



Suspensions 3G

Meeting ET Italia (teleconf)
20/6/2018

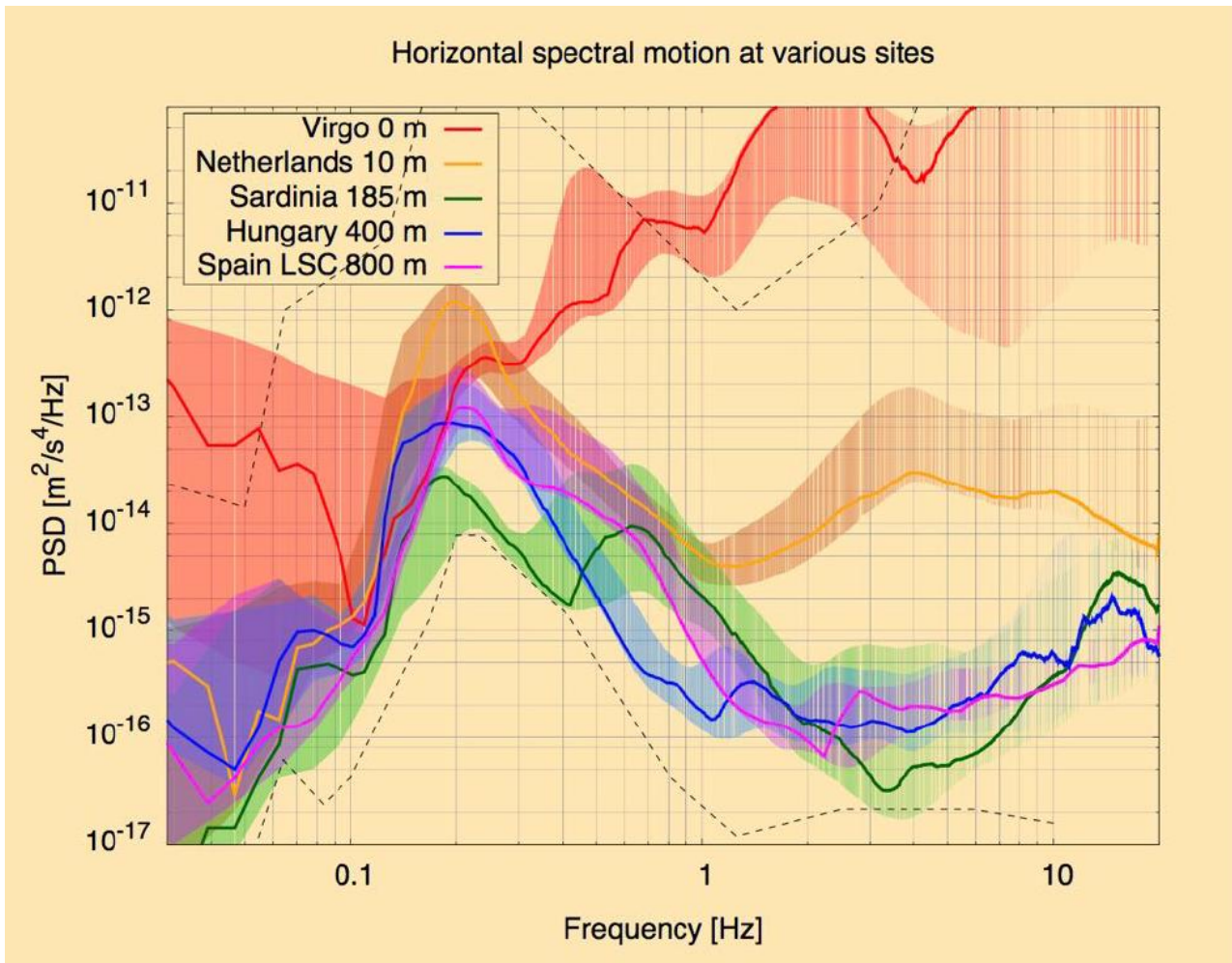
A.Gennai per il gruppo INFN-Pisa

Sommario

- A partire dal novembre 2017, il gruppo di Pisa ha iniziato riunioni settimanali tese a studiare in maniera concreta possibili soluzioni per le sospensioni di terza generazione
- In queste poche slides presentiamo i punti chiave a cui siamo giunti ad oggi

SA Requirements

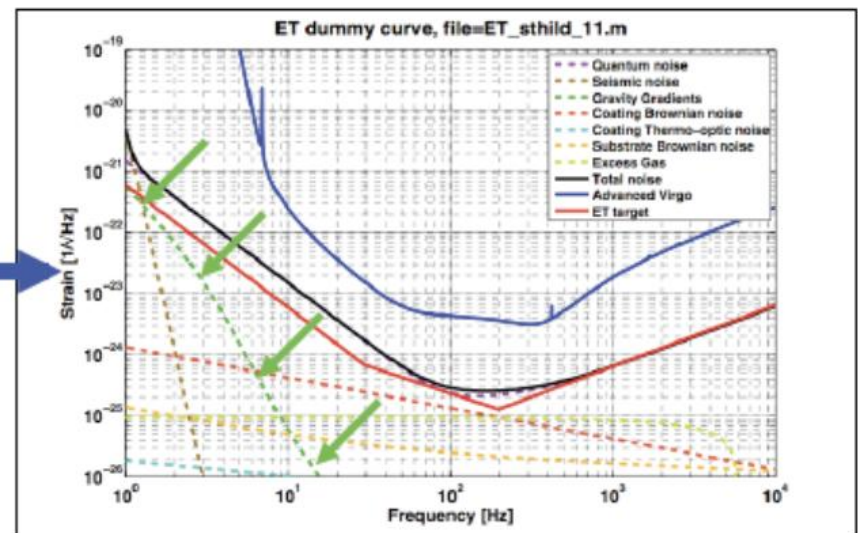
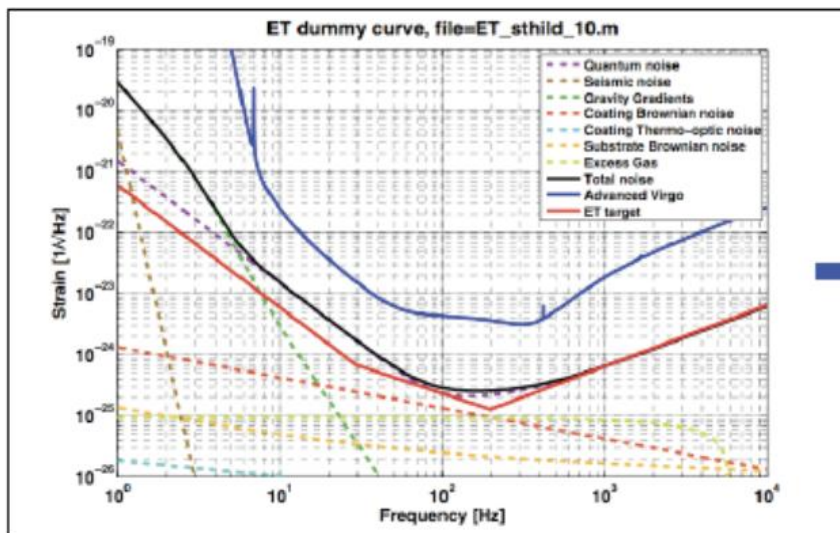
- Seismic noise



Specs1/2 (S.Hild - 2008)



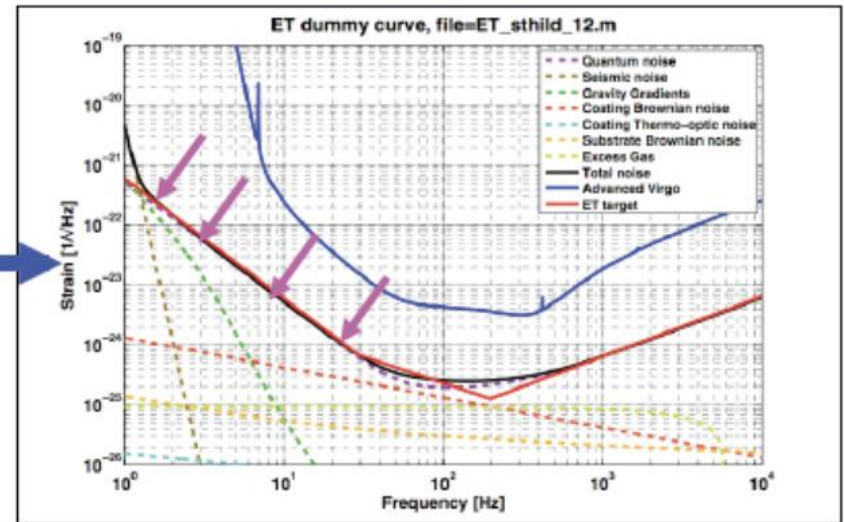
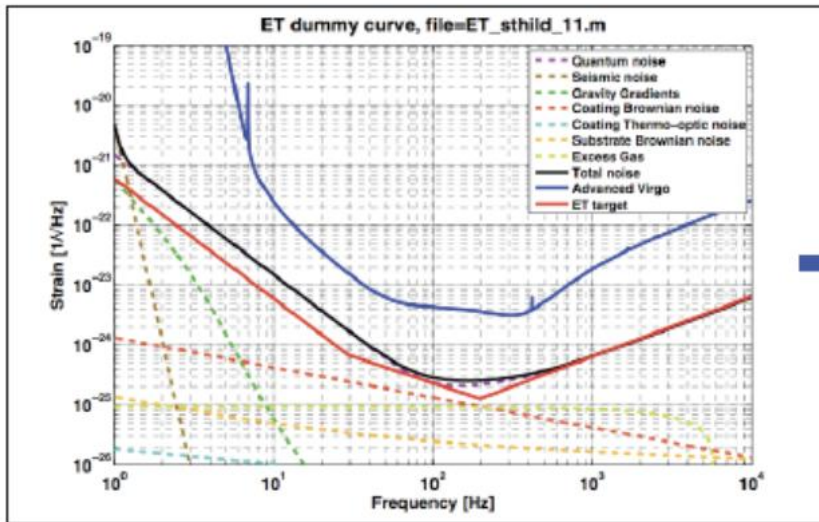
Step 9: Gravity gradient suppression



Specs2/2 (S.Hild - 2008)



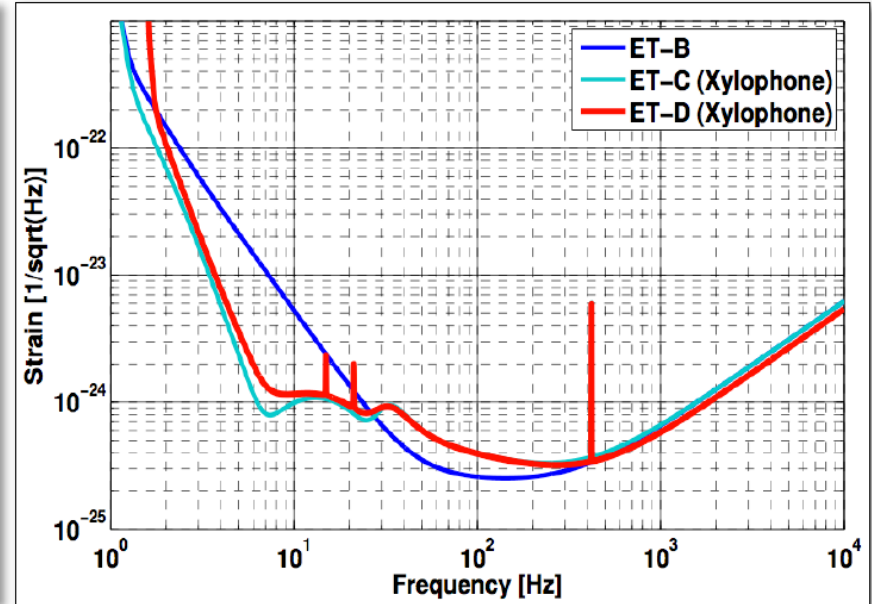
Step 10: Heavier mirrors





ET Sensitivity evolution

Parameter	ET-D-HF	ET-D-LF
Arm length	10 km	10 km
Input power (after IMC)	500 W	3 W
Arm power	3 MW	18 kW
Temperature	290 K	10 K
Mirror material	Fused silica	Silicon
Mirror diameter / thickness	62 cm / 30 cm	min 45 cm / TBD
Mirror masses	200 kg	211 kg
Laser wavelength	1064 nm	1550 nm
SR-phase	tuned (0.0)	detuned (0.6)
SR transmittance	10 %	20 %
Quantum noise suppression	freq. dep. squeez.	freq. dep. squeez.
Filter cavities	1 × 10 km	2 × 10 km
Squeezing level	10 dB (effective)	10 dB (effective)
Beam shape	LG ₃₃	TEM ₀₀
Beam radius	7.25 cm	9 cm
Scatter loss per surface	37.5 ppm	37.5 ppm
Partial pressure for H ₂ O, H ₂ , N ₂	10 ⁻⁸ , 5 · 10 ⁻⁸ , 10 ⁻⁹ Pa	10 ⁻⁸ , 5 · 10 ⁻⁸ , 10 ⁻⁹ Pa
Seismic isolation	SA, 8 m tall	mod SA, 17 m tall
Seismic (for $f > 1$ Hz)	5 · 10 ⁻¹⁰ m/f ²	5 · 10 ⁻¹⁰ m/f ²
Gravity gradient subtraction	none	none



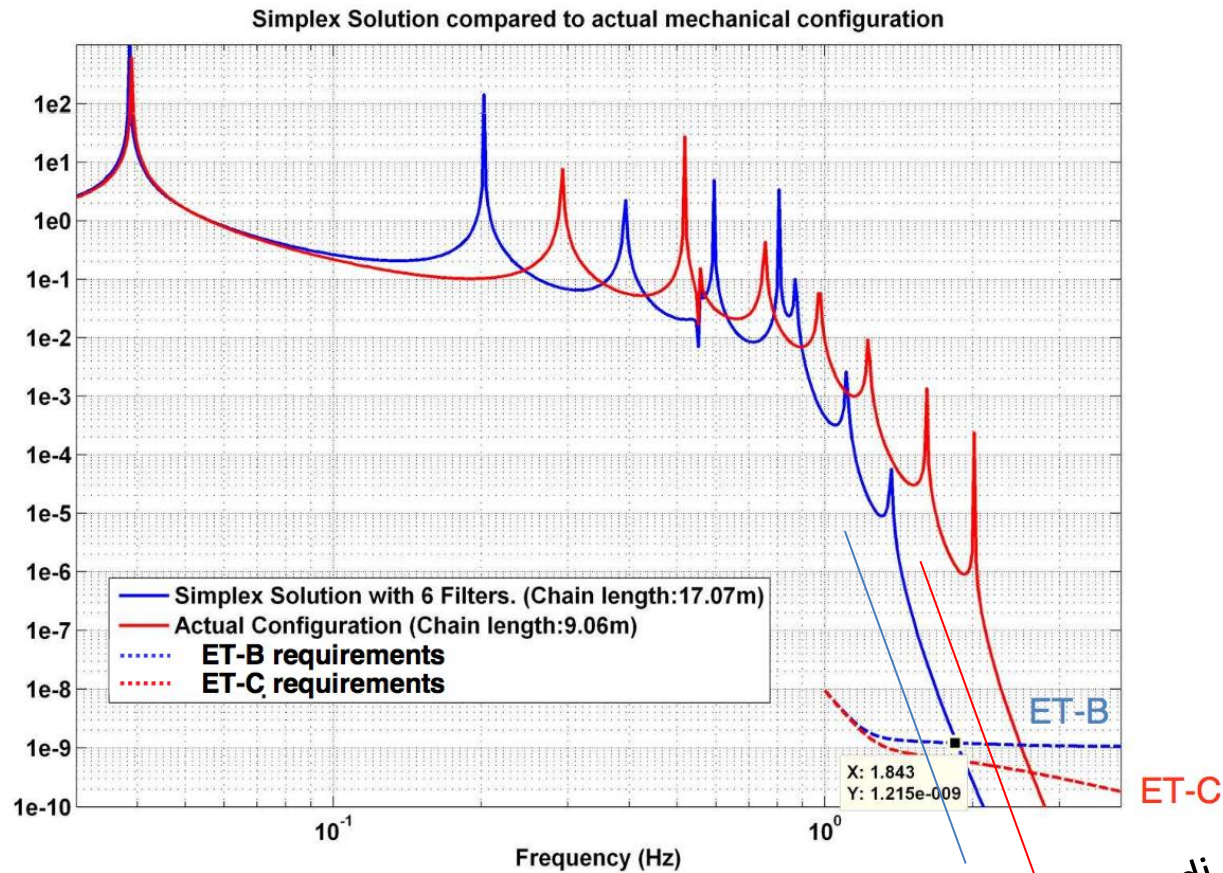
- Data from ET-LF and ET-HF can be coherently or incoherently be added, depending on the requirements of the analysis.
- Sensitivity data available for download at: <http://www.et-gw.eu/etsensitivities>
- For more details please see S.Hild et al: 'A Xylophone Configuration for a third Generation Gravitational Wave Detector', CQG 2010, 27, 015003 and S.Hild et al: 'Sensitivity Studies for Third-Generation Gravitational Wave Observatories', CQG 2011, 28 094013.

SA Specs

- Seismic Noise Rejection
 - Dalla ET Sensitivity:
 - Req1: la sensibilità in h a 2 Hz deve essere minore di $10^{-22} \frac{1}{\sqrt{\text{Hz}}}$. Assumendo una lunghezza di 10 km per i bracci, in metri abbiamo $10^{-18} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$ (sempre a 2 Hz). Oggi a 2 Hz attenuiamo il rumore sismico di 6 ordini di grandezza. Il rumore sismico a Virgo a 2 Hz e' dell'ordine di $3 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$. A 2 Hz abbiamo quindi circa $3 \cdot 10^{-14} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$. Sempre attorno ai 2 Hz in sagedna abbiamo un guadagno sul sisma di un fattore 100 (300). A 2 Hz siamo quindi a tra 1 e $3 \cdot 10^{-16} \frac{\text{m}}{\sqrt{\text{Hz}}}$. Dobbiamo guadagnare ancora almeno un fattore 100.

ET BASELINE

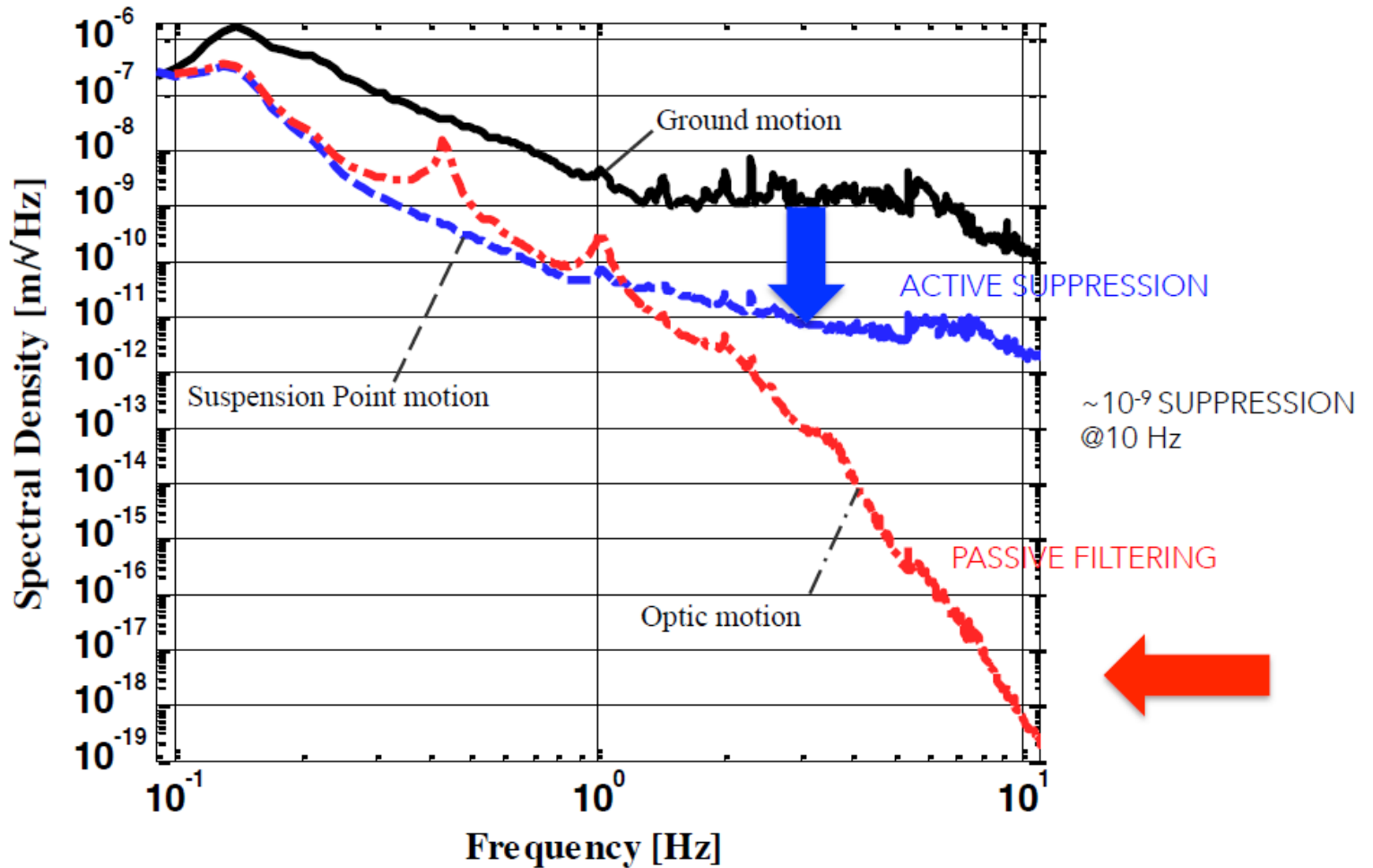
A 17 m SUPERATTENUATOR. ALTERNATIVES BEING STUDIED



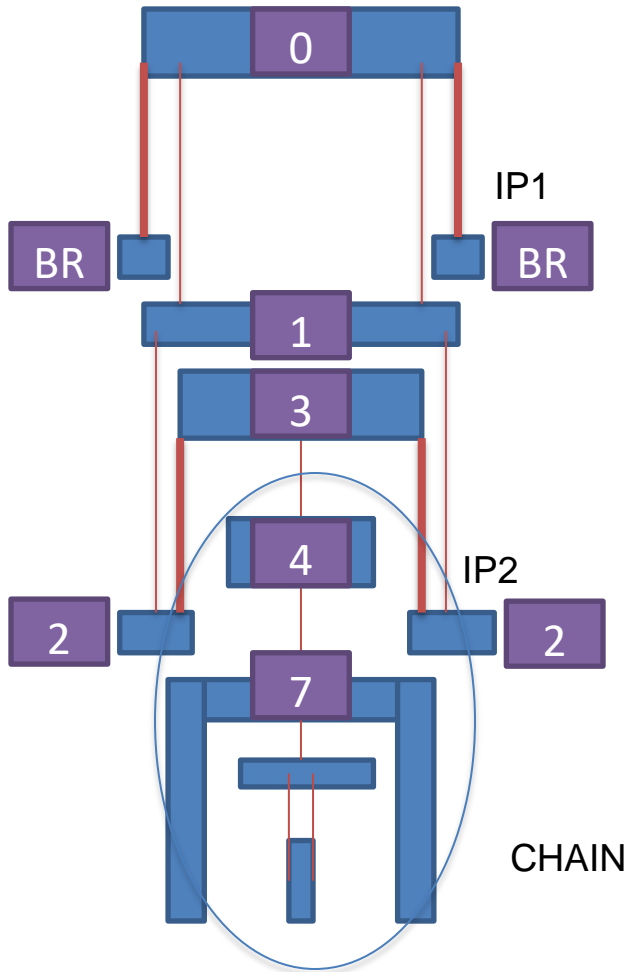
Sisma scalato di un fattore 30

Conclusione preliminare

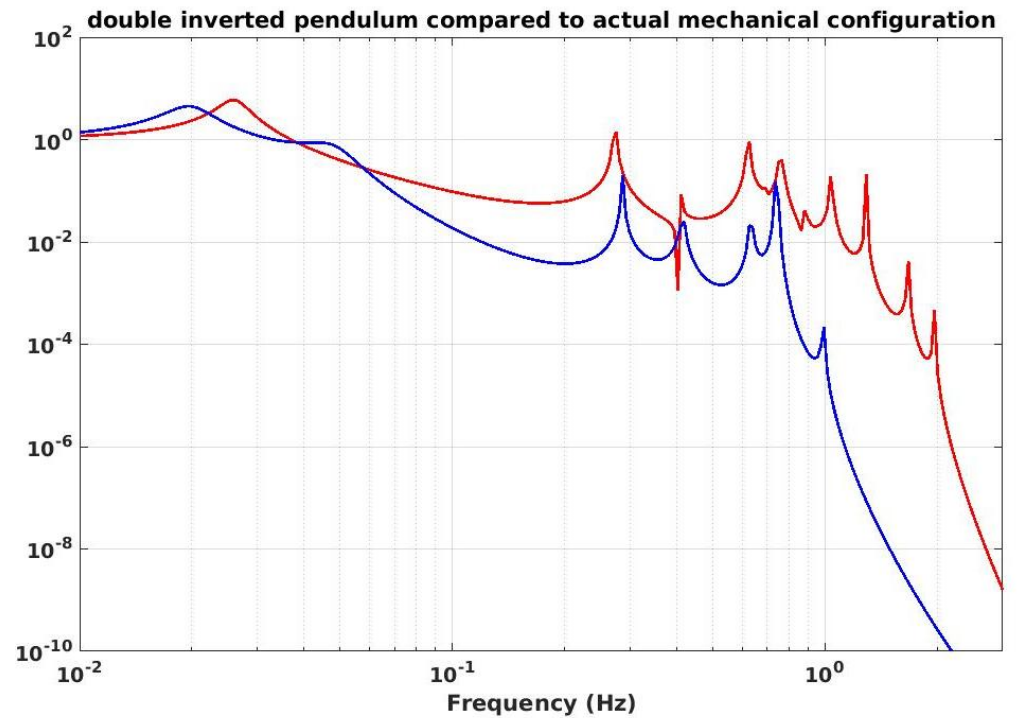
- Sembra possibile ottenere le specifiche con un SA simile a quello di Virgo (singolo IP), solo leggermente più lungo (circa 12-13 metri).
- Aggiungendo alla base un preisolatore attivo possiamo ridurre ulteriormente il sisma.



ALTERNATIVES

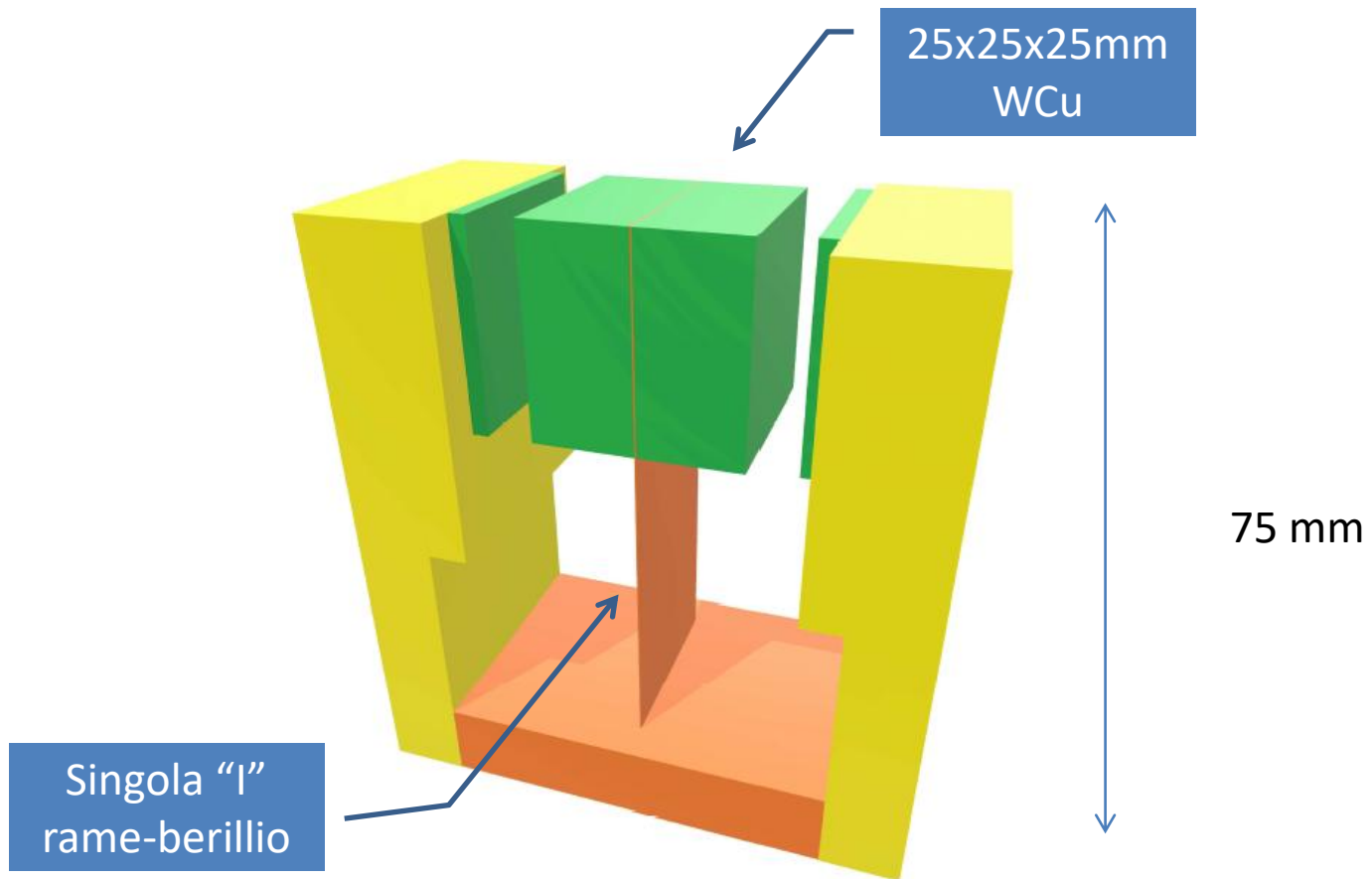


P Ruggi



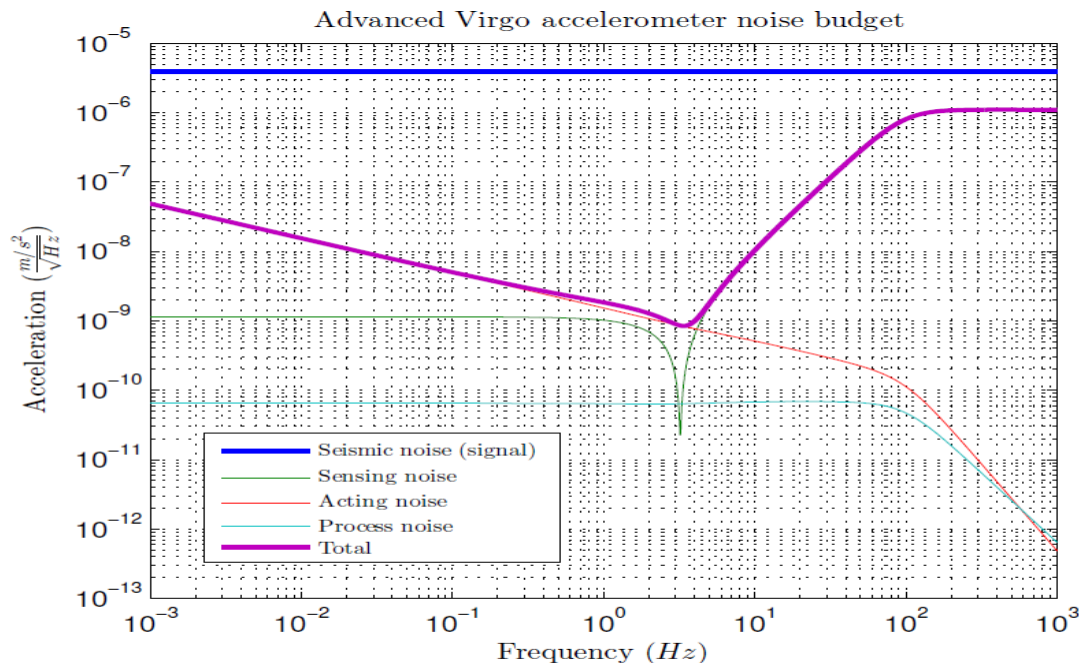
G Losurdo - INFN Pisa

NUOVO ACCELEROMETRO



ACCEL SPECS

- Accelerometro Virgo:
 - M = 430 gr
 - Fres = 3 Hz
 - Noise sensore (nominale): $3 \cdot 10^{-12} \text{ m}/\sqrt{\text{Hz}}$



Tesi di Laurea Cerretani

Figure 9.6.: Advanced Virgo accelerometer noise budget

ACCEL SPECS (II)

- Vogliamo mantenere più o meno la stessa frequenza di risonanza che abbiamo in Virgo (aumentandola si perde sensibilità a bassa frequenza e diminuendola troppo si rischia di avere un pendolo poco stabile)
- 2 opzioni per il sensore di posizione:
 - Capacitivo: più o meno potrebbe avere lo stesso rumore dell'LVDT ma il vantaggio di non avere fili sull'equipaggio mobile -> Utilizzo in Virgo o in applicazioni di monitoraggio attività sismica
 - Interferometrico: consentirebbe (in teoria) di scendere di un paio di ordini di grandezza con il rumore -> Utilizzo in ET
- Attuatore elettrostatico:
 - Secondo una prima stima delle forze necessarie, dovrebbe bastare un attuatore elettrostatico.

Sensors Network

- Oltre allo sviluppo di meccanica e di sistema di controllo degli accelerometri, vogliamo sviluppare un sensore wireless, alimentato a batteria e in grado di interagire con sensori vicini andando a formare una vera e propria rete di sensori dotata di capacità di calcolo “in-network”