

# Estudio de la correlación entre rayos-X y rayos-gamma de TeV en blazares.

Mabel Osorio Archila

Magdalena González<sup>1</sup>, Nissim Fraija<sup>1</sup>, José Andrés García<sup>1</sup> y Rodrigo Sacahui<sup>2</sup>

**Meeting of the Division of Cosmic Rays of the Mexican Physical Society**

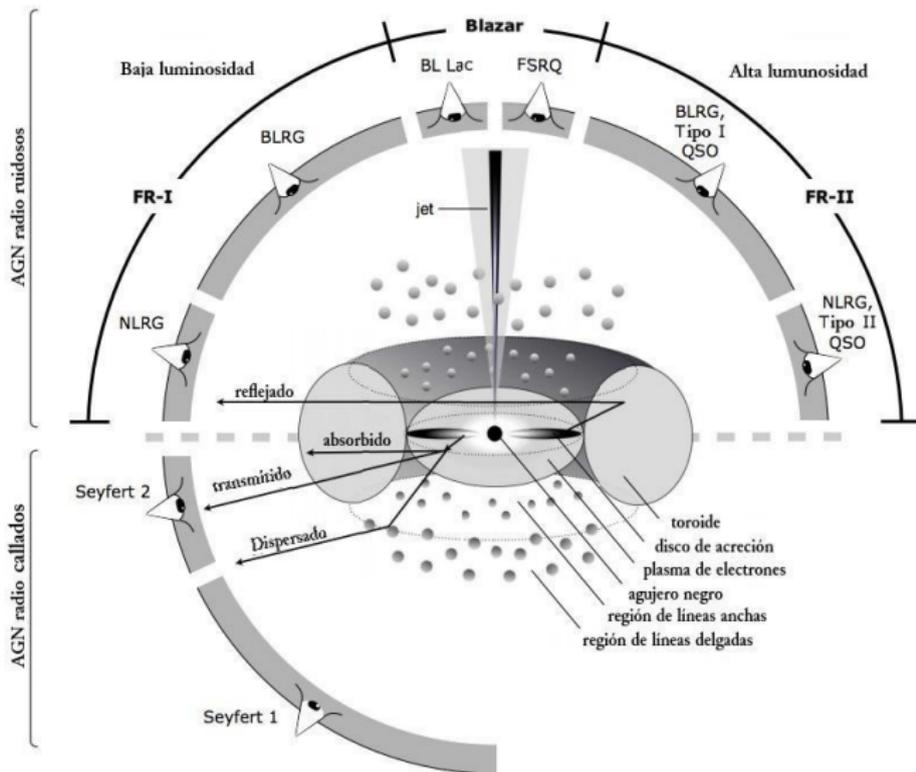
Noviembre 2019

---

<sup>1</sup>Instituto de Astronomía IA, UNAM, México.

<sup>2</sup>Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas, USAC, Guatemala.

# AGNs



**Figura 1:** Esquema de unificación de AGNs. (Antonucci, 1993)

- ▶ Emisión en todo el espectro electromagnético
- ▶ Presentan efectos relativistas como superluminosidad
- ▶ Rápida variabilidad, presentan ráfagas.
- ▶ Emisión dominada por procesos no térmicos
- ▶ Se clasifican por tipo espectral en LBL, IBL, HBL.

# Tipos espectrales en blazares.

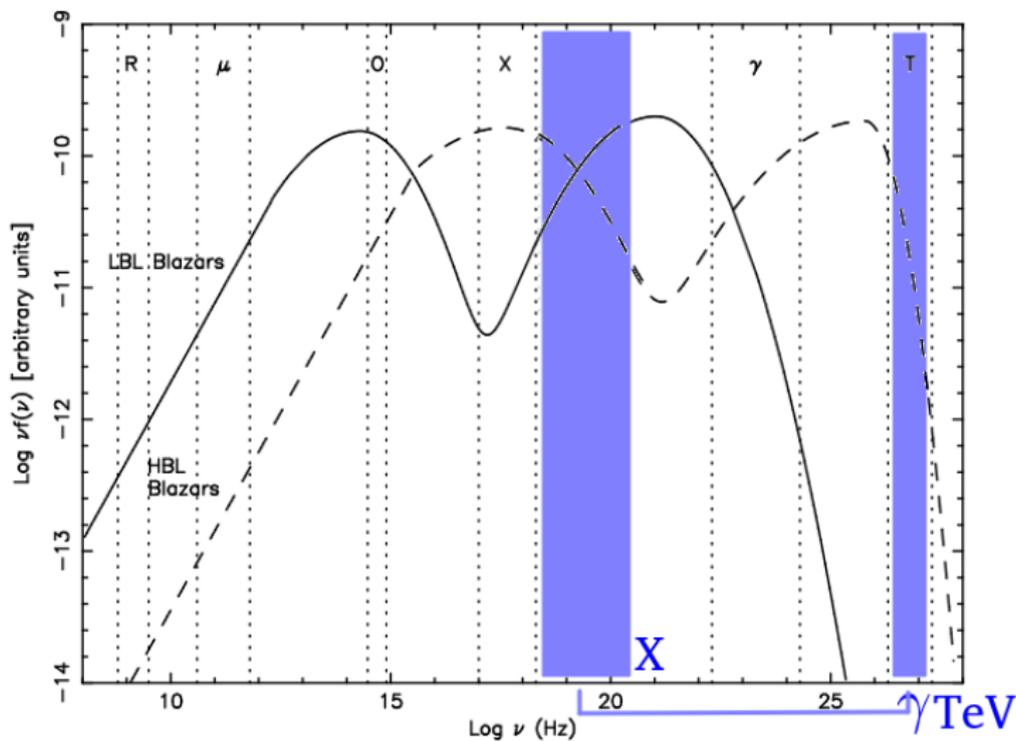
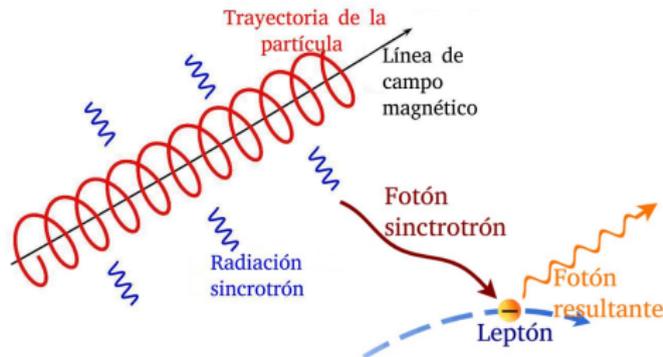


Figura 2: Densidad espectral de energías multifrecuencia.

## ▶ Leptónico.

- ▶ primer pico (rayos-X  $\approx 0.5\text{keV}$ )  $\rightarrow$  Efecto sincrotrón.
- ▶ segundo pico (rayos- $\gamma$   $\gtrsim 200\text{GeV}$ )  $\rightarrow$  Efecto Compton Inverso.



Se espera una correlación entre rayos-X y rayos- $\gamma$ .

## ▶ Hadrónico.

- ▶ primer pico (rayos-X  $\approx 0.5\text{keV}$ )  $\rightarrow$  Efecto sincrotrón.
- ▶ segundo pico (rayos- $\gamma$   $\gtrsim 200\text{GeV}$ )  $\rightarrow$  Interacciones  $p + p$ ,  $p + \gamma$  donde resultan  $\pi^0$ ,  $\pi^\pm$ ,  $\mu$ ,  $e^\pm$ ,  $\nu$ ,  $\gamma$ ,...

No hay correlación entre rayos-X y rayos- $\gamma$ .

En M.M. González et al. (2019), se estudia la correlación para el blazar Mrk 421.

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 $\gamma$ -ray/X-ray correlation studies in Mrk 421 and break-down at high fluxes

M. M. González,<sup>1\*</sup> B. Patricelli,<sup>2,3,4</sup> N. Fraija<sup>1</sup> and J. A. García-González<sup>5</sup>

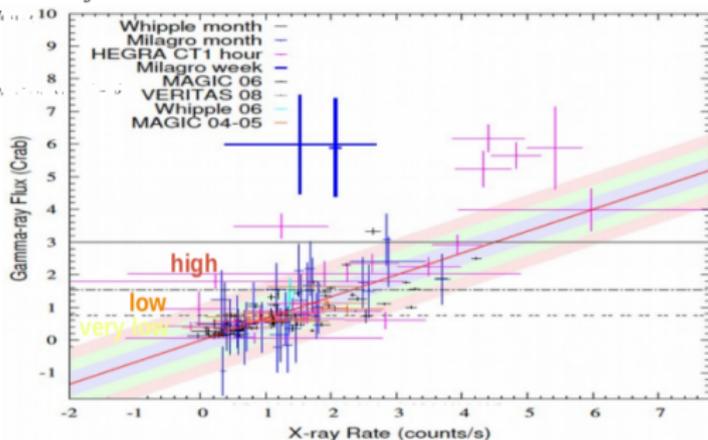
<sup>1</sup>Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, México

<sup>2</sup>Dipartimento di Fisica, Università di Pisa, I-56127 Pisa, Italy

<sup>3</sup>INFN, Sezione di Pisa, I-56127 Pisa, Italy

<sup>4</sup>Scuola Normale Superiore, I-56126, Pisa, Italy

<sup>5</sup>Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, México



# Fuentes

Los blazares BL-Lac Mrk 501 y 1ES 1959+650 están entre las fuentes más cercanas con una emisión alta en rayos-X y rayos- $\gamma$ . Son de tipo espectral HBL.

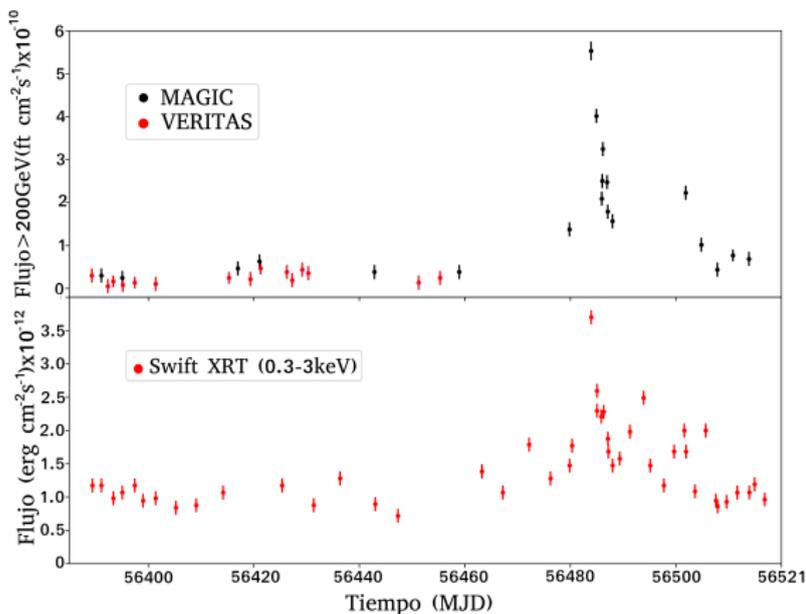


**Figura 5:** SED de Mrk 501 y 1ES 1959+650 obtenidos por varios instrumentos y catálogos desde 1978 hasta 2015.  
ref: <https://tools.ssdc.asi.it/>

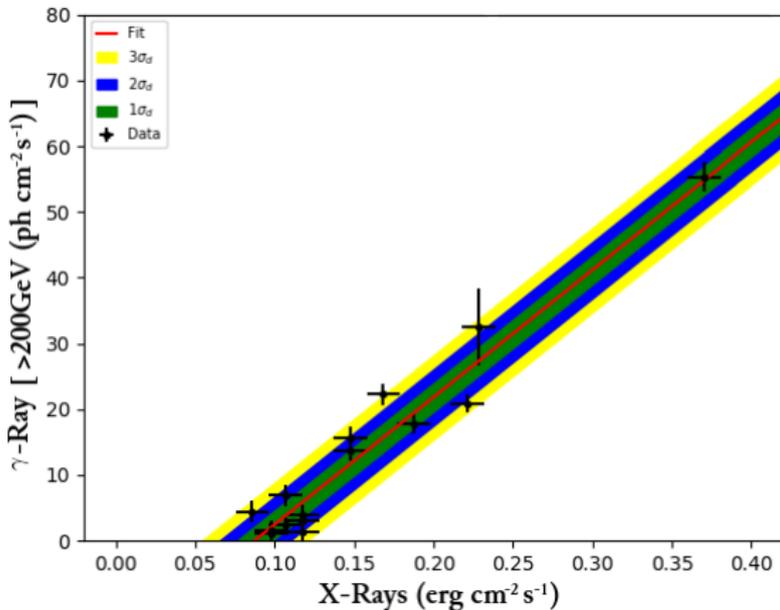
# Curvas de luz y correlación

## Mrk 501

- ▶ Curvas de luz de Mrk 501 observadas de abril a julio de 2013.
- ▶ Curva de luz en rayos- $\gamma$  obtenida por MAGIC Y VERITAS a energías mayores a 200 GeV.
- ▶ La curva de luz de rayos-X observada por Swift XRT a energías de 0.3 a 3keV.

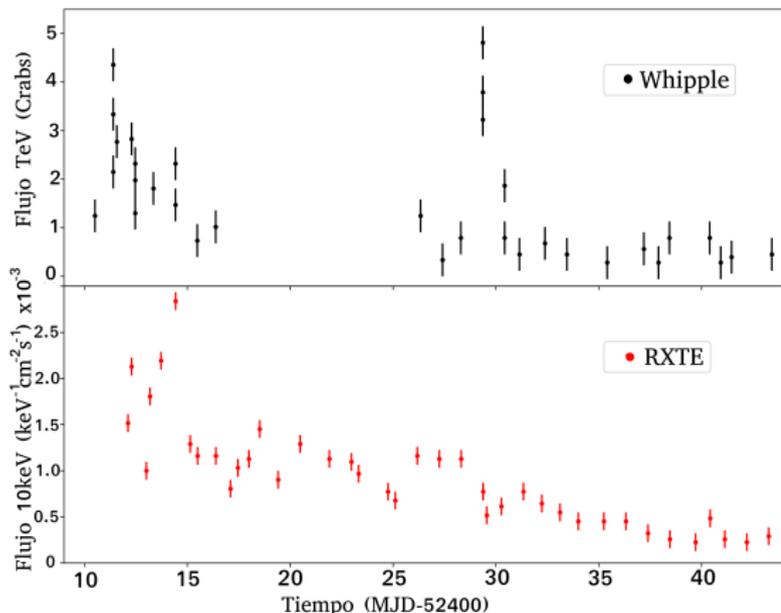


- ▶ Correlación entre rayos- $\gamma$  y rayos-X de Mrk 501.
- ▶ Los datos carecen de simultaneidad en un promedio de 30 minutos.
- ▶ No hay evidencia de un rompimiento de correlación a flujos altos.
- ▶ Todos los datos están contenidos dentro de  $3\sigma$ .

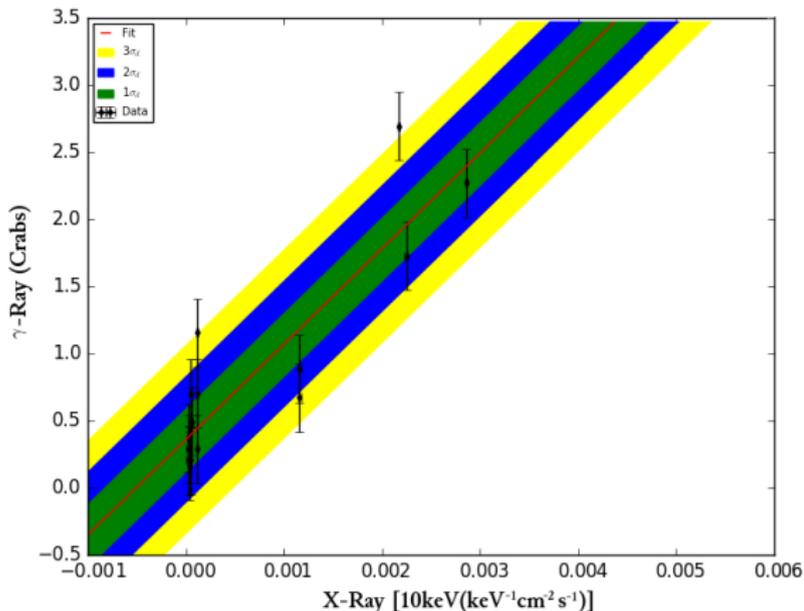


## 1ES 1959+650

- ▶ Curvas de luz de 1ES 1959+650 monitoreadas desde mayo hasta agosto del 2002.
- ▶ Curva de luz en rayos- $\gamma$  obtenida por el telescopio Whipple a energías  $> 100\text{GeV}$ .
- ▶ La curva de luz de rayos-X observada por RXTE con el instrumento PCA a energías de  $10\text{keV}$ .



- ▶ Correlación entre rayos- $\gamma$  y rayos-X de 1ES 1959+650.
- ▶ Los datos carecen de simultaneidad en un promedio de 1.7 horas.
- ▶ La correlación se realiza a partir del 05 de junio de 2002, tomando sólo una fase no activa.



# ¿Qué podemos aprender con el estudio de las correlaciones?

- ▶ **Mecanismos de radiación.**
  - ▶ Probar qué tan fuerte son las correlaciones.
  - ▶ Conocer si la correlación es única a lo largo de la intensidad de los flujos.
  - ▶ Estudiar desviaciones de correlación.
  - ▶ Estudiar si hay consistencia en correlaciones a diferentes frecuencias.
- ▶ **Conocer si existe más de una zona de emisión.**
  - ▶ Estudios de las curvas de luz a diferentes frecuencias podría ayudar a a reconocer contribuciones debidas a diferentes zonas.
- ▶ **Estimar campo magnético.**

- ▶ Se presentó las curvas de luz de rayos- $\gamma$  y rayos-X y su correlación de los blazares HBL Mrk 501 y 1ES 1959+650 con datos de estudios multifrecuencia ya publicados.
- ▶ Se encuentra una correlación entre ambas emisiones sin observar un rompimiento.
- ▶ Son resultados preliminares. Se necesitan más datos para concluir si la correlación no se rompe a flujos más altos, especialmente para el blazar 1ES 1959+650.

## Trabajos a futuro.

- ▶ Una muestra mayor de datos para Mkn 501 y especialmente 1ES 1959+650.
- ▶ El estudio del efecto de la cuasi simultaneidad en los datos.
- ▶ Conocer si las fuentes tienen un comportamiento similar a Mrk 421.
- ▶ La aplicación del modelo teórico de M.M. González et al. (2019) para encontrar un rango de valores para el campo magnético de ambas fuentes.

¡Gracias!