

# INVESTIGACIÓN DE LA ACTIVIDAD VOLCANICA EN TACNA

Jorge Barriga Gamarra <sup>1</sup>

Federico Yabar Peralta <sup>2</sup>

## RESUMEN

El proyecto trata sobre el monitoreo de la actividad volcánica en el Departamento de Tacna. Mediante el análisis físico-químico de sus fuentes termales, se definen las zonas volcanogénicas o focos magmáticos y, posteriormente, se diagnostica el estado de su reactivación. Por el momento los volcanes son focos contaminantes de las cuencas hidrográficas Locumba, Sama, Caplina y Río Maure.

La Universidad Jorge Basadre Grohman, a través de su Instituto de Investigación Sísmica y Geotécnica, en coordinación con sus homólogos: Instituto Geofísico del Perú - Arequipa, ORSTOM de Francia y el Instituto Geoquímico de Palermo de Italia, investiga la reactivación de los volcanes.

## ABSTRACT

The project monitors the Volcanic activity in the Department of Tacna; by means of the physical and Chemical analysis of their thermal sources, to define the volcanogenic or magmatic focuses, and, later on, to diagnose the state of their reactivation; at the moment the volcanos are polluting points of the hidrographic basins of Locumba, Sama, Caplina and Río Maure.

The University Jorge Basadre Grohman, through their Institute of Seismic and Geotechnic Investigation, in coordination with their partners the Geophysical Institute of Peru - Arequipa, ORSTOM of France and the "Instituto Geoquímico" of Palermo of Italy is investigating the reactivation of volcanos.

HEMEROTECA CENTRAL UNIBG

## 1. ANTECEDENTES

América del Sur está conformada por más de 2 000 volcanes identificados a lo largo de la Cadena de Los Andes. En estas dos últimas décadas viene reactivándose en sus cuatro zonas volcanogénicas que son:

- Colombia - Ecuador.
- Sur del Perú, Norte de Chile, Nor Oeste de Argentina y Oeste de Bolivia.
- Centro de Chile y Oeste de Argentina.
- Sur central de Chile

Entre los principales volcanes reactivados son el Nevado Ruiz 1985, Volcán Caleras 1989, ambos en Colombia. Popocatepel, México 1995 y 1997. Lonquimay y Ojo Salado, en Chile.

En Perú la mayor actividad volcánica Plio Pleistocénica, se encuentra ubicada en la parte norte de la segunda zona volcánica ubicada entre Arequipa y Tacna, con 402 estructuras volcánicas inventariadas por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Abril 1998), que son: Tacna con 64 volcanes, Puno con 57, Moquegua con 23, Cuzco con 57 y Arequipa con 256 volcanes.

<sup>1</sup> Ingeniero Geofísico.

<sup>2</sup> Ingeniero Químico.



Las últimas manifestaciones volcánicas en Perú corresponden a los volcanes: Sabancaya en 1990, que inició expulsando a la atmósfera columnas de vapor y cenizas a varios kilómetros de altura. Desde entonces su actividad persiste, alternando periodos de intensa actividad y calma relativa, con tendencia a disminuir progresivamente. Otros volcanes se encuentran en plena actividad fumarólica como el Misti en Arequipa; Huaynaputina y Ubinas en Moquegua, Tutupaca y Yucamani en Tacna; la mayor manifestación volcánica es el hidrotermalismo, que en algunas oportunidades se presenta a varios Kms. del aparato volcánico.

En la historia volcánica de Tacna está registrada la última actividad del volcán Tutupaca el año 1787, descrito por J.D. Zamácola y Jáuregui en 1804, quien indica que las cenizas y el ruido alcanzaron 100 leguas. En la actualidad se encuentra en su fase fumarólica, que normalmente se incrementa en los meses de julio a setiembre (Versión del poblador Candaraveño).

Considerando las experiencias volcánicas vividas por México, Colombia, Chile entre otros, es muy importante estudiar toda forma de manifestación volcánica, como son la actividad fumarólica y las fuentes hidrotermales ubicadas en la cadena occidental de los andes, conocido también como Volcánico Barroso, que permitirá definir los focos magmáticos, para luego iniciar con el control o monitoreo sismo volcánico.

## 2. LOS VOLCANES

Un volcán en la acumulación sucesiva de los flujos de magma o lava que puede ser de carácter ácido o básica. Las erupciones volcánicas en Perú, como todo volcán de subducción, son de tipo ácido, caracterizada por su alta viscosidad y generar erupciones explosivas de tres tipos:

**Erupciones Peleanas.** Se caracterizan por el lento flujo del magma, que al condensarse podrían taponar el cráter dando lugar a fuertes explosiones de nubes ardientes y fragmentos de rocas con lava, luego descienden por las pendientes como avalanchas a velocidades hasta 100 Kms. por hora.

**Erupciones Plinianas.** Tienen la peculiaridad de emitir las partículas de magma pulverizada dentro del gas volcánico caliente y pueden ascender hasta 40.000 metros de altura manteniéndose en suspenso varias horas; al cesar el flujo de magma cae la lluvia de ceniza y piedra pómez. Considerando las narra-

ciones sobre las explosiones de volcanes en Perú, pertenecen a este tipo de erupción los volcanes de Huaynaputina y Tutupaca.

**Erupción Volcaniano.** Son similares al Pliniano y afectan el sector del cráter, las explosiones son repetidas a intervalos constantes, como es el caso del Volcán Sabancaya.

## FORMACIÓN DE LOS VOLCANES

Los volcanes son una consecuencia de la tectónica de placas que se manifiestan en sus límites. Los volcanes tienen dos tipos de formación:

**a) La primera** está referida al volcanismo que se origina en la zona de distensión, donde las placas se alejan entre sí, por efecto de las corrientes convectivas, facilitando el ascenso del magma fluido que proviene del manto y da origen a los conos volcánicos como el del Océano Atlántico y otros. Estos volcanes emiten magma de carácter Básica y se caracterizan por sus emisiones de flujo de lava como las de Hawai.

**b) La segunda** zona está referida a las placas que colicionan entre sí, como las placas de Nazca y Continental. La primera se introduce por debajo de la segunda. La placa que se introduce hasta una determinada profundidad, se deshidrata rápidamente, el vapor de agua a alta temperatura ayuda a fundir las rocas. Por esta razón los volcanes de continente son más explosivos

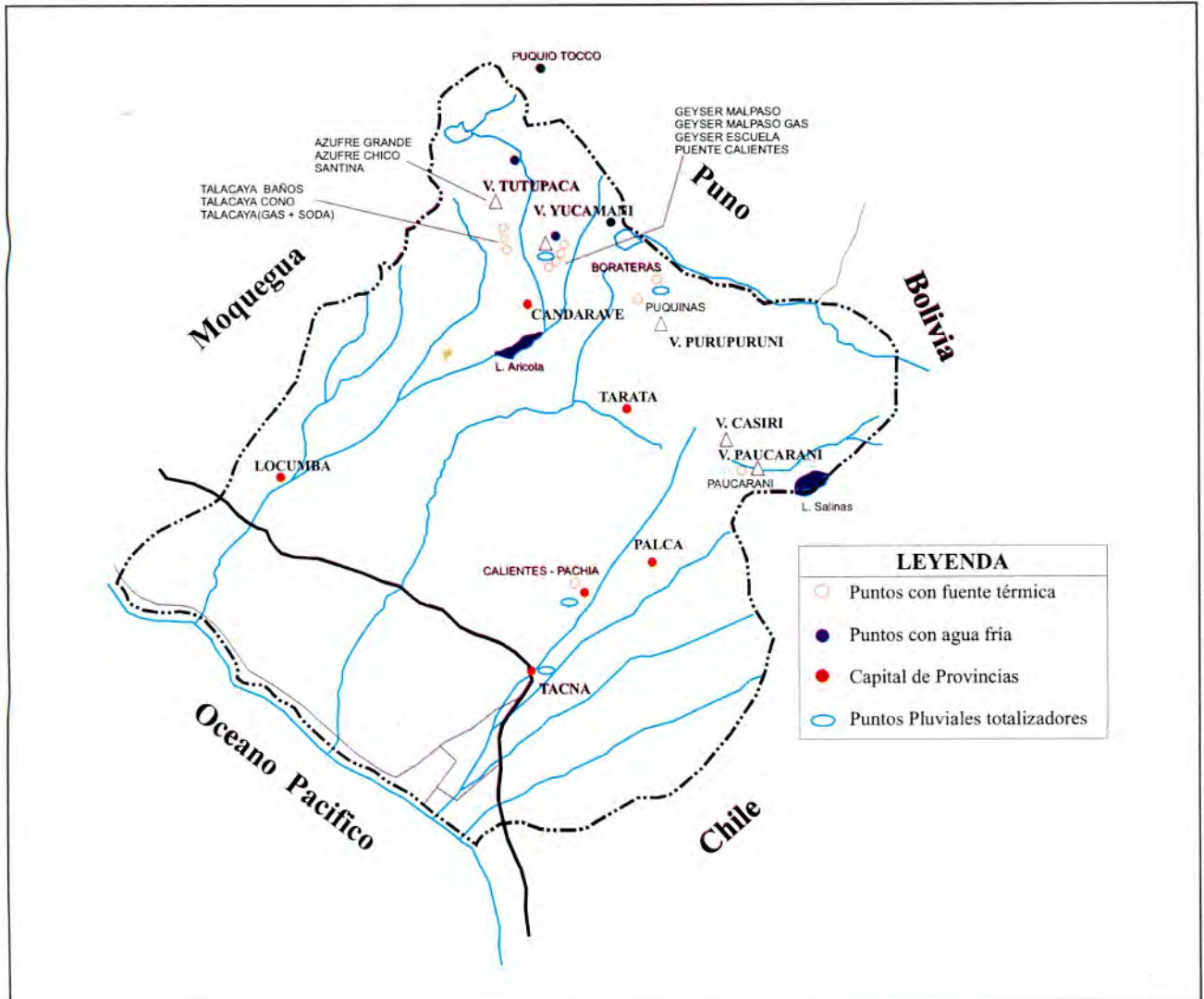
## 3. ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El área de investigación en la primera etapa comprendió a los volcanes de Tutupaca y Yucamani en Candarave, lugares en los que se han tomado muestras de las fuentes hidrotermales y gases.

El resultado de los análisis conllevaron a ampliar el área de investigación en forma regional, En la actualidad el área de investigación involucra la Cadena Occidental de los Andes circunscrito al departamento de Tacna. Comprende la Cadena Volcánica del Barroso puntualizando las zonas volcánicas con manifestaciones fumarólicas y térmicas, como los volcanes de Tutupaca, Yucamani, ubicados a 40 y 25 Km del pueblo de Candarave; Purupuruni ubicado aproximadamente a 70 Km. de Tarata, y Casiri, con Paucarani, ubicados a 50 y 70 Km. respectivamente de Palca.



## Ubicación de Volcanes y Fuentes Termales de Tacna.



## 4. TOMA DE MUESTRAS

La primera campaña de toma de muestras fue realizado en setiembre de 1997, obteniendo muestras de las principales fuentes de gases e hidrotermales existentes en las inmediaciones de los volcanes de Yucamani y Tutupaca. Las medidas de los parámetros físico químicos de temperatura, conductividad eléctrica y pH de las aguas se realizaron in situ con equipos digitales y rayos laser.

Considerando los resultados preliminares del primer muestreo, se ha visto la necesidad de ampliar el área de monitoreo hacia los volcanes de Purupuruni, Casiri y Paucarani; con la finalidad de identificar adecuadamente los focos térmicos de cada volcán.

## 5. INTERPRETACIÓN

Las fuentes termales ubicadas en las faldas del volcán Yucamani, son las más calientes con temperaturas 77,8 a 87,98°C, en algunas fuentes se presentan como géiseres y pertenecen a la familia química de aguas cloruradas sódicas, fuertemente mineralizadas con gran predominio de sodio y cloruro por encima de los demás iones, con un elevado contenido de litio y bromuro

Las fuentes termales que se encuentran al pie del volcán Tutupaca, pertenecen a dos grupos de familias químicas denominadas Azufre Grande, Azufre Chico y Santina. Debido a la presencia del azufre nativo son aguas pertenecientes a la familia química de las

sulfatadas cálcicas, sulfatadas sódicas y sulfatadas magnésicas, con grán predominio del ión sulfato sobre los demás iones. Su temperatura oscila entre 45,6 a 80, 8°C, son aguas también muy mineralizadas.

El otro grupo de aguas termales denominadas Baños Tacalaya, también se encuentran al pie del Volcán Tutupaca. Son aguas que pertenecen a la familia química mixta bicarbonatada sódica y clorurada sódica predominando el sodio, marcadamente sobre los demás iones. También presentan un regular contenido de litio y bromuro.

El ion común en estas tres familias químicas donde se presentan en altas concentraciones, es el sodio, debido a su gran solubilidad en agua caliente. (ver cuadro 1).

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**FRANCOIS LEGROS.** Volcanes activos del Perú.

**INGEMMET 1997.** Inventario de Volcanes en el Sur del Perú.

**Revista de COIN/UNJBG.** Ciencia y Desarrollo Abril 1996.

## 6. RESULTADOS

- La interpretación de los resultados de la primera campaña concluye, que el área de investigación volcánica es muy pequeña y es necesario ampliar hasta la frontera con Chile, para definir los focos magmáticos que contaminan a las cuencas hidrográficas de Locumba, Sama, Caplina, Uchusuma y el río Maure.
- Los volcanes de Tutupaca, Yucamani y Purupuruni guardan un alineamiento simétrico, que estarían relacionados a una estructura geológica profunda, con acimut donde se ubican los volcanes. Esta hipótesis debe ser aclarado con los resultados de los análisis de las muestras obtenidas en setiembre de 1998.
- Las aguas meteóricas infiltradas a profundidad en las zonas de volcanismo, llegan a temperaturas de 250°C, disminuyendo a medida que se aproximan a la superficie terrestre y afloran a temperaturas de ebullición 83 a 88°C.

**Seminario Latinoamericano.** Volcanes Sismos y Prevención. Noviembre de 1996.

**SOLEDAD CUSICANQUI.** Candarave, Memorias y Pasión de una. Provincia Andina.

**Varios Informes** técnicos del Proyecto especial Tacna.

*Cuadro 1. Resultado del Análisis Químico.*

Muestra	Fam. Quím.	T°C	meq / L.										
			LI	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	NO3	SO4	HCO3
Gayser Escuela	CINa	87,98	5,24	35,1	1,6	0	1,48	3,42	28,65	5,99	25,42	3,03	3,4
Gayser Malpaso	CINa	77,8	8,21	58,45	3,8	0	1,58	4,18	57,01	3,04	9,3	2,27	2
Gayser Malpaso	CINa		8,56	56,83	3,36	0	1,41	3,61	56,2	3,6	18,6	2,39	1,4
Puente Calientes	CINa	82,85	6,83	50,69	1,42	0	1,59	1,33	47,4	4	0	2,88	1,8
Azufre Chico	SO4Ca-Na	60	0,17	6,93	0,54	4,04	7,78	5,7	4,27	0,62	9,3	20,25	0
Azufre Grande	SO4Na-Ca	45,6	0,76	8,59	0,59	3,52	7,61	5,13	4,68	0,72	13,02	20,5	0
Santina	SO4Mg-Ca	80,8	0	4,08	0,44	7,74	7,55	3,99	0,92	1,68	11,78	7,37	0
Reservorio Tinti	CINa		0,32	6,2	0,45	1,68	3,4	0,36	4,35	0,56	13,02	4,25	2,1
Tacalaya	CINa-HCO3		1,52	25,86	1,14	0,63	1,93	0,93	9,87	1,84	13,64	6,76	9,6
Tacalaya Cono	HCO3 CINa		1,59	27,9	1,4	0,78	2,18	0,78	10,51	1,6	14,88	7,26	10,7
Tacalaya Baños	CINa-HCO3		1,38	21,87	1,02	0,47	1,9	1,03	8,25	2,48	13,64	6,28	7,5