

Sensore sismico orizzontale Lehman

Invenzione

Il sensore Lehman fu realizzato per la prima volta da James D. Lehman dell'Università James Madison University sita a Harrisonburg, in Virginia.

Le caratteristica principale di questo strumento era soprattutto quella del costo limitato, quindi adatto per essere adottato da studenti e altri soggetti interessati allo studio dei terremoti.

Il primo sismografo era costato meno di 500 dollari e il primo articolo sullo strumento è stato pubblicato dalla rivista americana *Scientific American* nel luglio del 1979.

Principio di funzionamento

Il sensore Lehman è stato studiato per rivelare le vibrazioni orizzontali del terreno dovute ad eventi sismici. Per le sue peculiarità è uno degli strumenti più utilizzati dagli amatori grazie ad una costruzione relativamente semplice e una risposta in frequenza sufficientemente estesa da poter rivelare sia eventi sismici locali che telesismi.

Il funzionamento è basato sulla proprietà dello strumento di mantenere tendenzialmente ferma la massa posizionata su di un braccio quasi orizzontale, in corrispondenza di uno spostamento trasversale del terreno. La configurazione di tale sensore viene anche chiamata, in inglese, *Garden gate* (porta del giardino) in quanto ricorda il funzionamento di una porta.

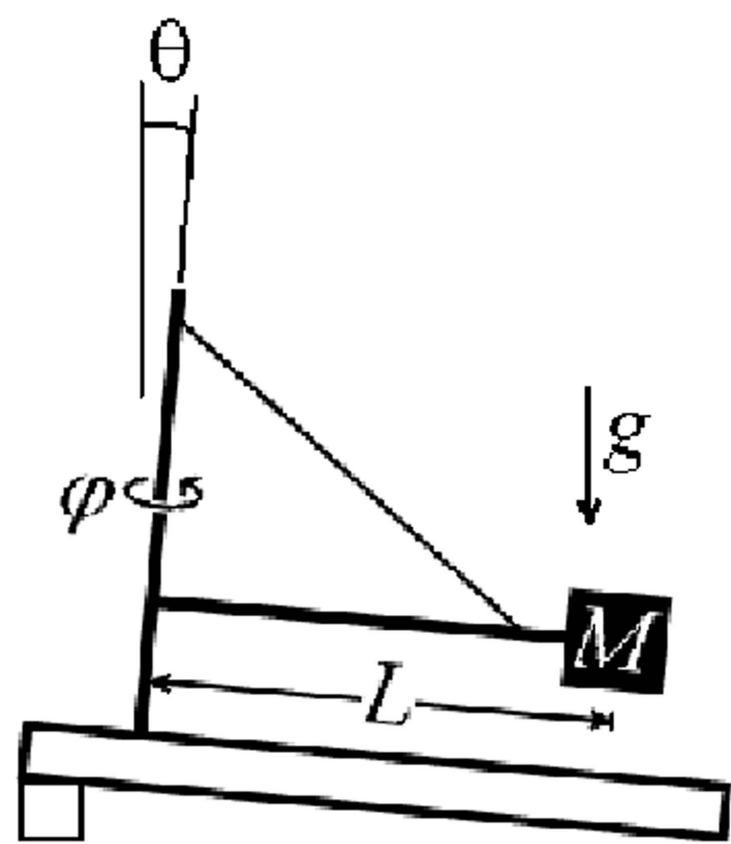
Di fatto si comporta in un modo abbastanza simile ad un pendolo verticale, tuttavia la frequenza di risonanza del pendolo, che è funzione della lunghezza del braccio, viene abbassata di molto nella configurazione Lehman grazie proprio alla configurazione adottata.

La frequenza di risonanza in un sensore Lehman dipende dalla lunghezza del braccio e dall'angolo di incidenza della struttura rispetto al piano orizzontale. Per poter funzionare adeguatamente, infatti, è importante che il sostegno *quasi* verticale su cui sono installate le cerniere che permettono il movimento del braccio orizzontale sia inclinato di una certa angolatura.

Un angolo troppo grande aumenta la frequenza di risonanza dello strumento e quindi di fatto riduce la sensibilità alle frequenze più basse che caratterizzano le onde superficiali dei telesismi, mentre un angolo troppo piccolo, comporta il manifestarsi di oscillazioni indesiderate.

Schema costruttivo

Schema di funzionamento del sensore Lehman:



Lehman Seismometer

Legenda dei simboli

θ = angolo di inclinazione della struttura
L = lunghezza del braccio
g = massa
 ϕ = angolo di rotazione del braccio

Autocostruzione

La relativa semplicità di autocostruzione di un sensore Lehman permette di utilizzare diversi sistemi per permettere la rotazione dei bracci orizzontali e per realizzare la struttura di sostegno.

Il gruppo FESN ha realizzato il sensore con diverse soluzioni, in questa sede si suggerisce alcuni dettagli possibili, precisando che il sensore si presta a diverse sperimentazioni, tuttavia si suggerisce di progettare una struttura snella ma robusta e rigida, facendo soprattutto attenzione a eliminare o ridurre il più possibile l'attrito dovuto alla cerniera del braccio.

La base può essere realizzata con una piastra di metallo o di altro materiale rigido. E' sconsigliabile il legno a causa della sua elevata sensibilità all'umidità.

Il braccio verticale può essere realizzato in alluminio o acciaio, così come pure il braccio orizzontale. La lunghezza di questo può variare tra i 30-40 cm e giungere fino al metro. Non eccedere queste misure onde evitare di introdurre vibrazioni indesiderate a causa della eccessiva flessibilità degli elementi.

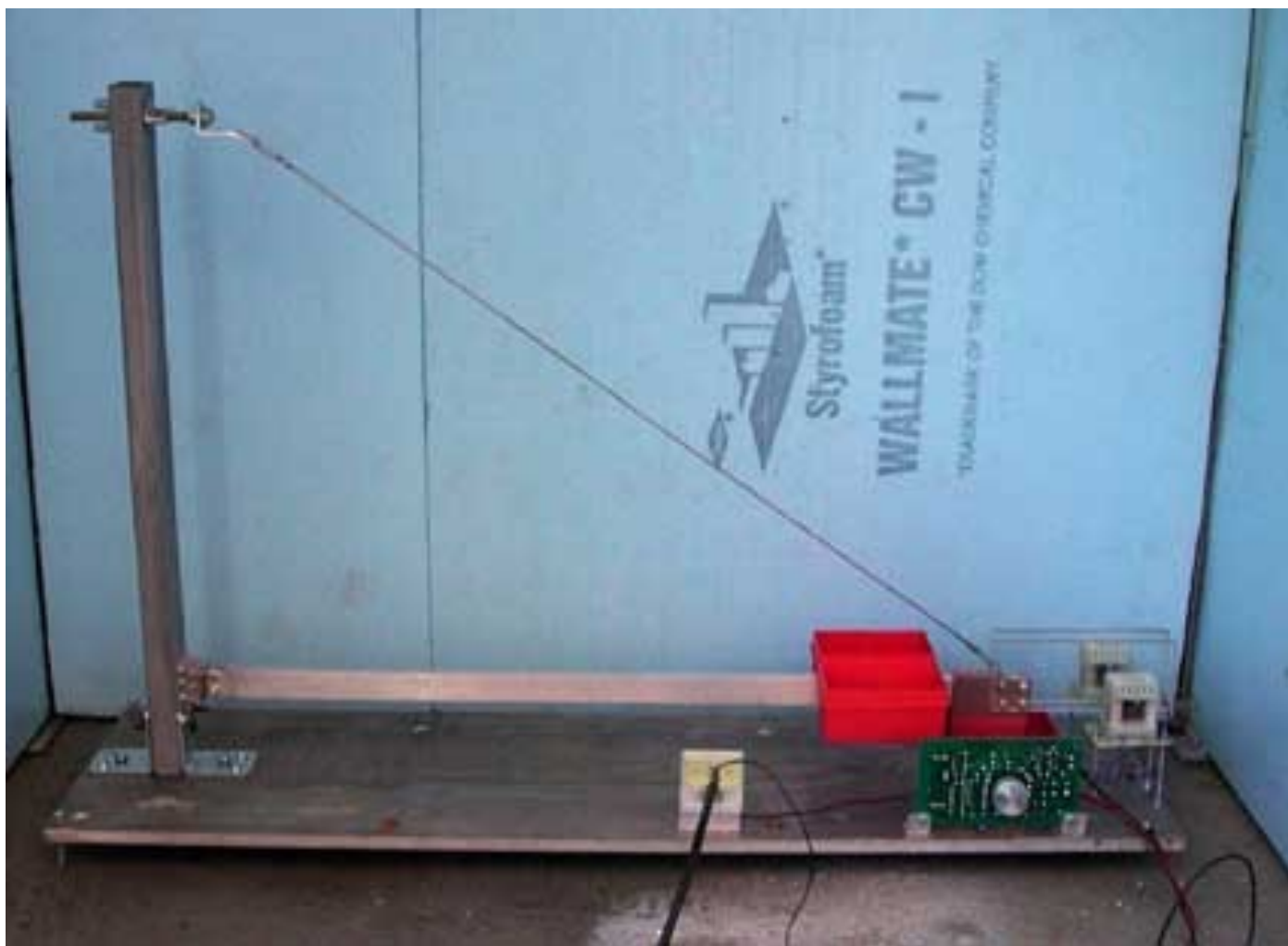
La massa può variare da circa 400 g fino a 10 e più chilogrammi in funzione della rigidità e della capacità della struttura a sopportarne il peso.

Il freno, necessario a evitare che il braccio si muova per inerzia anche quando il terreno ha smesso di vibrare, può essere realizzato con una lama immersa in un contenitore riempito d'olio per motori d'auto.

La captazione del segnale può essere realizzata con una bobina e due calamite, oppure utilizzando circuiti elettronici opportuni.

L'intera struttura va protetta contro le micro correnti d'aria.

Esempio di sensore Lehman autocostruito



Sensore Lehman autocostruito in funzione presso la Stazione FESN di Pozzuolo del Friuli.

La piastra di appoggio è in alluminio dello spessore di 8 mm, anche la restante struttura è in profili di alluminio.

La massa è costituita da materiale metallico posto all'interno dei contenitori rossi.

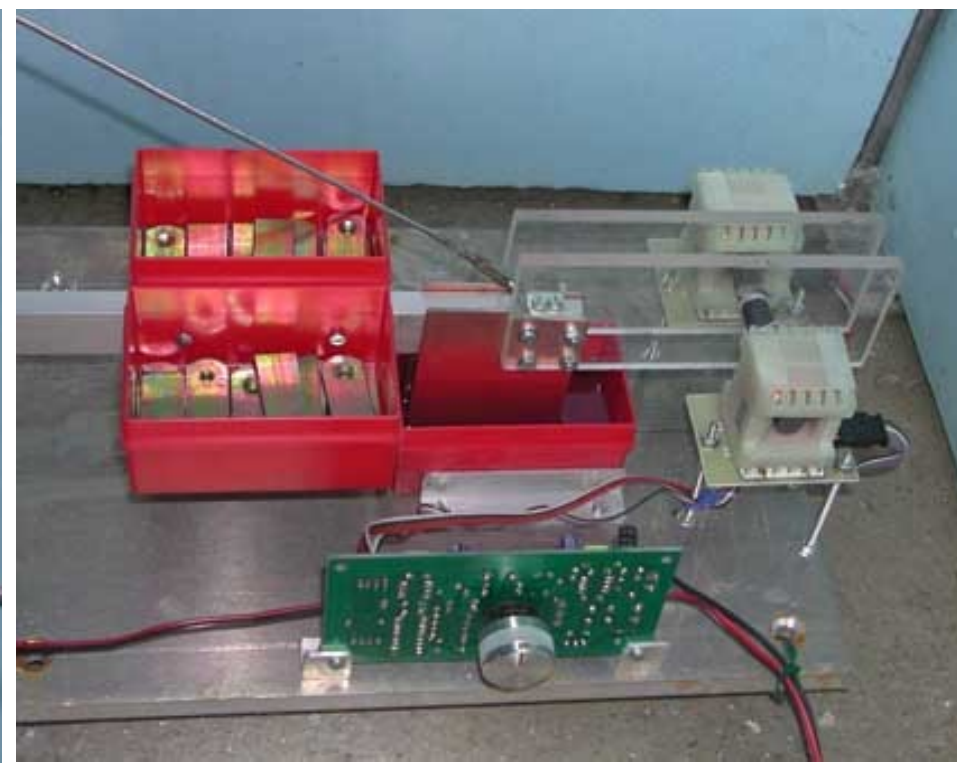
La trasduzione del segnale è garantita da un dispositivo elettronico.

I piedi di appoggio sono tre, due nella parte posteriore (regolabili) e uno fisso nella parte anteriore.

Il freno è costituito da una lama che pesca in una vaschetta d'olio per motori d'auto posta dietro al circuito elettronico.

In basso alcuni dettagli costruttivi.

La cerniera è stata ottenuta con un retangolo di nylon per imballaggi.



In basso la stazione di Pozzuolo del Friuli con un pendolo verticale, un geofono e un Lehman



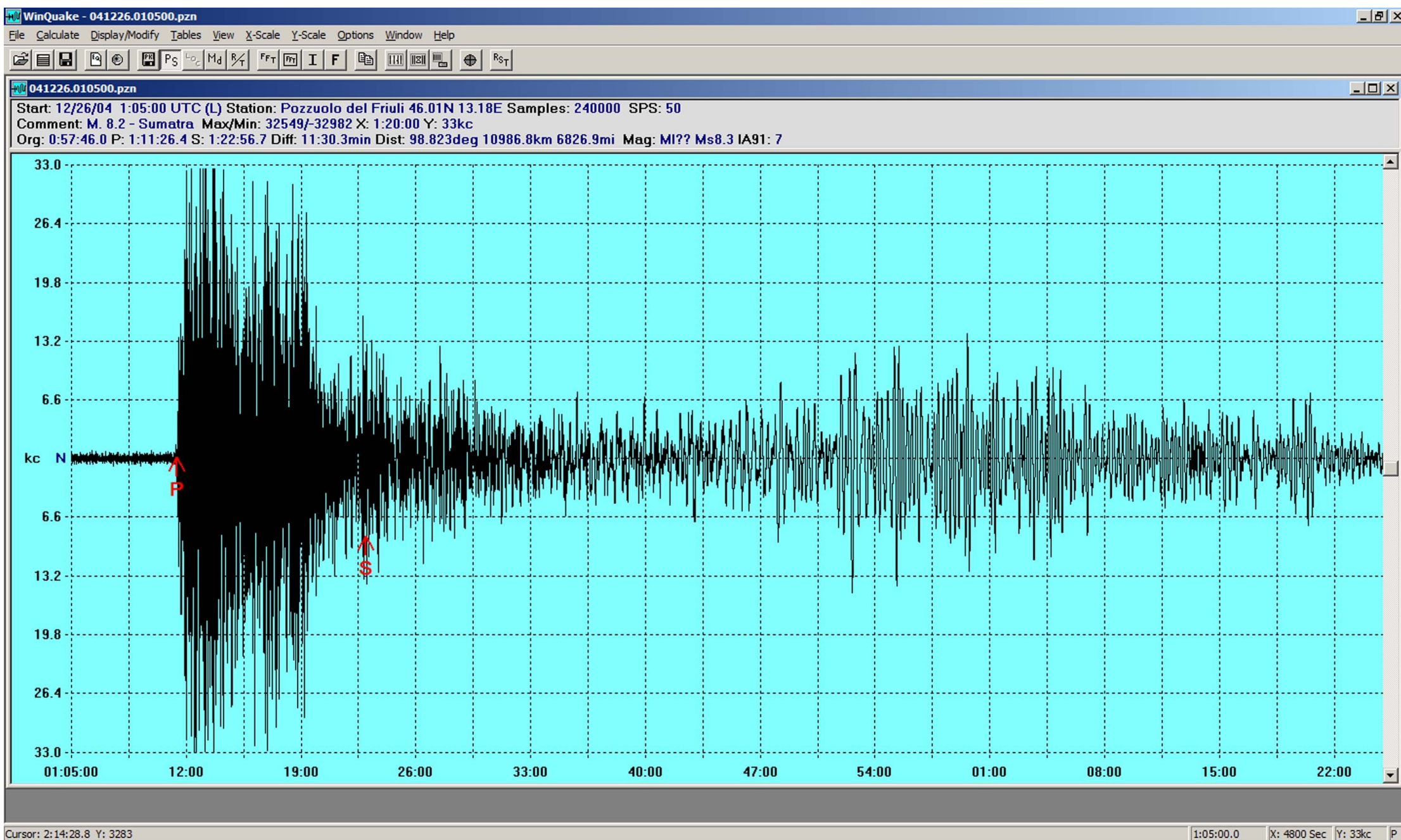
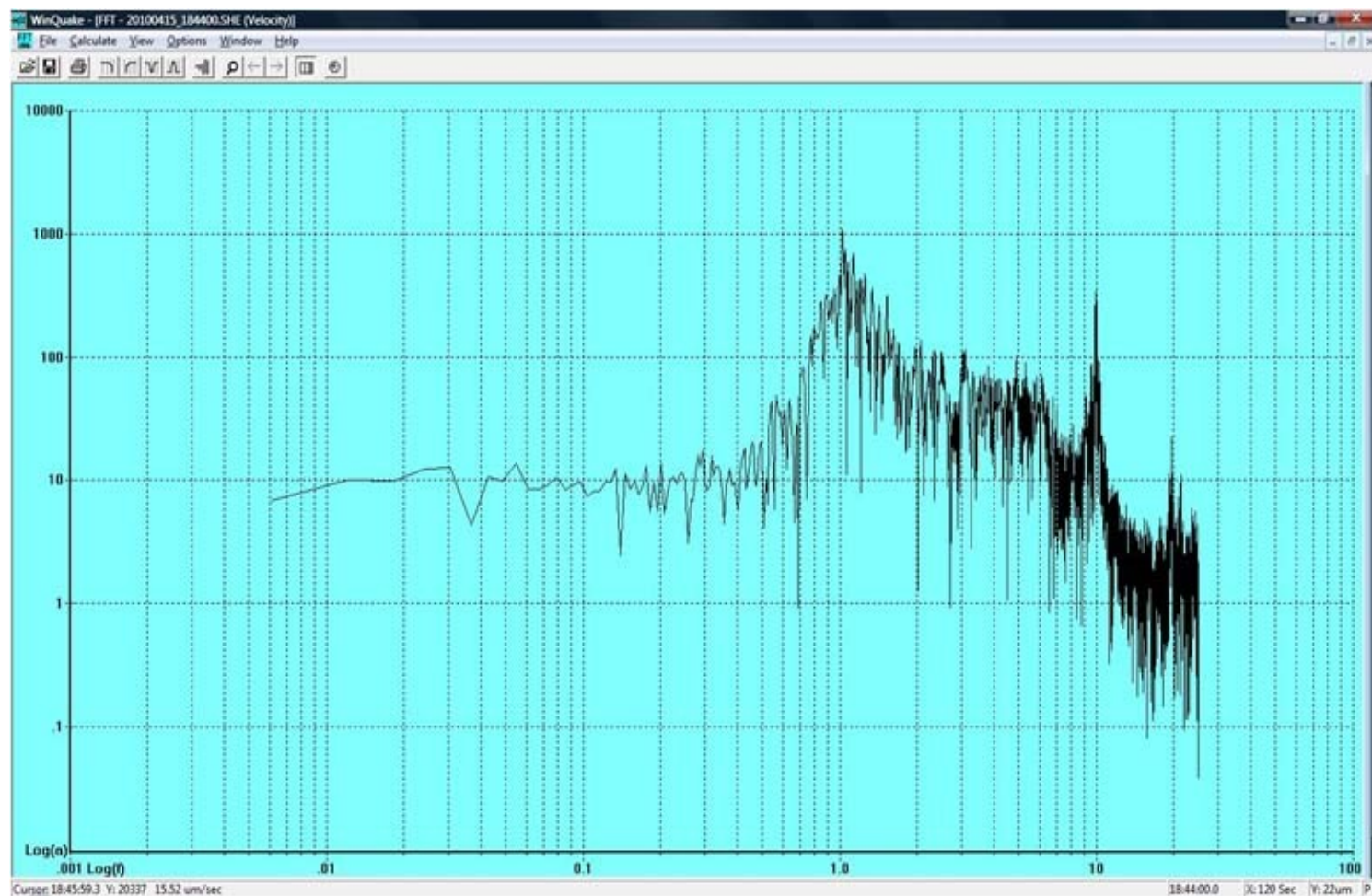
Frequenza di risonanza

Ogni sensore è caratterizzato da una frequenza di risonanza, ovvero una frequenza in cui tende ad oscillare se sollecitato senza frenature.

A destra, il grafico della risposta in frequenza del sensore Lehman di Pozzuolo del Friuli.

Si noti il picco a circa 1 Hz e un altro in corrispondenza della frequenza di circa 10 Hz, probabilmente dovuto ad una risonanza parassita dovuta alle vibrazioni verticali residue della struttura.

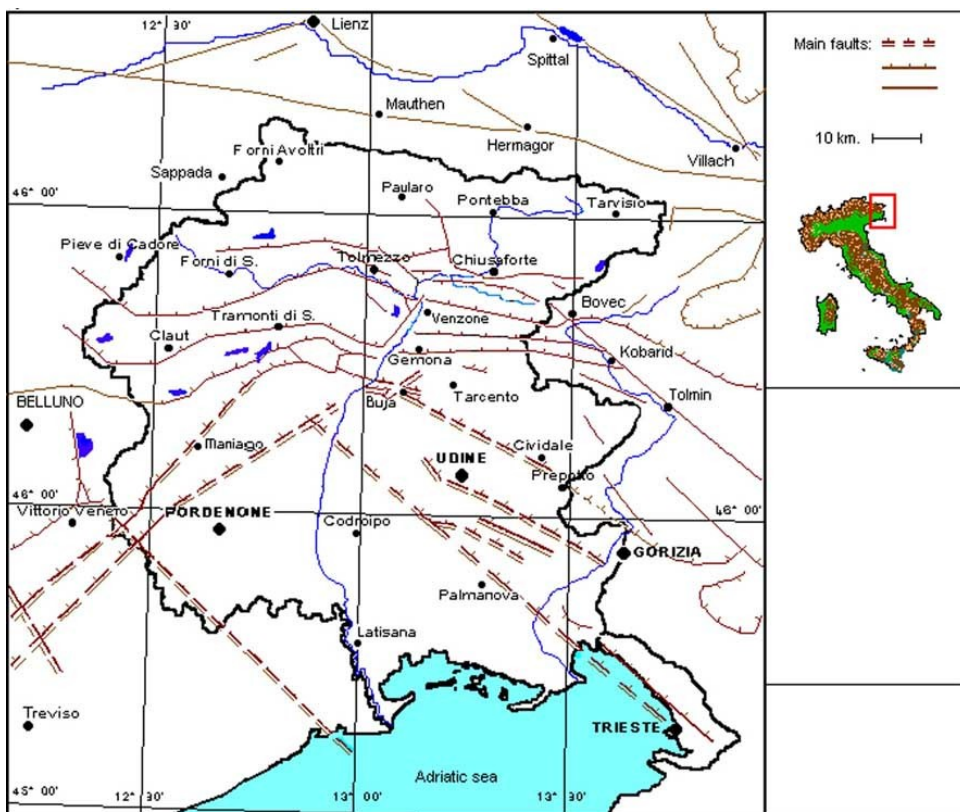
Il principale problema del sensore Lehman è proprio quello di eliminare le vibrazioni verticali dovute all'elasticità degli elementi utilizzati.



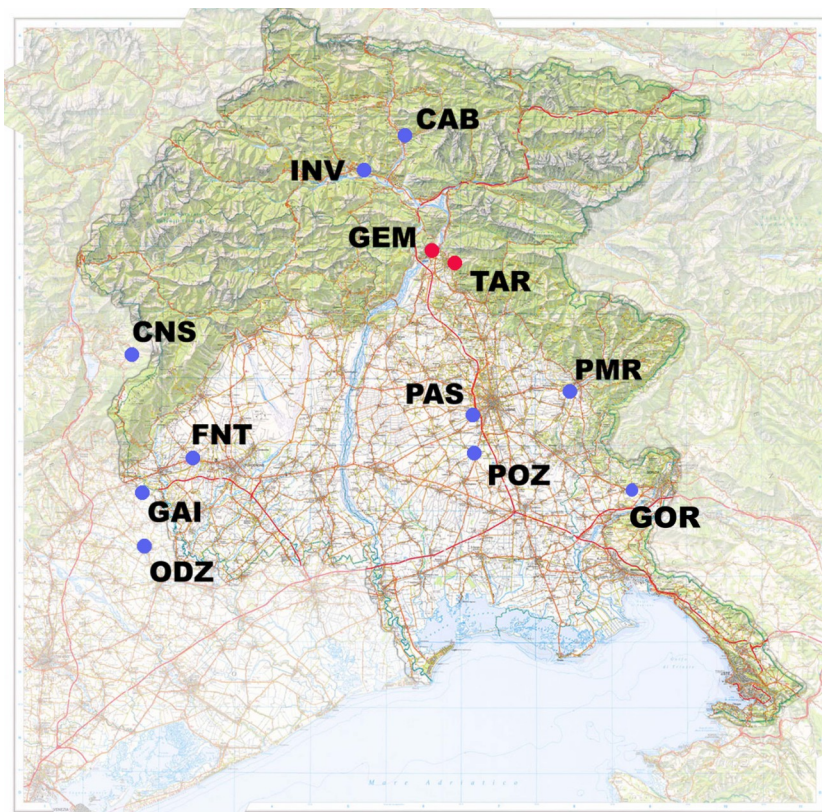
Evento di Sumatra del 26 dicembre 2004

Evento rilevato con il sensore Lehman di Pozzuolo del Friuli, si notino le onde P, S e quelle di superficie.

www.fesn.org
posta.fesn@gmail.com



Pagina della didattica - Riepilogo delle faglie del Friuli Venezia Giulia



Mappa delle stazioni FESN
In rosso quelle di prossima attivazione.