



# Onde Gravitazionali

*Helios Vocca – University of Perugia and INFN of Perugia*  
*[helios.vocca@unipg.it](mailto:helios.vocca@unipg.it)*





# Present Detectors:



Virgo – Cascina (Pisa) – EGO site



LIGO - Hanford – Washington state



GEO 600 – Hannover – Germany



LIGO- Livingston – Louisiana state

# Advanced Virgo

## Virgo Collaboration

Virgo is a European collaboration with 549 members, 394 authors, and 105 institutes

Advanced Virgo (AdV) and AdV+: upgrades of the Virgo interferometric detector

Participation by scientists from France, Italy, Belgium, The Netherlands, Poland, Hungary, Spain, Germany

- Institutes in Virgo Steering Committee (25 with voting rights)

- |                       |                         |                         |                        |
|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| - APC Paris           | - INFN Pisa             | - LMA Lyon              | - Univ. of Barcelona   |
| - ARTEMIS Nice        | - INFN Roma Sapienza    | - Maastricht University | - University of Jena   |
| - IFAE Barcelona      | - INFN Roma Tor Vergata | - Nikhef Amsterdam      | - University of Sannio |
| - ILM and Navier      | - INFN Trento-Padova    | - POLGRAW(Poland)       | - Univ. of Valencia    |
| - INFN Firenze-Urbino | - IPHC Strassbourg      | - RMKI Budapest         | - Utrecht University   |
| - INFN Genova         | - LAL Orsay ESPCI Paris | - University Nijmegen   |                        |
| - INFN Napoli         | - LAPP Ancey            | - UCLouvain, ULiege,    |                        |
| - INFN Perugia        | - LKB Paris             | - UAntwerp, KULeuven    |                        |

### New members

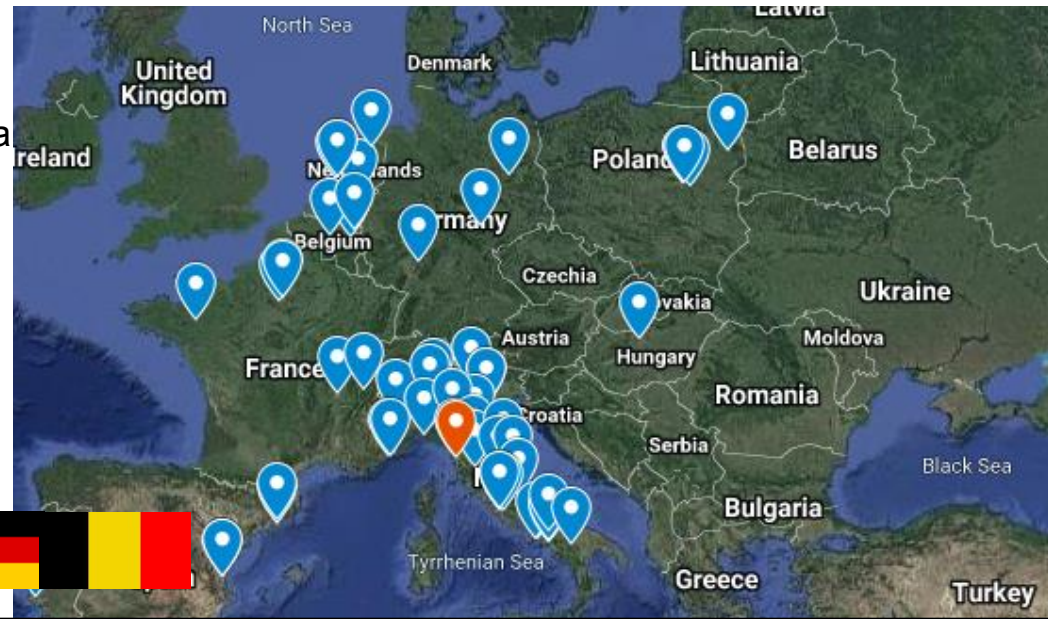
In their first year: UMaastrecht, IPHC, UUtrecht

Through existing groups: UAntwerp, KULeuven via UCL/UL and INFN-Torino through Jena-Prometeo

New applications in preparation

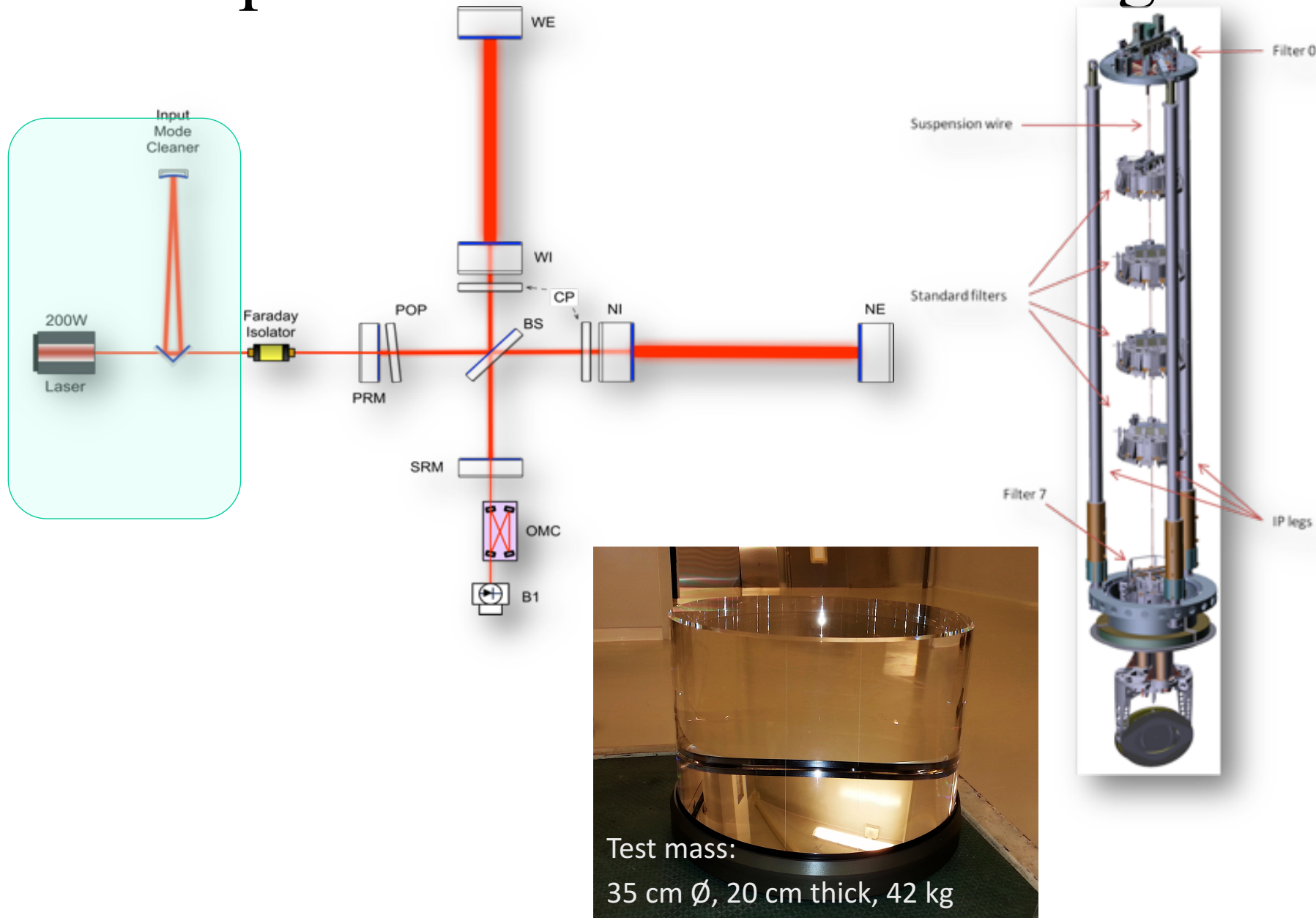
### Virgo Members Database (VMD)

See <https://apps.virgo-gw.eu/vmd/?c=2>



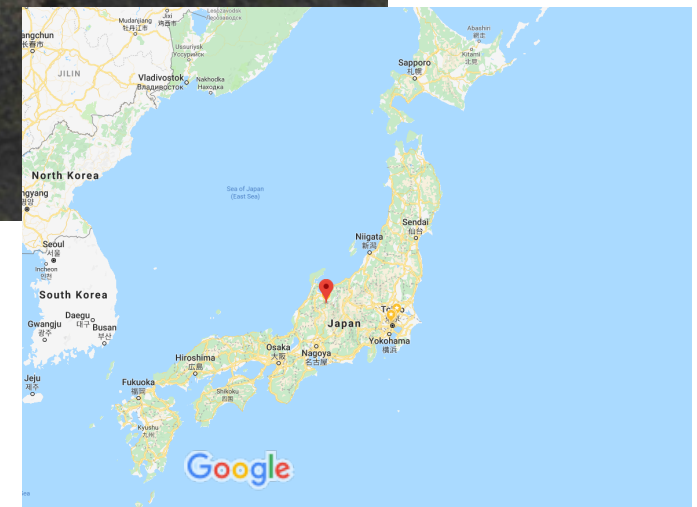
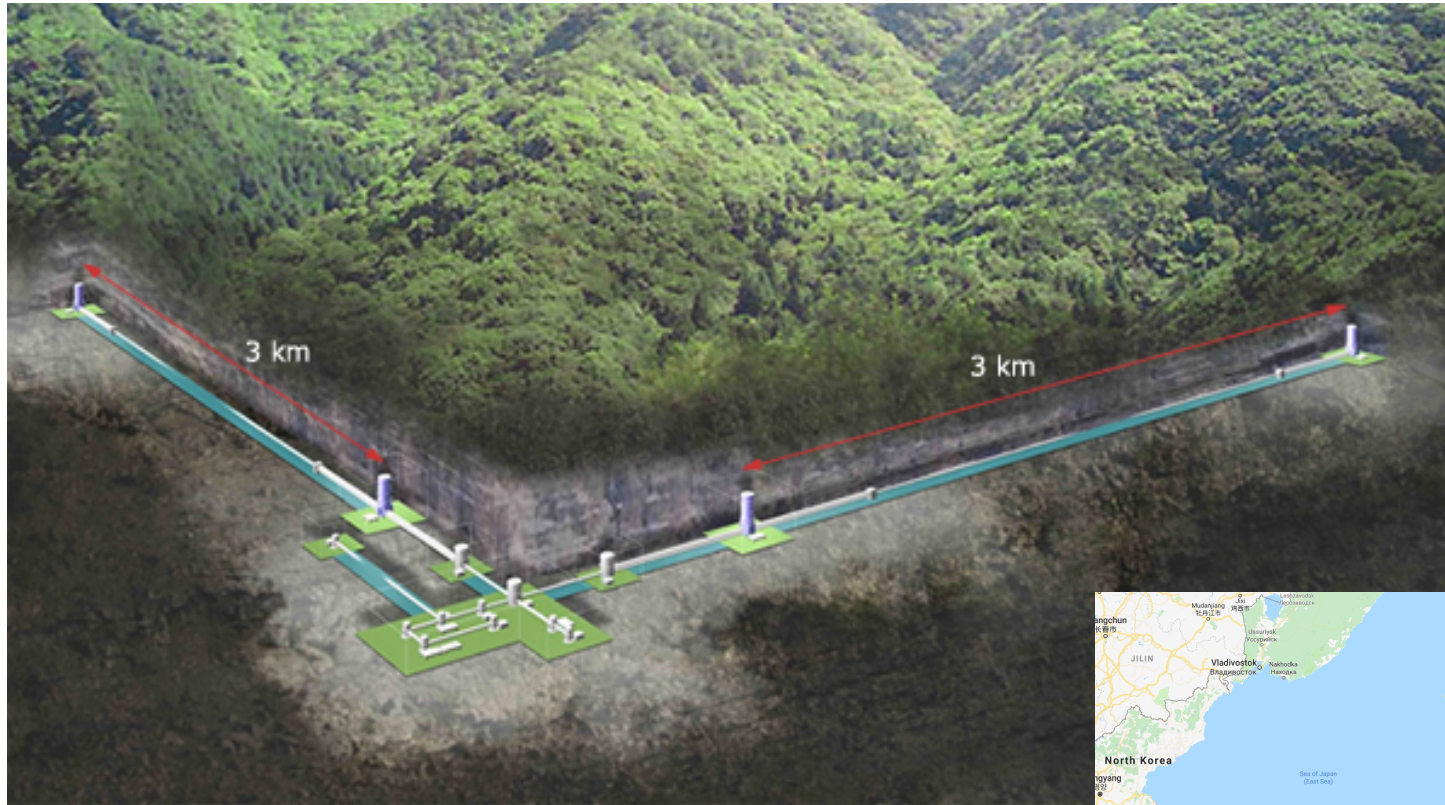


# La sospensione delle ottiche in Virgo





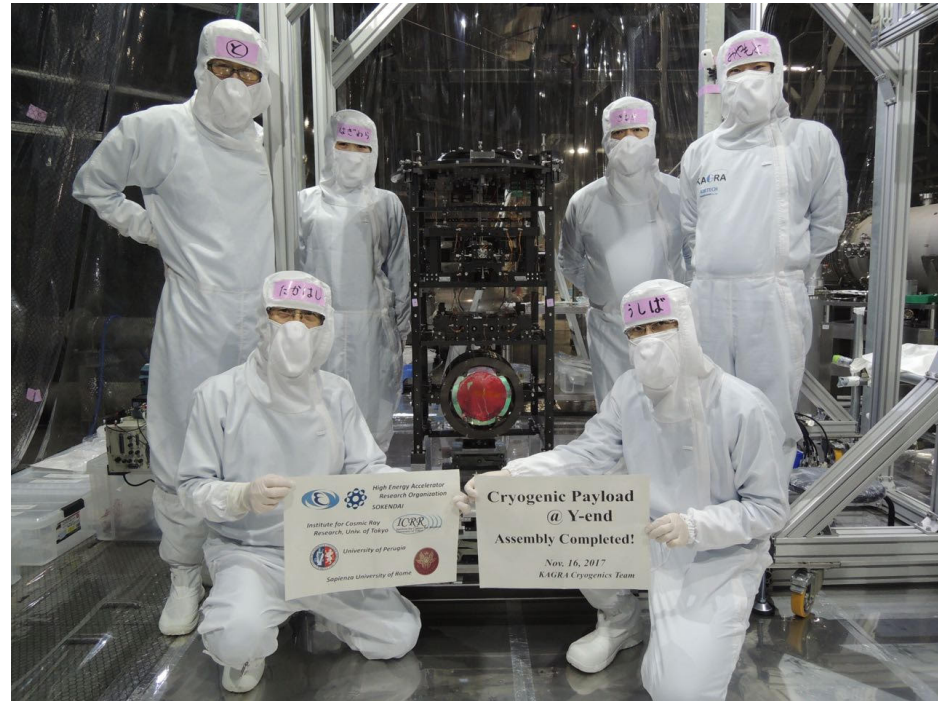
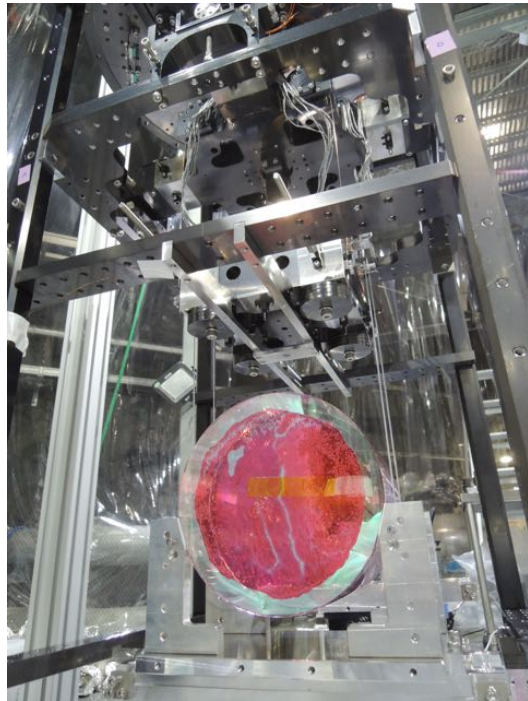
# The Japanese KAGRA Detector:



KAGRA will join O3 hopefully late 2019

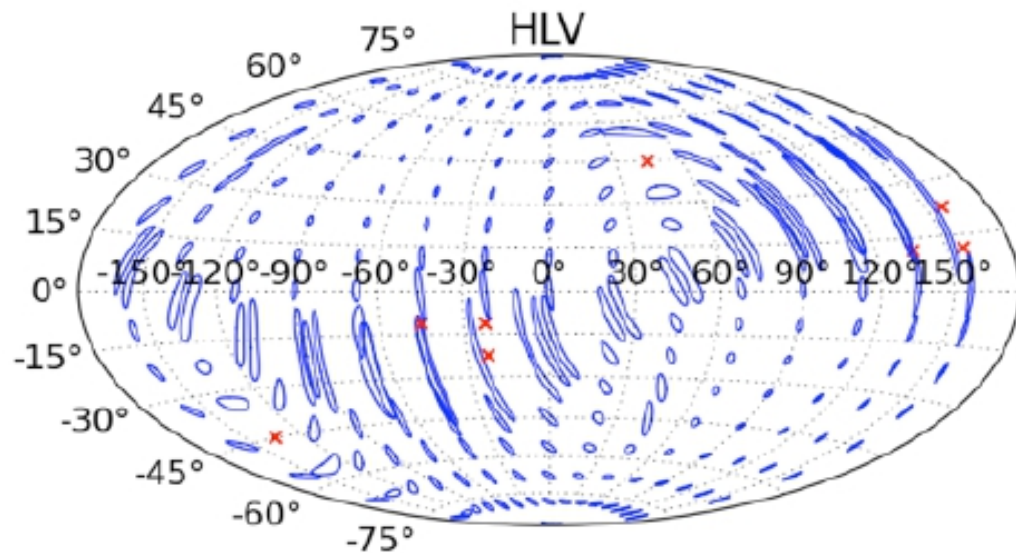
# Kagra Cryo-suspensions

The collaboration of the Perugia and Roma groups was important to realize and install the first cryogenic suspension for Kagra



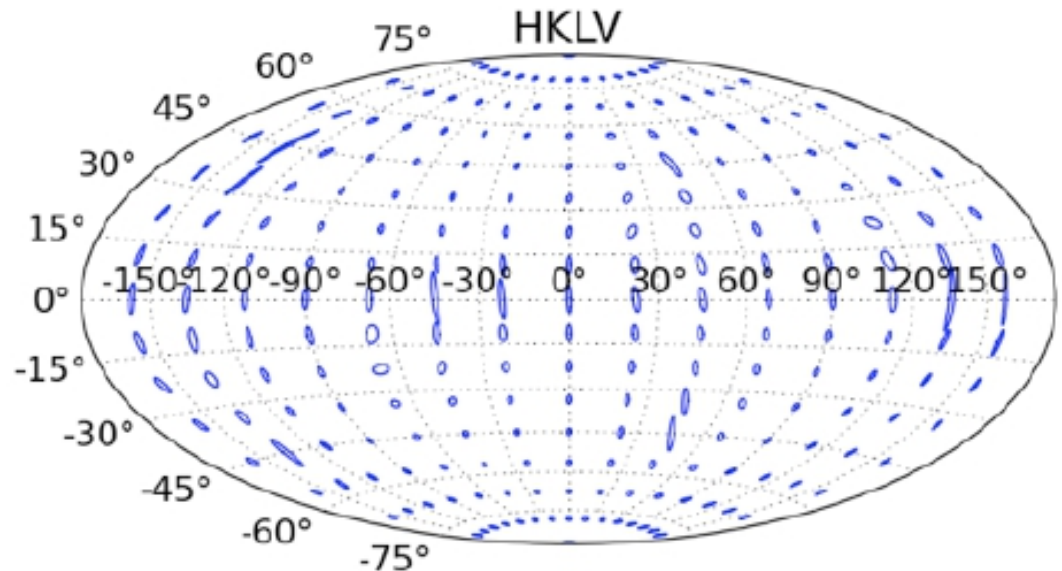


# Adding Kagra to the network



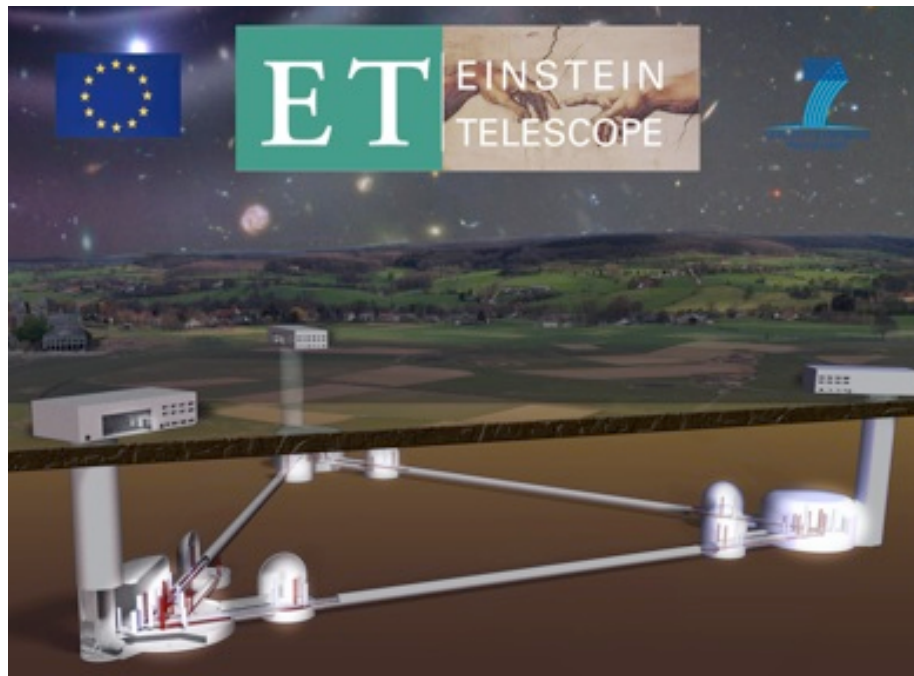
*KAGRA will join the worldwide network increasing considerably the overall network capabilities*

Credit: S. Fairhurst

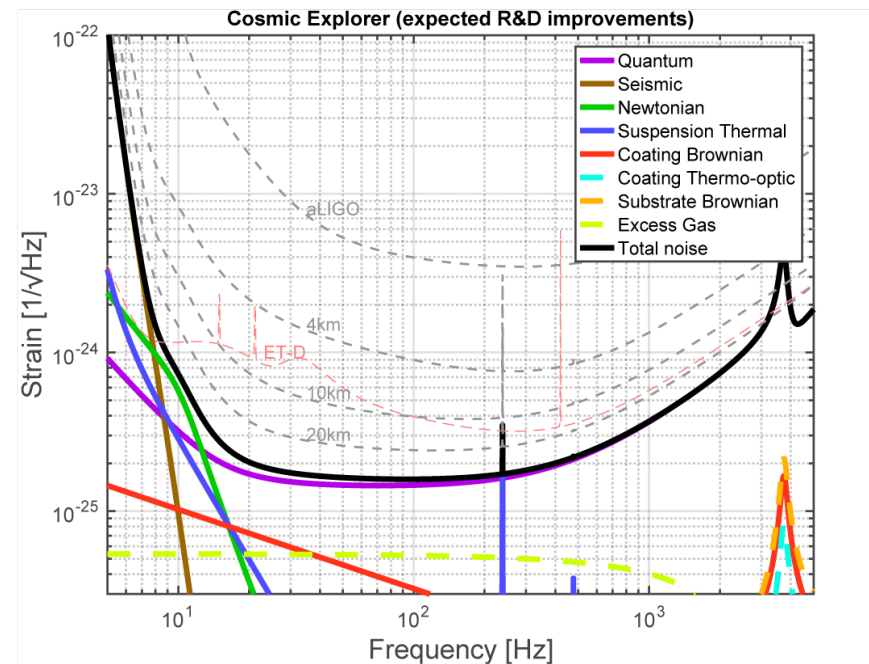


# Visions of 3<sup>rd</sup> generation detectors

Schematic of the Einstein Telescope, a proposed 10-km underground detector.



Noise spectrum of Cosmic Explorer, a proposed 40-km above-ground detector.



Abbott et al., *Class. Quantum Grav.* **34** (2017) 044001

Source: [https://www.aei.mpg.de/18498/03\\_Einstein\\_Telescope](https://www.aei.mpg.de/18498/03_Einstein_Telescope)



# Onde Gravitazionali - Perugia

## Advanced Virgo

Helios Vocca (Unipg)

Silvia Corezzi (Unipg)

Gianluca Grignani (Unipg)

Michele Punturo (Infn)

Mateusz Bawaj (Unipg)

Flavio Travasso (Unicam)

Angela Trapananti (Unicam)

Andrea Di Cicco (Unicam)

## Kagra

Helios Vocca (Unipg)

Flavio Travasso (Unicam)

## Einstein Telescope

Michele Punturo (Infn)

Helios Vocca (Unipg)

Silvia Corezzi (Unipg)

Mateusz Bawaj (Unipg)

Flavio Travasso (Unicam)

# Attività del gruppo di Perugia

Il gruppo di **Perugia** fa parte della collaborazione LIGO-Virgo, Kagra ed ET nell'ambito delle seguenti tematiche:

- Minimizzazione del rumore termico e sviluppo delle sospensioni monolitiche a temperatura ambiente (Virgo) e criogeniche (Kagra);
- svolge attività di R&D per lo studio del rumore termico nei coatings per gli attuali detectors (LIGO, Virgo e Kagra) e per quelli di nuova generazione (AdV+ ed ET);
- Minimizzazione del rumore quantistico per Virgo (squeezing);
- svolge attività di commissioning (Virgo) ed analisi dati (LIGO e Virgo).
- Compact binaries waveform modelling con metodi analitici e numerical relativity



# Attività proposte per VIRGO

Possibilità di lavorare su tesi di laurea triennale (LT), magistrale (LM) e di dottorato (PhD) principalmente sui seguenti argomenti:

- Proprietà dei materiali per minimizzazione del rumore termico per misure ad altissima sensibilità;
- Sviluppo e studio di sospensioni monolitiche a bassa dissipazione per interferometria ottica a temperatura ambiente e criogenica;
- Modellizzazione ed esperimenti sul rumore termico nei coatings in condizione di equilibrio termico;
- Studio di tecniche per ridurre il rumore quantistico dell'interferometro;
- Modelli analitici e di numerical relativity per sistemi binary compatti.
  
- Possibilità di tesi in cotutela in Italia o all'estero (principalmente EU, JP, USA) su argomenti correlati alle OG e/o detectors!

# Onde Gravitazionali: Riferimenti

- Prof. Helios Vocca (coordinator)  
[helios.vocca@unipg.it](mailto:helios.vocca@unipg.it)
- Dr. Flavio Travasso (suspensions)  
[flavio.travasso@pg.infn.it](mailto:flavio.travasso@pg.infn.it)
- Dr. Silvia Corezzi (coatings)  
[silvia.corezzi@unipg.it](mailto:silvia.corezzi@unipg.it)
- Dr. Mateusz Bawaj (squeezing)  
[mateusz.bawaj@pg.infn.it](mailto:mateusz.bawaj@pg.infn.it)
- Prof. Gianluca Grignani (modelling)  
[gianluca.grignani@unipg.it](mailto:gianluca.grignani@unipg.it)

<http://virgo.pg.infn.it/>

