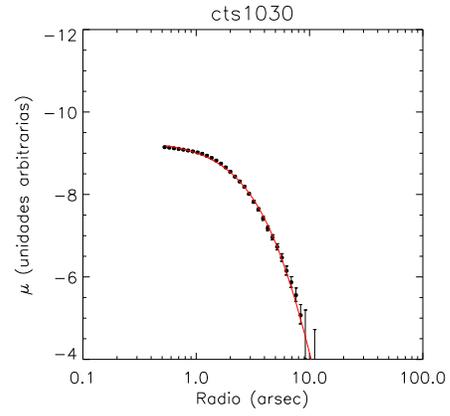
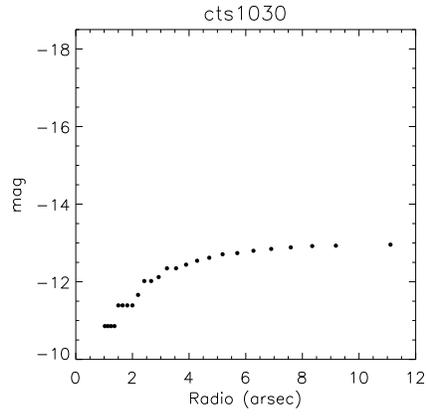
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	33.79 \pm 1.22	16.60 \pm 4.36	74.29 \pm 6.01	18.61 \pm 2.26
5007 [OIII]	34.23 \pm 1.04	14.62 \pm 0.20	51.31 \pm 0.66	26.30 \pm 0.39
H α	31.67 \pm 1.04	17.55 \pm 0.74	42.41 \pm 3.87	22.22 \pm 2.67

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
6.46E-015	0.00	38.00	3.40	185	1.29	8.08	

CTS 1013: objeto compacto con un bajo coeficiente de extinción. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
CTS 1030	201.3889900	-25.9257000	0.016075



CTS 1030		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		1.73
3729 [OII]	
4341 H γ		0.47
4363 [OIII]		0.036
4861 H β		1.0
4959 [OIII]		1.55
5007 [OIII]		4.36
6548 [NII]	
6563 H α	
6584 [NII]	
6716 [SII]	
6731 [SII]	

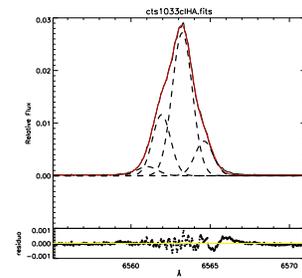
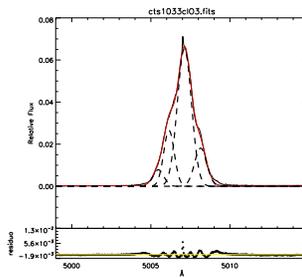
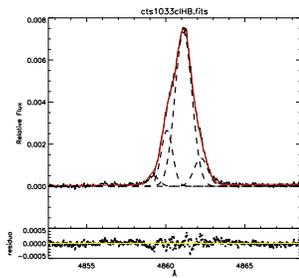
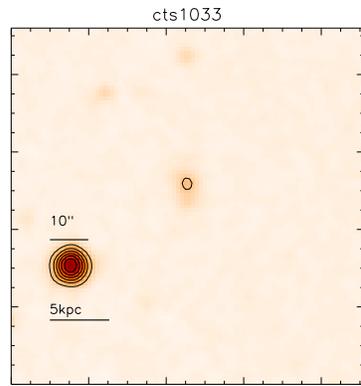
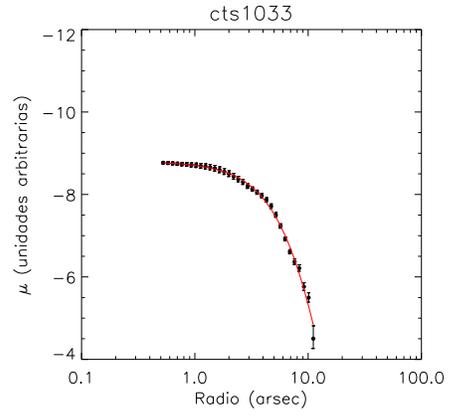
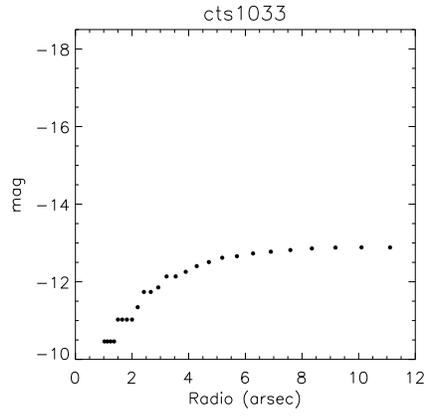
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	29.32 \pm 1.01	21.52 \pm 0.50	16.23 \pm 0.14	18.52 \pm 0.25	17.04 \pm 4.84
5007 [OIII]	30.06 \pm 1.02	23.52 \pm 0.55	19.75 \pm 0.57	17.51 \pm 0.17	18.40 \pm 4.55
H α	29.80 \pm 1.01	35.78 \pm 3.37	19.01 \pm 0.11	17.63 \pm 0.12	19.84 \pm 0.46

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.39E-014	0.01	....	4.07	204	1.40	8.05	

CTS 1030: Objeto compacto, en sus perfiles de líneas de emisión muestra cuatro componentes dos centrales que indican rotación y dos componentes menos intensidad. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
CTS 1033	207.4369300	-18.1910600	0.016558



CTS 1033		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		0.893
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]		0.120
4861 H β	
4959 [OIII]		2.337
5007 [OIII]		7.036
6548 [NII]	
6563 H α		3.452
6584 [NII]		0.062
6716 [SII]		0.144
6731 [SII]		0.114

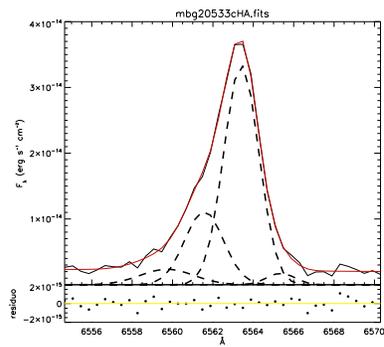
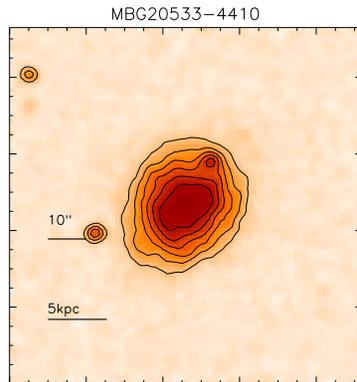
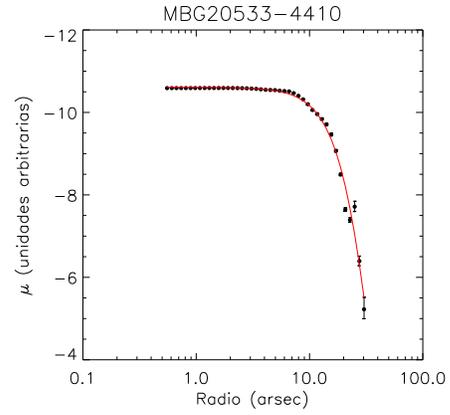
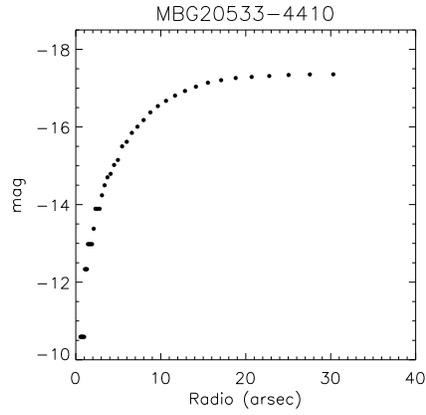
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	48.30 \pm 1.01	24.50 \pm 0.57	30.98 \pm 0.19	19.52 \pm 0.23	19.24 \pm 1.16
5007 [OIII]	48.23 \pm 1.02	22.90 \pm 0.53	26.56 \pm 0.10	19.66 \pm 0.23	20.05 \pm 0.58
H α	48.15 \pm 1.01	28.06 \pm 6.17	26.81 \pm 0.90	23.67 \pm 1.23	23.84 \pm 0.55

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.14E-015	0.24	59.00	10.4	155	1.42	8.01	

CTS 1033: es un objeto irregular mayormente visible en la imagen digital, con diferentes componentes cinemáticas que indican rotación. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
MBG 20533-4410	314.1809600	-43.9860300	0.016272



MBG 20533-4410		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		1.203
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]	
4861 H β	
4959 [OIII]		0.146
5007 [OIII]		0.304
6548 [NII]		0.772
6563 H α		5.360
6584 [NII]		2.459
6716 [SII]		0.783
6731 [SII]		0.589

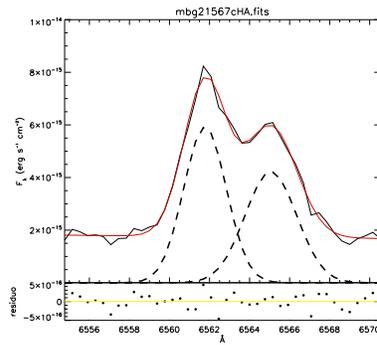
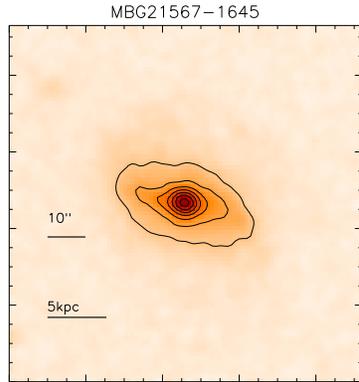
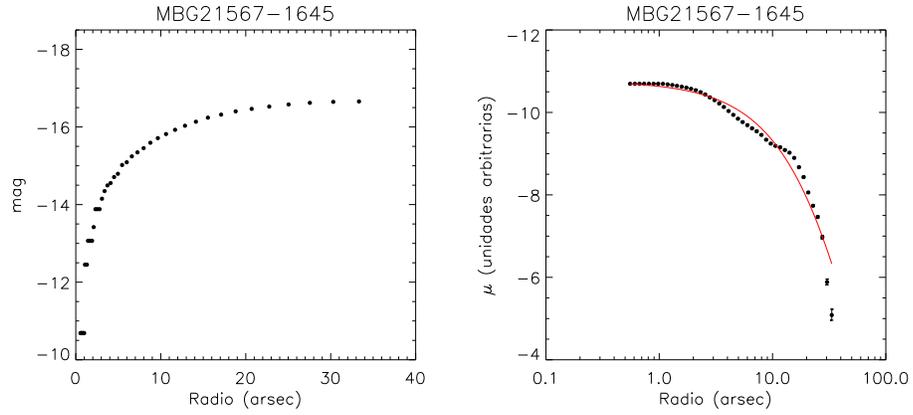
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	... \pm \pm \pm \pm \pm ...
5007 [OIII]	... \pm \pm \pm \pm \pm ...
H α	55.09 \pm 1.14	26.03 \pm 0.60	35.06 \pm 0.81	39.92 \pm 4.10	57.70 \pm 7.27

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.90E-014	0.81	8.000	0.37	90	1.40	8.88	

MBG 20533-4410: Objeto extendido con varios nudos de formación estelar, con una alta metalicidad, baja razón de ionización y alto coeficiente de extinción y un perfil de emisión que muestra diferentes componentes cinemáticas que indican rotación, en un diagrama BPT, se ubica en una zona de objetos compuestos entre LINERs y aquellos de pura formación estelar. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
MBG 21567-1645	329.8587500	-16.5123300	0.016496



MBG 21567-1645		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		3.277
3729 [OII]	
4341 $H\gamma$	
4363 [OIII]	
4861 $H\beta$	
4959 [OIII]		0.192
5007 [OIII]		0.574
6548 [NII]		0.672
6563 $H\alpha$		4.983
6584 [NII]		2.161
6716 [SII]		0.744
6731 [SII]		0.516

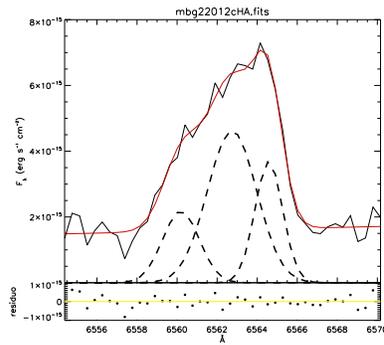
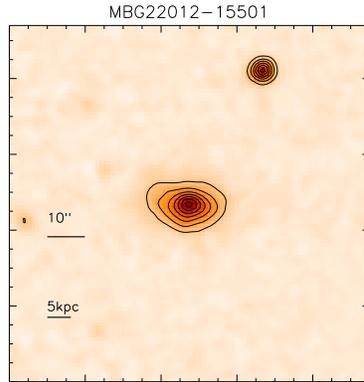
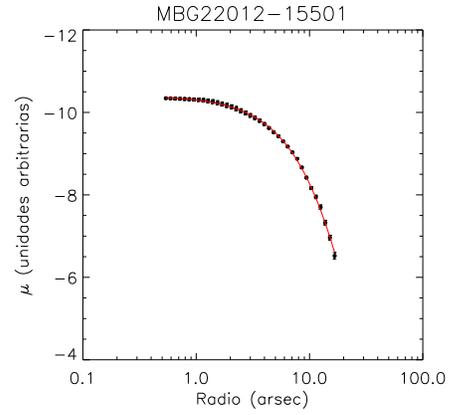
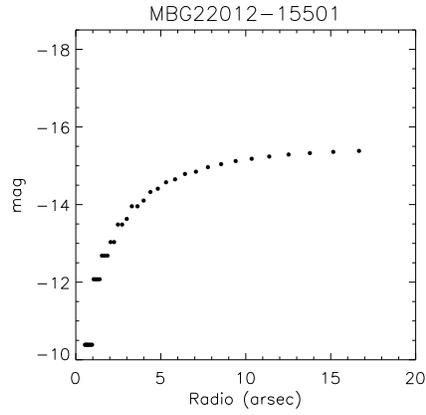
Dispersión de velocidades (km s^{-1})			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
$H\beta$... \pm \pm \pm ...
5007 [OIII]	... \pm \pm \pm ...
$H\alpha$	103.18 \pm 1.40	45.25 \pm 1.31	56.17 \pm 2.15

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
$\text{erg s}^{-1} \text{cm}^{-2}$		\AA		cm^{-3}	10^4K		
3.90E-015	1.36	2.000	0.23	281	1.40	8.93	

MBG 21567-1645: Objeto extendido su perfil de brillo superficial se asemeja a una galaxia espiral, muestra dos componentes cinemáticas que indican rotación y presenta alta metalicidad y alto coeficiente de extinción, con baja razón de ionización, en el diagrama BPT se encuentra en la zona de LINERs y galaxias HII, con un ancho equivalente pequeño lo que podría indicar ser un objeto evolucionado. Las intensidades relativas a $H\beta$ son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
MBG 22012-1550	330.9846700	-15.5999400	0.042209



MBG 22012-1550		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		2.285
3729 [OII]	
4341 $H\gamma$	
4363 [OIII]	
4861 $H\beta$	
4959 [OIII]		0.793
5007 [OIII]		2.297
6548 [NII]		0.840
6563 $H\alpha$		5.489
6584 [NII]		1.610
6716 [SII]		1.217
6731 [SII]		0.815

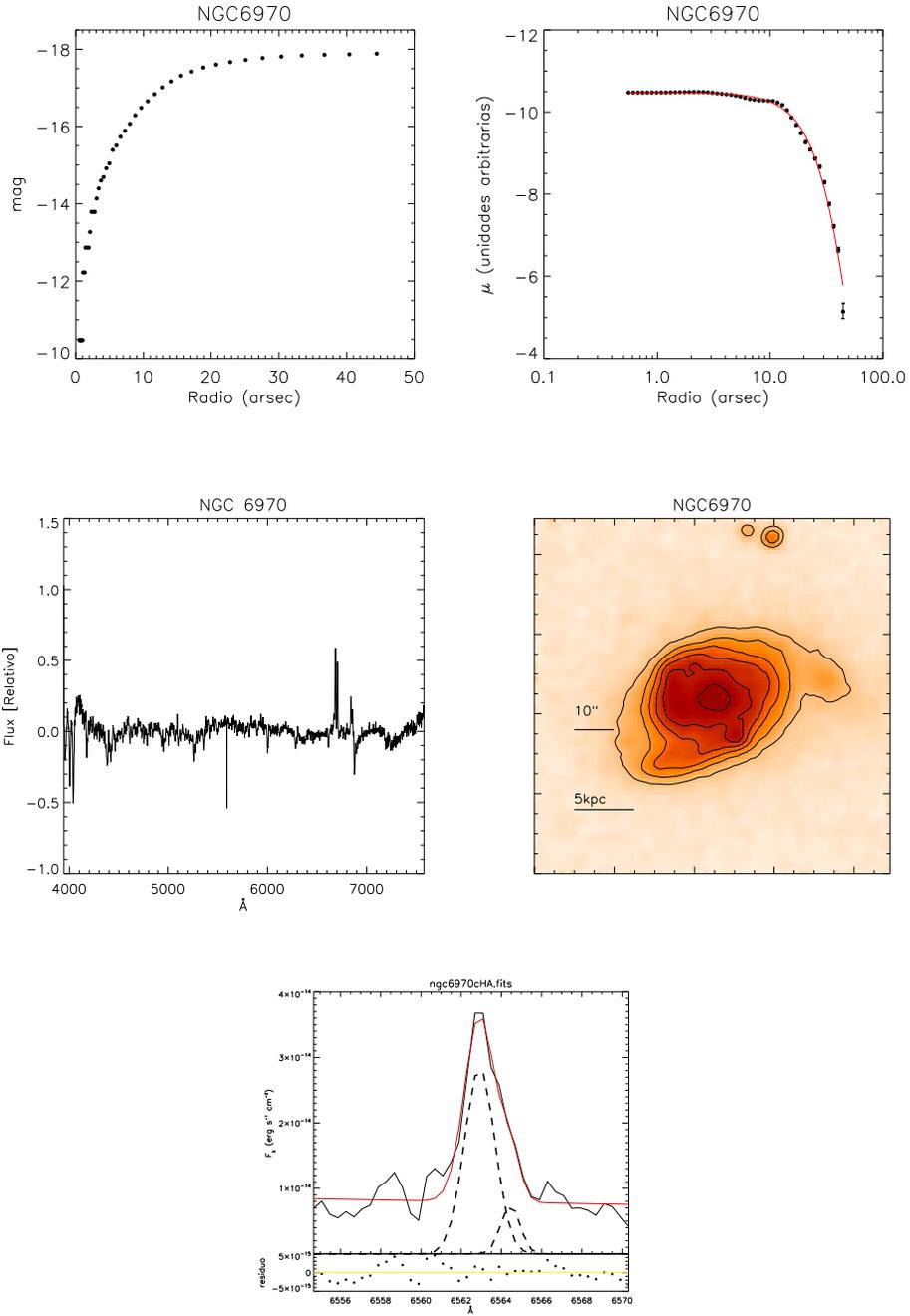
Dispersión de velocidades (km s^{-1})				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
$H\beta$	... ..	... ..	... ..	... ..
5007 [OIII]	... ..	... ..	... ..	... ..
$H\alpha$	92.22 ± 1.26	25.96 ± 3.53	53.20 ± 2.92	37.66 ± 2.64

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
$\text{erg s}^{-1} \text{cm}^{-2}$		\AA		cm^{-3}	10^4K		
7.08E-015	0.84	7.000	1.35	27	1.40	8.20	

MBG 22012-1550: Objeto irregular extendido, con baja densidad alto coeficiente de extinción y baja razón de ionización, por su ancho equivalente bajo parece ser un objeto evolucionado en el diagrama BPT se ubica en la zona de objetos compuestos entre formación estelar y LINERs. Las intensidades relativas a $H\beta$ son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
NGC 6970	313.0394200	-48.7777800	0.016975



NGC 6970		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		
3729 [OII]		
4341 H γ		
4363 [OIII]		
4861 H β		
4959 [OIII]		
5007 [OIII]		
6548 [NII]		
6563 H α		
6584 [NII]		
6716 [SII]		
6731 [SII]		

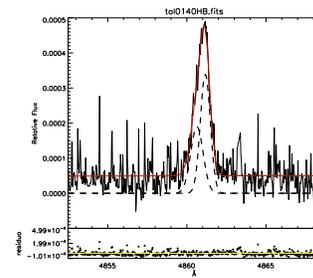
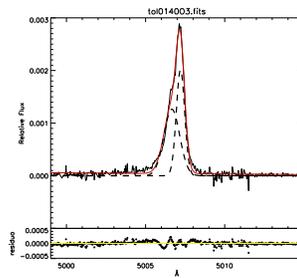
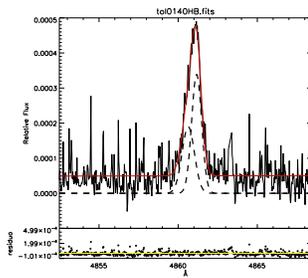
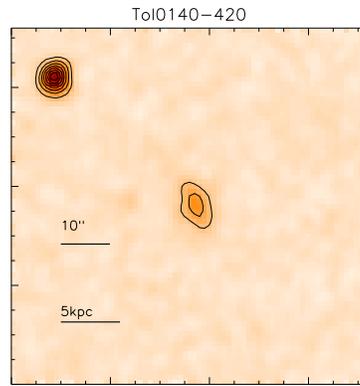
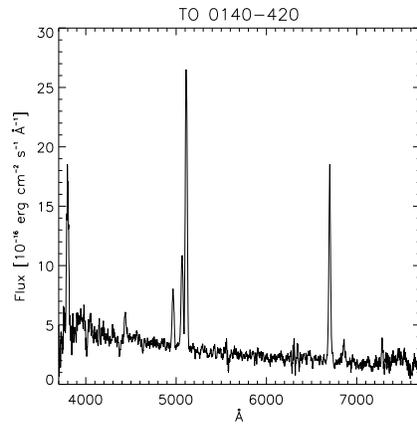
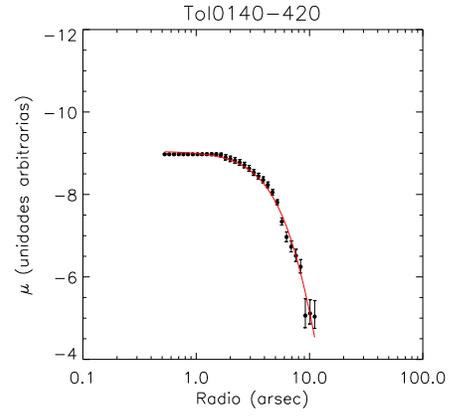
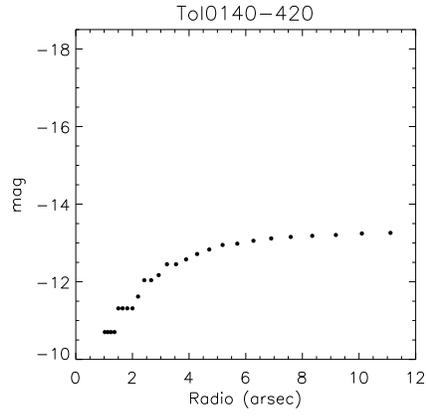
Dispersión de velocidades (km s ⁻¹)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	... \pm \pm \pm ...
5007 [OIII]	... \pm \pm \pm ...
H α	46.73 \pm 1.26	11.81 \pm 4.31	29.45 \pm 3.02

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s ⁻¹ cm ⁻²		\AA		cm ⁻³	10 ⁴ K		
3.20E-014	0.00	....	....	204	1.40	....

NGC 6970: Se observan en esta galaxia brazos espirales, y tiene una compañera en dirección norte, su espectro fue encontrado en 6dF Galaxy Survey. (DR3), su espectro optico muestra H α mas en absorción que en emisión lo que indica la presencia de una componente estelar vieja dominante.

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
Tol 0140-420	25.7629600	-41.8279400	0.021329



Tol 0140-420		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		2.814
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]		0.059
4861 H β	
4959 [OIII]		1.426
5007 [OIII]		4.155
6548 [NII]	
6563 H α		2.371
6584 [NII]		0.145
6716 [SII]		0.232
6731 [SII]		0.127

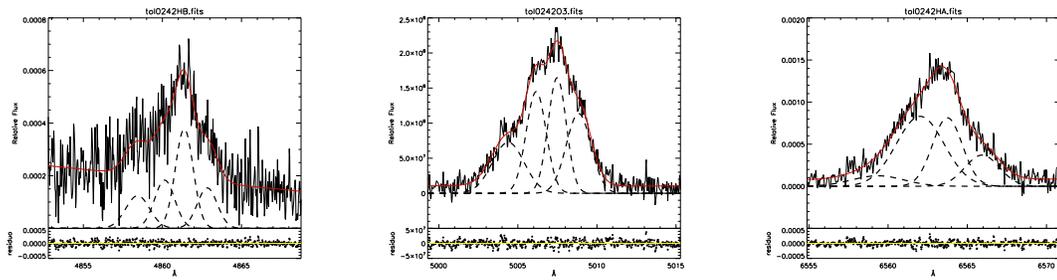
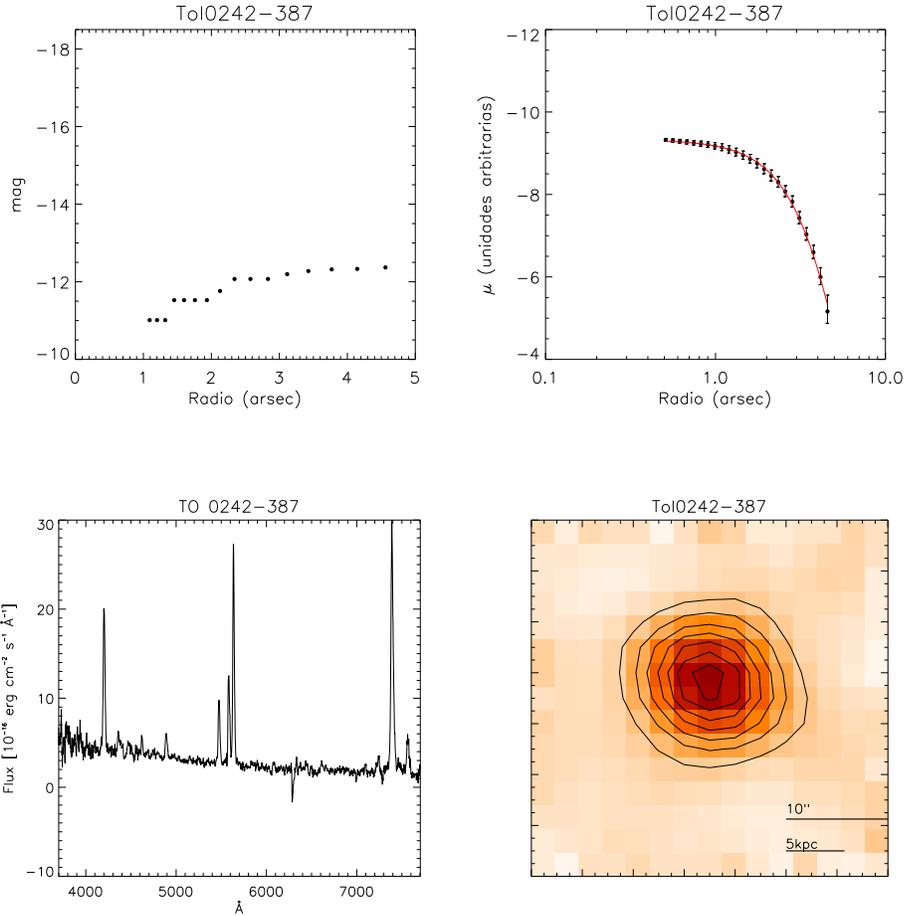
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)			
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{Estrecha}$	σ_{Ancha}
H β	28.32 \pm 1.09	16.38 \pm 1.93	21.64 \pm 2.20
5007 [OIII]	26.98 \pm 1.03	15.41 \pm 0.24	29.57 \pm 0.41
H α	26.11 \pm 1.02	15.25 \pm 0.20	34.67 \pm 0.28

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
9.77E-015	0.00	56.00	1.98	27	1.28	8.06	

TOLOLO 0140-420: Objeto compacto irregular con un bajo coeficiente de extinción y baja densidad. Se observan dos componentes cinemáticas que indican rotación. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
Tol 0242-387	41.1578300	-38.5815900	0.125632



Tol 0242-387		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		2.38
3729 [OII]	
4341 H γ		0.384
4363 [OIII]	
4861 H β	
4959 [OIII]		1.245
5007 [OIII]		3.233
6548 [NII]	
6563 H α		5.24
6584 [NII]	
6716 [SII]	
6731 [SII]		0.576

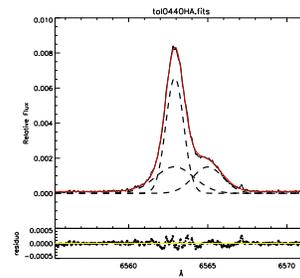
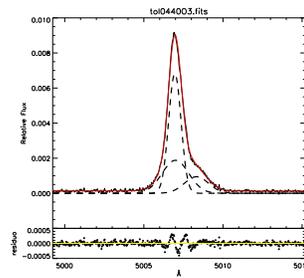
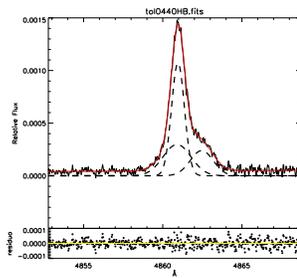
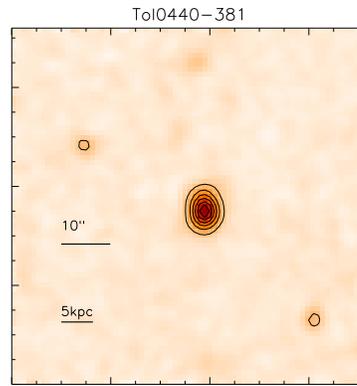
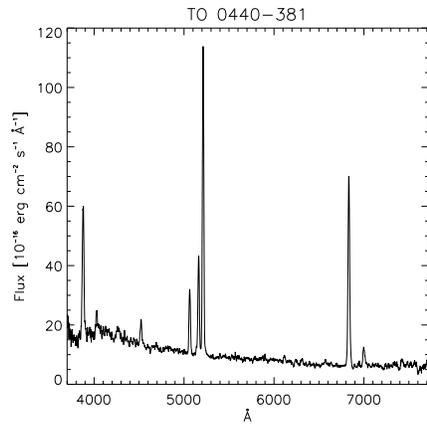
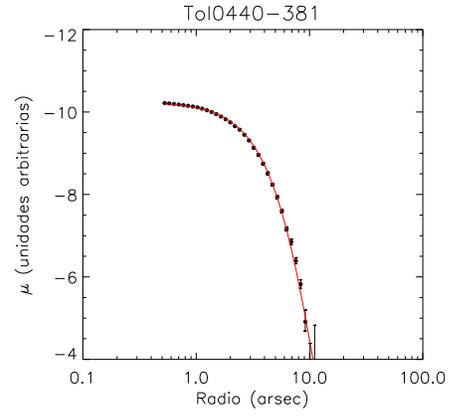
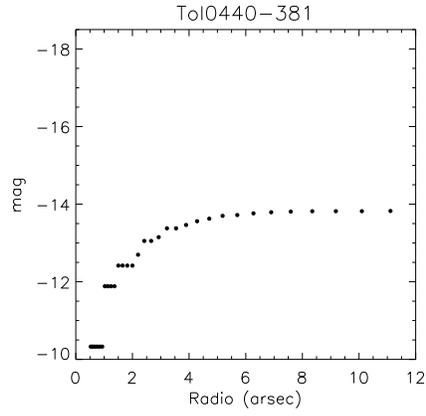
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	98.81 \pm 1.14	37.36 \pm 0.87	33.13 \pm 3.74	37.69 \pm 3.74	46.74 \pm 0.81
5007 [OIII]	111.11 \pm 1.05	46.77 \pm 1.09	34.36 \pm 1.95	37.73 \pm 1.07	60.24 \pm 3.28
H α	96.98 \pm 1.04	48.51 \pm 1.13	41.66 \pm 3.20	67.91 \pm 4.95	74.40 \pm 6.91

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
2.20E-014	0.78	65	2.00	204	1.40	8.23	

TOLOLO 0242-387: en Schaerer et al. (1999) y referencias ahí, señalan un "bumb" ancho presencia de WR, se observa una emisión extendida pero difusa, es un objeto que se encuentra a alto corrimiento al rojo en comparación con el resto de objetos de la muestra, sus perfiles presentan bastante ruido lo que no hace facilmente identificar sus componentes cinemáticas, en el perfil de [OIII], se observan dos componentes angostas de mayor intensidad lo que podría ser indicio de un objeto en rotación. Telles et al. (1997) indentifican una posible cola. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
Tol 0440-381	70.5337500	-38.0197200	0.040825



Tol 0440-381		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		3.308
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]		0.100
4861 H β	
4959 [OIII]		1.576
5007 [OIII]		4.799
6548 [NII]		0.077
6563 H α		3.116
6584 [NII]		0.138
6716 [SII]		0.271
6731 [SII]		0.191

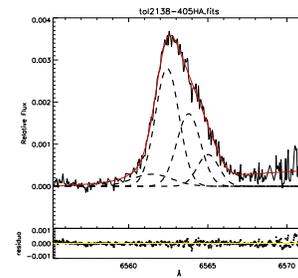
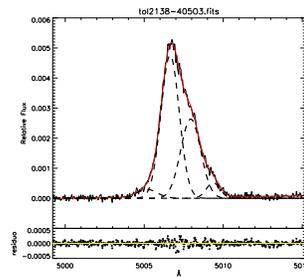
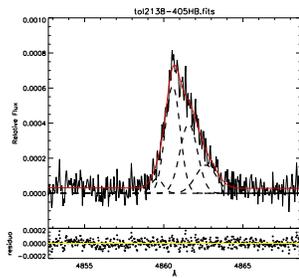
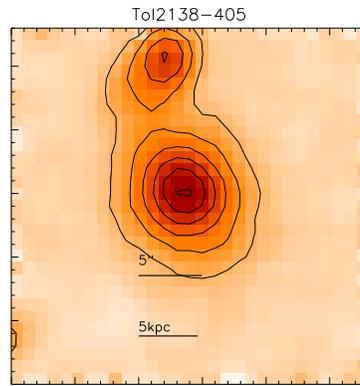
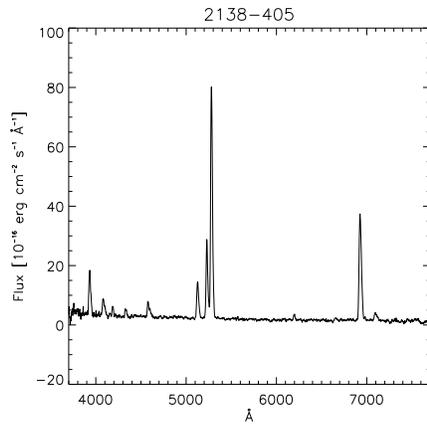
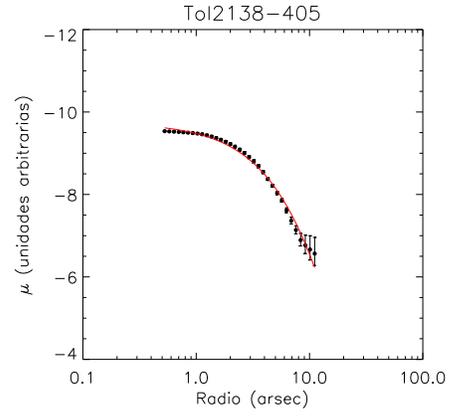
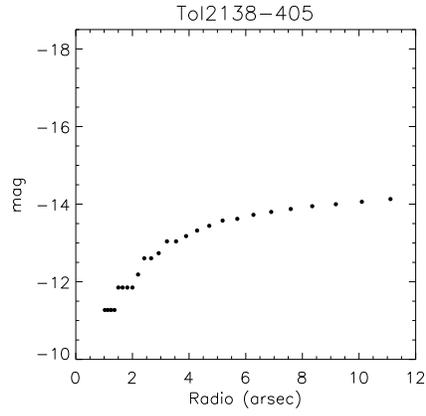
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	34.07 \pm 1.05	43.22 \pm 1.84	53.01 \pm 1.78	22.40 \pm 0.34
5007 [OIII]	31.74 \pm 1.03	45.37 \pm 1.75	50.32 \pm 1.75	23.21 \pm 0.11
H α	34.22 \pm 1.04	42.13 \pm 1.21	54.91 \pm 0.80	22.84 \pm 0.16

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.78E-014	0.11	29.00	1.92	27	1.53	7.96	

TOLOLO 0440-381: se observa un simple objeto central, sin embargo puede ser un sistema doble sin resolver Telles et al. (1997), en su perfil de emisión se observan tres componentes, sin embargo dos de ellas son consistentes con una componente ancha y una estrecha; mientras que la otra componente podría estar asociada al otro objeto del sistema. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
Tol 2138-405	325.3409200	-40.3183900	0.057283



Tol 2138-405		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		1.825
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]		0.116
4861 H β	
4959 [OIII]		1.288
5007 [OIII]		3.700
6548 [NII]		0.018
6563 H α		3.139
6584 [NII]		0.071
6716 [SII]		0.386
6731 [SII]		0.191

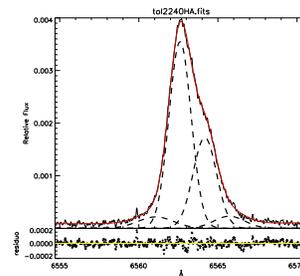
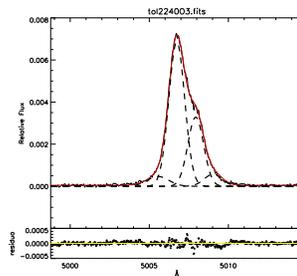
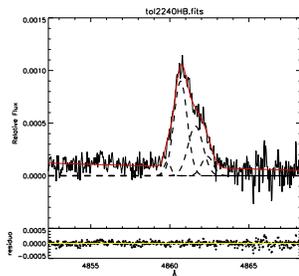
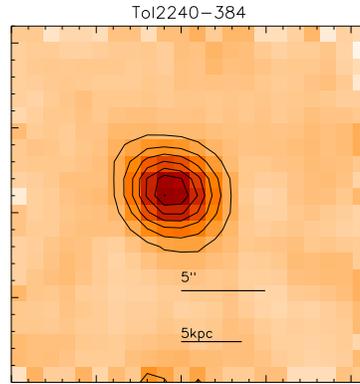
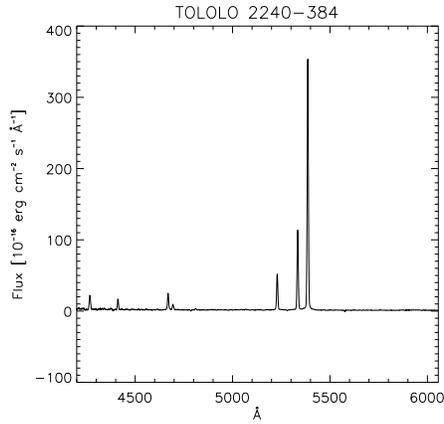
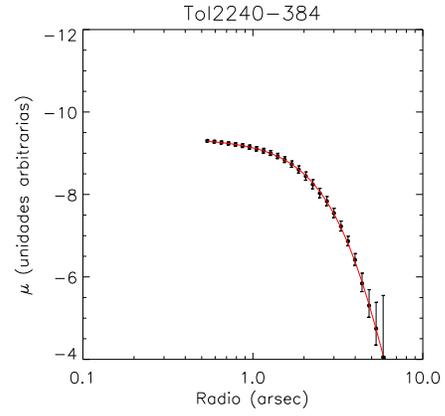
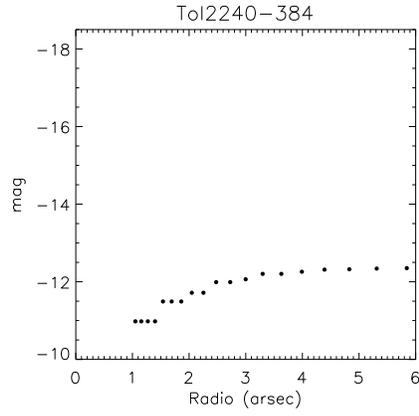
Dispersión de velocidades (km s ⁻¹)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	59.89 ± 1.09	20.29 ± 4.51	32.30 ± 2.83	26.67 ± 2.04	39.19 ± 0.91
5007 [OIII]	59.08 ± 1.04	25.53 ± 0.59	37.83 ± 0.56	34.36 ± 0.23	39.31 ± 3.21
H α	62.03 ± 1.04	29.23 ± 0.68	32.56 ± 1.90	32.37 ± 0.48	57.62 ± 7.49

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s ⁻¹ cm ⁻²		Å		cm ⁻³	10 ⁴ K		
2.69E-014	0.19	208.00	2.73	204	1.38	7.98	

TOLOLO 2138-405: se observa un sistema doble en interacción, con una estructura amorfa en la componente del norte, sin embargo las imagenes son de muy mala resolución para garantizar ésto, este objeto esta clasificado como una galaxia Wolf-Rayet. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
Tol 2240-384	340.8849200	-38.189960	0.075135



Tol 2240-384		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		0.675
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]		0.114
4861 H β	
4959 [OIII]		2.016
5007 [OIII]		5.846
6548 [NII]	
6563 H α		3.808
6584 [NII]	
6716 [SII]	
6731 [SII]	

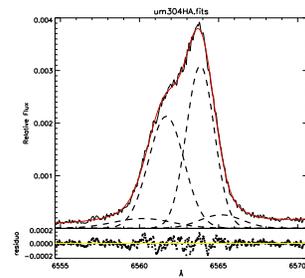
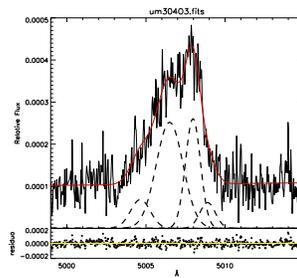
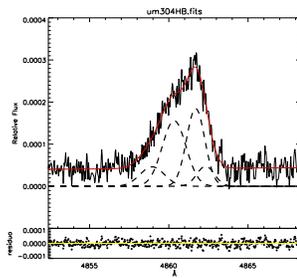
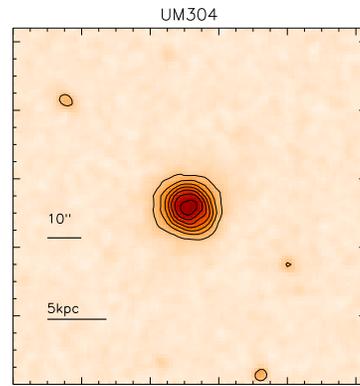
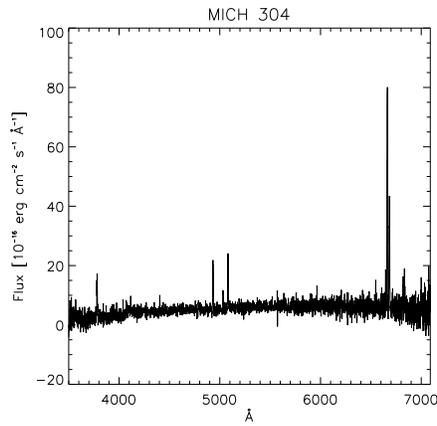
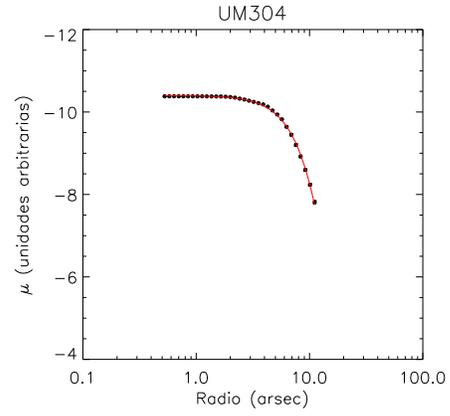
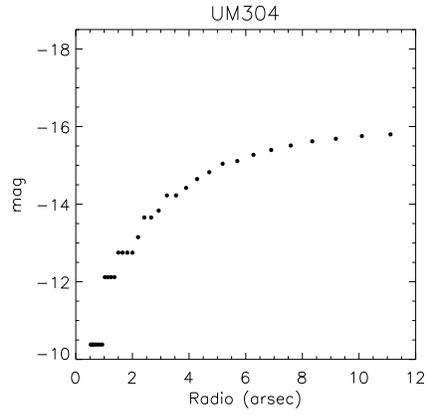
Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
H β	49.95 \pm 1.09	19.78 \pm 0.46	26.94 \pm 3.15	23.12 \pm 1.62	6.38 \pm 1.81
5007 [OIII]	51.47 \pm 1.03	33.83 \pm 0.79	29.64 \pm 0.00	29.99 \pm 0.00	40.87 \pm 2.27
H α	51.59 \pm 1.03	43.25 \pm 1.00	32.03 \pm 0.27	29.84 \pm 0.19	50.33 \pm 7.65

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
8.91E-015	0.37	165.00	11.64	204	1.53	7.85	

TOLOLO 2240-384: es un objeto compacto tiene un ancho equivalente que indica que sea un objeto joven, las intensidades fueron tomadas del trabajo de Kehrig et al. (2004), presenta una alta temperatura y una baja metalicidad. Las intensidades relativas a H β son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
UM 304	16.7251700	1.9456400	0.014622



UM 304		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		1.026
3729 [OII]	
4341 $H\gamma$		0.175
4363 [OIII]	
4861 $H\beta$	
4959 [OIII]		0.421
5007 [OIII]		1.311
6548 [NII]		0.650
6563 $H\alpha$		6.63
6584 [NII]		2.879
6716 [SII]		0.730
6731 [SII]		0.809

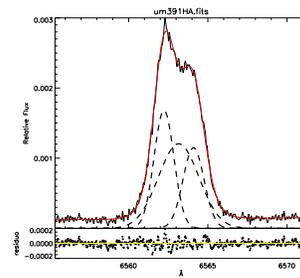
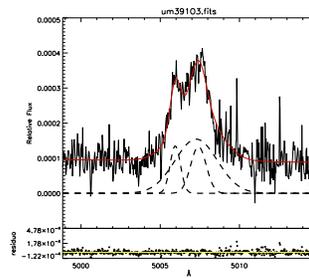
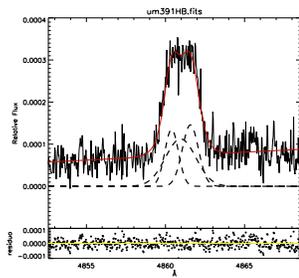
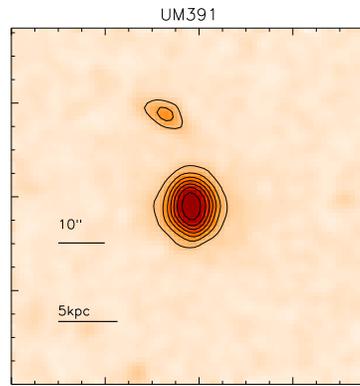
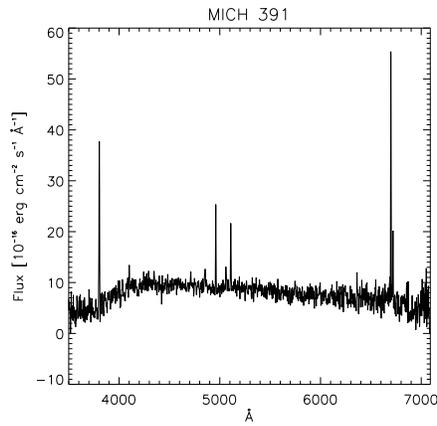
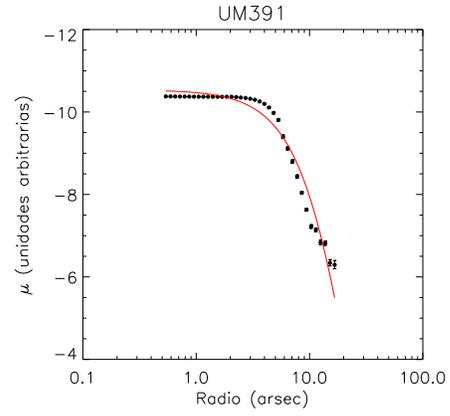
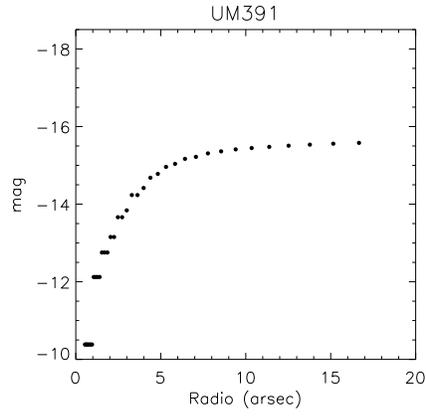
Dispersión de velocidades (km s^{-1})					
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	$\sigma_{C.roja}$	σ_A	σ_B	$\sigma_{C.Azul}$
$H\beta$	77.92 ± 1.09	32.49 ± 0.75	33.81 ± 1.96	45.12 ± 3.62	46.27 ± 5.10
5007 [OIII]	86.14 ± 1.09	29.60 ± 0.69	28.12 ± 1.99	50.44 ± 3.65	37.09 ± 2.96
$H\alpha$	77.35 ± 1.05	60.60 ± 1.41	38.94 ± 0.25	50.16 ± 0.39	85.70 ± 9.08

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
$\text{erg s}^{-1} \text{cm}^{-2}$		\AA		cm^{-3}	10^4K		
1.20E-013	1.09	27	1.69	204	1.40	....

UM 304: es un objeto compacto, tiene un ancho equivalente bajo, sus perfiles de líneas de emisión muestran dos componentes centrales que podrían indicar rotación. Dicho objeto se encuentra ubicado un Diagrama de diagnóstico en una región de objetos compuestos entre baja ionización (LINERs) y regiones HII. Las intensidades relativas a $H\beta$ son tomadas de Kehrig et al. (2004)

A. Características de los objetos de la muestra

NOMBRE	AR.	DEC.	z_h
UM 391 (MRK 0585)	30.8766700	2.5663100	0.020142



UM 391 (MRK 0585)		
$\lambda(\text{\AA})$	Calculados	Literatura
3727 [OII]		2.555
3729 [OII]	
4341 H γ	
4363 [OIII]	
4861 H β	
4959 [OIII]		0.371
5007 [OIII]		1.010
6548 [NII]		0.402
6563 H α		4.340
6584 [NII]		1.218
6716 [SII]		0.070
6731 [SII]		0.193

Dispersión de velocidades (km s $^{-1}$)				
$\lambda(\text{\AA})$	σ_{Global}	σ_A	σ_{cen}	σ_B
H β	56.71 \pm 1.08	29.51 \pm 2.20	58.37 \pm 2.86	24.14 \pm 1.35
5007 [OIII]	79.86 \pm 1.08	29.04 \pm 7.58	79.92 \pm 15.12	19.31 \pm 2.27
H α	59.50 \pm 1.02	28.24 \pm 0.50	57.47 \pm 0.95	26.34 \pm 0.49

$F_{H\beta}$	$C_{H\beta}$	$EW_{H\beta}$	[OIII]/[OII]	N_e	T_e	$12 + \log(O/H)$	Ref.
erg s $^{-1}$ cm $^{-2}$		\AA		cm $^{-3}$	10 4 K		
1.17E-014	0.54	14.00	0.54	27	1.40	8.40	

UM 391: se observa un objeto compacto cerca de otro objeto mas al norte, sus perfiles de líneas de emisión muestran señal de dos componentes cinemáticas con valores similares, su temperatura y densidad están tomadas de Bordalo & Telles (2011). Sus intensidades fueron tomadas de Kehrig et al. (2004)

Índice de figuras

2.1. Espectros de GHIIs y GHIIR	8
2.2. Imágenes típicas de Galaxias HII en la muestra de este trabajo	9
2.3. Evolución en el tiempo del ancho equivalente $H\beta$	11
2.4. Relación $L(H\beta) - \sigma$ Melnick et al. (1988)	14
2.5. Magnitud absoluta en azul $M(B)_0$ y la dispersión de velocidades	17
2.6. Plano fundamental de galaxias HII y galaxias elípticas	18
2.7. Diferencia del módulo de distancia	20
2.8. Diagrama diferencial de Hubble de galaxias HII	22
3.1. Plano $F(H\alpha)/F(H\beta)$ vs $F(H\gamma)/F(H\beta)$	32
3.2. Diferentes ajustes a los perfiles en las líneas de emisión	34
3.3. Ajuste de diferentes componentes gaussianas	35
4.1. Diagrama de Diagnóstico	42
4.2. Distribuciones Estadísticas	44
4.3. Parámetros físicos de la muestra	48
4.4. Ajustes $\text{Log } L(H\beta) - \text{Log } \sigma_{H\beta}$	54
4.5. Morfología y perfiles característicos	56
5.1. Regresiones para 23 objetos	68
5.2. Regresiones para 11 objetos rotantes	70

Índice de figuras

5.3. Regresiones para 12 objetos componentes 72

Índice de tablas

3.1. Galaxias HII muestra C12	25
3.2. Galaxias HII muestra <i>B&T11</i>	26
3.3. Coeficientes de enrojecimiento	29
3.4. Ensanchamiento instrumental	36
4.1. Luminosidad y dispersión de velocidades	49
4.2. Parámetros físicos de la muestra	50
4.3. Propiedades estadísticas de la muestra	51
4.4. Ajustes de la relación $L(H\beta) - \sigma$	53
4.5. Dispersión de velocidades 2 componentes	59
4.6. Dispersión de velocidades 3 componentes	60
4.7. Dispersión de velocidades 4 componentes	61
5.1. Matriz de correlación 23 objetos	67
5.2. Eigenvectores, Eigenvalores y varianza 23 objetos	67
5.3. Regresiones para $L_{H\beta}$ de 23 objetos	67
5.4. Matriz de correlación rotantes	69
5.5. Eigenvectores, Eigenvalores y varianza rotantes	69
5.6. Regresiones para $L_{H\beta}$ rotantes	69
5.7. Matriz de correlación para componentes	71
5.8. Eigenvectores, Eigenvalores y varianza componentes	71

Índice de tablas

5.9. Regresiones para $L_{H\beta}$ componentes	71
5.10. Matriz de correlación para 23 objetos incluyendo $C_{H\beta}$	73
5.11. Matriz de correlación para 11 objetos rotantes	73
5.12. Matriz de correlación para 11 objetos rotantes incluyendo $C_{H\beta}$	74
5.13. Prueba de un segundo parámetro	75

Bibliografía

- Aaronson, M., Bothun, G., Mould, J., Huchra, J., Schommer, R. A., & Cornell, M. E. 1986, *ApJ*, 302, 536
- Arsenault, R., & Roy, J.-R. 1986, *AJ*, 92, 567
- Baldwin, J. A., Phillips, M. M., & Terlevich, R. 1981, *PASP*, 93, 5
- Basilakos, S., & Plionis, M. 1998, *MNRAS*, 299, 637
- Bordalo, V., & Telles, E. 2011, *ApJ*, 735, 52
- Bosch, G., Terlevich, E., & Terlevich, R. 2002, *MNRAS*, 329, 481
- Brinchmann, J., Kunth, D., & Durret, F. 2008, *A&A*, 485, 657
- Brookes, M. H., Best, P. N., Rengelink, R., & Röttgering, H. J. A. 2006, *MNRAS*, 366, 1265
- Calzetti, D. 1999, *Ap&SS*, 266, 243
- Chávez, R., Terlevich, E., Terlevich, R., Plionis, M., Bresolin, F., Basilakos, S., & Melnick, J. 2012, *MNRAS*, L484
- Chu, Y.-H., & Kennicutt, Jr., R. C. 1994, *ApJ*, 425, 720
- Copetti, M. V. F., Pastoriza, M. G., & Dottori, H. A. 1986, *A&A*, 156, 111
- Courteau, S., & van den Bergh, S. 1999, *AJ*, 118, 337
- Denicoló, G., Terlevich, R., & Terlevich, E. 2002, *MNRAS*, 330, 69

Bibliografía

- Díaz, A. I., Terlevich, E., Pagel, B. E. J., Vilchez, J. M., & Edmunds, M. G. 1987, *MNRAS*, 226, 19
- Dopita, M. A., Pereira, M., Kewley, L. J., & Capaccioli, M. 2002, *ApJS*, 143, 47
- Dottori, H. A., & Bica, E. L. D. 1981, *A&A*, 102, 245
- Firpo, V., Bosch, G., Hägele, G. F., & Morrell, N. 2010, *MNRAS*, 406, 1094
- Freedman, W. L., Madore, B. F., Gibson, B. K., Ferrarese, L., Kelson, D. D., Sakai, S., Mould, J. R., Kennicutt, Jr., R. C., Ford, H. C., Graham, J. A., Huchra, J. P., Hughes, S. M. G., Illingworth, G. D., Macri, L. M., & Stetson, P. B. 2001, *ApJ*, 553, 47
- French, H. B. 1980, *ApJ*, 240, 41
- Fuentes-Masip, O., Muñoz-Tuñón, C., Castañeda, H. O., & Tenorio-Tagle, G. 2000, *AJ*, 120, 752
- García-Benítez. 2009, PhD. Thesis
- González Delgado, R. M., & Leitherer, C. 1999, *ApJS*, 125, 479
- Guseva, N. G., Izotov, Y. I., & Thuan, T. X. 2000, *ApJ*, 531, 776
- Hägele, G. F., Díaz, Á. I., Cardaci, M. V., Terlevich, E., & Terlevich, R. 2007, *MNRAS*, 378, 163
- . 2009, *MNRAS*, 396, 2295
- . 2010, *MNRAS*, 402, 1005
- Hägele, G. F., Díaz, Á. I., Terlevich, R., Terlevich, E., Bosch, G. L., & Cardaci, M. V. 2013, *MNRAS*
- Haro, G. 1956, *Boletín de los Observatorios Tonantzintla y Tacubaya*, 2, 8
- Holovaty, V. V., & Melekh, B. Y. 2002, *Astronomy Reports*, 46, 779
- Hunter, D. A., & Hoffman, L. 1999, *AJ*, 117, 2789

Bibliografía

- Izotov, Y. I., Stasińska, G., Meynet, G., Guseva, N. G., & Thuan, T. X. 2006, *A&A*, 448, 955
- Kaiser, N. 1987, *MNRAS*, 227, 1
- Kauffmann, G., Heckman, T. M., Tremonti, C., Brinchmann, J., Charlot, S., White, S. D. M., Ridgway, S. E., Brinkmann, J., Fukugita, M., Hall, P. B., Ivezić, Ž., Richards, G. T., & Schneider, D. P. 2003, *MNRAS*, 346, 1055
- Keel, W. C., & van Soest, E. T. M. 1992, *A&AS*, 94, 553
- Kehrig, C., Telles, E., & Cuisinier, F. 2004, *AJ*, 128, 1141
- Kennicutt, Jr., R. C. 1984, *ApJ*, 287, 116
- Kewley, L. J., Dopita, M. A., Sutherland, R. S., Heisler, C. A., & Trevena, J. 2001, *ApJ*, 556, 121
- Kewley, L. J., Groves, B., Kauffmann, G., & Heckman, T. 2006, *MNRAS*, 372, 961
- Koo, D. C., Guzman, R., Faber, S. M., Illingworth, G. D., Bershady, M. A., Kron, R. G., & Takamiya, M. 1995, *ApJ*, 440, L49
- Kunth, D., & Sargent, W. L. W. 1983, *ApJ*, 273, 81
- Kunth, D., Sargent, W. L. W., & Kowal, C. 1981, *A&AS*, 44, 229
- Leitherer, C., Schaerer, D., Goldader, J. D., González Delgado, R. M., Robert, C., Kune, D. F., de Mello, D. F., Devost, D., & Heckman, T. M. 1999, *ApJS*, 123, 3
- Lequeux, J., Peimbert, M., Rayo, J. F., Serrano, A., & Torres-Peimbert, S. 1979, *A&A*, 80, 155
- Madau, P., Ferguson, H. C., Dickinson, M. E., Giavalisco, M., Steidel, C. C., & Fruchter, A. 1996, *MNRAS*, 283, 1388
- McConnachie, A. W., Patton, D. R., Ellison, S. L., & Simard, L. 2009, *MNRAS*, 395, 255
- Melnick, J. 1978, *A&A*, 70, 157

Bibliografía

- Melnick, J., Moles, M., Terlevich, R., & Garcia-Pelayo, J.-M. 1987, *MNRAS*, 226, 849
- Melnick, J., Tenorio-Tagle, G., & Terlevich, R. 1999, *MNRAS*, 302, 677
- Melnick, J., Terlevich, R., & Eggleton, P. 1985a, *MNRAS*, 216, 255
- Melnick, J., Terlevich, R., & Moles, M. 1985b, *RevMexAA*, 11, 91
- . 1988, *MNRAS*, 235, 297
- Melnick, J., Terlevich, R., & Terlevich, E. 2000, *MNRAS*, 311, 629
- Muñoz-Tuñón, C., Tenorio-Tagle, G., Castaneda, H. O., & Terlevich, R. 1996, *AJ*, 112, 1636
- Nordgren, T. E., Helou, G., Chengalur, J. N., Terzian, Y., & Khachikian, E. 1995, *ApJS*, 99, 461
- Olofsson, K. 1995, *A&AS*, 111, 57
- Osterbrock, D. E. 1989, *Astrophysics of gaseous nebulae and active galactic nuclei*
- Pagel, B. E. J. 1997, *Nucleosynthesis and Chemical Evolution of Galaxies*
- Pagel, B. E. J., Simonson, E. A., Terlevich, R. J., & Edmunds, M. G. 1992, *MNRAS*, 255, 325
- Papaderos, P., Guseva, N. G., Izotov, Y. I., Noeske, K. G., Thuan, T. X., & Fricke, K. J. 2006, *A&A*, 457, 45
- Pena, M., Ruiz, M. T., & Maza, J. 1991, *A&A*, 251, 417
- Pérez-Montero, E., & Díaz, A. I. 2003, *MNRAS*, 346, 105
- Pilyugin, L. S. 2000, *A&A*, 362, 325
- Plionis, M., Terlevich, R., Basilakos, S., Bresolin, F., Terlevich, E., Melnick, J., & Chavez, R. 2011, *MNRAS*, 416, 2981
- Relaño, M., & Beckman, J. E. 2005, *A&A*, 430, 911

Bibliografía

- Riess, A. G., Macri, L., Casertano, S., Lampeitl, H., Ferguson, H. C., Filippenko, A. V., Jha, S. W., Li, W., & Chornock, R. 2011, *ApJ*, 730, 119
- Rosa-González, D., Terlevich, E., & Terlevich, R. 2002, *MNRAS*, 332, 283
- Rozas, M., Richer, M. G., López, J. A., Relaño, M., & Beckman, J. E. 2006, *A&A*, 455, 539
- Sabalisk, N. S. P., Tenorio-Tagle, G., Castaneda, H. O., & Muñoz-Tuñón, C. 1995, *ApJ*, 444, 200
- Sargent, W. L. W., & Searle, L. 1970, *ApJ*, 162, L155
- Schaerer, D., Contini, T., & Pindao, M. 1999, *A&AS*, 136, 35
- Searle, L., & Sargent, W. L. W. 1972, *ApJ*, 173, 25
- Searle, L., Sargent, W. L. W., & Bagnuolo, W. G. 1973, *ApJ*, 179, 427
- Shaw, R. A., & Dufour, R. J. 1995, *PASP*, 107, 896
- Shields, G. A. 1990, *ARA&A*, 28, 525
- Siegel, E. R., Guzmán, R., Gallego, J. P., Orduña López, M., & Rodríguez Hidalgo, P. 2005, *MNRAS*, 356, 1117
- Taylor, C. L., Brinks, E., Grashuis, R. M., & Skillman, E. D. 1995, *ApJS*, 99, 427
- Telles, E., Melnick, J., & Terlevich, R. 1997, *MNRAS*, 288, 78
- Telles, J. E. 1995, PhD thesis, , Univ. Cambridge, (1995)
- Terlevich, E., Díaz, A. I., Terlevich, R., González-Delgado, R. M., Pérez, E., & García Vargas, M. L. 1996, *MNRAS*, 279, 1219
- Terlevich, R. 1997, in *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Conference Series*, Vol. 6, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Conference Series*, ed. J. Franco, R. Terlevich, & A. Serrano, 1
- Terlevich, R., & Melnick, J. 1981, *MNRAS*, 195, 839

- Terlevich, R., Melnick, J., Masegosa, J., Moles, M., & Copetti, M. V. F. 1991, *A&AS*, 91, 285
- Terlevich, R., Terlevich, E., Rosa-González, D., & Silich, S. 2003, in *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, Vol. 297, *Star Formation Through Time*, ed. E. Perez, R. M. Gonzalez Delgado, & G. Tenorio-Tagle, 149
- Tresse, L., Maddox, S., Loveday, J., & Singleton, C. 1999, *MNRAS*, 310, 262
- van Heerde, G. M. 1988, *A&A*, 201, 213
- Wasilewski, A. J. 1983, *ApJ*, 272, 68
- Westmoquette, M. S., Smith, L. J., Gallagher, J. S., & Exter, K. M. 2007, *MNRAS*, 381, 913
- White, R. L., Postman, M., & Lattanzi, M. G. 1992, in *Astrophysics and Space Science Library*, Vol. 174, *Digitised Optical Sky Surveys*, ed. H. T. MacGillivray & E. B. Thomson, 167
- Yang, H., Chu, Y.-H., Skillman, E. D., & Terlevich, R. 1996, *AJ*, 112, 146
- Zwicky, F., & Karpowicz, M. 1965, *ApJ*, 142, 625