

# REPORTE N°11-2014

## RESUMEN DE LA ACTIVIDAD ENERO-MARZO 2014

### DEL VOLCÁN UBINAS

Fecha: 26 de Marzo de 2014  
**OBSERVATORIO VULCANOLÓGICO DE AREQUIPA (OVA)**  
**INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ**

#### DATOS GENERALES DEL VOLCÁN UBINAS



**VOLCÁN UBINAS 5672m.s.n.m.**



El volcán Ubinas es considerado el volcán más activo del Perú. Se encuentra ubicado en el extremo Norte de la región de Moquegua, a 70 km al Este de la ciudad de Arequipa. La última erupción prolongada del volcán Ubinas se registró entre Marzo de 2006 y Junio de 2009, con un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) igual a 2, en una escala que va de 0 a 8; posteriormente, también se registró una breve crisis eruptiva entre el 01 y 07 de Setiembre del 2013.



## **1) MONITOREO DE LA ACTIVIDAD SISMO-VOLCÁNICA**

### **1a) Base de la información sismovolcánica publicada por el OVA-IGP**

El Observatorio Vulcanológico de Arequipa (OVA-IGP) basa sus interpretaciones en 2 tipos de Redes de Estaciones Sísmicas: Una red “macro” y una red “micro”. La primera red RSN (Red Sísmica Nacional) vigila la actividad sismovolcánica en conjunto en todo el Sur, y cuenta con 04 estaciones satelitales y 08 estaciones fijas, siendo un total de 12 estaciones permanentes y tiempo real. El segundo tipo de redes –las redes “micro” – son las establecidas para cada volcán. En el caso del Ubinas funciona una red de 4 estaciones sísmicas en tiempo real, dispuestas simétricamente alrededor del cráter, a cortísima distancia del cráter (entre 1.5 y 2.6 km).

El OVA dispone así de un total de 16 estaciones sísmicas entre satelitales, permanentes regionales y permanentes sobre el volcán Ubinas, que funcionan en tiempo real y que garantizan una buena cobertura y oportunidad en la información geofísica.

### **1b) Resumen de la actividad en los últimos 3 meses**

-Mes de Enero.

A partir de los primeros días del mes de Enero 2014, se ha observado nuevos signos de reactivación volcánica. Por ejemplo, entre el 6 y 9 de Enero el número de sismos LP aumentaron fuertemente, llegando hasta 44 sismos LP en 24 horas. Igualmente, sismos tremóricos y sismos tornillo aparecieron. La energía sísmica total aumento paulatinamente. También se registraron enjambres de sismos. (Ver Reportes Sismovolcánicos N°s 01, 02 y 03-2014 del IGP).

El último día de Enero, a las 18:58 hora local, se inicia 11 horas continuas de tremor volcánico.

-Mes de Febrero.

El 01 Febrero a las 15:59 hora local, luego de 11 horas de tremor volcánico, ocurrieron dos fuertes “exhalaciones” de 2.7 y 3.8 MegaJoules (MJ) respectivamente. Inmediatamente luego ocurrió nuevo tremor volcánico y simultáneamente se reportó ceniza saliendo del cráter y depositándose hasta 2 km a la redonda. (Ver Reporte Sismovolcánico N°4-2014 del IGP). También ocurrió un fuerte enjambre de 360 sismos.

Del 02 al 08 de Febrero se registro decenas de exhalaciones con emisión de cenizas.

Dichas exhalaciones cesaron a partir del día 08 a las 14 hrs aproximadamente.

Durante seis días, del 08 al 14 de Febrero, la actividad sísmica disminuyo drásticamente. El IGP advirtió entonces de una posible fuerte emisión de cenizas (explosión). Finalmente dicha previsión ocurrió el día 14 a las 19:45 en que se observó una explosión de tipo freatomagmatica con una energía de 239 MJ. (Ver Reporte Sismovolcánico N°s 6, 7, 8 y 9 del IGP).

**Para conocer detalles de “cómo va subiendo el magma”, el IGP establece una nueva metodología que permite relacionar dicha subida con los “sismos híbridos” que registra la red de 4 estaciones. El método utilizado es el cálculo de la ENERGÍA de los sismos HÍBRIDOS registrados (ENERHIB).**

El método ENERHIB muestra que los siguientes días de Febrero ha ocurrido la mayor llegada de lava al cráter: día 12 (44 MJ), día 14 (112 MJ), día 21 (32 MJ), día 25 (16 MJ).

En el Reporte Sismovolcánico N°10 de fecha 28/02/2014, el IGP advierte que desde el 09 de Febrero han aparecido sismos de tipo “híbrido” los cuales están asociados a subida de magma hasta el cráter. En este mismo reporte se indica que muy probablemente ya debe haber lava en el cráter.

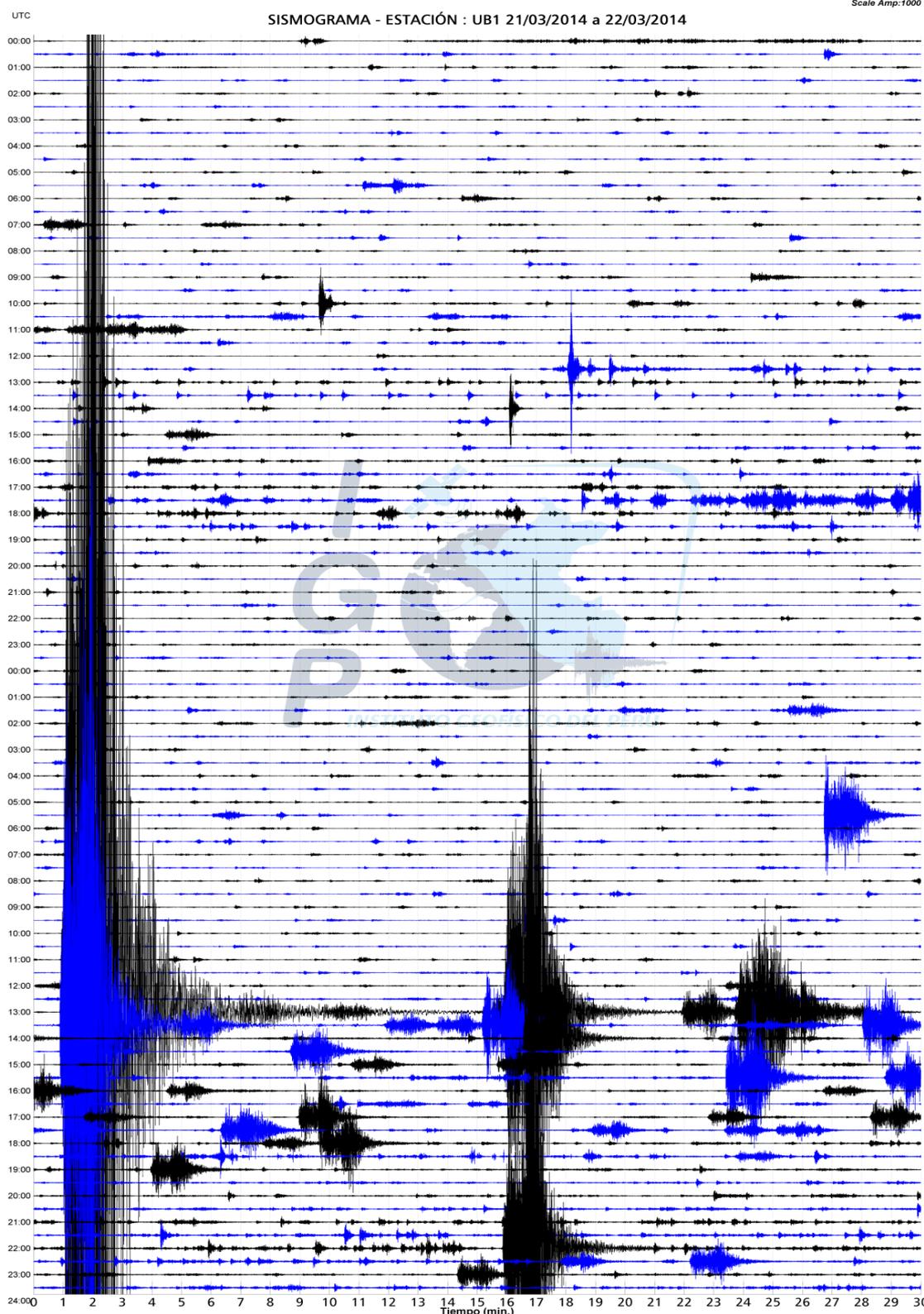
-Mes de Marzo.

En una misión de reconocimiento al cráter el día 01 de Marzo, una brigada de vulcanólogos del IGP constata la presencia de un cuerpo de lava de hasta 40 metros de diámetro en el fondo del cráter. Se valida así las previsiones realizadas por el IGP en días pasados.

Del 01 al 26 de Marzo, la sismicidad está dominada ampliamente por sismos causados “por movimiento de fluidos” al interior del volcán.

El método ENERHIB muestra que los siguientes días de Marzo ha ocurrido la mayor llegada de lava al cráter: días 10 y 11 (15 MJ), día 20 (6 MJ), día 21 (8 MJ), día 23 (10 MJ).

En una nueva misión de reconocimiento al cráter el día 19 de Marzo, el personal de Defensa Civil de Moquegua constata la presencia de lava observando, además, que el cuerpo de lava ha aumentado y cubre ahora la totalidad del área del fondo del cráter, es decir que tiene unos 120 m de diámetro.



*Ejemplo de sismograma registrado en las 4 estaciones telemétricas del volcán Ubinas, del IGP (días 21 y 22 de Marzo).*

## **2) MONITOREO DE ANOMALÍAS TÉRMICAS EN LA ZONA DEL CRATER**

### **2a) Base de la información de anomalías térmicas**

El monitoreo de anomalías térmicas del volcán Ubinas es realizado por el sistema MIROVA ([www.mirova.unito.it](http://www.mirova.unito.it)) desarrollado por el Dr. Diego Coppola del Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Torino (Italia). En cada paso del satélite que posee un sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) se detecta automáticamente las anomalías térmicas de la zona de cráter del volcán Ubinas.

El sistema se basa en el análisis de imágenes satelitales multiespectrales adquiridas por el sensor MODIS sobre el volcán Ubinas. En particular, MIROVA utiliza el medio de radiación infrarroja (MIR), medido por MODIS, con el fin de detectar y medir la radiación de calor procedente de la actividad volcánica.

Desde 2013 el Dr. Diego Coppola trabaja en colaboración con el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y con el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) a fin de optimizar el sistema MIROVA para que en las proximidades de los cráteres de los volcanes UBINAS, MISTI y SABANCAYA se detecte automáticamente cualquier "hotspot" (punto caliente) y sea comunicado al IGP e INGEMMET.

### **2b) Resumen de la actividad en los últimos 3 meses**

-Mes de Enero.

El sistema MIROVA no detectó ninguna anomalía.

-Mes de Febrero.

El 10 de febrero de 2014 06:10 (UTC), MIROVA comenzó a detectar anomalías térmicas en la cima del volcán Ubinas. Desde esa fecha, ocho anomalías térmicas se han detectado en Febrero, en concreto los días 10 (3 Mw), 12 (2Mw), 15 (4Mw), 17 (3Mw), 22 (3Mw), 23 (4Mw), 26 (7Mw) y 28 (6Mw). Las temperaturas de la lava en superficie, aproximadas, que se han deducido van entre 217 a 295 ° C. Todas estas detecciones se produjeron durante las adquisiciones satelitales nocturnas, que se caracterizan por la geometría de visión excelente (zenith vía satélite <30 °).

-Mes de Marzo.

El sistema MIROVA detectó 10 anomalías térmicas, los días 3 (7Mw), 5 (9Mw), 9 (4Mw), 10 (9 Mw), 12 (10Mw), 17 (1Mw), 19 (1Mw), 21 (5Mw), 25 (4Mw) y 26 (4Mw).

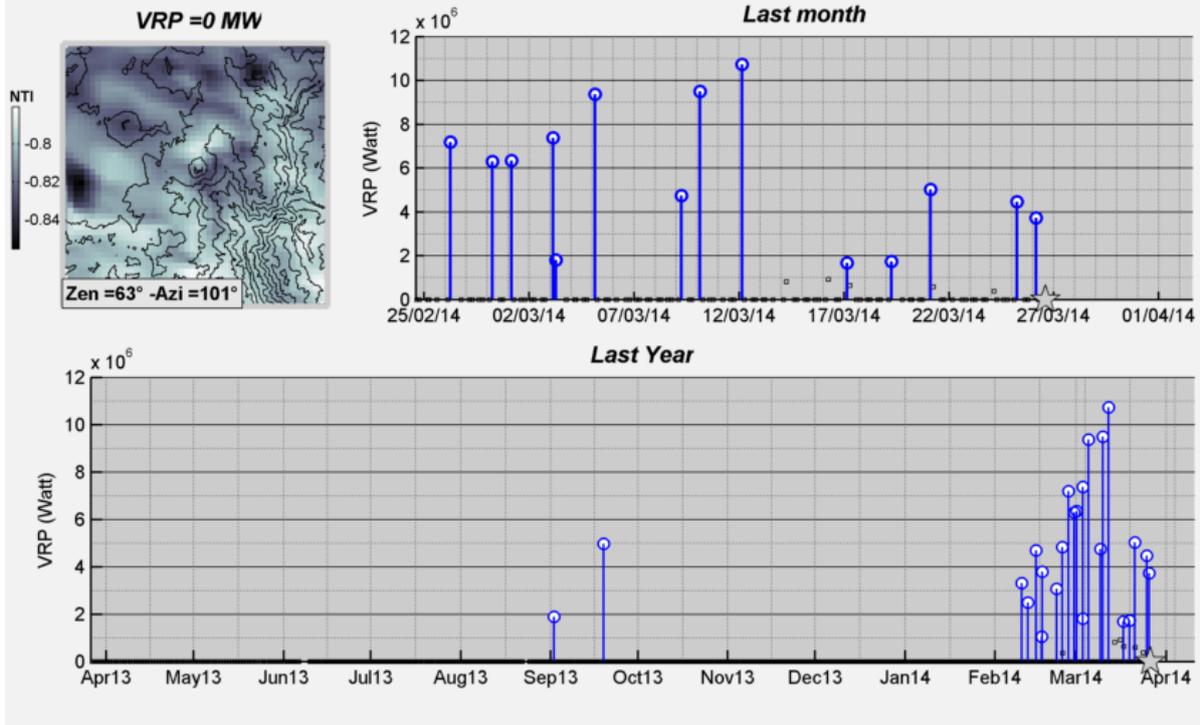
INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ



### Ubinas - Radiative Power

Last Update: 26-Mar-2014 14:20:00

Thermal anomaly: NONE



Ejemplo de datos de monitoreo térmico del volcán Ubinas, realizado por MIROVA.

### 3) MONITOREO DE ANOMALÍAS DE DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>) EN LA ZONA DEL VOLCÁN UBINAS

#### 3a) Base de la información de anomalías SO<sub>2</sub>

El 15 de julio de 2004, se lanzó el satélite "EOS Aura" donde iba incorporado el Ozone Monitoring Instrument (OMI). Este sistema OMI detecta las masas de SO<sub>2</sub> de la atmosfera. La NASA, a través del proyecto "Global Sulfur Dioxide Monitoring" (GSDM-NASA) (<http://so2.gsfc.nasa.gov/index.html>) realiza el monitoreo diario de la densidad de SO<sub>2</sub> en diversas zonas del planeta, y en particular monitorea la zona Sur del Peru donde hay una cadena de volcanes activos. El Dr. Simon Carn, quien trabaja en la Universidad de Michigan (USA) es uno de los principales científicos encargados de este monitoreo y colabora en el mundo con toda entidad que se ocupa del monitoreo de volcanes, como el OVA-Instituto Geofísico del Perú (IGP) y el INGEMMET.

#### 3b) Resumen de la actividad en los últimos 3 meses

-Mes de Enero.

El sistema OMI-Aura no detecto anomalías de SO<sub>2</sub> importantes en la zona del volcán Ubinas.

-Mes de Febrero.

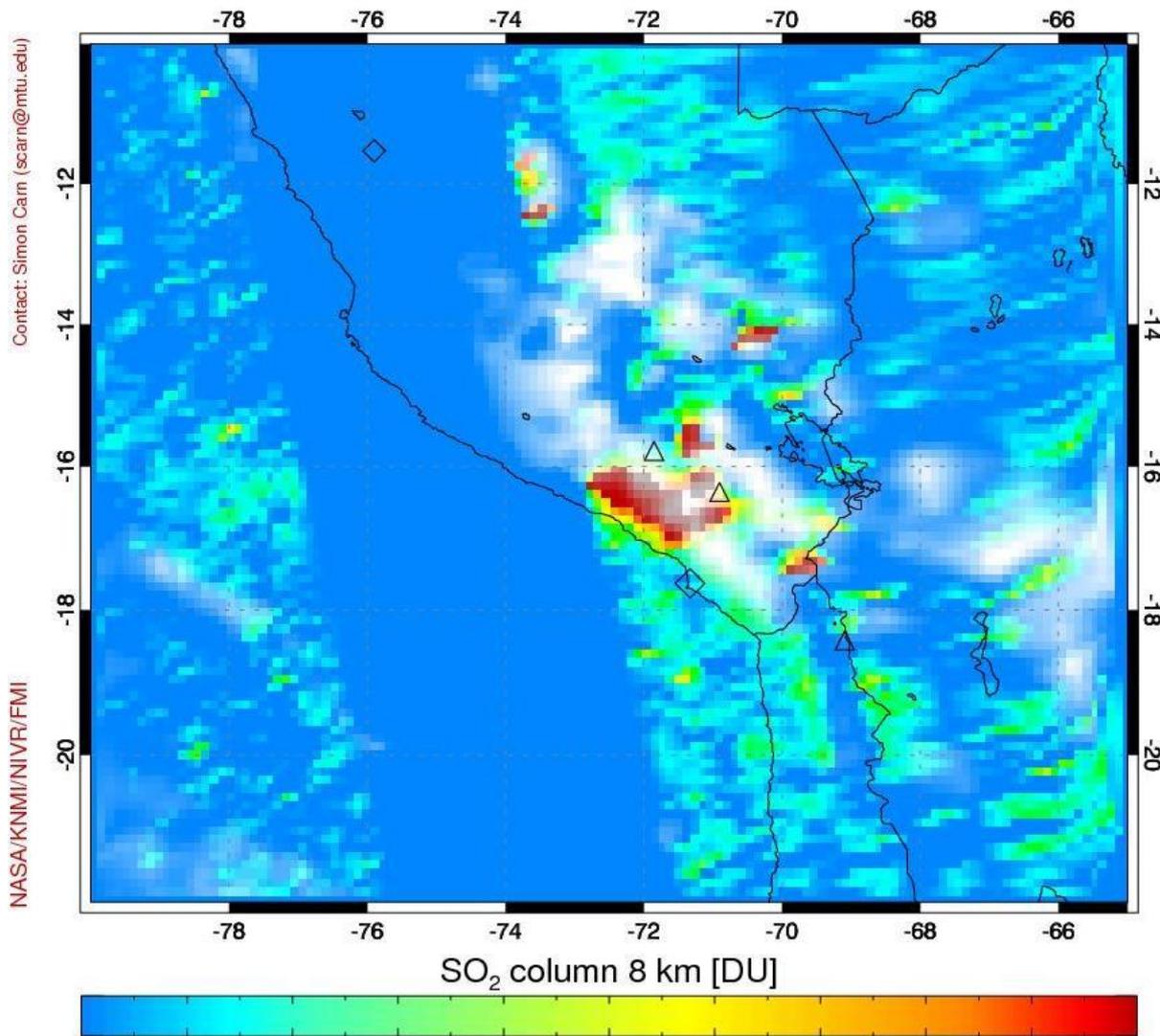
El sistema OMI-Aura detecto anomalías de SO<sub>2</sub> moderadas los días 10,12, 18, 20, 21, 22, 23 y 25 . Y anomalías altas los días 12, 26 y 27

-Mes de Marzo.

Se detectaron anomalías de SO<sub>2</sub> moderadas los días 4, 6, 13 y 18. Y se detectaron numerosos días con anomalías altas: días 1, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 14, 15, 16 y 17.

### Aura/OMI - 03/10/2014 18:55-18:59 UT

Mass: 2.275 kt; Area: 134122 km<sup>2</sup>; SO<sub>2</sub> max: 11.88 DU at lon: -70.42 lat: -14.18 ; 18:57UTC



Ejemplo de anomalías de Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) del Proyecto "Global Sulfur Dioxide Monitoring" de la NASA

#### 4) OBSERVACIONES IN-SITU EN LA ZONA DE CRATER

-Previa verificación (por medio de la red sísmica-telemétrica en tiempo real), como medida de seguridad, de una actividad sísmica muy débil, los días 01 y 02 de Marzo una brigada de vulcanólogos del OVA-IGP realizó una inspección in-situ a la zona del cráter del volcán. En esta oportunidad se ha observado la presencia de un cuerpo de lava incandescente de forma alargada Este-Oeste, de unos 30-40 m de largo, que está situado en el fondo del cráter. De diversos lugares de este cuerpo de lava emanan constantemente gases azulinos. Por otro lado, se ha observado también salidas de vapor de agua a gran presión produciendo rugidos audibles hasta fuera del cráter, incluso por momentos hasta muy lejos, cerca de la base noroeste del volcán.

-En una nueva misión de reconocimiento al cráter el día 19 de Marzo, el personal de Defensa Civil de Moquegua constata la presencia de lava observando, además, que el cuerpo de lava ha aumentado y cubre ahora la totalidad del área del fondo del cráter, es decir que tiene unos 120 m de diámetro.



*Fotografía obtenida por J. Acosta, Defensa Civil de Moquegua, el día 19 de Marzo, en donde se observa que la lava abarca toda la base del cráter del volcán Ubinas.*

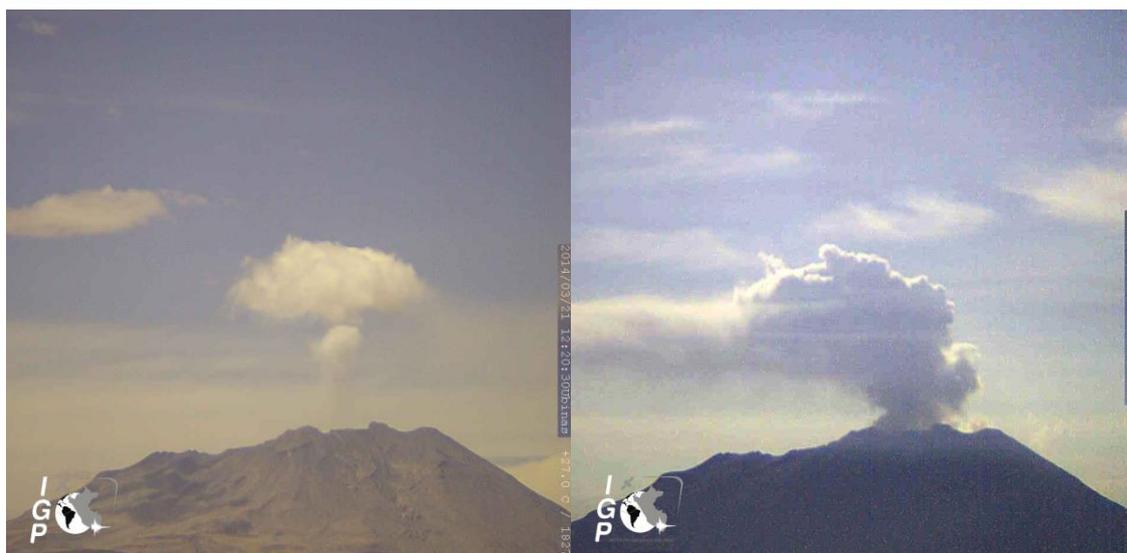
### **5) OBSERVACIONES VISUALES CON CAMARA ESPECIAL**

En convenio de colaboración entre el Gobierno Regional de Moquegua (GRM) y el IGP, se ha adquirido y puesto en operación una cámara especial Campbell Scientific para monitoreo del volcán Ubinas. Las imágenes cada 30 segundos pueden ser observadas en:

<http://vulcanologia.igp.gob.pe/fotos-tiempo-real/>

Desde el día 10 de Marzo se ha podido observar que en las imágenes, además de vapor de agua, dominan emisiones de cenizas finas casi a diario. Las alturas alcanzadas por dichas emisiones son variables, desde los 200-300 metros hasta máximos de 1200-1300 m (días 12, 13, 22, 24 y 25 de Marzo). Excepcionalmente, se ha llegado a observar alturas de hasta 1800 m los días 21 y 23 de Marzo.

Gases de color azulino han sido observados en algunos días, tales como: 20, 21, 22 de Marzo. El día 25 de Marzo se ha reportado caída de cenizas en los poblados de Querapi y Ubinas, así como fuertes ruidos audibles hasta en el pueblo de Ubinas distante 6 km al SE del cráter.



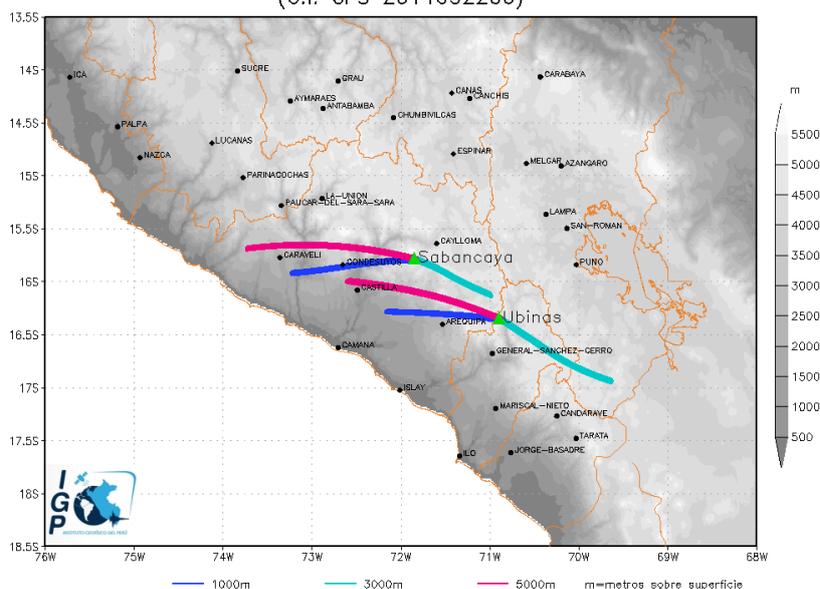
Ejemplos de imágenes obtenidas por la cámara especial Campbell Scientific del IGP, en el volcán Ubinas (días 21/03/2014, 12:20 hrs, y 23/03/2014, 07:35 hrs respectivamente)

## 6) PRONOSTICO DE TRAYECTORIA DE PARTICULAS (CENIZAS) según Modelo TRAYEC.v1 DEL IGP

Desde Abril 2013, el Área de Variabilidad y Cambio Climático (Clima) del Instituto Geofísico del Perú (IGP) calcula y publica (<http://www.met.igp.gob.pe/volcanes/>) el pronóstico de trayectorias referenciales de cenizas volcánicas. El servicio esta basado en el "Modelo TRAYEC.v1" elaborado por el área de Clima del IGP. Este modelo usa condiciones iniciales y de frontera del modelo global de pronóstico GFS (Global Forecast System).

Según el modelo, las direcciones predominantes de las partículas del 26 al 29 de marzo son: Oeste/Noroeste, Este/Sureste y Oeste/Suroeste para las trayectorias a 1000, 3000 y 5000 metros de altura sobre la superficie del suelo, respectivamente. El ciclo diurno del viento influye mayormente a las partículas hasta los 5000 metros. Se espera que estas últimas condiciones se mantengan y que si hubiese una erupción, las cenizas que alcancen los 1000 metros de altura tengan un rumbo Oeste/Noroeste.

Trayectoria: Inicio=12z 25/03/2014, Fin=18z 25/03/2014  
(C.I. GFS 2014032200)



Ejemplo de Pronostico de trayectoria de cenizas, realizado por el Área de Clima, del IGP

## CONCLUSIONES

El grafico siguiente resume los principales resultados del monitoreo.

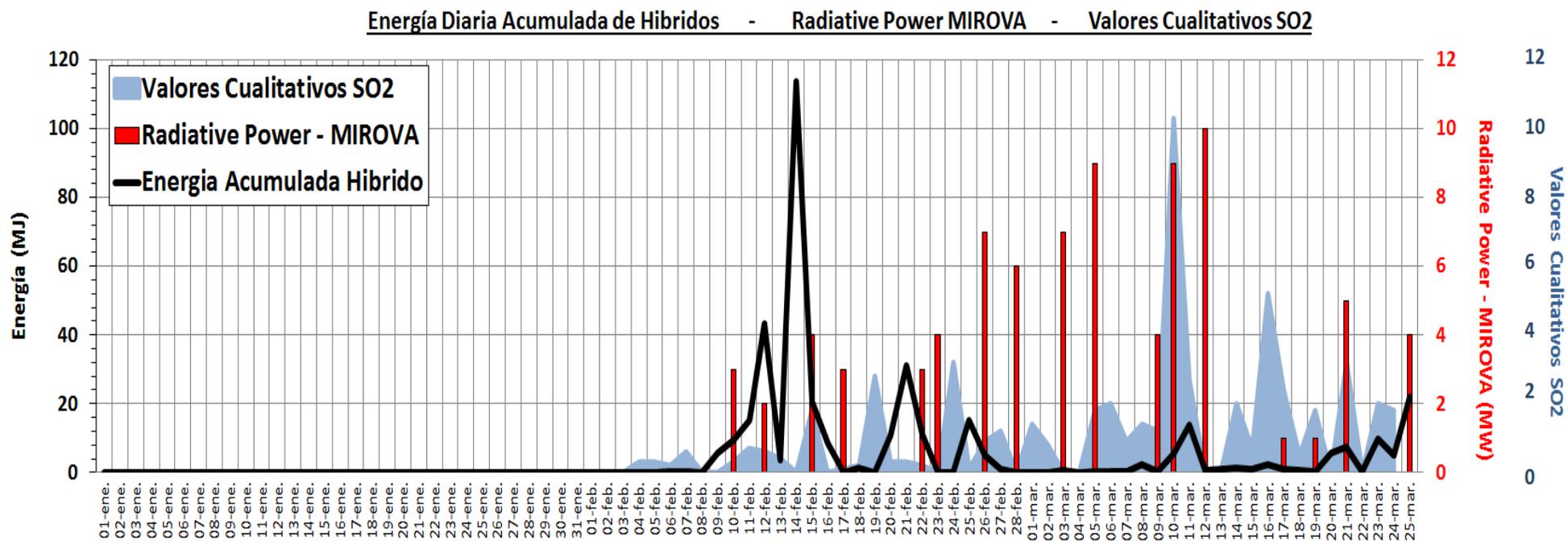


Figura: Grafico de la sismicidad principal (Energía de Sismos Hibridos, calculado por el IGP), Anomalías térmicas (calculado por MIROVA), y Anomalías de SO2 (calculado por GSDM-NASA).

Se puede puntualizar las **conclusiones** de la siguiente manera:

- El volcán dio signos de reactivación a partir de la primera semana de Enero 2014.
- El día 31 de Enero se produjo las primeras emisiones de ceniza.
- Desde el 09 de Febrero los registros sísmicos muestran la aparición de sismos “híbridos” que denotan el ascenso de lava hacia el cráter.
- El día 14 de Febrero ocurrió la primera y única explosión del año, y los conductos bajo el cráter del volcán Ubinas se limpiaron, y comenzó a subir la lava.
- El día 01 de Marzo una brigada de vulcanólogos del IGP observó por primera vez el cuerpo de lava que ascendió hasta la superficie.
- Los días 10 y 11 de Marzo se registró la mayor subida de lava al cráter. Muy posiblemente esos días la lava llenó toda el área de la base del cráter.
- El día 19 de Marzo, en una inspección al cráter, se observó nuevamente el cuerpo de lava, el cual ha crecido y ha llenado toda la base del cráter.
- La actividad eruptiva es de baja magnitud, pero es continua y se realiza con emisión de cenizas, así como con emisión de ruidos que pueden llegar hasta más allá de los 6 km (por ejemplo, Querapi, Ubinas, etc).
- Es muy probable que la actividad prosiga tal como se ha estado presentando en las últimas semanas. Sin embargo, dado que el nivel de lava en el cráter sigue subiendo, pueden ocurrir explosiones.

**La evolución de la actividad volcánica se está evaluando en el seno del Comité Científico convocado en sesión permanente para tal fin.**

OVA-Arequipa, 26 de Marzo de 2014