

Boletín de Vulcanología
Estado de los Volcanes de Costa Rica
Noviembre 2015



Volcán Turrialba el 6 noviembre 2015 desde San Antonio de Santa Cruz. Nube lenticular en el sector noroeste del Turrialba. Foto: Carol Calvo Hernández.

Elaborado por:

*Ing. Cyril Muller, Dr. Javier Fco. Pacheco, Dr. Geoffroy Avard, Dr. Maarten de Moor,
Ing. Ana Lucía Garita, MSc. Monserrat Cascante, Dra. María Martínez*

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

Resumen del estado actual de los volcanes de noviembre 2015

Volcán Turrialba:

Se registra una erupción pequeña el 27 y una pequeña explosión el 30 de noviembre. El número de sismos volcánicos registrados se mantiene entre 200 y 500 eventos diarios. La sismicidad volcano tectónica se mantiene alta con sismos distales y proximales con profundidades entre la superficie y los 6 km bajo el nivel medio del mar y las magnitudes se mantienen con valores menores a 2.5. La deformación de estos 5 últimos meses fue moderada. La velocidad se estabilizó en el mes de noviembre, sin mostrar una disminución. El volcán se levantó entre 10 y 20 mm en los recientes 5 meses con respecto al Valle Central. Desde este mes se ve una reducción de las velocidades verticales de los sitios permanente sin embargo, el movimiento vertical sigue siendo positivo. Asimismo, se midió un flujo promedio de 600 toneladas por día con valores máximos alrededor de 1500 toneladas por día. Los valores de H_2S/SO_2 se mantuvieron comparativamente bajos, con valores entre 0.6 y 1.3 con una tendencia a un aumento gradual. Las razones de CO_2/S , se mantuvieron con valores moderados entre 7 y 4, con una tendencia a una disminución gradual.

Volcán Irazú:

La sismicidad volcano-tectónica se mantiene con valores menores a 10 eventos diarios, excepto por dos pequeños enjambres sísmicos registrados entre el 14 y 15 y entre el 20 y 21 de noviembre. Con respecto a la deformación en el deslizamiento del Volcán Irazú los sitios ubicados al este de la grieta se mantienen estables. La situación que presenta el sector oeste de la grieta respecto a las velocidades es de -27 cm anual hacia el este, 6 cm al norte en promedio y -35 cm por año en altura. En general se observan velocidades que continúan con una tendencia lineal.

Volcán Poás:

La actividad sísmica se mantiene baja con un registro de menos de 10 eventos diarios, la mayoría de ellos de muy baja amplitud. Se registran algunas excepciones de sismos volcánicos con amplitud moderada. Por otro lado, se siguen registrando esporádicamente temores de corta duración y amplitudes de moderada a grande. Las últimas mediciones de gases se realizaron en octubre de 2015. El flujo de SO_2 de las fumarolas en menos de 50 T/día SO_2 . El flujo de SO_2 del lago era < 10 T/día. También había una diferencia entre la razón CO_2/SO_2 del gas emitido a través del lago ($CO_2/SO_2 > 5$) comparado con el gas emitido por las fumarolas en el “domo” ($CO_2/SO_2 \sim 1.7$). Los bajos flujos de SO_2 y los valores de las razones CO_2/SO_2 en el lago son indicadores de un escaso aporte de gas y calor magmático llegando al lago. Por otro lado, los gases emitidos por el “domo” registran temperaturas moderadas hasta un máximo de $\sim 400^\circ C$.

Volcán Arenal:

No se registran cambios significativos en el volcán Arenal..

Volcán Rincón de la Vieja:

La fuente termal Blue River muestra una disminución gradual en la temperatura entre finales de octubre y principios de noviembre 2015 y luego se estabiliza por el resto de noviembre alrededor de los $58^\circ C$. La fuente termal Santuario en Sensoria muestra marcadas variaciones en la temperatura y la conductividad eléctrica en el transcurso de noviembre, las que se encuentran bajo estudio.

1. Volcán Turrialba

1.1 V. Turrialba: Sismología

Luego de la intensa actividad eruptiva registrada entre el 23 y 31 de octubre, cuando se registraron más de 120 erupciones entre pequeñas y moderadas, la actividad sísmica y eruptiva decae considerablemente en noviembre. En todo el mes de noviembre solo se registra una erupción pequeña el 27 y una pequeña explosión el 30 de noviembre. Este decaimiento se aprecia en el gráfico de RSAM (Fig. 1) donde se mide la amplitud cuadrática media de la señal sísmica en la estación VTUN. A partir del 31 de octubre los valores de RSAM decaen a valores de amplitud dominados por el ruido microsísmico, y solo se incrementa durante el 27 de noviembre debido al temblor registrado antes de la erupción ocurrida ese mismo día.

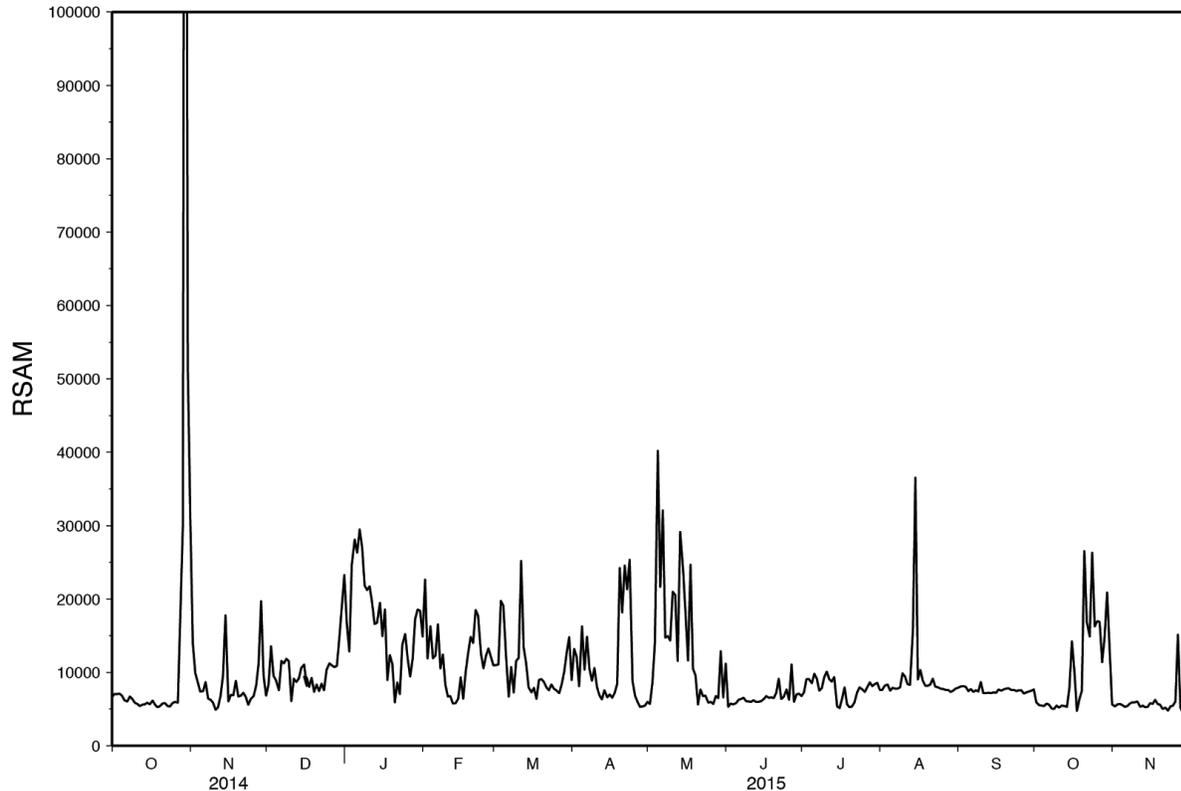


Figura 1. Valores de RSAM (raíz cuadrática media de la amplitud promediada cada 10 minutos del registro sísmico) medidos en la estación sísmica VTUN desde octubre 2014 hasta diciembre 2015.

El número de sismos volcánicos registrados se mantiene entre 200 y 500 eventos diarios desde principios de octubre del 2015 (Fig. 2).

El tipo de sismicidad volcánica durante noviembre es similar a la registrada durante los meses anteriores, dominando los sismos de doble fase (Fig. 3), temblores cortos (Fig. 4) y sismos VLP pequeños (Fig. 5). Los eventos de doble fase de gran amplitud como el registrado el 30 de noviembre se asocian a explosiones superficiales, mientras que los VLP de gran amplitud se asocian a explosiones más profundas y erupciones como la ocurrida el 27 de noviembre. La mayoría de los temblores son de baja amplitud y de corta duración. La única excepción ocurrió el 27 de noviembre, éste temblor tuvo una duración mayor a 20 minutos y una amplitud importante.

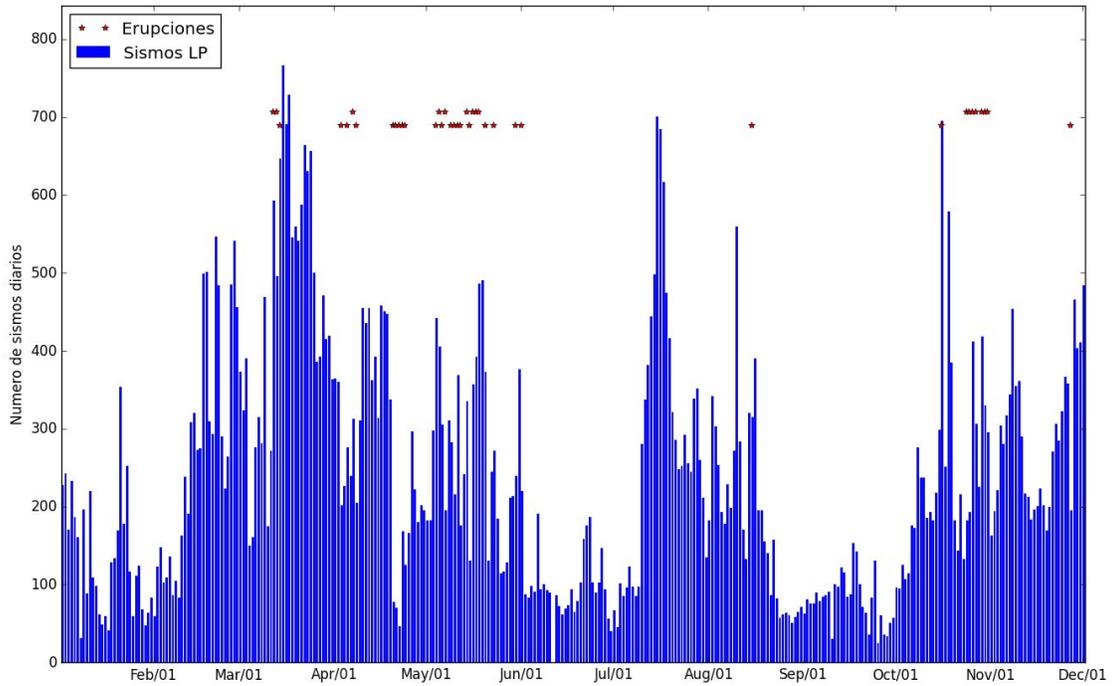


Figura 2. Número de sismos volcánicos registrados diariamente en el volcán Turrialba desde enero hasta diciembre del 2015. Los asteriscos muestran los días asociados con erupciones volcánicas.

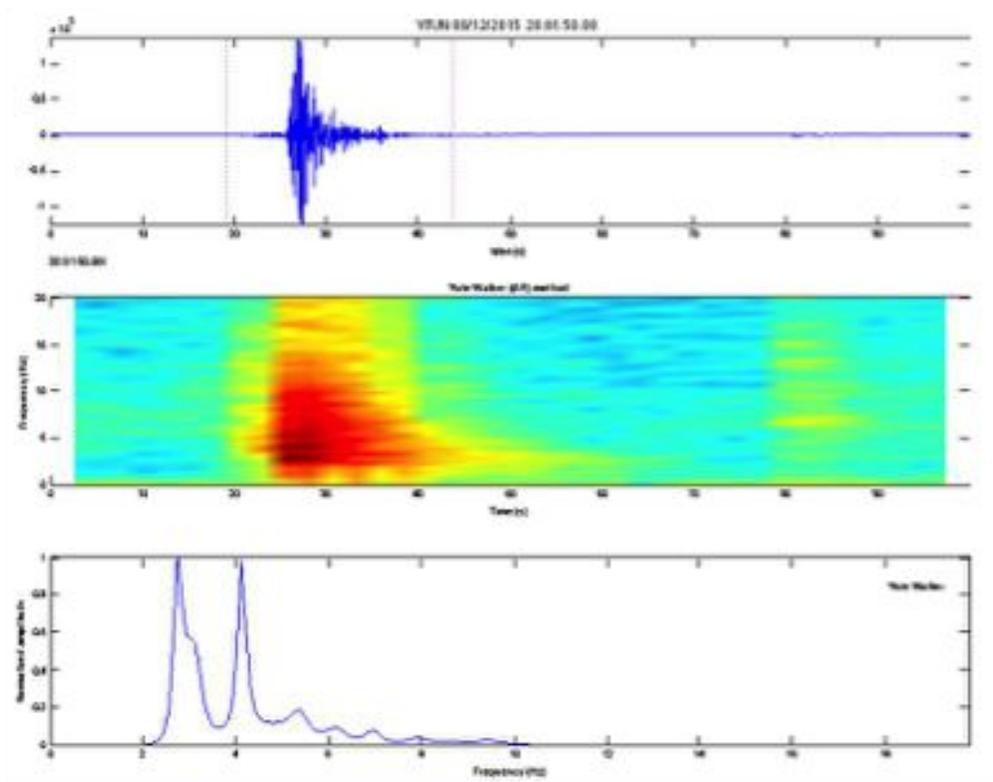


Figura 3. Sismograma (arriba), espectrograma (medio) y espectro de frecuencias (abajo) de un sismo de doble fase asociado con la explosión del 30 de noviembre.

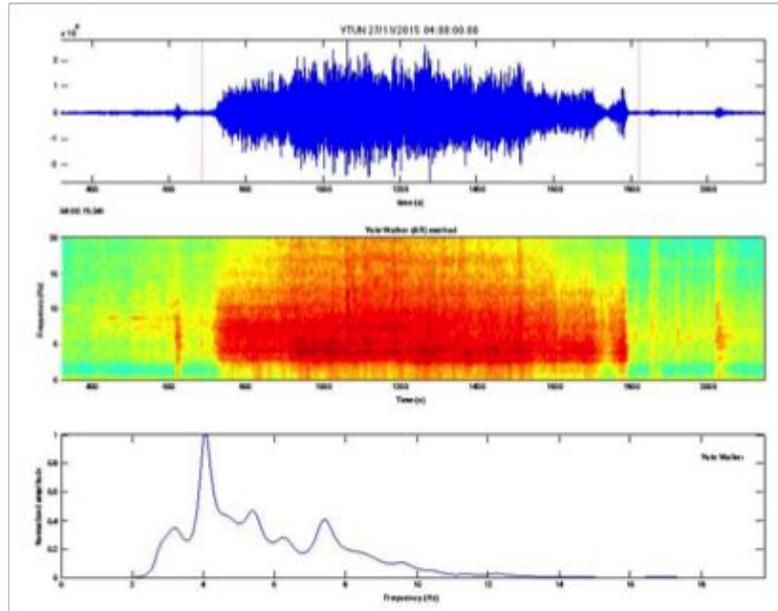


Figura 4. Sismograma (arriba), espectrograma (centro) y espectro de frecuencias (abajo) del tremor corto del 27 de noviembre que antecede la erupción del mismo día.

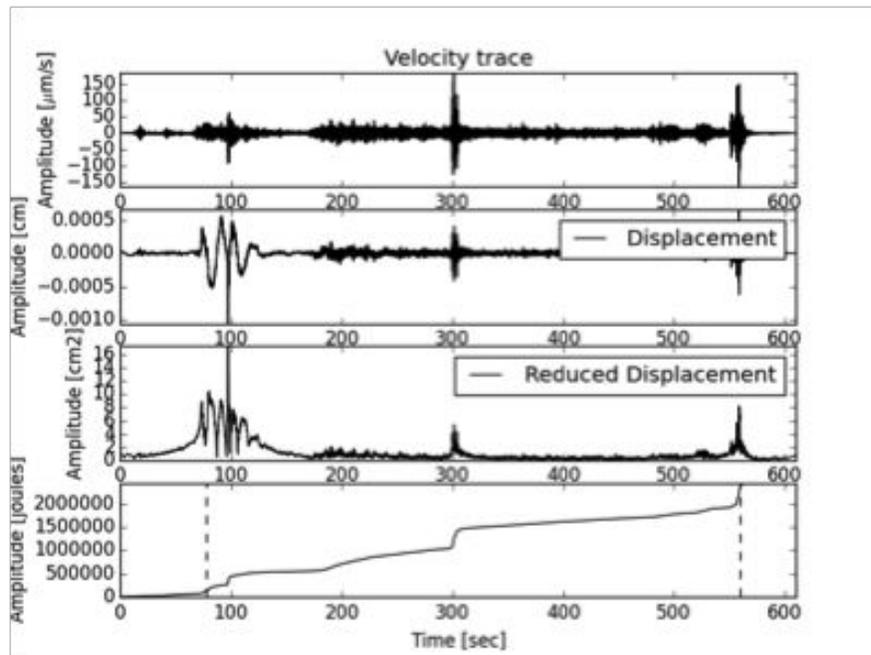


Figura 5. Sismograma de velocidad (arriba), sismograma de desplazamiento (centro superior), desplazamiento reducido (centro inferior) y energía sísmica acumulada para el sismo VLP del 27 de noviembre y el tremor subsiguiente asociado a la erupción de ese día.

La sismicidad volcano tectónica se mantiene alta con sismos distales y proximales con profundidades entre la superficie y los 6 km bajo el nivel medio del mar (Fig. 6). Sin embargo, las magnitudes se mantienen con valores menores a 2.5.

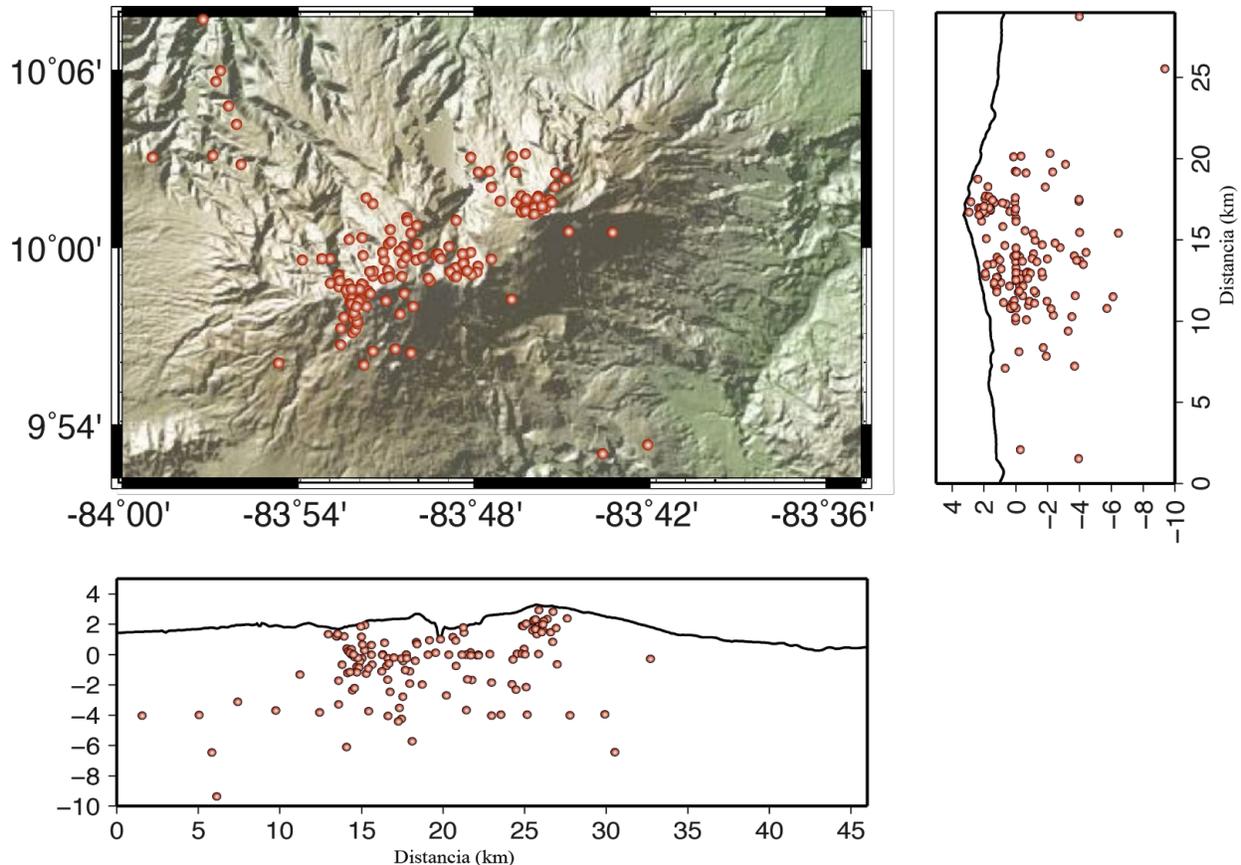


Figura 6. Mapa mostrando los sismos localizados durante el mes de noviembre, 2015 en el complejo volcánico Irazú-Turrialba. Las secciones transversales se cruzan en el cráter activo del volcán Turrialba.

1.2 V. Turrialba: Deformación

La deformación de estos 5 últimos meses fue moderada con un pico de velocidad en los sitios alrededor de la central durante el mes de octubre. La velocidad se estabilizó en el mes de noviembre, sin mostrar una disminución. La deformación sobre los 6 sitios permanentes y los 4 sitios de tipo campaña muestra globalmente un patrón radial hacia afuera del edificio volcánico, además de un levantamiento. El volcán se levantó entre 10 y 20 mm en los recientes 5 meses con respecto al Valle Central (Fig. 7). Los sitios que muestran el levantamiento más importante son VTTL y VTSY con 36 ± 10 mm/año y 63 ± 36 mm/año, respectivamente. Basado en los datos de los sitios permanentes, se ve una continuación de la inflación con tasas igual o más importantes para VTGP. Desde este mes y por la primera vez desde julio se ve una reducción de las velocidades verticales de los sitios permanente sin embargo el movimiento vertical sigue siendo positivo.

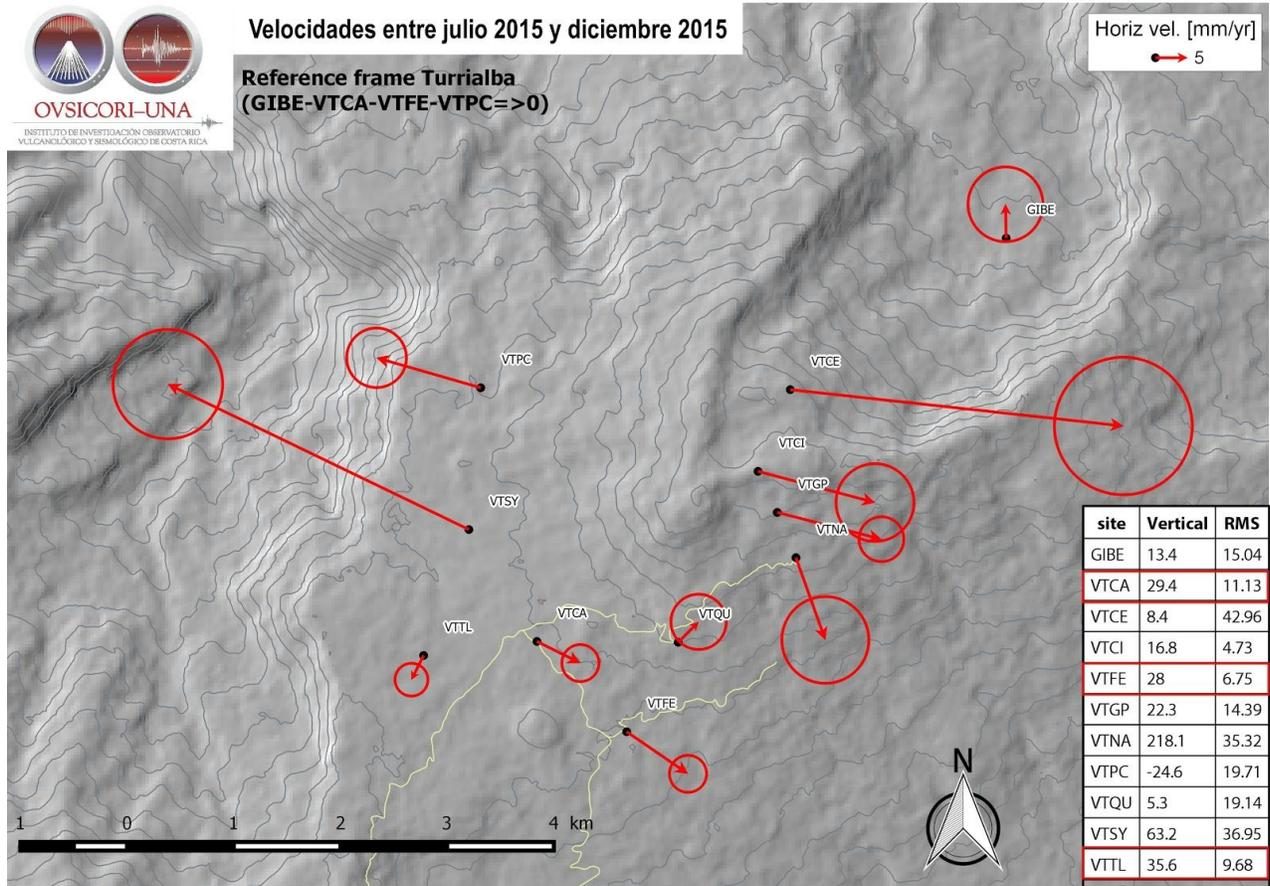


Figura 7. Mapa de las velocidades de los sitios GPS permanente y de campaña para el periodo julio hasta diciembre 2015 en el volcán Turrialba. Las flechas de color rojo representan los movimientos horizontales. Los círculos muestran la incertidumbre de cada vector (1 sigma). La tabla presenta los movimientos verticales con sus incertidumbres respectivas.

1.3 V. Turrialba: Monitoreo de los gases

Similar que en octubre, los vientos tuvieron una dirección desfavorable respecto a la ubicación de las plataformas fijas DOAS limitando las medición del flujo de SO_2 por varios días este mes de noviembre del 2015. A pesar de esta limitación, se midió un flujo promedio de 600 toneladas por día con valores máximos alrededor de 1500 toneladas por día (Fig. 8), valor parecido al estimado en el periodo previo antes de las erupciones de octubre del 2014.

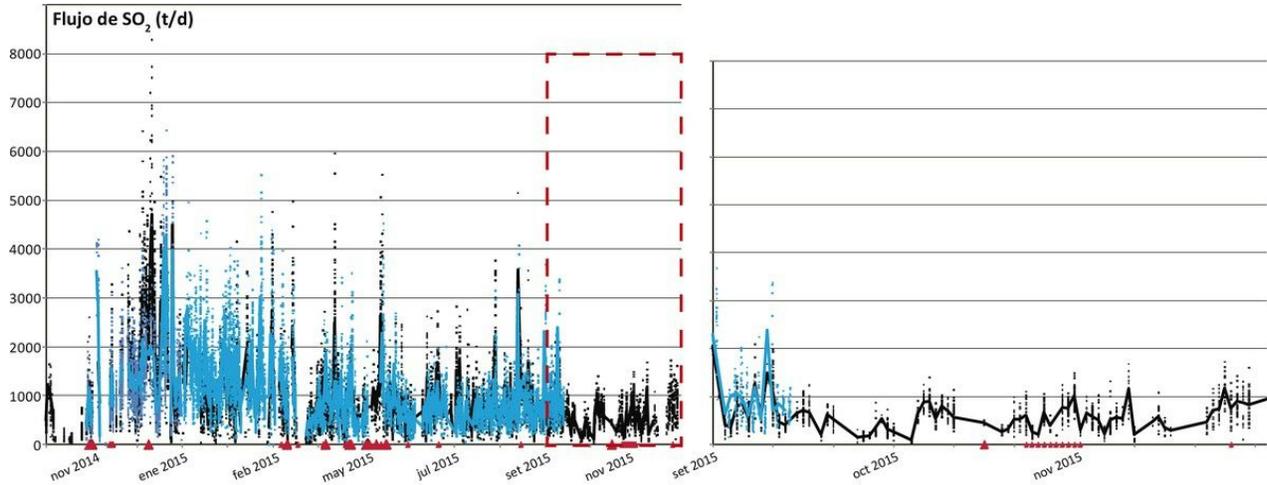


Figura 8. Evolución del flujo de SO_2 emitido por el volcán Turrialba desde octubre del 2014 (izquierda) y durante los 3 últimos meses del 2015 (derecha).

Las composiciones de gases, medidas por la estación permanente Multi-GAS ubicada en la cima del volcán Turrialba, registró valores muy altos de $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$ (>2) al inicio del mes de octubre. Después de la erupción del 16 de octubre, los valores de $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$ bajaron hasta <1 . Durante el mes de noviembre, los valores de $\text{H}_2\text{S}/\text{SO}_2$ se mantuvieron comparativamente bajos, con valores entre 0.6 y 1.3 con una tendencia a un aumento gradual. Estas razones relativamente bajas indican que el sistema magmático todavía tenía bastante influencia sobre la composición de los gases este mes, que es típico de las fases con más actividad eruptiva. Antes de la erupción de 16 octubre hubo un pico distintivo en CO_2/S_i , visto también en octubre 2014 y marzo 2015 antes de fases eruptivas prolongadas. Esta señal precursora podría ser útil para pronósticos futuros. Durante noviembre, las razones de CO_2/S_i se mantuvieron con valores moderados entre 7 y 4, con una tendencia a una disminución gradual.

En general, los flujos de SO_2 y composiciones de gases indican que el volcán Turrialba estaba estable en noviembre a pesar de liberación de energía en forma de algunas erupciones pequeñas.

2. Volcán Irazú

2.1 V. Irazú: Sismología

La sismicidad volcano-tectónica asociada al volcán Irazú se mantiene con valores menores a 10 eventos diarios, excepto por dos pequeños enjambres sísmicos registrados entre el 14 y 15 y entre el 20 y 21 de noviembre (Fig. 9). Durante el primero se registraron 30 eventos y durante el segundo 100 eventos. Excepto por un sismo registrado el 31 de noviembre a las 10:51 de la mañana, el resto de los eventos ocurridos no sobrepasan la magnitud 2.5. Ninguno de los sismos se reportó sentido por la población.

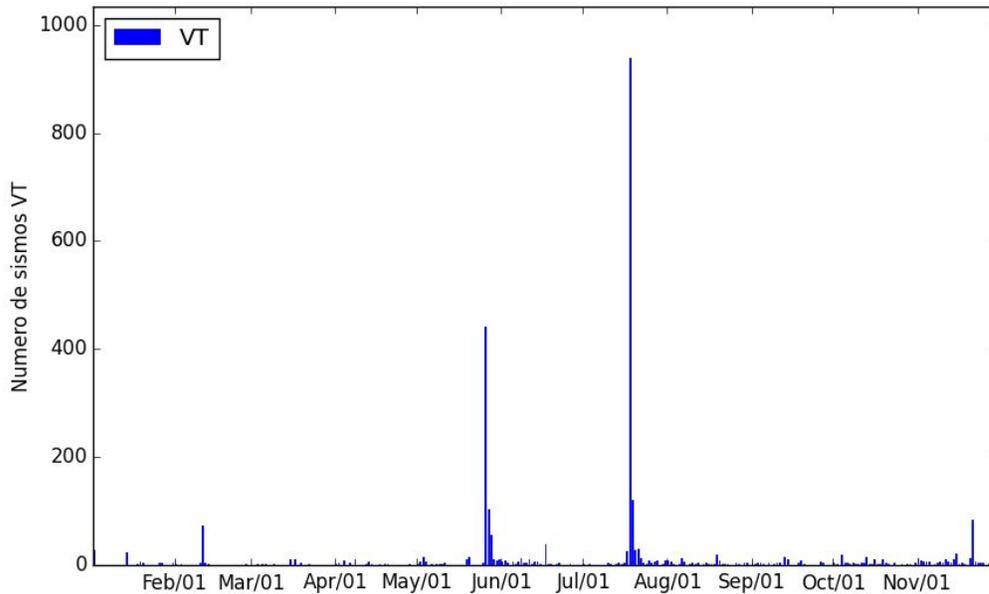


Figura 9. Número de sismos volcano-tectónicos registrados por la red sísmica del volcán Irazú entre los meses de enero y noviembre del 2015.

Por otro lado, se registraron 3 pequeños deslizamientos de roca en la cima del volcán durante ese mes de noviembre, sin recibirse informes de daños por los mismos.

2.2 V. Irazú: Deformación

Durante el mes de noviembre se realizó una campaña de medición GNSS para el monitoreo del deslizamiento ubicado al oeste del Volcán Irazú. Estos sitios fueron procesados y se referenciaron al punto VI65, además se les calculó sus velocidades en metros por año en las componentes este, norte y altura, y sus exactitudes. En la figura 10 se muestran las velocidades para todos los sitios medidos. Es importante resaltar que los sitios VI23, VI24, VI25 y VI26 (puntos nuevos) no muestran sus exactitudes pues únicamente existen dos épocas de medición (Cuadro 1).



Figura 10. Mapa de velocidades anuales en metros de los sitios GNSS en el volcán Irazú. Las flechas de color rojo muestran las velocidades en las componentes este y norte, con su incertidumbre en un círculo del mismo color; además las velocidades en la componente altura están representadas por flechas de color azul oscuro y su incertidumbre por barras de color celeste.

Los sitios ubicados al este de la grieta se mantienen estables, sin embargo es necesario realizar más observaciones para obtener una mejor determinación de las velocidades de este sector. La situación que presenta el sector oeste de la grieta respecto a las velocidades es de -27 cm anual hacia el este, 6 cm al norte en promedio y -35 cm por año en altura (Cuadro 1). En general se observan velocidades que continúan con una tendencia lineal (Fig. 11).

Velocidades del deslizamiento calculadas hasta el 4 de noviembre, 2015						
Estación	Velocidades			Desviación Estandar		
	Este	Norte	Altura	Este	Norte	Altura
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
VI04	-0.3440	0.1095	-0.6249	0.0298	0.0241	0.0557
VI05	-0.0139	0.0112	-0.0344	0.0069	0.0093	0.0143
VI06	-0.2233	0.0385	-0.3971	0.0213	0.0091	0.0282
VI07	-0.2596	0.0934	-0.2686	0.0510	0.0714	0.1301
VI08	0.0011	0.0193	-0.0208	0.0040	0.0054	0.0040
VI09	0.0234	0.0000	0.0766	0.0100	0.0069	0.0279
VI10	-0.0387	-0.0072	0.0357	0.0248	0.0116	0.0555
VI11	-0.1308	0.0953	-0.3473	0.0290	0.0127	0.0699
VI12	-0.2193	0.0817	-0.2845	0.0276	0.0140	0.0391
VI13-IR	-0.5217	0.0081	-0.1963	0.0344	0.0278	0.0292
VI20	-0.3064	0.0291	-0.3274	0.0496	0.0746	0.0855
VI21	-0.2391	-0.0063	-0.3977	0.0704	0.0119	0.0317
VI22	-0.0177	0.0426	-0.0298	0.0128	0.0069	0.0332
VI23	-0.1196	-0.0481	-0.0247	----	----	----
VI24	-0.0403	0.0208	-0.1170	----	----	----
VI25	-0.0364	-0.0598	-0.2041	----	----	----
VI26	-0.0715	0.0065	-0.1573	----	----	----
VI32	-0.0326	-0.0002	-0.0219	0.0086	0.0037	0.0118

Cuadro 1. Velocidades y su desviación estándar en metros por año del deslizamiento calculadas hasta el 4 de noviembre de 2015. Resultados en color rojo se aprecian las estaciones localizadas en la zona crítica del deslizamiento (al oeste de la grieta) y encerradas en un rectángulo de color verde se encuentran los puntos nuevos (con dos épocas de medición).

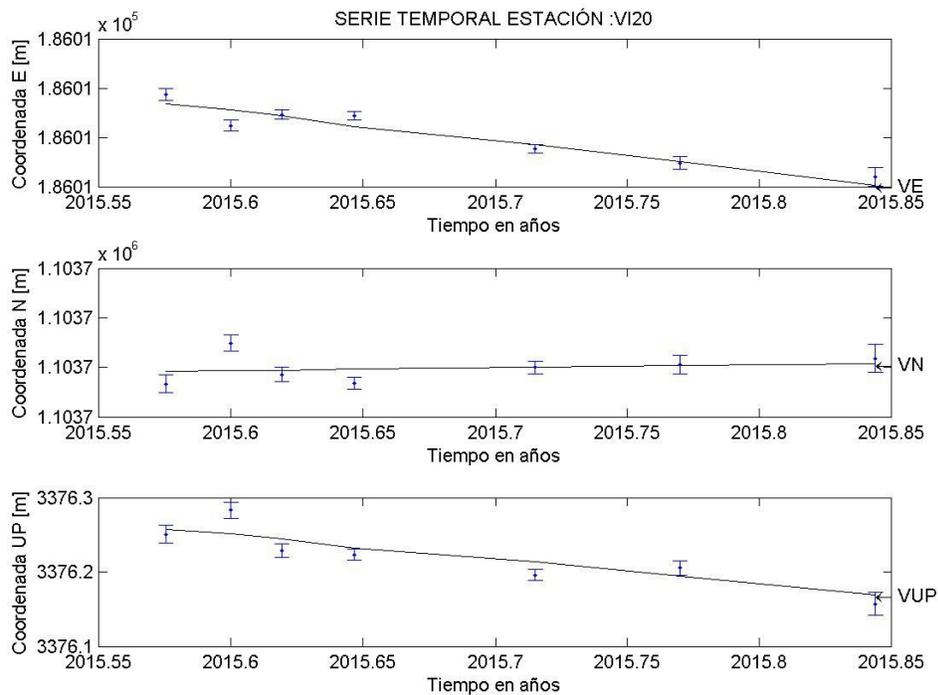


Figura 11. Serie de tiempo este, norte y altura del punto VI20 ubicado en el deslizamiento en el Volcán Irazú. Los puntos en color azul representan las determinaciones para cada época de medición y las barras en el mismo color muestran el error de cada determinación. La línea en color negro muestra la velocidad anual registrada, que para este caso refleja un comportamiento sub-lineal.

3. Volcán Poás

3.1 V. Poás: Sismología

La actividad sísmica se mantiene baja con un registro de menos de 10 eventos diarios, la mayoría de ellos de muy baja amplitud (Fig. 12). Se registran algunas excepciones de sismos volcánicos con amplitud moderada (Fig. 13). Por otro lado, se siguen registrando esporádicamente temblores de corta duración y amplitudes de moderada a grande (Fig. 14).

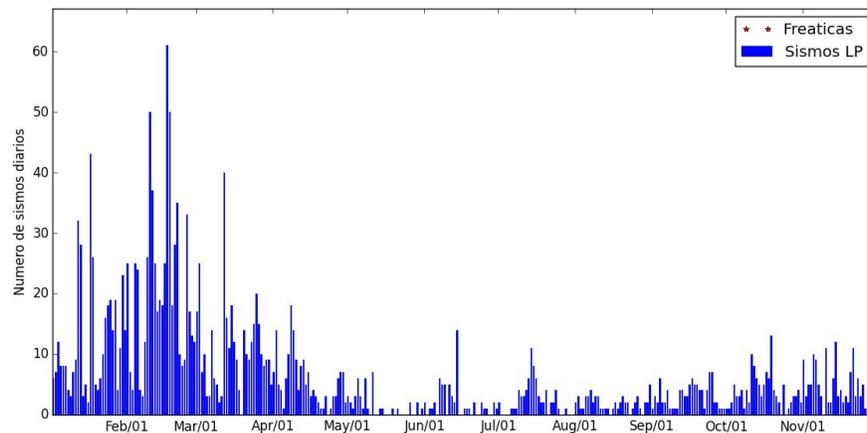


Figura 12. Número de sismos volcánicos registrados diariamente en el volcán Poás entre enero y noviembre del 2015.

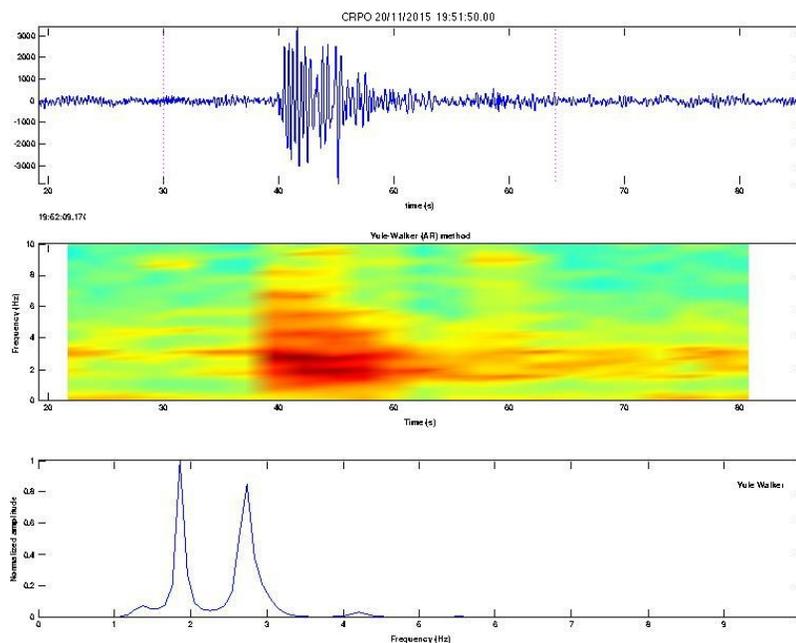


Figura 13. Sismo de baja frecuencia (LP) registrado el 20 de noviembre a las 19:52 por la red de sismógrafos del volcán Poás. Arriba se muestra el sismograma, al centro el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

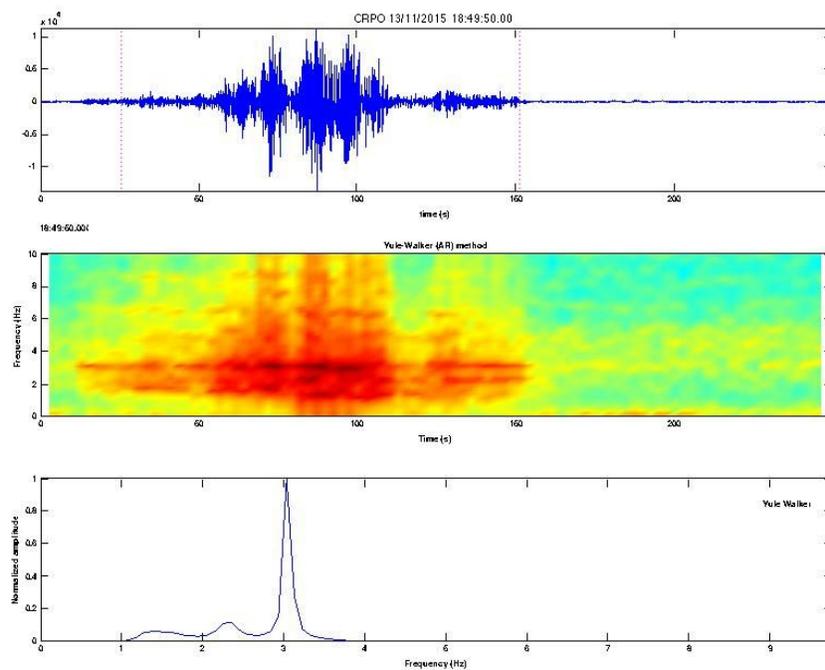


Figura 14. Evento de tremor registrado el día 13 de noviembre a las 18:50 por la red de sismógrafos del volcán Poás. Arriba se muestra el sismograma, al centro el espectrograma y abajo el espectro de frecuencias.

3.2 V. Poás: Deformación

La deformación cortical en el volcán Poás sigue mostrando una tendencia deflacionaria ya que los dos sitios permanentes de GPS del volcán, VPCR y VPEV, se acercan uno respecto del otro desde inicio de octubre. Así, se invierte la tendencia inflacionaria que se observó durante finales de febrero y setiembre de este año (Fig. 15).

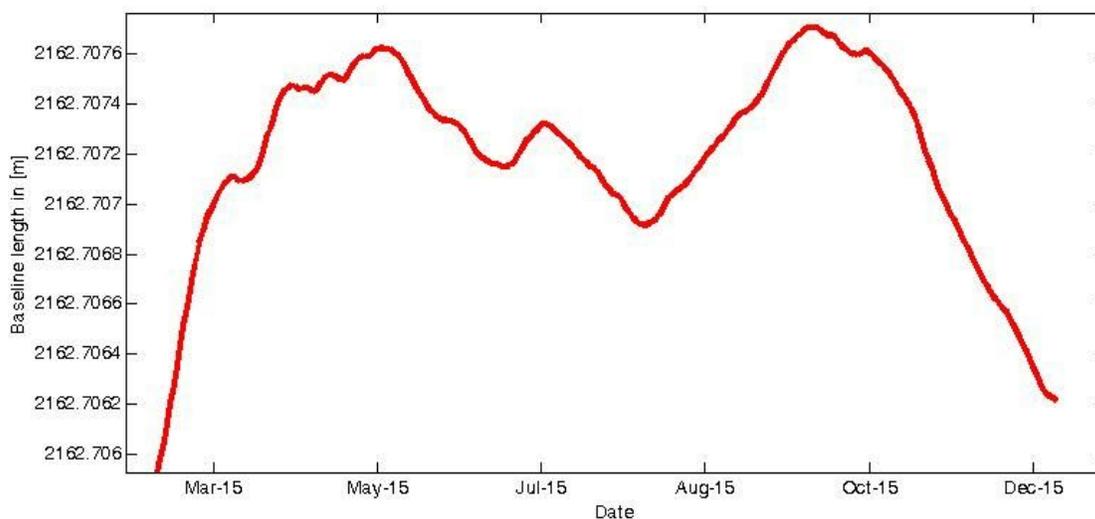


Figura 15. Variación de la distancia 3D entre VPCR y VPEV.

3.3 V. Poás: Monitoreo de los gases

Las últimas mediciones de gases se realizaron en octubre de 2015. El flujo de SO₂ del volcán Poás era muy bajo durante la última campaña, con el flujo de las fumarolas estimado en menos de 50 T/día SO₂. El flujo de SO₂ del lago era < 10 T/día. También había una diferencia grande entre la razón CO₂/SO₂ del gas emitido a través del lago (CO₂/SO₂ >5) comparado con el gas emitido por las fumarolas en el “domo” (CO₂/SO₂ ~ 1.7). Los bajos flujos de SO₂ y los valores de las razones CO₂/SO₂ en el lago son indicadores de un escaso aporte de gas y calor magmático llegando al lago y esto es consistente con el hecho de que no se ha vuelto a generar erupciones freáticas. Por otro lado, los gases emitidos por el “domo” registran temperaturas moderadas hasta un máximo de ~400°C.

4. Volcán Arenal

No se registran cambios geofísicos ni geoquímicos significativos en el volcán Arenal.

5. Volcán Rincón de la Vieja

La sismicidad en general se mantiene baja. En los sismógrafos no se registraron erupciones freáticas.

5.1 V. Rincón de la Vieja: Fuentes termales Santuario-Sensoria y Blue River

La fuente termal Blue River muestra una disminución gradual en la temperatura entre finales de octubre y principios de noviembre 2015. La temperatura luego se estabiliza por el resto de noviembre alrededor de los 58°C (Fig. 16).

La fuente termal Santuario en Sensoria Land of Senses muestra marcadas variaciones en la temperatura y la conductividad eléctrica en el transcurso de noviembre. Estas variaciones están bajo estudio con el fin de comprender su significado respecto a la circulación de fluidos y calor en el sistema magmático hidrotermal del volcán Rincón de la Vieja (Fig. 17).

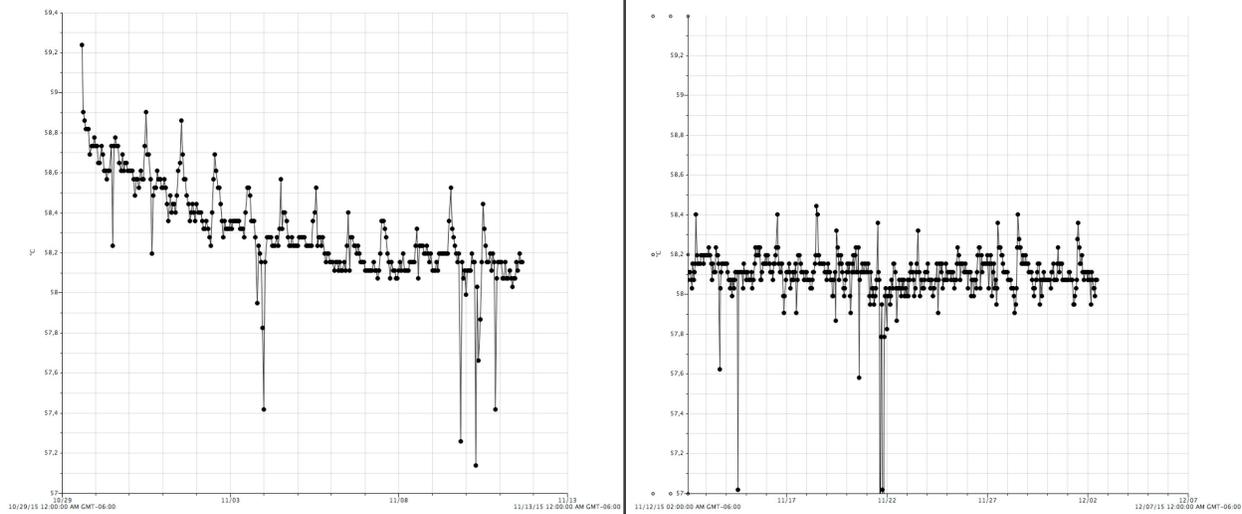


Figura 16. Fuente termal Blue River del volcán Rincón de la Vieja: Registro de temperatura en noviembre 2015. Datos obtenidos a través de termómetro datalogger en forma conjunta por el Laboratorio de Geoquímica Volcánica del OVSICORI-UNA y el OSIVAM-ICE.

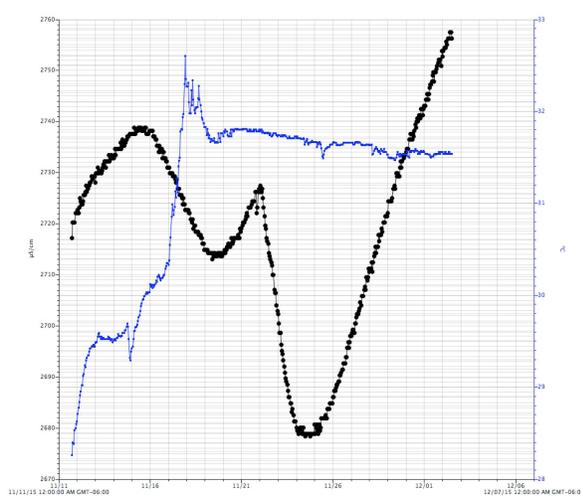


Figura 17. A la izquierda: Fuente termal Santuario-Sensoria del volcán Rincón de la Vieja, registro de temperatura en noviembre 2015. Datos obtenidos a través de termómetro datalogger en forma conjunta por el Laboratorio de Geoquímica Volcánica del OVSICORI-UNA y el OSIVAM-ICE. A la derecha: Blue River foto de Blue River Resort and Springs.

Reconocimientos

Se agradece a los funcionarios del Sistema Nacional de las Áreas de Conservación y de los Parques Nacionales de Costa Rica, así como a todas las personas que ayudaron de una u otra forma con las mediciones de campo y de laboratorio presentados en esta publicación.

Se agradece a todo el personal del OVSICORI-UNA. En particular, se agradece el trabajo de mantenimiento de los equipos sísmicos en el campo a Daniel Rojas, Antonio Mata y Carlos Sánchez; por el mantenimiento de los equipos y sistemas de comunicación al Maestro Hairo Villalobos; y por el mantenimiento de los sistemas informáticos de adquisición, procesamiento y almacenamiento de datos al Maestro Christian Garita. Agradecimientos especiales al Geólogo Jorge Brenes por contribuir con lecturas de sismogramas digitales de los volcanes Rincón de la Vieja, Miravalles, Arenal y Poás, localización de sismos en Irazú y Turrialba y discusiones sobre la actividad sísmica en los volcanes así como al Maestro Enrique Hernández por su contribución en la instalación y recolección de datos geodésicos de las redes GPS de los volcanes. Gracias también a Wendy Sáenz por recolección periódica de muestras de lluvia y fuentes termales en los volcanes así como al estudiante de la Escuela de Química de la Universidad Nacional Bach. David Osorno Fallas por los análisis químicos de rutina de las muestras recolectadas en los volcanes que se realizan en el Laboratorio de Geoquímica Volcánica “Dr. Eduardo Malavassi Rojas” del OVSICORI-UNA. Un reconocimiento especial al grupo del OSIVAM-ICE Bach. Henriette Bakkar, Francisco Arias Ulate, MSc. Waldo Taylor, Luis Madrigal, Dr. Guillermo Alvarado, Carlos Trejos Solano, Dr. Mauricio Mora, Dagoberto Boniche Medrano, y Luis Anchía por su arduo trabajo en el campo recolectando datos, muestras, y dando mantenimiento a instrumentos vulcanológicos en el volcán Rincón de la Vieja. Se extiende agradecimiento a Sensoria “Land of Senses” y a Blue River Resort and Springs por su valiosa contribución al monitoreo e investigación de la actividad volcánica del Rincón de la Vieja.

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

Correo electrónico: ovsicori@una.cr

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

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