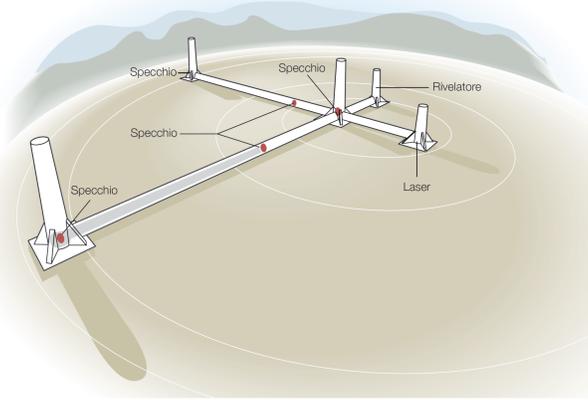


LE ONDE GRAVITAZIONALI e L'INTERFEROMETRO Virgo

Stelle doppie, stelle ruotanti, supernovae e, in generale ogni collasso gravitazionale produce rapidi cambiamenti nello spazio-tempo che si propagano alla velocità della luce: le **onde gravitazionali**. Ma, essendo la forza gravitazionale la più debole dell'universo, queste onde sono difficilissime da misurare.

Nella campagna Pisana, presso Cascina, si trova il **rivelatore per onde gravitazionali Virgo**. Virgo è un interferometro laser tipo Michelson, costituito da due bracci lunghi 3 km disposti ad angolo retto. Una serie di specchi fa rimbalzare avanti e indietro la luce e allunga così virtualmente i bracci fino a oltre 100km. Un'onda gravitazionale che giunge sul rivelatore allunga uno dei due bracci e allo stesso tempo accorcia l'altro di una quantità piccolissima, dell'ordine del raggio di un protone (10^{-18} m). Virgo riesce a misurare questa variazione di lunghezza osservando la figura di interferenza dei due fasci di luce laser che si ricombinano sul foto-rivelatore.



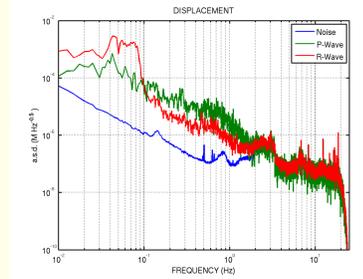
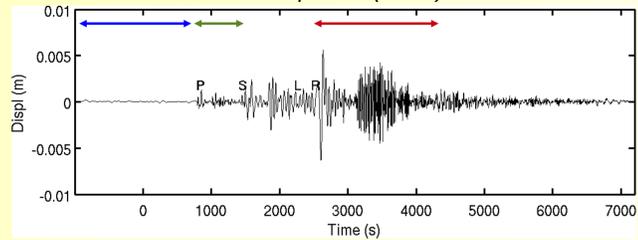
Gli specchi di Virgo sono sospesi ad un sistema di isolamento sismico realizzato con una catena di pendoli, chiamato **Super-Attenuatore**.

Questo dispositivo è molto efficiente, tuttavia teme vibrazioni del suolo lente (con frequenza di qualche Hz) e persistenti, poiché può entrare in risonanza.

VIRGO E LE VIBRAZIONI DEL SUOLO

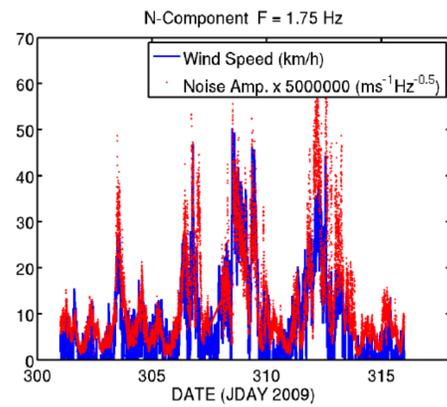
La figura a lato illustra le vibrazioni del suolo misurate a Virgo in occasione del disastroso terremoto del Giappone dell'11 Marzo 2011. Per alcune bande di frequenza, le vibrazioni del terreno sono maggiori anche fino a 30 volte rispetto al sisma naturale, raggiungendo ampiezze tipiche di qualche millimetro. In queste condizioni Virgo non può funzionare. Ma i terremoti di questa intensità sono fortunatamente eventi sporadici. In particolare, Virgo è particolarmente sensibile a vibrazioni del terreno a carattere monocromatico (composte, cioè, da una sola frequenza costante) e sostenute nel tempo, che possono indurre risonanza.

Direzioni di provenienza **Terremoto del Giappone** registrato a Virgo: dominio del tempo (sotto) e della frequenza (a lato).



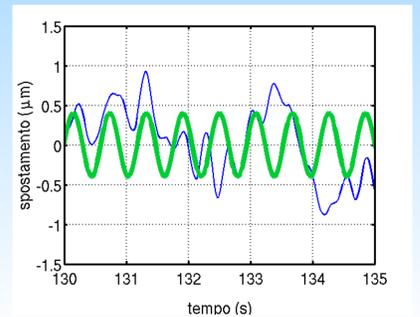
SORGENTI DELLE VIBRAZIONI DEL SUOLO

Forti vibrazioni del terreno, tuttavia, sono indotte non solo dai terremoti, ma da una grande varietà di fenomeni sia naturali (vento, mare) che artificiali (traffico, attività industriali). Una sorgente di vibrazioni sismiche che ha destato particolare preoccupazione è rappresentata dal vicino **parco eolico di Gello**. Sotto l'azione del vento, infatti, gli aerogeneratori oscillano secondo alcune frequenze caratteristiche, e trasmettono la loro vibrazione al terreno circostante. In condizioni di particolare ventosità, queste vibrazioni possono interferire con l'attività di Virgo.



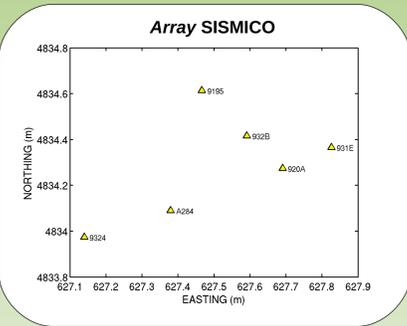
Correlazione fra l'ampiezza del microsisma e la velocità del vento a Virgo

La curva verde mostra un esempio di vibrazione del suolo lenta (1.7 Hz) e persistente, come potrebbe essere quella prodotta dalla vibrazione di un generatore eolico. L'ampiezza della curva verde è quella massima che Virgo può tollerare per questo tipo di segnale. In blu è riportata la traccia del microsisma naturale. Anche se di maggior ampiezza, questa vibrazione è più tollerabile essendo composta da frequenze variabili.

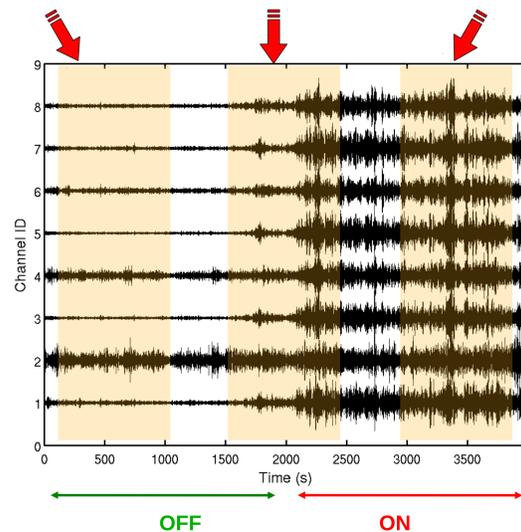
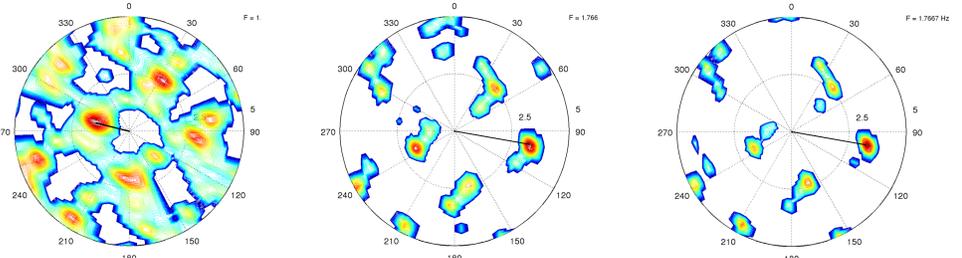


STUDIO DELLE VIBRAZIONI INDOTTE DAL PARCO EOLICO

In un recente studio, ricercatori dell'INGV e di EGO hanno misurato le vibrazioni del suolo nei dintorni di Virgo, per individuare le componenti del moto del suolo attribuibili all'azione del Parco Eolico. Disponendo di sismometri in una configurazione ad antenna (*array*; v. figura sotto), abbiamo ricostruito le direzioni di provenienza delle vibrazioni del suolo utilizzando tecniche simili a quelle impiegate nello studio dei segnali radar (v. figura nel riquadro a lato). Ripetendo l'analisi per diverse condizioni di ventosità, abbiamo così individuato le frequenze caratteristiche di vibrazione delle turbine eoliche, e determinato le modalità con cui queste vibrazioni si propagano attraverso la parte più superficiale della crosta terrestre.



Direzioni di provenienza del microsisma (linea nera) misurate all'array sismico prima, durante e dopo l'attivazione delle turbine eoliche.



I risultati di questo studio sono serviti per formulare un modello previsionale in base al quale sono state concordate le modalità di potenziamento del parco eolico esistente e della realizzazione di un nuovo impianto, compatibilmente con l'attività di Virgo.

Contatti:

Gilberto Saccorotti
Davide Piccinini
Irene Fiori

saccorotti@pi.ingv.it
piccinini@ingv.it
irene.fiori@ego-gw.it