

Estudio de la correlación entre rayos X y rayos gamma de TeV en Blazares

J. Mabel Osorio

M. M. González¹, J. R. Sacahui², M. Castellanos², E. Rangel³, J. A. García-González⁴
DIVISIÓN DE RAYOS CÓSMICOS 2021



- (1) Instituto de astronomía, UNAM, México
- (2) Instituto de Investigación, ECFM, USAC, Guatemala
- (3) Facultad de Ciencias, UNAM, México
- (4) Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, México.

Contenido

- AGNs y Blazares
- Distribución Espectral de Energía (SED)
- Variabilidad
- Modelos de emisión de radiación
- Motivación
- Resultados
- Conclusiones



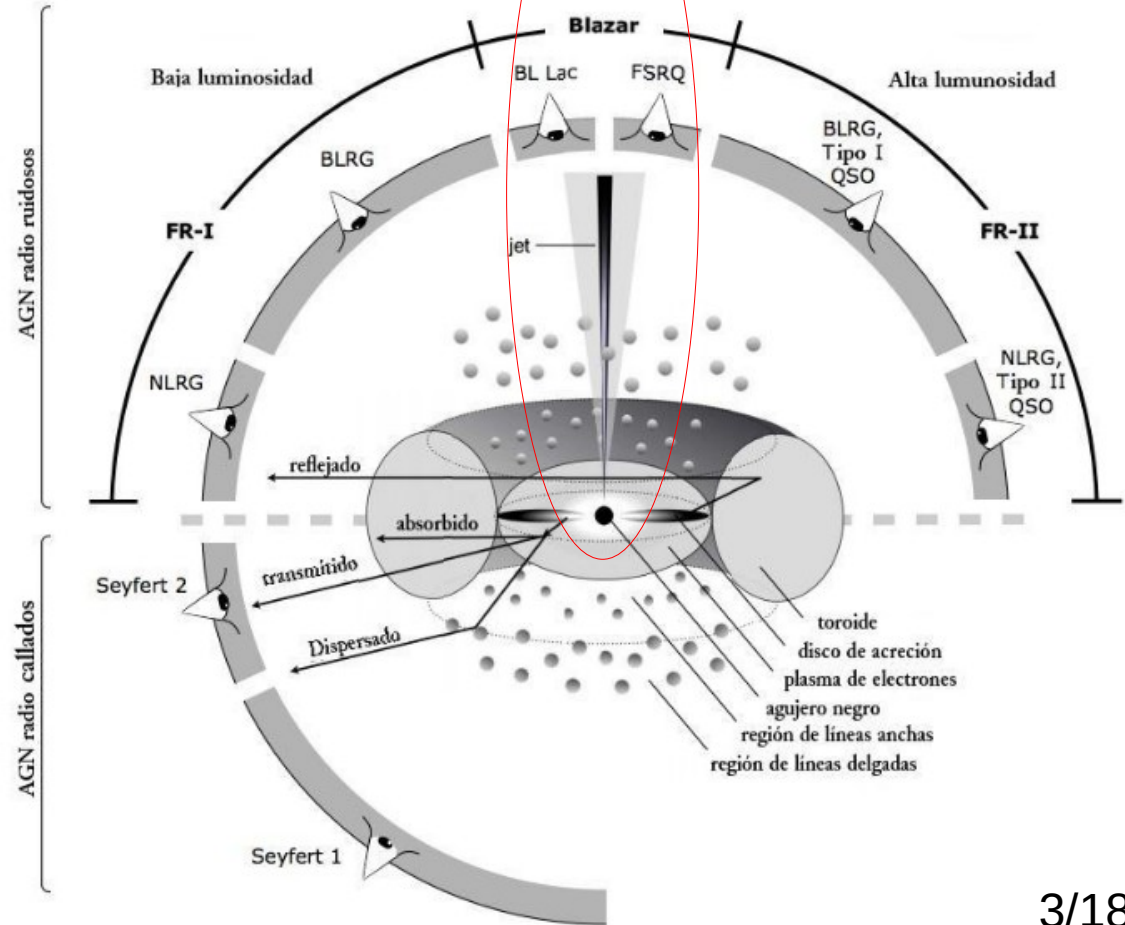
Imagen de Mrk 421 por el Sloan Digital Sky Survey.

AGN de tipo blazar

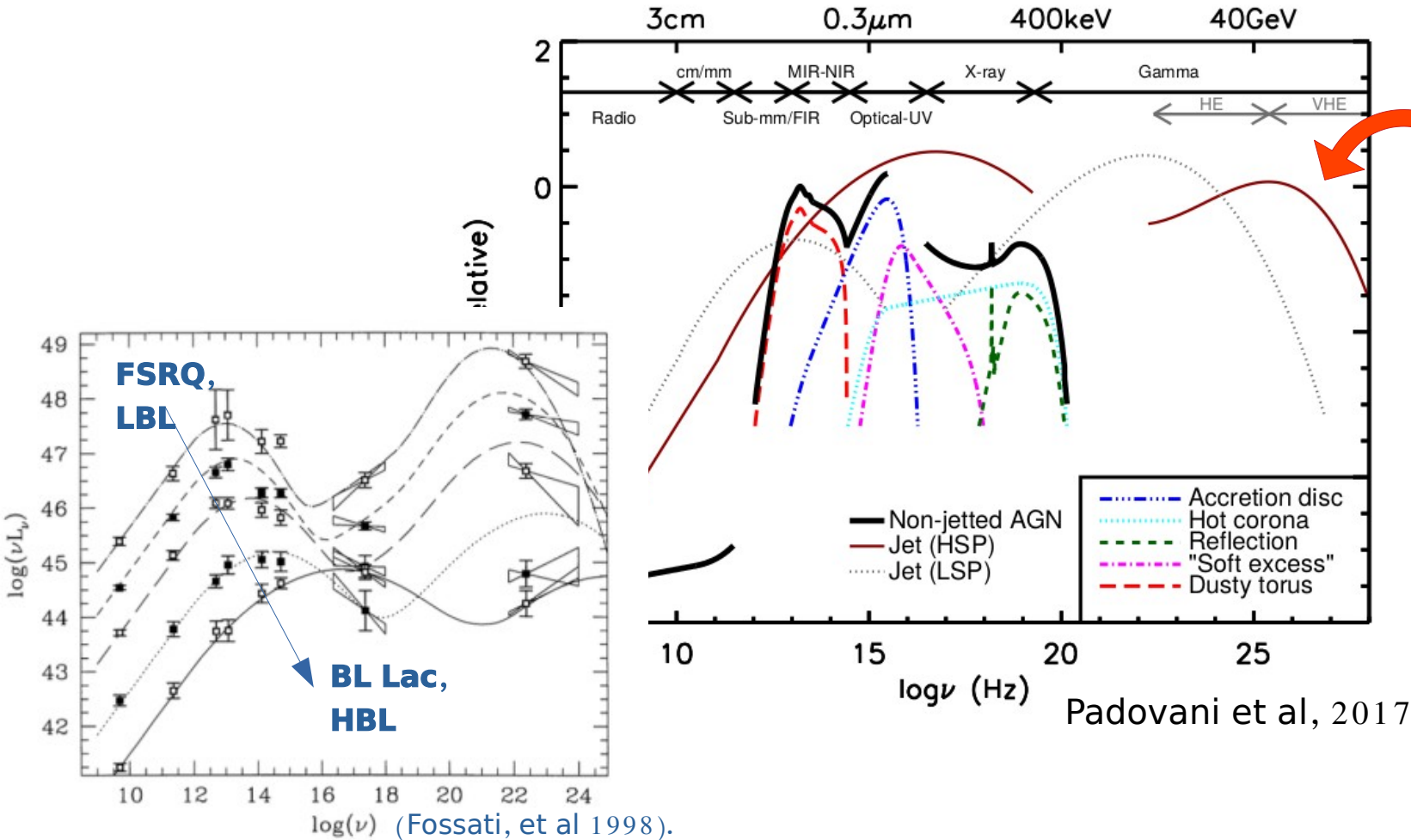


Partes de AGNs

- Agujero negro supermasivo: 10^6 - $10^9 M_{\odot}$
- Disco de acreción de materia.
- Distribución de gas y polvo conocida como toroide que absorbe las emisiones en óptico y UV que sucedan en el centro.
- Regiones emisoras de líneas anchas y delgadas.
- Jet o chorro formado de partículas relativistas y fotones de alta energía.



Distribución Espectral de Energía



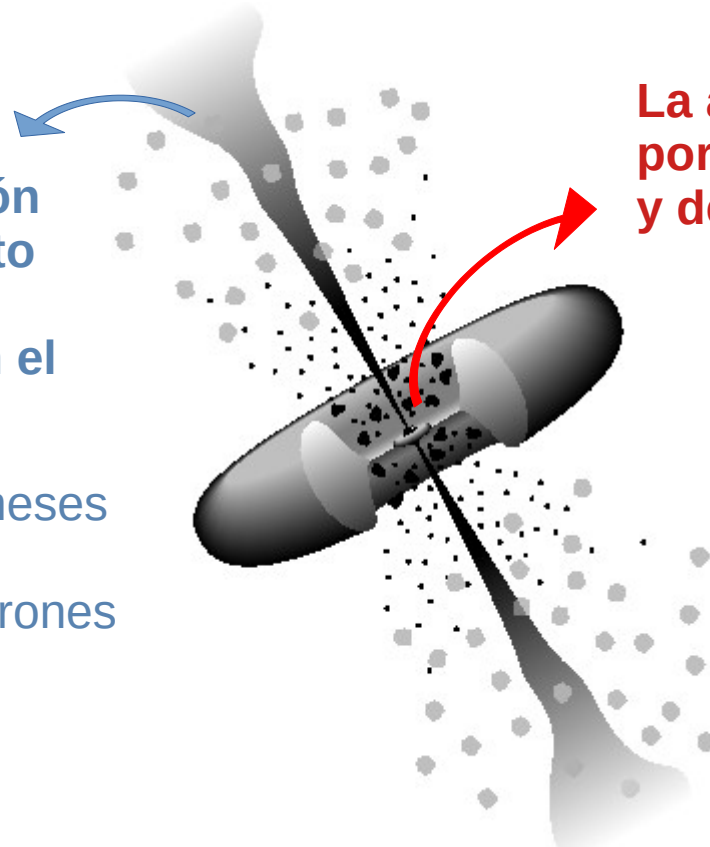
El SED de un AGN de tipo **HSP (High Synchrotron Peaked)** esconderá las contribuciones de las demás componentes del AGN.

Padovani et al, 2017

Variabilidad en blazares

La aceleración y enfriamiento de las partículas en el chorro.

- Variabilidad entre meses y minutos.
- Producida por electrones de altas energías.

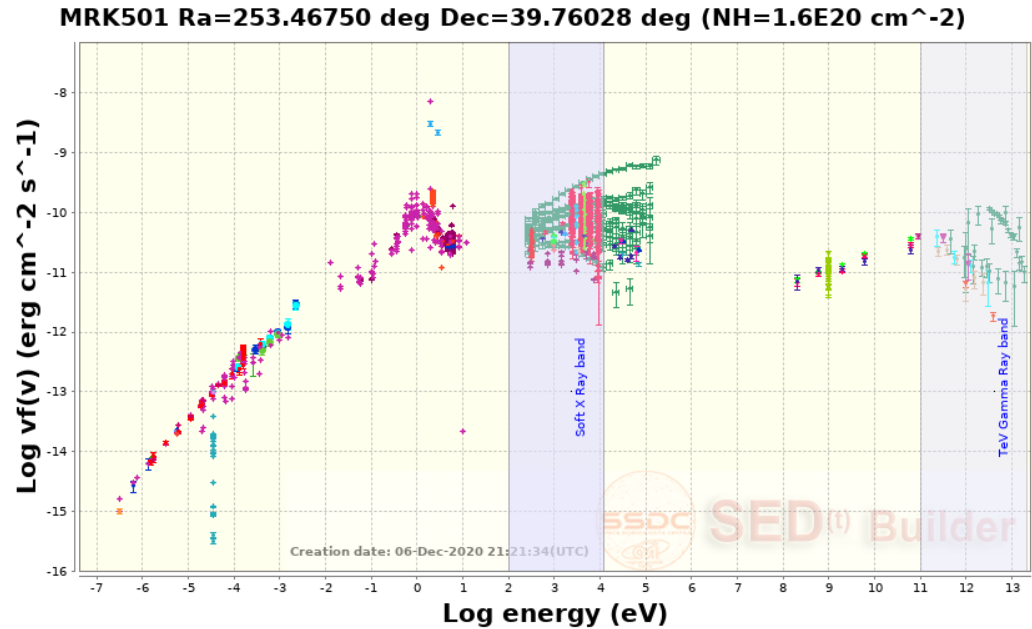
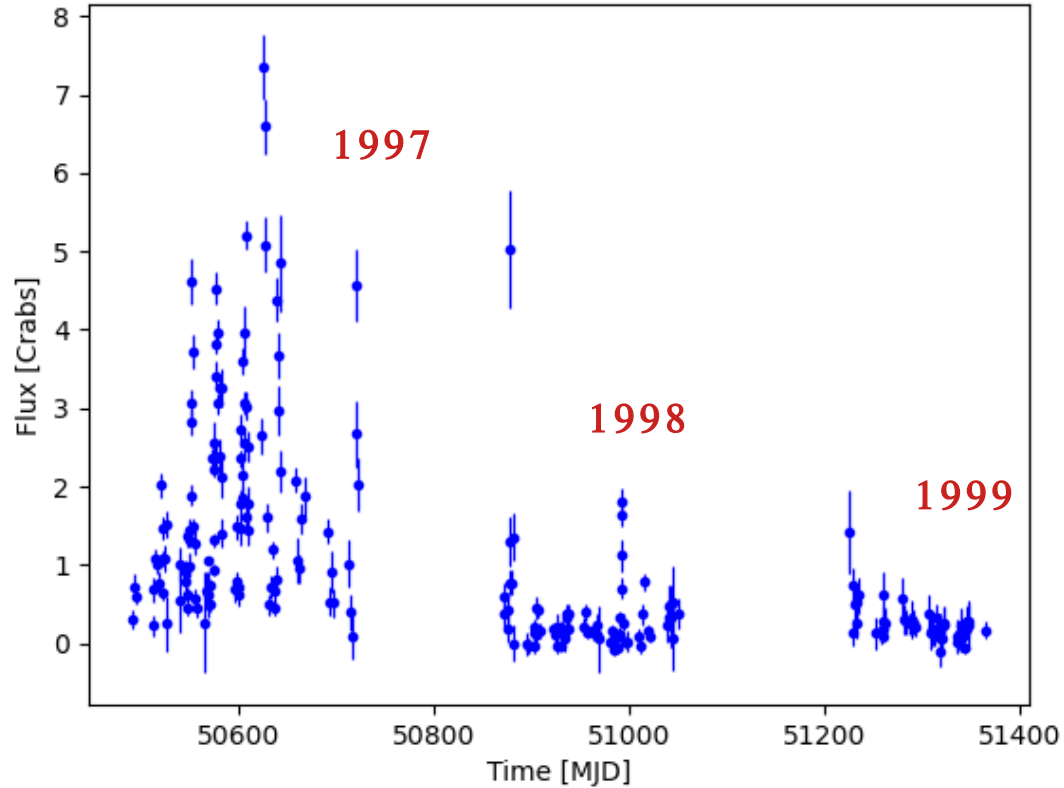


La acreción y eyección por el disco de acreción y del Agujero Negro.

- Variabilidad en periodos de horas y min.

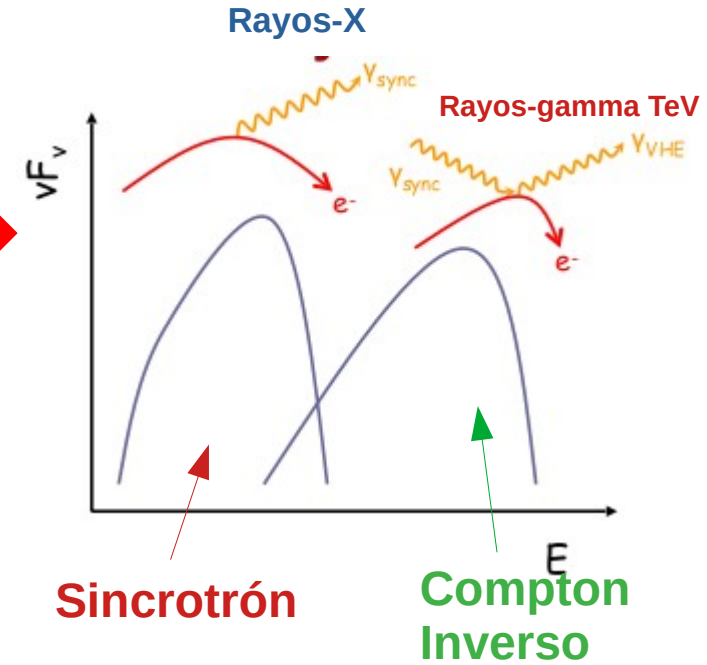
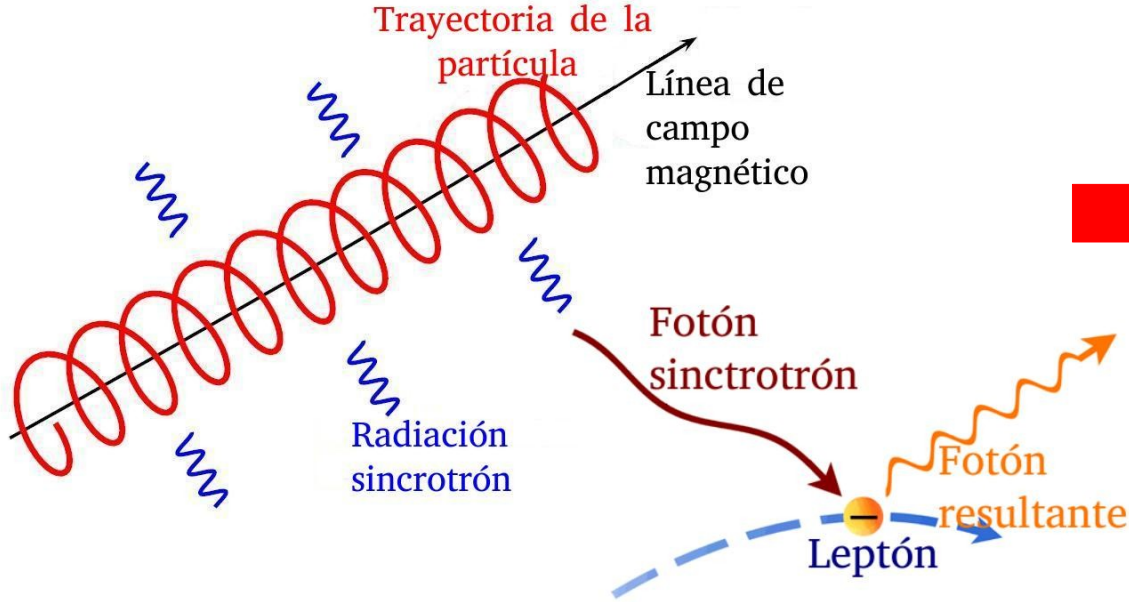
Variabilidad en el blazar BL Lac Mrk 501

Curva de luz en rayos-gamma (>1 TeV)



SED Builder: <https://tools.ssdc.asi.it/SED/>

Modelo leptónico de una zona (SSC):



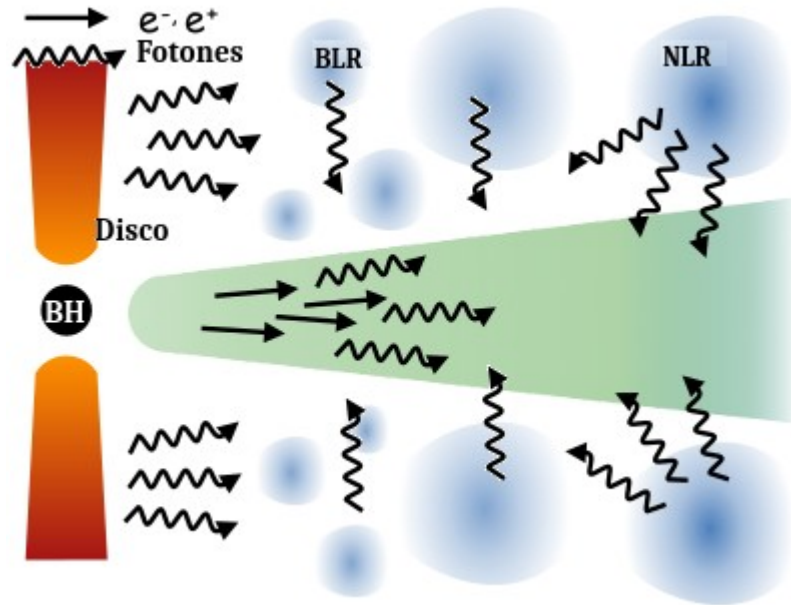
- Se espera una conexión entre rayos X y rayos-gamma de TeV: Misma población de electrones emiten por sincrotrón y Compton Inverso.

- La energía del segundo pico depende de la aceleración de electrones

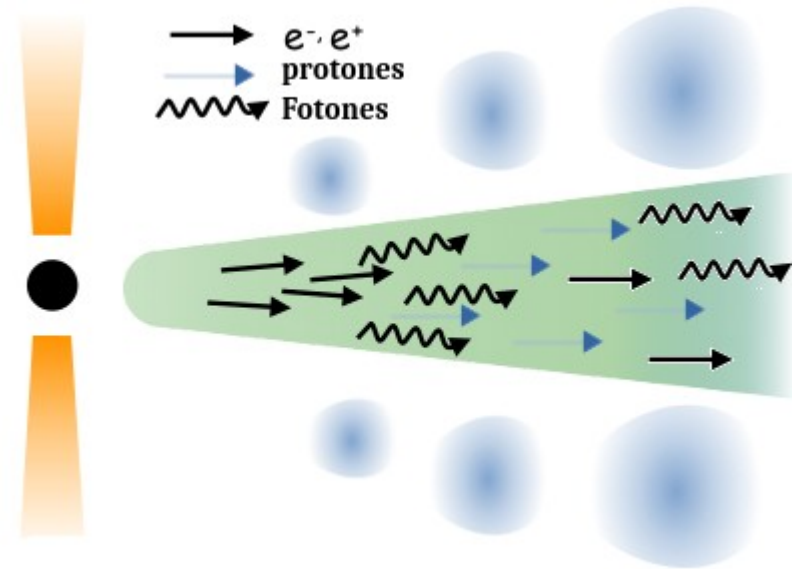
$$\frac{L_c}{L_s} = \frac{U'_{rad}}{u_B} = \frac{2\nu_s L_s (\nu_s)}{R^2 c B^2 \Gamma^4}$$

¿Qué sucede si no hay correlación?

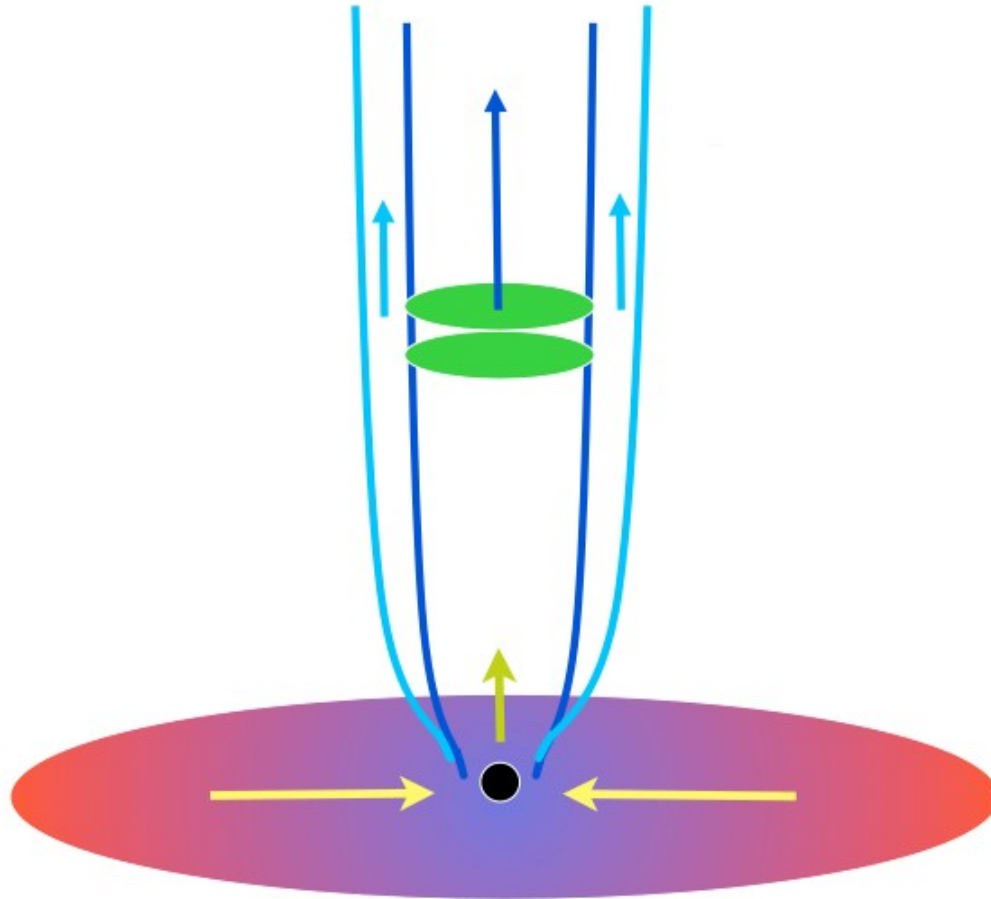
Modelo leptónico Compton Externo



Modelo hadrónico



Otras alternativas: características estructurales del chorro



Motivación

Monthly Notices

of the
ROYAL ASTRONOMICAL SOCIETY

MNRAS **484**, 2944–2953 (2019)

Advance Access publication 2019 January 18

doi:10.1093/mnras/stz109

Reconciliation of VHE γ -ray/X-ray correlation studies in Mrk 421 and break-down at high fluxes

M. M. González,^{1*} B. Patricelli,^{2,3,4} N. Fraija¹ and J. A. García-González⁵

¹Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, ...

²Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, I-56127 Pisa, Italy

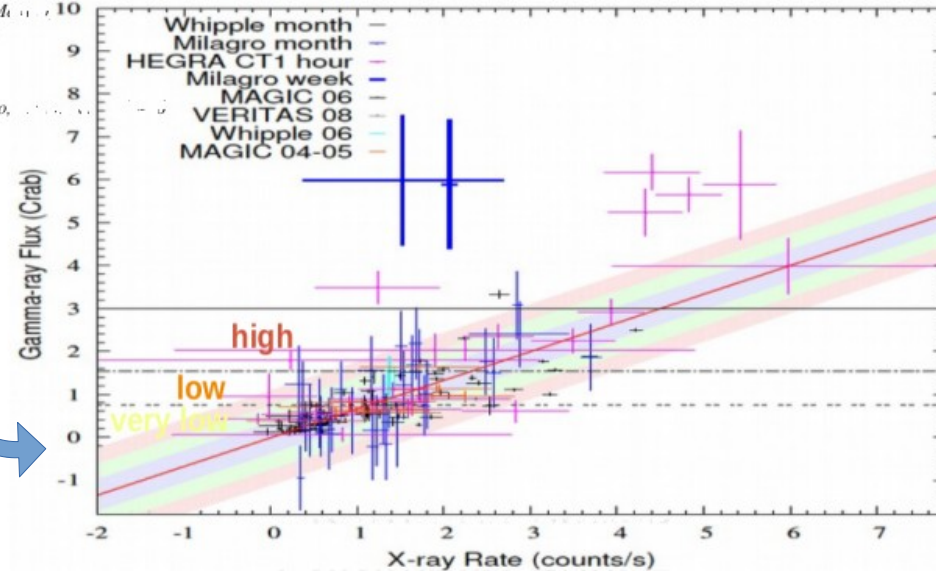
³INFN, Sezione di Pisa, I-56127 Pisa, Italy

⁴Scuola Normale Superiore, I-56126, Pisa, Italy

⁵Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, ...



Mrk 421



Muestra

Fuente	z	Energía (GeV)
Mrk 501	0.038	300
1ES 1959+650	0.048	600
PKS 2155-304	0.116	300
1ES 2344+514	0.044	350

Selección de la muestra:

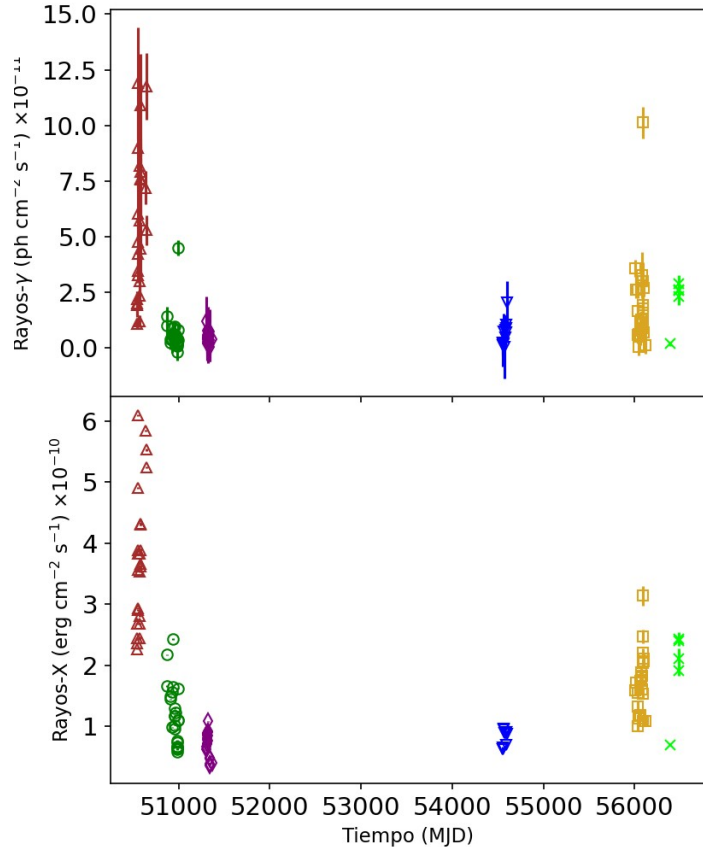
- Blazares de tipo HBL.
- Fuentes con energía de detección > 200 GeV e índice espectral $\alpha \sim 2$.
- Corrimiento al rojo $z < 0.15$.

Resultados

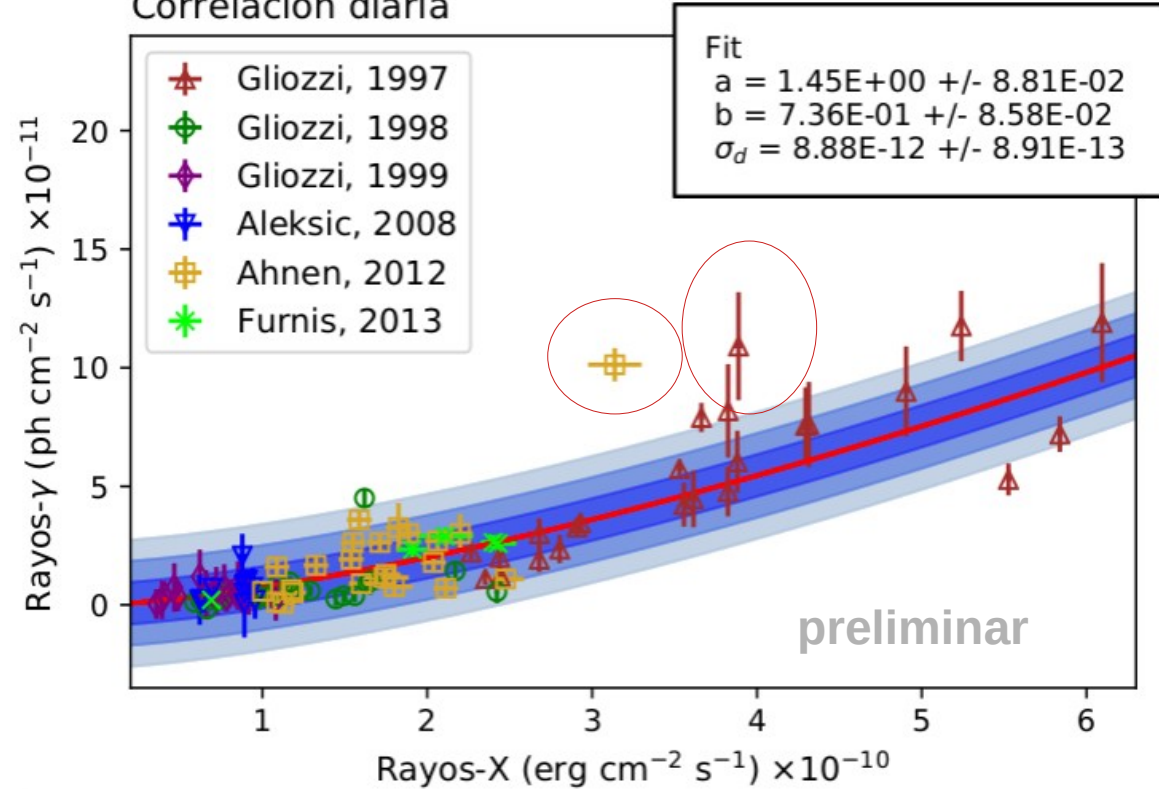


- Mkn 501

Rayos gamma >1TeV, Rayos X 2-10keV



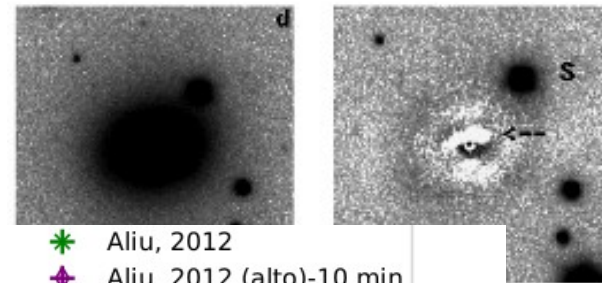
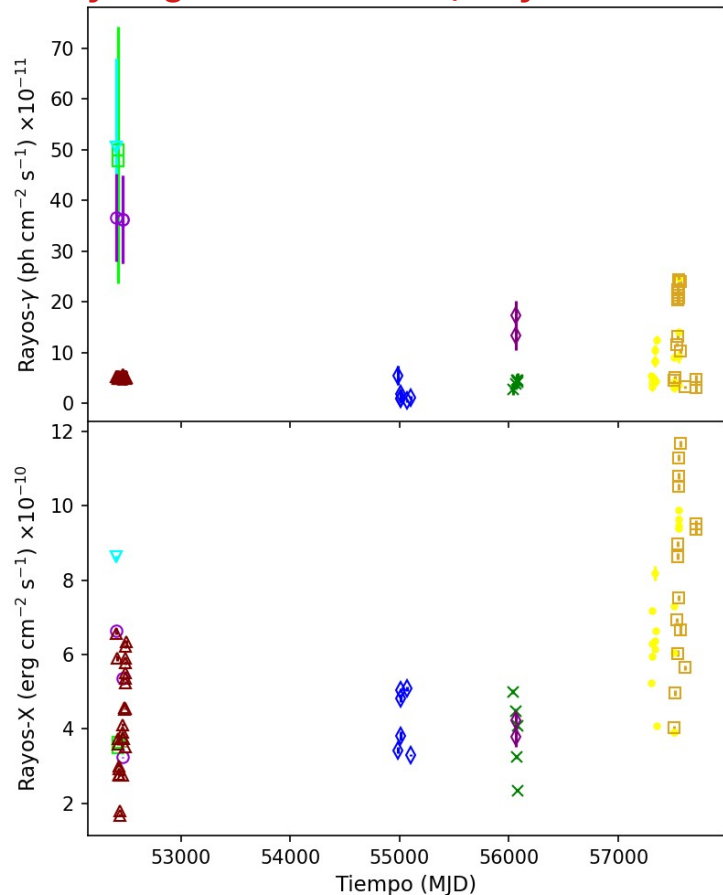
Correlacion diaria



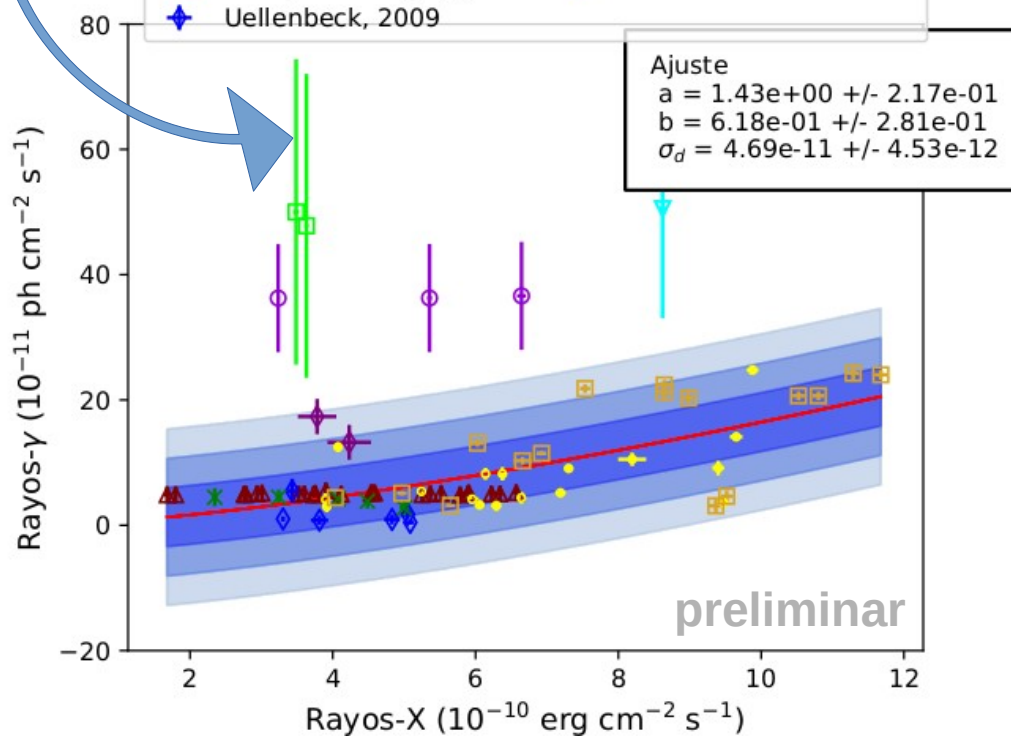
• 1ES1959+650

Ráfaga huérfana de junio 2002.

Rayos gamma >0.3 TeV, Rayos X 0.3-10keV

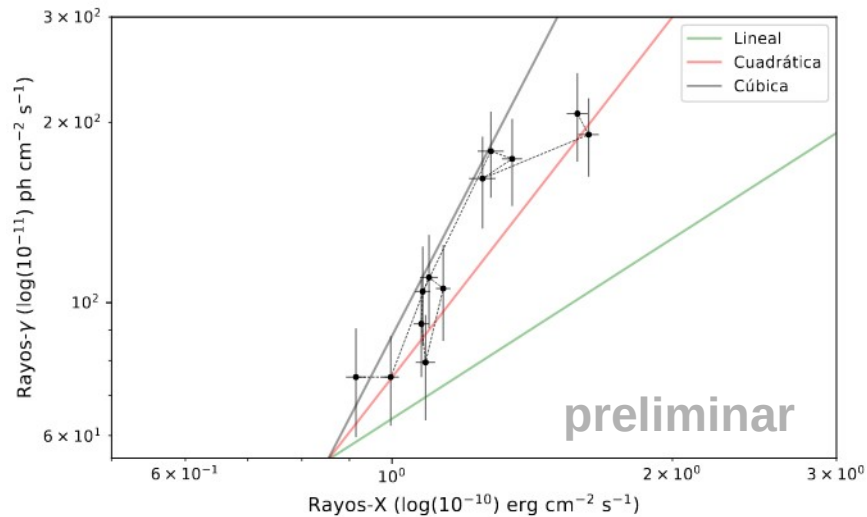
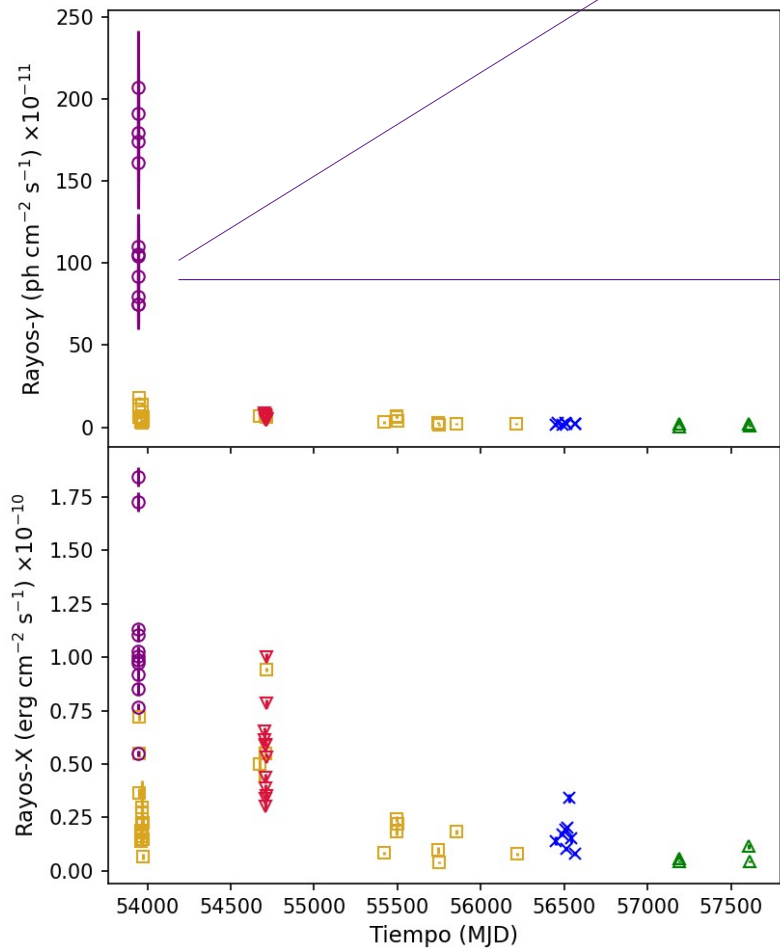


- Kraw., ráfaga junio
- Kraw., ráfaga mayo
- Kraw., HEGRA (ráfaga)
- Kraw., HEGRA (bajo)
- Uellenbeck, 2009
- * Aliu, 2012
- ♦ Aliu, 2012 (alto)-10 min
- + Santander, 2015
- Accicari, 2016

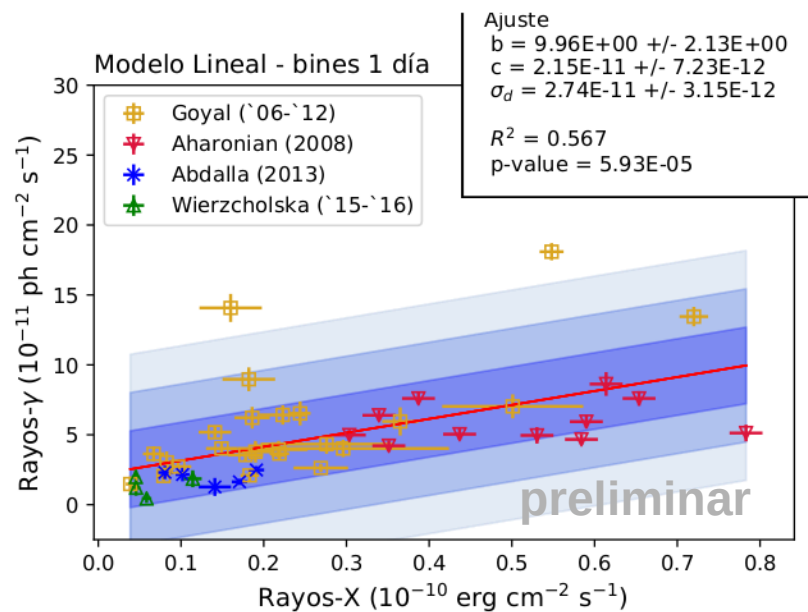


● PKS 2155-304

Rayos gamma >0.2 TeV, Rayos X 2-10keV

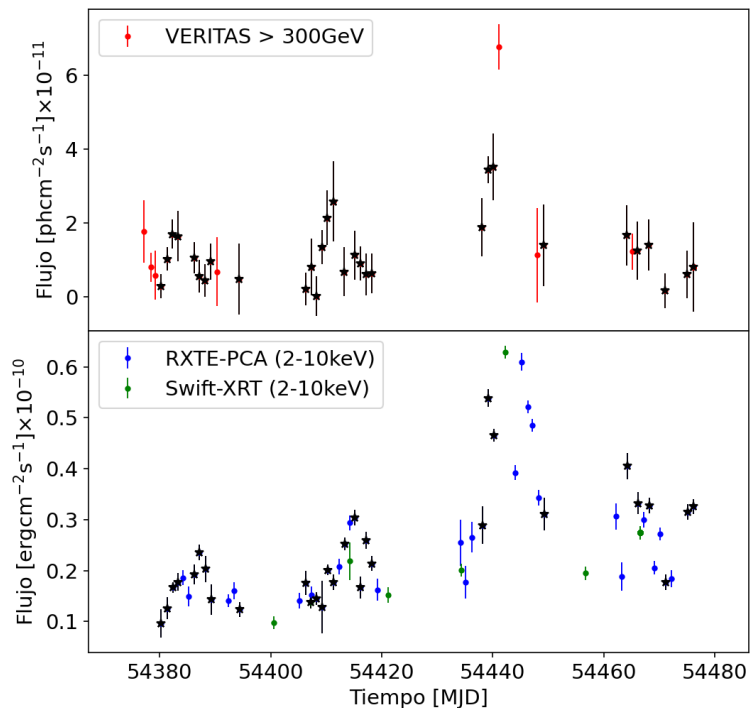


Excepcional estado alto de julio del 2006

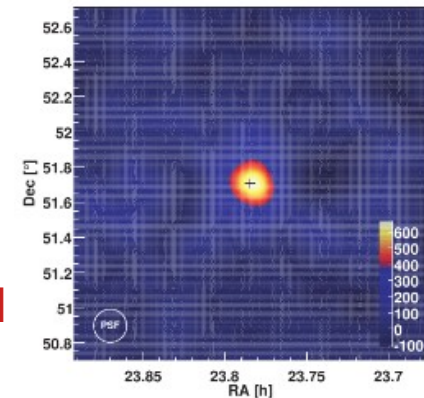
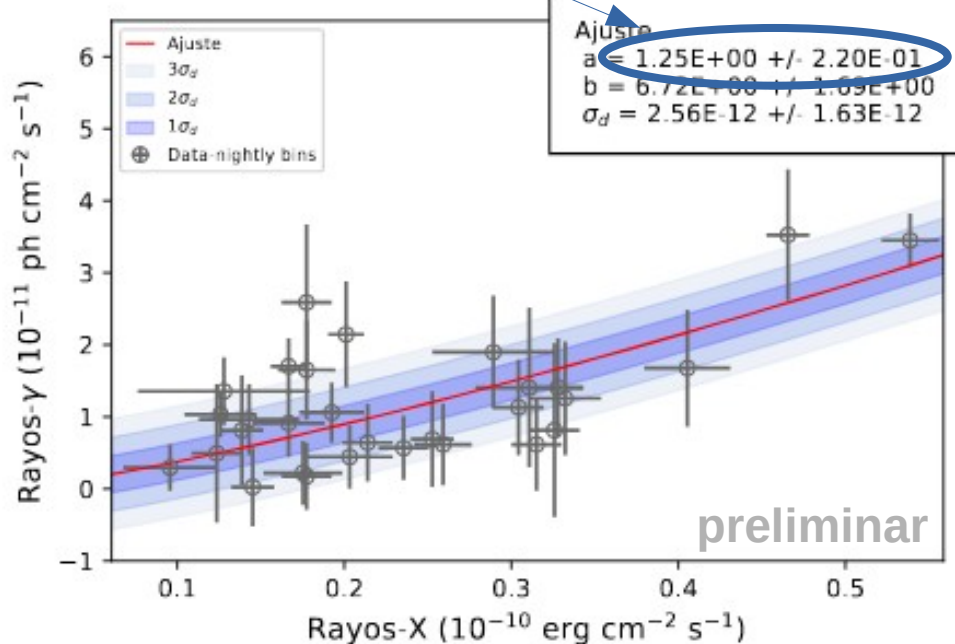


• 1ES 2344+514

Rayos gamma >0.3 TeV, Rayos X 2-10keV

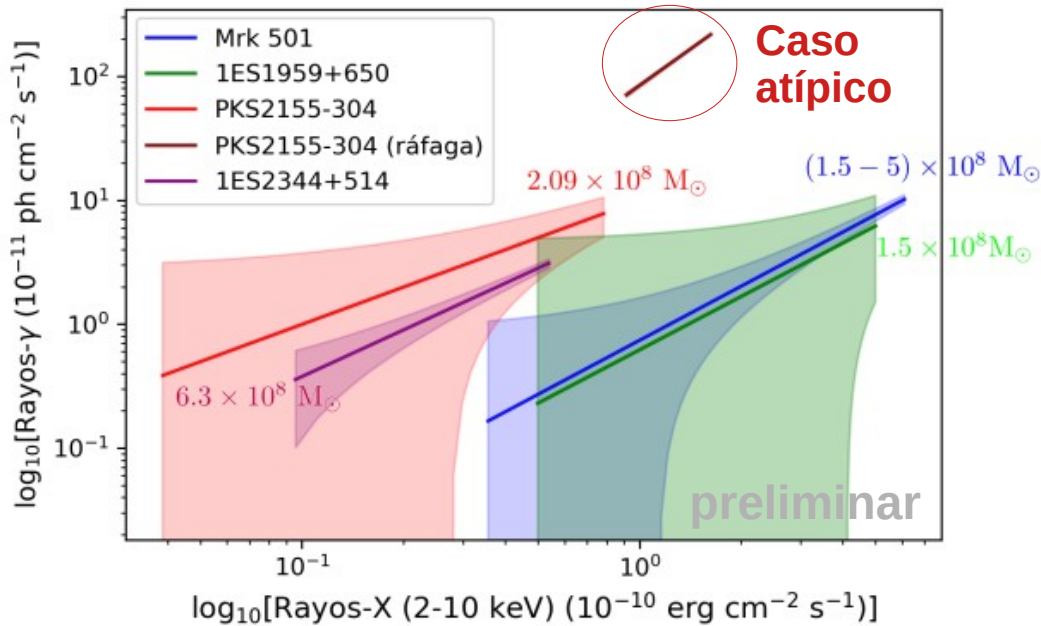


Correlación más que lineal



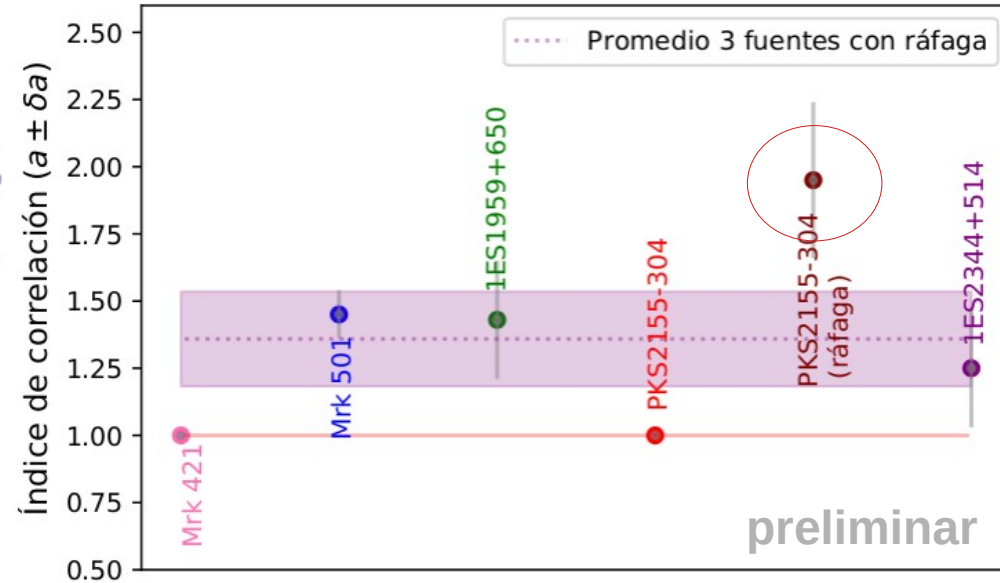
Relaciones globales

Comparación de las pendientes de las correlaciones



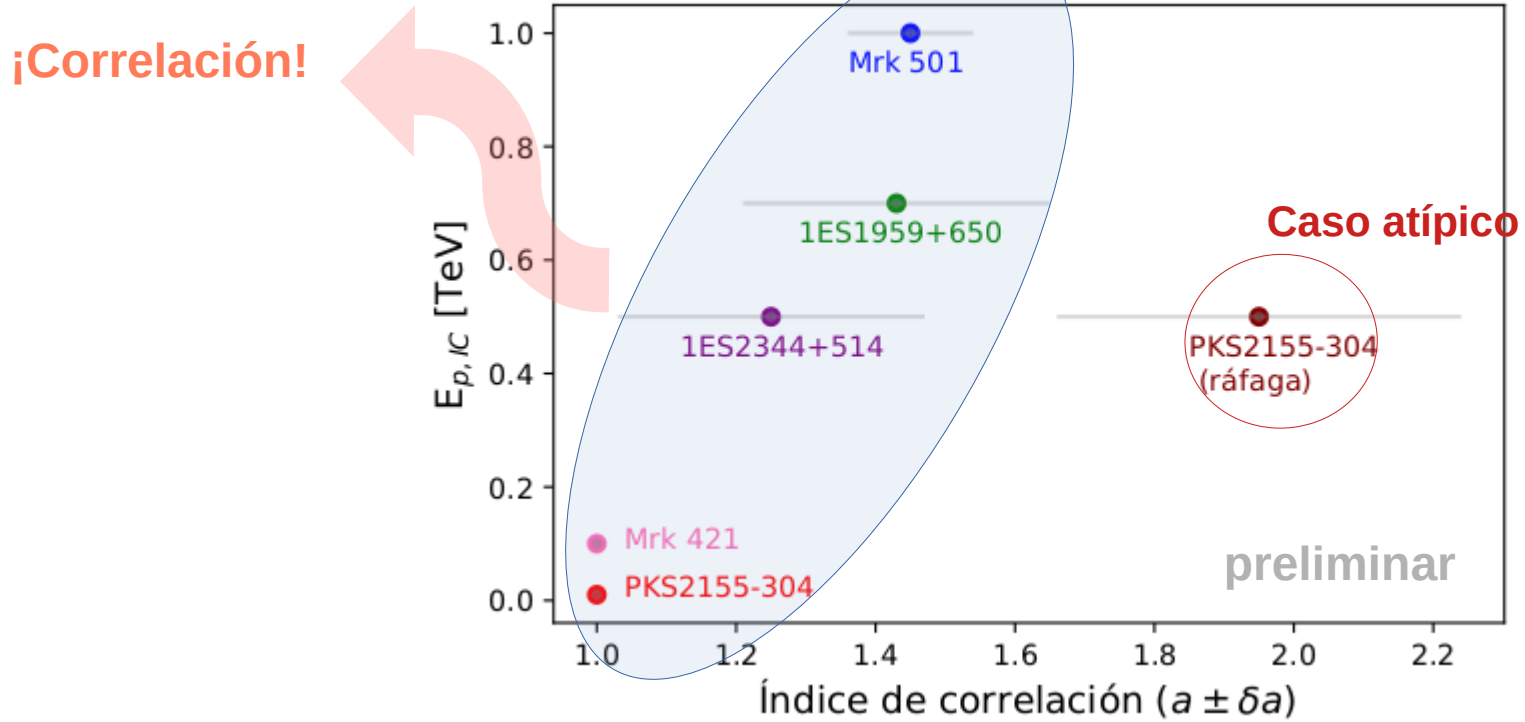
Rayos X en el mismo rango de energía tienen diferente emisión en rayos gamma.

Índices de potencia de las correlaciones



El índice de correlación está alrededor de 1.5

Relación entre la energía pico TeV y el índice de la correlación



Conclusiones

1. Tres objetos de la muestra tienen una correlación más que lineal con un índice al rededor de 1.5. PKS 2155-304 prefiere una correlación lineal al igual que Mrk 421.
2. La correlación se rompe para flujos altos de rayos gamma en el caso de los blazares con ráfaga. Esto podría indicar la presencia de otro mecanismo que emita rayos gamma o que hayan más de dos regiones de emisión en el chorro.
3. Sin embargo, una evidencia en contra que el chorro se componga de más de una zona es que en esta muestra se obtiene una discretización de índices de potencia en lugar de valores continuos entre 1 y 2.
4. Las correlaciones de las cuatro fuentes al mismo rango de rayos X, bajo el modelo SSC, muestra que aquellas con un nivel de flujo más alto en rayos X tienen una emisión en rayos gamma menos eficiente y un valor de campo magnético mayor.
5. En esta muestra se observa una aparente relación entre el índice de potencia de las correlaciones con la energía pico de TeV. A excepción de la ráfaga de julio del 2006 de PKS 2155-304.
6. Para definir mejor las causas de las diferentes formas de las correlaciones es necesario extender este trabajo en número de objetos de la muestra y también en tiempo, estudiando tanto estados altos como estados bajos.

¡Gracias!