

# ESTUDIO SOBRE ALGUNAS AGUAS MINERALES

EN EL ECUADOR

POR LUIS DRESSEL, S. J.

PROFESOR DE QUÍMICA Y GEOLOGÍA EN QUITO.

(Continuación).

## NONO.

A la distancia de 1 hora del pueblo Nono, á  $1\frac{1}{2}$  horas del pueblo de Calacalí y á  $2\frac{1}{2}$  horas del pueblo de Cotocollao está en medio de un campo idílico la casa de la hacienda del Señor Manuel de Ascásubi, llamada "del Nono". Encerrado en derredor por las faldas de los cerros se extiende un pequeño llano verde, alegre y tranquilo al que bajan vallecitos de todos lados en contorno y por cuyo centro serpentea un riachuelo de agua pura y fresca. En este paisaje encantador rico con vertientes de aguas potables ordinarias, no faltan tampoco las minerales.

Hay de ellas dos grupos. Dos fuentes, las principales, se hallan un poco más abajo en la quebrada denominada "Caparosa", por la cual desciende el riachuelo al salir de los prados mencionados. Su nombre es sin duda debido á los depósitos de ocre. Parece que en tiempos anteriores estas aguas depositaron mucha cal, "Licamancha": á lo menos atribuyo tal origen á los depósitos de cal que se encuentran en ambas laderas de la quebrada. El fenómeno es muy parecido al que ofrece la Calera de Machachi.

Otro grupo de cuatro fuentes se halla en el potrero casi en frente de la casa.

### 1.º FUENTES DE LA QUEBRADA CAPAROSA.

La primera á que se llega al salir de la casa es llamada "agua de Caparosa". Nace con fuerza y en grande abundancia al pie de una caída casi vertical, á distancia de sólo 3 pies del filo del torrente. Anteriormente salía por un orificio del peñasco que está más arriba, y aún en el día se distingue manifiestamente, que subía entonces primero el agua dentro de la roca y caía después en chorro hacia el río. Los indios me dijeron, que con el temblor

de Ibarra se había cambiado el punto de salida. El mismo temblor destruyó también la casa antigua de la hacienda.

El agua hierve al prorumpir de la peña por el mucho gas ácido carbónico que desprende. También despidе algo de ácido sulfhídrico como lo prueba claramente el olor. En el agujero de la antigua salida recogí unos polvos amarillos, que examinados químicamente manifestaron ser azufre casi puro. Según esto creo que los gases aún hoy día escapan en parte por el conducto anti-guo como por una chimenea.

El agua es clara, más deposita en su corto curso hasta el río, además de ocre, una materia rojiza blanca. Su temperatura es de 28,7° al paso que la del río á las dos de la tarde no subía á más de 15,8°. El sabor es ferruginoso acidulado, la reacción al principio ligeramente ácida, después alcalina. Guardando el agua por algunos días en una botella bien tapada, se depositó casi la mitad del hierro y corta cantidad de carbonato de calcio.

En 1 litro de agua existen:

I		II	
Sulfato de potasio.....	rastros	Sulfato de potasio.....	rastros.
Clorido de potasio.....	0,0052	Clorido de potasio.....	0,0052
Clorido de sodio.....	0,9042	Clorido de sodio.....	0,9042
Carbonato de sodio.....	0,3089	Bicarbonato de sodio.....	0,4894
Carbonato de calcio.....	0,3696	Bicarbonato de calcio.....	1,4067
Carbonato de magnesio.....	0,3958	Bicarbonato de magnesio.....	0,6885
Carbonato de hierro.....	0,0494	Bicarbonato de hierro.....	0,0773
Fosfato de aluminio.....	rastros	Fosfato de aluminio.....	rastros
Silice.....	0,1570	Silice.....	0,1570
Suma.....	2,6901	Suma.....	3,7283
Acido carbónico semiñjado.....	0,7368	Acido carbónico libre.....	1,3926
Acido carbónico libre.....	1,3926	Suma.....	5,1209
Suma.....	4,8195		

Pertenece el agua de Caparosa á la clase de las ferruginosas terroalcalinas y es muy rica en sustancias, puesto que las aguas ferruginosas por lo regular no suelen tener mucha sustancia disuelta.

Algo más abajo hay otra fuente que llamaremos "del Molino" por estar al lado del que tiene la hacienda. Es del mismo carácter que la fuente de Caparosa, sólo es más rica en hierro, lo que se deduce de que el sedimento de ocre es más voluminoso. Tampoco da tanta cantidad de agua como la superior. Su temperatura es de 22,5°.

## 2º LAS FUENTES DEL POTRERO.

En medio del potrero hay un estanque extenso casi circular, que debe su origen á muchas fuentes minerales que brotan en su

fondo, el diámetro será de unos 9 metros y la profundidad en algunos puntos puede llegar á  $1\frac{1}{2}$  metro. El agua es turbia á causa del sesquióxido de hierro, que constantemente se aísla. En muchos puntos suben sin cesar burbujas abundantes de gas ácido carbónico con rastros de ácido sulfhídrico. La temperatura de agua es de  $27,5^{\circ}$ .

Este estanque es un magnífico baño natural de agua termal y mineral.

Hay además otros dos basines pequeños de agua análoga; cerca del caserío, inmediatos al riachuelo; pero su agua es clara. Desprenden igualmente mucho ácido carbónico aunque libre de ácido sulfhídrico. El sabor del agua es ferruginoso acidulado; la temperatura en la de más arriba es de  $25,^{\circ}$  en la inferior de  $23,7^{\circ}$ .

En fin hay una cocha de la misma agua cerca del camino que conduce á la casa, la agua es muy impura y sucia y de un calor de  $22,5^{\circ}$ .

Para el análisis se cogió el agua del basín superior y se obtuvo el resultado siguiente:

En 1 litro de agua hay:

I		II	
Sulfato de potasio.....	0,0226	Sulfato de potasio.....	0,0226
Sulfato de sodio.....	0,0007	Sulfato de sodio.....	0,0007
Clorido de sodio.....	0,6304	Clorido de sodio.....	0,6304
Carbonato de sodio.....	0,3344	Bicarbonato de sodio.....	0,5300
Carbonato de calcio.....	0,5064	Bicarbonato de calcio.....	0,8203
Carbonato de magnesio.....	0,2599	Bicarbonato de magnesio.....	0,4518
Carbonato de hierro.....	0,0219	Bicarbonato de hierro.....	0,0336
Fosfato de aluminio.....	0,0090	Fosfato de aluminio.....	0,0090
Sílice.....	0,1320	Sílice.....	0,1320
	<hr/>		<hr/>
Suma.....	1,9173	Suma.....	2,6304
Ácido carb. semifijado.....	0,5060		
	<hr/>		
Suma.....	2,4233		

Según este resultado, las aguas del potrero son del mismo carácter que las de la quebrada Caparosa: aunque son más pobres en sustancias y con la especialidad de tener un poco más de sulfatos alcalinos pero menos de carbonato de sodio, de calcio y de hierro.

### OTAVALO.

En el pueblo de Otavalo y sus alrededores se hallan varios manantiales y baños termales. Son los de más renombre los de

Yanayacu en San Juan, y los de Punyaro, ambos en el mismo pueblo, y el Salado, á la orilla del río blanco, que dista de Ota-  
valo una legua.

FUENTE "YANAYACU".

Su agua es ferruginosa como se nota ya por el sabor característico, ya por el depósito de ocre que deja en todo su curso sobre los objetos que baña. Desprende notable cantidad de ácido carbónico. La cantidad de agua se puede calcular en 2 pajas; pero poco más abajo ya es mucho mayor por unirse á ella la de muchísimas vertientes, que parecen ser de calidad semejante; pues, aunque les falte el desprendimiento de gas, depositan hierro en forma de ocre, tan luégo como salen á la superficie. La temperatura de la fuente principal es de 26,2° y es muy notable el aumento de calor que se siente en el punto de la salida del agua. La reacción es ácida al principio, pero después de volatilizado el ácido carbónico libre se pone alcalina; el sabor es ferruginoso. Dentro del agua se siente el ardor, que causa la mostaza debil.

Composición del agua en un litro:

I	II
Sulfato de potasio.....0,0047	Sulfato de potasio.....0,0047
Sulfato de sodio.....0,0026	Sulfato de sodio.....0,0026
Clorido de sodio.....0,0383	Clorido de sodio.....0,0383
Carbonato de sodio.....0,3344	Bicarbonato de sodio.....0,5300
Carbonato de calcio.....0,2801	Bicarbonato de calcio.....0,4537
Carbonato de magnesio....0,5004	Bicarbonato de magnesio..0,8697
Carbonato de hierro.....0,0233	Bicarbonato de hierro....0,0358
Fosfato de aluminio.....0,0015	Fosfato de aluminio.....0,0015
Silice.....0,0207	Silice.....0,0207
Suma.....1,2060	Suma.....1,9570
Acido carbónico semifijado0,5329	
Suma....1,7389	

El agua del Yanayacu pertenece á la clase de las aguas ferruginosas tierroalcalinas. Sinembargo su composición se acerca mucho á la de las ferruginosas alcalinas.

FUENTE PUNYARO.

Esta fuente es notable por la grande cantidad de agua, que brota de abajo arriba en la parte superior del pueblo. Cálculase en más de 1 molino de agua. No se nota desprendimiento de gases; la reacción es nula: sólo al evaporar el agua se pone algo alcalina. La temperatura es de 12,5°.

Resulta del análisis, que en 1 litro de agua hay:

I	II
Clorido de sodio..... rastros	Clorido de sodio..... rastros
Sulfato de calcio..... 0,0047	Sulfato de calcio..... 0,0047
Carbonato de calcio..... 0,0603	Bicarbonato de calcio..... 0,0976
Carbonato de magnesio... 0,0239	Bicarbonato de magnesio.. 0,0416
Óxido de aluminio..... 0,0032	Óxido de aluminio..... 0,0032
Sílice..... 0,1040	Sílice..... 0,1040
Suma..... 0,1961	Suma..... 0,2511
Ácido carb. semifijado... 0,0320	
Suma..... 0,2281	

Tal composición no permite considerar el agua de Punyaro como agua mineral. No es otra cosa que *agua común* y además de no muy buena calidad por constar únicamente de sales de calcio y magnesio.

### 3º El SALADO.

El manantial está situado con muchísimos otros de la misma naturaleza en las orillas del cauce de Río blanco, próximo al camino de Otavalo á Cotacachi. La cantidad de agua que dá será  $\frac{1}{2}$  paja. Es clara, de reacción alcalina y de un calor de 30,6°. Por oscurecerse el papel impregnado de sal de plomo en el agua, se deduce que tiene algo de ácido sulfídrico. El gas sale en varios puntos con mucha fuerza, principalmente por debajo de la peña. El agua del Salado, así se vuelve pronta lechosa. También deposita en su curso un sedimento amarillento blanquizco y es de creer que el Río blanco debe su color característico á las partículas suspendidas, que se aíslan del agua de estas fuentes situadas en sus orillas.

En el Salado se nota un fenómeno digno de llamar la atención.

El ganado vacuno bebe su agua con preferencia á la del río; pues pasa primero por éste, y no bebe sino llegando al Salado (1).

Composición en 1 litro de agua:

I	II
Sulfato de potasio..... 0,0016	Sulfato de potasio..... 0,0016
Sulfato de sodio..... 0,0175	Sulfato de sodio..... 0,0175
Clorido de sodio..... 0,6413	Clorido de sodio..... 0,6413
Carbonato de sodio..... 1,2874	Bicarbonato de sodio..... 2,0404
Carbonato de calcio..... 0,5117	Bicarbonato de calcio.... 0,8289
Carbonato de magnesio... 1,0256	Bicarbonato de magnesio.. 1,6826
Carbonato de hierro..... 0,0526	Bicarbonato de hierro.... 0,0807
Sílice..... 0,1812	Sílice..... 0,1812
Suma..... 3,7179	Suma..... 5,4742
Ácido carbónico semifijado 1,3166	
Suma..... 5,0345	

(1) La misma observación se ha hecho en los departamentos de Puy-de-Dôme y Allier en Francia, ricos en fuentes aciduladas. Una vez que el ganado ha gustado su agua, busca después con afán la misma y viene de lejos para beberla. Sin embargo allá se dice que con el uso frecuente de tales aguas los animales enflaquecen.

El agua del Salado es por lo tanto *ferruginosa alcalina* y es notable por la cantidad de bicarbonato de sodio.

### PALMIRA.

Al pie de la falda S. O. del Pichincha, muy cerca de la confluencia del río "Cinto" ó "Palmira", que baja del pueblo de Lloa, y del torrente "Pugnagua" que á su vez desciende directamente del Pichincha, en frente de la casa de la hacienda Palmira, hay unos potreros poco extensos pertenecientes á la hacienda de las monjas de Santa Clara. Al extremo de uno de ellos, en un rincón rodeado de peñas brotan unas doce fuentes de agua termal poco distantes unas de otras. La más retirada llena un baño estrecho. Llámase el conjunto de todas ellas "los baños".

Difieren las fuentes algo en su composición y temperatura. Esta varía entre  $30^{\circ}$  y  $40^{\circ}$ , y la diferencia de aquella se manifiesta visiblemente en los sedimentos de ocre. Pues unas depositan una cantidad verdaderamente extraordinaria, otras casi nada; el color de unos sedimentos es amarillento blanquizco, el de otras rojizo y hasta pardusco según predomina la cal ó el sesquióxido de hierro. El desprendimiento de gas ácido carbónico es igualmente de diferente energía, y parece que en unas fuentes el gas encierra algo de ácido sulfhídrico. Esta notable diferencia entre manantiales tan inmediatos la atribuyo en parte á que se mezcla agua común en diferentes proporciones con algunas de las fuentes.

La cantidad de agua que dan todas las fuentes juntas la calculo en 6 á 8 pajas. Sería muy fácil formar unos baños excelentes reuniendo las aguas de igual carácter en un depósito. El clima del lugar es muy suave y abrigado por estar ya bajo, á la altura de 2714 metros y protegido en el circuito por montañas altas contra los vientos.

Lo que en los baños llamó particularmente mi atención fué un color sumamente pronunciado de petróleo (Kerusina) ó de brea, que se percibe en el sitio donde brotan las aguas minerales. Cosa semejante, aunque menos marcada observé hace años en unas fuentes igualmente ferruginosas cerca de Calacalí; y es que allí existe efectivamente á poca distancia de las aguas, una mina pobre de Kerusina. No me fué posible descubrir gotas de aceite mineral en ninguna parte sobre el agua de los baños; advertí además que el olor provenía principalmente de la arena por la cual pasan las aguas, más bien que de la misma agua y del gas. En la superficie de la agua se acumula en varios puntos una masa negruzca verde y pensé que tal vez encierre algo de brea. Mas la falta de olor no era favorable á esta opinión y el examen microscópico me dejó ver que no es otra cosa que un agregado de confervas con pocas diatomeas, ambos organismos vegetales. No me alcanzó el tiempo para poder investigar más profundamente el fenómeno;

pero no me parece improbable que aún aquí en los Baños existan capas impregnadas de Kerusina como las de Calacalí.

El agua de todas las fuentes es clara, de sabor ferruginoso más ó menos acidulado, de reacción alcalina. Aunque no se hizo un análisis cuantitativa, puedo sin embargo, fundándome en los ensayos cualitativos, calificarla con certeza como agua *ferruginosa alcalina*. Evaporándola sobre el baño de agua, un litro de agua dejó un residuo blanco de 2,098 gr. cuyo extracto acuosa era notablemente alcalino. Tratándole por ácidos entró en viva efervescencia, prueba de que consta esencialmente de carbonatos. Además se averiguó que el agua es rica en clorido de sodio, carbonato de calcio y magnesio y sílice, pero carece del todo de los sulfatos.

### QUILOTOA.

Cerca del pueblo de Chugchilán, sobre mesetas extensas, con-puestas de tobas volcánicas flojas y deleznales, y atravesadas de muchas quebradas hondas y estrechas, se levanta con majestad el cráter del Quilotoa [Quirotoa], escondiendo no rara vez su cima en las nubes. Se distingue este volcán por muchos respectos de todos los demás del Ecuador: alzáse libremente sobre un terreno relativamente muy llano en medio del valle del Toache; tiene una estructura sumamente sencilla siendo todo el cerro nada más que un cráter simple, hondo y con la considerable abertura de unos 700 metros; la circunvalación craterica en ningún punto se ha abierto; todo el cono truncado no se compone de otro material que de tobas y escorias traquíticas provenientes de repetidas erupciones, faltándole por completo las corrientes de lava. Apesar de esta uniformidad de material, en ningún otro volcán podrá recojer el geólogo con mayor facilidad tanta variedad de traquitas lindísimas en todos los estados posibles de estructura y de desarrollo cristalino. Pero el espectáculo más sorprendente se ofrece cuando por el lado del Norte ó Suroeste se sube á la cima (1). Queda el observador asombrado al ver derepente abrirse á sus pies una inmensa cavidad con caidas casi perpendiculares y en el fondo, á la grande profundidad de 330 metros, un lago tranquilo y misterioso. Esta posición en el borde del cráter no deja de hacer una profunda impresión; la soledad absoluta en una tal altura estéril teniendo ante la vista un principio horroroso, y en los contornos paisajes extensos, variados y encantadores. Al pie del cerro se extiende el valle profundo y ancho del Toache con su laberinto de quebradas. Ciérrale de un lado la cordillera de Chugchilán y Sigchos, y por el otro la de Ganguaje é Isinliví. Tras esta se levantan muy cerca las pirámides del Ilinisa y más distantes las cumbres nevadas del Cotopaxi y Chimborazo; al

(1) En ambos lados se puede subir á caballo hasta al filo sin notable dificultad.

Norte se divisa con toda claridad por el lado del Corazón el cráter del Pichincha.

Sólo por Suroeste se puede bajar sin peligro al nivel del lago; por ser la pendiente menos rápida á causa de un gran derrumbo que se extiende desde el filo superior hasta muy adentro de la laguna, formando una pequeña península. Por este solo punto se puede recorrer una corta parte de la orilla, mientras que todo lo demás del contorno al pie de las peñas es inaccesible.

El agua del lago es clara y transparente aunque vista de arriba siempre aparece con color ya verde, ya seniciento, ya negro ya azul según la posición del espectador y el estado del cielo. En la orilla accesible se nota un lodo negro y pesado que cubre la arena blanca en los pocos puntos donde la laguna no es desde la orilla muy profunda. Es de creer que provenga la materia negra de la descomposición de los vegetales que caen de la pendiente en el agua. En algunos aunque muy pocos lugares, se observa cerca del borde un desprendimiento de gas muy débil é insignificante (1).

Muy sensible es el engaño que sufre el viajero cuando con mucha sed, la que no faltará después de la subida al filo del cráter y la bajada, se acerca á esta agua pura y limpia y al querer saborearla la encuentra fuertemente salada y de un sabor insoportable. No menos curiosa es la circunstancia de que esta cantidad enorme de agua á la altura 3570 metros en donde la temperatura media no pasará de 8°, constantemente se encuentra á la temperatura de 16°.

¿Cómo se ha formado este lago á tanta altura en medio de un cerro tan aislado, y cómo se conserva el agua á nivel casi constante ?

El señor doctor Reiss lo explica de una manera en extremo sencilla: "Las aguas de lluvia, reuniéndose por todos lados y no encontrando salida, llenarán poco á poco el fondo del cráter, formando de esta manera la laguna". Aun es del parecer que por la alta posición del Quilotoa y por la preponderancia de las lluvias sobre la evaporación de las aguas, debería subir constantemente el nivel en el cráter, si no tuviera desagües subterráneos. Pues dice: "Sin los desagües subterráneos debía subir de año en año, como la evaporación en esta altura no puede equivaler al aumento causado por las lluvias; sin embargo existe otra causa que hace levantar poco á poco el nivel del agua, y estos son los

(1) El señor doctor Reiss describe en su carta á S. E. el Presidente de la República "(1873)" este fenómeno de una manera, que hace suponer, que durante su visita al cráter Quilotoa el desprendimiento de gas era más enérgico que en el tiempo en que yo la visité el año de 1876 en el mes de marzo. Tampoco me fué posible percibir el olor del ácido sulfhídrico de que habla la misma carta. Se llenó con el fin expreso de descubrirlo una botella del gas que se desprende del agua, más examinando su olor no hallé nada que recordaba esta sustancia, de la cual no obstante bastan rastros ligeros para manifestarse marcadamente al órgano de olfato. Únicamente en el lodo se podía percibir un olor particular pero distinto de él del ácido sulfhídrico.

muchos derrumbos que bajan continuamente de las peñas llenando el fondo del cráter y disminuyendo de esta manera su profundidad”.

No me parece tan sencilla la explicación del conjunto de los fenómenos que se observan en el Quilotoa. Lo primero que se le ocurre á uno preguntar al leer lo que acabamos de copiar es porque en ese caso los cráteres que se hallen á igual y mayor altura no tienen igualmente sus lagunas? ¿Por qué p. e. en el Tungurahua no la hay? En segundo lugar, dado que la cantidad de agua se explica suficientemente por las lluvias, y que su cráter salino se pueda atribuir á la extracción de las sales de las tobas volcánicas; su temperatura tibia no se explica sin admitir fuentes termales ó á lo menos los vapores de fumaroles en el fondo del lago. Ya que no se puede suponer que el cráter sea como una caldera inmensa en la cual se calienta sobre el horno volcánico el agua de lluvia. El calor volcánico que en un tiempo anterior sin duda calentaba todo el cerro, hoy día se ha retraído á profundidades tales que no le dejan influir sobre dicha agua. Fuera de esto la explicación dada no toma en cuenta para nada la circunstancia del terreno flojo que compone todo el volcán. Consta del mismo material que las mesetas que le circunvolan, las cuales son, como dice el mismo doctor Reiss, por la porosidad de sus capas sumamente permeables á las aguas; de tal suerte que los pueblos edificados sobre ellas suelen sufrir mucho por la falta de agua. En vista de esto parece que lejos de subir, deberían más bien descender las aguas de la laguna; aunque las lluvias sobre el Quilotoa fuesen excepcionalmente abundantes y frecuentes. Más como sin embargo el nivel del lago permanece aproximadamente constante, preciso es que haya alguna causa que impida la permeabilidad del terreno, p. e. la descomposición de las tobas, ó que existen surtidores permanentes que compensen la pérdida causada por la filtración al traves de las capas del volcán. Que existe tal filtración lo prueban los manantiales tibios y salados que hay al pie de las faldas exteriores. (1) Debo sin embargo advertir que no tengo datos suficientes acerca de su número y cantidad de líquido que se rezuma para poderme formar un juicio aproximado sobre lo que de esta manera pierda el lago interior, y es muy factible que las tobas descompuestas por la filtración se hayan transformado en masas muy poco permeables y que así pueda conservarse el lago en su estado normal. Pero sin inquisiciones más exactas nada se puede decir con exactitud absoluta sobre este particular.—Tocante á la evaporación nada se puede deducir de ella, supuesto que crece en la altura y con los vientos que en un punto tan elevado y aislado deben ser frecuentes. Por lo tanto si el lago se alimenta únicamente con las aguas atmosféricas, lo que no quiero negar de una manera absoluta, y si se necesitan

---

(1) Yo no las he visto, pero habla de ellas la carta del doctor Reiss.

para eso abundantes precipitados acuosos meteorológicos, su causa principal se debe buscar en las corrientes de aire que suben por el valle del Toache llevando consigo desde parajes más calientes de la corta humedad en abundancia. Decreciendo la tensión de esta por la rarificación del aire y desenso de la temperatura en las alturas del Quilotoa, se condensa al tocar al centro envolviéndole en nieblas y nubes.

Veamos ya la composición del agua de la laguna.

En 1 litro se halla: (1)

Sulfato de calcio.....	0,5634
Sulfato de potasio.....	0,0479
Clorido de potasio.....	0,0068
Clorido de sodio.....	3,4910
Clorido de magnesio.....	2,0443
Bicarbonato de magnesio.....	0,5803
Bicarbonato de hierro.....	0,0275
Oxido de aluminio.....	0,0538
Sílice.....	0,0918
Suma.....	6,9068

Pertenece el agua del Quilotoa á la clase de *las aguas salobres*. Es muy probable que contenga bromidos y yodidos; mas hechos diversos ensayos no me quedó bastante cantidad de agua, para que los que hice con el objeto de averiguar su presencia pudieran dar un resultado manifiesto.

(Continuará).

[1] He unido el ácido sulfúrico con el calcio y el resto con el potasio; porque la corta cantidad de agua no me permitió determinar, qué cantidad de calcio se precipita al cocer el agua y cuánta se mantiene en solución.