

Boletín de Vulcanología
Estado de los Volcanes de Costa Rica
Mayo 2013



Emisión de cenizas a través de las dos bocas fumarólicas d el cráter Oeste del Volcán Turrialba el 21 de mayo del 2013 a las 8:57 a.m.. Foto capturada por la cámara web del OVSICORI-UNA

Elaborado por:

Geoffroy Avar, Javier Pacheco, María Martínez, Wendy Saénz

Con contribuciones de:

Jorge Brenes, Floribeth Vega, Enrique Hernández, Giancarlo Tamburello (INGV),
Alessandro Aiuppa (INGV), Waldo Taylor (OSIVAM-ICE)

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica
Universidad Nacional
OVSICORI-UNA

I_ Volcán Turrialba

El 21 de mayo del 2013, el volcán Turrialba emitió cenizas por las dos bocas 2010 y 2012 durante aproximadamente 2-3 horas. Esta actividad corresponde a la liberación de gases acumulados en el sistema hidrotermal superficial. Después de este evento la actividad volcánica volvió progresivamente a lo normal.

I_1 V.Turrialba: Sismología

El 21 de mayo 2013, entre las 8:30 a.m. y las 12 p.m., el volcán Turrialba presentó una fuerte emisión de cenizas en el Cráter Oeste (Fig.1) a través de las 2 bocas fumarólicas que se abrieron en enero 2010 (Boca 2010) y enero 2012 (Boca 2012). Las bocas se localizan una en la pared oeste y la otra en la pared este del Cráter Oeste (informe de Prensa del 21 de mayo del 2013). La secuencia de fotografías presentada en la figura 1 muestra la evolución del evento con una pluma creciendo con el aumento de la humedad ambiental hasta por lo menos aproximadamente las 8 a.m. como normal. Por razones de visibilidad es que hasta las 8:39 a.m. se obtiene la primera imagen nítida mostrando la emisión de cenizas. Y es hasta las 8:55 a.m. aparece claramente que la emisión de cenizas tiene dos focos: la Boca 2010 cual se abrió el 5 de enero del 2010 y la Boca 2012 la cual se abrió el 12 de enero del 2012. Entre las 9:00-9:15 a.m. se nota que la concentración en partículas no es la misma por las dos bocas. Después de las 10 a.m., el flujo de partículas bajó considerablemente en ambas bocas.

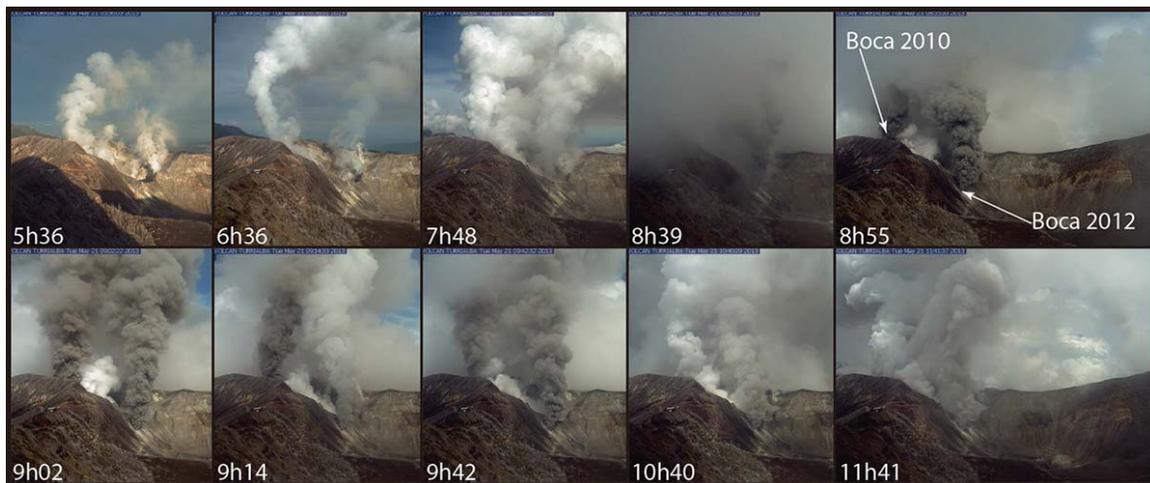


Figura 1: Secuencia de imágenes tomadas por la cámara web del OVSICORI-UNA (http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=43&Itemid=74) el 21 de mayo del 2013.

Este evento fue precedido por una actividad sísmica de más de 150 sismos volcánicos por día desde el 18 de abril (boletín mensual del OVSICORI para el mes de abril del 2013). El 21 de mayo, sismos híbridos se empezaron a registrar a las 4:52 a.m. Esta actividad sísmica fue seguida por un tremor armónico continuo, que se mantuvo con moderada amplitud hasta las 6:00 a.m. A partir de las 7:20 am se vuelve a incrementar el tremor armónico dando lugar a las 8:30 a.m. a la erupción de cenizas y gases. La emisión estuvo acompañada por un tremor armónico de baja amplitud y ausencia de sismos tanto híbridos como de baja frecuencia (LF) (Fig.2a). La emisión de cenizas cesó alrededor del medio día del 21 de mayo y la actividad sísmica se redujo sustancialmente desde entonces. El tremor dejó de registrarse a las 6 a.m. del día siguiente lo mismo que la demás sismicidad (Fig.2b). Desde las 4:52 a.m. hasta las 6:00 p.m. del 21 de mayo se registraron alrededor

de 190 sismos en el Turrialba. De ellos, 160 se registraron entre las 6 de la tarde del día 20 y las 6 de la mañana del día 21. Hasta el 22 de mayo del 2013, a eso de las 5 p.m. se registraron un mínimo de 270 LPs, entonces la actividad sísmica bajó de manera importante después de la emisión de cenizas.

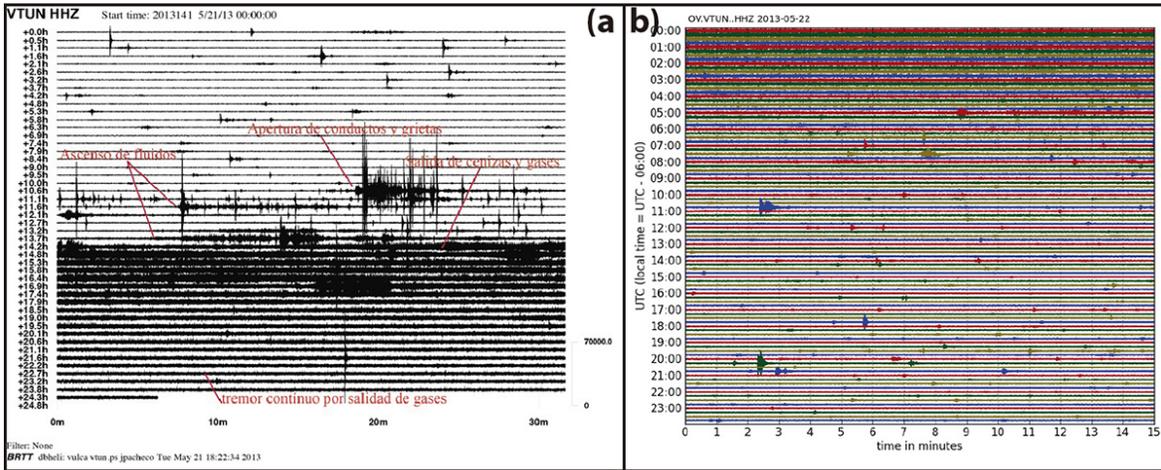


Figura 2. Sismograma registrado en la estación VTUN, ubicada al norte del Cráter Central. El registro es desde las 6 p.m. del día 20 hasta las 6 p.m. del día 21.

Los sismos híbridos principales del 21 de mayo son superficiales y se ubican principalmente abajo del Cráter Oeste (Fig.3)

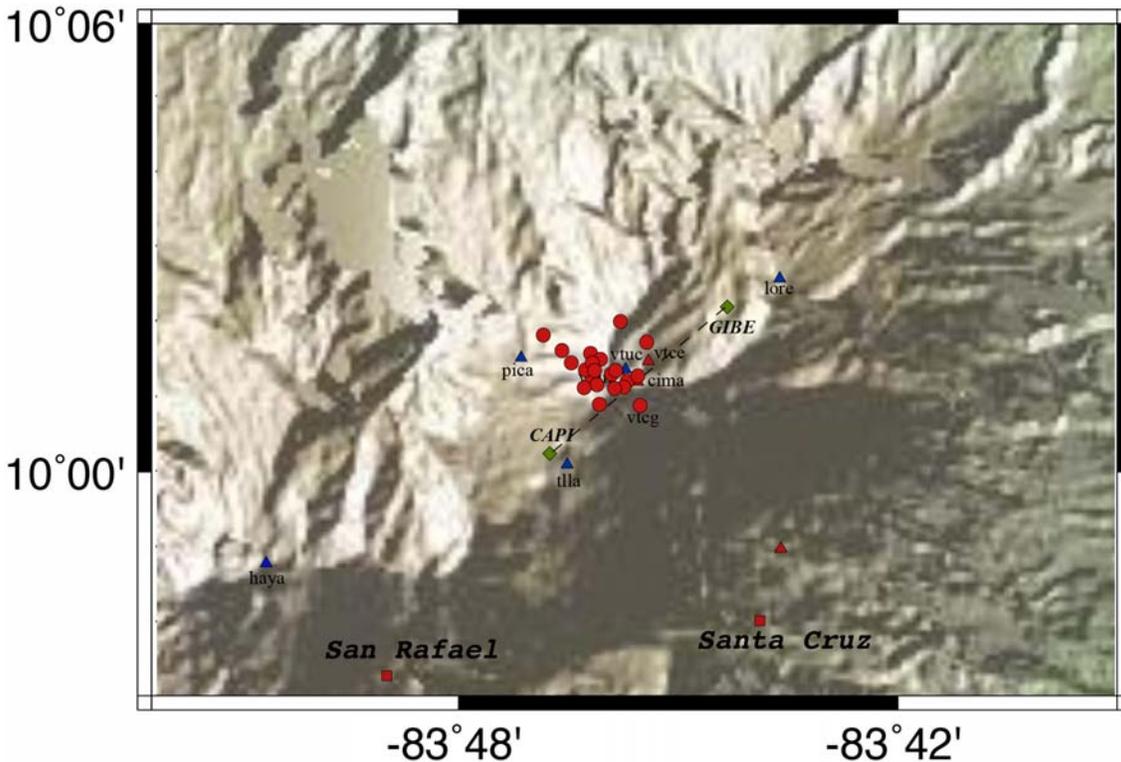


Figura 3: Ubicación de los sismos híbridos principales del 21 de mayo del 2013

El evento ocurrió después de cambios registrados en la actividad sísmica según reportes hechos en los boletines de marzo y abril del OVSICORI-UNA.

La Figura 4 muestra que la sismicidad empezó con niveles muy bajos en el 2013, registrándose menos de 10 sismos diarios prácticamente durante todo el año hasta el 19 de abril. Se pueden notar dos episodios donde la sismicidad se disparó a más de 100 eventos diarios, pero esto se debe a enjambres de sismos híbridos en el sistema hidrotermal. La sismicidad del 2013 estuvo dominada por sismos híbridos muy superficiales, localizados en el sistema hidrotermal prácticamente. A partir del 19 de abril, los sismos dominantes fueron de baja frecuencia y pequeños episodios de tremor armónico. El cambio que se dio fue de sismos que indican rompimiento de roca (sismos con origen en el comportamiento elástico de la roca), ya sea por apertura de grietas o colapso de las mismas, a sismos que indican movimiento de fluidos a través de grietas y conductos dentro de la roca.

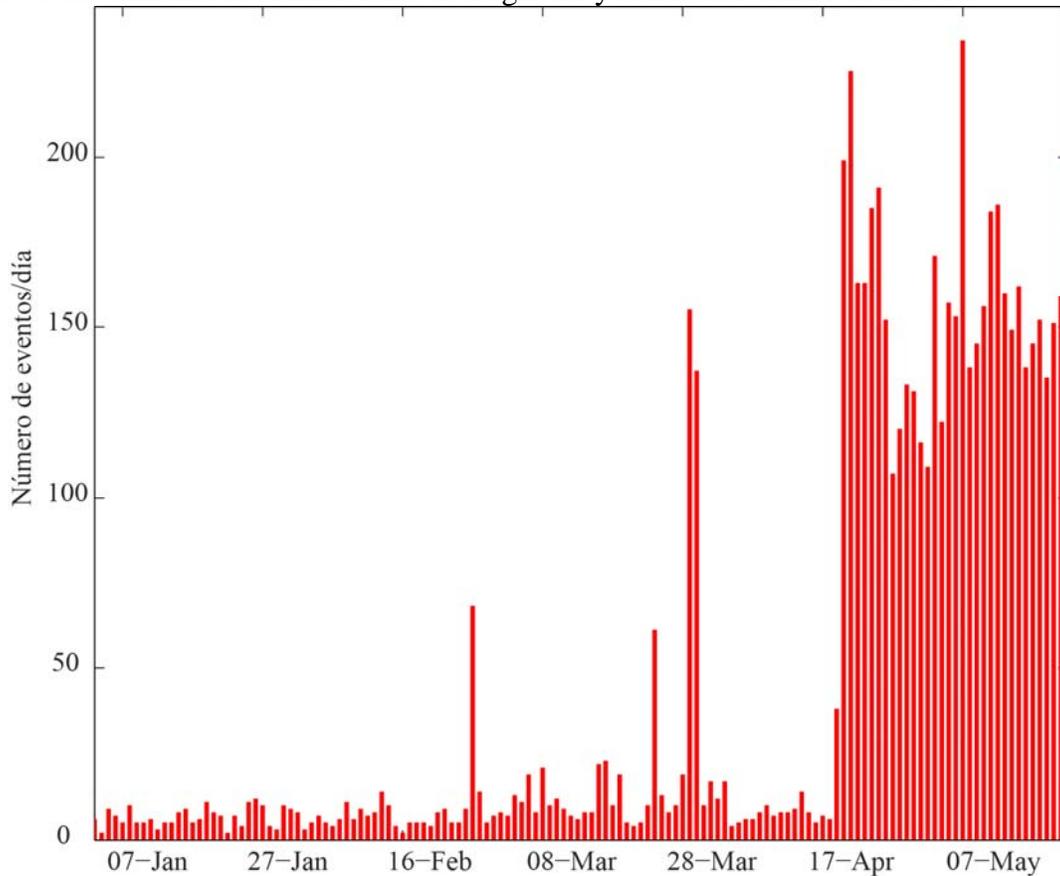


Figura 4: Sismicidad volcánica desde el 1 de enero hasta el 21 de mayo, 2013.

La actividad sísmica registrada anteriormente a la emisión de cenizas del 21 de mayo del 2013 sugiere que los gases se acumularon en el sistema hidrotermal superficial hasta llegar a un punto de ruptura la cual liberó este exceso de presión. Los gases encontraron 2 salidas principales para llegar a la superficie: las Bocas 2010 y 2012. No hay evidencia de movimiento de magma.

I_2 V.Turrialba: Deformación

La repetición de la red de EDM (Mediciones Electrónicas a Distancia) el 17 de mayo y en la tarde del 21 de mayo del 2013 no mostró variaciones. Esto sugiere también que no ocurrió una intrusión magmática profunda antes de la emisión de cenizas.

I_3 V.Turrialba: Geoquímica

I_3.1 Evolución térmica de las zonas activas

La emisión de cenizas fue asociada con un aumento del flujo de gases calientes, los cuales en contacto con el oxígeno de la atmósfera se oxidaron (reacción de combustión exotérmica), generando flamas visibles con la cámara térmica (Fig.5a) durante el día o de noche según figuras 5b y 5c. Pero la temperatura medida en la tarde del 21 de mayo del 2013 a aprox. 3 horas después de la emisión de cenizas, no muestra ningún cambio (Fig.5d). La temperatura de los gases se mantuvo entre 750 y 800°C.

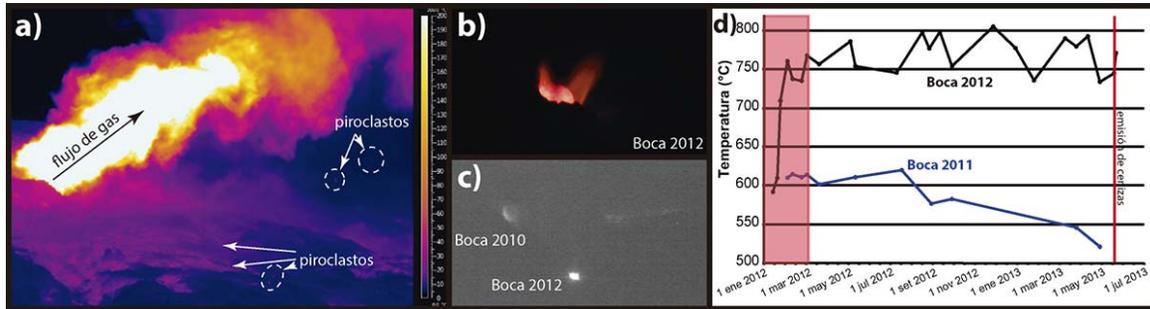


Figura 5: a) Termograma de la combustión de los gases emitidos por la Boca 2012 el 21 de mayo del 2013. Se puede notar piroclastos lanzados por el flujo (imagen: G.Avard). b) Incandescencia de la Boca 2012 a las 7 p.m. el 21 de mayo del 2012 (Foto: G.Avard). c) Foto por la cámara web del OVSICOR-UNA a las 9 p.m. el 21 de mayo del 2013 donde se puede apreciar la incandescencia de la Boca 2012 y la reflexión de la luz de la combustión de los gases en la Boca 2010. d) Evolución de la temperatura de las Bocas 2011 y 2012 desde el 1 de enero del 2012.

I_3.2 Sistema hidrotermal

La repetición de puntos de medición del flujo de CO_2 y H_2S en el Cráter Central y en la pared este del Cráter Oeste el 24 de mayo del 2013 muestra un pequeño aumento del flujo de CO_2 en toda la zona (Fig.6). Este aumento de flujo de dichos gases fue principalmente canalizado por las fumarolas existentes para las cuales no se notó un aumento de temperatura.

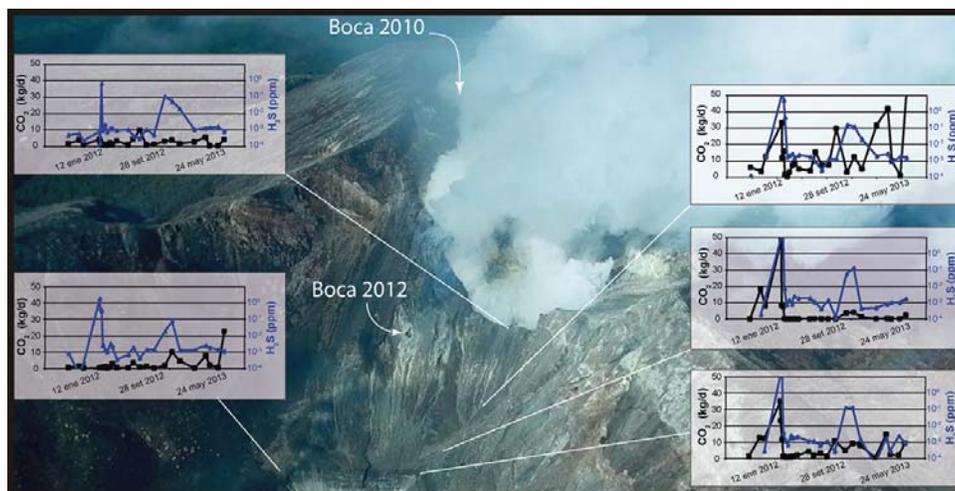


Figura 6: Foto aérea del Cráter Oeste el 22 de mayo del 2012 gracias a sobrevuelo realizado por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) y la Fuerza Pública. Además se presentan los gráficos de la evolución de los flujos de CO_2 y H_2S que difunden en el suelo desde agosto del 2011 hasta mayo 2013 (Foto: G.Avard)

I_4 V.Turrialba: Pluma de gases

El OVSICORI-UNA monitorea de manera continua el flujo de SO_2 gracias a 2 estaciones mini DOAS al sur y al oeste del volcán. Por razones de cálculo del flujo, la figura 6 presenta la correlación entre el flujo diario y la velocidad del viento considerada. Esto permite notar que el 21 de mayo del 2013 ocurrió una anomalía de flujo notable que no fue precedida ni tampoco seguida de anomalías. Significa que el flujo de gas aumentó de manera importante el día de la emisión de cenizas y que este evento fue súbito. Además, el flujo bajó rápidamente a los niveles más comunes para este volcán; aún si la pluma en la Figura 7 parece verse vigorosa aún para el 24 de mayo.

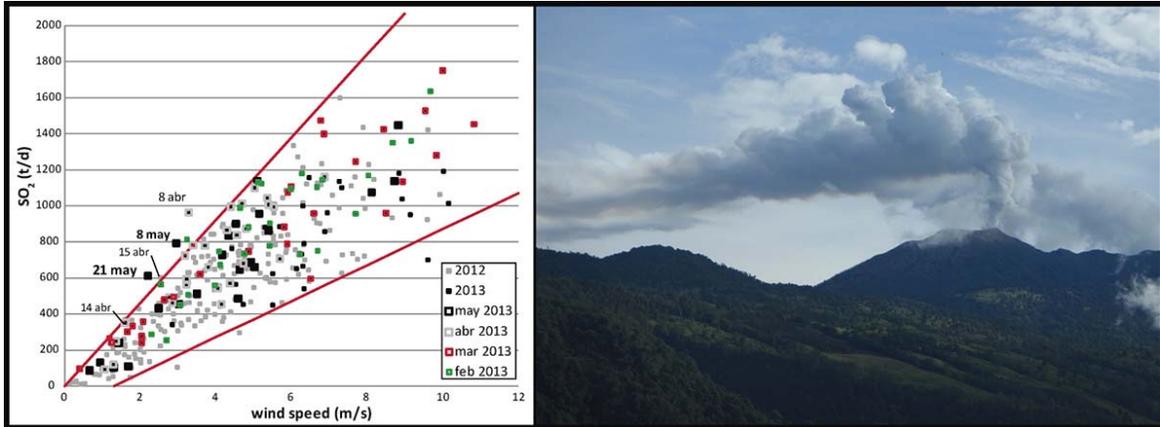


Figura 7: Correlación entre el flujo de SO_2 medido por la estación mini DOAS permanente ubicada en La Central y la velocidad del viento, y foto de la pluma el 24 de mayo del 2013 (Foto: G.Avard)

Mediciones de la relación CO_2/SO_2 en la pluma de la Boca 2010 con estación multigas antes y después de la emisión de cenizas del 21 de mayo no muestran una variación importante y se mantiene alrededor de 3 (resultado preliminar).

Por otro lado, la masa de gas dióxido de azufre, SO_2 , inferida de imágenes del satélite AURA/OMI indica en general un nivel de emisión por debajo de las 500 toneladas de SO_2 por día desde finales del año 2011 y hasta el presente (Fig.8).

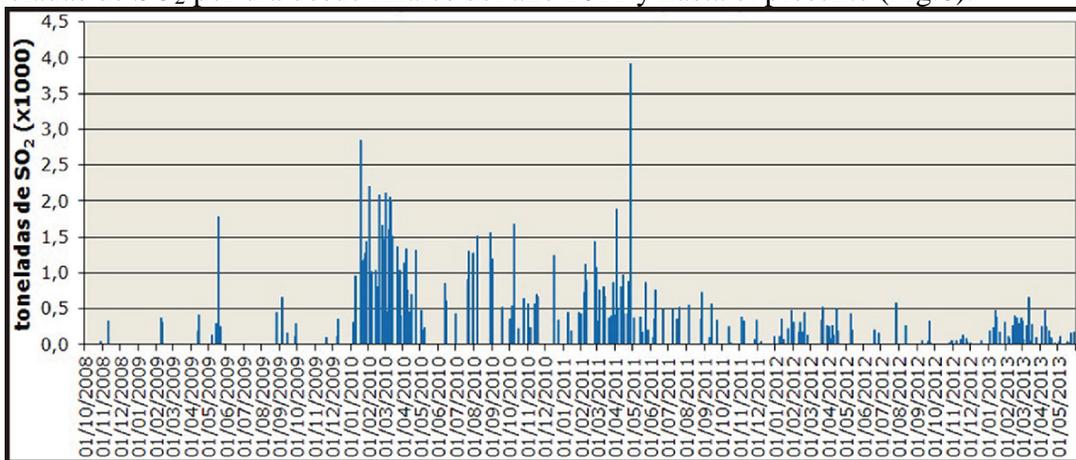


Figura 8: Masa de dióxido de azufre, SO_2 , en la pluma de gases del volcán Turrialba inferida de las imágenes satelitales del AURA/OMI de la NASA entre octubre 2008 y mayo 2013. Los datos de masa de SO_2 corresponden al total de SO_2 detectado por el instrumento OMI del satélite AURA en la región de América Central de modo que la información no está corregida respecto al nivel "de fondo" de SO_2 . Esta es la masa de SO_2 detectada cuando el satélite sobrevuela sobre el istmo alrededor de las 18:00-19:00 UTC. Fuente: <http://so2.gsfc.nasa>.

I_5 V.Turrialba: Otras observaciones

La pluma de ceniza de más de 500 m de altura se dispersó principalmente hacia el oeste suroeste. Caídas de cenizas emitida por el volcán Turrialba el 21 de mayo del 2013 fueron reportadas al OVSICORI-UNA por los habitantes en las zonas aledañas. Los cuales incluso enviaron fotografías de las cenizas depositadas sobre vehículos y vegetación tomadas en los alrededores de San Luis de Santo Domingo, Coronado, Ipís y Moravia al noreste de San José en el Valle Central (Fig.9). También se reportó caída de ceniza muy leve en Aserri al sur de la capital; lo que permite estimar una dispersión de la pluma por los vientos dominantes hacia el oeste.

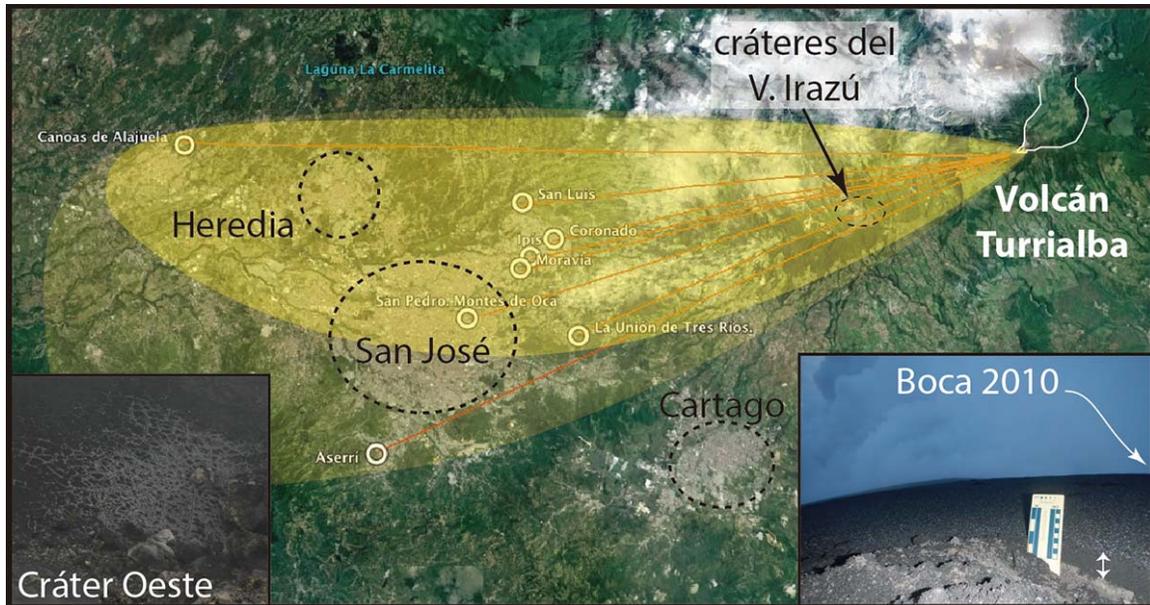


Figura 9: Estimación de la dispersión de la ceniza emitida por el volcán Turrialba el 21 de mayo del 2013 a partir de reportes de habitantes, depósito de cenizas al fondo del Cráter Oeste por la emisión de la Boca 2012, y capa de hasta 6 cm de cenizas depositada cerca de la Boca 2010 el 21 de mayo del 2013 (Fotos: G.Avard)

El material más grueso emitido (hasta varios cm de diámetro) se encontró a algunos metros abajo de las 2 Bocas. La espesura máxima de la capa de ceniza encontrada en terreno plano sobre la cresta del volcán fue de 6 cm a ~50 m de la Boca Oeste el 21 de mayo después de los aguaceros que cayeron (Fig.9). Se estimó el área de la capa con una espesura de más de 1 cm a menos de 8 000 m². El material encontrado está alterado lo que sugiere una ausencia de material juvenil pero se requiere de más investigación para confirmarlo. El lixiviado acuoso de esta ceniza registró un pH ligeramente ácido, pH = 5.40, el cual es un pH normal para cenizas volcánicas y similar al de la lluvia ácida. Por el incremento en el flujo de gas, la Boca 2012 aumentó su tamaño de ~ 4m² hacia el noreste y tiene ahora dimensiones alrededor de 6x4 m. El 24 de mayo no fue posible tener una buena observación de la Boca 2010 (Fig.10). El material quemado de la pared de la Boca 2012 fue arrancado el 21 de mayo del 2013, pero el nuevo material expuesto empezó a oscurecerse inmediatamente.

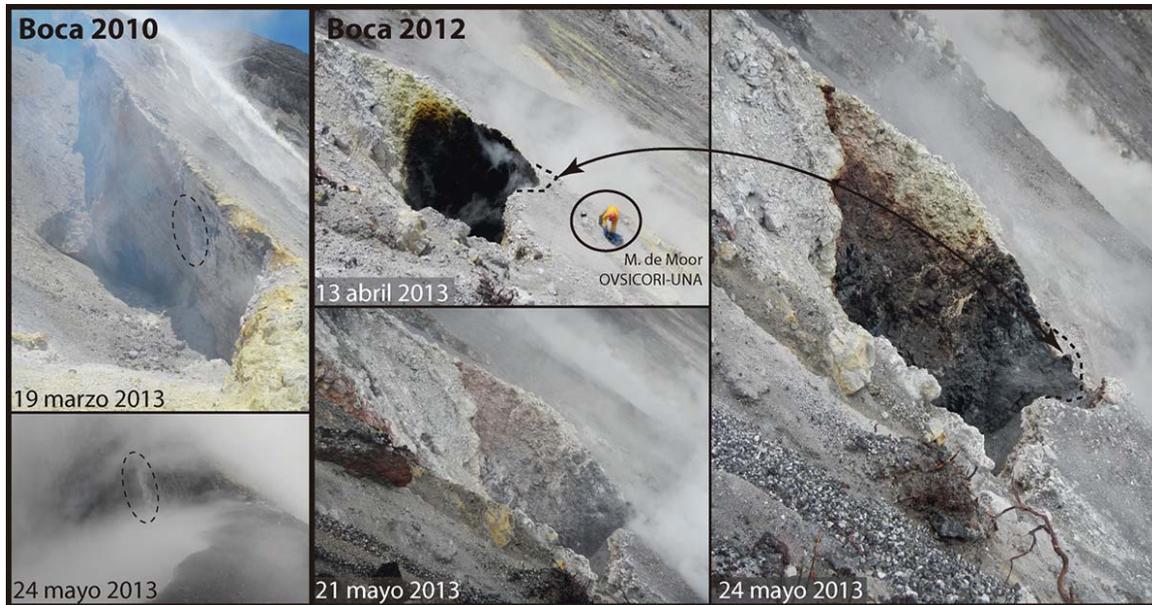


Figura 10: Comparación para la Boca 2010 entre el 19 de marzo y el 24 de mayo del 2013, y para la Boca 2012 entre el 13 de abril, el 21 de mayo y el 24 de mayo del 2013 (Fotos: G.Avard). El compañero Maarten de Moor está para escala.

II_ Volcán Irazú

El Cráter Principal del volcán Irazú se mantuvo seco en mayo por tercer mes consecutivo. No se notó cambios en la actividad fumarólica de la zona norte durante este periodo.

II_1 V.Irazú: Sismología

No se podía procesar los datos para el volcán Irazú para el mes de mayo.

II_2 V.Irazú: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Arenal

II_3 V.Irazú: Fumarolas zona norte

Las fumarolas en la zona norte (Fig.11) se mantienen difusivas y pasivas pero presentes como lo indica el olor fuerte de azufre en la zona este de la parte erosionada. Las concentraciones de los gases en la cueva norte son muy parecidas a los valores encontrados ante la desaparición del lago cratérico. Mediciones después de 3 meses de secamiento total en el Cráter Principal muestran una pequeña disminución del flujo de CO₂ y H₂S, y una acumulación máxima de CO₂ alrededor de 4.5 veces mayor a la normal en la atmósfera para el 18 de mayo del 2013. Tal valor representa la mitad del valor máximo para el 9 de febrero del 2013.

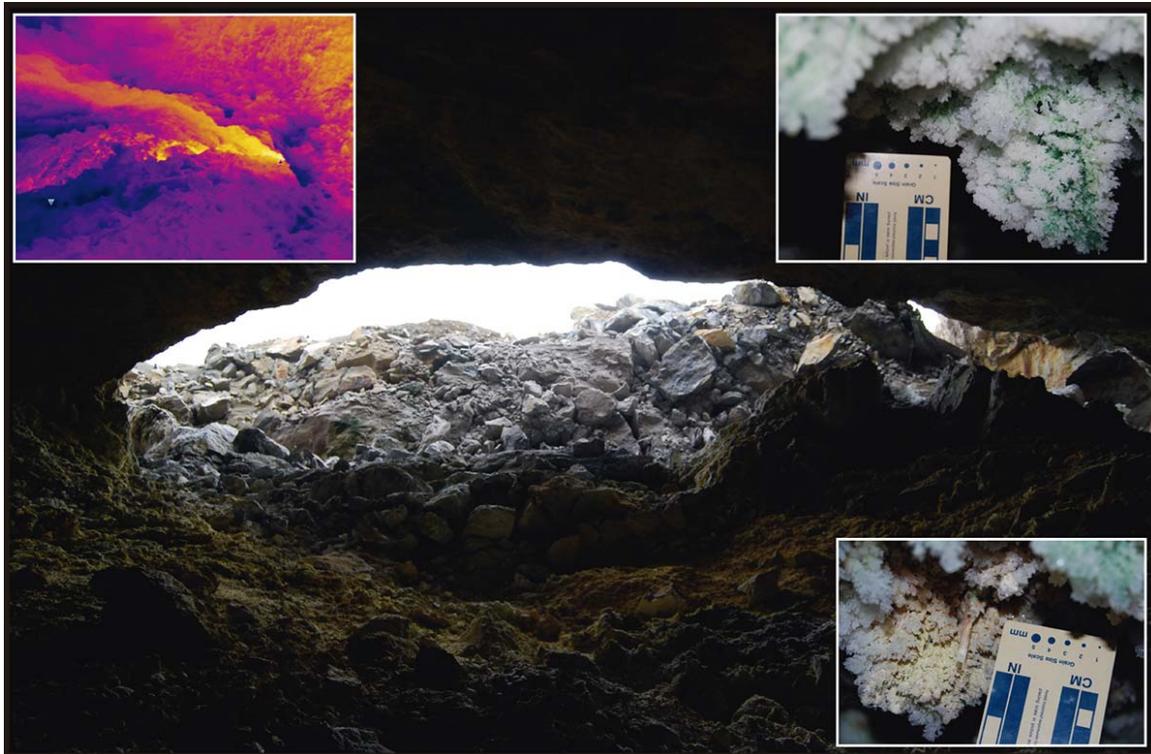


Figura 11: Cueva principal en el flanco norte del volcán Irazú con termograma y fotografías de los minerales presentes (Fotos: G.Avard, el 18 de mayo del 2013)

II_4 V.Irazú: Observaciones en el Cráter Principal

El Cráter Principal todavía está totalmente seco por el tercer mes consecutivo (Fig.12).



Figura 12: Fondo del Cráter Principal del volcán Irazú el 18 de mayo del 2013 cual se encontró seco por tercer mes consecutivo (Foto: G.Avard)

III_ Volcán Poás

El mes de mayo confirmó el calentamiento del criptodomo del volcán Poás hasta llegar a temperaturas suficiente para observar incandescencia de noche. La actividad del lago está muy parecida a la reportada para ésta misma época del año anterior, con erupciones freáticas esporádicas y un lento descenso del nivel.

III_1 V.Poás: Sismología

Los guardaparques del Parque Nacional Volcán Poás y los registros sísmicos registraron al menos 6 erupciones freáticas durante el mes de mayo, el 1 de mayo a las 11 a.m., el 8 de mayo a las 5 p.m., el 25 de mayo a las 9:11 p.m., el 26 de mayo a las 2:18 p.m., el 28 de mayo a las 11:25 a.m. y el mismo día a las 3:10 p.m.

III_2 V.Poás: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Poás.

III_3 V.Poás: El criptodomo

III_3.1 Mediciones geoquímicas

En mayo del 2013, el criptodomo confirmó su calentamiento observado desde febrero-marzo con temperaturas máximas alrededor del 575°C el 8 de mayo del 2013 y del 450°C el 30 de mayo del 2013. La incandescencia es visible de noche como se puede ver en la foto Figura 13.

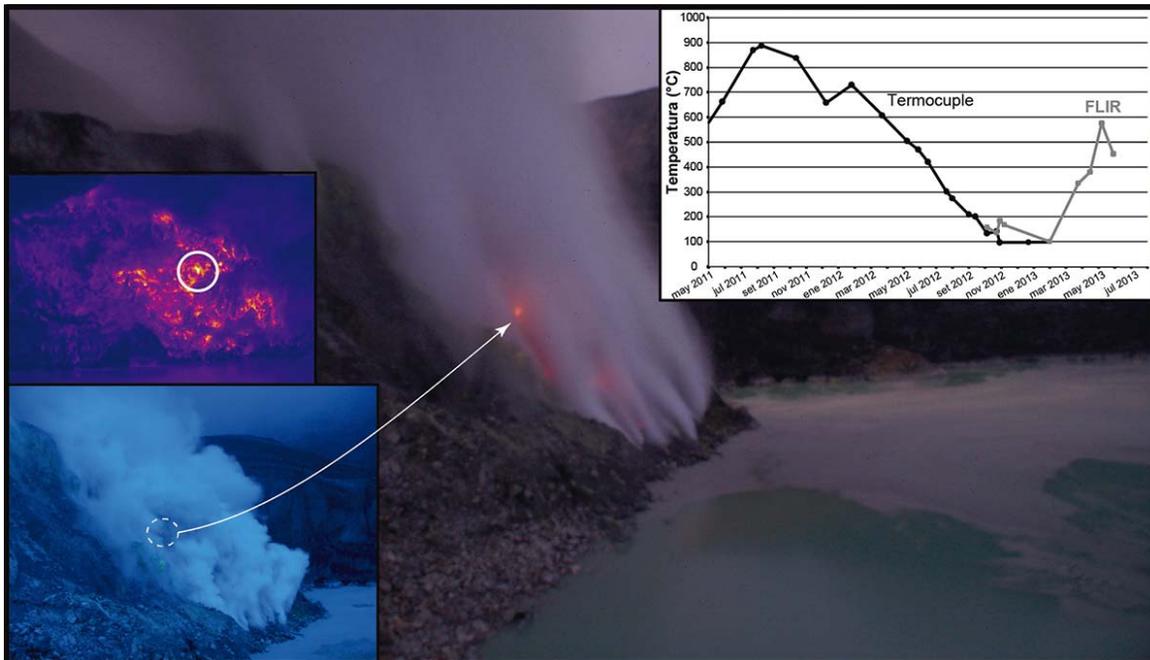


Figura 13: Evolución de la temperatura del criptodomo desde mayo del 2011 y vistas sobre el domo de noche y por cámara térmica el 30 de mayo del 2013 a las 5 a.m. donde se puede ver la incandescencia de algunos puntos del criptodomo (Fotos: G.Avard).

III_3.2 Otras observaciones

La actividad de las fumarolas del criptodomo varía mucho en vigor, flujo de gas y sonido. Por ejemplo una nueva fumarola apareció en el “cráter” que se formó en agosto-setiembre del 2011. El 8 de mayo del 2013, esta fumarola se encontró con sonido fuerte, horizontal y emitiendo partículas finas por la presión de los gases que erosionaron el conducto. Esta fumarola disminuyó su actividad hasta parecer muy débil el 30 de mayo. Otros ejemplos, la actividad de la fumarola donde se sacó muestra el 16 de abril bajó pero otras aparecieron al pie del criptodomo, especialmente por el descenso del nivel del lago.

III_4 V.Poás: El lago ultra ácido del cráter activo

III_4.1 Mediciones geoquímicas

El lago se encuentra muy parecido al año pasado (Fig.14) con una temperatura de ~46°C el 8 de mayo del 2013 (48°C el 8 de mayo del 2012), y un pH de 0.03 el 8 de mayo del 2013 (0.07 el 8 de mayo del 2012). El 30 de mayo se encontró el lago muy frío (27°C) probablemente por el aporte de las lluvias fuertes del día anterior.

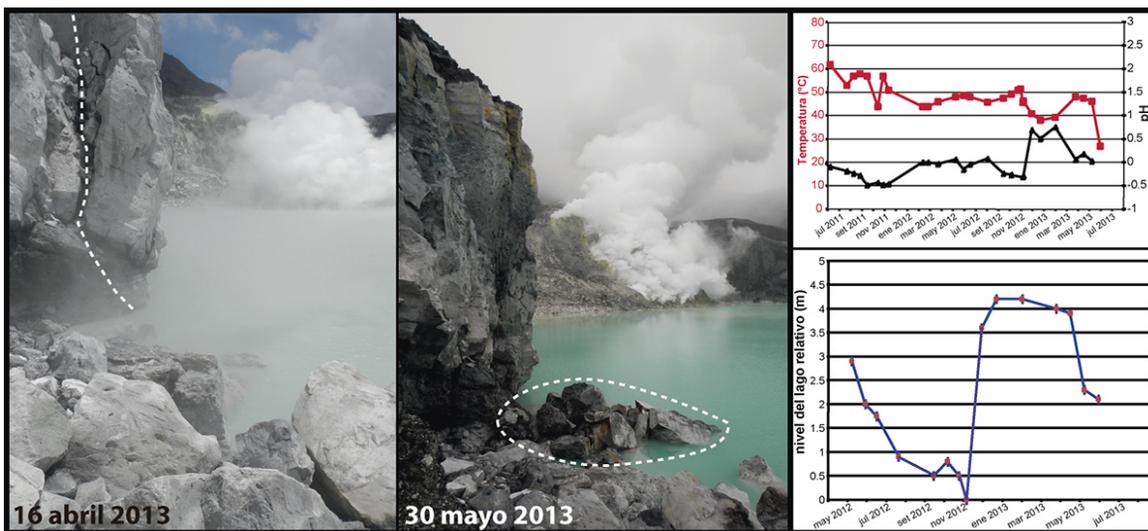


Figura 14: Evolución de la temperatura, el pH y el nivel del lago desde mayo del 2012. Se encuentra también una erosión de la pared ??? del domo (Fotos: G.Avard).

III_4.2 Otras observaciones

El nivel del lago continúa bajando. El 8 de mayo del 2013 se encontró 0.5 m debajo de su nivel del 8 de mayo del 2012. En el 2012, el lago bajó hasta 3 m entre enero y el fin de mes de octubre, y recuperó más de 4 m en noviembre. Hoy está a un nivel muy parecido al año pasado (Fig.15).

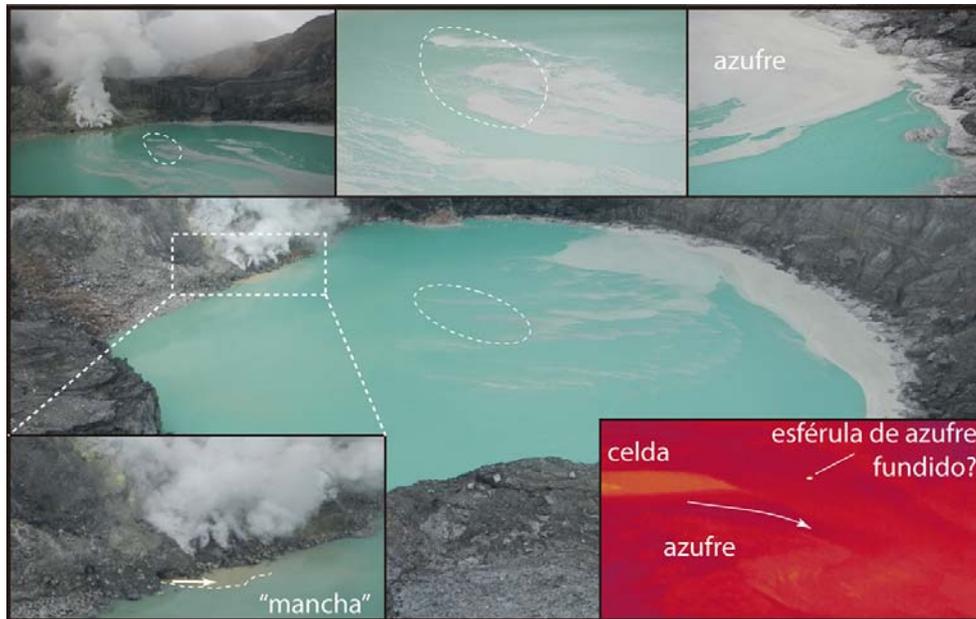


Figura 15: Fotos del lago el 30 de mayo mostrando celdas de convección débiles, una mancha de agua sucia a partir de la cueva del criptodomo (ver boletín de julio del 2012), 10-15% del área del lago cubierto de azufre, y la presencia de pequeños aportes de calor hacia la superficie posiblemente de forma de esférulas de azufre fundido (Fotos: G.Avard)

El 30 de mayo se encontró el lago ~ 0.1 m más abajo que el 8 de mayo, frío (27°C) y muy verde (Fig.15). Puede ser la consecuencia de las lluvias fuertes del 29 de mayo las cuales diluyen las aguas ácidas del lago. Las celdas de convección estaban muy débiles. A través de la cámara termográfica FLIR SC-660 se logró observar la aparición esporádica pero frecuente de “puntos más calientes” en la superficie del lago como pequeños destellos registrados por corto tiempo en la cámara que podrían quizás ser esférulas de azufre fundido conteniendo gases calientes que son liberados en el lago cuando las esférulas se rompen en la superficie del lago (Takano *et al.*, 1994). El 30 de mayo se podía notar azufre elemental cubriendo $\sim 10-15\%$ de la superficie del lago.

IV_ Volcán Arenal

No hay datos nuevos para el volcán Arenal en mayo.

IV_1 V.Arenal: Sismología

No hay datos sísmicos, la comunicación sigue sin establecerse entre la estación y centro de registro sísmico.

IV_2 V.Arenal: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Arenal

IV_3 V.Arenal: Geoquímica

No hay datos nuevos de geoquímica para el volcán Arenal.

V_ Volcán Rincón de la Vieja

El OSIVAM-ICE reportó un aumento de la actividad sísmica para el mes de mayo.

V_1 V.Rincón de la Vieja: Sismología

El OSIVAM-ICE reporta la actividad siguiente (copia del informe sobre *el estado de la actividad sísmica del volcán Rincón de la Vieja en el mes de mayo del 2013*, responsable: Waldo Taylor):

A finales del mes de abril, el volcán Rincón de la Vieja mostró cambios importante en las señales sísmicas que se mantuvieron hasta finales del mes de Mayo del 2013.

Los cambios más importantes fueron el aumento de la amplitud de las señales de baja frecuencia (< 3 Hz) que están relacionados con movimientos de fluidos e hidrofracturación (señales tipo híbridos y VLF), y la aparición de eventos volcano tectónicos que indican un posible aumento de la presión del sistema hidrotermal y magmático.

En la figura 16 se muestran los espectros diarios del mes de mayo y se aprecia como las señales de baja frecuencia (< 3 Hz) aumentaron la amplitud en forma importante, e incluso algunos días superaron la escala de referencia utilizada desde setiembre de 2011. Esta escala se usa como una observación indirecta para el monitoreo de la energía del sistema, entre más grandes sean los picos de frecuencias más energía en esas frecuencias tiene el volcán.

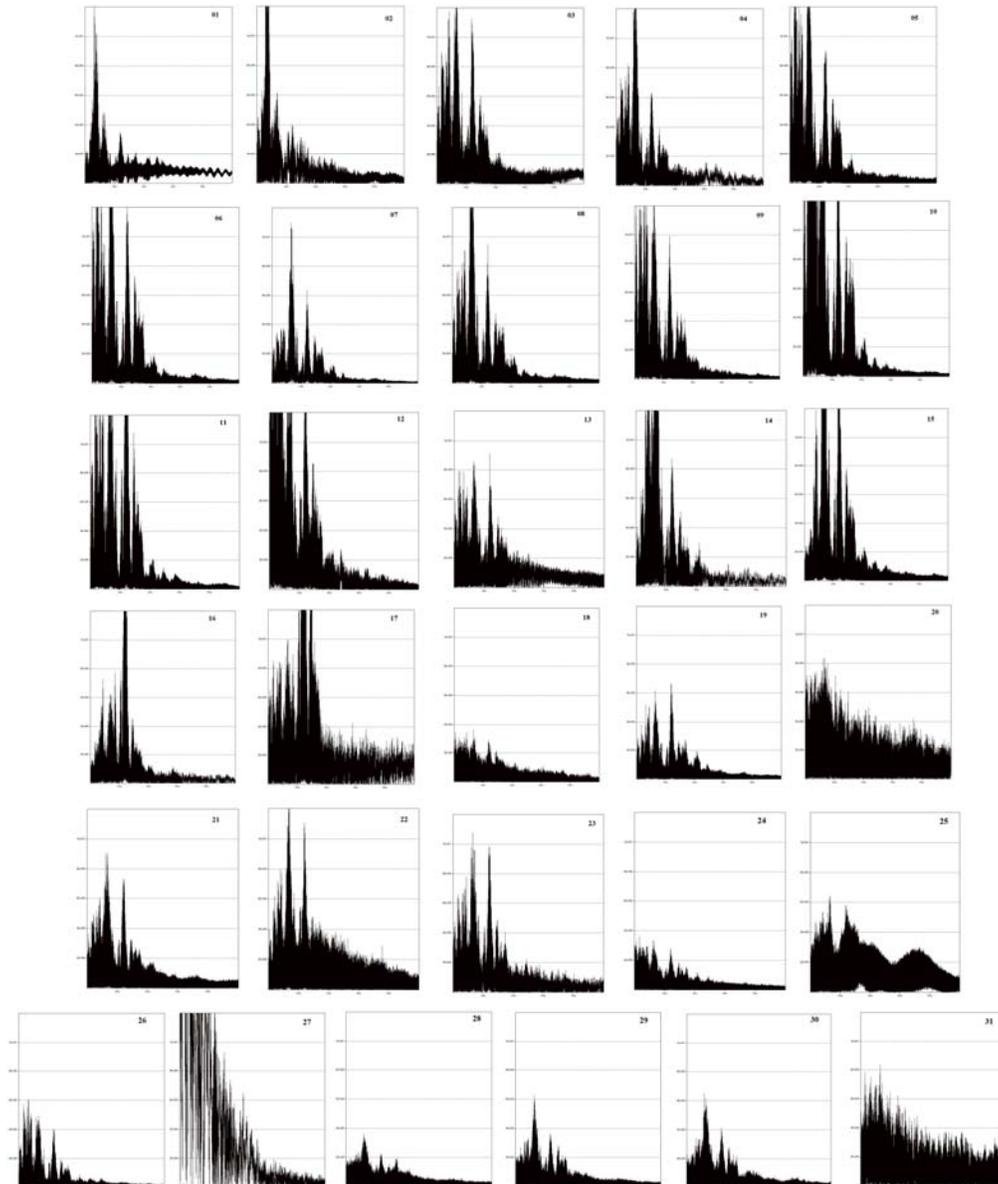


Figura 16: Espectros diarios (24 horas de duración) registrados en el volcán Rincón de la Vieja durante el mes de mayo de 2013.

También se observaron señales del tipo híbrido que pueden estar asociadas a la hidrofracturación y al movimiento de los fluidos en la chimenea y/o la cámara magmática, debido a que aún no se ha podido determinar la profundidad de la fuente (Fig.17).

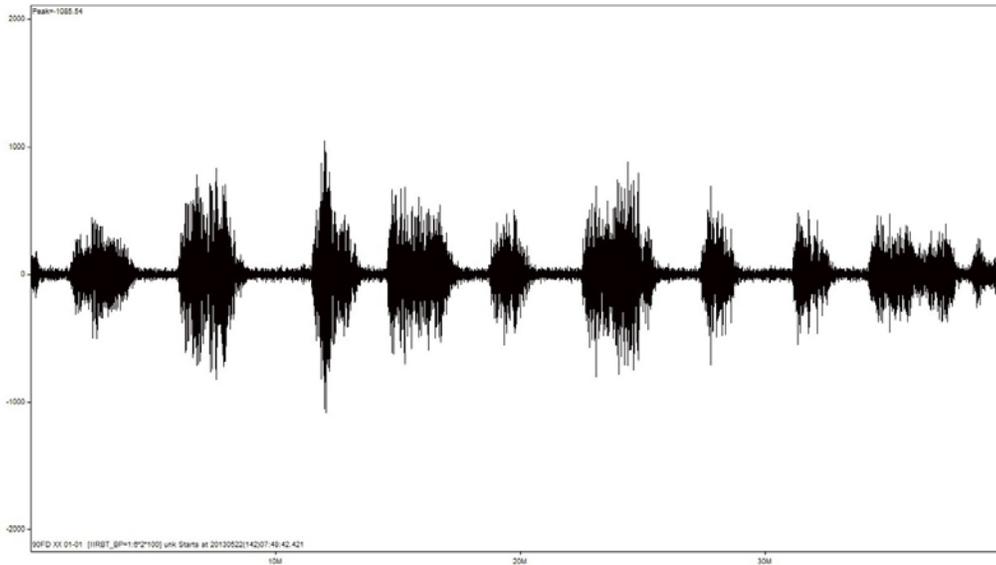


Figura 17: Eventos del tipo híbridos registrados el 22 de mayo en el volcán Rincón de la Vieja.

Estos eventos híbridos tienen bajas frecuencias y pueden durar desde unos pocos segundos a 2 o 3 minutos y se presentan en intervalos de unos 5 minutos. Se ha verificado con algunos guías que subieron hasta el cráter en mes de abril, que en la laguna era posible observar burbujeo intenso en intervalos de 5 minutos, así que es muy probable que estas señales híbridas del mes de mayo puedan tener una expresión en la superficie en forma de burbujeos intensos, desafortunadamente no se ha ascendido al cráter en el último mes para verificar esto. La figura 18 muestra el contenido de frecuencias que tienen estas señales.

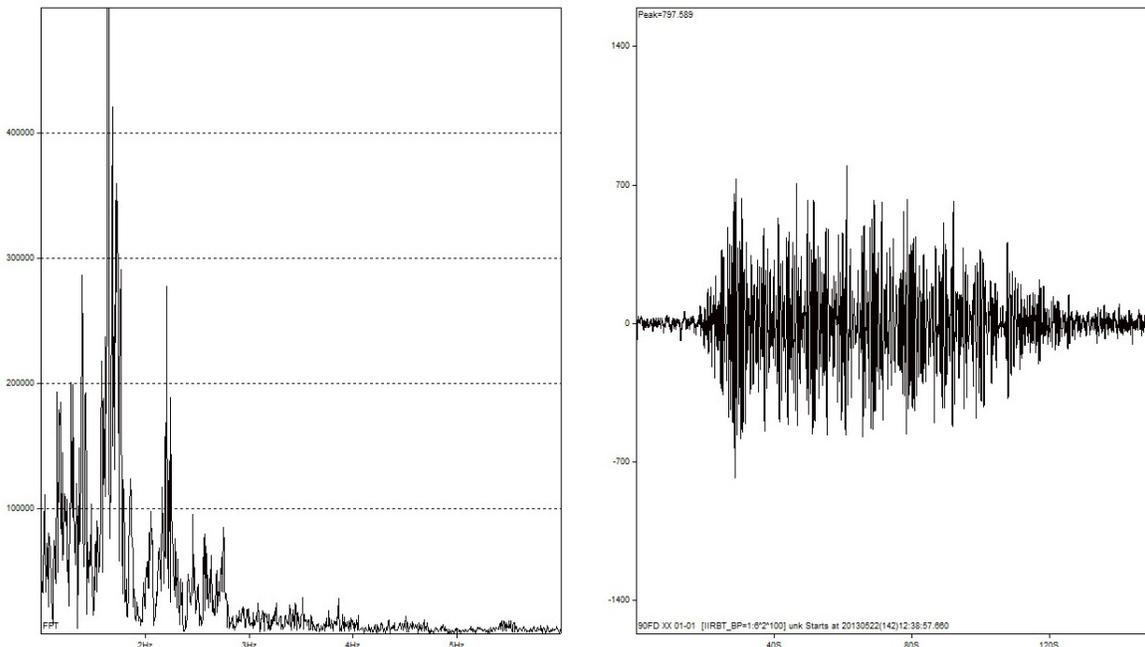


Figura 18: Espectro de una señal híbrida del volcán Rincón de la Vieja registrada el día 22 de mayo de 2013.

Otro tipo de señales que aumentó en cantidad fueron los registros de temblor de baja frecuencia (< 2 Hz). Se estima que puede tener una fuente más profunda que los eventos híbridos y aparecen de mayor cantidad unas horas antes que los eventos híbridos. La figura 19 muestra una señal típica.

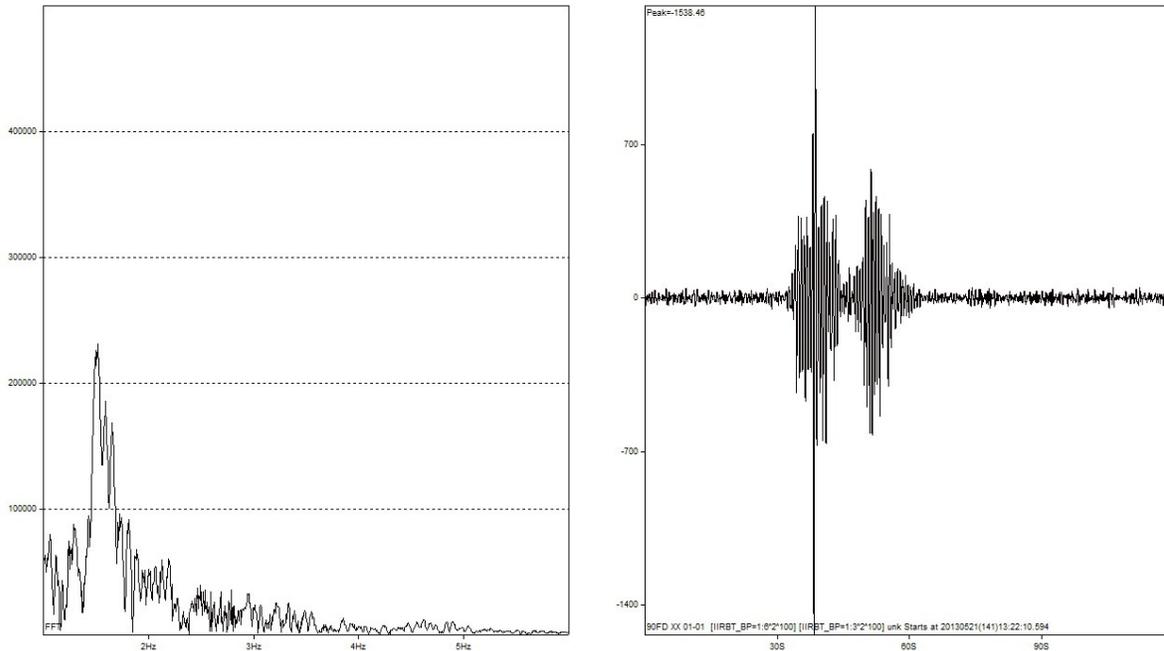


Figura 19: Registro típico de baja frecuencia que se presenta algunas horas antes de los eventos híbridos.

En cuanto a los eventos volcano-tectónicos, asociados a los cambios de esfuerzos que rompen parte de la corteza, estos aumentaron también en cantidad durante el último mes, y su origen se encuentra a unos 5 km de profundidad por debajo del cráter.

Todas las señales disminuyeron en los últimos días del mes de Mayo, sin embargo, se mantendrá el monitoreo para evaluar adecuadamente la evolución de la actividad actual del Rincón de la Vieja.

Informe del OSIVAM-ICE para el mes de mayo del 2013

V_2 V.Rincón de la Vieja: Deformación

No hay datos nuevos de deformación para el volcán Rincón de la Vieja.

V_3 V.Rincón de la Vieja: Geoquímica

No hay datos nuevos de geoquímica para el volcán Rincón de la Vieja.

Reconocimientos:

Se agradece a la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) y a la Fuerza Pública para ofrecer la posibilidad de hacer un sobrevuelo del volcán Turrialba el 22 de mayo, a los funcionarios del Sistema de Conservación de los Parques Nacionales de Costa Rica, a Waldo Taylor del OSIVAM-ICE, Giancarlo Tamburello y Alessandro Aiuppa del INGV y a las personas que ayudaron con las mediciones y el trabajo de campo y de laboratorio presentado en esta publicación.

Bibliografía

Takano, B., Saitoh, H., Takano, E. 1994. Geochemical implications of subaqueous molten sulfur at Yugama Crater Lake, Kusatsu-Shirane volcano, Japan. *Geochem. J.* 28: 199-216.

Información previa de los volcanes monitoreados por el OVSICORI-UNA está disponible en las siguientes direcciones electrónicas de INTERNET:

- Boletines periódicos del estado de actividad de los volcanes de Costa Rica:
http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_phocadownload&view=section&id=3&Itemid=73
- Videos:
http://www.ovsicori.una.ac.cr/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=79

Programa de Vigilancia Volcánica
Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica
Universidad Nacional
OVSICORI-UNA

Campus Omar Dengo, Heredia

Costa Rica, América Central

Teléfonos: (+506) 2562 4001 (+506) 2261 0611

Fax: (+506) 2261 0303

Website: <http://www.ovsicori.una.ac.cr/>

Facebook: <http://www.facebook.com/OVSICORI?ref=ts>