

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

INFORME DE COMISIÓN DE SERVICIOS:

Análisis en la microsonda electrónica de rocas provenientes de los volcanes Misti y Chachani

Del 31 de marzo – 23 de abril, 2018

POR:

MSc. Rigoberto Aguilar Contreras

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Arequipa, 08 de mayo de 2019

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET realiza investigaciones en las ciencias de la Tierra, entre ellas, la evaluación y monitoreo de peligros geológicos en el territorio nacional, a fin de contribuir con los organismos competentes en materia de ordenamiento territorial, planificación y desarrollo nacional. En el sur del Perú, el INGEMMET realiza estudios multidisciplinarios en volcanes activos y potencialmente activos con la finalidad de determinar la naturaleza, historia y evaluar los peligros volcánicos a fin de reducir el riesgo de desastres causados por la actividad eruptiva o fenómenos asociados.

Durante los últimos años la colaboración con universidades e instituciones de investigación geológica ha permitido la formación de profesionales dedicados a los estudios relacionados al entendimiento de los sistemas volcánicos en el sur del Perú. Los estudios desarrollados por el INGEMMET en temas de volcanes han permitido su posicionamiento y ganar la confianza de la población y autoridades debido a la oportuna entrega de información científica para la gestión del riesgo de desastres.

El Programa para la Atención de Desastres Volcánicos (VDAP) del Servicio Geológico de los Estados Unidos ha sido una institución colaboradora muy importante que ha permitido el crecimiento profesional y de equipamiento para el desarrollo de estudios vulcanológicos en el sur del Perú. Además, la Oregon State University es una institución reconocida internacionalmente en el campo de las ciencias de la Tierra, y su colaboración en los estudios representan un aporte muy significativo para el logro de los objetivos planteados. La participación de estas instituciones, junto con el IRD (Francia) han apoyado para la obtención de un financiamiento para proyectos de investigación básica otorgada por FONDECYT (Convenio N°158-2017-FONDECYT) en el proyecto titulado “Determinación de los periodos de recurrencia y procesos desencadenantes de erupciones explosivas recientes en los volcanes Misti y Chachani: implicaciones en la prevención del riesgo volcánico en Arequipa”, en el cual, el INGEMMET es la institución ejecutora. Los estudios mencionados se encuentran dentro del marco del Proyecto Ga-17D: Estudio de peligros del Complejo Volcánico Chachani”.

En el marco de los proyectos antes mencionados, el USGS envió una carta de invitación para realizar trabajos de análisis con la microsonda electrónica en los Estado. Así mismo, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, a través del informe N° 017-2019-INGEMMET/DGAR, del 27 de febrero del 2019 señala que la participación del suscrito en los estudios indicados, están vinculados a los trabajos del proyecto GA-17D contemplado en al POI 2019 de la DGAR. La participación del suscrito en los trabajos antes mencionados fue autorizada mediante la Resolución de Presidencia N° 033-2019-INGEMMET/PE, para realizarse del 31 de marzo al 23 de abril de 2019.

2. OBJETIVOS

- Realizar un análisis geoquímico puntual *in situ* de las principales facies minerales presentes en los productos de erupciones explosivas del volcán Misti.
- Preparación de secciones pulidas y análisis geoquímico puntual de muestras de domos de lava del complejo volcánico Chachani.

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

3. DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Durante la comisión se realizó netamente trabajos de laboratorio, los cuales son indicados a continuación:

Tema	Actividades
- Análisis petrográfico	<ul style="list-style-type: none"> - Se analizaron 29 secciones delgado-pulidas de erupciones explosivas recientes del volcán Misti. - Se determinaron las principales facies minerales. - Se identificaron los minerales más representativos para ser analizados en la microsonda electrónica. - Se identificaron texturas indicativas de condiciones de equilibrio y desequilibrio en el medio de formación de los cristales.
- Elaboración de secciones pulidas	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizó el corte de 04 muestras de domos coladas provenientes del complejo volcánico Chachani. - Se preparó 12 fragmentos (03 de cada muestra) que fueron insertados en pequeños discos de 3 mm de espesor, y cubiertos con resinas para su fijación. - Se realizó el pulido de las muestras sobre papeles abrasivos de 125, 58.5 y 30.2 μm. Posteriormente, se utilizó polvo de diamante de 21.8, 6, 3 y 1 μm, con la finalidad de obtener superficies completamente lisas y adecuadas para el análisis químico.
- Análisis en la Microsonda electrónica.	<ul style="list-style-type: none"> - Se realizaron análisis en los cristales (feno- y microcristales) de plagioclasa, anfíbol, orto- y clinopiroxeno, biotita, además de vidrio (matriz). - Se analizaron 24 muestras (11 depósitos) de pómez, escorias y cenizas de las erupciones explosivas del volcán Misti, y 04 muestras de domos de lava del complejo volcánico Chachani. El análisis no-destructivo, in situ de los minerales se realizó utilizando una tensión de aceleración de 15 kV y una intensidad de corriente de 15 nA; mientras que, el vidrio volcánico fue analizado utilizando un haz no-focalizado de 5-10 μm, una corriente de 15 kV y una intensidad de 4 nA.

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

4. ITINERARIO

1	31/03/2019	<ul style="list-style-type: none"> Viaje de ida (Arequipa-Lima-Dallas-Portland)
2	01/04/2019	
3	02/04/2019	<ul style="list-style-type: none"> Trabajos de revisión petrográfica de 29 secciones delgado-pulidas de muestras de erupciones explosivas del volcán Misti. Cascades Volcano Observatory – USGS.
4	03/04/2019	
5	04/04/2019	<ul style="list-style-type: none"> Trabajos de preparación (corte y pulido) de muestras de 04 (12 secciones pulidas) erupciones efusivas de los domos de Potrero-complejo volcánico Chachani. Cascades Volcano Observatory – USGS.
6	05/04/2019	
7	06/04/2019	
8	07/04/2019	
9	08/04/2019	<ul style="list-style-type: none"> Viaje de Vancouver a Corvallis. Análisis de cristales de plagioclasas y vidrio volcánico en muestras de secciones delgado-pulidas de 11 erupciones explosivas del volcán Misti y 04 erupciones efusivas de los domos de Potrero (Complejo Volcánico Chachani) utilizando la microsonda electrónica. Laboratorio de Microsonda Electrónica – Oregon State University.
10	09/04/2019	
11	10/04/2019	
12	11/04/2019	
13	12/04/2019	
14	13/04/2019	
15	14/04/2019	
16	15/04/2019	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de cristales de anfíbol, biotita, clinopiroxeno y ortopiroxeno en muestras de secciones delgado-pulidas de 11 erupciones explosivas del volcán Misti y 04 erupciones efusivas de los domos de Potrero (Complejo Volcánico Chachani) utilizando la microsonda electrónica. Laboratorio de Microsonda Electrónica – Oregon State University. Viaje de Corvallis a Vancouver
17	16/04/2019	
18	17/04/2019	
19	18/04/2019	
20	19/04/2019	
21	20/04/2019	
22	21/04/2019	
23	22/04/2019	<ul style="list-style-type: none"> Viaje de retorno (Portland-Dallas-Lima-Arequipa)
24	23/04/2019	

5. RESULTADOS OBTENIDOS

El volcán Misti ha producido varias erupciones explosivas voluminosas desde el Pleistoceno Superior. Muchos de los depósitos de caída de tefra de estas erupciones se encuentran en la ciudad de Arequipa, la cual es la segunda ciudad con mayor población del Perú (~ 1 millón de habitantes). Depósitos de corrientes de densidad piroclástica y lahares, incluyendo la erupción pliniana más reciente son encontradas en zonas pobladas. Estos depósitos, ilustran claramente el peligro que representa el Misti a la ciudad.

Se han identificado 10 depósitos de caída de tefra del Misti, todos estos se encuentran emplazados desde el Plesitoceno Superior, y representan la actividad pliniana y sub-pliniana. La unidad más antigua de éstas, es conocida como La Autopista y la más joven es la producida hace 2 ka.

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

El CV Chachani ha presentado una actividad eruptiva que duró aproximadamente 1 Ma, se pueden distinguir dos periodos marcados por (1) ubicación de los centros eruptivos, (2) el tipo de erupción, y (3) composición de los productos emitidos. El primer grupo de edificios se encuentra alineado en dirección NO-SE, presenta erupciones explosivas y efusivas, y muestra un rango amplio de variación composicional (andesitas basálticas a riolitas). El segundo grupo, está caracterizado por edificios alineados de E-O, con erupciones efusivas, y un rango composicional más estrecho (andesitas – dacitas). La información adquirida hasta el momento indica que los edificios volcánicos en el flanco sur y sureste estuvieron en actividad durante el Pleistoceno Superior, pero se encuentran depósitos emplazados en la parte central del complejo, que sugieren edades más recientes.

Estudio petrográfico de las facies minerales

VOLCÁN MISTI

Las rocas de las erupciones explosivas recientes del volcán Misti, presentan principalmente textura porfírica; con cristales que varían entre 10 a 20 %, matriz de ~ 60-70 % y vesículas de 10 a 30 %. Los minerales constituyentes más abundantes son la plagioclasa, se encuentran también fenocristales de anfíbol y piroxenos.

La **plagioclasa** (~10 vol.%) es la facie mineral más abundante, los tamaños oscilan entre 200 y 500 μm . Se observan al menos dos grupos de cristales (1) fenocristales euhedrales a subhedrales con zonación concéntrica, y (2) fenocristales con formas subredondeadas a causa de la corrosión de los bordes, y en muchos casos presentan texturas en tamiz (sieve) por disolución. Varios de estos cristales se presentan como fragmentos rotos producidos durante las explosiones ocurridas en la erupción.

Los **anfíboles** se presentan como fenocristales subhedrales, miden entre 200 y 500 μm y ocasionalmente algunos miden hasta 2 mm. La mayoría de los fenocristales presentan coronas de reacción, constituida por microlitos de plagioclasa, clinopiroxeno y óxidos de Fe-Ti. En algunos casos fenocristales de anfíbol han sido completamente reemplazados por óxidos formando pseudomorfo formado por cristales de magnetita.

El **clíno- y ortopiroxeno** se encuentra en forma de fenocristales euhedrales y microcristales como parte de la matriz. En muchos casos se encuentran como agregados e intercreciendo con cristales de plagioclasa.

Adicionalmente, se han identificado fragmentos líticos porfíricos, subredondeados; además muestras con bandas de composición y textura diferentes que sugieren la interacción de distintos (textural y/o composicionalmente) cuerpos de magmas.

COMPLEJO VOLCÁNICO CHACHANI

Las rocas analizadas del complejo volcánico Chachani, corresponden a los domos de las erupciones explosivas recientes del volcán Misti, presentan principalmente textura porfírica; con cristales que varían entre 10 a 20 %, matriz de ~ 60-70 % y vesículas de 10 a 30 %. Los

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

minerales constituyentes más abundantes son la plagioclasa, se encuentran también fenocristales de anfíbol y piroxenos.

La **plagioclasa** (~10 vol.%) es la facie mineral más abundante, los tamaños oscilan entre 200 y 500 μm . Se observan al menos dos grupos de cristales (1) fenocristales euhedrales a subhedrales con zonación concéntrica, y (2) fenocristales con formas subredondeadas a causa de la corrosión de los bordes, y en muchos casos presentan texturas en tamiz (sieve) por disolución. Varios de estos cristales se presentan como fragmentos rotos producidos durante las explosiones ocurridas en la erupción.

Los **anfíboles** se presentan como fenocristales subhedrales, miden entre 200 y 500 μm y ocasionalmente algunos miden hasta 2 mm. La mayoría de los fenocristales presentan coronas de reacción, constituida por microlitos de plagioclasa, clinopiroxeno y óxidos de Fe-Ti. En algunos casos fenocristales de anfíbol han sido completamente reemplazados por óxidos formando pseudomorfos formados por cristales de magnetita.

El **clino- y ortopiroxeno** se encuentra en forma de fenocristales euhedrales y microcristales como parte de la matriz. En muchos casos se encuentran como agregados e intercreciendo con cristales de plagioclasa.

La **biotita** (5 vol.%) presenta formas euhedrales y subhedrales, miden entre 300 y 800 μm . Muchos de estos cristales tienen coronas de reacción constituidas por microlitos de plagioclasa y clinopiroxeno.

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

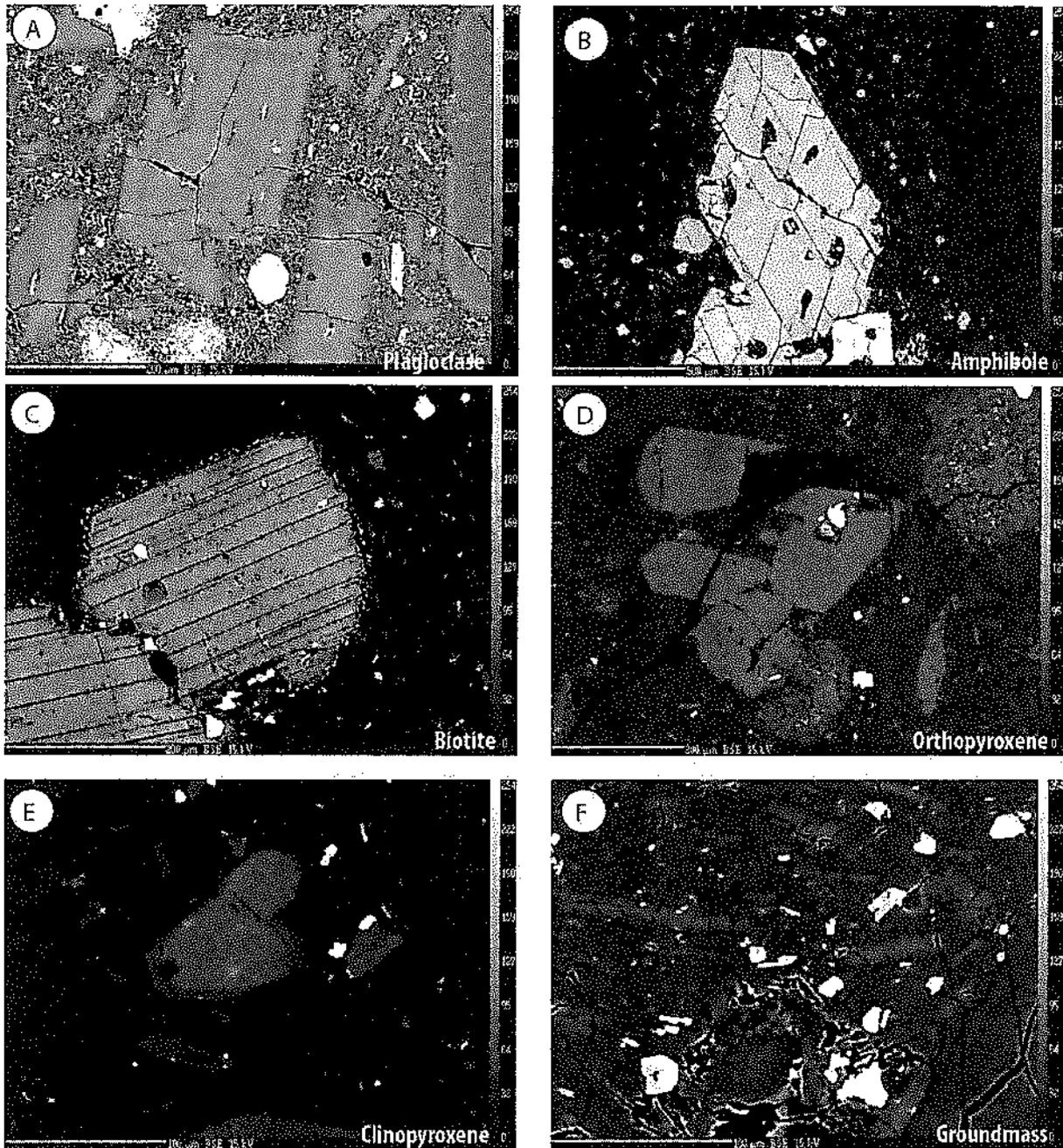


Fig. 2 a) Fenocristal de plagioclasa con zonación concéntrica, b) Fenocristal euhedral de anfíbol en intercrecimiento con biotita, c) fenocristal de biotita con borde de reabsorción, d) microcristales de ortopiroxeno y cristales de anfíbol completamente disueltos y recrystalizados en piroxeno y plagioclasa, e) microcristales de clinopiroxeno y microlitos de anfíbol, f) Matriz altamente cristalina donde se aprecian microlitos de plagioclasas y microcristales de óxidos.

- Estudio mineralógico

Las muestras fueron analizadas en la microsonda electrónica CAMECA SX100. Para los minerales se utilizó una tensión de aceleración de 15 kV y una intensidad de corriente de 15 nA, mientras que para los vidrios analizados se utilizó un haz defocalizado de 5-10 μm , una

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

corriente de 15 kV y una intensidad de 4 nA. Se han analizado muestras de 11 depósitos (24 muestras) de erupciones explosivas recientes del volcán Misti y 4 erupciones del CV Chachani. **La comisión estuvo enfocada en el análisis de las muestras. Actualmente se cuenta con la base de datos de resultados preliminares y requiere de un control de calidad previo. El procesamiento detallado y las interpretaciones de los resultados se realizará posteriormente.**

6. CONCLUSIONES

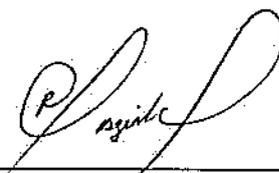
- Realizar los análisis de microsonda en muestras de erupciones explosivas recientes del volcán Misti y erupciones efusivas del CV Chachani, permitió conocer la composición mineralógica y la composición química de dichos minerales. La finalidad del análisis fue de estudiar el comportamiento y las variaciones composicionales en el tiempo.
- El análisis detallado de los resultados obtenidos permitirá identificar los procesos magmáticos que desencadenaron las erupciones recientes en el volcán Misti y el CV Chachani, y conocer la historia de estos procesos registrados en los minerales constituyentes.

7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios petrológicos en más muestras del CV Chachani para entender de manera global la evolución de este complejo volcánico y conocer los escenarios en caso ocurra una reactivación eruptiva.
- Se recomienda correlacionar los estudios petrológicos y mineralógicos con métodos geofísicos que permitan conocer de mejor manera el estado actual de estos sistemas volcánicos.
- Se recomienda que el INGEMMET continúe apoyando la colaboración con instituciones de investigación quienes cuentan con equipos tecnológicos de última generación, y apoyar a los profesionales en la participación y capacitación continua ya que esto permitirá obtener resultados de calidad en beneficio de la institución y el país.

8. PRESENTACIÓN TÉCNICA

Por coordinación con la Unidad de Relaciones Institucionales se tiene previsto realizar una presentación en la sede central del INGEMMET, el día **05 de julio del 2019**.



MSc. Rigoberto Aguilar Contreras

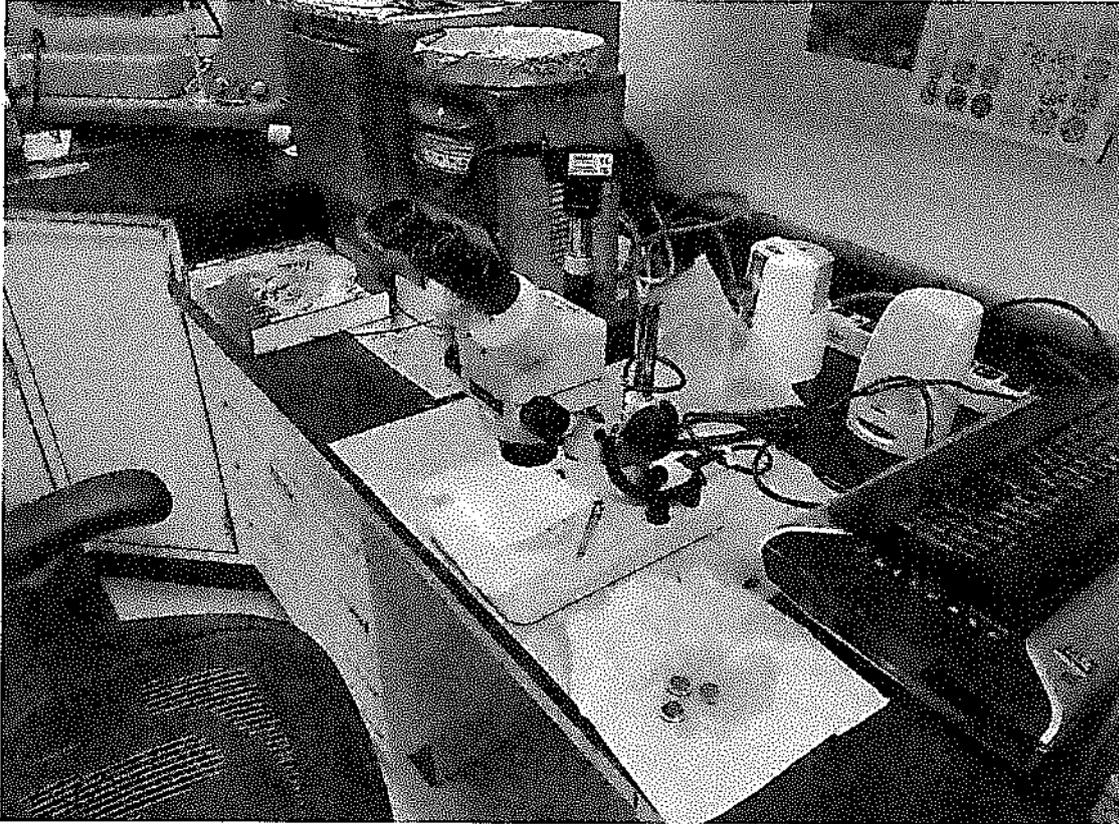
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

ANEXO: Fotografías



Muestras seleccionadas de los Domos Potrero (CV Chachani) para la preparación de secciones pulidas.

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

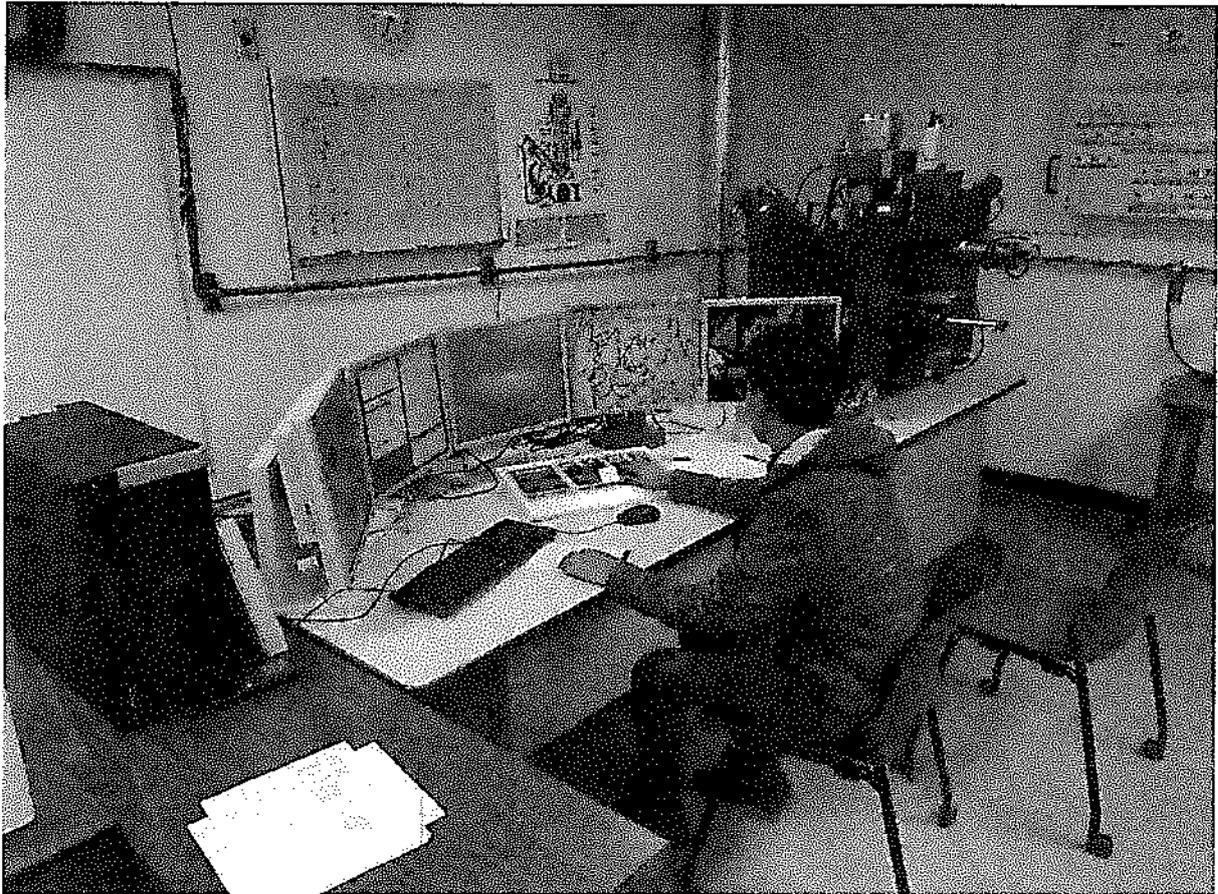


Laboratorio de preparación y prueba de muestras para la microsonda electrónica (USGS)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												

Programación de uso de laboratorio de Microsonda Electrónica, Oregon State University.

“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”



Utilización de la microsonda electrónica para el análisis de la composición química puntual de los minerales constituyentes de las muestras del volcán Misti el CV Chachani (Laboratorio de Microsonda Electrónica, Oregon State University).