

INIEZIONE DEGLI STATI SQUEEZED NEI RIVELATORI DI ONDE GRAVITAZIONALI COME METODO DI RIDUZIONE DI RUMORE QUANTISTICO E AUMENTO DI SENSIBILITÀ

15/09/2020



BYDGOSZCZ e TORUŃ





PIANO

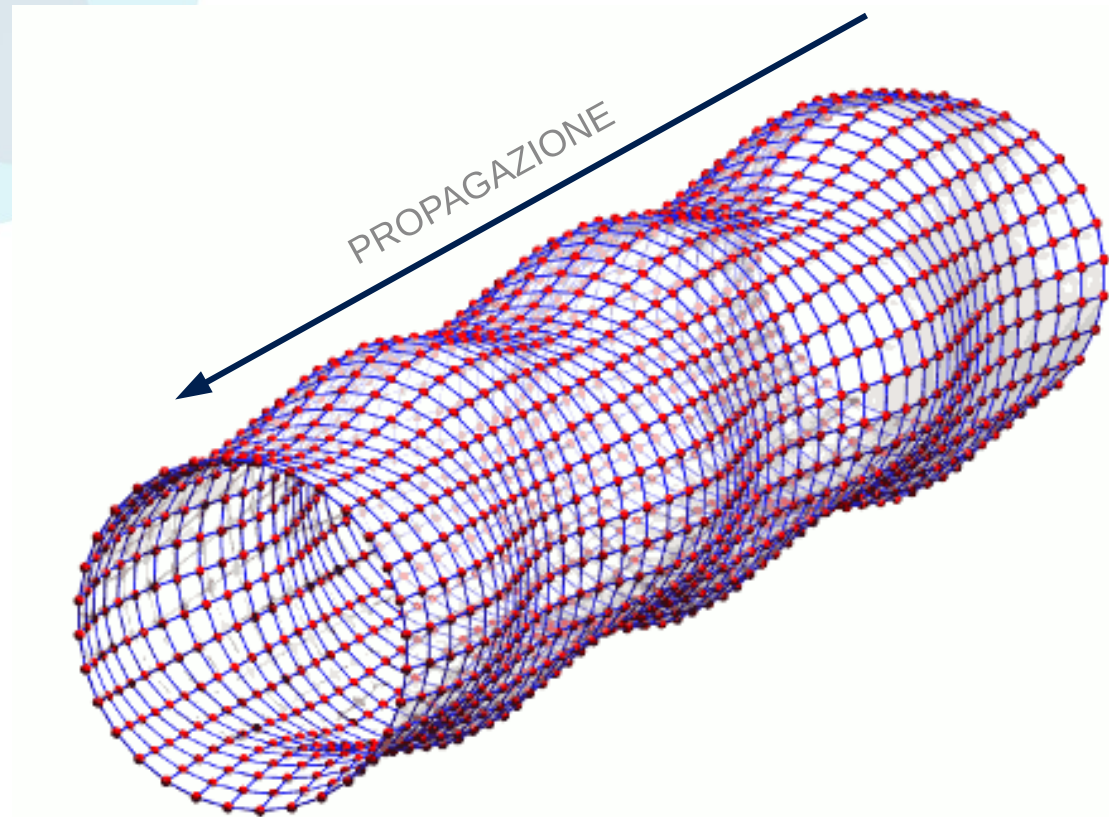
- BASI
- LO SQUEEZING DURANTE O3
- IN FUTURO LO SQUEEZING IN LARGA BANDA



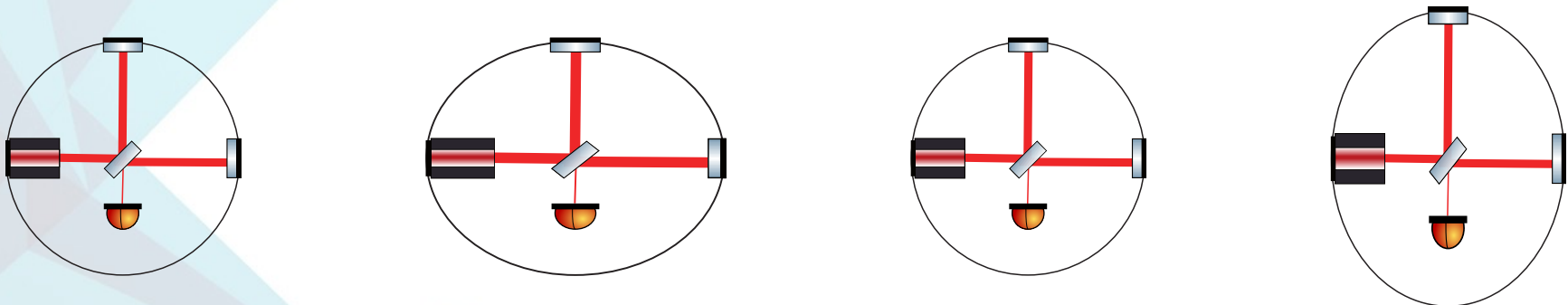
BASI

- RIVELATORE
- FONTI DI RUMORE
- RUMORE QUANTISTICO
- CURVA DI SENSIBILITÀ DURANTE O3
- SQUEEZING COME SOLUZIONE

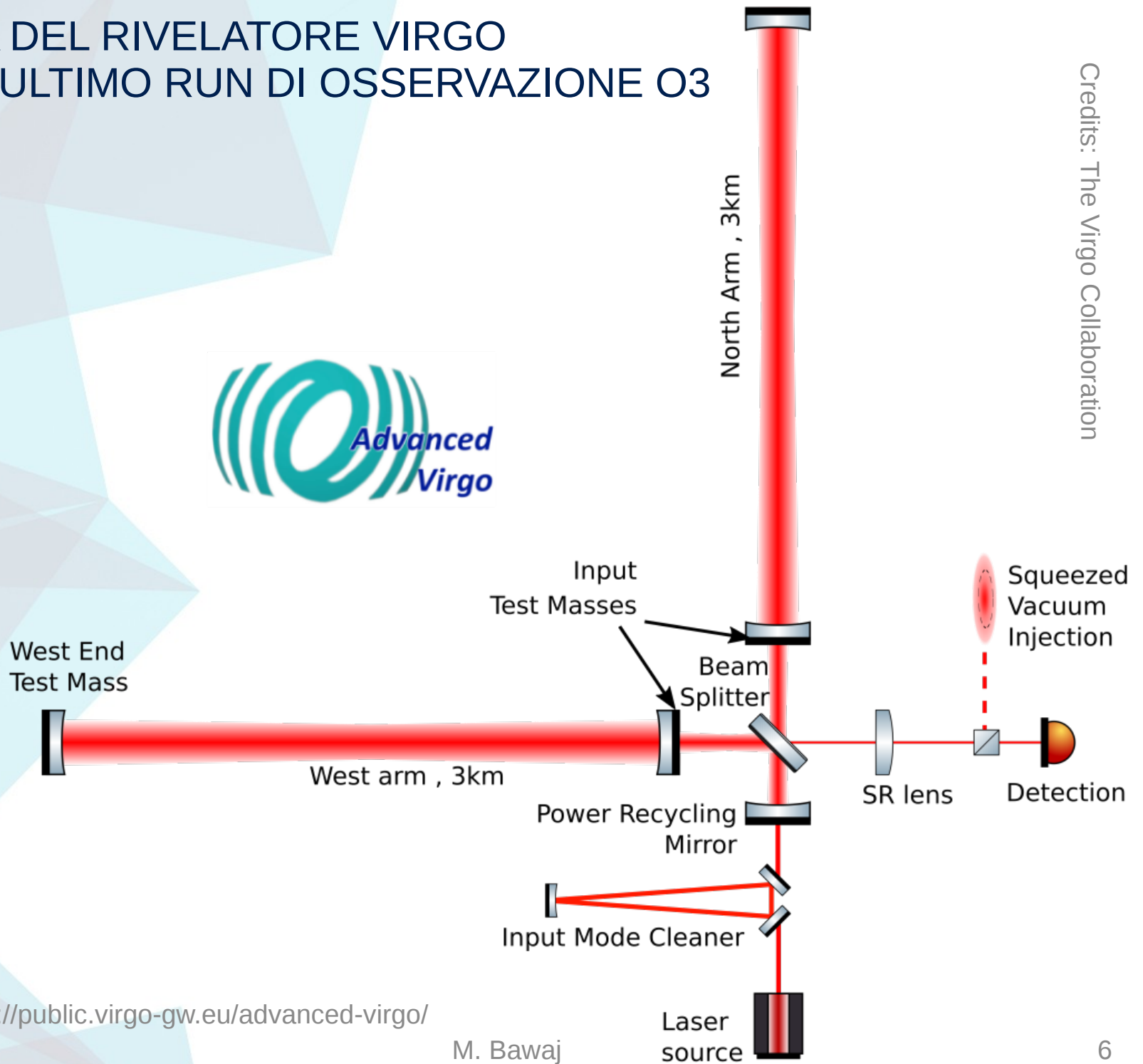
VARIAZIONE DELLO SPAZIO CAUSATO DALL'ONDA



www.einstein-online.info



LO SCHEMA DEL RIVELATORE VIRGO DURANTE L'ULTIMO RUN DI OSSERVAZIONE O3





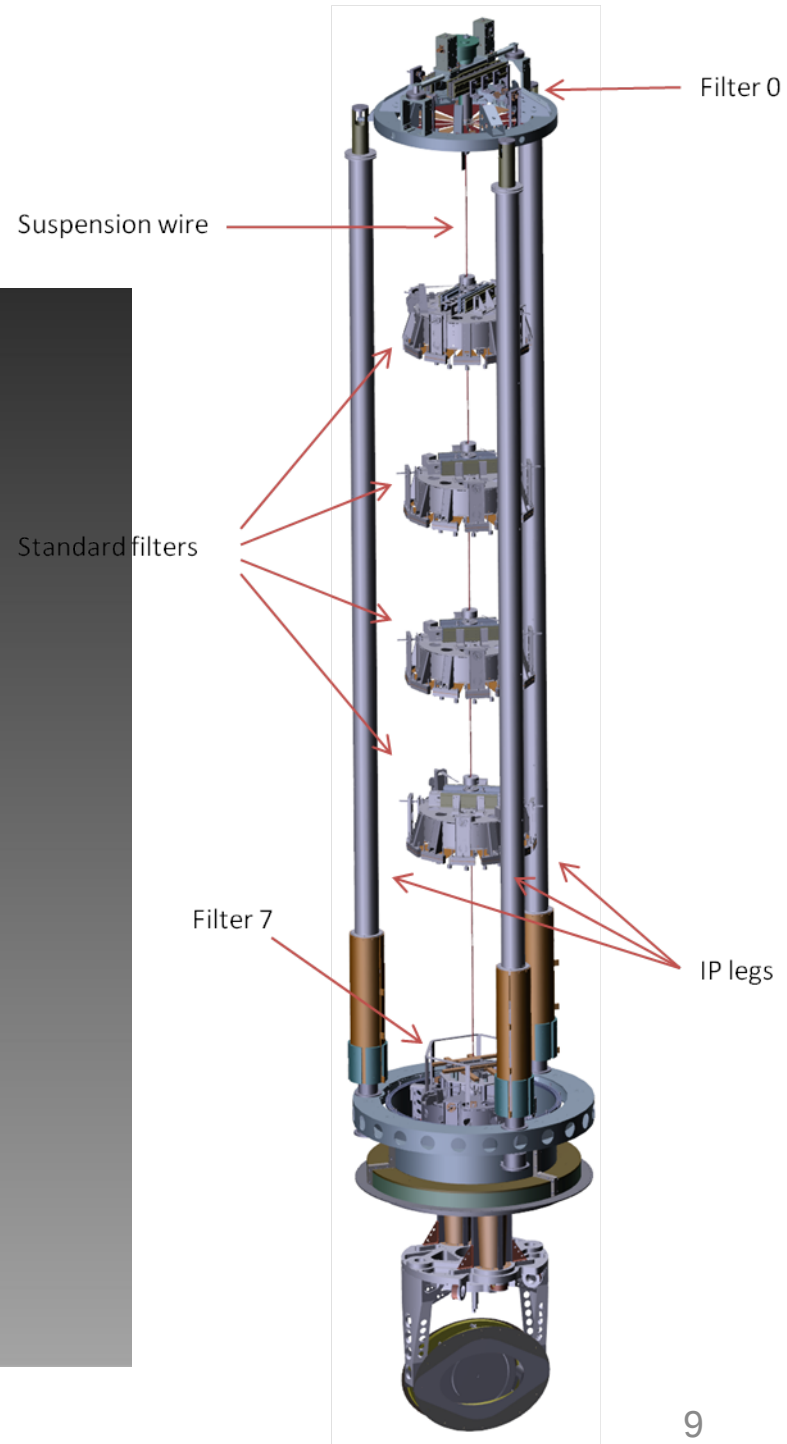
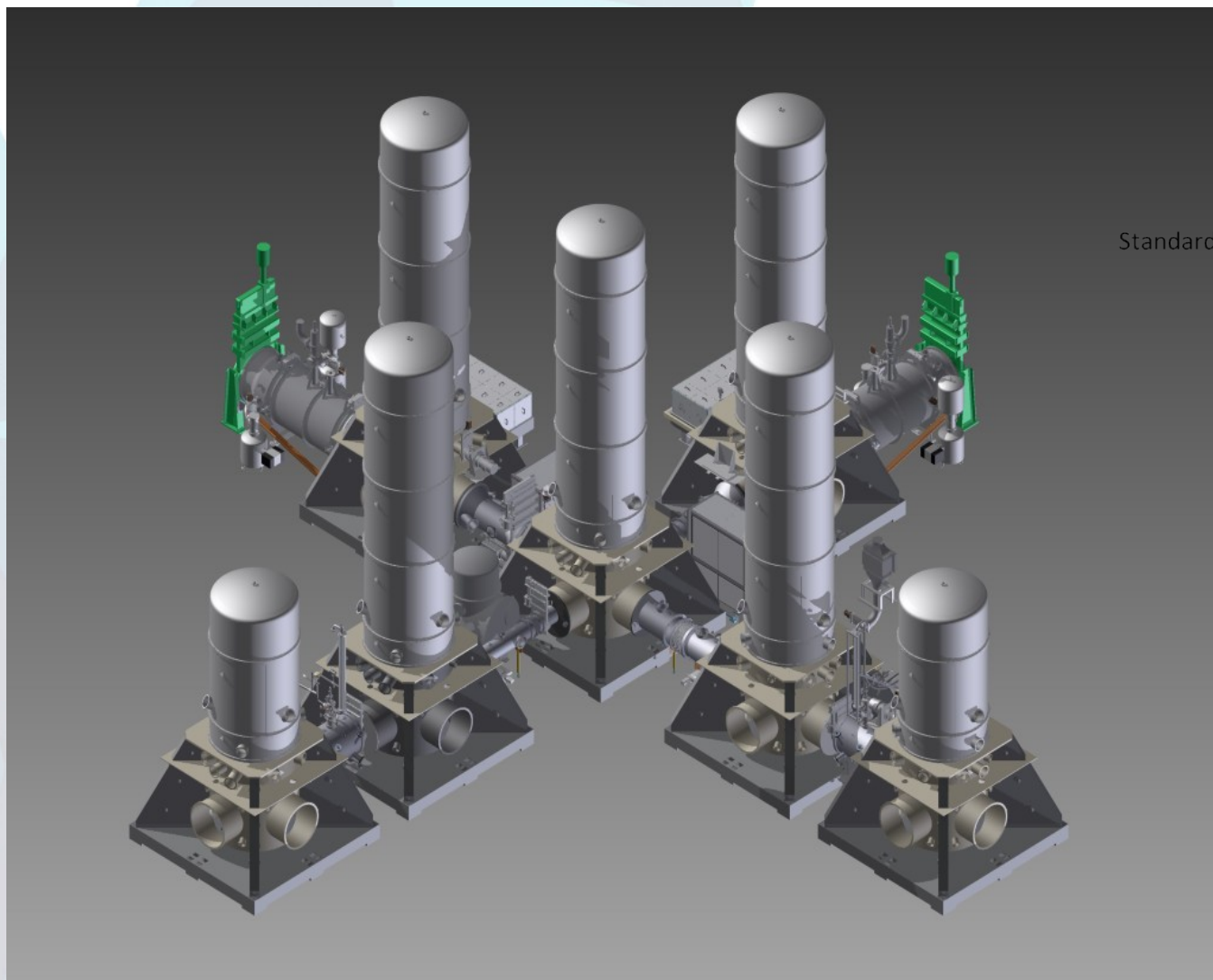
EDIFICIO CENTRALE



15/09/2020

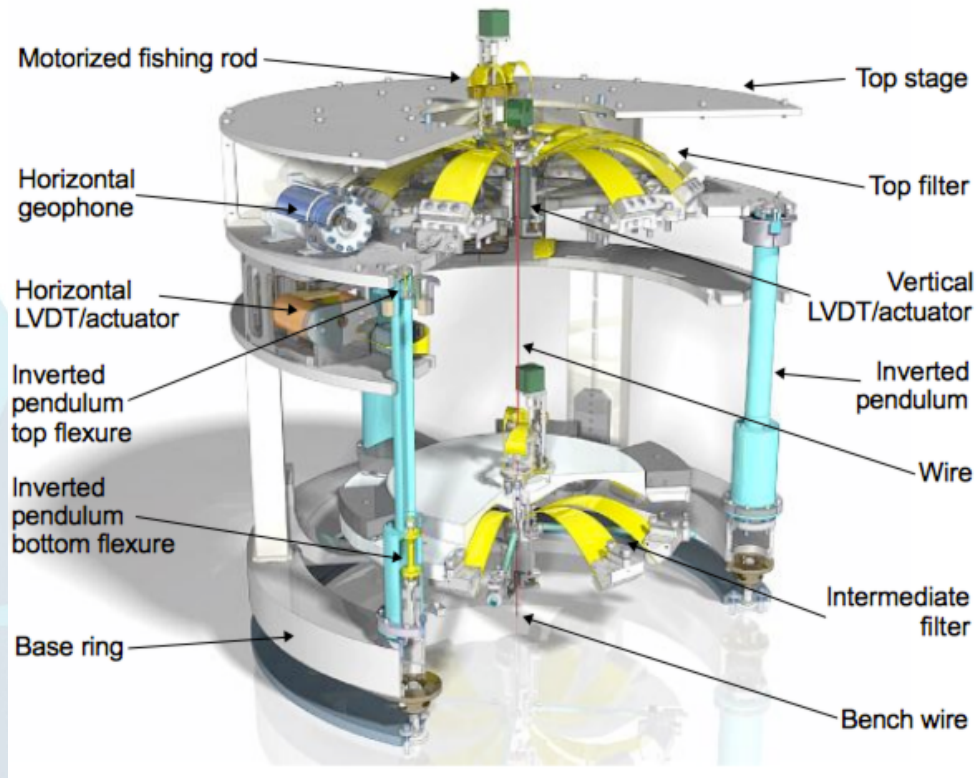
M. Bawaj

SOSPENSIONI

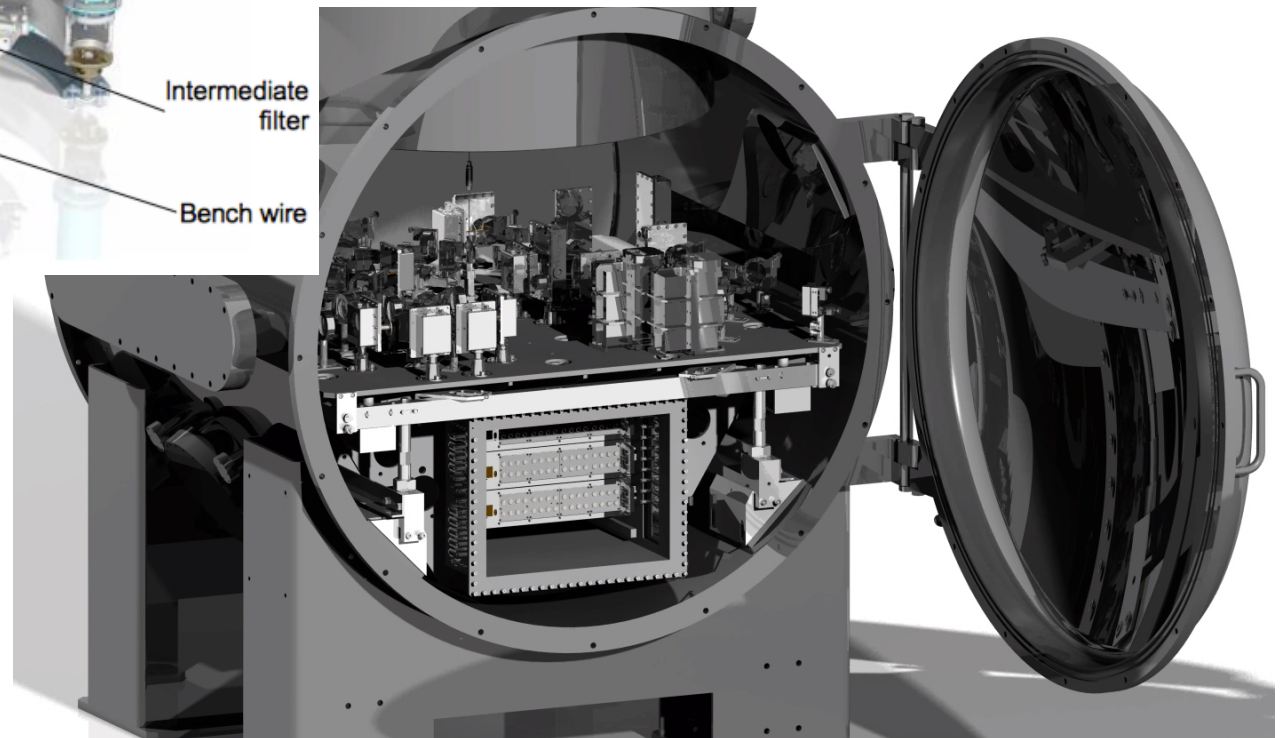


ISOLAMENTO DELLE VIBRAZIONI

SOSPENSIONE DEL BANCO OTTICO



BANCO OTTICO SOSPESO

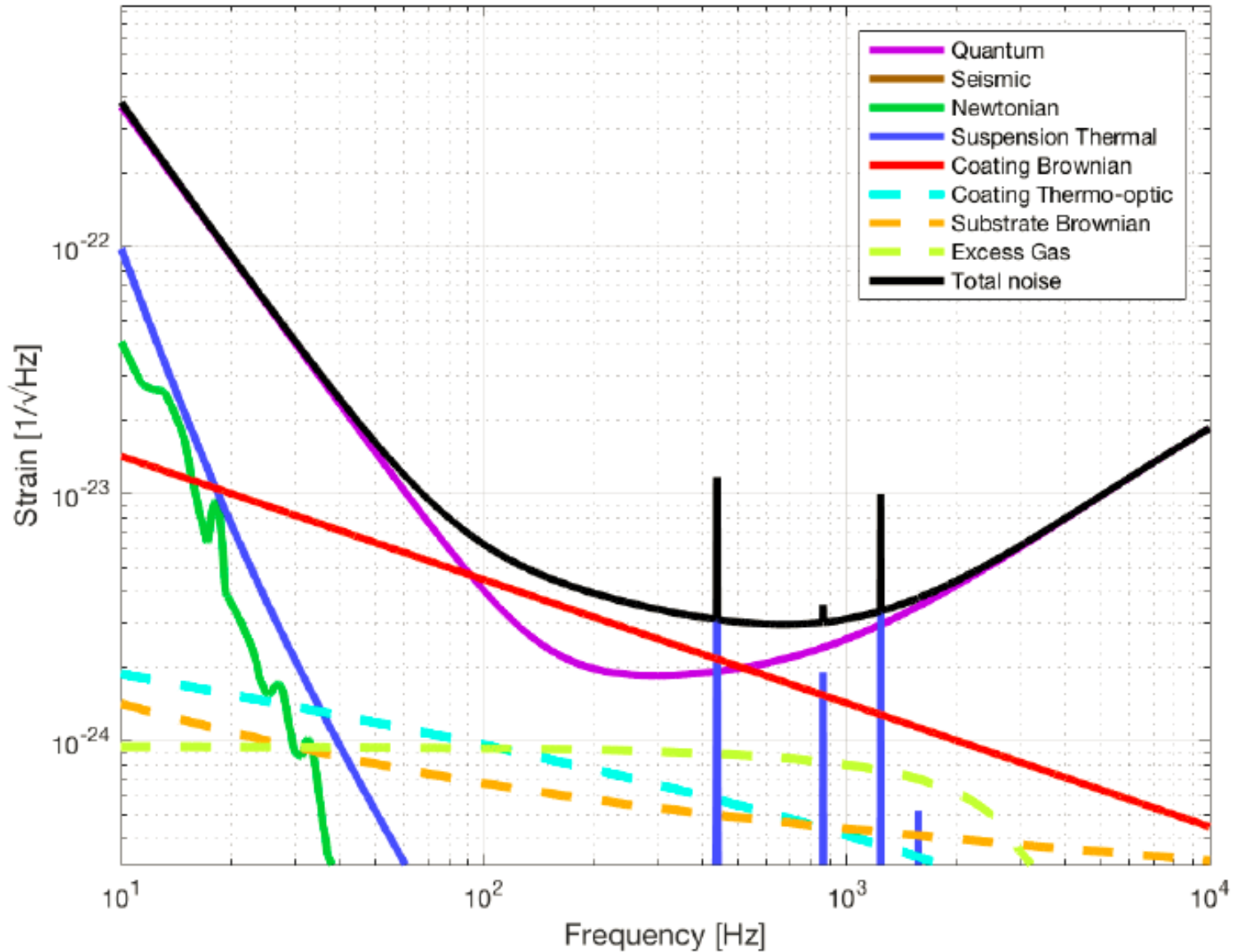


FONTI DI RUMORE

- SISMICO
- NEWTONIANO
- ACUSTICO
- DELLE SOSPENSIONI
- COATINGS (BROWNIAN)
- SUBSTRATE (BROWNIAN)
- STRAY AND SCATTERED LIGHT
- QUANTISTICO

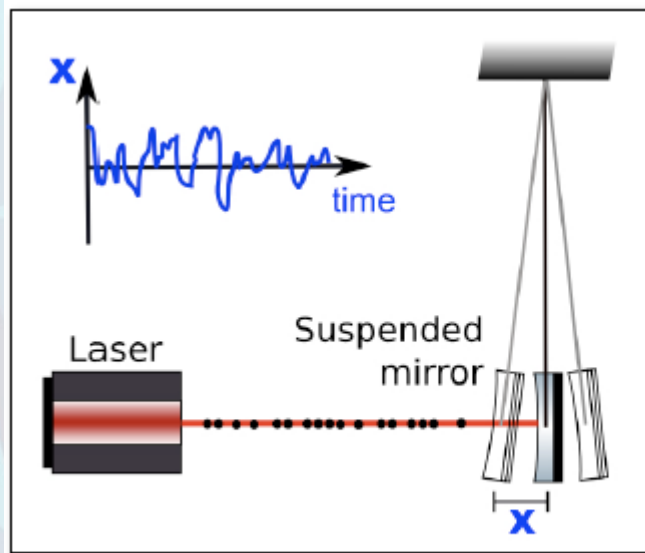
CONTRIBUTI DI RUMORE

Advanced Virgo Noise Curve: $P_{in} = 125.0 \text{ W}$



RUMORE QUANTISTICO

- SHOT NOISE
- +
- RADIATION PRESSURE NOISE



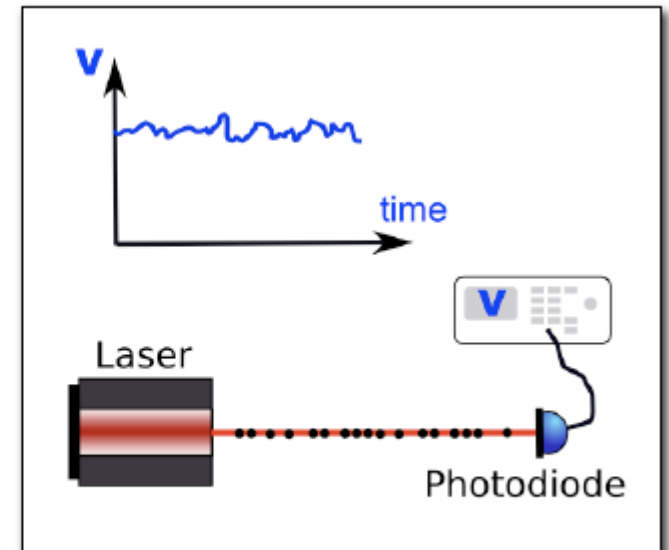
photon radiation pressure noise

$$h_{\text{sn}}(f) = \frac{1}{L} \sqrt{\frac{\hbar c \lambda}{2\pi P}}$$

Labels for the first equation: wavelength (green arrow pointing to λ), optical power (red arrow pointing to P), and Arm length (purple arrow pointing to L).

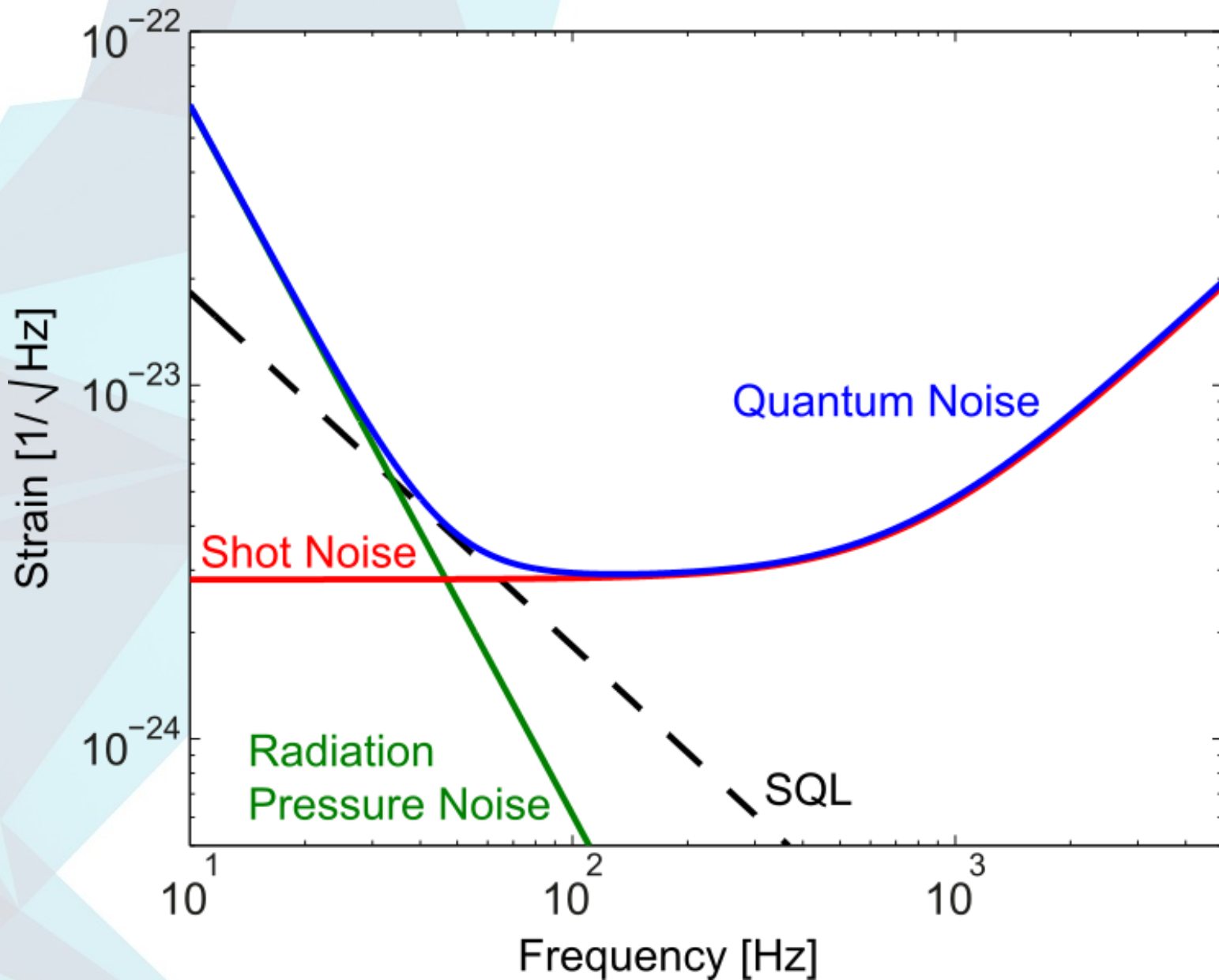
$$h_{\text{rp}}(f) = \frac{1}{mf^2 L} \sqrt{\frac{\hbar P}{2\pi^3 c \lambda}}$$

Labels for the second equation: Mirror mass (blue arrow pointing to m), optical power (red arrow pointing to P), and Arm length (purple arrow pointing to L).

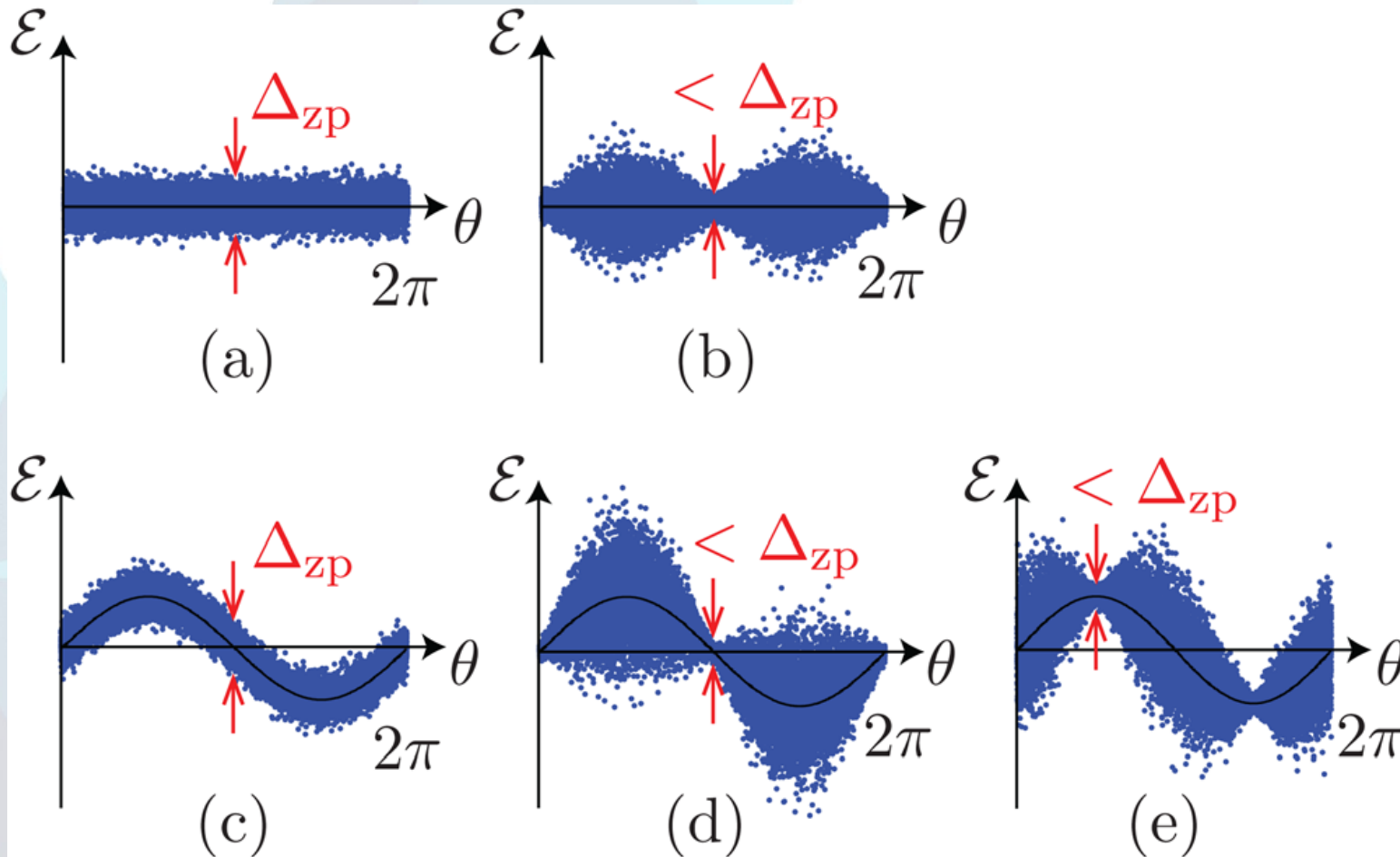


photon shot noise

LIMITI POSTI DAL RUMORE QUANTISTICO



RAPPRESENTAZIONE GRAFICA DI STATI SQZ



a) ground state; b) squeezed vacuum; c) coherent state; d) bright phase-squeezed state; e) bright amplitude squeezed state

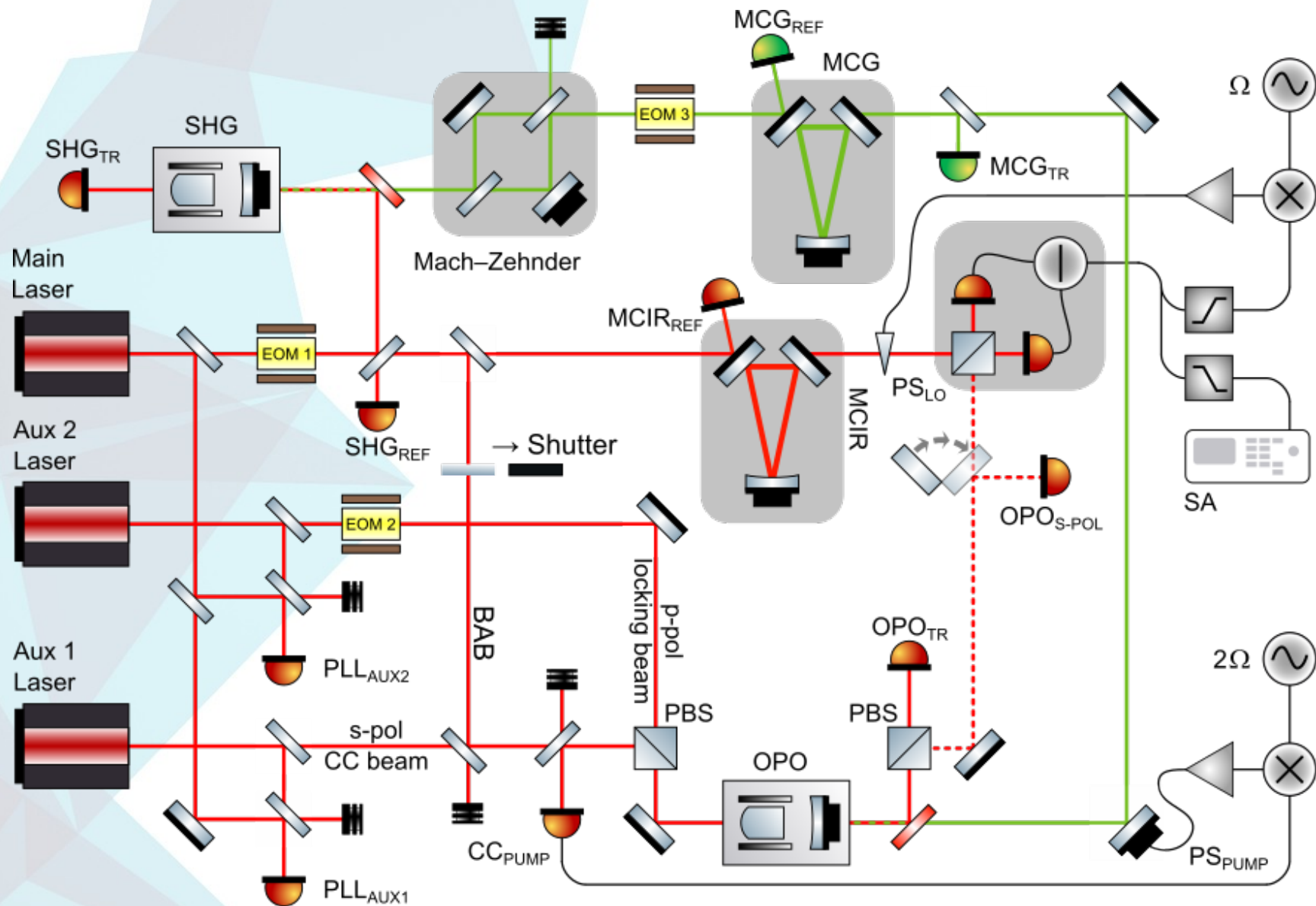
REFERENCES: DOI:10.1103/PhysRevD.23.1693 (Caves)

15/09/2020

M. Bawaj

15

SCHEMA DEL BANCO OTTICO PER PRODUZIONE DEGLI STATI SQUEEZED



REFERENCES: DOI:10.1103/PhysRevD.23.1693 (Caves)

15/09/2020

M. Bawaj

16

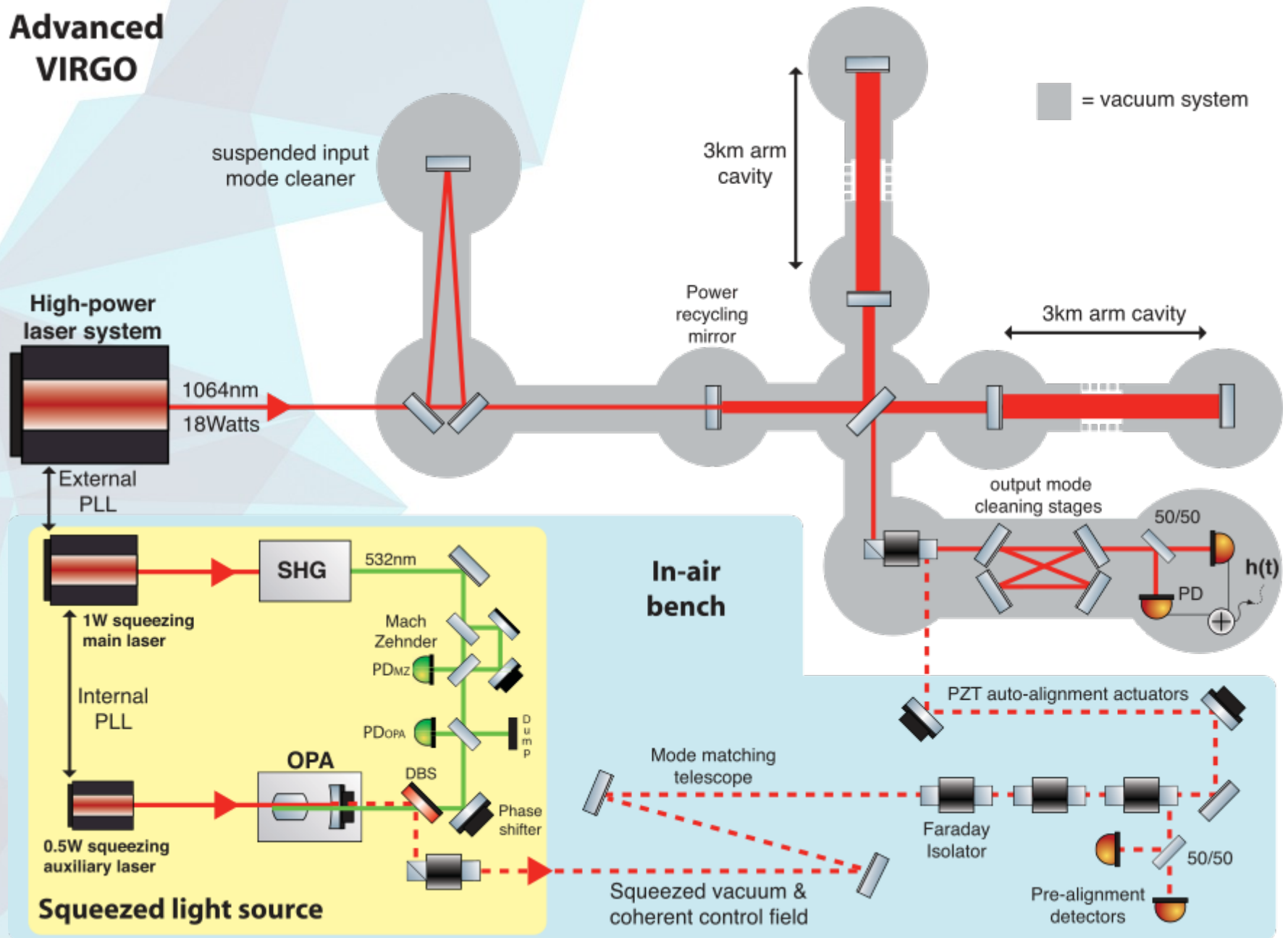


LO STATO DELLO SQUEEZING A VIRGO

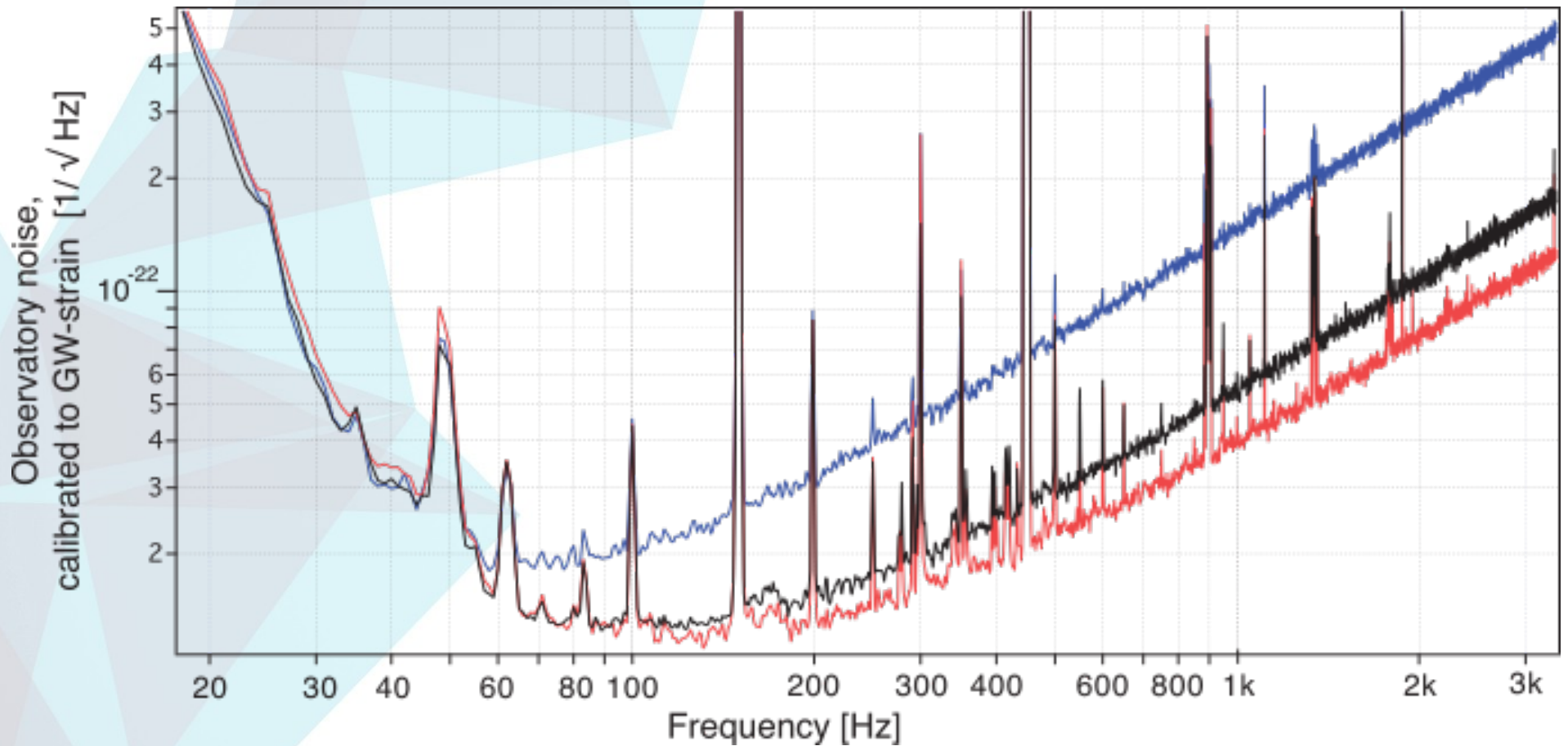
- ULTIMO REPORT SUL USO DI SQZ NEL O3
- PRESENTARE I DATI

INIEZIONE DI SQUEEZING

Advanced VIRGO



MIGLIORAMENTO DELLA CURVA DI SENSIBILITÀ



NERO – SENZA INIEZIONE DI SQUEEZING

ROSSO – CON INIEZIONE DI SQUEEZING

BLUE – INIEZIONE DI ANTI-SQUEEZING

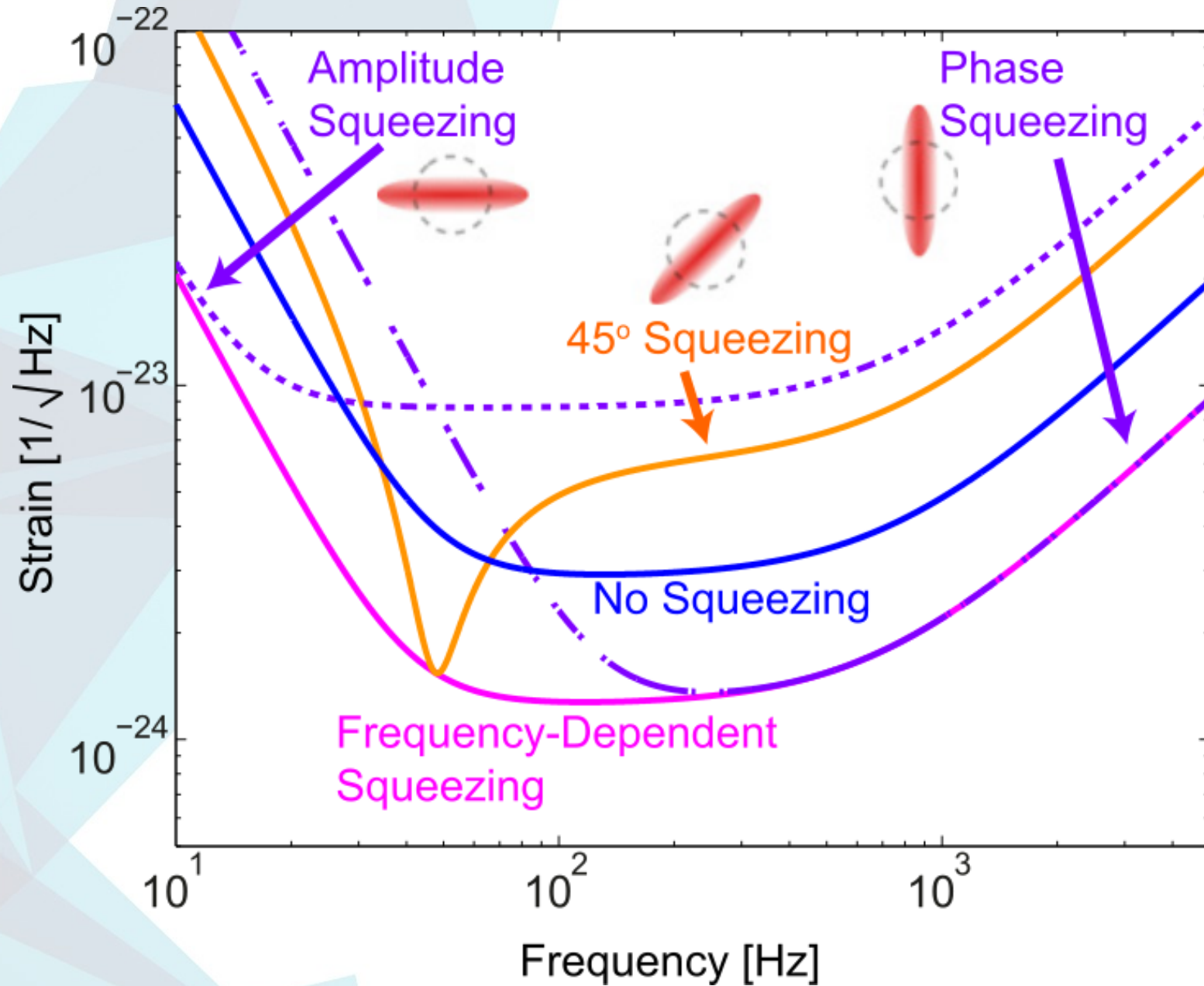
- AUMENTO DI SENSITIVITÀ FINO A 3.2 ± 0.1 dB OLTRE IL LIMITE DI SHOT NOISE
- IL MIGLIORAMENTO CORRISPONDE AD AUMENTO DELL'ORIZZONTE Binary Neutron Star DI 5%–8%
- INIEZIONE DI SQUEEZING È STATA AUTOMATIZZATA E DURANTE I PRIMI 5 MESI DI O3 SOTTOSISTEMA DI SQUEEZING ERA ABILITATO PER OLTRE 99% DEL TEMPO IN SCIENCE MODE



BROADBAND SQUEEZING

- FREQUENCY DEPENDENT SQUEEZING (FDS)
- CAVITÀ DI FILTRAGGIO
- FREQUENCY DEPENDENT SQUEEZING GRAZIE A ENTANGLEMENT EPR

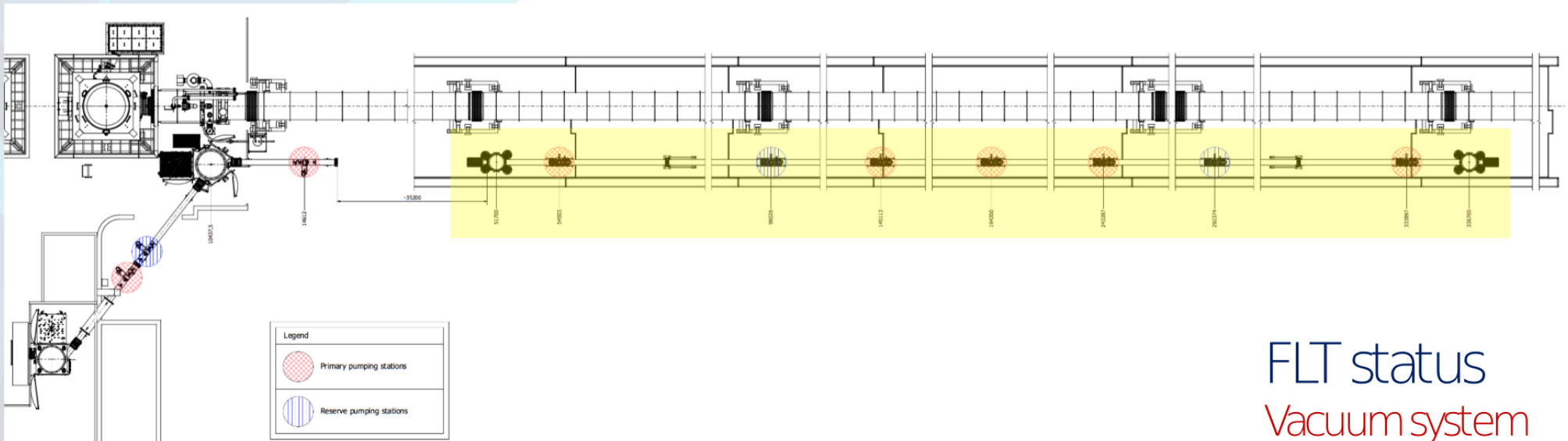
FREQUENCY DEPENDENT SQUEEZING



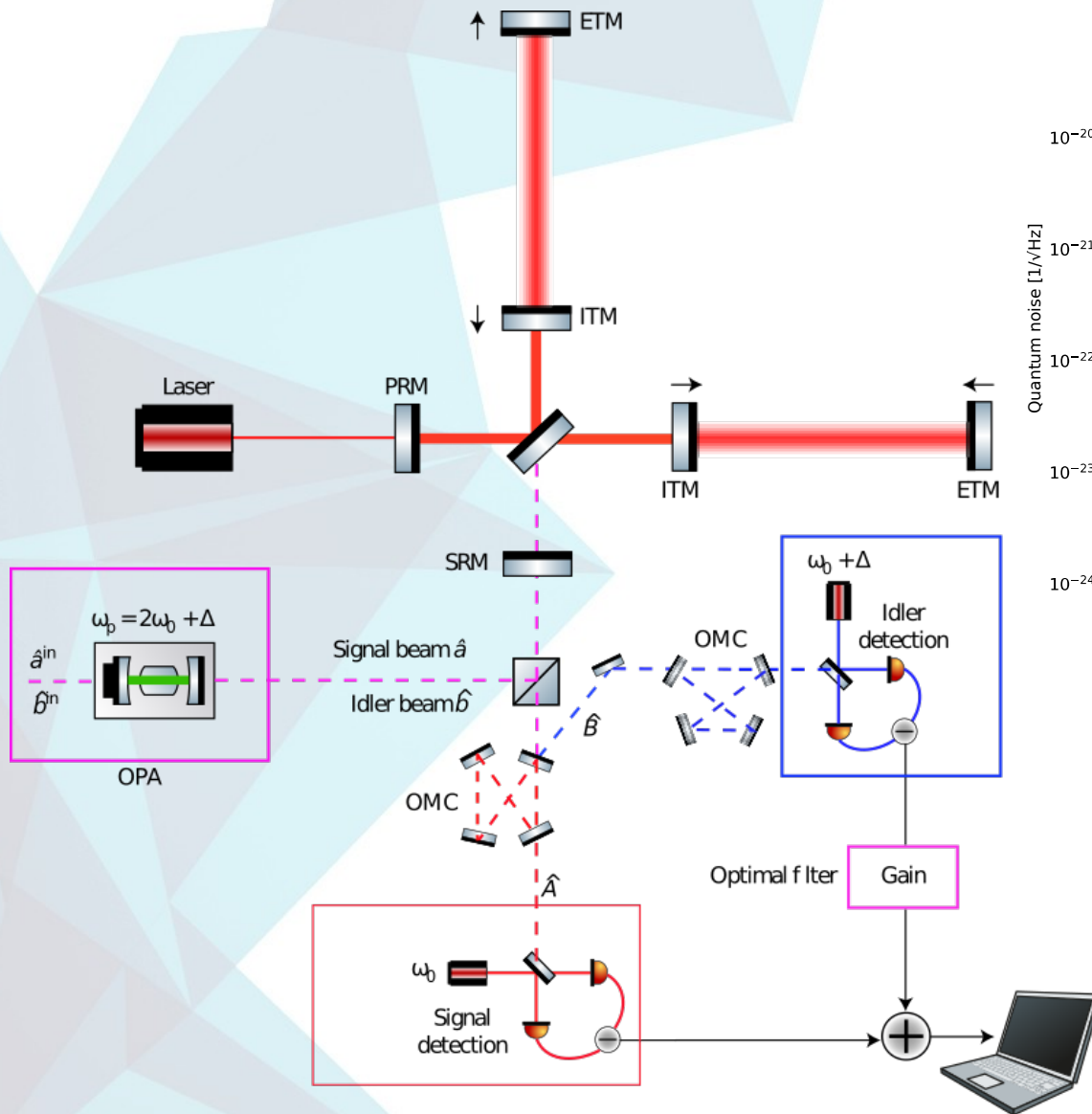
ROTAZIONE DELL'ELLISSI DI SQUEEZING CON LA CAVITÀ DI FILTRAGGIO

INFRASTRUTTURA

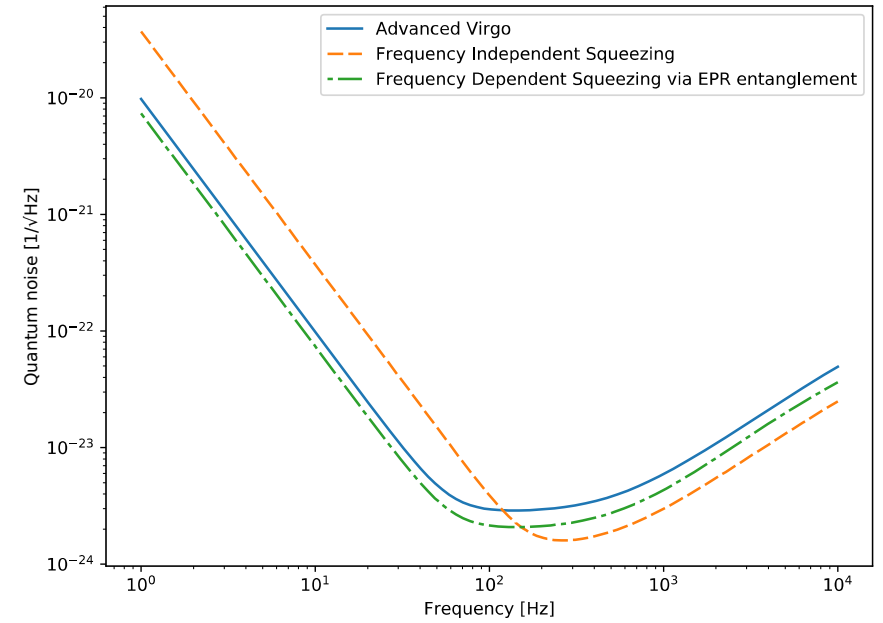
- Cavità di rotazione lunga 285m
- Nuove sospensioni
- Giunto ottico con l'interferometro



PROPOSTA DI UNA SOLUZIONE ALTERNATIVA



SIMULAZIONE



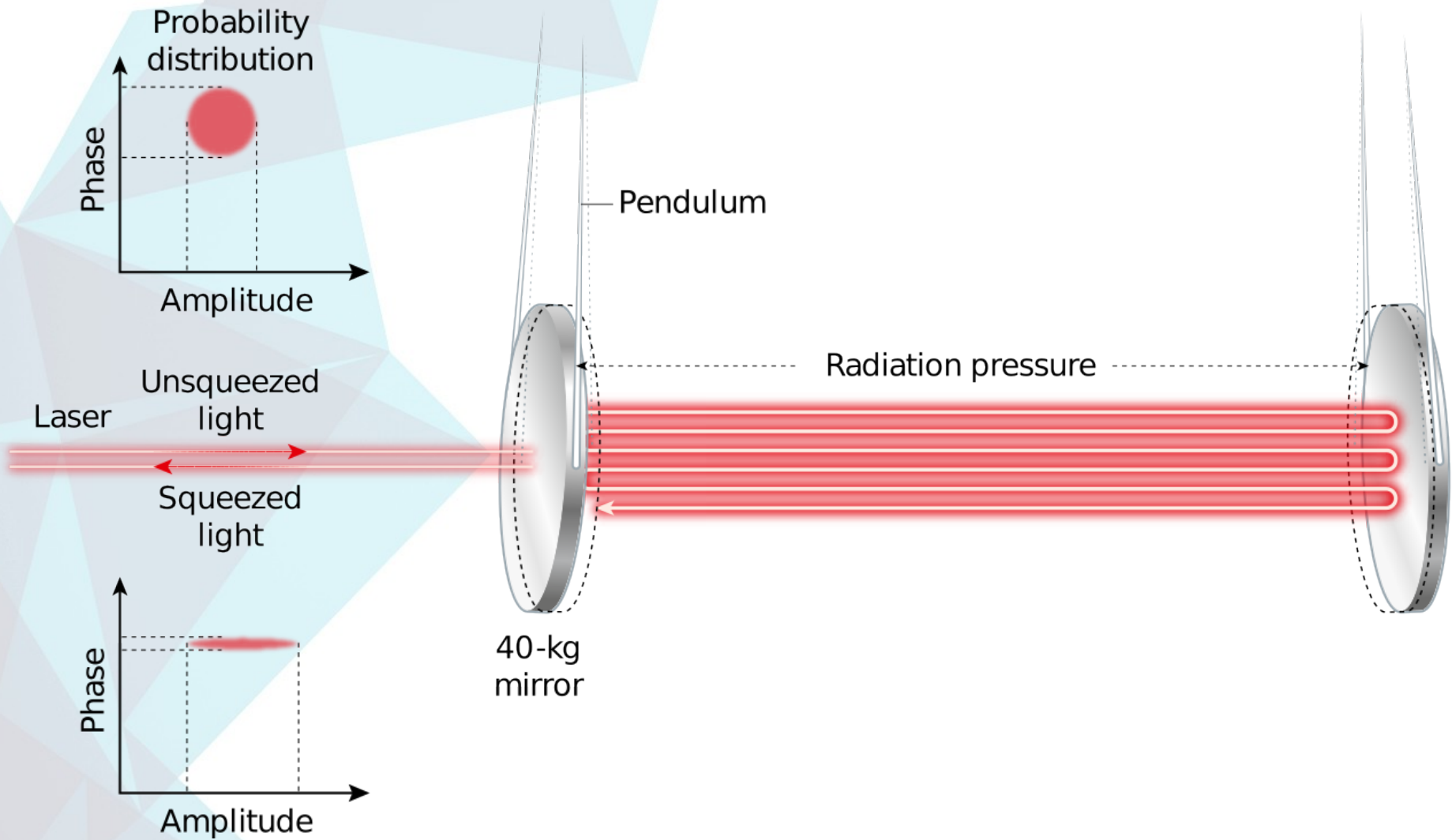
REFERENCES: DOI:10.1038/NPHYS4118 (Ma)

15/09/2020

M. Bawaj



PONDEROMOTIVE SQUEEZING



REFERENZE

- <http://www.virgo-gw.eu/status.html>
- <http://public.virgo-gw.eu/advanced-virgo/>
- DOI:10.1088/0264-9381/31/18/183001 (Chua)
- DOI:10.1103/PhysRevD.23.1693 (Caves)
- DOI:10.1103/PhysRevLett.123.231108 (Acernese)
- DOI:10.1038/NPHYS4118 (Ma)
- DOI:10.1038/d41586-020-01914-4 (Sequino)