

**ARCHIMEDES**  
**LISA-PF**  
**VIRGO**

# Personale coinvolto

		Archimedes	Lisa-pf	Virgo
F. Acernese	PA – Università di Salerno			■
S. Avino	Ric – INO - CNR	■		
F. Barone	PO – Università di Salerno			■
G. Bimonte	PA - Università di Napoli	■		
E. Calloni	PA - Università di Napoli	■		■
M. De Laurentis	Ass - Università di Napoli			■
R. De Rosa	PA - Università di Napoli		■	■
L. Di Fiore	Pric - INFN – Sezione di Napoli		■	■
G. Esposito	Pric - INFN – Sezione di Napoli	■		
T. Di Girolamo	Ric - Università di Napoli			■
G. Gagliardi	Ric – INO - CNR	■		
F. Garufi	Ric - Università di Napoli			■
A. Grado	Ast – INAF - OAC		■	■
L. Milano	PO - Università di Napoli (retired)			
G. P. Pepe	PA – Università di Napoli	■		
R. Romano	PA – Università di Salerno			■
L. Rosa	PA – Università di Napoli	■		
C. Stornaiolo	Pric - INFN – Sezione di Napoli	■		
D. Stornaiuolo	RTDA- Università di Napoli	■		
F. Tafuri	PA - Seconda Università di Napoli	■		



Consiglio Nazionale delle Ricerche

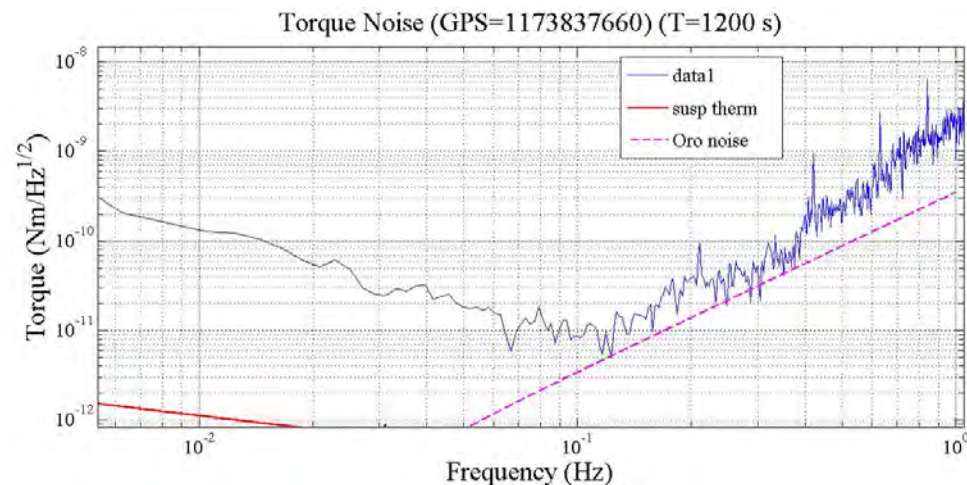
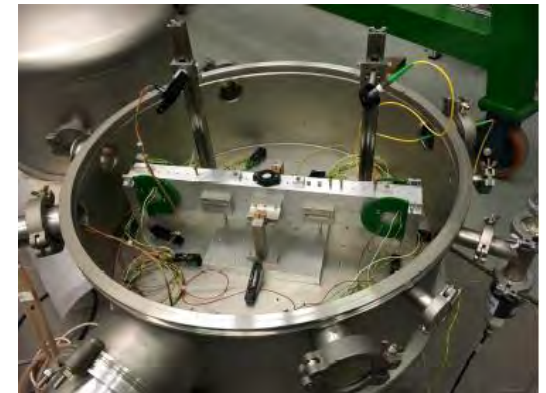
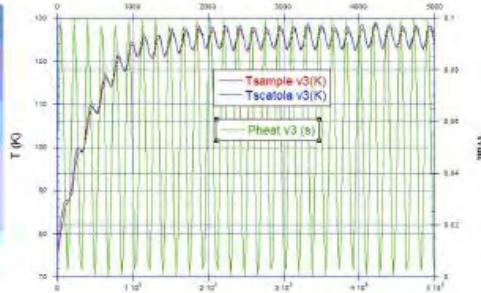
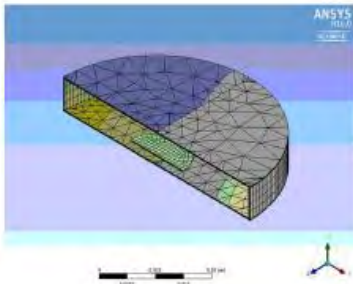


## Stato delle attività

- La sigla è all'ultimo anno in GR5 ed è stata presentata in GR2 quest'anno;
- Già presentata nel dettaglio in gruppo, in sezione ed in CSN2;
- In sintesi:
  - Misura del peso delle energia delle fluttuazioni di vuoto;
  - Il contributo dell'energia di vuoto viene modulato in una cavità di Casimir sfruttando la transizione a superconduttore pilotata dalla temperatura;
  - Le eventuali variazioni di peso vengono misurate da una bilancia ad elevata sensibilità con lettura interferometrica;

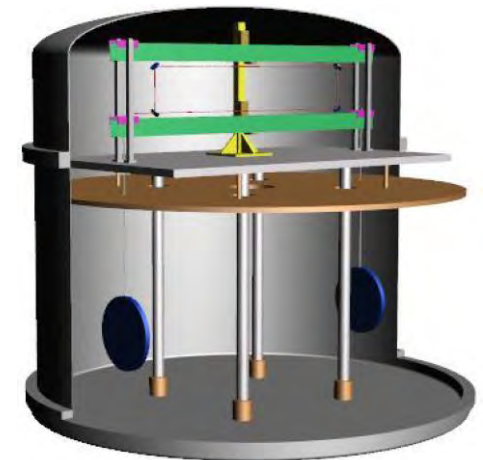
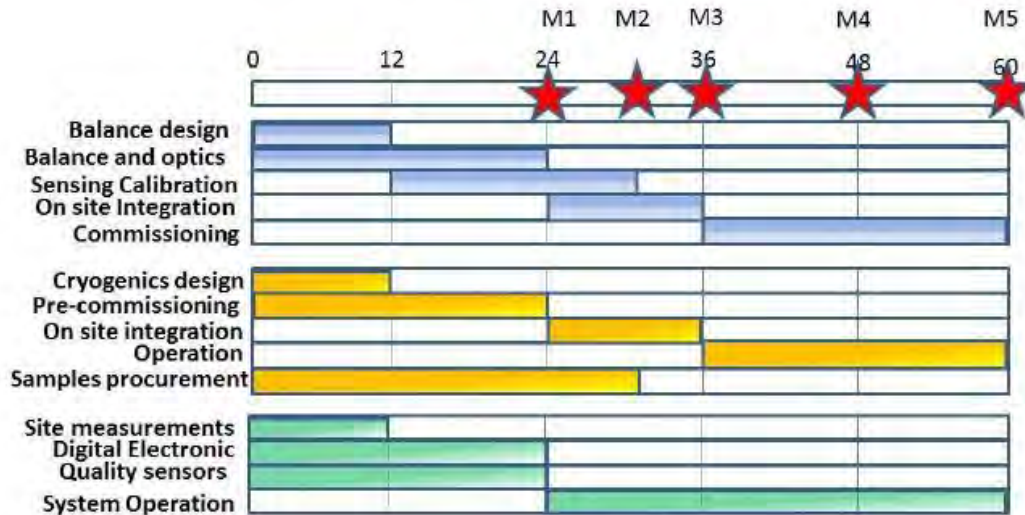
## Stato delle attività

- La sperimentazione effettuata durante la permanenza in GR5 ha permesso di verificare la fattibilità della bilancia e del sistema criogenico.



## Piano delle attività

- Parte Teorica superconduttori: contributo dell'energia di vuoto alla energia di transizione (L. Rosa, G. Bimonte)
- Parte Teorica Gravitazionale (L. Rosa, G. Bimonte, G. Esposito, C. Stornaiolo)
- Superconduttività Sperimentale e Criogenia (F. Tafuri, S. Avino, G. Gagliardi, D. Stornaiuolo, G. P. Pepe);
- Ottica e Meccanica (E. Calloni, M. De Laurentis, S. Avino);

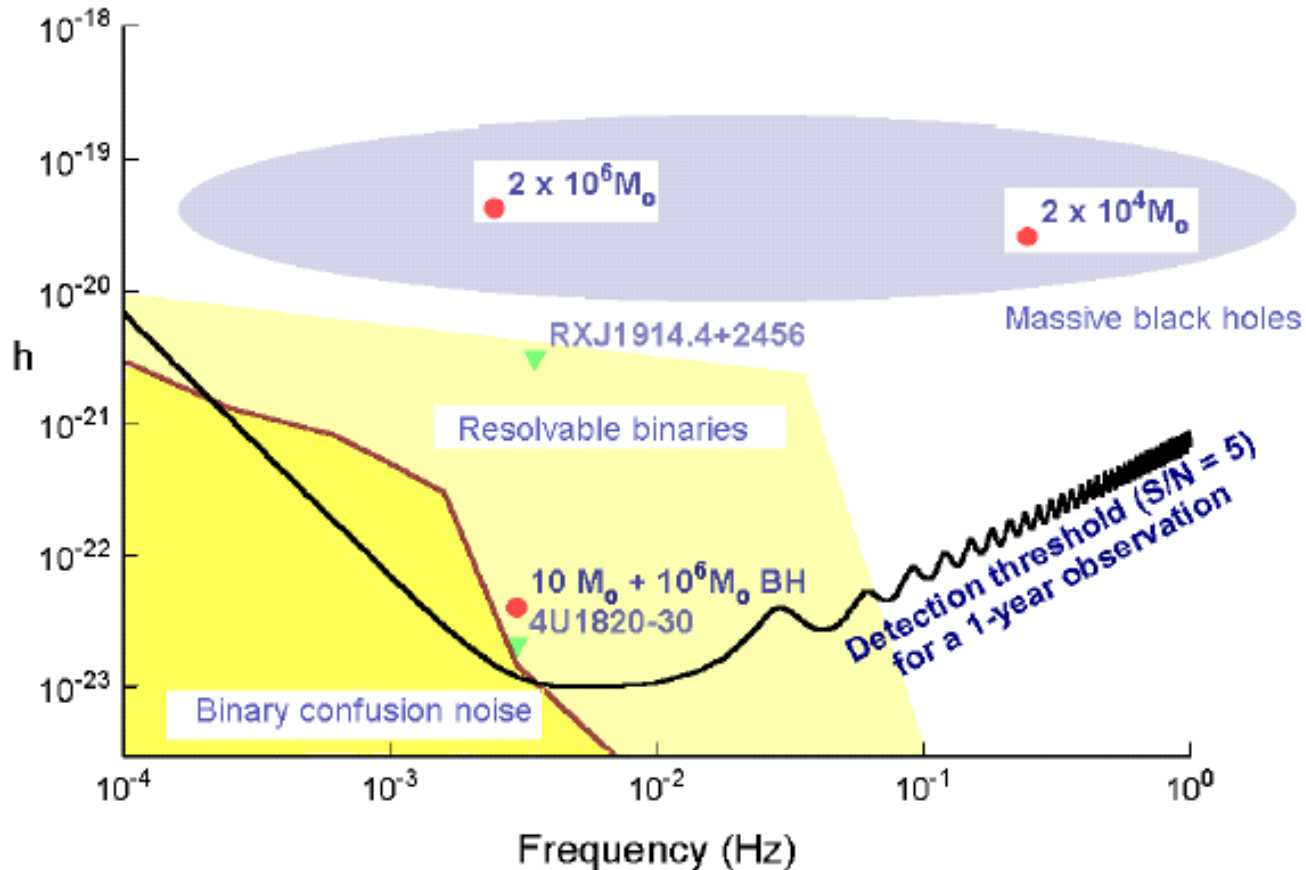


## Publicazioni ultimo triennio

- L. Rosa et al: «Casimir energy for two and three superconducting coupled cavities: numerical Calculations” **Phys.Rev. D90 (2017) submitted**
- E. Calloni et al “The Archimedes project: a feasibility study for weighing the vacuum energy” **PoS FFP14 (2016) 187 – Proceedings**
- E. Calloni et al. “The Archimedes experiment” , **Nucl.Instrum.Meth. A824 (2016) 646-647**
- E. Calloni et al: “ Towards weighing the condensation energy to ascertain the Archimedes force of vacuum “ **Phys.Rev. D90 (2014) no.2, 022002**

## Motivazioni Scientifiche

LISA: sensitivity curve and expected astrophysical sources

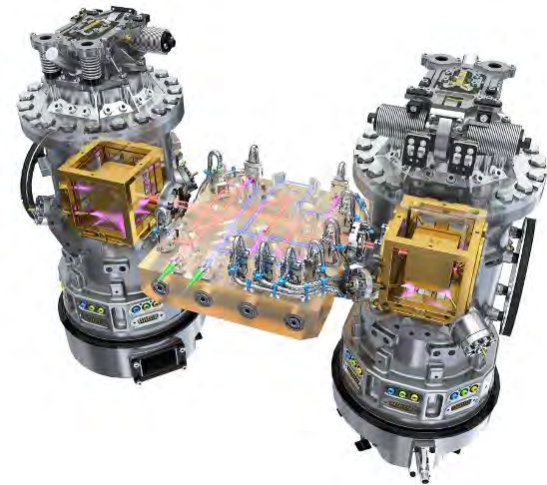
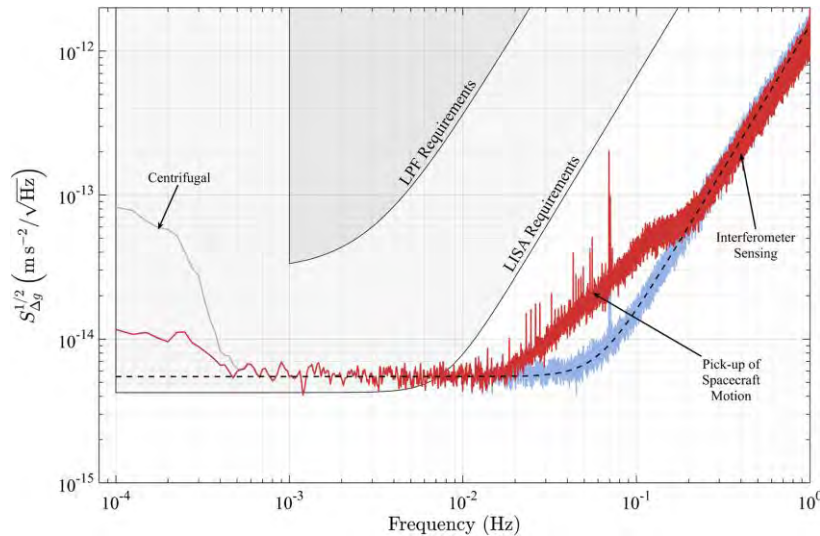


LISA is devoted to the detection of Gravitational Waves in an extremely low frequency band: 0.1mHz to 100 mHz

LISA-Pathfinder: dimostratore tecnologico per LISA

## Stato delle attività

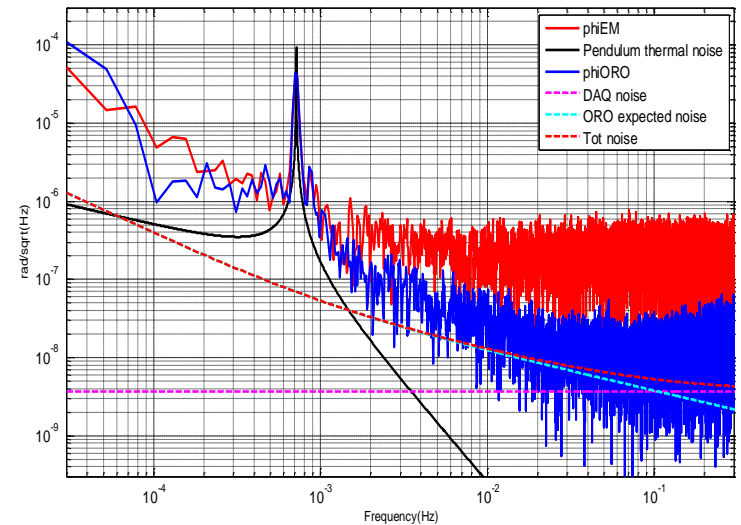
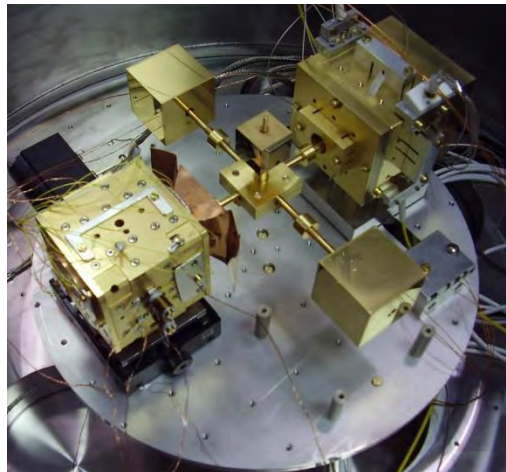
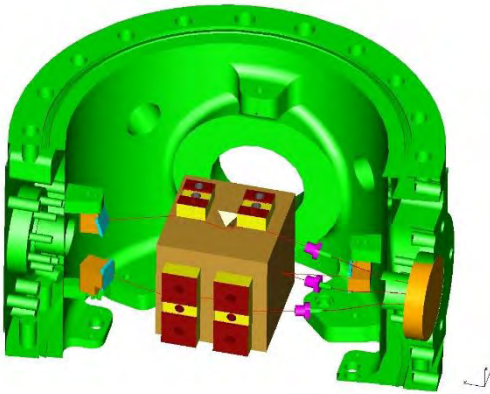
- Lancio del satellite: 3 dicembre 2015;
- Posizionamento sull'orbita: 22 gennaio 2016;
- Inizio operazioni scientifiche: maggio 2016;
  - Primi risultati sulle misure di accelerazione residua sulle TM;





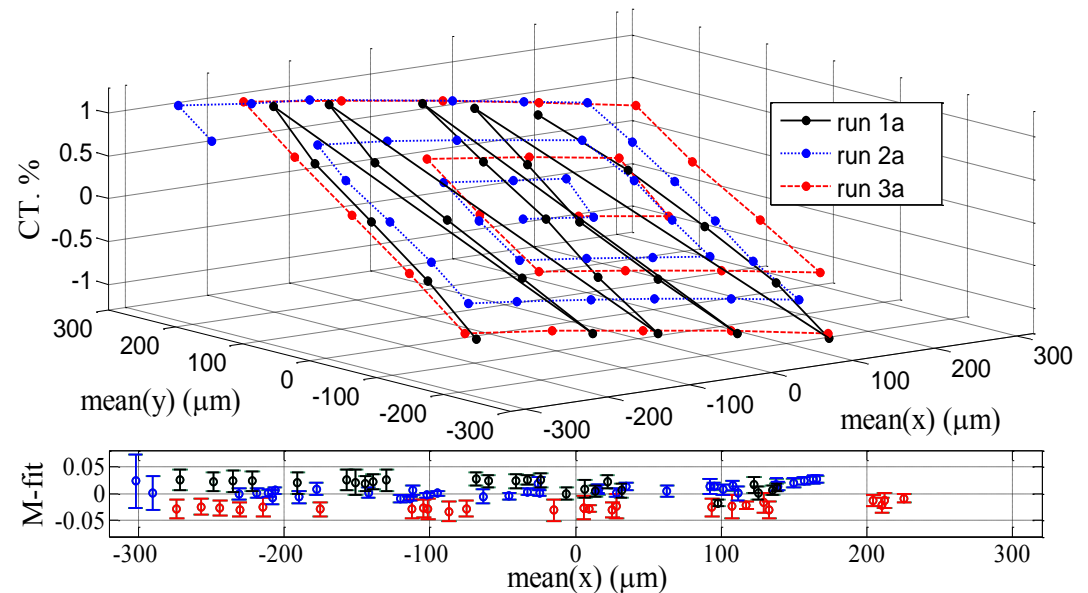
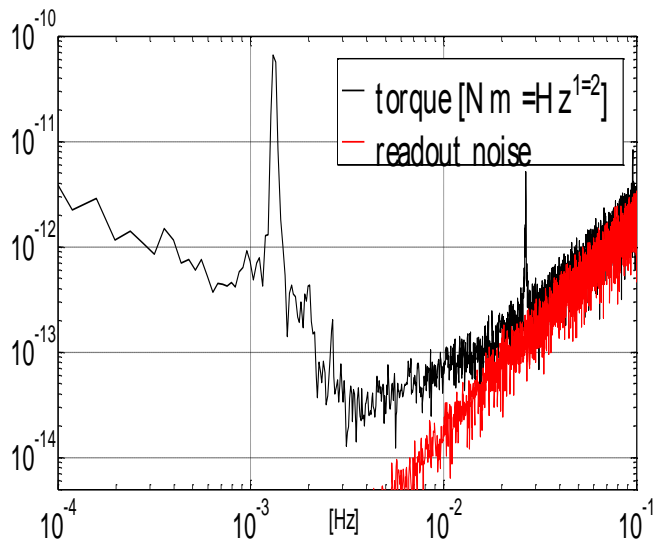
## Contributo alle attività

- Inizialmente (2003-2013) il gruppo ha sviluppato un sistema di read-out ottico per la posizione delle TM;
- Tale sistema è stato concepito per l'impiego su LISA (non su PF);
  - Prestazioni migliori del sistema capacitivo su alcuni gradi di libertà;
  - Test delle prestazioni su banco e su pendoli di torsione;
  - Verificata la possibilità di integrazione sul GRS;



## Contributo alle attività

- Successivamente il gruppo ha contribuito alla caratterizzazione del GRS di LISA-PF con misure effettuate con il doppio pendolo di torsione (PETER) disponibile, dal 2014, a Napoli.

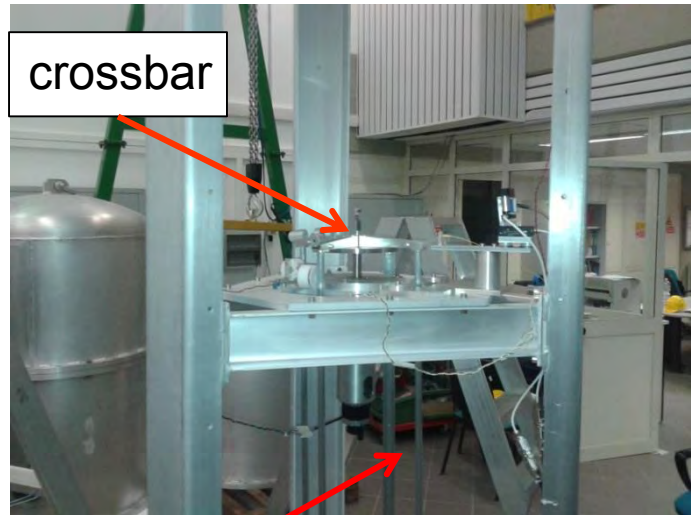


## PETER nel Laboratorio di Fisica della Gravitazione

reinforced  
concrete  
basement



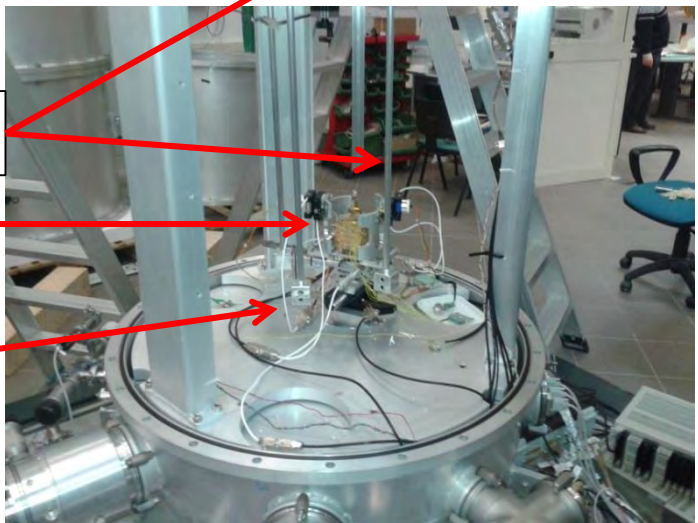
crossbar



rigid legs

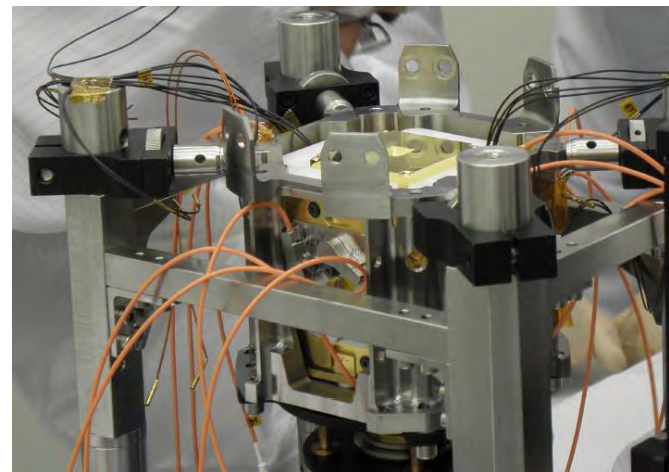
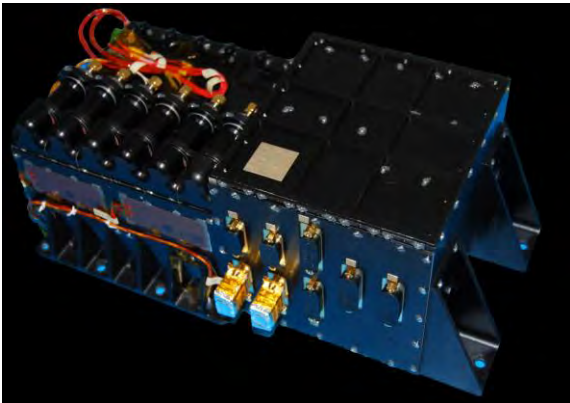
GRS

dummy TMs



## Sviluppi futuri

- Il futuro della missione LISA va delineandosi:
  - proposal presentato a inizio 2017 (approvazione definitiva entro fine anno)
  - lancio previsto nel 2030, possibile anticipo (2026?) in base readiness e contributi economici delle agenzie nazionali
- Possibile partecipazione del gruppo di Napoli allo sviluppo del sistema di scarica per la TM di LISA;
- Su LISA-PF utilizzo di lampade al mercurio;
- Per LISA si ipotizza l'utilizzo di UV-LED;
- Elettronica di pilotaggio, Test delle prestazioni su banco e su pendolo di torsione;



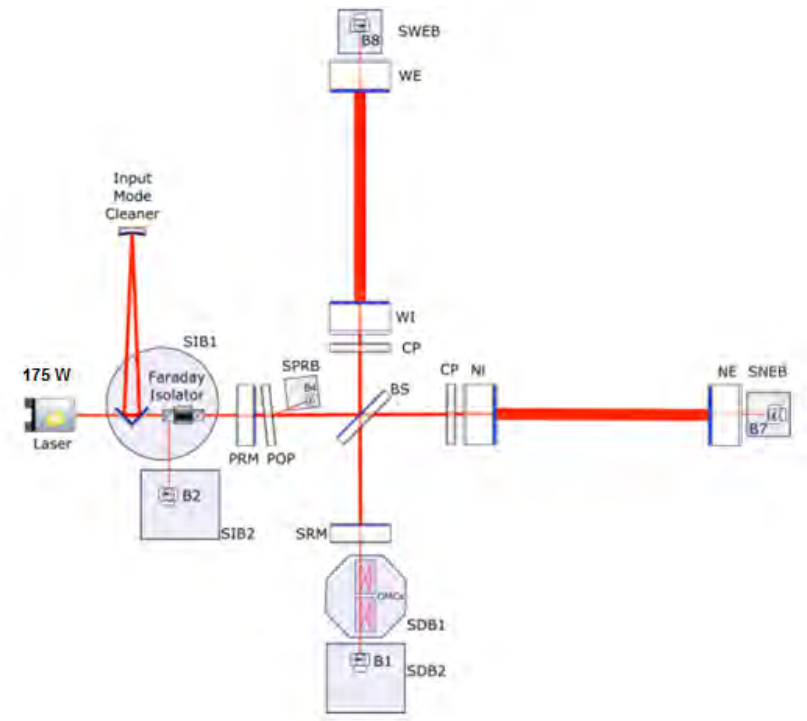
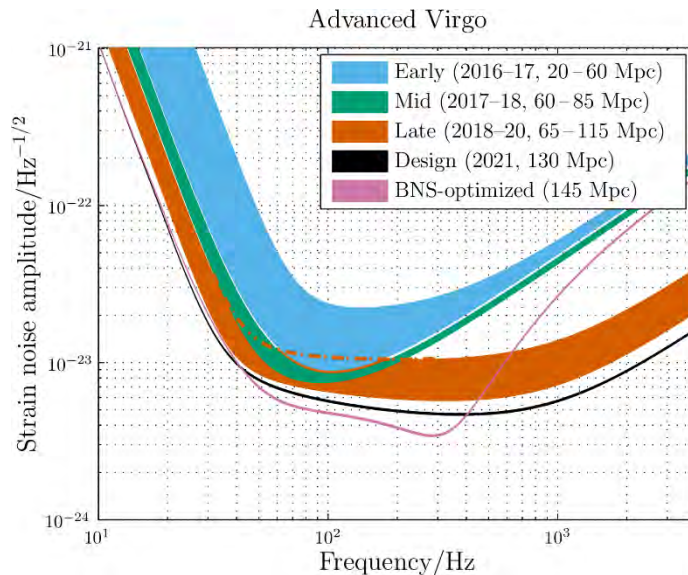
## Pubblicazioni nell'ultimo triennio

1. M.Bassan, A.Cavalleri, M.De Laurentis, F.De Marchi, R.De Rosa, L.Di Fiore, R.Dolesi, N.Finetti, F.Garufi, A.Grado, M. Hueller, L.Marconi, L.Milano, G.Pucacco, R.Stanga, M.Visco, S.Vitale, and W.J.Weber, “Approaching Free Fall on Two Degrees of Freedom: Simultaneous Measurement of Residual Force and Torque on a Double Torsion Pendulum”; **Phys. Rev. Lett.** **116** (2016)051104
2. LISA-PF Collaboration, **Phys. Rev. Lett.** **116**, 231101 (2016).
3. M. Bassana, A. Cavalleri, M. De Laurentis, F. De Marchi, R. De Rosa, L. Di Fiore,, R. Dolesi, N. Finetti, F. Garufi, A. Grado, M. Hueller, L. Marconi, L. Milano, Y. Minenkov, G. Pucacco, R. Stanga, D.Vetrugno, M. Visco, S. Vitale, W. J. Weber, "Actuation cross-talks in free-falling systems: torsion pendulum results for the LISA-Pathfinder gravitational reference sensor", **Astroparticle Phys.** (2017) submitted
4. L. Di Fiore, “PETER, A Two Stage Torsion Pendulum For Testing Free Fall Condition On Ground On Two DOFs”, Fourteenth Marcel Grossmann Meeting - MG14 - Rome, July 12-18, 2015.
5. L. Di Fiore, “A two-stage torsion pendulum for ground testing free fall conditions on two degrees of freedom”, CRIS2016, Ischia, July 4-8, 2016.
6. L. Di Fiore, “PETER: a double torsion pendulum to test quasi Free Fall on two Degrees of Freedom”, 52nd Rencotres de Moriond – March 25 - April 01, 2017.
7. A. Grado, “Perspectives to measure forces between macroscopic flat parallel plates”, 52nd Rencotres de Moriond – March 25 - April 01, 2017.

# Advanced Virgo

## Motivazioni Scientifiche

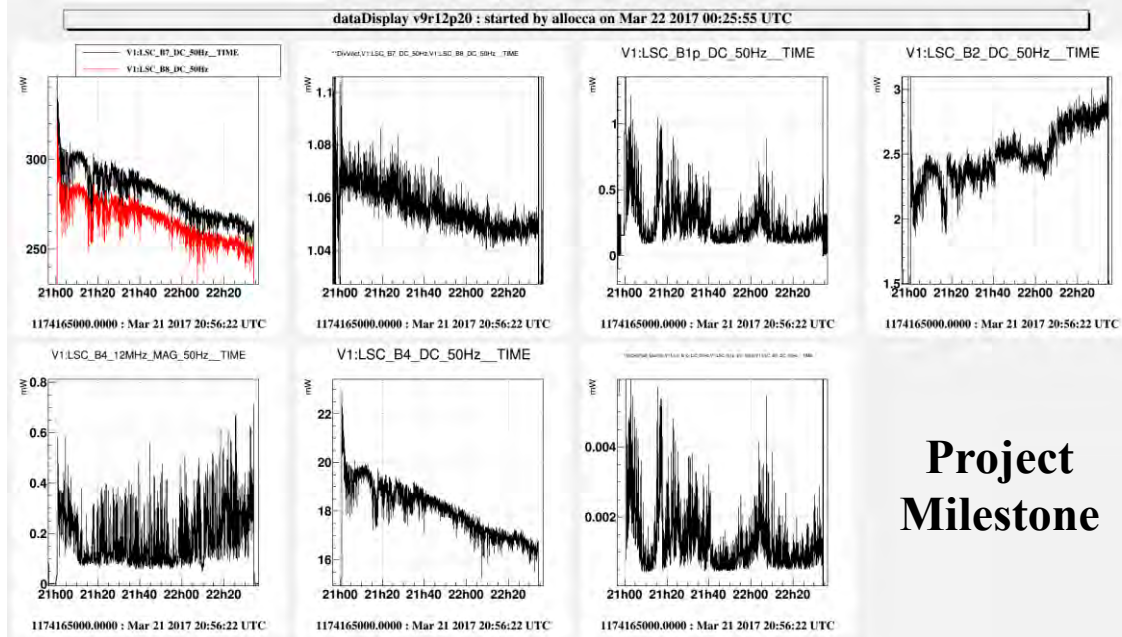
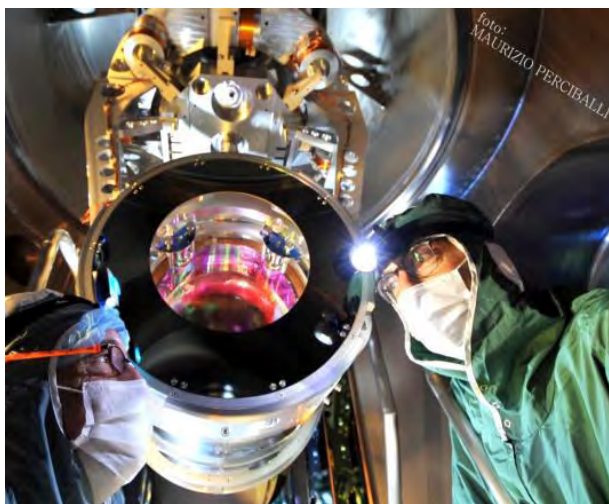
- La prima generazione di interferometri (LIGO-VIRGO-GEO-TAMA) non ha rivelato alcun segnale;
- Upgrade per aumentare la sensibilità di circa un ordine di grandezza su tutta la banda;
- Per Virgo iniziato nel 2013



# Advanced Virgo

## Stato del detector

- **October 2016: suspension of the last payload with steel wires;**
- November 2016: commissioning with the full ITF started;
- December 2016: the full PR ITF was locked on half fringe;
- February 2017: the PR ITF was locked on dark fringe;
- **March 2017: the PR ITF locked on dark fringe for more than 1 hour;**
- April 2017: PR ITF locked with DC readout;
- May 2017: First AdV Commissioning Run;

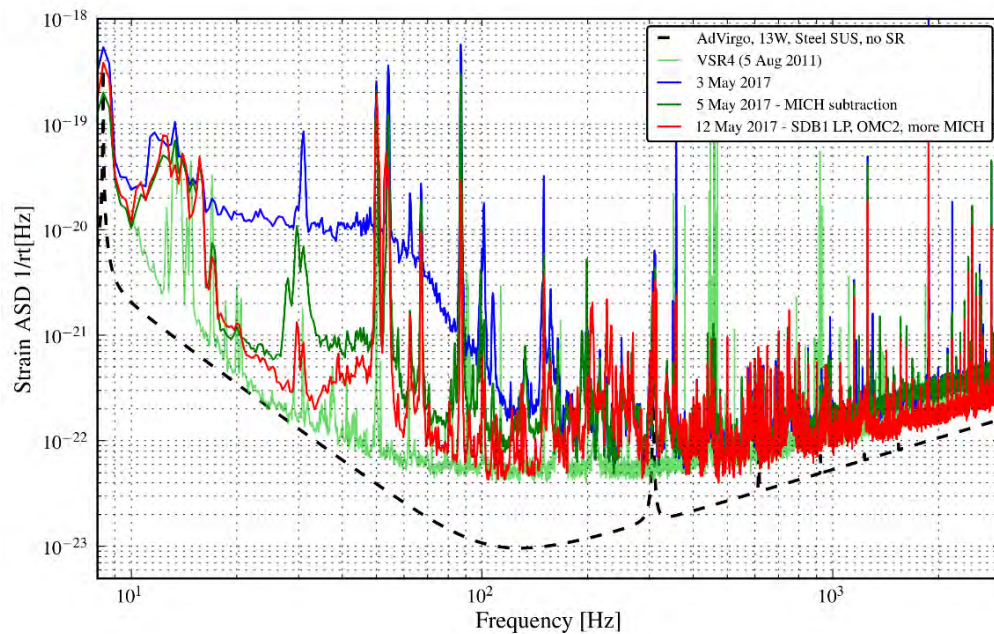
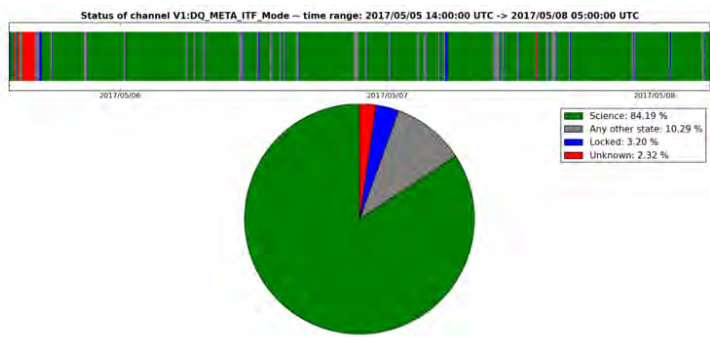


**Project  
Milestone**

# Advanced Virgo

## Commissioning Run

- From May 5<sup>th</sup> to 8<sup>th</sup> a commissioning run (C8) was performed;
- Longest lock period: ~ 6 hours;
- Duty cycle: ~ 84%;
- BNS range: 3-5 Mpc

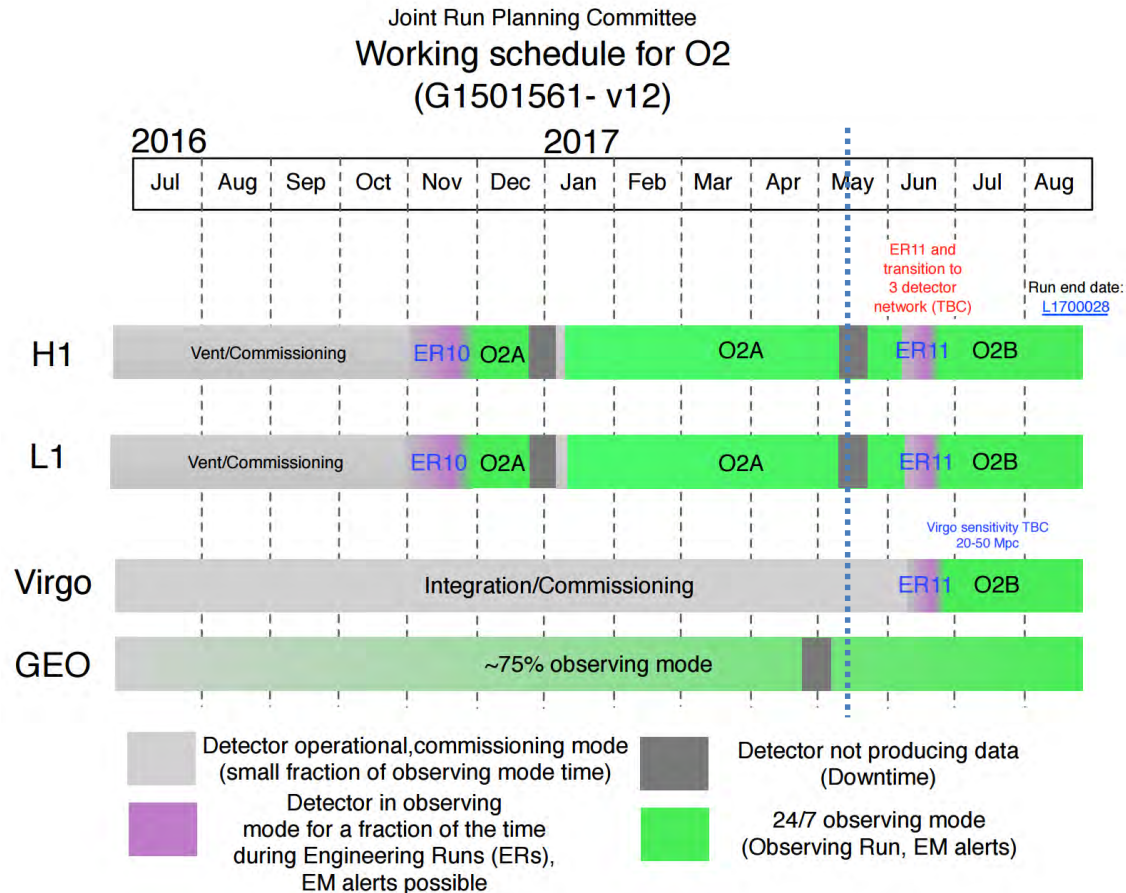




# Advanced Virgo

## Towards O2 run

- Present schedule for the next months based on the LIGO-Virgo-GEO agreement;



# Advanced Virgo

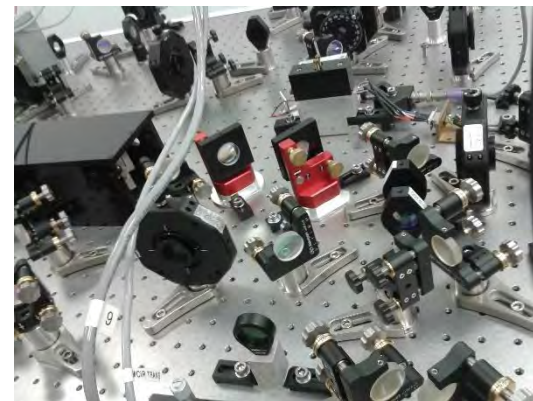
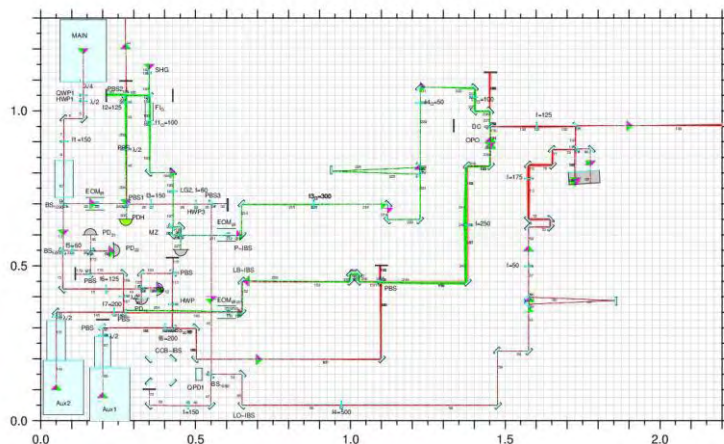
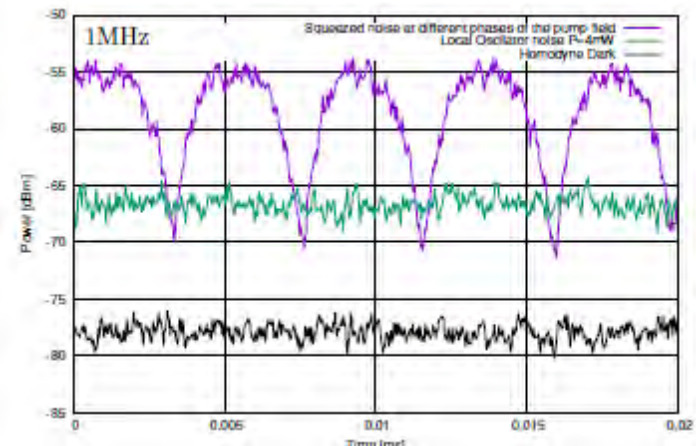
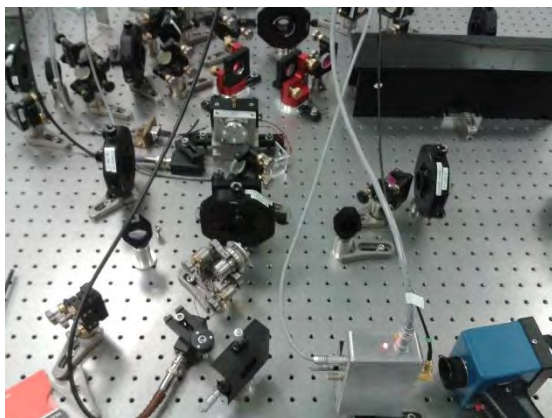
## Contributo alle attività

- Environmental monitoring (F. Acernese, F. Barone, R. De Rosa, F. Garufi);
- Controllo locale degli specchi sospesi (L. Di Fiore, A. Grado);
- Analisi dati in coincidenza con GRB (T. Di Girolamo);
- Follow-up elettromagnetico (A. Grado);
- Interferometer Global Control (E. Calloni);
- R&D per la generazione di luce squeezed (M. De Laurentis);
- R&D per lo sviluppo di sismometri monolitici (F. Acernese, F. Barone, R. Romano);
- R&D per lo sviluppo di un tiltmetro per rumore newtoniano (E. Calloni, R. De Rosa, L. Di Fiore, F. Garufi, M. De Laurentis);
  
- Tutto il gruppo è inoltre coinvolto nella definizione degli interferometri terrestri di terza generazione (ET);
- Criticità: contributo limitato alle attività di analisi dati (rispetto alla consistenza del gruppo e anche per le future attività per LISA);

# Advanced Virgo

## Squeezing

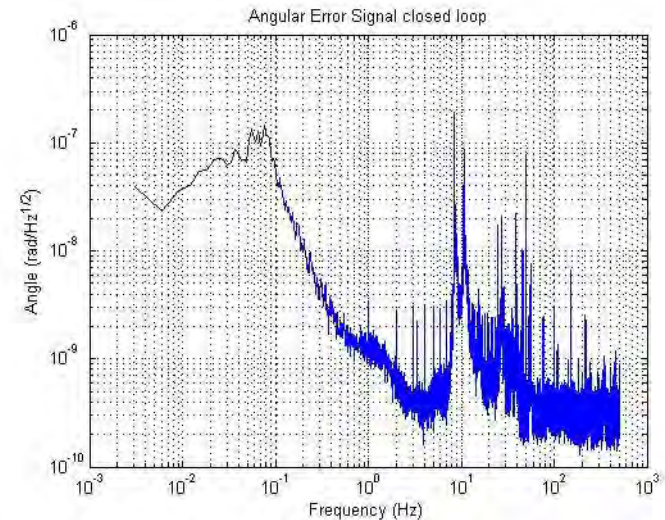
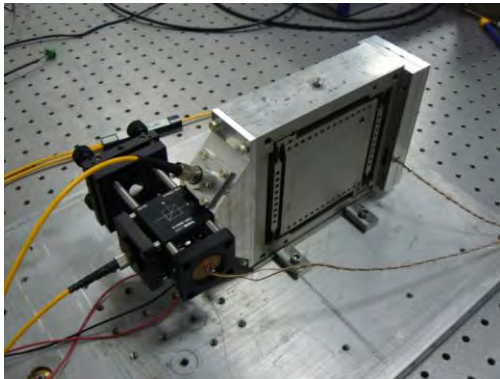
- Sviluppo di un sistema per la generazione di luce squeezed da utilizzare per il run O3 (M. De Laurentis);



# Advanced Virgo

## Rumore Newtoniano

- Prevista, durante lo stop tra O2 ed O3, l'installazione di una serie di sensori per la misura del rumore newtoniano
- Contributo:
  - Accelerometri monolitici
  - Tiltmetro
  - Come responsabili dell'EnvMon ci occuperemo dell'integrazione dei sensori e delle loro operazioni;



## Pubblicazioni nell'ultimo triennio

- N. complessivo: 64 - Pubblicazioni più significative:
  1. LIGO and Virgo Collaborations, “Observation of gravitational waves from a binary black hole merger”  
Phys. Rev. D, 116, 6 (2016) 061102
  2. The Virgo Collaboration “Advanced Virgo: a second-generation interferometric gravitational wavedetector”  
Class. Quant. Grav., 32, 1 (2015)
  3. LIGO and Virgo Collaborations “Astrophysical implications of the binary black hole merger GW150914”  
Astroph. J. Lett, 818, 2 (2016), L22
  4. “GW151226: Observation of Gravitational Waves from a 22-Solar-Mass Binary Black Hole Coalescence”  
Phys- Rev. Lett., 116, 24 (2016) 241103
  5. LIGO and Virgo Collaborations, ” Prospects for observing and localizing gravitational-wave transients with advanced LIGO and advanced virgo”  
Living Review in Relativity, 19, 1 (2016)
  6. LIGO and Virgo Collaborations, “Properties of the Binary Black Hole Merger GW150914”.  
Phys. Rev. Lett., 116, 24 (2016) 241102
  7. LIGO and Virgo Collaborations, “Localization and broadband follow-up of the gravitational wave transient GW150914”.  
Astroph. J. Lett., 821, 1 (2016), L13
  8. LIGO and Virgo Collaborations, “Tests of General Relativity with GW150914”,  
Phys. Rev. D, 116, 22 (2016) 221101
  9. LIGO and Virgo Collaborations, “Characterization of the LIGO detectors during their sixth science run”,  
Class. Quant. Grav. 32, 1 (2016)
  10. LIGO and Virgo Collaborations, “Improved Upper Limits on the Stochastic Gravitational-Wave Background from 2009-2010 LIGO and Virgo Data”, Phys. Rev. Lett 113, 23 (2014) 231101.