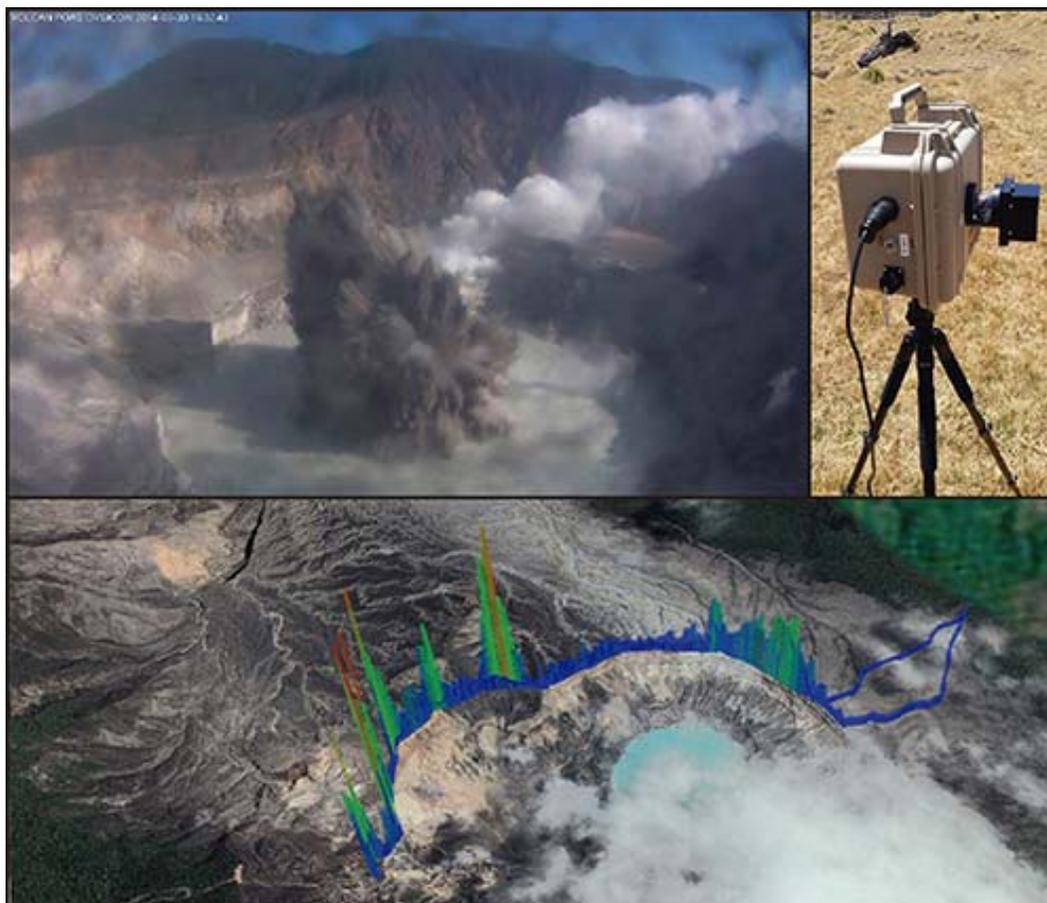


Boletín de Vulcanología
Estado de los Volcanes de Costa Rica
Marzo 2014



Erupción freática en el lago cratérico ácido del volcán Poás el 30 de marzo del 2014 (Foto: cámara web del OVSICORI-UNA donada por USAID/OFDA/LAC), FlySpec V3 del OVSICORI-UNA (Foto: M.Martínez), y medición del flujo de SO₂ en el volcán Poás el 19 de marzo del 2014.

Elaborado por:

Dr. Geoffroy Avard, Dr. Javier Pacheco, Dr. Maarten de Moor, Dra. María Martínez

Con contribuciones de:

Wendy Sáenz, Dr. Keith A. Horton

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

Resumen de la actividad para el mes de marzo del 2014

V.Turrialba:

La actividad sísmica en el volcán Turrialba se mantiene en niveles bajos desde diciembre del 2013. Al igual que en febrero pasado se registran 2 sismos similares a los sismos tipo tornillo, pero de muy alta frecuencia. El OVSICORI-UNA hizo la adquisición de 2 FlySpec V3 para completar los 3 DOAS portátiles y los 2 DOAS permanentes a fin de medir con mejor precisión el flujo de SO₂ de los volcanes de Costa Rica. En marzo se midió entre 469 y 671 toneladas de SO₂ por día. Además, gracias a la nueva estación permanente MultiGAS que mide la concentración en los gases de la pluma del volcán de manera continua, se observa fluctuaciones periódicas de los índices CO₂/SO₂, H₂S/SO₂, y H₂O/SO₂ con periodo de algunos días.

V.Irazú:

La actividad volcano-tectónica se mantiene baja, aunque durante el mes de marzo se registraron dos pequeños enjambres con menos de 20 sismos diarios.

V.Poás:

Durante el mes de marzo se lograron reconocer en los registros sísmicos 14 erupciones freáticas pequeñas, la mayoría ocurrieron hacia el fin de mes. La mayor erupción se registró el 30 de marzo en la tarde. La sismicidad característica durante este mes de marzo se caracteriza por dos tipos de eventos; sismos de baja frecuencia y corta duración, con forma de pulsos y tremores monocromáticos de corta duración (< 2 minutos). Ambos de baja amplitud. El flujo de SO₂ se encontró entre ~124±18 toneladas por día el 19 de marzo y 141±33 toneladas por día el 11 de marzo. Los datos de concentración medidos gracias a la nueva estación permanente multiGAS no muestran cambios significativos en las razones de los gases CO₂/SO₂, H₂S / SO₂, y H₂O / SO₂. Los valores son representativos de los gases saliendo de las fumarolas bajo del domo. Las temperaturas de las fumarolas se mantienen alrededor de los 600°C. El nivel del lago se encuentra ~2m abajo del nivel del año pasado en la misma época, su temperatura es arriba de los 45°C y su pH alrededor de 0.

V.Arenal

Se observan débiles exhalaciones fumarólicas así como anomalías térmicas en la cima del Cráter C. El 8 de abril del 2014 el OVSICORI-UNA estimó mediante espectrometría ultravioleta FLYSPEC V3 un flujo de SO₂ muy bajo, inferior a 1 tonelada por día en la parte sumital del Arenal, valor que está dentro de los límites de detección.

I_ Volcán Turrialba

I_1 V.Turrialba: Sismología

La actividad sísmica en el volcán Turrialba se mantiene en niveles bajos desde diciembre del 2013. El nivel de actividad se asemeja a los 3 primeros meses del 2013, con sismos de baja amplitud, escasos tremores y ausencia de sismos volcano-tectónicos. Los valores de RSAM (Valor de la amplitud sísmica de los registros promediado cada 10 minutos) muestran niveles similares al ruido sísmico ambiental, no hay tremores prolongados ni

sismos de gran amplitud (Fig.1). Mientras que el número de sismos volcánicos registrados diariamente se muestra en disminución desde inicios del 2014 (Fig.2).

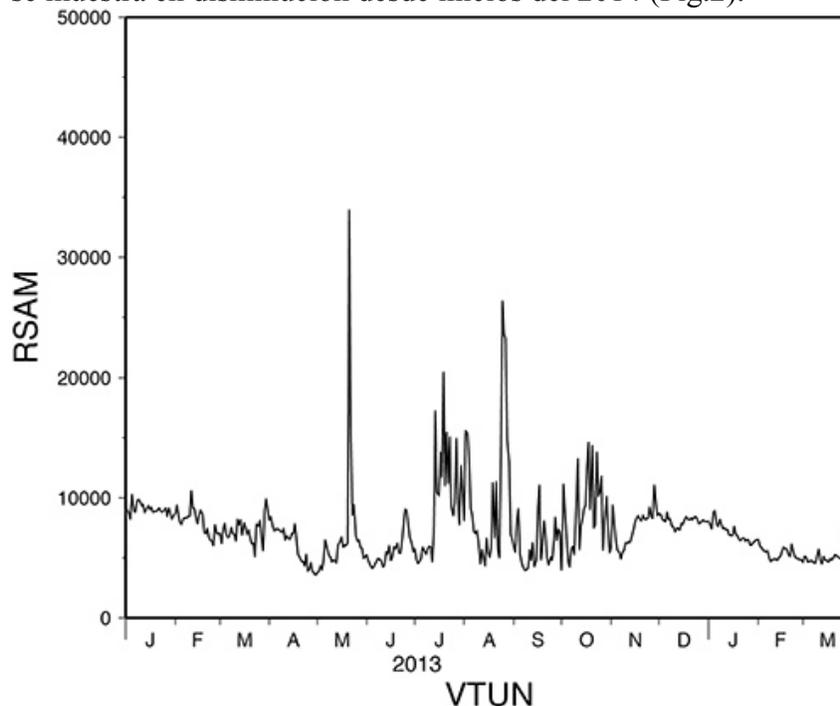


Figura 1. Valores de RSAM medidos en la estación VTUN desde enero 2013 hasta marzo 2014. Las mayores variaciones de RSAM se presentaron entre abril y noviembre del 2013.

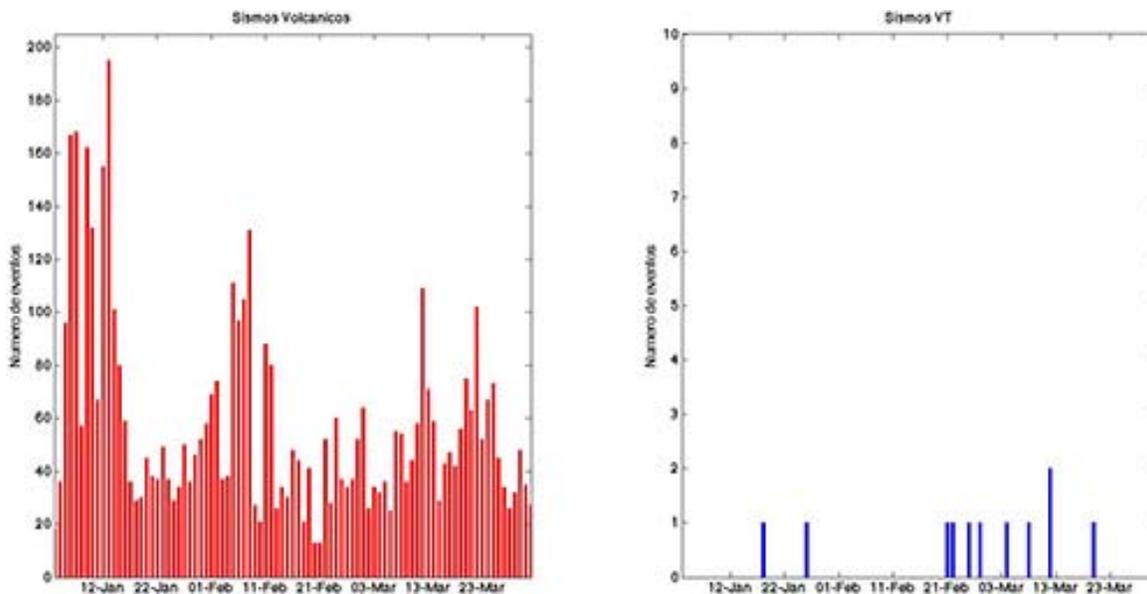


Figura 2. Número de sismos volcánicos registrados diariamente en el volcán Turrialba desde el 1ero de enero del 2014 (izquierda). Número de sismos volcano-tectónicos registrados y asociados al volcán Turrialba (derecha).

La sismicidad se manifiesta en forma de sismos de baja frecuencia (LF), con apariencia de pulso, con dominancia de frecuencias menores a 2 Hz (Fig.3, lado izquierdo), sismos prolongados de alta frecuencia y amplio espectro (Fig.3, centro) y algunos sismos híbridos superficiales (Fig.3, derecha). Todos ellos de baja amplitud.

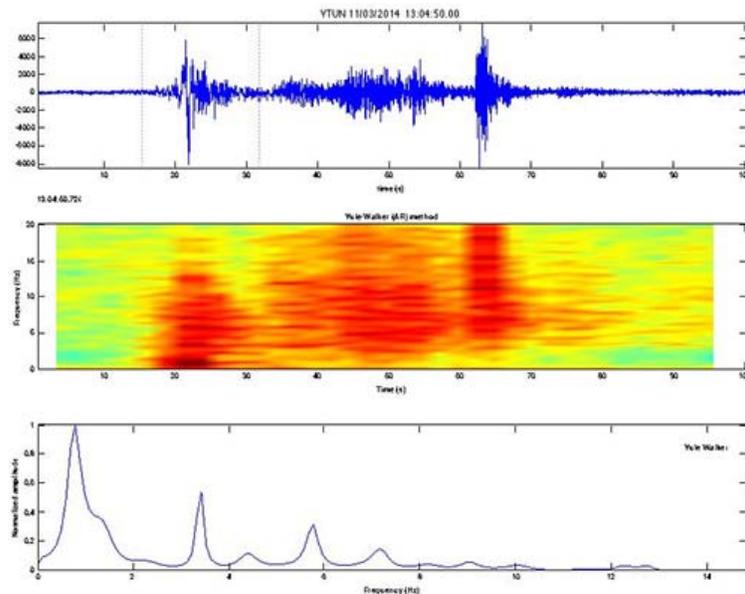


Figura 3. Sismicidad característica del volcán Turrialba durante marzo 2014. A la izquierda se muestra un sismo tipo pulso de baja frecuencia, al centro un sismo prolongado de alta frecuencia y a la derecha un sismo tipo híbrido.

Al igual que en febrero pasado se registran 2 sismos similares a los sismos tipo tornillo, pero de muy alta frecuencia (Fig.4).

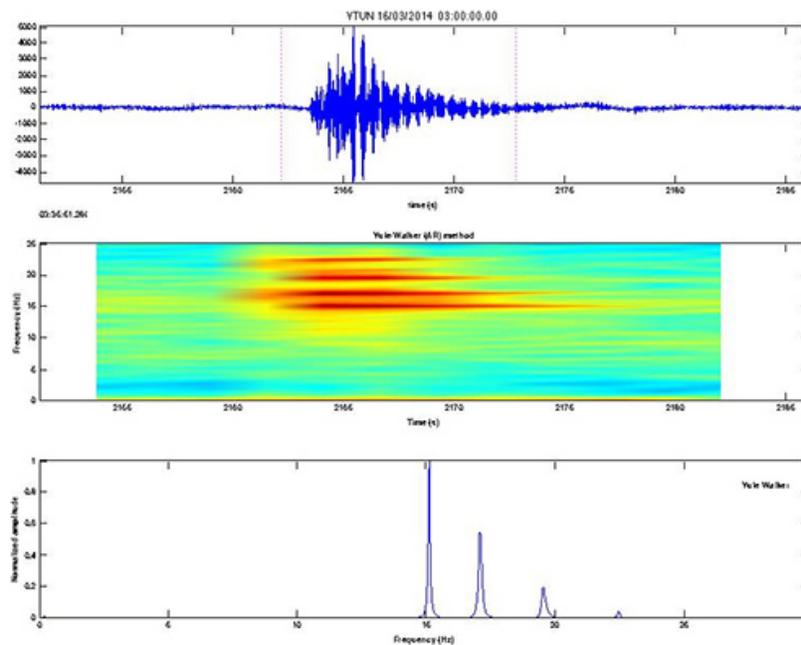


Figura 4. Sismo que asemeja un tornillo de muy alta frecuencia.

I_2 V. Turrialba: Geoquímica

I_2.1 Evolución térmica de las zonas activas

La temperatura de la Boca 2012 parece estabilizarse a valores cercanos a 550°C (Fig.5). Estos valores son bajos en comparación con las altas temperaturas registradas entre los años 2011 y principios del 2013.

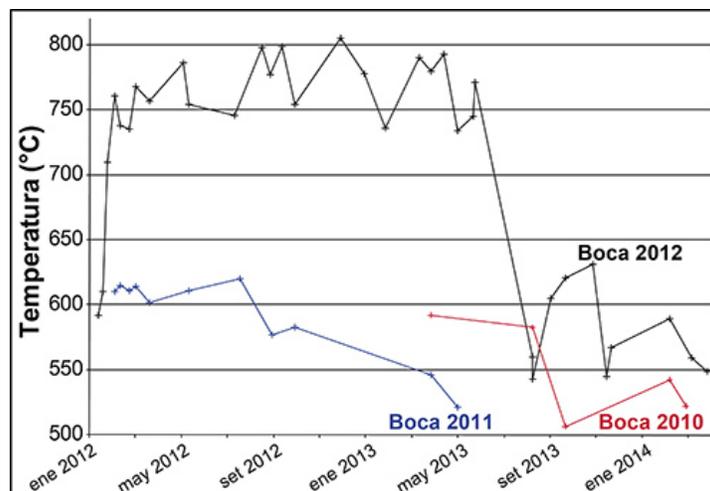


Figura 5. Evolución de la temperatura de las 3 bocas fumarólicas del volcán Turrialba. Mediciones hechas directamente con termocupla o remotamente con un FLIR SC660.

I_2.2 Monitoreo de los gases

I_2.2.1 Pluma de gases: Monitoreo remoto

En marzo del 2014, dos espectrómetros portátiles FLYSPEC V3 (Fig.6) han sido adquiridos por el OVSICORI-UNA a través del proyecto de investigación y monitoreo "Laboratorio de Análisis Geoquímico de Fluidos Volcánicos SIA 0036-12" a cargo la Dra. María Martínez Cruz. Se espera con este instrumental de tecnología de punta fortalecer la vigilancia e investigación de los volcanes del país, así como proveer de instrumental moderno a proyectos nuevos del OVSICORI-UNA avocados a la vigilancia volcánica como el proyecto "Monitoreo sistemático del flujo y la composición de gases en los volcanes de Costa Rica" SIA 0031-14 a cargo del Dr. Maarten de Moor, especialista en volátiles magmáticos e isótopos.



Figura 6. Medición del flujo de SO₂ en la pluma del volcán Turrialba (modo estacionario vertical) mediante espectrometría ultravioleta portátil FLYSPEC V3 (Fotos: M.Martínez, 25 mar.2014)

El flujo de SO₂ en la pluma del volcán Turrialba se midió con estaciones DOAS fijas y portátiles, con FlySpecs y con cámara UV, escaneando el cielo o haciendo transectos (Fig.7) y mediciones de viento, en colaboración con el Dr. Keith A. Horton (FLYSPEC, Inc.), con el Dr. Robin Campion de la Universidad Autónoma Nacional de México (UNAM), y con el Dr. Jorge Andrés Díaz del Consejo Nacional para Investigaciones

Científicas y Tecnológicas (CONICIT-UCR). Durante estas campañas de mediciones, el flujo de SO_2 fluctuó entre 469 y 671 toneladas por día.

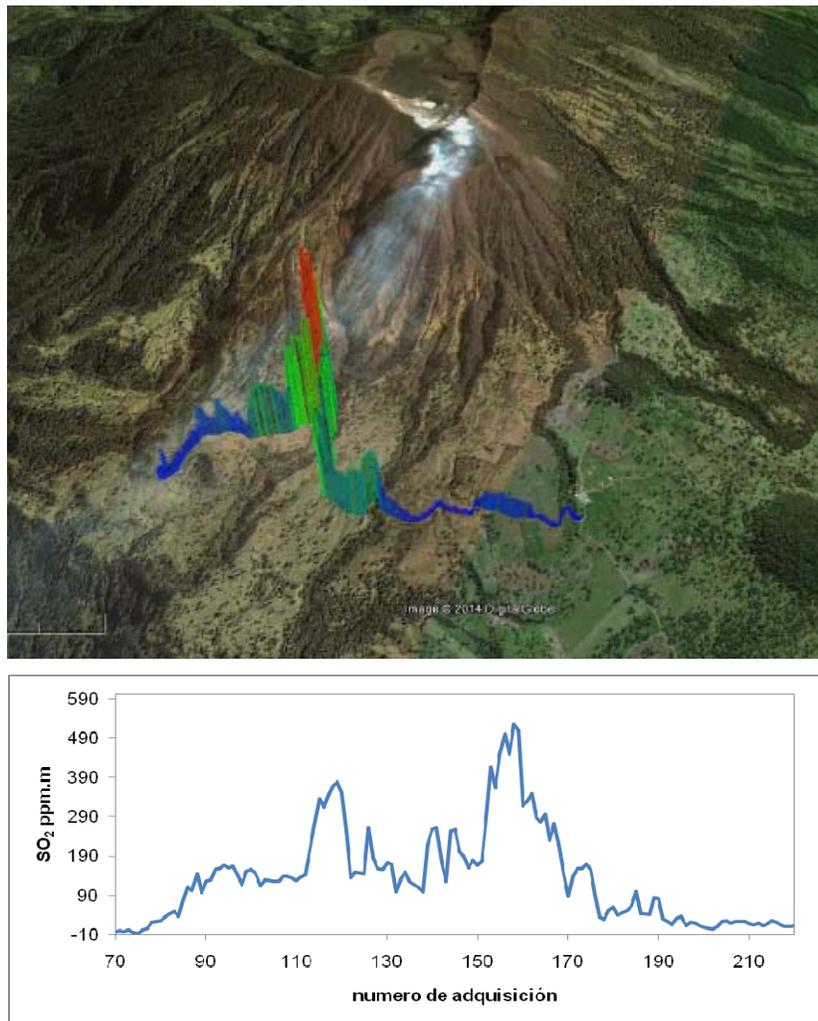


Figura 7. Ejemplo de transecto realizado con DOAS portátil en el Turrialba el 31 de marzo, 2014

1_2.2.2 Pluma de gases: geoquímica

Los primeros resultados de la nueva estación permanente MultiGAS en la pluma del volcán Turrialba son presentados en la Figura 8. Los datos muestran grandes fluctuaciones de la composición en las razones de los gases CO_2/SO_2 , $\text{H}_2\text{S} / \text{SO}_2$, y $\text{H}_2\text{O} / \text{SO}_2$ en una forma periódica de algunos días. Los cambios pueden ser debido a cambios en la dirección del viento con fuentes heterogéneas de gases, por ejemplo fumarolas con alto índice CO_2/SO_2 comparado con gases de las bocas de 2010 y 2012 con bajo índice CO_2/SO_2 . Por otro lado, las diferencias observadas pueden ser debidas a cambios en la fuente de gases a profundidad con tiempo.

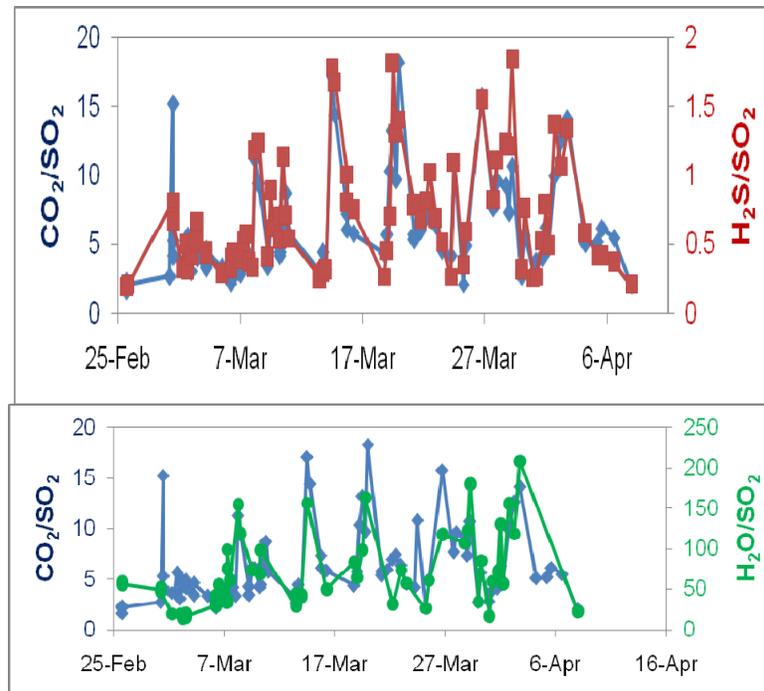


Figura 8. Evolución continua de los índices CO_2/SO_2 , H_2S/SO_2 , y H_2O/SO_2 para la pluma del volcán Turrialba gracias a la nueva estación permanente MultiGAS

II_ Volcán Irazú

II_1 V.Irazú: Sismología

La sismicidad volcánica en el Irazú se mantiene estable. Las amplitudes promedio de los sismos de baja frecuencia (LF) registrados se mantienen bajo 2 micrones/segundo (registros de una estación sísmica a 5.5 km del cráter). Por lo que se mantiene la tendencia a una disminución en el nivel de actividad volcánica (Fig.9).

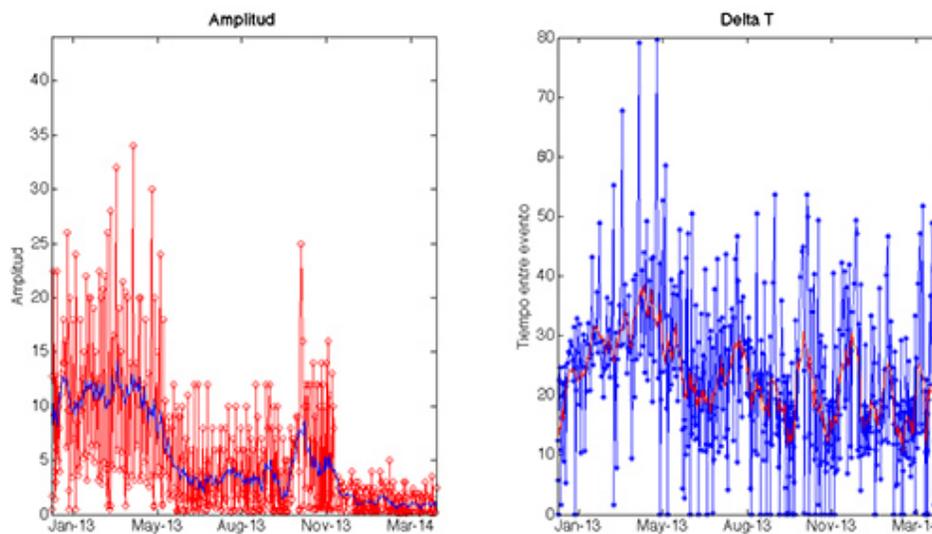


Figura 9. Amplitud promedio de los eventos LF registrados en el volcán Irazú desde el 2013 (izquierda) y tiempo entre eventos en horas (derecha).

La actividad volcano-tectónica se mantiene baja, aunque durante el mes de marzo se registraron dos pequeños enjambres con menos de 20 sismos diarios. Estos sismos no sobrepasan la magnitud 2 y su mayoría no sobrepasa la magnitud 1. Su magnitud no permite una buena localización de los eventos, sin embargo la mayoría son someros (< 4 km) y se localizan hacia el suroeste del cráter, cercanos a la ciudad de San Juan de Chicua (Fig.10).

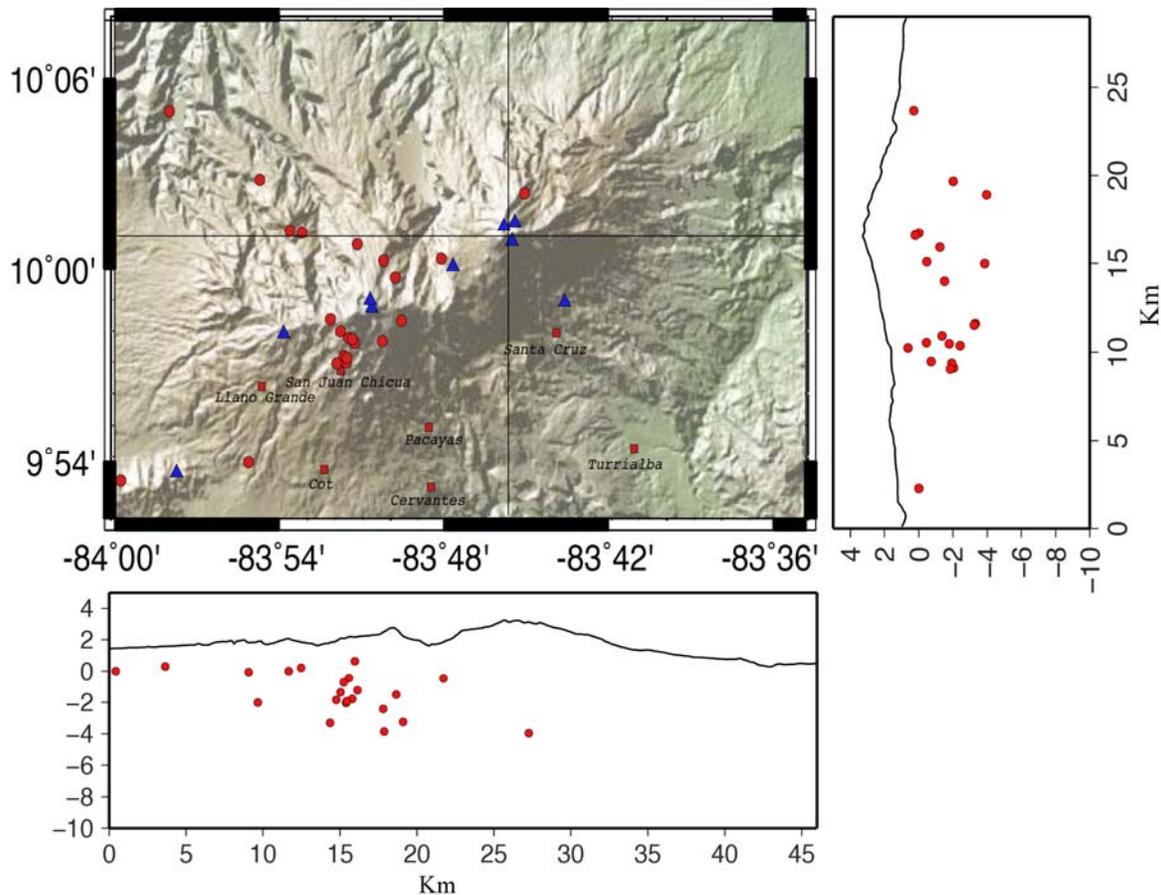


Figura 10. Sismos localizados en marzo en las cercanías de los volcanes Irazú y Turrialba (puntos rojos). Triángulos azules representan las estaciones sísmicas utilizadas para localizar los eventos. Los cuadrados representan las poblaciones más cercanas.

III_ Volcán Poás

III_1 V.Poás: Sismología

Durante el mes de marzo se lograron reconocer en los registros sísmicos 14 erupciones freáticas pequeñas, la mayoría ocurrieron hacia el fin de mes. La mayor erupción se registró el 30 de marzo en la tarde (Fig.11). Sin embargo muchas otras erupciones o burbujas que revientan en la superficie del lago y se observaron en la cámara web, apenas se reconocen en los registros sísmicos, siendo su señal menor al ruido ambiental (Fig.12).

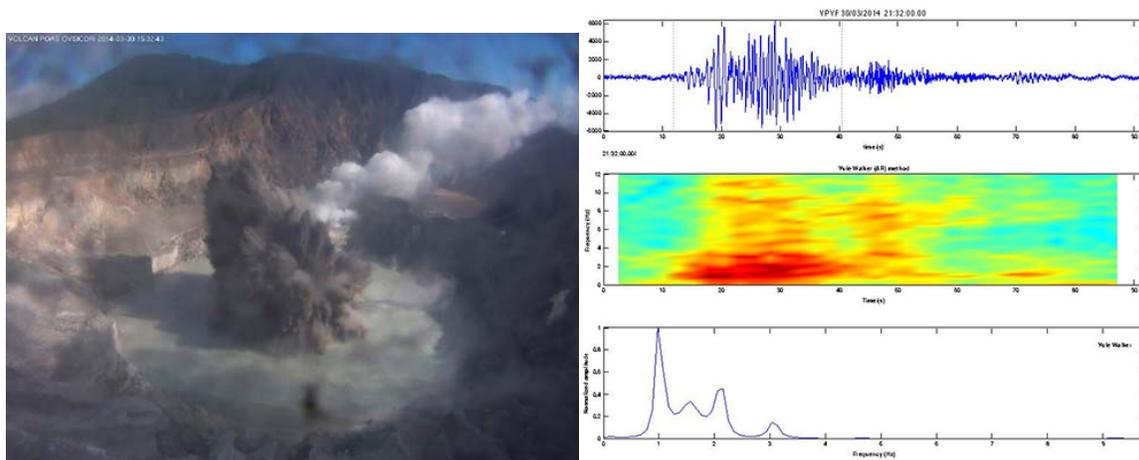


Figura 11. Erupción freática del 30 de marzo a las 15:32 de la tarde. A la derecha aparece el registro sísmico (arriba), el espectrograma (centro) y el espectro de frecuencias (abajo).

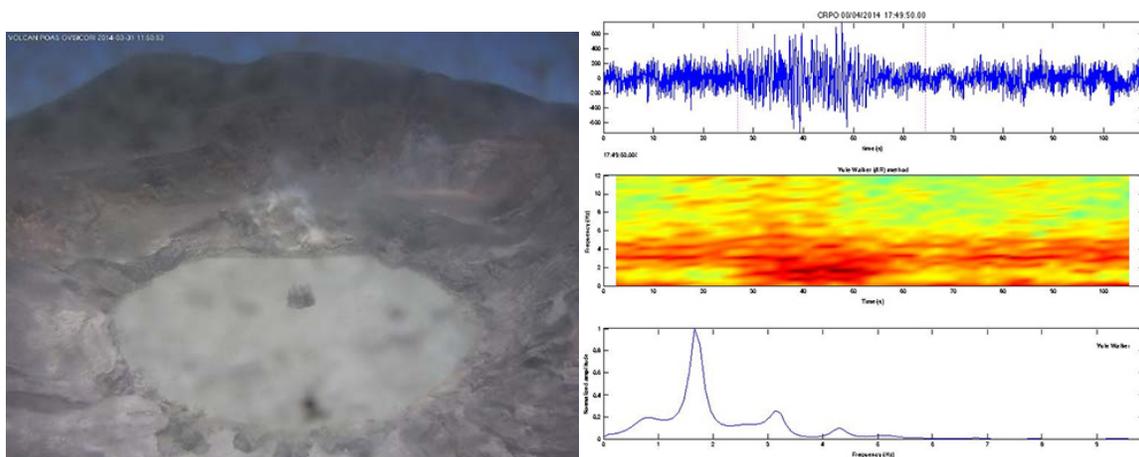


Figura 12. Pequeña burbuja que revienta en la superficie del lago. A la derecha se observa el registro sísmico. Las bajas frecuencias observadas en el registro son producidas por la burbuja o pequeña erupción freática.

La sismicidad característica durante este mes de marzo se caracteriza por dos tipos de eventos; sismos de baja frecuencia (LF) y corta duración, con forma de pulsos y tremores monocromáticos de corta duración (< 2 minutos) (Fig.13). Ambos de baja amplitud.

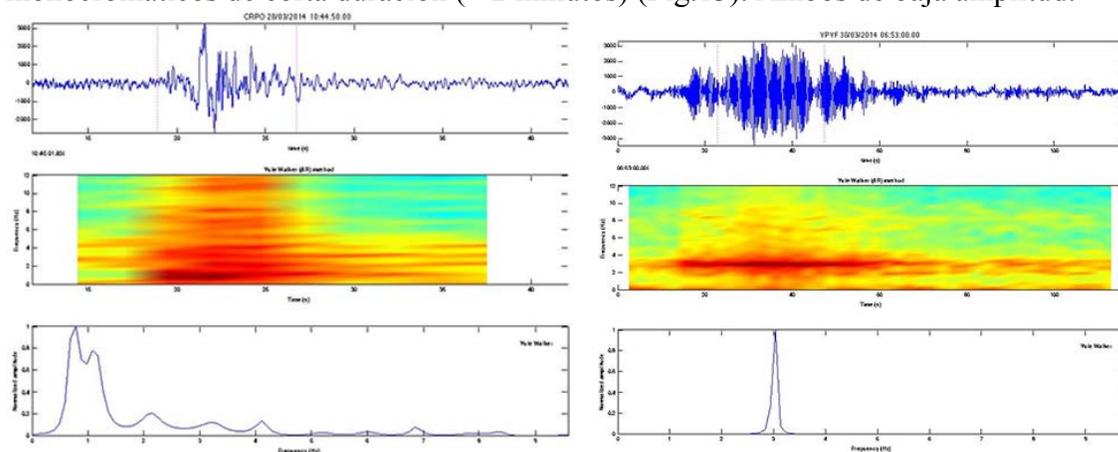


Figura 13. Eventos característicos del mes de marzo 2014. Izquierda: sismo de baja frecuencia, baja amplitud y corta duración en forma de pulso (arriba sismograma, centro espectrograma y abajo espectro de frecuencias). Derecha: tremor monocromático de corta duración y baja amplitud.

III_2 V.Poás: El "Domo"

III_2.1 Mediciones térmicas

Las temperaturas de las fumarolas del "Domo" parecen bajar un poco pero siempre se encuentran a un nivel alto, alrededor de los 600°C (Fig.14). Arriba de los 500°C el "Domo" presenta incandescencia notoria de noche en el espectro visible.

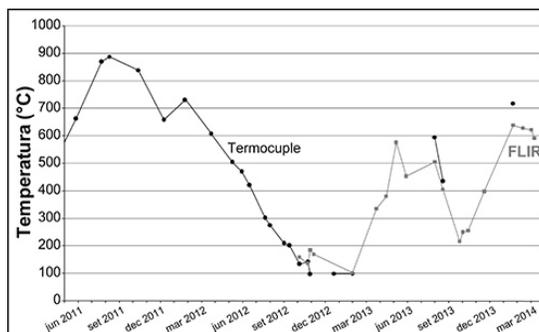


Figura 14. Evolución de la temperatura de las fumarolas en el "Domo" del volcán Poás. Mediciones con una termocuple y/o una cámara térmica FLIR SC660.

III_2.2 Mediciones geoquímicas

Se usó un DOAS portátil para hacer transectos de la pluma total del volcán Poás a fin de medir el flujo de SO₂ emitido por el cráter activo. Encontramos ~124±18 toneladas por día el 19 de marzo (Fig.15) y 141±33 toneladas por día el 11 de marzo. Estos valores son muy similares al flujo de SO₂ medido en enero:127-149 toneladas por día [boletín del OVSICORI-UNA de enero del 2014].

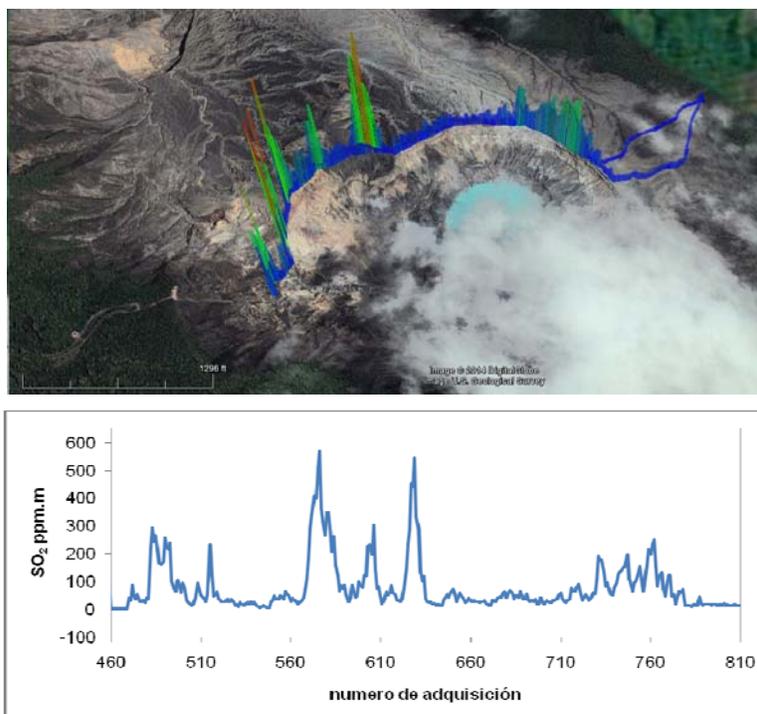


Figura 15. Ejemplo de transecto realizado al volcán Poás usando un DOAS portátil en el borde oeste del cráter activo el 19 marzo, 2014

Los primeros resultados de la estación nueva de MultiGAS permanente en el Poás son presentados en la Figura 16. Los datos muestran cambios insignificantes en las razones de los gases CO_2/SO_2 , $\text{H}_2\text{S} / \text{SO}_2$, y $\text{H}_2\text{O} / \text{SO}_2$ y son representativos de los gases saliendo de las fumarolas bajo del domo.

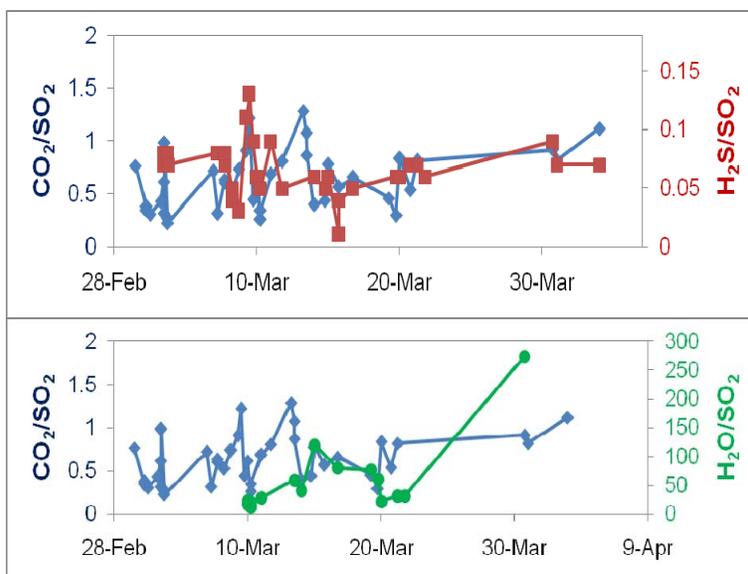


Figura 16. Evolución continua de los índices CO_2/SO_2 , $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$, y $\text{H}_2\text{O}/\text{SO}_2$ para la pluma del volcán Poás gracias a la nueva estación permanente MultiGAS

III_3 V.Poás: El lago ultra ácido

III_3.1 Mediciones geoquímicas

La temperatura del lago continúa su ascenso con un valor arriba de 46°C . Al mismo tiempo el pH del lago baja alcanzando casi 0 (Fig.17).

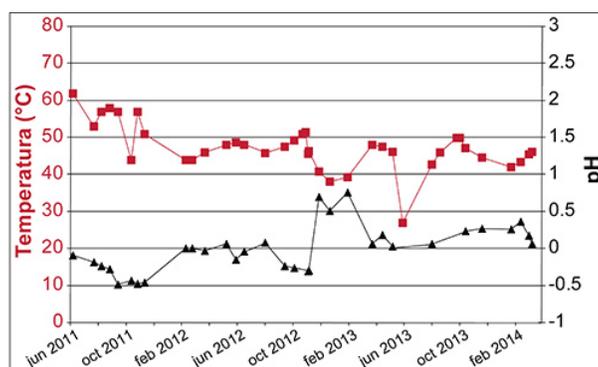


Figura 17. Evolución de la temperatura (en rojo) y del pH (en negro) del lago caliente ultraácido del volcán Poás

III_3.2 Otras observaciones

El nivel del lago continúa bajando con una disminución relativa total de su nivel de $\sim 1\text{m}$ desde el inicio del año (Fig.18). El nivel del lago se encuentra 2m más abajo que el año anterior en la misma época.

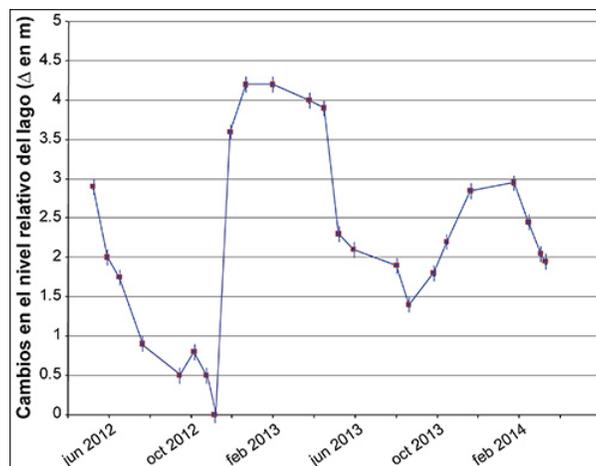


Figura 18. Evolución de cambios en el nivel relativo del lago en el cráter activo del volcán Poás.

IV_ Volcán Arenal

IV_1 V.Arenal: Geoquímica Pluma de gases

El 8 de abril del 2014 se midió en forma remota el flujo de SO_2 emitido a través de la cima del volcán Arenal con ayuda de un espectrómetro portátil ultravioleta FLYSPEC V3 adquirido por el OVSICORI-UNA en marzo del 2014 a través del proyecto de investigación y monitoreo "Laboratorio de Análisis Geoquímico de Fluidos Volcánicos SIA 0036-12" a cargo la Dra. María Martínez Cruz. Las mediciones se realizaron mobilizando el espectrómetro en vehículo (Fig.19) conduciendo semicircularmente alrededor del volcán Arenal desde La Fortuna de Arenal hasta el Hotel Arenal Observatory Lodge, en sentido del este al sur. En nivel de emisión observado es sumamente bajo, estimándose a lo sumo un flujo que está dentro de los límites de detección, i.e. debajo de 1 tonelada por día.



Figura 19. Medición del flujo de SO_2 en la pluma del volcán Arenal (modo estacionario horizontal y transecto móvil) mediante espectrometría ultravioleta portátil FLYSPEC V3 por parte de las funcionarias del OVSICORI-UNA Floribeth Vega y Wendy Sáenz (Fotos: M.Martínez 8 abr. 2014).

IV_2 V.Arenal: Depositación ácida

La depositación total ("lluvia ácida") muestra en los últimos años una tendencia sistemática a ser cada vez menos ácida, alcanzando valores de pH típicos de lluvias representativas de zonas remotas donde hay poca influencia de contaminantes atmosféricos, i.e. $\text{pH} \geq 5.6$ (Fig. 20). El cambio gradual de pH hacia valores menos ácidos es consistente con la disminución drástica en la actividad sísmico-volcánica, así como con el cese de erupciones estromboleanas y extrusión de lava observados en el volcán Arenal, principalmente en los últimos ca. 3.5 años.

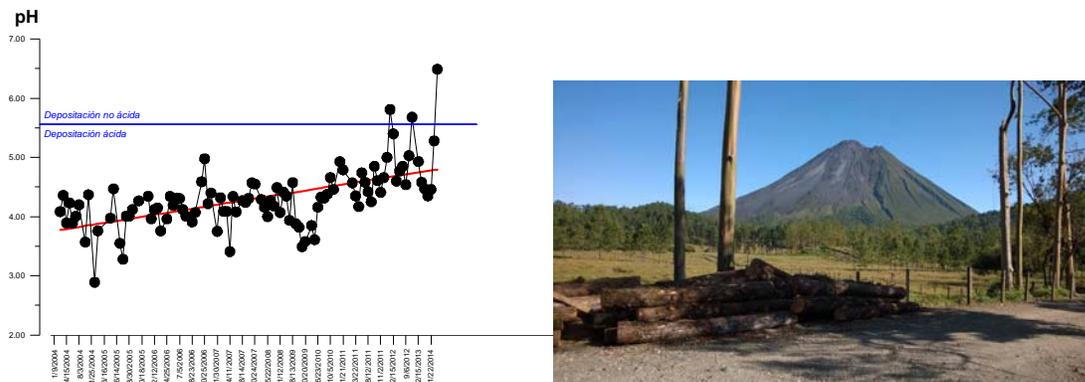


Figura 20. pH (nivel de acidez) de la depositación total ("lluvia ácida") recolectada en la estación del OVSICORI-UNA Caseta C, aprox. 2.4 km al oeste del Cráter C del Arenal. Volcán Arenal visto desde el sur el 13 marzo 2014 (Foto: Arenal Observatory Lodge).

IV_3 V.Arenal: Fuentes termales Río Tabacón

La fuente termal Tabacón, ubicada aprox. 3.5 km al norte del volcán Arenal, ha mostrado cambios significativos en varios parámetros físico-químicos de sus aguas a mediados del año 2010, sin embargo luego de estos cambios los valores de estos parámetros se han mantenido estables con muy pocas fluctuaciones a lo largo de los últimos 3.5 años (Fig.21): 1) Las aguas del Río Tabacón han cambiado su naturaleza y han pasado de ser alcalinas ($\text{pH} > 7.00$) a ser neutras o ligeramente ácidas (pH 's entre 6.5 y 7.0); 2) La temperatura promedio cayó unos 3°C y se mantiene desde entonces estable alrededor de los $49\text{-}50^{\circ}\text{C}$; 3) La razón $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ aumentó un orden de magnitud y tiende también a mantenerse estable.

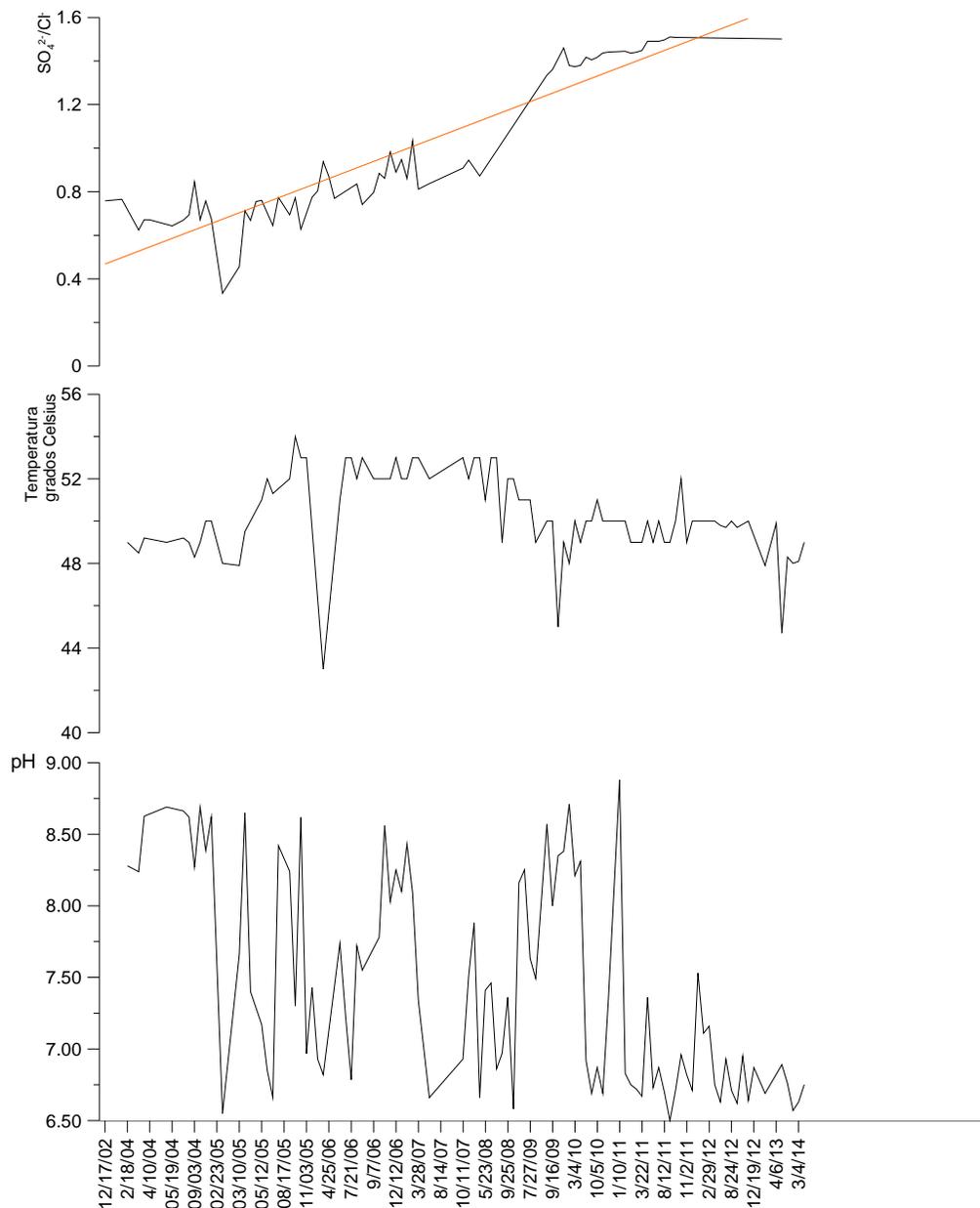


Figura 21. Evolución de parámetros físico-químicos de las aguas del Río Tabacón, volcán Arenal, entre los años 2002 y 2014. La línea roja corresponde a la curva de mejor ajuste de la serie de tiempo. Datos: Laboratorio de Geoquímica Volcánica “Dr. Eduardo Malavassi Rojas” del OVSICORI-UNA.

Reconocimientos:

Se agradece a los funcionarios del Sistema Nacional de las Áreas de Conservación y de los Parques Nacionales de Costa Rica, así como al Dr. Keith Horton de FLYSPEC Inc. Hawaii por el fructífero curso de entrenamiento impartido a los funcionarios del área de geoquímica del OVSICORI-UNA en el uso y reducción de datos de flujo de SO_2 mediante espectrometría ultravioleta FLYSPEC V3. Se extiende el agradecimiento al Dr. Robin Campion su visita de trabajo de investigación conjunto OVSICORI-UNA/UNAM-México sobre el comportamiento de la desgasificación versus sísmica en el volcán Turrialba, así como a las personas que ayudaron con las mediciones de campo y de laboratorio presentados en esta publicación.

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

**Área 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

ovsicori@una.cr

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

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