



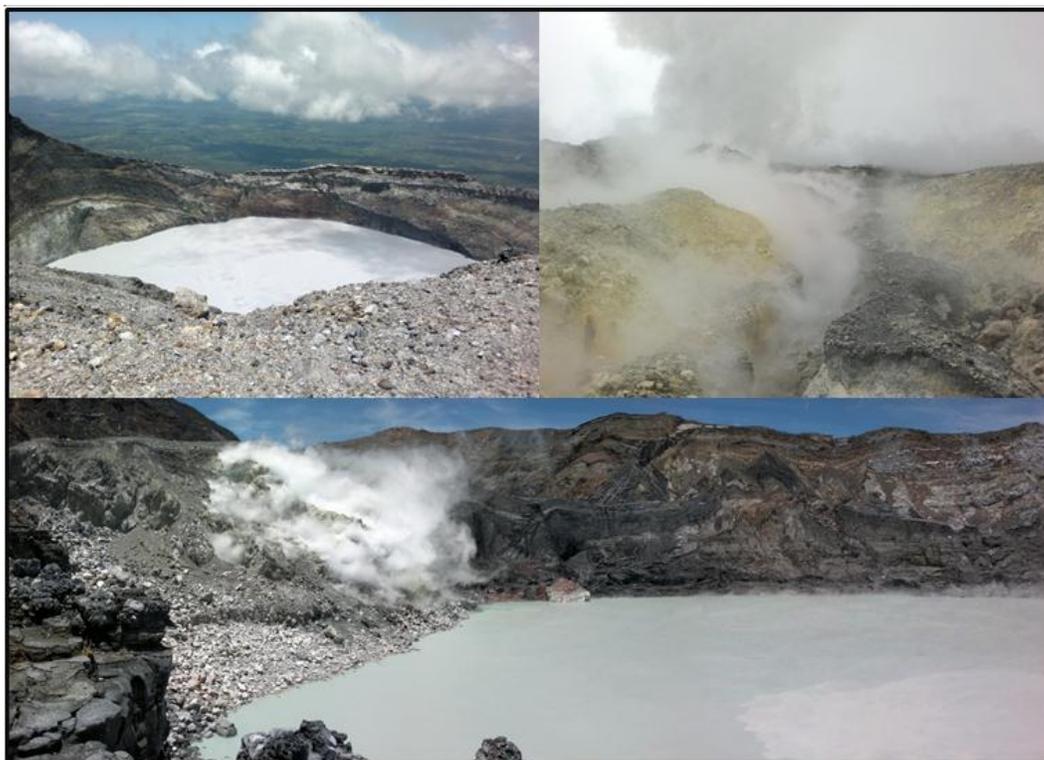
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS GEOLÓGICAS (CICG)

RED SISMOLÓGICA NACIONAL (RSN)

**INFORME SOBRE CAMBIOS FÍSICOS DE LOS VOLCANES ACTIVOS
DE COSTA RICA LUEGO DE UN MES DEL TERREMOTO DE SÁMARA.**



5 DE OCTUBRE 2012

ELABORADO POR:

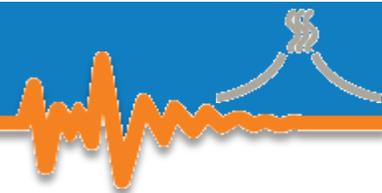
RAÚL MORA-AMADOR, YEMERITH ALPIZAR, CARLOS RAMÍREZ Y GINO GONZÁLEZ.

COLABORARON: DIEGO FRENI, FABIAN VALVERDE, DANIELA FERNANDEZ, ROBERTO SANTAMARIA



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA





I. Introducción

El 5 de setiembre del 2012 a las 8:42 am (hora local) se produjo un gran sismo a 10 km al Sur de Sámara, península de Nicoya con una profundidad de 20 km, ubicado en la zona sismogénica entre las placas Coco y Caribe (<http://www.rsn.ucr.ac.cr/index.php/en/sismologia/ultimos-sismos/103-sismo-sentido-5-de-setiembre-del-2012-842-am>).

Se tienen reportes en la literatura mundial de cambios y erupciones en volcanes activos luego de movimientos de este tipo. Algunas erupciones posiblemente inducidas por grandes terremotos son por ejemplo, el volcán Aso (Japón), por un terremoto en 1914 ($M_w=7,0$); volcán Puyehue (Chile), por el terremoto de Valdivia (1960, $M_w=9,6$); volcán Karagentang (Indonesia), por el terremoto de Tohoku (2011, $M_w=9,0$).

Los volcanes de Costa Rica han tenido erupciones ligadas a grandes terremotos, por ejemplo, el volcán Rincón de la Vieja, hizo una serie de erupciones magmáticas importantes en 1991, dos semanas después del Terremoto de Limón de $M_w=7,7$. En 2009, ocurrió el terremoto de Cinchona ($M_w=6,2$), el volcán Poás, 4 días después, hizo una pequeña erupción freática y actualmente sigue en un periodo de constantes erupciones freáticas.

Por esta razón, es muy importante aumentar las visitas de rutina a los volcanes activos para vigilar si los sistemas volcánicos se mantienen calmos o por el contrario han sufrido alguna perturbación debido al movimiento sísmico.

Los cambios en la actividad volcánica, luego de un terremoto de esta magnitud, se pueden registrar meses después, incluso años; por lo tanto, la vigilancia volcánica debe continuar detalladamente.

A continuación un resumen de lo observado en el campo durante el mes de setiembre del 2012, además de imágenes de sobrevuelos coordinados con la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).





II. Volcán Turrialba

La visita de campo al volcán Turrialba se realizó el día 7 de septiembre. Se observó cambios en la desgasificación, además del aumento de tamaño de una grieta previamente localizada en la pared sur del Cráter suroeste (figura 1); es posible que una fracción de esta pared se deslice hacia el cráter activo.



Figura 1: Grietas en la pared sur del cráter activo.

Ese mismo día se realizó un sobrevuelo, durante el cual se pudo realizar mediciones térmicas con la cámara FLIR y se logró captar fotografías del cráter activo y de los boquetes de las erupciones de enero del 2010 y 2012 (Figura 2).



Figura 2: Imagen aérea del sector sureste del volcán Turrialba, captada durante el sobrevuelo del 7 de septiembre del 2012.



Fumarolas

La actividad fumarólica en la pared este del cráter activo ha cambiado desde la última visita, con un aumento en la liberación de gas hacia el lado Norte (Figura 3). En dicho sitio se abrió una pequeña boca cratérica en enero del 2012 cuando se produjo una pequeña erupción freática.

Las temperaturas de esta boca se mantienen alrededor de los 800°C mientras que los otros campos fumarólicos presentan menor temperatura. Durante la noche es posible apreciar incandescencia en este sitio. Destaca el aumento de anomalías térmicas hacia el norte de dicha pared.



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



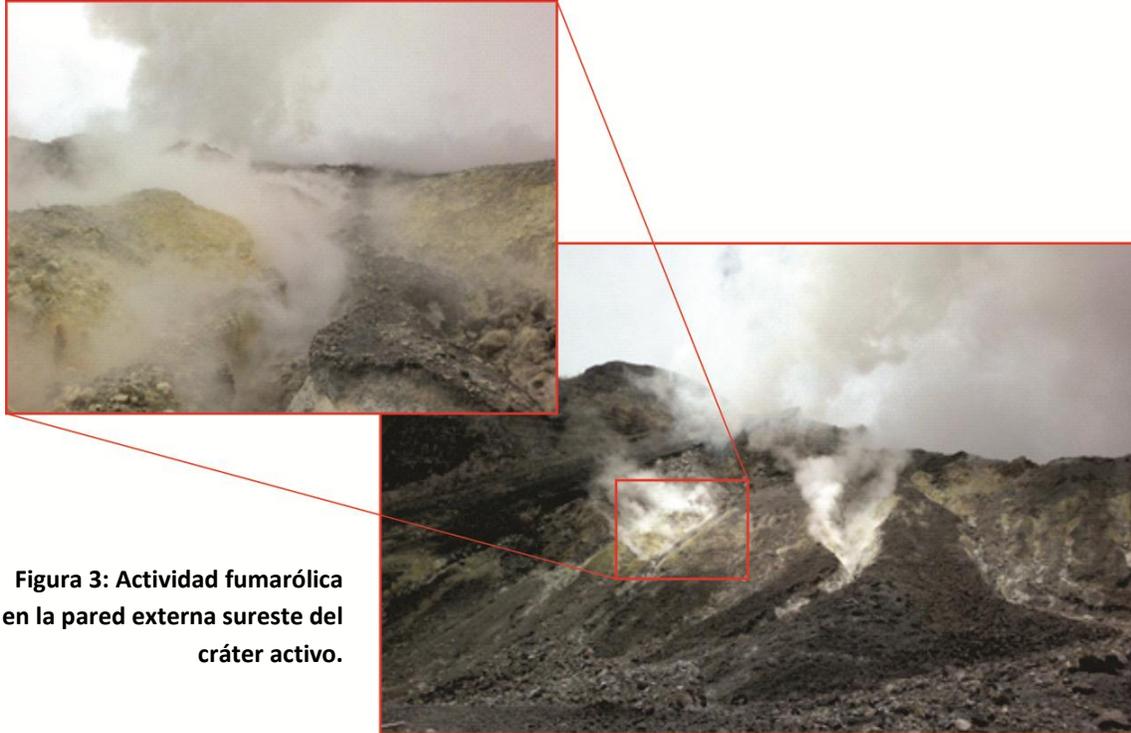


Figura 3: Actividad fumarólica en la pared externa sureste del cráter activo.

La boca intracraterica elongada que se formó en enero del 2010 presenta temperaturas que rondan los 220°C. En general se puede decir que ha habido un aumento en la actividad exhalativa reportada por vecinos y guardaparques. También se observó repetidamente durante todo el mes de setiembre, como la salida de gas disminuía por minutos y horas para luego retomar una actividad exhalativa vigorosa.

El guardaparque Sergio Guillén reportó el 19 de setiembre el ascenso de una pluma de color gris oscuro, lo cual sugiere la posibilidad de que se haya presentado una erupción de ceniza, sin embargo, no se pudo comprobar en el campo esta actividad.



Figura 4: Fuerte desgasificación en el boquete de enero 2010.



III. Volcán Irazú

El volcán Irazú no ha mostrado cambios importantes desde el punto de vista morfológico. El lago presenta un nivel bajo como el mostrado desde inicios del 2010 y no ha podido recuperar su nivel habitual. Su temperatura es de 13°C y un pH de 5.5 con un color verde intenso (figura 5 y 6). No se ha observado cambios en los campos fumarólicos.

Hacia los sectores este y oeste del intracráter se observan algunos viejos deslizamientos que no sufrieron modificaciones con el terremoto de Sámara del 5 de setiembre pasado.

Se ha registrado una actividad sísmica cercana al macizo, sin embargo, dicha información se está procesando y estudiando con mayor detalle para posteriores conclusiones. La Red Sismológica Nacional analiza con detenimiento dicha sismicidad.



Figuras 5 y 6: Laguna del volcán Irazú.



Fotografías cortesía de la geóloga Vanessa Rojas (profesora
De la Escuela Centroamericana de Geología)



UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA



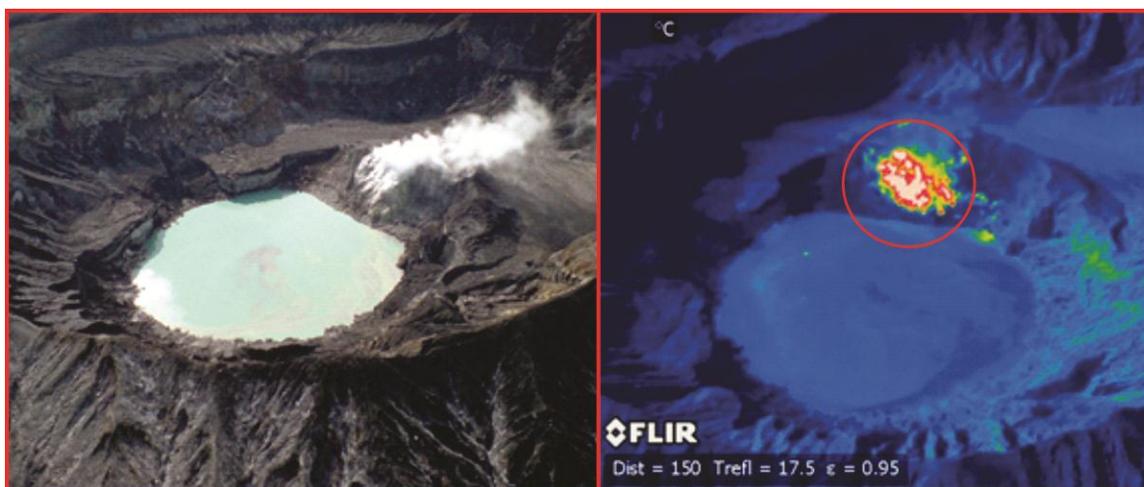


IV. Volcán Poás

El volcán Poás se visitó en varias ocasiones durante el mes de septiembre. Se recolectaron muestras de la Laguna Caliente, para su análisis químico, además se obtuvieron imágenes térmicas tanto del lago ácido como del Domo desde el aire y desde la superficie.

Durante el sobrevuelo del día 7 se logró captar imágenes térmicas de Laguna Caliente y de las Fumarolas (figura 7), la temperatura promedio alcanzada para ese día era de 200°C. Posteriormente este dato fue comprobado in situ.

Figura 7: Laguna Caliente desde el aire, a la derecha imagen térmica del campo fumarólico.

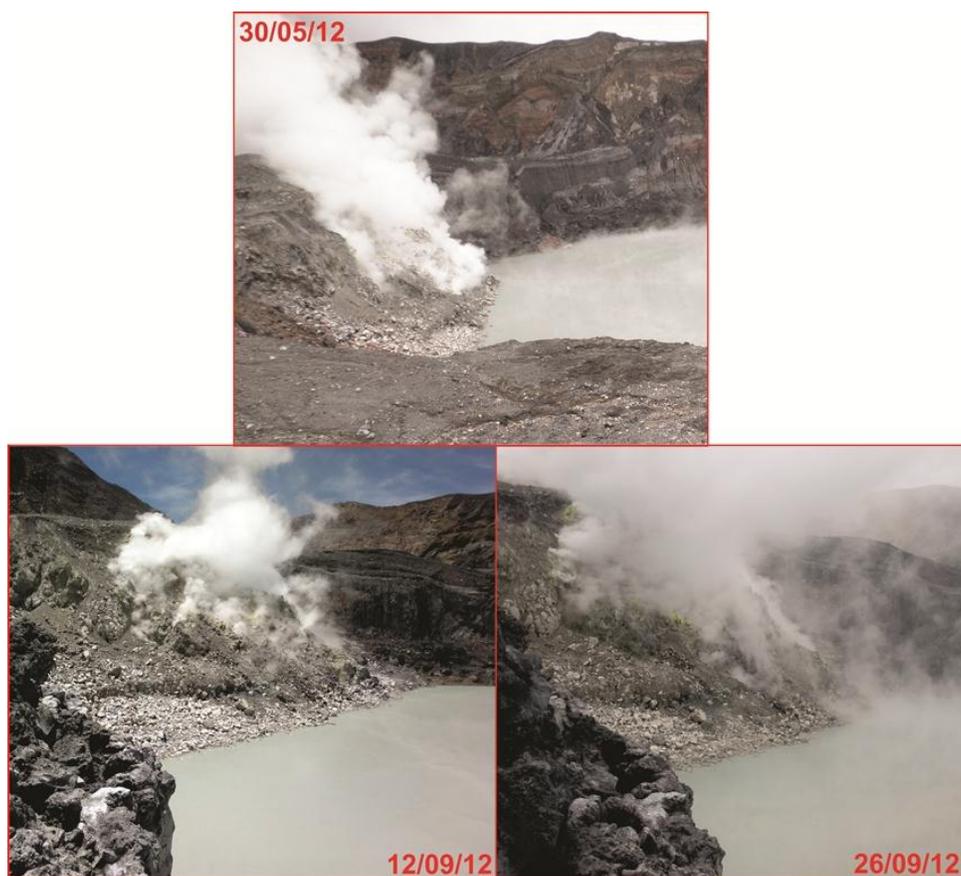


Fumarolas

Durante la visita realizada el día 12 de septiembre, se pudo observar una disminución significativa en la desgasificación de las fumarolas, con respecto a las ocasiones anteriores (figura 8), mientras que para el día 26 la desgasificación aumentó nuevamente. La temperatura de las fumarolas, según las imágenes térmicas del día 12 (figura 9), alcanzaba un máximo de 192°C.



Figura 8: Diferencia de la desgasificación en las fumarolas entre mayo y septiembre de 2012.



Se ha observado un descenso en la actividad en general de la fumarolas ubicadas en el domo.

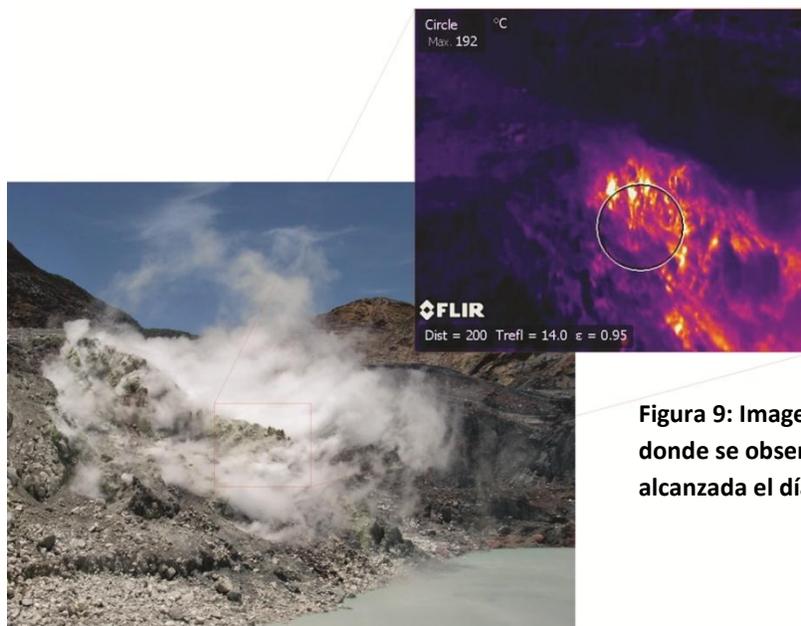
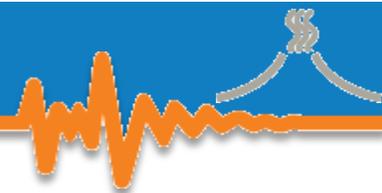


Figura 9: Imagen térmica de las fumarolas donde se observa la temperatura máxima alcanzada el día 12.

Laguna Caliente

Durante los primeros días del mes de septiembre, se observó una disminución en la actividad de la Laguna Caliente, con menos desgasificación y una dinámica del lago más tranquila, con una temperatura de $\sim 44,7^{\circ}\text{C}$ (figura 12) y $\text{pH}=0$. A finales del mes de setiembre, la temperatura máxima de la superficie del lago es de 48°C , y la temperatura promedio de 47°C , con $\text{pH}=0$. El color de la laguna en el momento de las visitas era gris verdoso. Durante el día 26 se pudo observar *upwelling* y una gran cantidad de azufre que flotaba en el sector este (figuras 10 y 11), así como un aumento importante en la desgasificación proveniente del espejo de agua.

El nivel del lago sigue descendiendo mes a mes a pesar de la época lluviosa. Esto se debe a las altas temperaturas del lago y a la constante evaporación.

Durante la mañana del 7 de setiembre se observaron evidencias de una erupción freática reciente que según registro sísmico debió ocurrir entre la tarde del 6 de setiembre y la madrugada de ese día.



Figura 10: Laguna Caliente, se observan las celdas convectivas (*upwelling*).

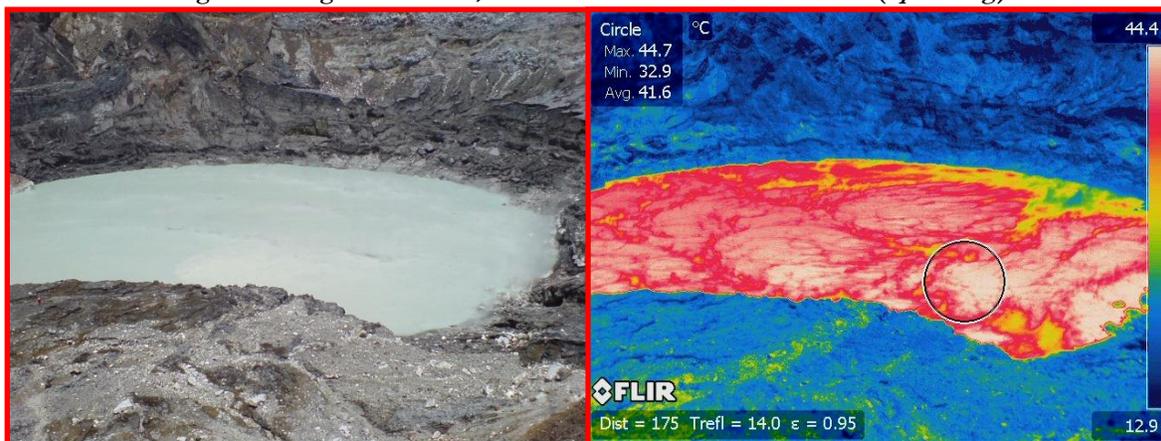
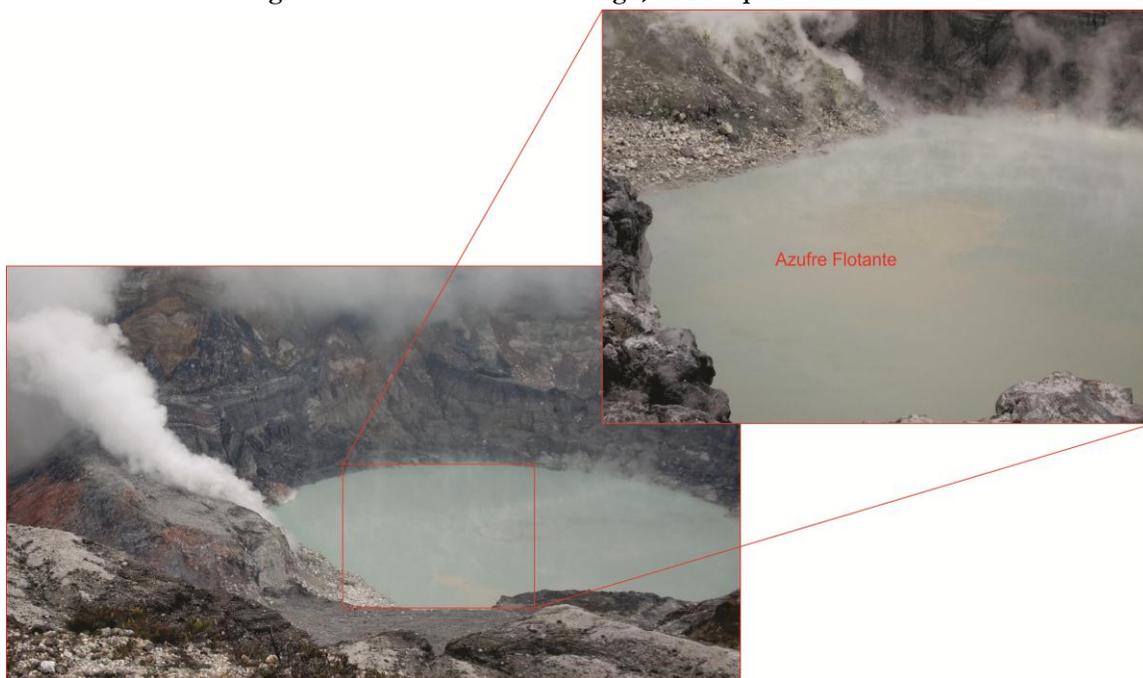


Figura 11: Azufre flotante en el lago, 26 de septiembre de 2012.



Las temperaturas del fondo del lago alcanzan los 150 °C, sitio en donde se desprende el azufre fundido y se generan las erupciones freáticas reportadas en otras ocasiones.



V. Volcán Rincón de la Vieja

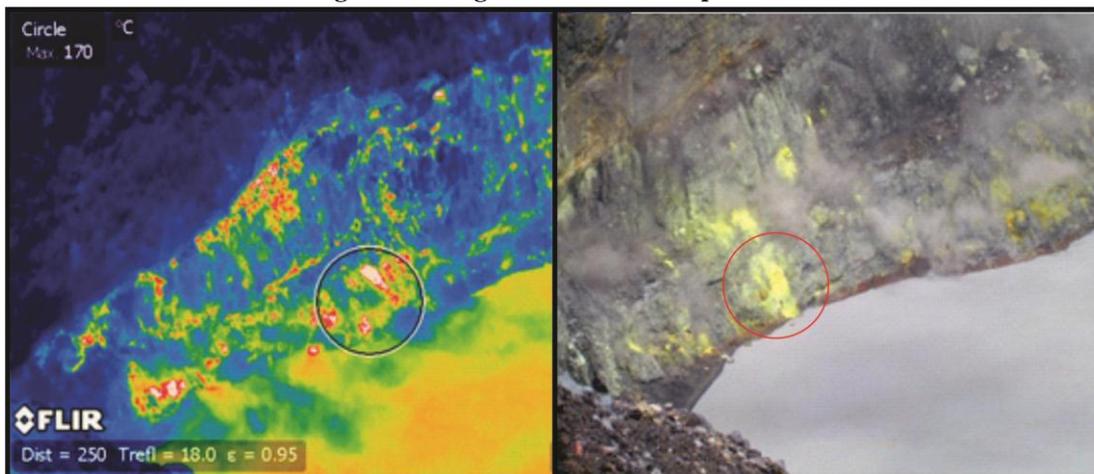
El día 20 de septiembre se realizó una visita al cráter activo del Volcán Rincón de la Vieja, durante la cual se recolectó una muestra de agua del lago ácido, para su posterior análisis químico, además se capturaron imágenes y videos térmicos, tanto de la superficie del lago como de las fumarolas, las cuales al ser comparadas con imágenes tomadas en el mes de abril del 2012, revelan que se ha presentado un aumento en la temperatura del lago, mientras que el campo fumarólico permanece igual.

Fumarolas

El campo de fumarolas está localizado en la pared interna oeste del cráter activo. En la imagen térmica de la figura 12 se puede observar que la temperatura máxima alcanzada en el campo de fumarolas ronda los ~ 170 °C, similar a las registradas en abril del 2012.

Se registra un aumento en la desgasificación que presenta este campo de fumarolas, con respecto al mes de abril.

Figura 12: Imagen térmica del campo fumarólico.





Lago

A pesar de no haberse observado erupciones freáticas durante la visita, el lago ácido presenta una gran actividad. Su temperatura promedio es de 46 °C, alcanzando picos máximos de 48,7 °C, esto en los sectores donde se observan con claridad las celdas convectivas (figura 13). Mientras tanto, la temperatura de la muestra de agua fue de 47 °C, coincidiendo con los datos suministrados por las imágenes térmicas. El pH medido fue de 0. La desgasificación aumentó con respecto al mes de abril, siendo necesario utilizar máscaras protectoras cuando se acerca al lago caliente (figura 14).

En la superficie del lago se observó una gran cantidad de azufre flotando (figura 15), lo que indica la presencia de fumarolas y piscinas subacuáticas activas. El color del lago es celeste grisáceo, con tonos de gris oscuro en los puntos más calientes.

Se estima que nivel del lago con respecto al mes de abril sufrió un descenso a pesar de encontrarnos en la época lluviosa. Alrededor de 35.000 metros cúbicos de agua se perdieron con respecto al mes de abril del 2012, debido a la evaporación constante.

Figura 13: Laguna ácida del Volcán Rincón de la Vieja. A la derecha imagen térmica donde se observan las celdas convectivas (*upwelling*), principalmente en los sectores sur y este del lago.

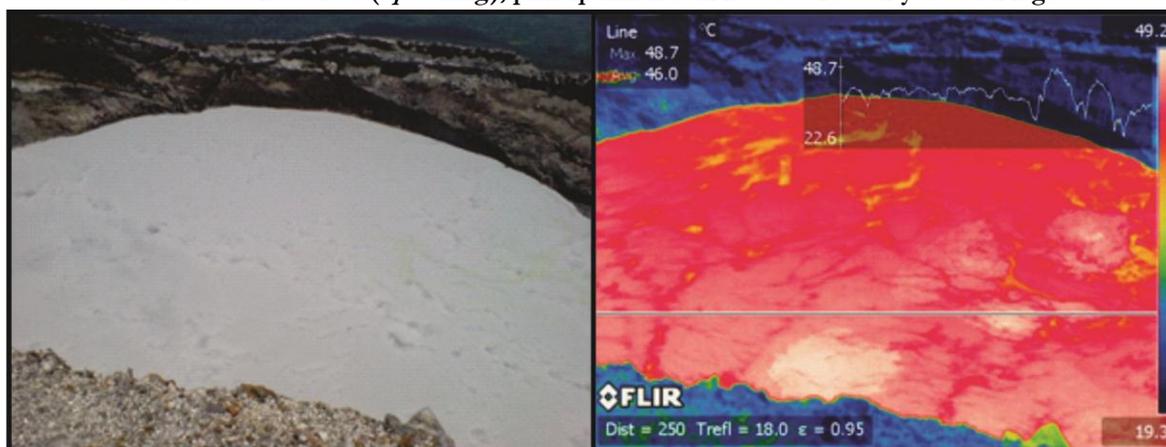


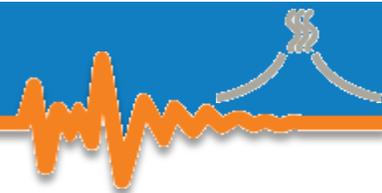


Figura 14: Cráter activo con fuerte desgasificación.



Figura 15: Azufre de color amarillo que flota y que proviene de piscinas subacuáticas de azufre fundido ubicadas en el fondo del lago caliente.





Conclusiones:

Las visitas realizadas a los volcanes activos de Costa Rica han mostrado preliminarmente algunos cambios físicos.

El volcán Turrialba mostró una actividad exhalativa inusual las semanas posteriores al terremoto aunque las temperaturas de las fumarolas siguen siendo las mismas ($\approx 800^{\circ}\text{C}$ la más alta, en el pequeño cráter que se abrió en enero del 2012). Algunas fracturas en el cráter activo indican que el macizo rocoso sigue teniendo una estabilidad precaria y es posible que sucedan pequeños deslizamientos en el interior del cráter activo.

En el caso del volcán Irazú, su lago cratérico y campo fumarólico no presenta cambios importantes, sin embargo se han registrado una serie de sismos cercanos al macizo. La Red Sismológica Nacional está estudiando dichas señales con mucho cuidado para emitir un criterio científico fundamentado.

En el volcán Poás se generaron sismos que fueron sentidos. Se apreció un cambio evidente en el lago, con una pequeña erupción freática que ocurrió entre la tarde del 6 o madrugada del 7 de setiembre del 2012. Las mediciones con la cámara térmica P660 FLIR indican un descenso en las temperaturas de las fumarolas del domo (menos de 200°C) y un lago muy activo con “up welling” y liberación de azufre fundido desde el fondo del lago con temperaturas cercanas a los 50°C .

En el volcán Arenal se observaron algunos pequeños deslizamientos en las laderas debido a la inestabilidad del macizo rocoso sin mostrar mayores cambios.

El volcán Rincón de la Vieja, presenta un lago caliente muy activo con una liberación inusual de gas con respecto al mes de abril del 2012 y con un color gris lechoso, debido a la mezcla de sedimentos, además de un aumento en la temperatura (48°C). Además aumentó sensiblemente la actividad gaseosa.

No se excluye que la energía liberada por el terremoto de Sámara del 5 de setiembre del 2012 ocasione más cambios y perturben al menos los sistemas hidrotermales provocando aumento de temperatura de fluidos (agua y gases), mayor salida de gases, apertura de fracturas, deslizamientos, aumento en la sismicidad local y posibles erupciones freáticas.

Se recomienda que el acceso a los cráteres Rincón de la Vieja y Turrialba se mantenga restringido.

La Red Sismológica Nacional continuara realizando los trabajos de vigilancia constante en todos los volcanes activos de Costa Rica.

