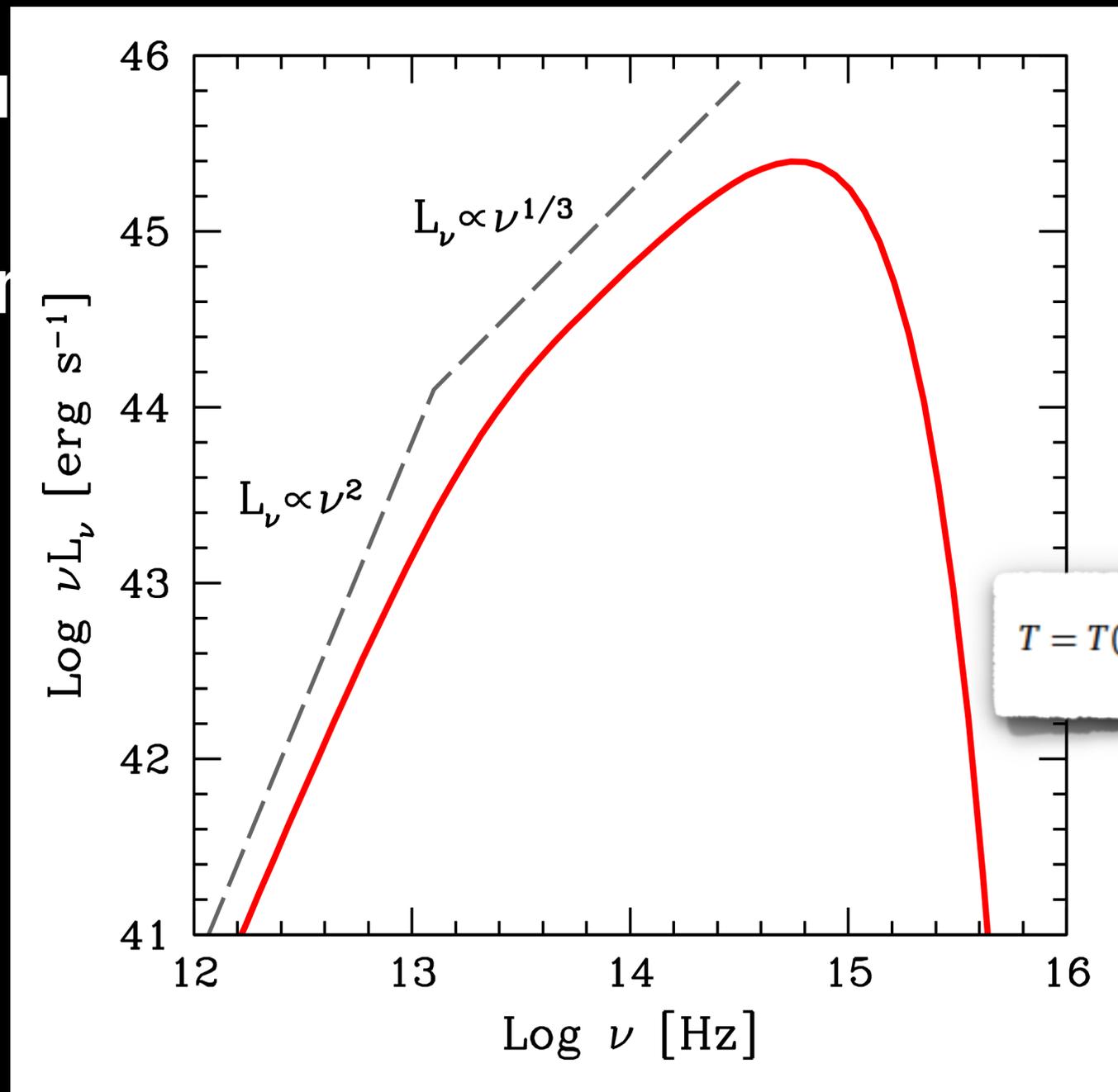


intensità della luce  
=  
velocità di accrescimento

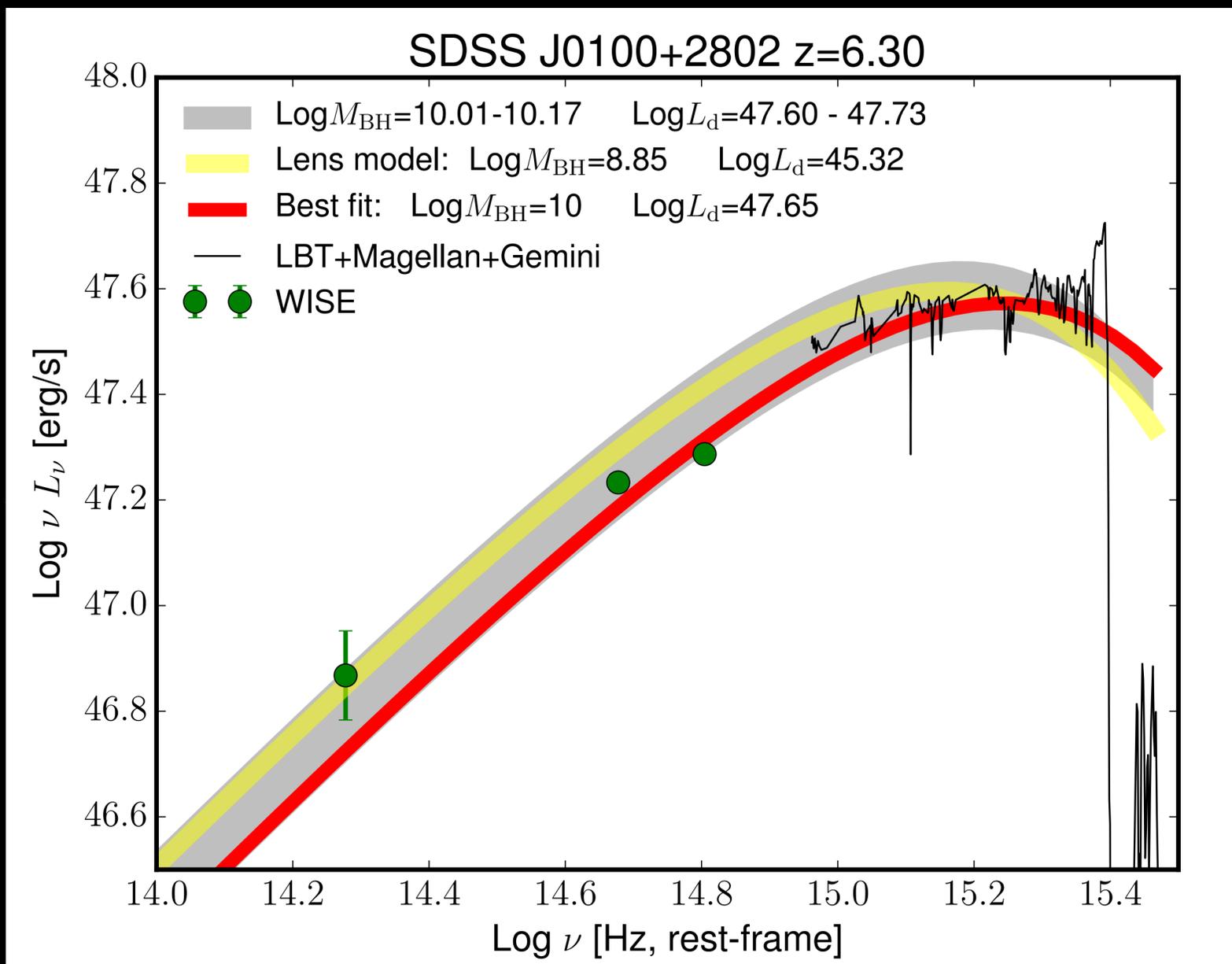
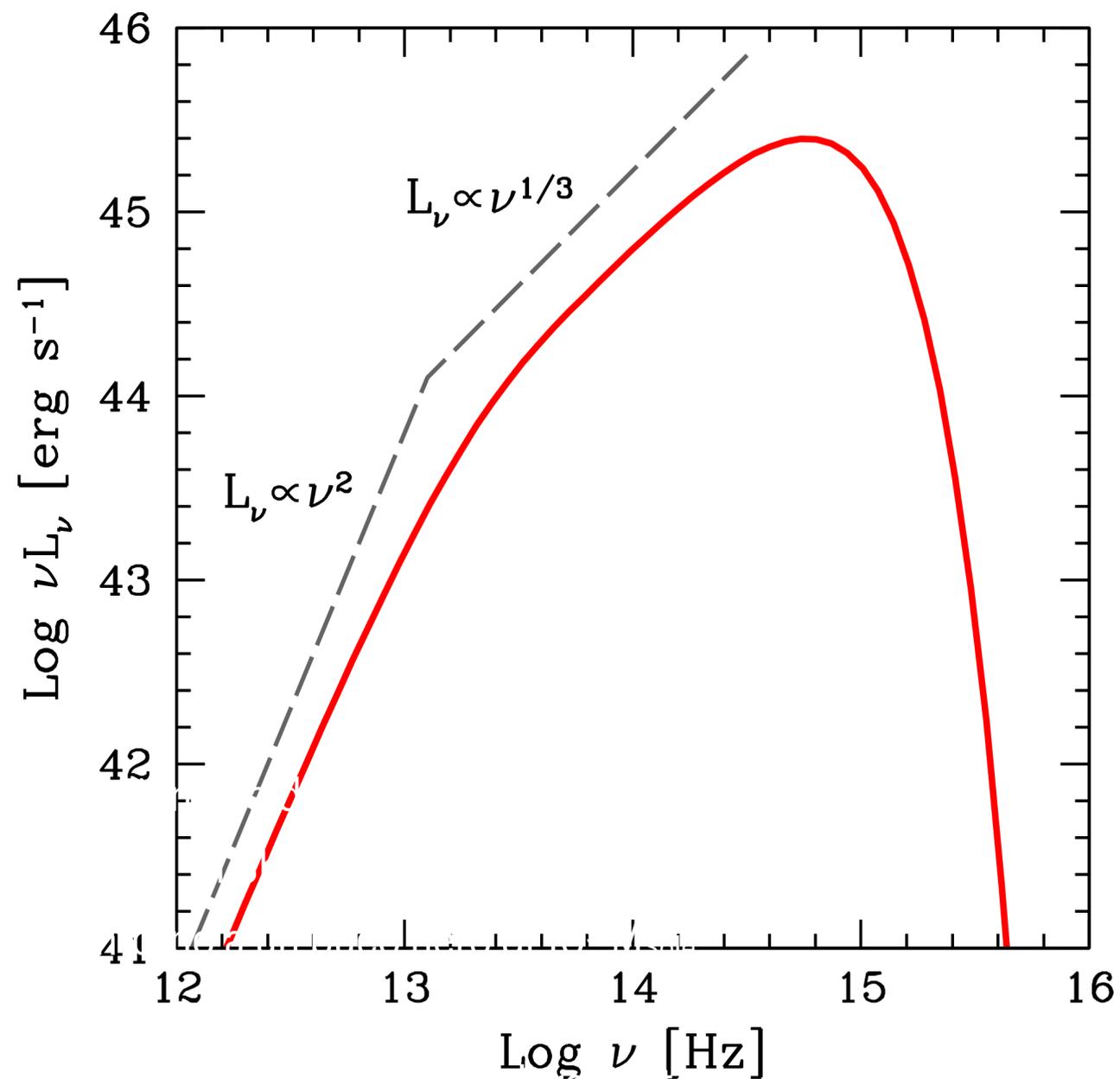
emissione da disco di accrescimento  
di Shakura & Sunyaev (1973)  
intorno a un buco nero di  $10^9 M_{\text{Sole}}$   
con un tasso di accrescimento  
pari al 10% del valore limite



colore  
=  
massa del buco nero  
accrescimento estremo

$$T = T(R; M_{\text{BH}}, \dot{M}) = \left\{ \frac{3G}{8\pi\sigma} \frac{M_{\text{BH}} \dot{M}}{R^3} \left[ 1 - \left( \frac{R_{\text{in}}}{R} \right)^{1/2} \right] \right\}^{1/4}$$

**REALISTICAMENTE?**

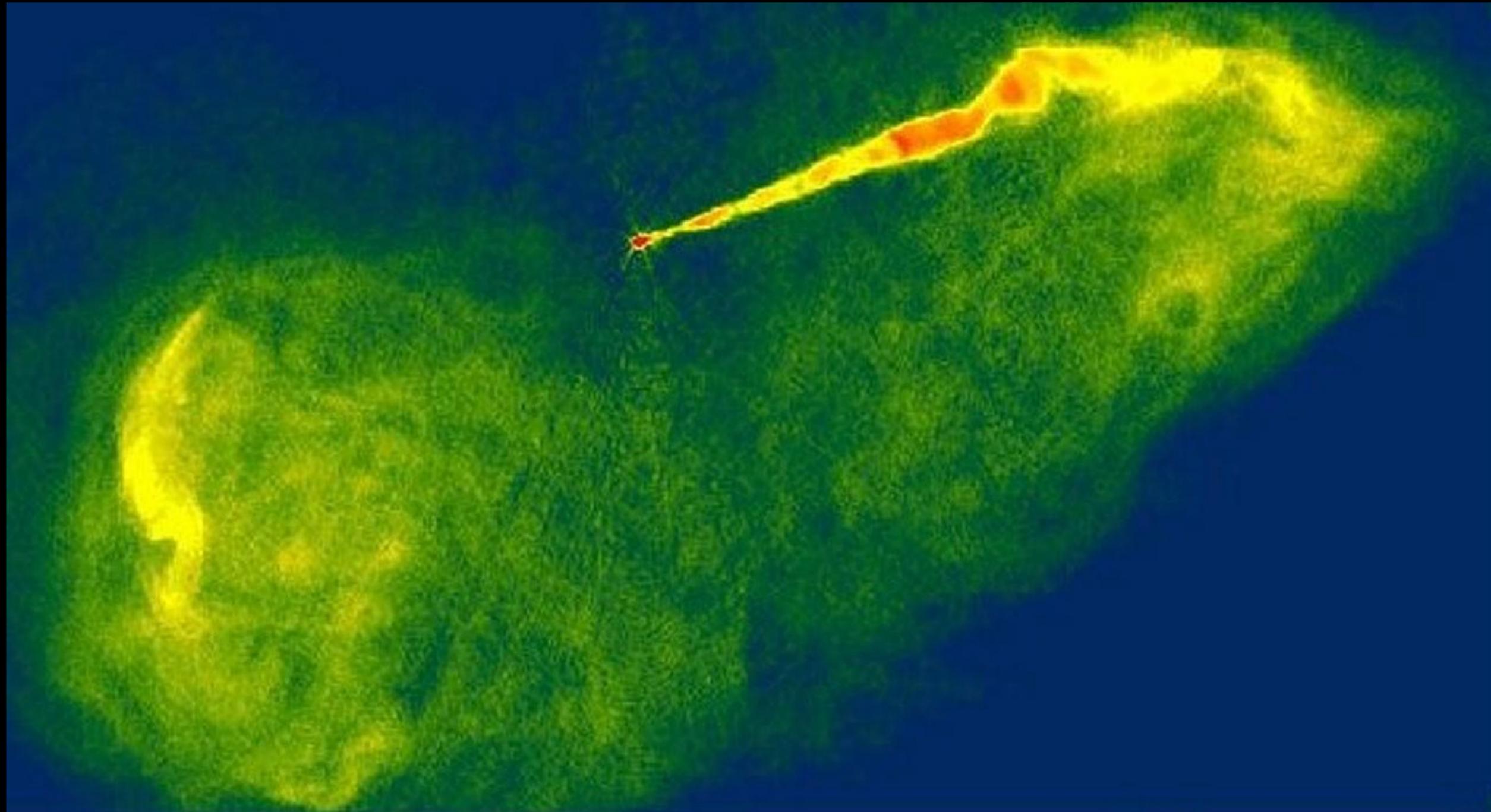


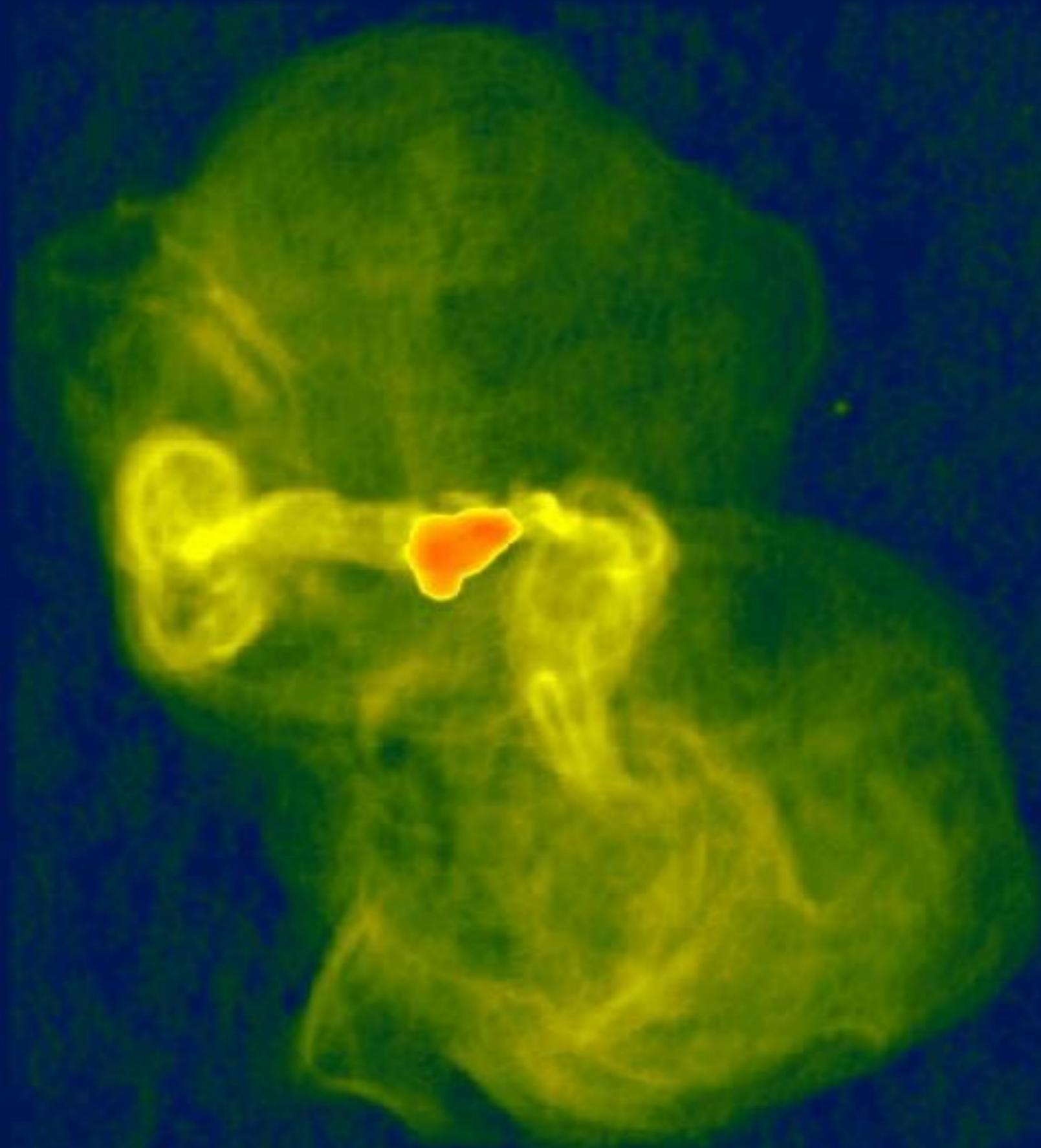
**REALISTICAMENTE?**

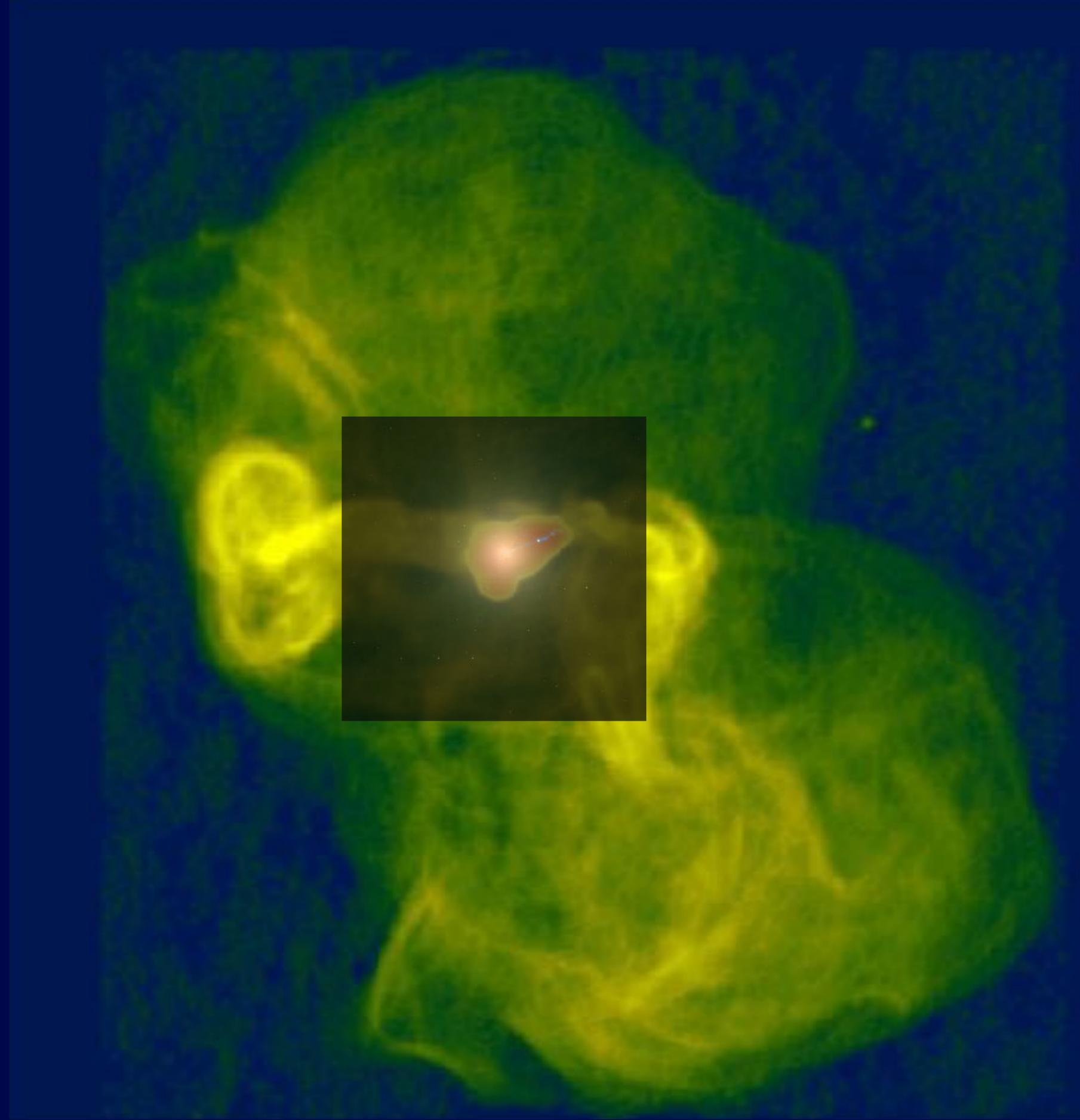
**GETTI RELATIVISTICI**







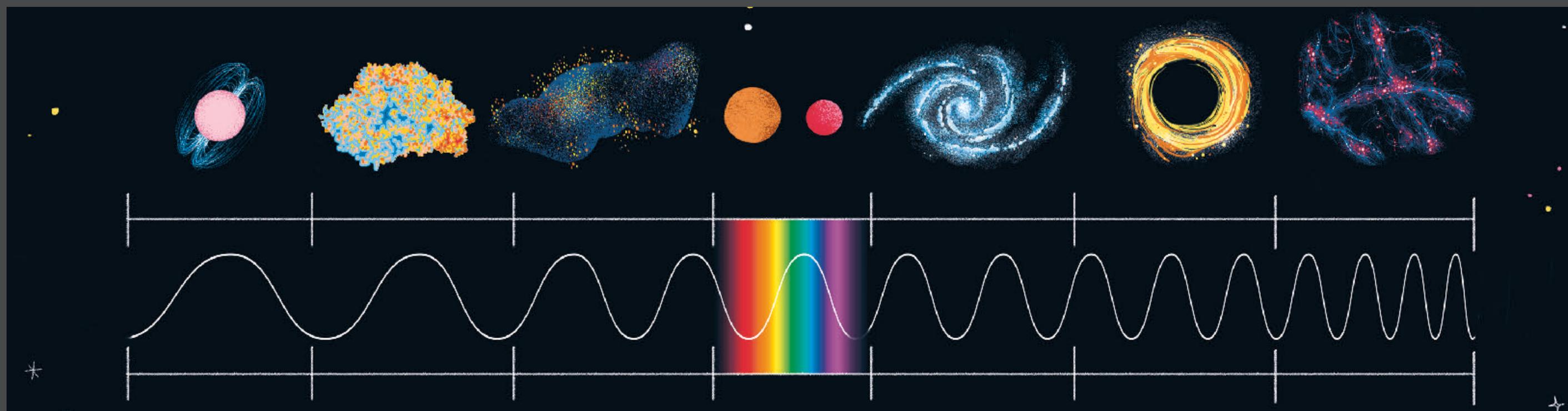
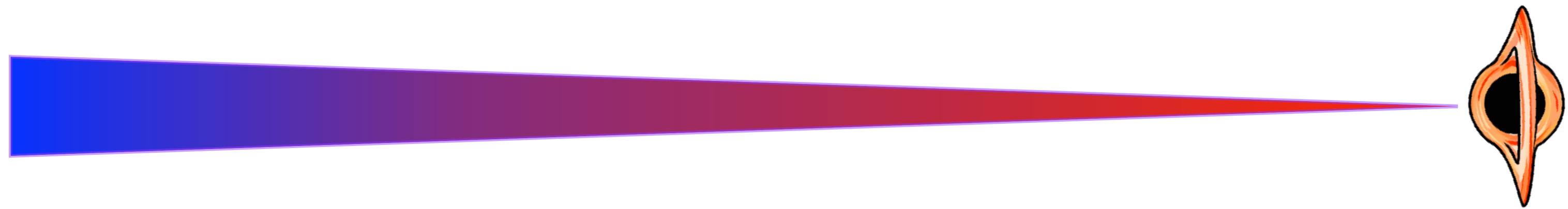
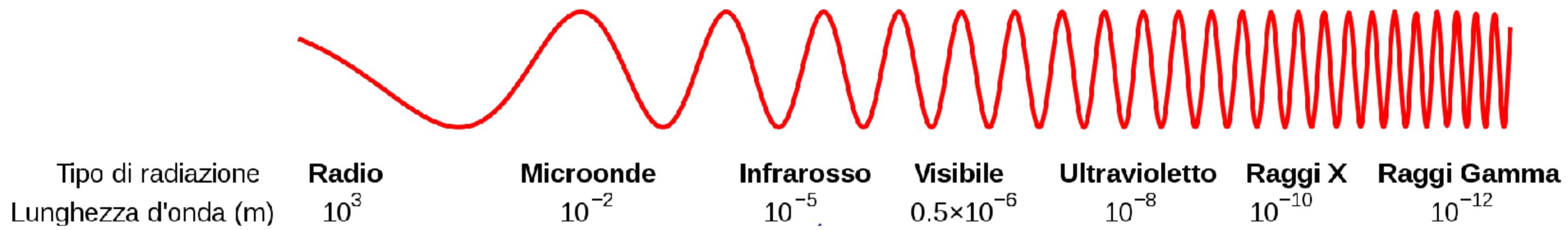


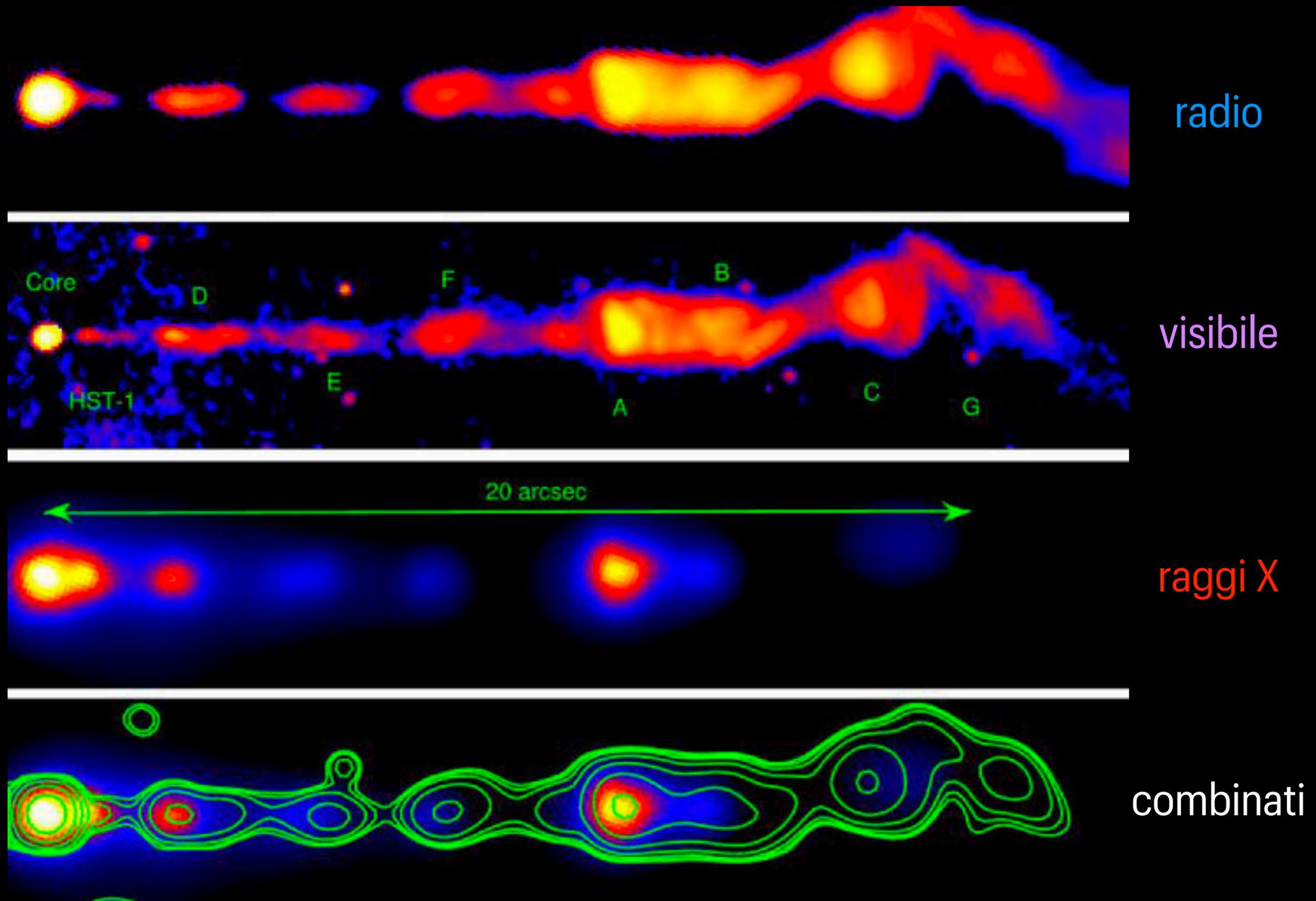




**getto relativistico:  
flusso di particelle accelerate  
quasi alla velocità della luce**

**come un faro o una torcia:  
ben visibili (e amplificate) se  
allineate al punto di vista  
dell'osservatore, sbiadiscono se  
disallineate**

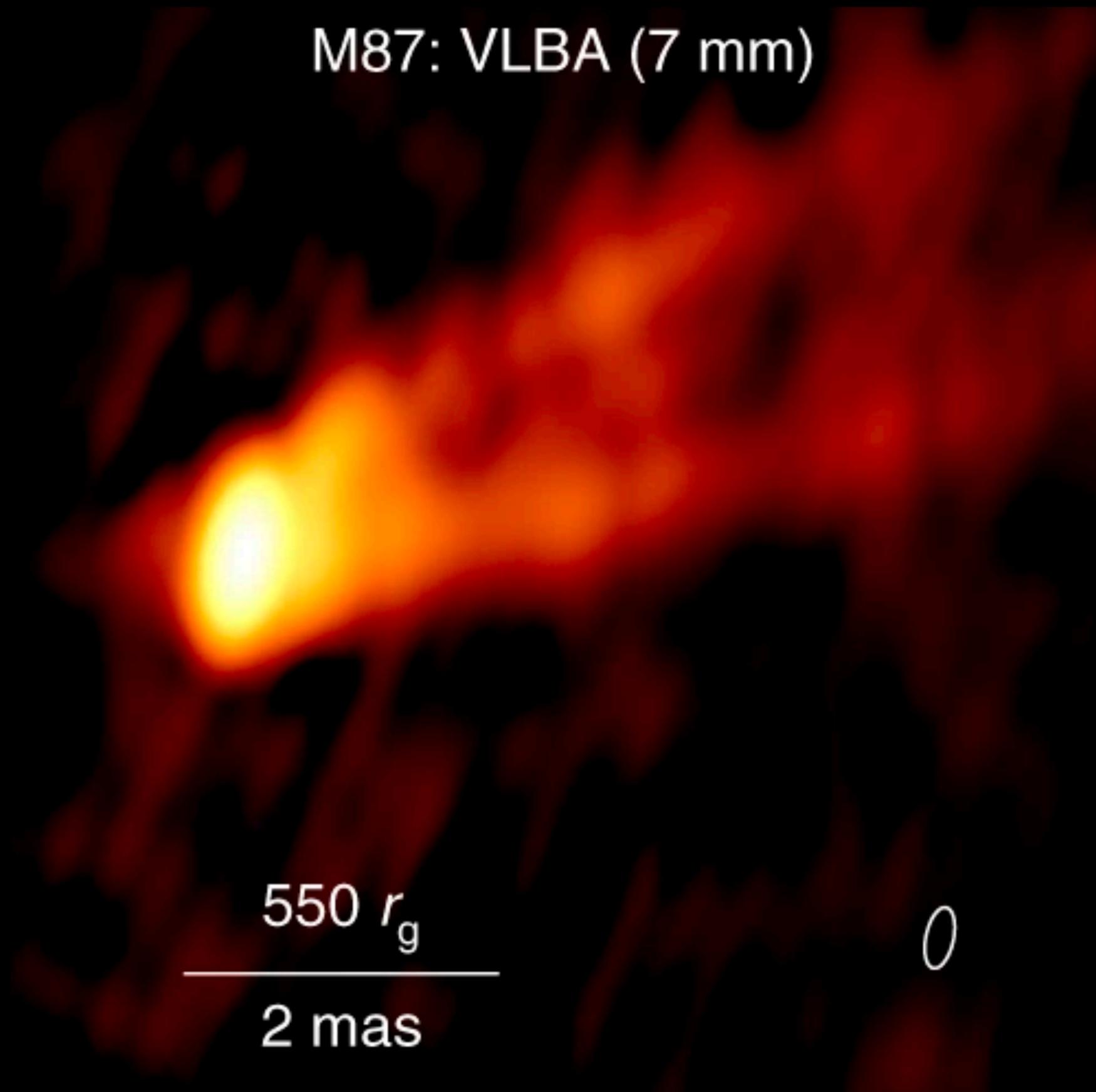
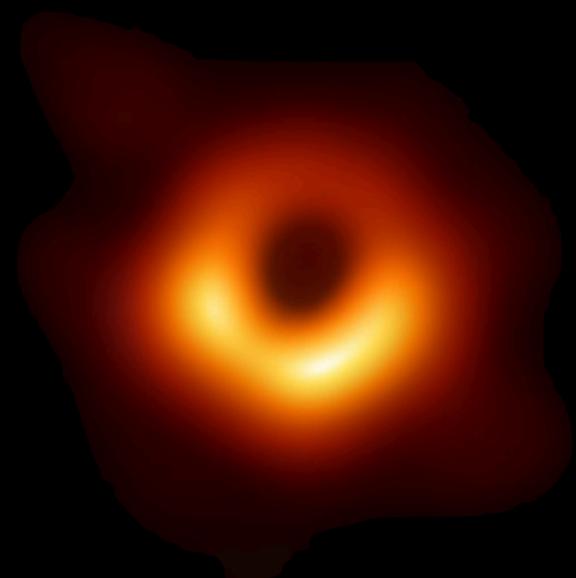




distanza dal buco nero



M87: VLBA (7 mm)

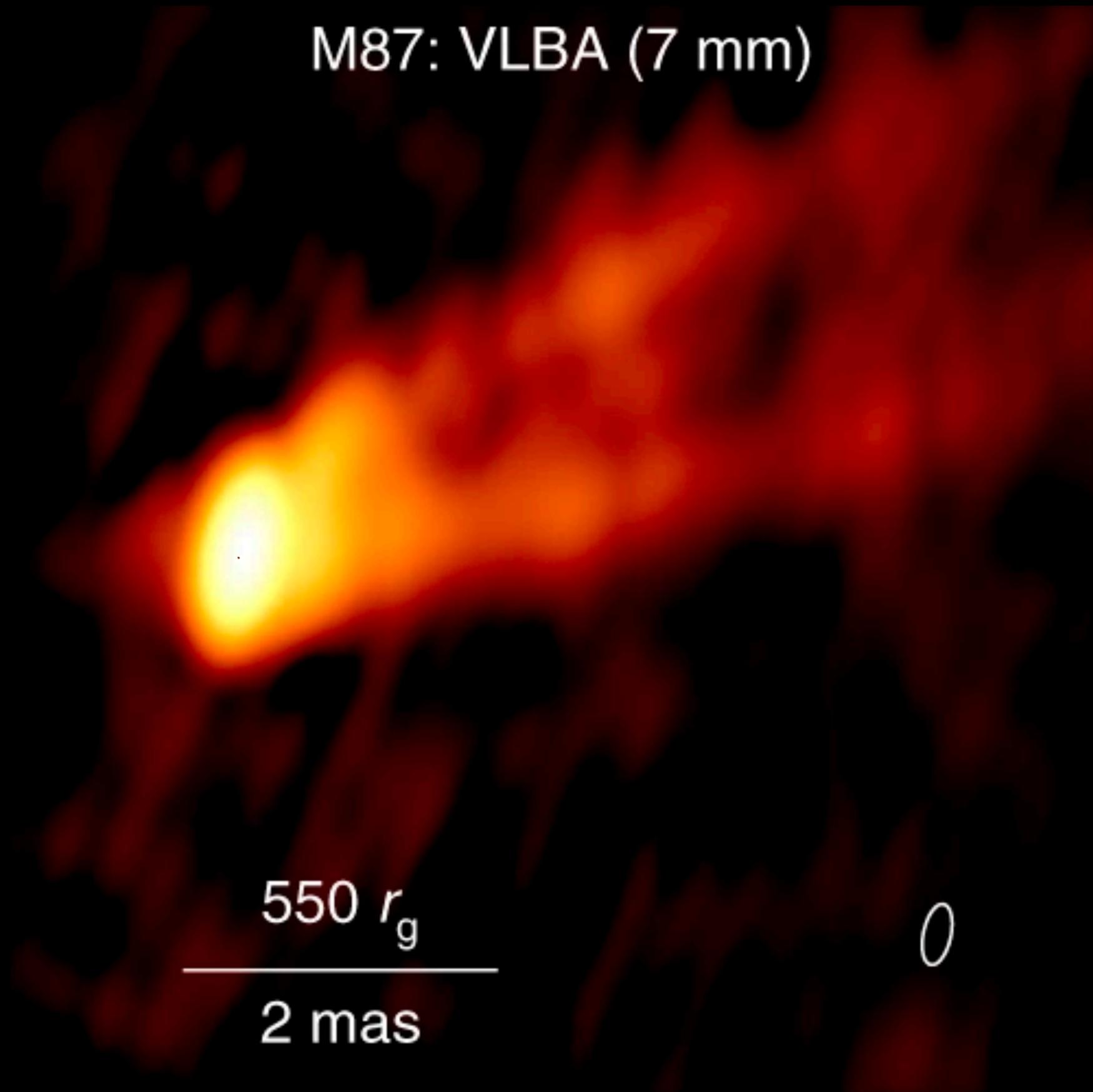


$550 r_g$

2 mas

0

M87: VLBA (7 mm)



550  $r_g$

2 mas

0

A black hole is depicted with a glowing accretion disk and a blue relativistic jet extending upwards. The background shows a starry field and a dark band of dust or gas.

## LE QUESTIONI APERTE:

A) come viene “lanciato” (= accelerato)  
il getto relativistico?

The image is a composite. The left side shows a view of a galaxy, likely the Milky Way, with a dense field of stars and a prominent band of dust and gas. The right side shows a black hole with a glowing accretion disk and a bright blue jet of plasma being emitted from its poles. The background is a dark, reddish-brown gradient.

## LE QUESTIONI APERTE: IL LANCIO

1) trasferimento di materia e campo magnetico dal disco alla zona polare del buco nero

The image is a composite. The left side shows a galaxy with a bright central region and a diffuse, star-filled disk. The right side shows a black hole, represented as a dark sphere, surrounded by a glowing accretion disk with a color gradient from red to yellow. A bright blue jet of light and gas extends upwards from the black hole. The background is a dark, starry space.

## LE QUESTIONI APERTE: IL LANCIO

2) accumulo di energia, confinamento e accelerazione dovute alla **rotazione** del buco nero



## **LE QUESTIONI APERTE:**

**B) da cosa è composto?**

**Solo leptoni o gli adroni hanno un ruolo?**

# **GETTI RELATIVISTICI ALLINEATI: BLAZAR**

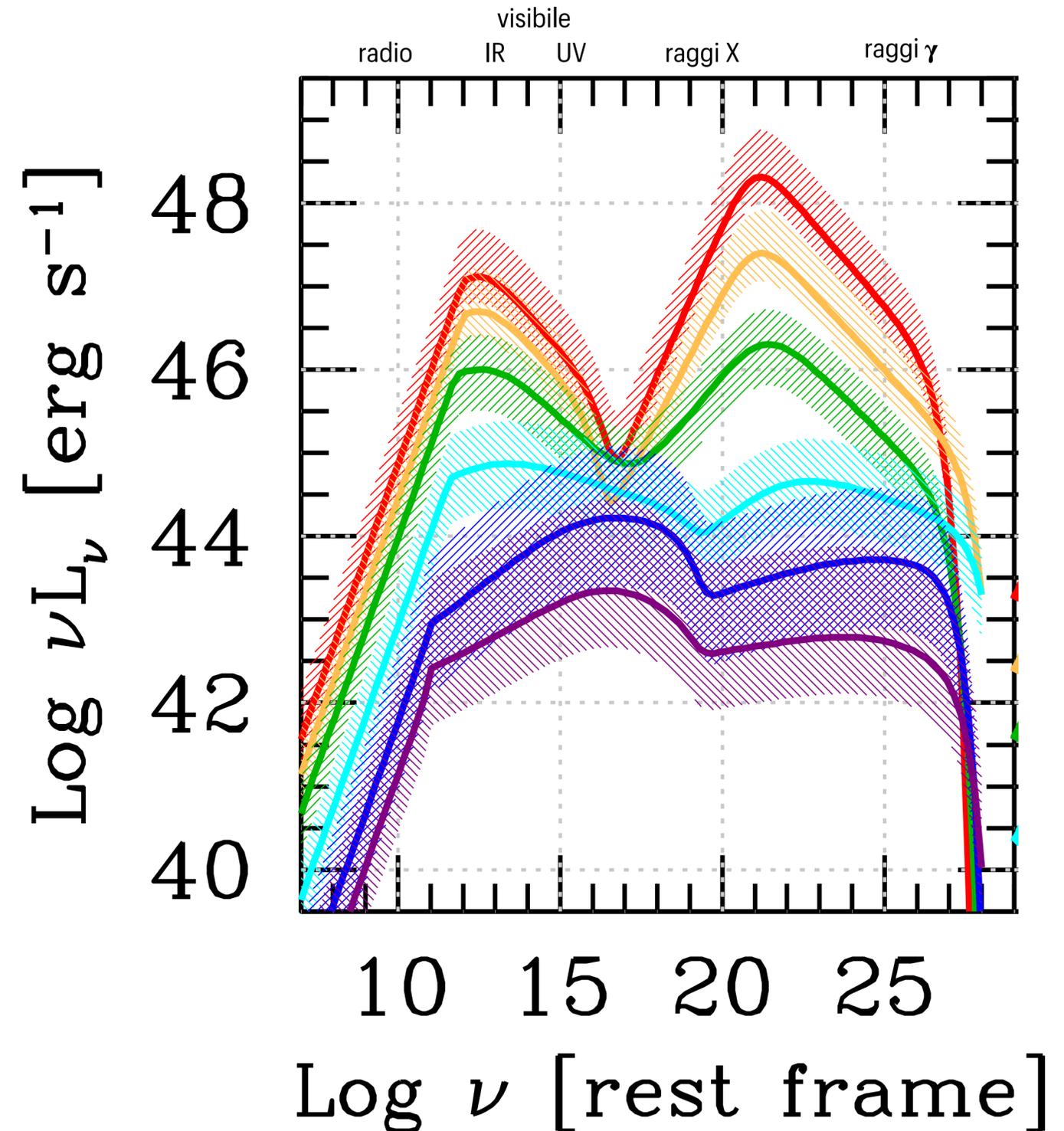
# PERCHÉ QUESTE INCERTEZZE? DISTRIBUZIONE SPETTRALE DI ENERGIA DEI BLAZAR

emissione tipica del getto  
allineato alla nostra linea di vista:

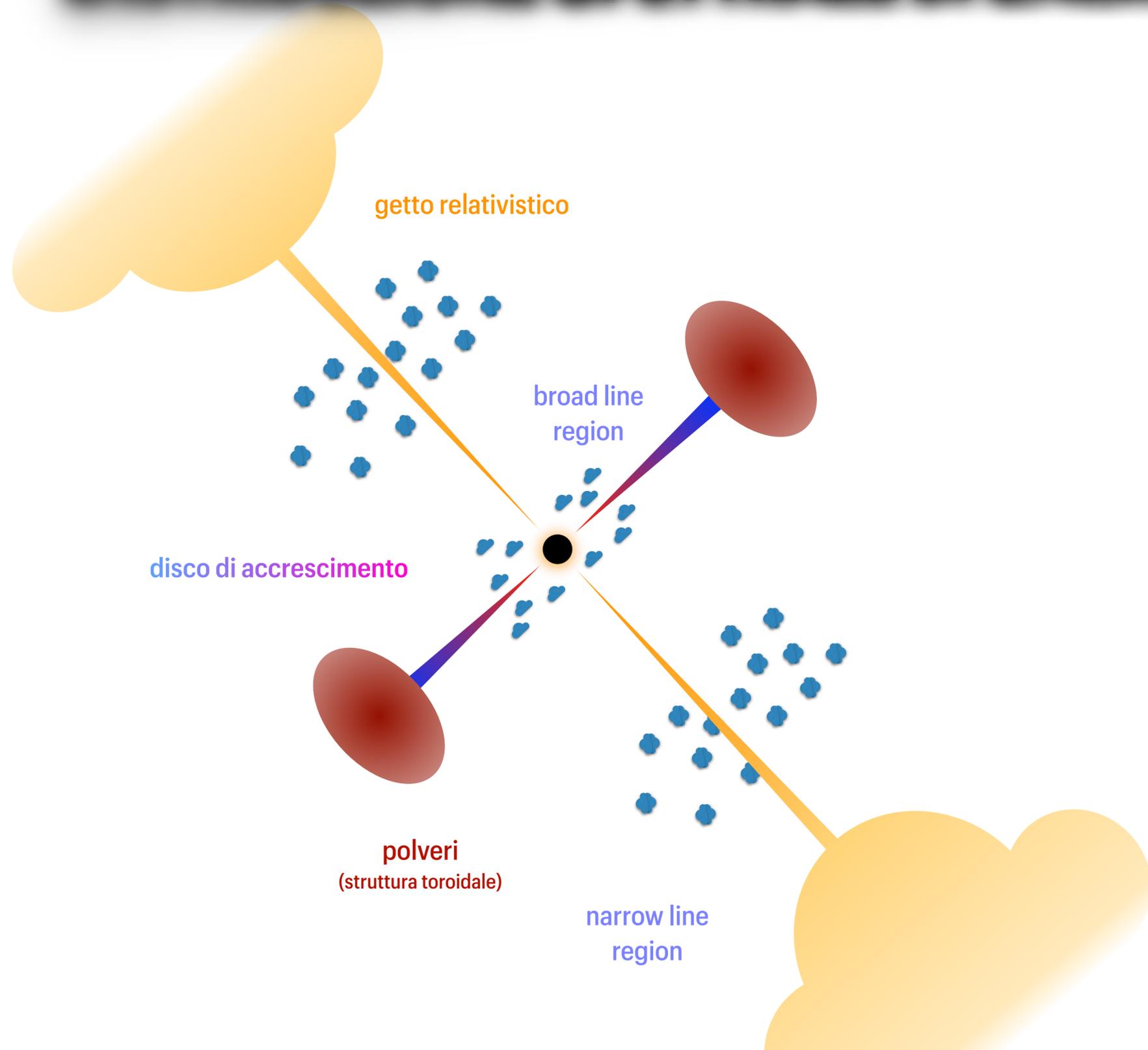
ogni colore è una classe di luminosità diversa  
(= potenza intrinseca del getto)

in ogni curva:

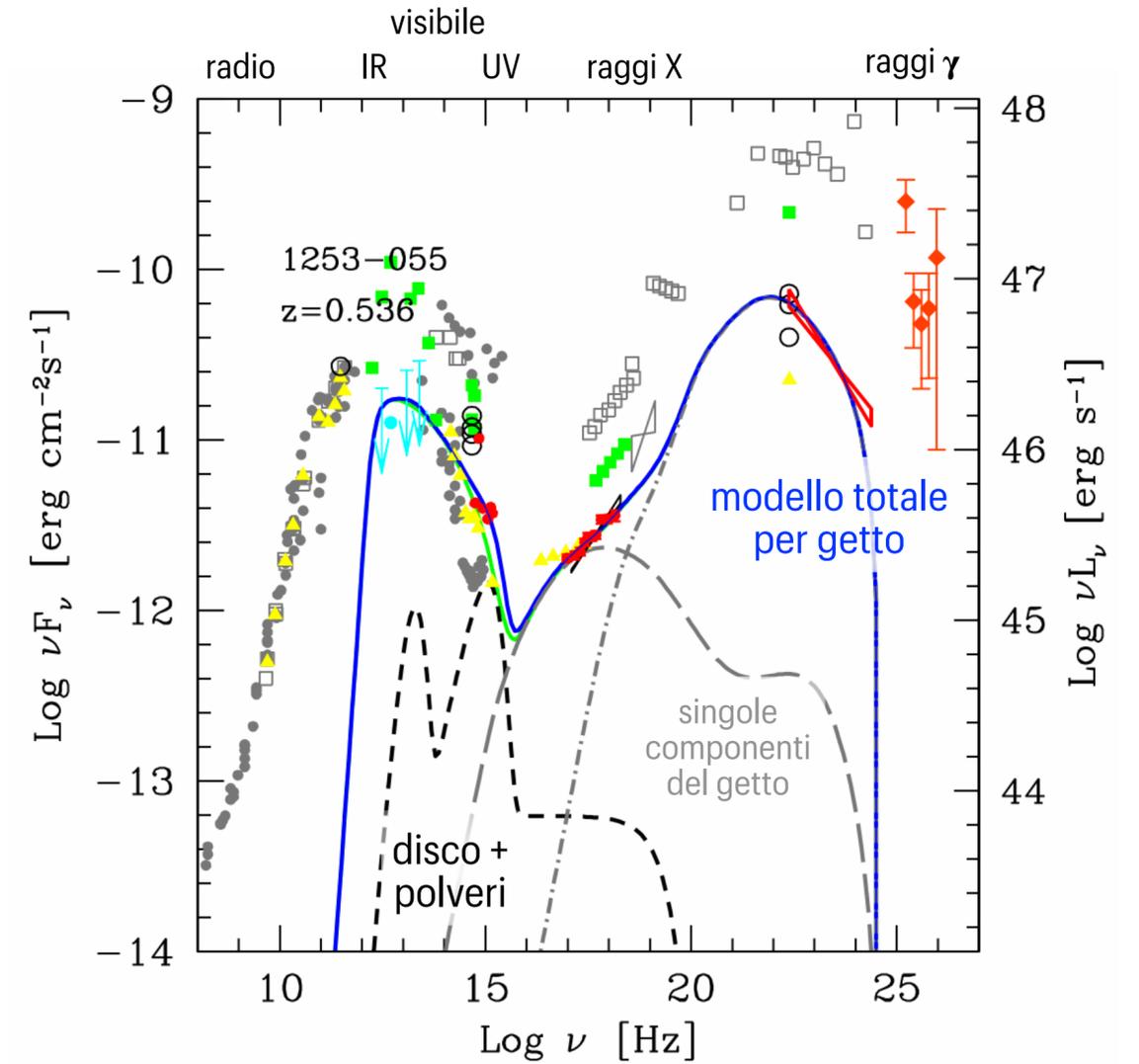
- prima gobba = sincrotrone  
(particella carica accelerata in campo magnetico, accelerazione perpendicolare alla sua velocità)
- seconda gobba = Compton inverso  
(particella di partenza più energetica del fotone, il fotone in uscita ha un incremento di energia)



# PERCHÉ QUESTE INCERTEZZE? DISTRIBUZIONE SPETTRALE DI ENERGIA DEI BLAZAR



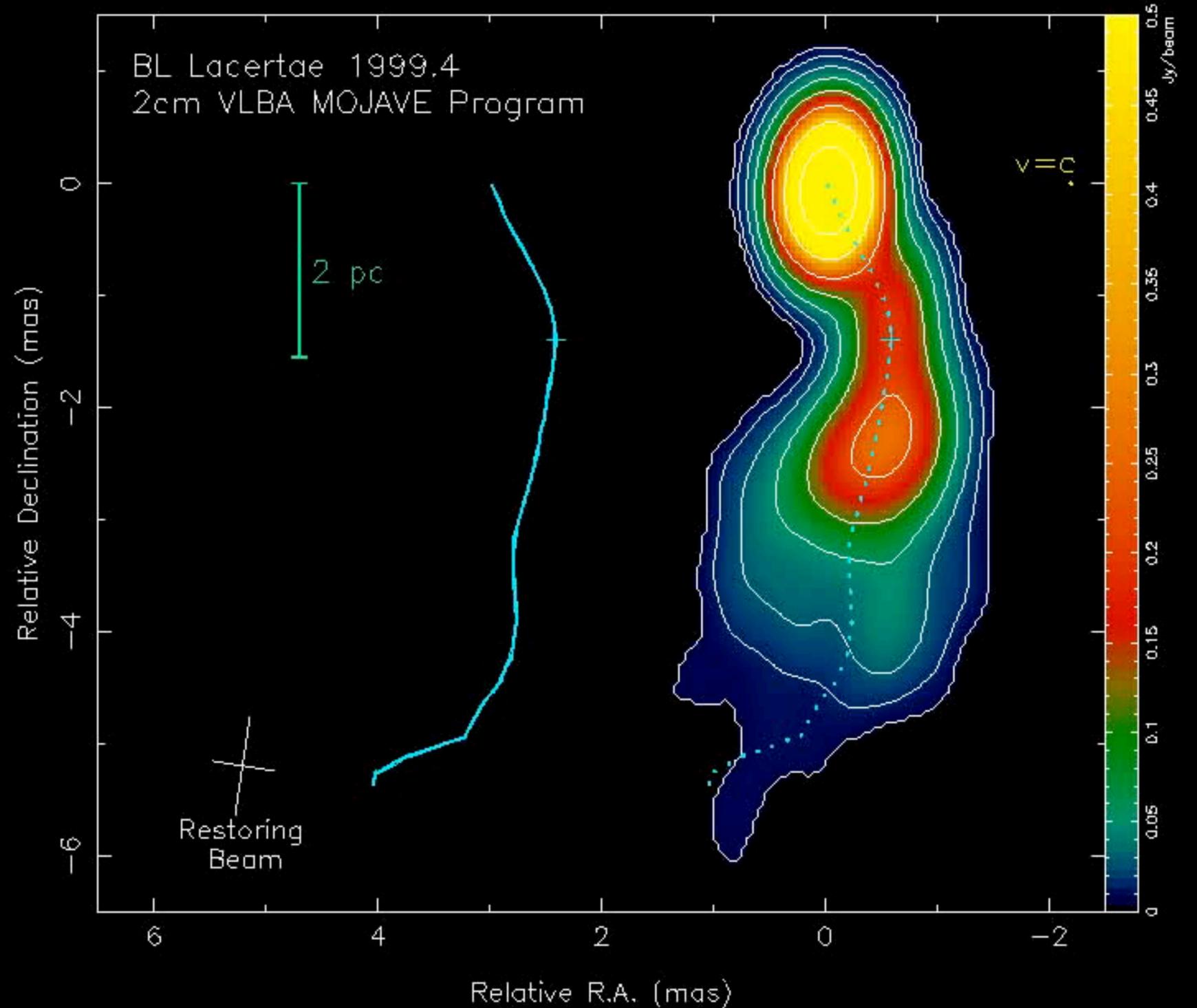
caso reale:

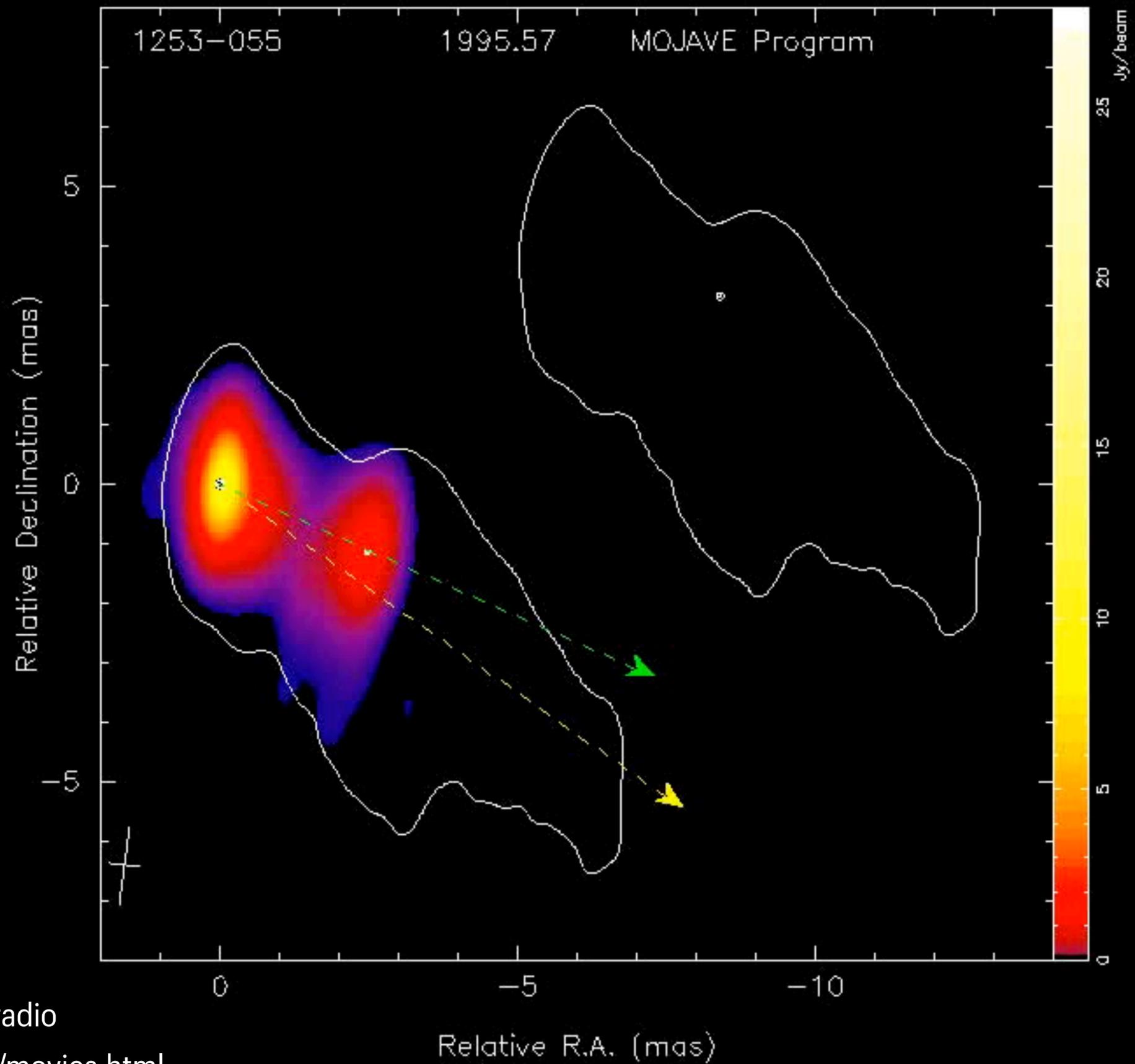


- grande variabilità su diversi tempi scala
- molte componenti contribuiscono a diverse frequenze

# EVOLUZIONE DI UN GETTO RELATIVISTICO ALLINEATO

il getto si muove  
apparentemente più  
veloce della luce, ma è  
un effetto di proiezione

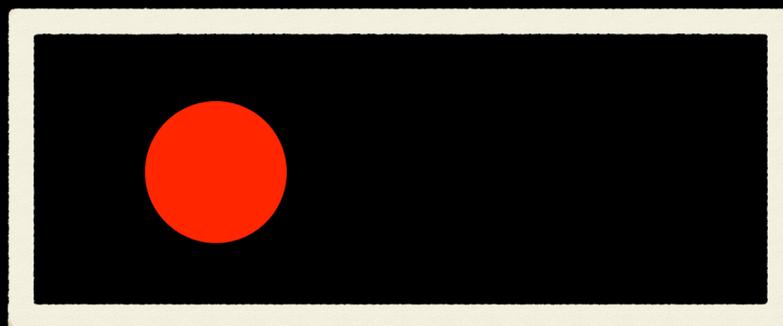
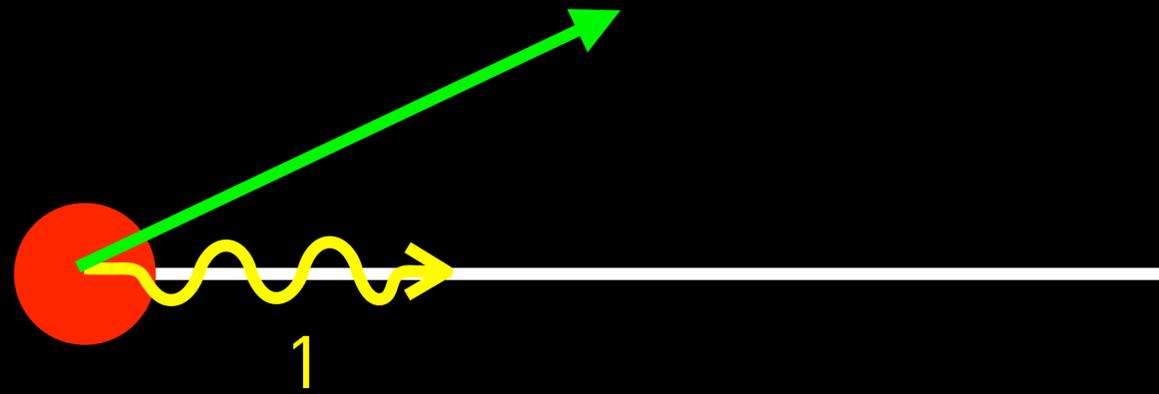




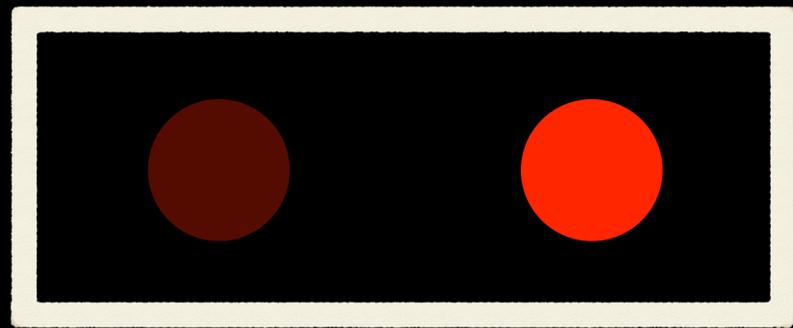
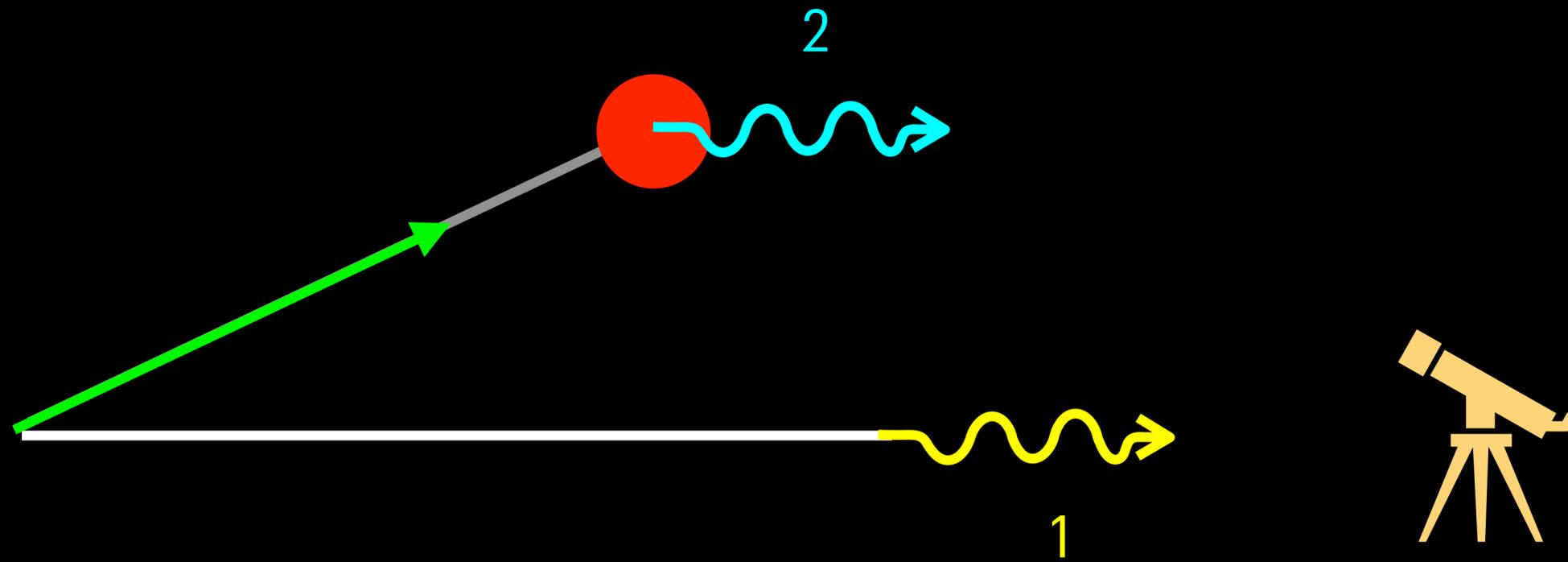
collezione video getti di blazar in radio

<https://www.cv.nrao.edu/MOJAVE/movies.html>

# MOTO SUPERLUMINALE



# MOTO SUPERLUMINALE







**lobo:**  
**impatto della testa del getto con**  
**il mezzo intergalattico**