

Deteccion de tremores de larga duracion en Isla Decepcion antartida ***Detection of long-duration tremor on Decption island***

Vanessa Jiménez ⁽¹⁾, Javier Alemendros ^(1, 2) and Enrique Carmona ^(1,2)

⁽¹⁾Instituto Andaluz de geofisica, Universidad de Granada,
Campus Cartuja, 18071 Granada, España

⁽²⁾Dpto.Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada
Facultad de Ciencias, Campus de Fuentenueva, 18071 Granada, España.

Vanessa.jimenezmorales@hotmail.com/vikingo@ugr.es/ecarmona@ugr.es

RESUMEN

Los tremores volcánicos son un tipo de sismicidad asociada a volcanes activos. Es una señal sísmica continua que puede durar horas, días y semanas. Los tremores son señales difíciles de identificar debido a su comienzo emergente y su larga duración, por lo que se pueden llegar a confundir con un aumento en los niveles de ruido sísmico. El volcán Isla Decepción es un área volcánica en el archipiélago de las shetland del sur donde se han registrado distintos tipos de tremores volcánicos. Generalmente se presentan con duraciones entre unos minutos y unas pocas horas. El más largo registrado fue en 1999, justo antes de un enjambre de terremotos Volcano-tectónicos. Nosotros analizamos los datos sísmicos de una estación permanente localizada en isla Decepción desde el 2008. Observamos la ocurrencia ocasional de varios tipos de señales sísmicas de larga duración. Para facilitar su identificación diseñamos un método automático basado en las diferentes relaciones de energía en las bandas de frecuencia seleccionadas. Basándonos en el contenido espectral y la distribución temporal de estas señales, y en la comparación con otras dos estaciones permanentes cercanas a Isla Decepción, podemos concluir que estas señales de larga duración son tremores volcánicos. Es la primera vez que se detecta este tipo de señales en Isla Decepción.

ABSTRACT

Volcanic tremor is a type of seismicity associated with active volcanoes. Its typical appearance is that of an irregular sinusoid, and its key distinguishing feature is its long duration compared with earthquakes of the same amplitude. Continuous signal durations of days, weeks, and longer are common. Tremors are sometimes difficult to identify because they have an emergent onset and long duration, and thus can be easily confused with an increase of seismic noise amplitude. At Deception Island volcano, a volcanic area in the South Shetland Islands, tremor durations are generally in the range of minutes to hours. There is a single occurrence of a long-duration tremor in 1999, just before a volcano-tectonic swarm. We analyze seismic data from a permanent seismic station located at Deception Island volcano since 2008. We observe the occasional occurrence of sustained seismic signals with variable durations up to a few days. We design an automated method based on amplitude ratios in selected frequency bands to identify these signals along the dataset. Based on the spectral content and temporal distributions, as well as their behavior at other two permanent stations near Deception Island, we conclude that these signals are long-duration volcanic tremors.

Intrusiones magmáticas en la isla de El Hierro entre los años 2012 y 2014

Magmatic Intrusions on El Hierro Island between 2012 and 2014

**María Á. Benito-Saz⁽¹⁾, Freysteinn Sigmundsson⁽²⁾, Michelle M. Parks⁽²⁾,
María Charco⁽³⁾, Laura García-Cañada⁽¹⁾, Ana M. Negredo⁽³⁾**

⁽¹⁾ Observatorio Geofísico Central, Instituto Geográfico Nacional, Madrid, Spain.

⁽²⁾ Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavik, Iceland.

⁽³⁾ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Madrid, Spain.

mabenito@fomento.es

RESUMEN/RESUMO

La isla volcánica de El Hierro es la isla más joven del archipiélago canario. Se asienta sobre un fondo marino de más de 3600 m de profundidad y se eleva hasta los 1502 m sobre el nivel del mar. Hasta el año 2011 no se tenía constancia de ninguna erupción histórica en la isla. Sin embargo, en julio del año 2011 comenzó en el centro de la isla un intenso enjambre sísmico que dio lugar el 10 de octubre de 2011 a una erupción submarina a 2 km al sur de la isla. Dicha erupción se prolongó durante más de cinco meses y se dio oficialmente por terminada el 5 de marzo de 2012.

Sin embargo, el final de la erupción submarina no fue el final de la actividad volcánica en la isla. Entre julio de 2012 y marzo de 2014 se produjeron seis intrusiones magmáticas a unos 15-20 km de profundidad. Datos GPS e imágenes radar de los satélites RADARSAT-2 y COSMO-SkyMed han permitido determinar la deformación del terreno producida por cada una de estas intrusiones magmáticas. Además, dichos conjuntos de datos se han invertido para modelizar los parámetros de la fuente volcánica (localización, geometría, cambio de volumen/presión) que mejor definen estas intrusiones desde el punto de vista geodésico, dando información que nos ayuda a comprender cómo esta joven isla volcánica intraplaca va creciendo poco a poco.

ABSTRACT

The volcanic island of El Hierro is the youngest island of the Canary archipelago. El Hierro rises from around 3600 m depth to a maximum altitude of 1502 m above sea level. Until 2011 there was no evidence of any historical eruption on the island. However, on July 2011 an intense seismic swarm began in the middle of the island that resulted on 10th October 2011 in a submarine eruption only 2 km south of the island. The eruption lasted for more than five months and was officially ended on 5th March 2012.

However, the end of the submarine eruption was not the end of volcanic activity on the island. Between July 2012 and March 2014 six magmatic intrusions have occurred at 15-20 km depth. GPS data and SAR images of the RADARSAT-2 and COSMO-SkyMed satellites have been used to determine the surface deformation produced by each of these magmatic intrusions. In addition, these data sets have been inverted to determine the optimal source parameters (location, geometry, volume/pressure change) that best define these magmatic intrusions from the geodetic point of view, giving information that helps us to understand how this young intraplate volcanic island is slowly growing.

Madrid, 2016

Modelización viscoelástica de la deformación volcánica en Three Sisters (Oregon, EE.UU.)
A viscoelastic modeling for Three Sisters volcano deformation (Oregon, USA)

S. Rodríguez-Molina⁽¹⁾, M.Charco⁽¹⁾ and A. M.Negredo ^(1,2)

⁽¹⁾Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Facultad de Ciencias Físicas, Plaza de Ciencias 1, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid.

⁽¹⁾ Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Facultad de C. Matemáticas, Plaza de Ciencias 3, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid

⁽²⁾ Dpto. F.T.A.A.I, Facultad de Ciencias Físicas, Plaza de Ciencias 1, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid.

srmolina@ucm.es

RESUMEN

Desde 1998 un área extensa de terreno localizada en las inmediaciones del centro volcánico Three-Sisters, en Oregon (EE.UU.), está experimentando un proceso activo de levantamiento. La región volcánica Three Sisters es una de las áreas más activas de la cordillera de las Cascadas, y está ubicada en una de las zonas más densamente pobladas del mundo. La última actividad eruptiva de la zona data de 2-1.5 ka, lo cual demuestra que la región continúa activa y es capaz de producir actividad eruptiva en el futuro. Los datos InSAR de la zona registrados entre 1992 y 2010 muestran un aumento en la tasa de elevación de 3-4 cm/año entre 1998 y 2003. Después del verano de 2003 la velocidad de la deformación registrada disminuyó, siguiendo una tendencia exponencial. Este cambio en la tasa de inflación se refleja también en las series de datos de nivelación y GPS del U.S Geological Survey (USGS). Varios autores han investigado este episodio de inflación en Three Sisters, aunque ninguno de ellos ha tenido en cuenta un posible comportamiento viscoelástico. En este trabajo encontramos que el decaimiento exponencial de la tasa de inflación es consistente con una fuente de presión y una posterior respuesta viscoelástica del medio. Estudiamos el cambio de volumen acumulado observado, teniendo en cuenta pulsos de incremento de presión de una cámara magmática rodeada por una aureola viscoelástica de viscosidad constante. El enfoque del modelo usado es útil para el desarrollo de estrategias de interpretación de actividad volcánica que permitan incluir datos de series temporales de deformación.

ABSTRACT

Madrid, 2016

An extensive area near the Three Sisters volcanic center, Oregon (USA), has been actively uplifting since 1998. The Three Sisters volcanic region is one of the most active areas of the Cascade Range and one of the most densely populated areas in the world. Last eruptive activity dated from 2-1.5 ka which demonstrate that the region is still active and capable of producing eruptive activity in the future. InSAR data from 1992 through 2010 shows an increase in uplift rate in the area of 3-4 cm/yr from 1998 to 2003. After summer of 2003 the deformation rate decreased following an exponential trend. This change in the inflation rate is also supported by leveling and GPS data from U.S. Geological Survey (USGS). Several authors investigated the episode of inflation at Three Sisters. Nevertheless, none of them consider the exponential decay in the inflation rate could be consistent with a pressure source and subsequent viscolastic response of the media. We study the observed cumulative volume change considering pulses of increasing pressure of a chamber surrounded by a viscoelastic shell of constant viscosity. Modelling approach used here is useful to develop an strategy for including time-series deformation data in the interpretation of volcanic unrest.

Estudio paleomagnético y de Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética (ASM) en el complejo volcánico de Ras Tarf (Arco Rifeño, dominio de Alborán).

Paleomagnetic and Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS) study from Ras Tarf volcanic complex (Rif arc, Alboran domain).

J. Costales Ortega⁽¹⁾, V. C. Ruiz-Martínez⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid.

⁽²⁾ Dpto. F.T.A.A.I, Facultad de Ciencias Físicas, Plaza de Ciencias 1, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid.

jjcostales@estumail.ucm.es

RESUMEN

El complejo volcánico Tortonense- Messiniense de Ras Tarf, aflora en el Arco Rifeño (Sur del dominio de Alborán), formando un horst flanqueado por los grabens de Nekor (al Oeste) y Boudinar (al Este). Un total de 121 muestras volcánicas individualmente orientadas *in situ*, provenientes de 14 sitios (12 coladas de basaltos andesíticos y 2 brechas estratificadas) muestreados transversalmente (E-O) al macizo, han sido analizados para obtener las direcciones preservadas en estas rocas tanto de las magnetizaciones remanentes como de los ejes principales de los elipsoides de Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética (ASM, 226 especímenes). El análisis de la desmagnetización por campos alternos decrecientes y de los parámetros de ciclos de histéresis indica que los minerales portadores de la señal ferromagnética son magnetitas pseudo-monodominio. Las direcciones paleomagnéticas: (i) son consideradas primarias, ya que registran en las coladas ambas polaridades del campo geomagnético (principalmente polaridad inversa), y direcciones al azar (esto es, no remagnetizadas) en las brechas; y (ii) implican la inexistencia de rotaciones sobre ejes verticales o basculamientos significativos a pesar de la tectónica (movimientos de levantamiento y cizalla) que ha afectado el macizo volcánico. Los elipsoides de ASM presentan una fábrica magnética que en general puede interpretarse como primaria y normal, con valores bajos del grado de anisotropía, formas tanto oblatas como prolatas, y con lineaciones compatibles con direcciones de flujo fosilizadas radialmente desde los centros eruptivos.

ABSTRACT

The Tortonian- Messinian Ras Tarf volcanic complex (Rif Arc, southern Alboran domain) developed as a horst between the Nekor (to the E) and Boudinar (to the W) grabens. A total of 121 individually *in situ* oriented volcanic samples (14 sites: 12 from andesitic basalts and 2 from stratified breccias; sampled through the massif in a E-W profile) were analyzed in order to obtain the preserved directions of both the remanent magnetizations and the principal axes of the Anisotropy of Magnetic Susceptibility (AMS, 226 specimens) ellipsoids. Coercivity spectra from alternating-

field demagnetization data and hysteresis parameteres analyses point to pseudo-domain magnetite as the main carriers of the ferromagnetic signal. Paleomagnetic directions: (i) are interpreted as primary ones, as different flows record both geomagnetic field polarities (mostly reversed), and random directions (i.e., not remagnetized) were found in the breccias; and (ii) imply the absence of significant tilting or vertical-axis rotations despite the tectonic activity (uplift and strike-slip movements) that affected the volcanic massif. AMS ellipsoids show a magnetic fabric that in general can be interpreted as primary and normal, both prolate and oblate, with low values of the anisotropy, and magnetic lineations matching fossil flow directions spreading radially from the eruptive vents.

Modelización de deformaciones volcánicas: efecto de la topografía y heterogeneidades mecánicas del medio. Aplicación a la erupción de El Hierro (2011-2012)

Modelling volcano deformation: Topographic and mechanical heterogeneities effects. Application to the 2011-2012 El Hierro eruption

A. Valverde-Pérez⁽¹⁾, M. Charco⁽²⁾, A.M. Negredo⁽³⁾, A. Villaseñor⁽¹⁾, J. Fullea⁽⁴⁾, M.A. Benito⁽⁵⁾ and P.J. González⁽⁶⁾

⁽¹⁾Instituto de Ciencias de la Tierra “Jaume Almera” (CSIC), C/ Lluís Solé Sabarís s/n, 08028 Barcelona (Spain)

⁽²⁾Instituto de Geociencias (CSIC, UCM), Plaza de Ciencias, 3, 28040 Madrid (Spain)

⁽³⁾Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I (Geofísica y Meteorología), Facultad de Ciencias Físicas, Plaza de Ciencias, 1, 28040 Madrid (Spain)

⁽⁴⁾Geophysics section, School of Cosmic Physics, Dublin Institute for Advanced Studies, 5 Merrion Square, Dublin 2 (Ireland)

⁽⁵⁾Observatorio Geofísico Central, Instituto Geográfico Nacional, Madrid (Spain)

⁽⁶⁾School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds (UK) LS29JT

avalverde@ictja.csic.es

RESUMEN/RESUMO

Durante el mes de julio del año 2011 se produjo en la isla de El Hierro (Islas Canarias, España) un incremento de la sismicidad con respecto a los niveles habituales observados en la zona. Este incremento estuvo acompañado de deformaciones del terreno que se registraron mediante estaciones GNSS y medidas de interferometría radar de satélite. Todo este proceso de reactivación culminó el 12 de octubre de 2011 con una erupción submarina fisural (NO-SE) localizada dos km al sudoeste de la población más meridional de la isla, La Restinga, cuya duración se extendió hasta marzo de 2012. La fase co-eruptiva estuvo marcada por una pausa en los registros de deformación indicando la existencia de procesos de inflación/deflación del terreno de segundo orden. Algunos trabajos anteriores han estimado los parámetros de las fuentes de deformación observada durante la fase pre-eruptiva considerando modelos analíticos en los que el medio circundante se aproxima mediante un semiespacio elástico, homogéneo e isótropo. En este trabajo consideramos el efecto de tales suposiciones en la interpretación de datos geodésicos teniendo en cuenta la topografía de la isla y las heterogeneidades mecánicas del medio mediante una técnica de aproximación numérica como el Método de Elementos Finitos (FEM). Los resultados numéricos muestran el error que puede tener la estimación de los parámetros de fuente al utilizar modelos simples de

deformación. De esta forma, se enfatiza la importancia de tener en cuenta técnicas numéricas avanzadas a la hora de interpretar cuantitativamente deformaciones del terreno.

ABSTRACT

In July 2011, an increase in seismicity above normal background levels was observed at the El Hierro Island (Canary Islands, Spain). Elevated seismicity rate was accompanied by surface deformation detected by GNSS stations and satellite radar interferometry. On 12 October 2011 the unrest led to the beginning of a submarine NW-SE fissural eruption located at about 2 km SW from La Restinga, the southernmost village of El Hierro Island. The eruption lasted until March 2012. Here we report on deformation modelling results to infer active magma reservoirs during the observed pre-eruptive crustal inflation phase. Co-eruptive phase was marked by a pause in the deformation signals, indicating minor reservoir inflation/deflation processes. Previous inferences about active sources were obtained using classical assumptions about the deforming media (linear elastic isotropic and homogeneous half-space approximations) to evaluate existing fast analytical volcano deformation models. Here, we explore the impact of such assumptions on geodetic interpretation, by accounting for heterogeneities and rough topography utilizing numerical techniques as such as Finite Element Method (FEM). We have developed and applied a FEM code to include realistic topography and crustal mechanical heterogeneities for El Hierro Island. FEM results support bias on estimated source parameters with respect to those obtained using simple models. We emphasize the use of advanced numerical techniques to improve the quantitative interpretation of volcano deformation signals.

Aumento de la actividad sísmica en la Isla Decepción y el Estrecho de Bransfield durante las campañas antárticas de 2014-2015 y 2015-2016.

Increased seismic activity on Deception Island and Bransfield Strait during the 2014-2015 and 2015-2016 Antarctic surveys

E. Carmona⁽¹⁾, J. Almendros^(1,2), V. Jiménez⁽¹⁾, R. Abella⁽³⁾, A. Díaz-Moreno⁽¹⁾, F. Lorenzo⁽¹⁾ and A. Ontiveros^(1,4)

⁽¹⁾ Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada, Campus Universitario de Cartuja. C.P. 18011 Granada (Granada)

⁽²⁾ Departamento de Física Teórica y del Cosmos, Universidad de Granada

⁽³⁾ Instituto Geográfico Nacional, IGN

⁽⁴⁾ Universidad de Jaén

email de contacto: ecarmona@ugr.es

RESUMEN

Desde 1994, el Instituto Andaluz de Geofísica de la Universidad de Granada (IAG-UGR) lleva investigando la actividad sísmica de la Isla Decepción y el Estrecho de Bransfield (Antártida). Además, junto con la Universidad de Cádiz, el IAG-UGR se realizan labores de vigilancia volcánica de la Isla Decepción, uno de los volcanes más activos de la Antártida con importantes erupciones a finales de los años 60 y reactivaciones volcánicas durante los años 1992 y 1999. La actividad sísmica desde 1999 registrada sobre todo durante las campañas antárticas, se ha mantenido en niveles medio-bajos con algún periodo más activo. Sin embargo, en las dos últimas campañas (2014-2015 y 2015-2016) se ha producido un aumento considerable de la actividad sísmica tanto el estrecho de Bransfield como en la Isla Decepción por encima de los niveles registrados en campañas anteriores. Por un lado se ha registrado una importante serie sísmica en la zona SE de la Isla de Livingston. Y por otro lado se ha registrado en la Isla Decepción, un incremento de la sismicidad de largo periodo con series de eventos de largo periodo de varias horas de duración, que en ocasiones han llegado a producir tremor volcánico. A estos eventos hay que añadir series de terremotos volcano-tectónicos producidos dentro del propio edificio volcánico de Decepción, que indican una cierta inestabilidad en el sistema volcánico.

ABSTRACT

Since 1994, the “Instituto Andaluz de Geofísica” of the University of Granada (IAG-UGR) investigates the seismic activity of Deception Island and Bransfield Basin (Antarctica). Also, along with the University of Cadiz, the IAG-UGR makes volcano monitoring of Deception Island, one of the most active volcanoes in Antarctica with

Madrid, 2016

important eruptions in late 60s and volcanic crisis during 1992 and 1999. Since 1999 the level of seismic activity on the island has ranged from low to moderate and has never reached sufficiently high levels to indicate a reactivation of the volcano. However, since the 2014-2015 survey, the seismic activity at Deception Island volcano and Bransfield Strait has been very intense, above the average seismicity level recorded in previous surveys. On the one hand, we have detected an important cluster SE of Livingston Island. On the other hand, an increase of long period seismicity with events series of several hours (including volcanic tremor) has occurred at Deception Island. Additionally, series of volcano-tectonic earthquakes have been produced within the volcanic edifice, which indicate some instability in the volcanic system.

VOLTEC3T: Seguimiento de la actividad sísmica en Timanfaya (Lanzarote)

VOLTEC3T: Monitoring of seismic activity at Timanfaya (Lanzarote)

**L. Vizcaíno^(1,2), E. Carmona⁽²⁾, J. Almendros⁽²⁾, N. Sánchez, R. Martín⁽²⁾,
F. Mancilla⁽¹⁾, A. García-Jerez⁽⁴⁾, B. Martín⁽²⁾**

⁽¹⁾ IEGA, SL. c\ Curro Cúchares 17, 2B. Granada

⁽²⁾ Instituto Andaluz de Geofísica, Universidad de Granada

⁽³⁾ Instituto Geológico y Minero de España delegación de Canarias

⁽⁴⁾ Universidad de Almería

luis_vizcaino@hotmail.com

RESUMEN/RESUMO

Este estudio es parte de los resultados obtenidos en el proyecto VOLTEC-3T *Caracterización volcanotectónica de los Parques Nacionales de la Caldera de Taburiente, Teide y Timanfaya: relaciones volcanismo-tectónica-sismicidad-magnetismo*, donde se presenta la actividad sismo-volcánica del Parque Nacional de Timanfaya (Lanzarote) durante el periodo 2013-2015. Para ello se instalaron un total de cinco sismógrafos de corto periodo y otros cinco de banda ancha, todos ellos de tres componentes; asimismo, se han instalado otros cinco magnetómetros de protones en los emplazamientos de las estaciones de corto periodo. Los registros sísmicos muestran una compleja actividad volcánica. Se han observado eventos volcano-tectónicos y eventos de largo periodo, relacionados muy posiblemente con movimientos de fluidos hidrotermales. En este trabajo se muestran los eventos locales más representativos registrados, incluyéndose breves series sísmicas acaecidas durante el periodo de adquisición, y se mostrarán sus localizaciones y su relación con las fallas catalogadas previamente. Además, se exponen algunos de los resultados obtenidos del análisis de las funciones receptoras. Todos estos resultados permitirán una mejor comprensión de un complejo sistema volcánico que se formó hace pocos cientos de años y que aún se encuentra en fase de enfriamiento.

ABSTRACT

This study is part of the results obtained from the project VOLTEC-3T *Caracterización volcanotectónica de los Parques Nacionales de la Caldera de Taburiente, Teide y Timanfaya; relaciones volcanismo-tectónica-sismicidad-magnetismo*, in which the seismic and volcanic activity of the Timanfaya National Park (Lanzarote) in the period 2013-2015 is presented. The instrumentation used was composed of ten three-component seismographs, five short-period and other five broadband; likewise, five proton magnetometers were installed at the short-period stations location. Seismic records show a complex volcanic activity, also, multiple volcanic tectonic and long-period events have been detected, and they could be related with the movements of hydrothermal fluids. In this study the most representative local events registered will be exposed, including short seismic series

occurred during the data acquisition, their locations and relation between them and faults previously catalogued. The results obtained from the receptor function analysis will be exposed as well. This work aims to understand better the complicated volcanic system formed a few hundred years ago and is still in a cooling stage.