



INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

Centro Nacional de Datos Geofísicos
Sismología



Análisis de la Actividad Sísmica en el volcán Ubinas (Moquegua) Periodo del 21 y 26 de Abril de 2006 (Resultados Preliminares)

Hernando Tavera

Henry Salas
Isabel Bernal
Rocio Parillo
Geremias Moncca

Lima-Perú
Junio, 2006

Introducción

El estrato-volcán Ubinas se encuentra situado al norte de la Zona Volcánica de los Andes Centrales ($16^{\circ} 22' S$, $70^{\circ} 54' O$), a 70 km al Este de la ciudad de Arequipa. Políticamente, el volcán Ubinas es jurisdicción del departamento de Moquegua (provincia Sánchez Cerro, distrito de Ubinas). El volcán Ubinas es considerado el más activo de todos los volcanes que se encuentran en el sur del Perú, esto debido a sus 23 episodios eruptivos de alta actividad fumarólica y emisiones de cenizas registradas desde el año 1550 AD. La última erupción explosiva de tipo pliniana se produjo hace 980 ± 60 años y en promedio se puede considerar una recurrencia de 4 a 5 eventos eruptivos por siglo (Rivera, 2000).

El edificio volcánico del Ubinas cubre un área de 45 km^2 , posee un volumen de 29 km^3 y alcanza los 5630 m de altura (Rivera, 2000). Por el flanco sur del volcán discurre material volcánico y a través de la quebrada Volcanmayo drena hacia el valle de Ubinas, donde se asientan cinco poblados, entre ellos el distrito de Ubinas (situado a solo 6 km del volcán) que tiene más de 3,500 habitantes. La caldera actual de dicho volcán se encuentra situada a 5380 m de altura, es de forma semi-elíptica alargada de S-N, y se originó a causa de dos grandes episodios explosivos (caldera de explosión) ocurridos en el Holoceno. Dentro de la caldera se puede identificar la presencia de un cráter de forma semi-cilíndrica, que posee una profundidad de 300 m y hacia la base del cráter existen hasta seis orificios por donde se habría producido la emanación de fumarolas (Rivera, 2000).

En el mes de Marzo 2006, el volcán Ubinas inicia otro periodo eruptivo de tipo explosivo con la ocurrencia continua de tremores, gran número de explosiones, pocos eventos volcano-tectónicos y emanaciones de cenizas que llegaron a producir alarma y pánico en las poblaciones aledañas al dicho volcán. A fin de monitorear el comportamiento sísmico de dicho volcán, el Instituto Geofísico del Perú procede a instalar 4 estaciones sísmicas de banda ancha, uno en su cráter y el resto en los alrededores del mismo. En el presente informe se considera la información registrada entre los días del 21 al 26 de Abril y de ella, el análisis de los registros de 3 eventos volcano-tectónicos y 4 explosiones.

Campaña Sísmica

Según informaciones de los pobladores de las localidades aledañas al volcán Ubinas (Querapi y Ubinas), este inicia una etapa de reactivación en el mes de Marzo de 2006 con la ocurrencia de movimientos de suelo (sismos..?) y ruido continuo. La pronta respuesta del IGP ante dicha información, permitió instalar 3 estaciones de banda ancha (sensor de tipo Gurald y registro Reftek) alrededor del volcán y una sobre el cono volcánico. La información recolectada entre los días 21 y 26 de Abril, permitieron observar que la reactivación del volcán se expresaba con el registro de señales típicas de procesos eruptivos; es decir, registros de señales correspondientes a tremores de diversas amplitudes y duraciones, señales de periodo largo, pocos eventos tectónicos y un buen número de explosiones. Ejemplos de estos registros se muestra en la Figura 1. Durante el periodo de registro, no se ha identificado muchas señales de tipo volcano-tectónico, lo cual sugiere que no se habría producido deformación importante en la estructura rocosa que encierra a la cámara magmática.

Eventos Tectónicos y Volcano-Tectónicos

Durante el periodo para el cual se dispone de información, se ha identificado el registro de un total de 22 sismos cuyas señales presentan las características típicas de eventos tectónicos (ver Figura 1). Los parámetros hipocentrales de estos sismos fueron obtenidos siguiendo los procedimientos estándares de localización. Según la Figura 2, el mayor número de los sismos presentan sus epicentros en el extremo N-O del volcán Ticsani, restando únicamente tres sismos con epicentros cercanos al volcán Ubinas. En la misma figura se observa una ampliación del área de interés y sobre ella se ha sobrepuesto los epicentros de los tres sismos antes indicados. Estos sismos se ubican prácticamente en el cráter del volcán; por lo tanto, se puede considerar que son eventos volcánico-tectónicos. Estos eventos se habrían producido a profundidades menores a 10 km y magnitudes locales entre 1.3-1.7 ML. Los parámetros hipocentrales de tales eventos son mostrados en la Tabla 1 y como ejemplo, en la Figura 3 se presenta los registros en sus 3 componentes para dos sismos ocurridos el 26 de Abril (03h, 40min., y 06h, 40min, GMT), sus espectrogramas y espectros de Fourier. En dicha figura se observa que las frecuencias dominantes se encuentran dentro de un rango de 3 a 20 Hz de acuerdo a cada componente de registro y los picos máximos a las frecuencias de 3-5 Hz y en

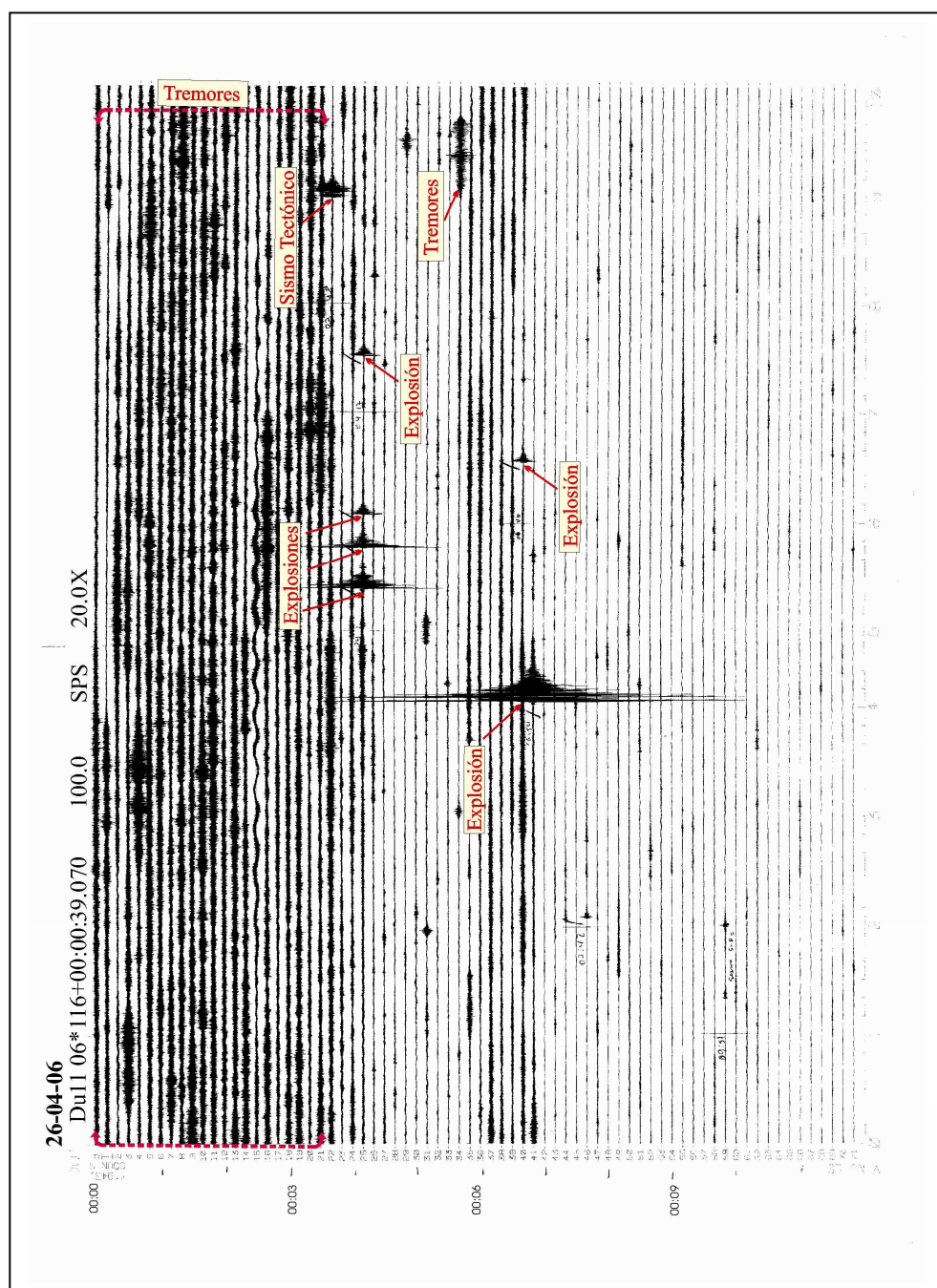


Figura 1. Sismograma correspondiente a la estación DUBINAS (Z) para el día 26 de Abril de 2006. Obsérvese el registro de tremores, explosiones y sismos tectónicos. La escala del extremo izquierdo indica las horas de registro. Las amplitudes de la señal están en cuentas.

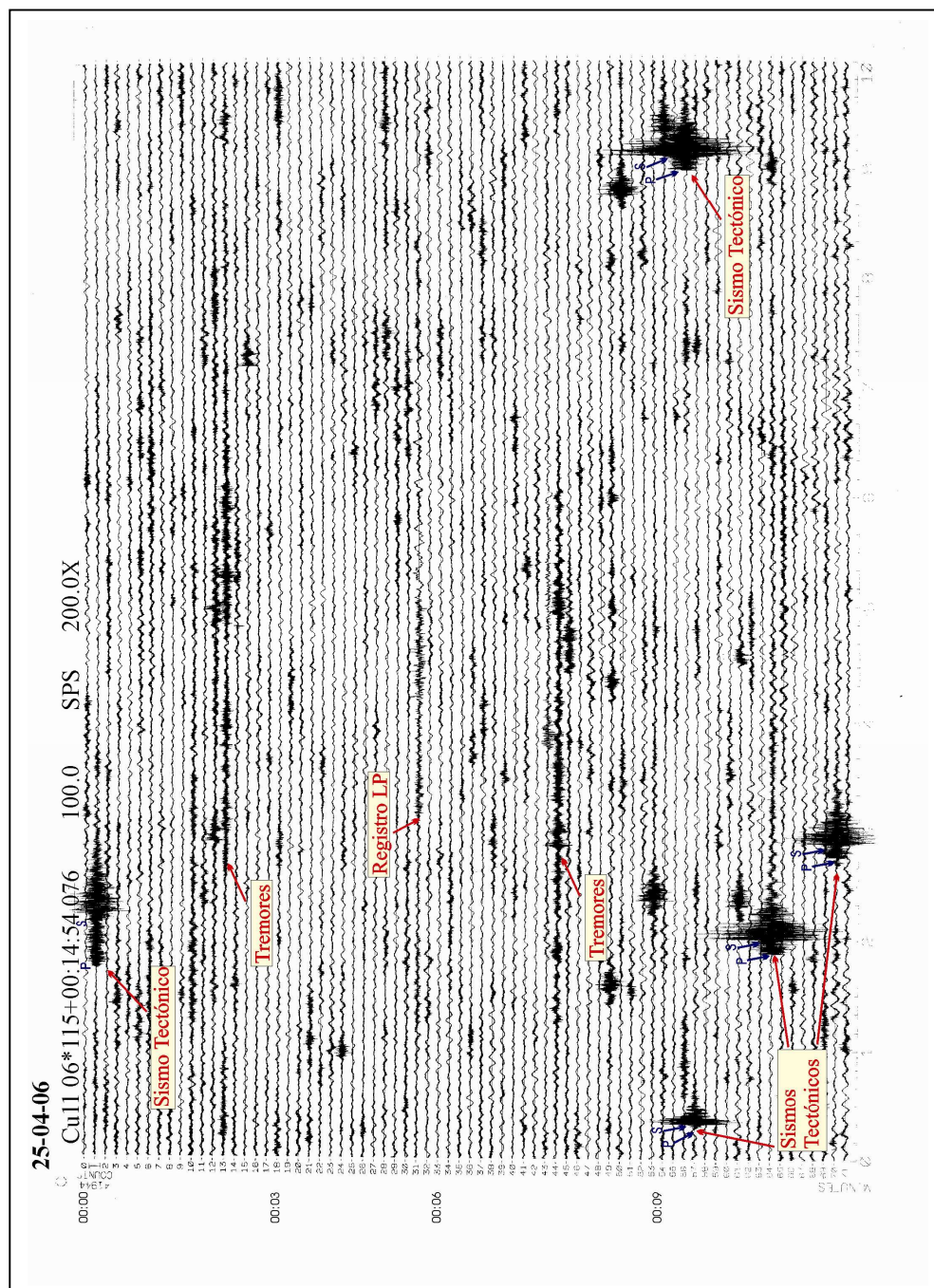


Figura 1. ...Continuación.....Sismograma correspondiente a la estación CUBINAS (Z) para el día 25 de Abril de 2006. Obsérvese el registro de tremores, eventos LP y sismos tectónicos

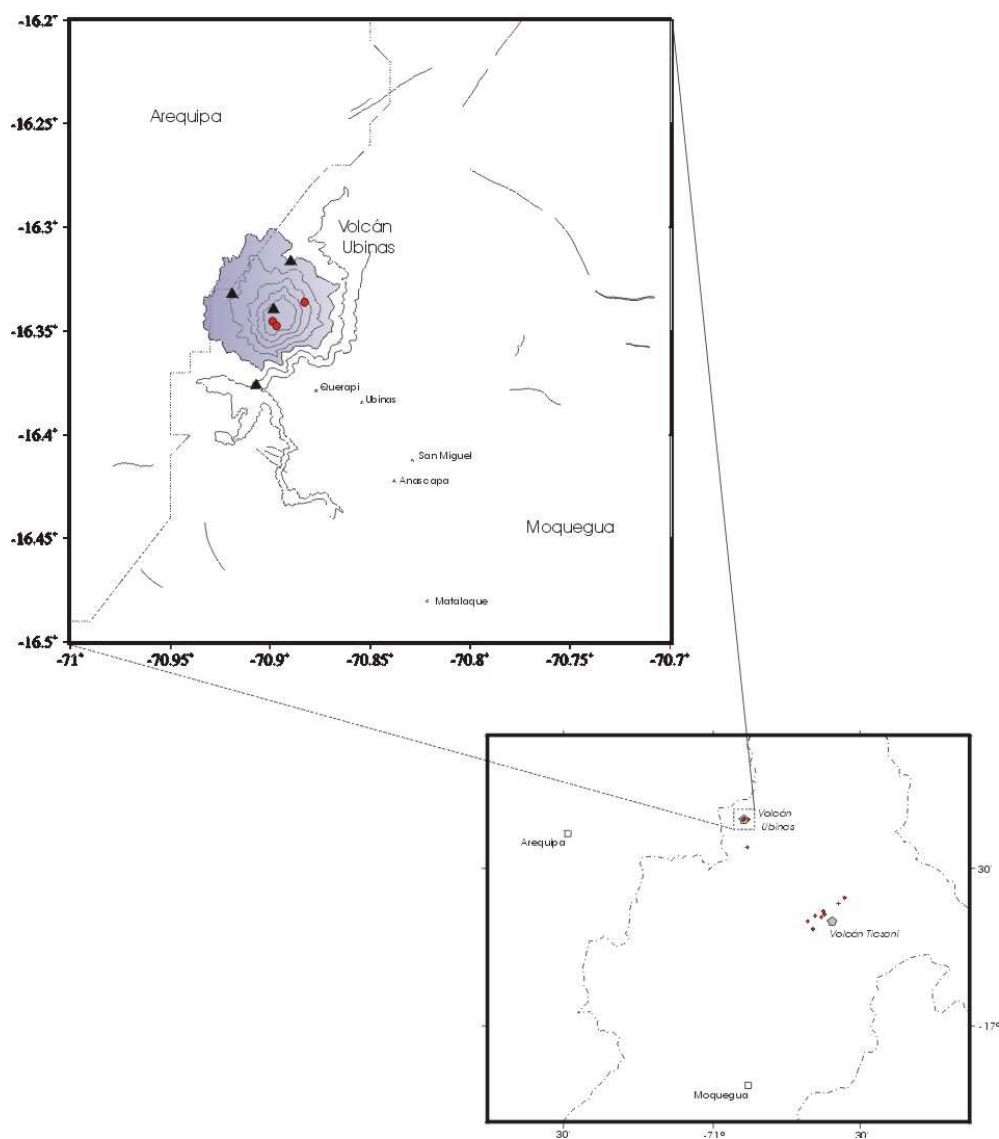


Figura 2.- Mapa de epicentros de los sismos tectónicos registrados por la red local del volcán Ubinas (periodo 21-26 de abril, 2006) y mapa de eventos volcano-tectónicos (círculos rojos). Los triángulos negros indican las estaciones sísmicas.

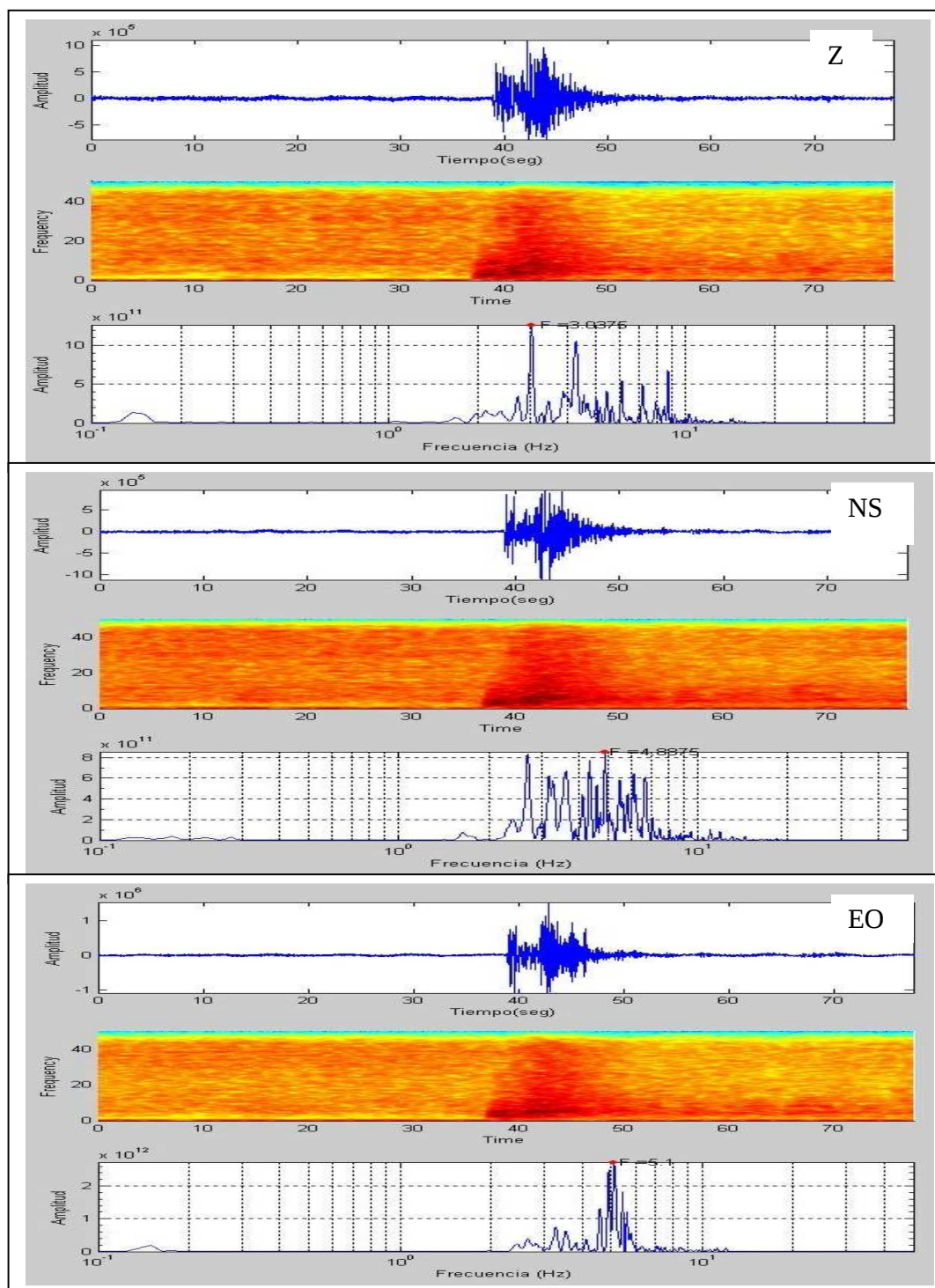


Figura 3. Estación Sísmica DUBIC: Ejemplo del registro en sus 3 componentes de un evento volcano-tectónico ocurrido el 26 Abril, 2006 (03h4min). Arriba, la señal del sismo; centro, su espectrograma y abajo, su espectro. Las amplitudes de la señal están en cuentas Z= vertical, NS-EO= horizontales.

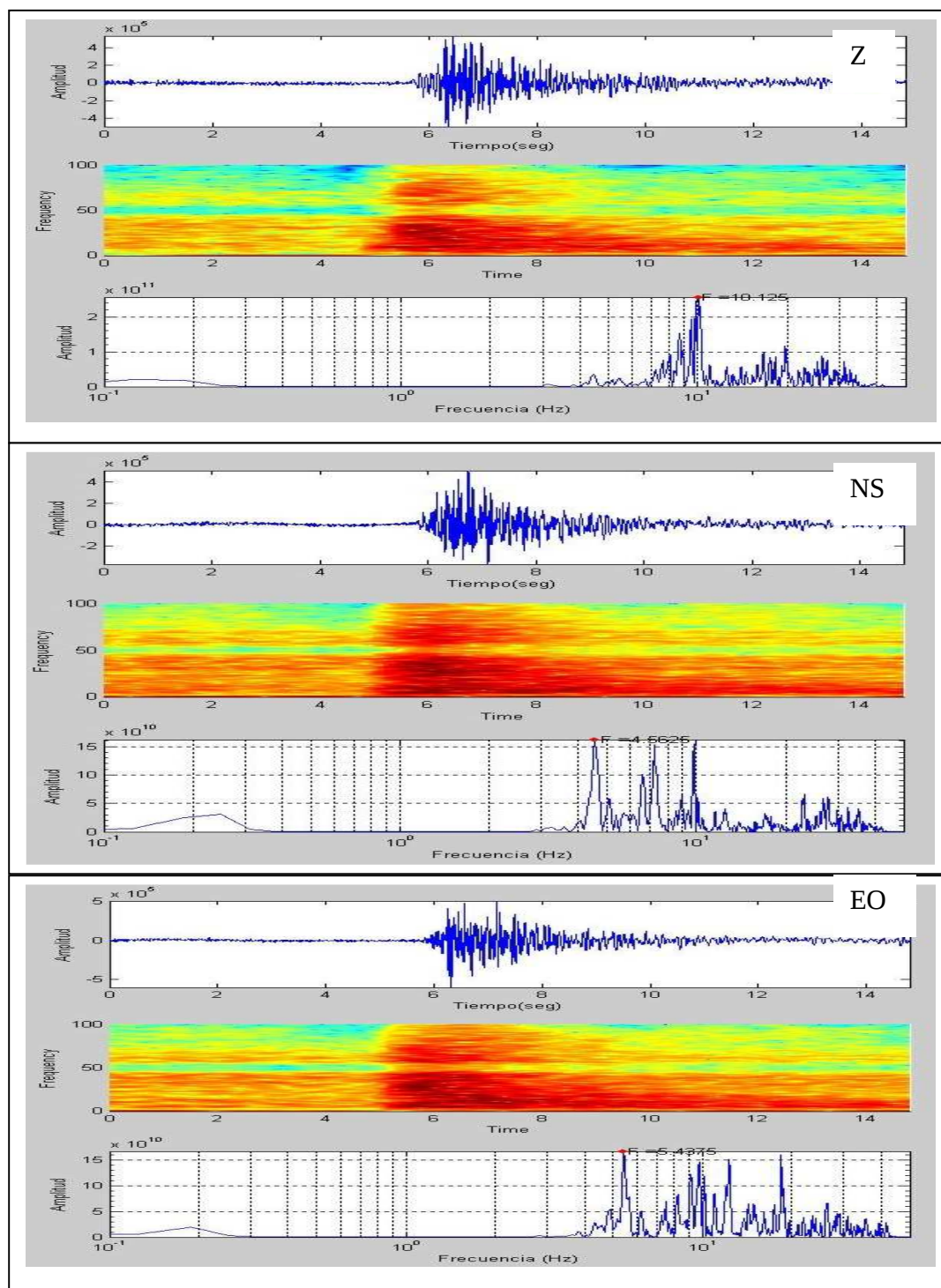


Figura 3. .../. Continuación. Estación Sísmica DUBIC: Registro del sismo del 26 de Abril, 2006 (06h 40min).

la componente vertical del segundo sismo (06h 40 min) a 18 Hz. En los espectrogramas, el decaimiento de frecuencias en función del tiempo, sigue la tendencia característica de los eventos volcano-tectónicos.

Tabla 1. Parámetros Hipocentrales para los tres eventos volcano-tectónicos.

Fecha dd-m-aa	Hora (GMT) hh-m-ss.ss	Latitud grados	Longitud grados	Profundidad km	Magnitud ML(d)
25-04-06	23-07-07.22	16.3475	70.8969	7.1	1.7
26-04-06	03-49-34.12	16.4351	70.8832	8.7	1.6
26-04-06	06-47-10.72	16.3451	70.8992	2.3	1.3

Registro de Explosiones

La actividad del volcán Ubinas también se puso de manifiesto con la ocurrencia de un gran número de explosiones, muchas de las cuales causaban alarma en los habitantes de las localidades de Querapi y Ubinas. Estas explosiones presentaron diversas duraciones y liberaban diferentes cantidades de energía; por lo que, no siempre se disponían de registros de calidad. Del total de registros, únicamente para cuatro explosiones fue posible identificar, en el total de las estaciones, el inicio de sus señales y esta información fue utilizada para proceder a sus localizaciones. En la Figura 4 se presenta 2 ejemplos del registro de estas explosiones, más sus espectrogramas y transformadas de Fourier. En el registro de la explosión del día 26 de Abril (04h 00min) se observa señales correspondientes a la ocurrencia posible de dos explosiones continuas, con señales de mayor amplitud en las componentes horizontales. En general, ambas explosiones se caracterizan por presentar frecuencia en un rango de 2 a 10Hz y picos máximos a 8 y 4.6 Hz. La forma del espectrograma sigue la forma característica del registro de explosiones.

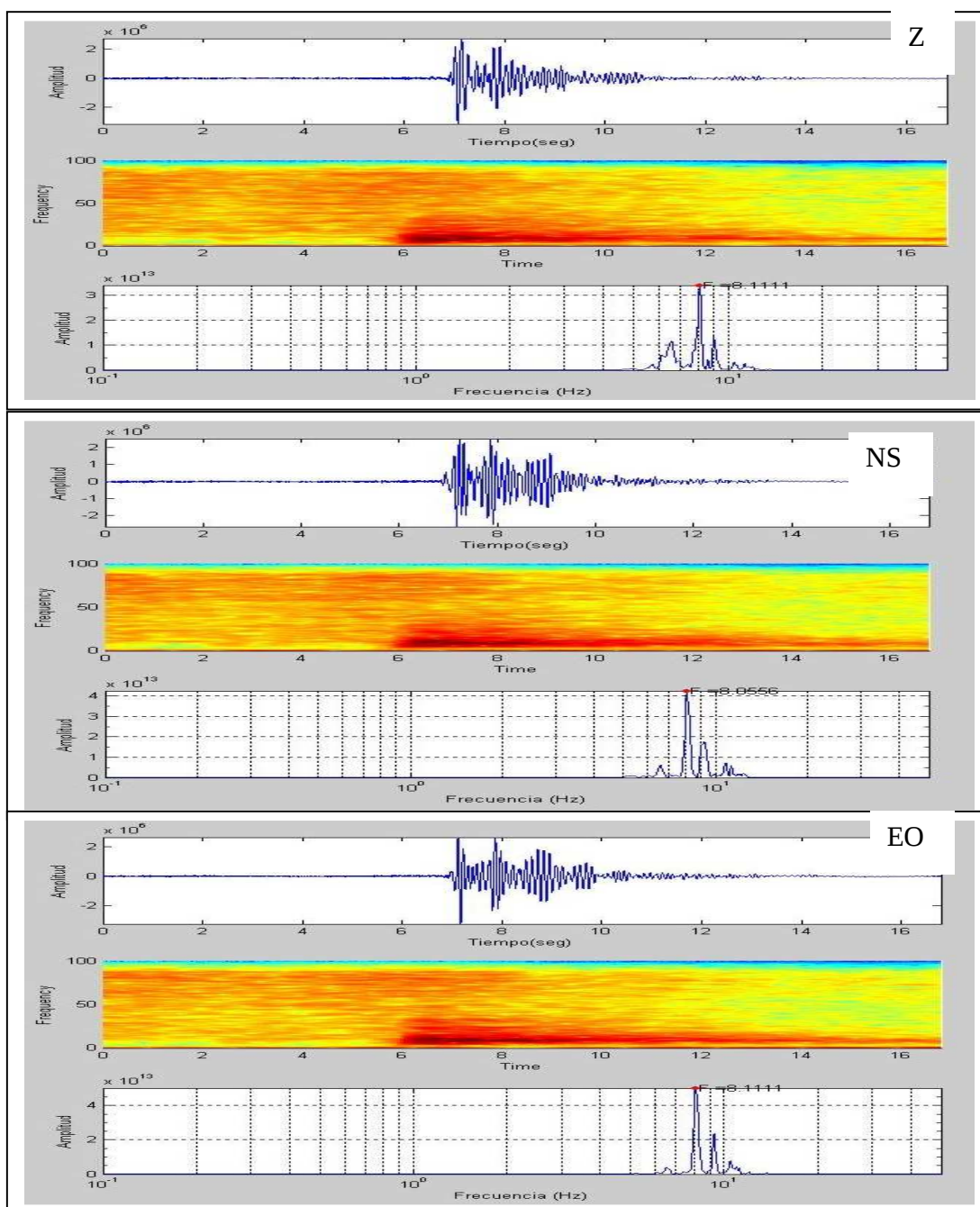


Figura 5. Estación Sísmica DUBIC: Ejemplo del registro en sus 3 componentes para una de las explosiones ocurridas en el volcán Ubinas el día 26 de Abril, 2006 (04h 00min). En la parte superior de cada imagen se presenta el registro del sismo (amplitud en cuentas), centro su espectrograma y abajo el espectro de Fourier.

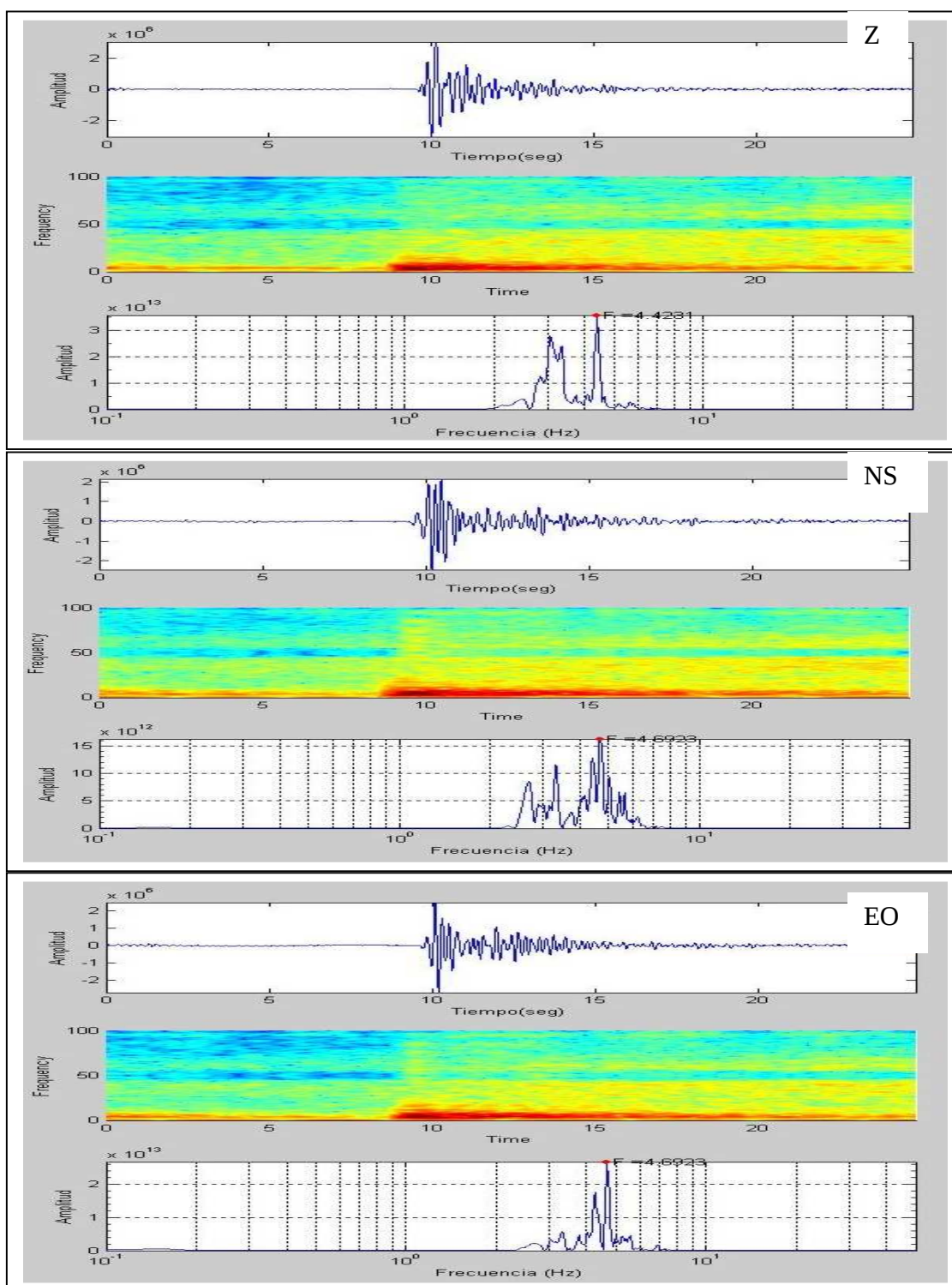


Figura 5. ...Continuación. Estación Sísmica DUBIC: Registros de la explosión del día 26 de Abril, 2006 (04h 00min).

Tabla 2. *Parámetros hipocentrales de las cuatro explosiones analizadas en este estudio*

Fecha dd-m-aa	Hora (GMT) hh-m-ss.ss	Latitud grados	Longitud grados	Profundidad km	Magnitud ML(d)
26-04-06	04-15-33.5	16.3434	70.9023	0.8	1.3
26-04-06	04-15-54.61	16.3398	70.8970	-	1.2
26-04-06	04-17-42.07	16.3387	70.9004	-	0.7
26-04-06	06-54-13.85	16.3450	70.8989	1.6	1.1

En la Figura 5 se presentan un mapa local con los epicentros de estas explosiones y en ella se observa que todos se encuentran dentro del cráter del volcán. Considerando que las explosiones se habrían producido por encima del nivel de referencia o profundidad “cero” (el algoritmo de localización asume el promedio de la altura de las estaciones como el nivel de referencia), los valores de profundidad obtenidos resultan ser referenciales (ver Tabla 2). Para estimar el tamaño de las cuatro explosiones, se ha considerado la duración de sus registros y la relación establecida por Klein (1978). Las magnitudes locales obtenidas para dichas explosiones varían entre 0.7-1.3 ML. Estos valores de magnitud corresponden a rangos de energía liberada entre $0.3E+11$ y $0.9E+11$ ergios.

Comentarios

La reactivación del volcán Ubinas se ha desarrollado básicamente con la ocurrencia continua de tremores y explosiones de diversos tamaños y duraciones, y la emanación de fumarolas que trajeron consigo la caída de cenizas en los alrededores del volcán. Para el periodo comprendido entre los días 21 y 26 de Abril-2006, se ha logrado identificar el registro de 3 eventos volcano-tectónicos. Según sus parámetros hipocentrales, estos eventos se habrían producido a profundidades menores a 10 km y magnitudes del orden de 1.3-1.7ML.

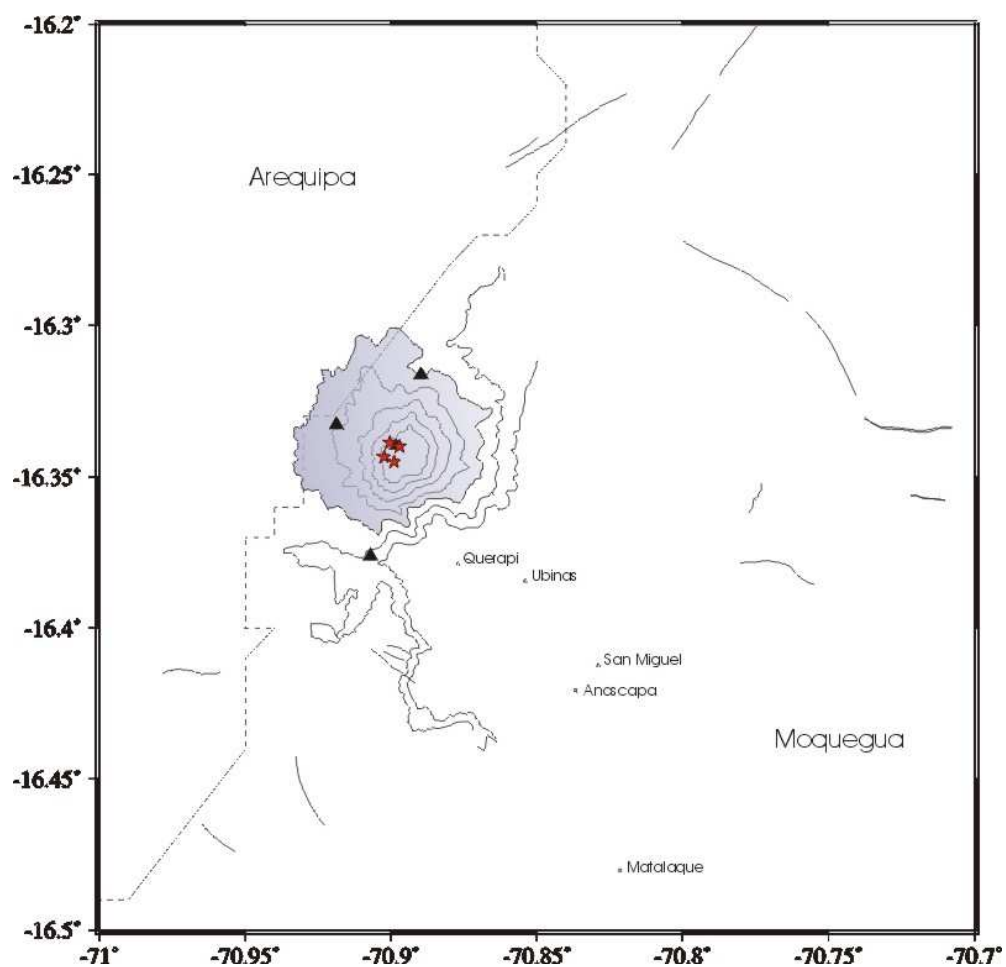


Figura 5. Mapa de epicentros de las cuatro explosiones (estrellas rojas) ocurridas en el Volcán Ubinas y cuyos parámetros hipocentrales fueron obtenidos en este estudio. Los triángulos indican la ubicación de las estaciones sísmicas.

La ausencia mayoritaria de este tipo de eventos (volcano-tectónicos), podría deberse a que durante el proceso eruptivo del volcán Ubinas, la presión que se acumulaba en su interior por el movimiento del magma, era liberada fácilmente produciendo explosiones de diversos tamaños y duraciones; por lo tanto, no se daban las condiciones necesarias para que se produzca el fracturamiento de la roca que envuelve a la cámara magmática. También, es posible considerar que previos a todo el proceso eruptivo del volcán (se inicia en Marzo-2006), se habría producido actividad sísmica muy local como característica propia de los procesos eruptivos de volcanes activos como el Guagua Pichincha (Legrand, 2002)..

Una de las características importantes del proceso de reactivación del volcán Ubinas fue la ocurrencia continua de explosiones, en razón a que el magma al llegar cerca de la superficie se enfriaba rápidamente dando origen a un taponamiento temporal cuya resistencia probablemente era vencida con la acumulación de presión dentro de la cámara magmática. Del total de explosiones, 4 fueron localizadas y presentaron sus epicentros dentro del cráter.

Se espera continuar con el análisis de la información sísmica registrada por la red posterior al día 26 de Abril, tan pronto se disponga de dicha información.

Referencias

- Rivera, M. (2000). Gèneses de magmas émis au cours de la histoire eruptive récent du volcan Ubinas (Pérou meridional): Contribution a l'evaluation des aleas eruptif. Diplome d'etudes approfondies (DEA). 61p., Université Blaise Pascal, Clermont-Fd, France
- Klein, F. (1978). Hypocenter location program Hypoinverse., U.S. Geological Survey, Open File Report., 78-694.
- Legrand, D., Calahorrado, A., Guillier, E. (2002). Stress tensor analysis of the 1998-1999 tectonic swarm of northern Quito related to the volcanic swarm of Guagua Pichincha volcano, Ecuador. Tectonophysics, 15-36.