



Titolo: Integrazione di tecniche multi-scala per la determinazione delle proprietà fisiche delle rocce crostali dagli esperimenti di laboratorio alla scala di terreno: applicazioni alla sismologia dei vulcani

Title: *Integrating multi-scale tomography techniques for determining the physical properties of the Earth from laboratory experiments to field scale: applications to volcanoes seismology*

Tutore: Dott. Sergio VINCIGUERRA

Co-Tutori: Dr. Luca DE SIENA (University of Aberdeen); Dr. Philip BENSON (University of Portsmouth)

Descrizione del progetto:

L'estrapolazione dei risultati ottenuti dagli studi geologico/geofisici dalla scala di terreno alla scala crostale o viceversa alla scala di laboratorio è una delle maggiori sfide nelle scienze della terra. Gli esperimenti di fisica e meccanica delle rocce e i modelli numerici degli stessi possono fornire informazioni quantitative di fondamentale importanza per la caratterizzazione quantitativa di fenomeni a più grande scala, poiché permettono il controllo di tutte le variabili a condizioni controllate 'in situ'. Nello specifico le proprietà sismiche misurate durante gli esperimenti di laboratorio possono essere associate alle variazioni di porosità e permeabilità. Alla scala litosferica o vulcanica, gli studi sismologici sono in grado di rivelare zone ad alta eterogeneità, come i fusi magmatici o zone altamente deformate e fratturate, che producono valori anomali legati alla perdita di energia, del fattore di qualità sismica e del coefficiente di scattering. Le anomalie evidenziate da tecniche tomografiche sono di grande efficacia nell'identificazione di zone di accumulo di magma e di lineamenti strutturali, come anche per la mappatura tridimensionale di camere magmatiche e condotti.

Il candidato analizzerà l'attenuazione e lo scattering e produrrà immagini tomografiche utilizzando forme d'onda originate in un ampio spettro di frequenze che va dai MHz degli esperimenti di laboratorio, agli Hz e kHz della scala di terreno. I dati sismici alla scala di terreno proverranno da vulcani attivi quali la caldera dei Campi Flegrei e il vulcano Etna, mentre quelli di laboratorio da esperimenti controllati a condizioni simulate su rocce vulcaniche. L'attenuazione e lo scattering permettono di correlare direttamente le variazioni delle forme d'onda a parametri meccanici quali la microfratturazione e le caratteristiche petrologiche dei campioni. La microtomografia sismica sarà effettuata sia su campioni secchi che parzialmente e/o totalmente saturati sia di fluidi che di gas, permettendo anche di acquisire eventi a bassa frequenza a condizioni di crescente percentuale di saturazione e di progressiva deformazione. E' quindi possibile, tramite lo studio della attenuazione e della tomografia scattering, sviluppare una tomografia basata su valori quantitativi di porosità e permeabilità in base alla presenza parziale o totale di fluidi. In particolare per ciò che concerne i vulcani attivi, lo studio integrato di misure di attenuazione/scattering e di microsismicità di eventi a basso periodo può permettere di stabilire se la risonanza sismica è una sorgente o un effetto indotto dal mezzo.



Abstract:

Upscaling results obtained in field experiments to crustal scale or downscaling the application of geophysical techniques to the laboratory scale remains an ongoing challenge in the Earth Sciences. Rock physics experiments and numerical models can provide great insight to larger scale phenomena using, for example, direct forward model techniques or well-constrained experiments in known conditions.

In particular seismic properties can be linked with porosity and permeability in laboratory experiments. When measuring these quantities using seismic waveforms recorded at lithospheric and volcanic scales the areas of highest heterogeneity, as patches of melt and zones of high deformation, produce anomalous values of quantities related to energy loss, the seismic quality factor and scattering coefficient. When employed in imaging via tomographic approaches these anomalous effects have shown their potential as markers of magma accumulation and tectonic boundaries, shaping magmatic chambers and conduit systems at volcanoes throughout the world.

The successful candidate will analyse attenuation and scattering measurements and produce images using seismic waveforms produced in a wide range of frequencies spanning from laboratory experiments at MHz to the field scale at kHz and Hz. Seismic data recorded at the field scale will come from the Campi Flegrei caldera and Mt. Etna volcano, while laboratory data from rock deformation tests on volcanic rocks at simulated stress conditions. As attenuation and scattering are measured from the shape of the envelopes, disregarding phases, it is possible to connect the observations with the micro fracturing and petrological quantities previously measured on the sample. Connecting the seismic imaging of dry and saturated samples with the burst of low-period events with increasing saturation and deformation will allow to better relate attenuation and scattering tomography measurements to the presence of fluids and gas, therefore carving the path for a reliable porosity and permeability tomography. In particular for volcanoes, being able to relate attenuation/scattering measurements with low-period micro seismicity could deliver new data to settle the debate about if seismic resonance is a source or medium effect.