Propuesta de Seminario de Posgrado

a) Título del Seminario, contenidos y fundamentación de su interés

Título:

Introducción a la Sismología Volcánica

Fundamentación:

Nuestro país cuenta con volcanes que en su gran mayoría se ubican en el límite argentino-chileno y unos pocos se sitúan completamente en territorio argentino. Al compararnos con el resto de los países que comparten la Cordillera de los Andes, son escasas las erupciones que nos han afectado a lo largo de nuestra historia. Del mismo modo, ha sido también escaso el interés nacional en el estudio y seguimiento del comportamiento de dichos volcanes. Sin embargo, varias erupciones ocurridas en las últimas décadas han demostrado que no podemos permanecer ajenos a dicha actividad ya que sus productos definitivamente nos afectan a corto, mediano y largo plazo. Así por ejemplo destacan las erupciones de volcanes chilenos como Hudson (1991), Chaitén (2008), Puyehue-Cordon Caulle (2011) y Calbuco (2015). Más cerca, en la frontera argentino-chilena, el volcán Copahue se encuentra en un largo proceso eruptivo menor iniciado en el año 2012 que motivó la evacuación temporal de la Villa de Caviahue en mayo de 2013. Hoy en día continúa con emisión permanente de cenizas y gases habiendo modificado notablemente la morfología interna del cráter. Por otra parte, el Complejo Volcánico Planchón-Peteroa tuvo un evento eruptivo menor con fases entre los años 2010 y 2011. Desde enero de 2016 presenta actividad sísmica por encima de su nivel de base por lo que se elevó el nivel de alerta técnica que hoy en día se mantiene en amarillo[1]. El Grupo Volcánico Laguna del Maule, por su lado, registra un proceso inflacionario con una tasa de deformación vertical actual de 1.41 cm/mes en promedio, habiendo alcanzando hacia 2011 uno de los valores más altos a nivel mundial (~38.5 cm/año según Feigl et al., 2012) . Estas manifestaciones preocupan y afectan a la población de nuestro país y alertan a los investigadores relacionados demostrando que es necesario vigilar aquellos volcanes que muestran cierta actividad.

Desde el año 2008, el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS-SERNAGEOMIN, Chile) incrementó el número de volcanes monitoreados llegando a un total de 43 volcanes. Muchos de estos volcanes se encuentran en la frontera argentino-chilena por lo que su vigilancia carece de cobertura areal completa. Además Argentina cuenta con 18 volcanes totalmente desarrollados en territorio nacional.

Los fenómenos observables que permiten realizar la vigilancia o monitoreo volcánico corresponden a distintas disciplinas: geofísica, geología, geodesia, geoquímica, etc. A través de medidas indirectas, el monitoreo permite evaluar las condiciones en el interior del volcán para conocer su estado de actividad, interpretar su dinámica y entender su papel en la geodinámica de una región. En particular, el monitoreo sismológico es una de las herramientas más eficientes para la prevención de erupciones a la vez que contribuye al conocimiento de las condiciones físicas internas. Es por eso que a su interés socioeconómico se agrega el interés científico que despierta.

[1]nivel amarillo: cambios en el comportamiento del volcán, erupción probable en semanas/meses

Hablamos de Sismología Volcánica como una rama de la Sismología que se caracteriza por tener una fuente sísmica particular. En la fuente sismovolcánica además de los materiales sólidos actúan fluidos y gases originando señales con características diferentes a las de los sismos tectónicos. Otra característica de la Sismología Volcánica es la menor energía liberada en los eventos que determina la necesidad de un recubrimiento instrumental mayor y a menor distancia de la fuente. La heterogeneidad del subsuelo volcánico altera las señales que por él se propagan y la complicada topografía condiciona el despliegue de la instrumentación. Por todo esto, se hace necesario incorporar modelos de fuente, geometrías de redes de estaciones y técnicas de análisis de datos diferentes a las de la sismología tectónica.

Del mismo modo que ocurre con las otras especialidades que constituyen la volcanología, podemos decir que el estudio de la sismología volcánica se plantea por tres motivos: curiosidad, necesidad y responsabilidad. La curiosidad que es el motor de la investigación científica, la necesidad planteada por la sociedad que se ve afectada por las erupciones y la responsabilidad de aquellos que tienen las herramientas y la capacidad para hacer frente a dichas necesidades.

Recientemente se han reforzado los vínculos entre equipos de investigadores de distintas disciplinas dentro de la volcanología a nivel nacional. Todos los grupos se encuentran colaborando para la concreción del Proyecto de Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica liderado por el SErvicio GEológico Minero ARgentino (SEGEMAR). Este proyecto ya cuenta con el aval de las autoridades y se espera sea incorporado al presupuesto SEGEMAR 2017. Para la conformación del plantel de profesionales del SEGEMAR harán falta especialistas en las diversas disciplinas que se espera sean capacitados por los investigadores ya formados o incluso a través de colaboraciones internacionales. El desarrollo de la sismología volcánica en el país es reciente y aún cuenta con muy pocos especialistas cuya formación se ha visto vinculada a nuestra Facultad a través del grado, de cursos o de colaboración. La generación de un curso de posgrado en nuestra Unidad Académica reafirmará el protagonismo de la misma como formadora de RRHH y facilitará la inserción de nuestros profesionales geofísicos en el OAVV. En estos momentos dos estudiantes de posgrado han solicitado realizar este Seminario como parte de su formación académica de doctorado. Dado que el plan de estudios de la carrera de Geofísica contempla un único seminario de grado optativo, varios estudiantes han manifestado su interés en la acreditación de este como de posgrado para poder incorporarlo en el futuro a sus planes académicos de doctorado.

Es por todo esto que se propone el Seminario de Posgrado en Introducción a la Sismología Volcánica. El mismo coincide en sus contenidos mínimos con el Seminario de Grado ya existente por lo que los alumnos de ambos niveles compartirán las clases teóricas y las exposiciones. En el caso del Seminario de Posgrado se incorporarán además nuevas metodologías de la investigación en sismología volcánica así como herramientas para el análisis de series de datos para una interpretación del estado de actividad y el estudio del subsuelo. Estas actividades se desarrollarán en clases teórico-prácticas complementarias y como tareas asignadas individualmente. Para las clases prácticas de procesamiento e incorporación de nuevas técnicas en sismología volcánica se contará con la colaboración del Geof. José Augusto Casas, Ayud. Diplomado en Geomagnetismo y en Sismología, quien se encuentra en su tercer año de beca doctoral en el tema: Interferometría Sísmica aplicada a

Volcanes Andinos. A su vez, la Dra. María Laura Rosa, Jefe de Trab. Prácticos de Sismología, colaborará en temas relacionados a su especialidad que tienen aplicación en la investigación en Sismología Volcánica como funciones receptoras y tomografía sísmica. Se adjuntan los CVs de ambos docentes.

Se espera a través de este seminario de posgrado contribuir a formar sismólogos volcanólogos que puedan afrontar con facilidad su actividad profesional tanto en la investigación como en la vigilancia.

Contenidos del Seminario:

- Identificación y caracterización de las señales simológicas volcánicas.
- Modelos de fuente asociados a la señal sismovolcánica.
- Técnicas de localización de eventos sismovolcánicos según su clase y particularidades de la registración.
- Instrumentación: requerimientos y posibilidades.
- Monitoreo de actividad sismovolcánica y crisis sísmicas. Análisis de casos reales.
- Nuevas técnicas sismológicas para el conocimiento de la estructura subsuperficial volcánica (Atenuación, Interferometría, Anisotropía, Funciones Receptoras, Tomografía, etc.).
- Inserción de la sismología volcánica en estudios multidisciplinarios.

Actividad para los alumnos de grado:

- Investigación y exposición en clase de un tema a elección.

Para la modalidad posgrado se requerirá a los alumnos las siguientes tareas:

- Lectura, interpretación y discusión de publicaciones sobre los temas desarrollados en clase o temas afines a su plan de tesis y relacionados al curso;
- Investigación y exposición oral en clase de un tema a elección.
- Estudio de reactivaciones volcánicas reales desde lo técnico hasta la determinación de niveles de alerta y su repercusión en el medio socio-económico y científico a través del análisis de informes de observatorios volcanológicos, organismos de gestión del riesgo, publicaciones científicas y MCS. Evaluación del caso y propuesta de acciones en caso de reactivaciones futuras. Presentación oral y discusión.
- Análisis de fragmentos de series de datos de volcanes disponibles tales como Peteroa, Copahue, Cuicocha, Decepción y aquellos otros que pudieran agregarse con el fin de adquirir experiencia en el uso y diseño de herramientas de procesamiento para caracterizar el período de actividad seleccionado. En todos los casos los alumnos deberán presentar un breve informe por escrito.

b) Programa, bibliografía y eventuales recursos especiales requeridos;

El programa del Seminario de posgrado es el mismo que el del Seminario de grado. Se dictarán simultáneamente permitiendo el intercambio y enriquecimiento de los alumnos en ambos niveles de formación.

A los alumnos de posgrado se les ampliarán las actividades extras exigidas. Además se pondrá más énfasis en la comprensión y adquisición de habilidades en el uso de herramientas de análisis. De este modo se espera que el alumno alcance el nivel de especialización necesario en el doctorado a fin de asegurar un cómodo desenvolvimiento en el ambiente profesional y científico actual.

Programa del Seminario:

1.- Introducción. Reseña histórica de la volcanología. Clasificaciones de volcanes. Monitoreo volcánico. Definición y caracterización de los observables. Disciplinas que intervienen en la volcanología. La Sismología Volcánica: Desarrollo y Evolución. El rol de la sismología volcánica en el monitoreo de volcanes activos. Clasificación de eventos sismovolcánicos.

2.- Señales sismovolcánicas asociadas a procesos elásticos: eventos Volcano-Tectónicos (VT) o de alta frecuencia. Clasificación, caracterización, métodos de localización y modelos de fuente. Caracterización del subsuelo en zonas volcánicas mediante análisis de eventos volcanotectónicos.

3.- Señales sismovolcánicas asociadas a procesos en fluidos: eventos de baja frecuencia. Eventos de largo período (LP), eventos de muy largo período (VLP, ULP), eventos híbridos (HB), explosiones (EX), tremor (TR), caídas de roca, etc. Clasificación, caracterización, localización y modelos de fuente propuestos. Estimación de niveles de actividad y predicción: Desplazamiento reducido y método RSAM.

4.- Instrumentación. Monitoreo volcánico. Diseño de una red. Consideraciones sobre sensores, adquisidores, sistemas de tiempo, de alimentación de tensión y comunicación de datos. Selección del emplazamiento y características del instrumental de acuerdo a los objetivos. Pautas para la instalación de estaciones permanentes y temporales. Redes Vs. arreglos/antenas de estaciones: sus usos, ventajas y limitaciones.

5.- Análisis e interpretación de datos con una sola estación: Análisis en el dominio del tiempo y la frecuencia. Mediciones de amplitud en tiempo real (RSAM), amplitud reducida y amplitud acumulada. Medición de amplitud sísmica espectral (SSAM). Análisis de la evolución de la actividad sísmica discriminada. Método de pronóstico de fallamiento (FFM). Filtros de Polarización para datos en 3C.

6.- Análisis de datos de redes de estaciones. Localización de hipocentros mediante técnicas tradicionales: métodos de inversión de tiempos de viaje. Localización mediante curvas de amplitud-distancia, búsqueda en una grilla, diferencias finitas, inversión tensor momento, movimiento de partículas, etc. Análisis del subsuelo mediante la correlación cruzada del campo de ondas difuso y tomografía sísmica de velocidad y atenuación.

7.- Análisis de datos de antenas sísmicas (array). Principios del análisis de datos de antenas sísmicas. Armado del haz. Función de respuesta del array. Localización de hipocentros mediante análisis F-K y polarización. Interferometría Sísmica de ondas internas y ruido sísmico para la recuperación de la respuesta del subsuelo. Infrasonido como herramienta de monitoreo de explosiones volcánicas.

8.- Análisis de datos durante una crisis sísmica. Series de eventos. Procesamientos automáticos. Relación entre la actividad sísmica y otros parámetros geofísicos. Determinación del estado de alerta. Estudio de casos reales.

Bibliografía:

- Chouet, B., 2003. Volcano Seismology. Pageoph 160:739-788.
- Mc Nutt, 2005. Volcanic Seismology. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 2005. 32:461–491.
- Wassermann, J., 2009. Volcano Seismology. In P. Bormann (Ed.), New Manual of Seismological Observatory Practice (NMSOP) (pp. 1-42). Potsdam: Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ. doi:10.2312/GFZ.NMSOP_r1_ch13
- Zobin, V. M., 2003. Introduction to volcanic seismology. Elsevier, 290 pp.
- Gasparini, P., R. Scarpa, K. Aki (Eds.), 2012. Volcanic Seismology. Springer Science & Business Media, 572 pp.
- Haraldur Sigurdsson, Bruce Houghton, Steve McNutt, Hazel Rymer, John Stix, , 2015. Encyclopedia of Volcanoes. Sec. Ed. Academic Press, 1456 pp.

- The VOLUME Project VOLcanoes: Understanding subsurface mass moveMEnt, 2009. C. J. Bean, A. K. Braiden, I. Lokmer, F. Martini, G. S. O'Brien (Eds). VOLUME Project Consortium.
- International handbook of earthquake and engineering seismology, 2002. International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior. Committee on Education, International Association for Earthquake Engineering. Academic Press, 1945 pp.
- J. J. Sanchez, 2009. Volcano Seismology Case Studies. VDM Verlag, 140 pp.
- Havskov J., L. Ottemoller, 2010. Routine Data Processing in Earthquake Seismology: With Sample Data, Exercises and Software. Springer Science & Business Media, 347 pp.
- Araña Saavedra, V. y R. Ortiz Ramis, 1984. Volcanología. Ed. Rueda, CSIC.
- Marti, J. y V. Araña, 1993. La volcanología actual. CSIC.
- Otras publicaciones que se brindarán a los alumnos para la elaboración de sus presentaciones.

Recursos:

Las clases teóricas y las presentaciones orales de los alumnos requerirán el uso de cañón de proyección.

Las clases de prácticas de procesamiento requerirán el uso de computadoras para lo cual se solicitará debidamente su reserva o se hará uso de computadoras personales dependiendo de la disponibilidad.

c) Duración, carga horaria y cuatrimestre de dictado

Duración: cuatrimestral Cuatrimestre en que se dictará: Segundo

Carga Horaria: 4 hs teórico-prácticas semanales presenciales más tareas a desarrollar por los alumnos.

Se estima que el 40% de la carga horaria presencial se destinará a clases dictadas por el docente a cargo, un 20% a prácticas de procesamiento y el 40% restante a presentaciones de los alumnos y debate.

d) Plantel Docente

Docente a cargo: Dra. Gabriela Badi

Colaboradores: Geof. José Augusto Casas y Dra. María Laura Rosa

e) Mecanismo explícito de evaluación

Para aprobar el Seminario los alumnos deberán acreditar al menos un 80% de asistencia, presentar dos exposiciones orales y un informe escrito como se indica en el último párrafo del inciso a) y rendir los contenidos teóricos con la modalidad del Seminario de Grado (art. 11 Reglamento 19 de esta Facultad).

La nómina de profesores para la constitución de la Mesa Examinadora será: Dra. Nora Sabbione; Dra. Patricia Gauzellino; Dr. Danilo Velis; Dra. Claudia Ravazzoli.