

El volcanismo en Chile

POR EL PROFESOR DR. DON JUAN BRÜGGEN

Por su riqueza en cerros volcánicos y por la extensión de los terrenos cubiertos por lavas, Chile ocupa un lugar prominente entre los países del mundo.

Desde la Antártida, donde la isla Decepción con sus exhalaciones de gases calientes, es un volcán activo, los volcanes continúan por toda la Patagonia, cuyo volcán en actividad más austral es el Monte Burney. En una longitud total de Chile de 4,000 Km. se reparten 37 volcanes activos, sin contar las islas volcánicas. Pero el número de los grandes conos volcánicos, aparentemente apagados, como el Longaví, Copiapó, Socompa, etc., es seguramente muy superior a la cifra 1,000.

Los volcanes de Chile pertenecen al gran círculo de fuego que rodea al Océano Pacífico en todo su contorno, pasando por la Cordillera de los Andes de ambas Américas, continuando después por las islas Aleutas y Kuriles, Japón, etc., hasta Nueva Zelanda. Casi 75% de los volcanes activos con erupciones históricamente documentadas pertenecen a este gran círculo de fuego.

En Chile, la actividad volcánica no se limita a los tiempos modernos, digamos del terciario y la actualidad, sino data desde épocas geológicas remotas, a lo menos desde el mesozoico, cuando se formaron los miles de metros de rocas de la Formación Porfírica en el jurásico y cretáceo inferior. Una idea de la importancia de este volcanismo del mesozoico, la obtenemos al mirar las faldas de 2,000 a 3,000 m. de altura sea del Cerro de Romón o de los valles andinos del Maipo o Aconcagua, compuestas exclusivamente de material volcánico provenientes de las erupciones porfíricas.

Cuando había terminado esta fase efusiva, se produjo el plegamiento de la cordillera y, al mismo tiempo, la intrusión del gran batolito de granodiorita o granito andino. Casi sin interrupción el gran batolito se extiende desde el Cabo de Hornos hasta la región de Chañaral, continuando después en largos, pero estrechos afloramientos a lo largo de la costa.

Después del plegamiento parece haber descansado el volcanismo durante algún tiempo.

LAS ERUPCIONES RIOLÍTICAS DEL Terciario Medio

En el terciario medio nació el volcanismo moderno de la Cordillera de los Andes, principiando con una intensidad y extensión que es muy superior a lo que nuestra fantasía puede imaginarse. De enormes grietas de decenas de kilómetros de longitud, salieron gigantescas masas de lavas incandescentes desde una zona que corresponde más o menos al límite actual de Chile con Bolivia y el norte de Argentina. Estas la-

vas avanzaron lentamente como ríos de fuego, pero con un frente incandescente de 10, 20 y más de 50 Km. de ancho. En las cordilleras de Tarapacá y Antofagasta, las lavas, en erupciones sucesivas, rellenaron luego los valles hasta gran altura, rodeando aquí y allá serranías enteras, como el Cerro Juan Morales o lomas chicas como el cerro Longacho que se levantaron como islas encima de un mar de fuego.

Esta formación de lavas riolíticas se extiende sin interrupción desde el interior de Arica hasta más allá del volcán Copiapó. El ancho medio de la formación puede estimarse en 100 Km., la longitud en 1,100 Km., resultando una superficie de 110,000 kilómetros cuadrados.

El espesor de la Formación riolítica alcanza hasta 1,000 a 1,500 m. Tomando en cuenta que una parte del terreno calculado está formada por serranías de rocas fundamentales y que éstas en parte, pueden hallarse a poca profundidad, podemos considerar solamente un espesor medio de 500 m. Resulta que en el norte de Chile, en el terciario medio, se habrán producido unos 50,000 kilómetros cúbicos de lava que salieron del interior de la tierra y se esparcieron en la superficie.

Las erupciones riolíticas no se limitan al norte de Chile. En nuestra latitud, tenemos intrusiones de rocas dacíticas en el mineral de Las Condes. Y, al otro lado de la Cordillera, el cerro Aconcagua parece constituir la gigantesca ruina de un centro de erupciones parecidas. Según *Groeber*, se compone de traquiandesitas, aparte de algunas andesitas de anfítola de edad miocénica. Las mismas rocas se encuentran también en territorio chileno donde, al norte de los Baños de Jahuel, constituyen una meseta de 2,500 m. de altura que desciende en gigantescos escalones de falla hacia el valle de Putaendo. Allá, en la región de la Laguna del Copín, se compone de lavas dacíticas y traquiandesíticas que suben lentamente hacia el este, hacia el cerro Aconcagua del cual parecen haber provenido.

Aun mucho más al sur, en la Patagonia argentina, las traquitas miocénicas ocupan gran extensión; en Bariloche descansan encima de la Molasa Patagónica. También los «Morros», descritos por *A. Heim* en la región de Coyhaique, al interior de Aysén, parecen pertenecer a la misma clase de erupciones del terciario medio.

EL VOLCANISMO MODERNO

Después del sollevamiento de la Cordillera en el terciario medio, siguió la actividad volcánica formándose los numerosos conos volcánicos que en término medio tienen alturas relativas de 1 000 a 2,000 m. En la Puna de Atacama, donde se observa la mayor concentración de volcanes, se arreglan en varias líneas paralelas, mientras que en el centro y sur del país guardan mayor distancia entre sí.

Si tratamos de informarnos sobre el volcanismo chileno, en las obras como manuales de volcanismo, etc., obtenemos una idea enteramente errónea sobre la importancia de este fenómeno en nuestro país. Esto se debe en parte a la situación de los volcanes en regiones muy apartadas del país, en parte a que las publicaciones mencionadas se limitan casi siempre a la descripción de los volcanes activos que han tenido una erupción en épocas históricas.

La costumbre de considerar como activos sólo a los volcanes con erupciones documentadas históricamente, es científicamente muy discutible, pues no existe ninguna seguridad que nuestros grandes conos, aparentemente apagados, no vuelvan

algún día a entrar en actividad, como pasó con el Descabezado en 1932. Pero aún un reposo de 2 a 3 000 años, como en las regiones mediterráneas, no es garantía que un volcán no vuelva a nueva actividad. Especialmente el geólogo no puede dejar de tomar en cuenta los volcanes apagados en sus apreciaciones, porque para él, el corto espacio del tiempo histórico, representa un solo cuadro de la gran película en que se desarrolla la historia geológica.

Además, la zona volcánica de los Andes chilenos se halla lejos de los centros poblados, contrario a Ecuador y Colombia donde muchas ciudades grandes se hallan al pie de los volcanes cuyas erupciones amenazan a menudo la vida de la población. En Chile, los vientos que soplan continuamente desde el oeste, llevan las cenizas de las erupciones cordilleranas hacia el lado argentino que, hasta hace poco, estaba muy poco poblado. Aun en la región de Santiago, a solamente 75 Km. en línea recta de la capital, el volcán Tupungatito puede tener vehementes erupciones, sin que en Chile se tenga conocimiento de ellas, a no ser que desde Mendoza lleguen noticias de haber caído cenizas provenientes de algún volcán desconocido.

La impresión enteramente equivocada que se tiene del volcanismo chileno, resalta al encontrar en el «Manual del Volcanismo» de *Sapper* del año 1927, que se mencionan para la Puna de Atacama solamente 3 volcanes activos, sin mencionar los cientos de conos gigantescos que dominan totalmente el paisaje. La lista de *Hauthal*, anterior al «Manual» cita 78 volcanes grandes. En el «Catálogo de los Volcanes de Chile», que estoy confeccionando, reuní ya 110 cerros volcánicos en esa misma zona, la mayor parte de alturas entre 5,000 y 6,500 m.

Aun un catálogo de los volcanes activos y apagados basado solamente en la extracción de la literatura, quedará muy incompleto, como lo demuestran las cifras siguientes. En 1925, en un viaje de solamente pocas horas en el F. C. de Antofagasta a Bolivia, pude reconocer 28 volcanes que aparecían indicados como simples cerros en el plano, en una zona que según *Hauthal* y otros autores contenía solamente 7 volcanes. Conservando una relación semejante, tendríamos para todo el norte de Chile, hasta Copiapó, 800 volcanes en lugar de los 200 mencionados hasta ahora en la literatura geológica.

Los volcanes del norte de Chile pertenecen principalmente al tipo de los conos mixtos. Presentan todos los estados de denudación, desde el cráter perfectamente conservado hasta el volcán completamente destruído.

En los nacimientos de las quebradas de Tana y Camarones, hay volcanes fuertemente destruídos como la Sierra Tolompa y los cerros Colorado, Guachane y Mamuta. La Sierra Tolompa recibió su nombre de «sierra» porque su gigantesco cráter ha sufrido una fuerte destrucción por la erosión y se presenta hoy como una serie de grandes cerros. De este volcán se han desprendido enormes corrientes de lavas que, por sus dimensiones, se asemejan a las lavas riolíticas. Las lavas de la Sierra Tolompa formadas por basalto de hiperstena, han participado en la dislocación de la flexura del pie de los Andes. Esto indica que el tiempo transcurrido entre las erupciones riolíticas y la de los conos volcánicos no ha sido de mucha duración.

Entre los volcanes recientes del norte existe un tipo especial formado por anchos conos truncados, de gran diámetro que están compuestos exclusivamente por lava. Buenos ejemplos son los cerros 4,900 y 4,860 m., situados al norte de Turi, al NE. de Calama. Parece tratarse de una masa homogénea de lava que se levanta en a los me-

nos 900 m. encima del terreno vecino. La pendiente muy fuerte del cono truncado indica que la lava, al salir, ha sido muy espesa. El cerro debe haberse formado por una sola erupción de una cantidad enorme de lava que debido a su gran viscosidad y en vista del subsuelo plano, sin mayor pendiente, dió origen al cerro de forma de cono truncado. Desde abajo observé que la superficie plana del cono está cubierta por un gran número de «hornitos», o sea pequeñas chimeneas por las cuales se produjo la desgasificación de la masa de lava.

• Donde la erupción se produjo en un terreno de mayor declive, se han originado grandes corrientes de lava, cuyo punto de erupción está indicado por la parte más alta de la lava. Esta desciende ensanchándose rápidamente donde disminuye el declive del terreno. Un ejemplo típico es la corriente del Cerro Negro, al N. de las pizarras betuminosas del Pular, al E. del Salar de Imilac. La lava es un basalto de labradorita con augita y escasas agujas de hiperstena y cierta cantidad de magnetita. A la misma clase de erupciones pertenece también la gran corriente que dió el nombre al Salar de Punta Negra, situado al oeste del volcán Lullaillaco.

Erupciones parecidas son frecuentes también en el centro del país, pero debido al fuerte declive de los cerros, causado por la erosión glacial y debido a la existencia de profundos valles, se formaron solamente largas corrientes de lavas, caracterizadas porque estas lavas han salido de cualquier parte en el terreno, sin que exista un cono volcánico en la vecindad inmediata y por no haberse producido material piroclástico en forma apreciable.

En Tarapacá, los volcanes se encuentran en el borde de la altiplanicie boliviana y quedan separados del valle longitudinal de la Pampa del Tamarugal por la parte occidental de la Cordillera, compuesta por cerros de la formación porfirítica y por el plano inclinado de la formación riolítica.

Parecida es su situación en la Puna de Atacama, al interior de Antofagasta, donde se halla la mayor concentración de grandes volcanes que tenemos en el país. En un viaje de 4 horas por el ferrocarril de Antofagasta a Bolivia, desde San Pedro en el río Loa hasta un poco más allá de la frontera, se pueden contar 34 grandes conos volcánicos, entre ellos tres activos: el Ollagüe (5,872 m.), con una gran solfatara en el borde exterior de su cráter destruido; el Olca (5,340 m.), con solfataras; y el San Pedro, siempre con un penachito de humo.

Más al sur, el cordón fronterizo con Bolivia está formado por 6 grandes volcanes de 5,700 a 6,000 m. de altura que principian con el Putana y terminan en el sur con el Sairecabur. Los volcanes se hallan tan juntos que los pies de los conos se tocan, resultando una verdadera sierra volcánica. Estos volcanes se han edificado encima de una grieta de erupción, de la cual salieron al principio enormes masas de lavas de basalto de biotita que constituyen una ancha meseta.

Al llegar a la región de San Pedro de Atacama, hay varias líneas de grandes volcanes sobrepuestos a la Puna de 4,000 m. El aspecto de esta altiplanicie de 4,000 m. de altura, con los conos volcánicos que suben en parte hasta 6,000 m. es de lo más pintoresco, y llama la atención que ningún volcán descienda del grandioso zócalo de la Puna, formado por las lavas riolíticas del terciario medio.

Sólo mucho más al sur, al interior de Taltal, los volcanes atraviesan hacia la Cordillera Domeyko; este ramo más occidental termina en el gran cono del volcán Doña Inés, al N. de Potrerillos.

Las líneas orientales avanzan más hacia el sur, terminando una en el volcán Copiapó y la más oriental que forma el límite internacional, continúa aún más al sur. Pero los volcanes ya se presentan más aislados y a mayor distancia. Tenemos en 28°23' el volcán Potro, cuyo cráter cubierto de nieve tiene en su falda sur el glaciar más septentrional de la Cordillera. A 45 Km. más al sur, en el nacimiento del río Huasco, menciona «Hauthal» al volcán Flecha, que corresponderá al Cerro de la Flecha del mapa de Mensura. A 30 Km. más al sur está el Cerro Fierro, que según «Brackebusch» parece hallarse en territorio argentino. Es un gran cráter, en parte derrumbado. Otros 60 Km. más al sur, en el nacimiento del río Elqui, describe «Brackebusch» una extensa planicie cubierta por piedras de andesitas de augita de estructura espumosa; en el mapa dibuja al vecino Cerro de las Tórtolas como volcán. En la misma región, cerca de los famosos Baños del Toro, se halla un gran depósito de azufre. Otro, situado en los nacimientos del Río Grande, nacimiento principal del Limarí, indica que la zona volcánica, aunque en forma muy esporádica debe haber alcanzado hasta la latitud de Ovalle.

Vimos más arriba que el cerro Aconcagua es un antiguo volcán del terciario medio, anterior al volcanismo moderno. Probablemente vale lo mismo para el cerro Mercedario que en algunos mapas antiguos aparece con el nombre de «Volcán de Chuapa».

Al sur de Santiago, comienza una nueva zona de volcanes modernos, principian-do en forma de conos aislados y separados por grandes distancias. El primer volcán es el Tupungato (6,550 m.), un cono bien conservado, situado en el cordón divisorio de las aguas. A poca distancia al sur, en el mismo cordón se encuentra el Tupungatito, un volcán bastante activo, cuyas cenizas han caído varias veces en Mendoza.

A 45 Km. más al sur se halla el volcán San José, que ha tenido varias erupciones en los últimos 130 años. Hacia el sur continúan los grandes volcanes a distancias que varían entre 40 y 50 Km. En la región de Talca, aumenta mucho el número de volcanes y la extensión de los terrenos cubiertos por lavas. Aparecen también grandes extensiones de lavas del terciario superior o cuaternario inferior, como en el nacimiento del río Lontué. Es esta la zona donde hace poco, en 1932 se produjo la erupción del volcán Quisapu que pertenece a las catástrofes más grandes que se conocen en la historia del volcanismo.

Los cálculos de la cantidad de cenizas varían entre 2 y 21 Km³, hallándose la cantidad verdadera, probablemente, más cerca de la segunda cifra.

La mayor parte de los grandes volcanes tienen distancias de 40 Km. entre sí desde el Tupungato hasta el Longaví. Más al sur las distancias aumentan de 50 a 70 Km., siendo esta última distancia característica para los volcanes de Patagonia.

Muchos volcanes, como el Chillán, Lonquimay, Llama, etc., se levantan en regiones de extensas mesetas formadas por basaltos preglaciales o del cuaternario inferior. En parte puede tratarse de erupciones de grietas, pero en parte conocemos probablemente los centros de erupción que se nos presentan hoy como ruinas de gigantescos volcanes. Así, en los volcanes de Chillán, las lavas antiguas que alcanzaron hasta el valle longitudinal, suben hacia unos cerros de forma de meseta inclinada. Estas mesetas están arregladas de tal manera que parecen pertenecer al borde de un gigantesco cráter de más de 20 Km. de diámetro, que habría sido el punto de erupción de las lavas del terciario superior o del cuaternario antiguo. Los volcanes modernos de Chillán se hallan arreglados en una línea dentro del antiguo cráter. Más al sur,

otro centro de erupciones más antiguas es la Sierra Nevada, llamada hoy Cordillera Blanca, al SE. de Curacautín, en cuyo cráter antiguo, fuertemente destruído por la erosión, se hallan los Baños de Río Blanco.

En muchos de los conos volcánicos grandes se observa que ellos se han formado en dos períodos distintos de erupción. En forma mejor se observa esto en el volcán Antuco, donde el actual cono central se levanta encima de un cráter más antiguo, cuyo borde aparece como cordón de forma de semiluna rodeando al pie del cono del Antuco. Formaciones parecidas existen en otros volcanes como el Llaima, etc., pero el volcán de primer período de erupción queda casi completamente cubierto por las cenizas y escorias del volcán actualmente activo.

En los Andes del centro de Chile se observan a menudo enormes corrientes de lava que han salido de un lugar cualquiera de la Cordillera, lejos de mayores centros de erupción. Se trata casi siempre de masas muy grandes de lava que se han extendido muchos kilómetros hacia valle abajo. A veces, al final de la erupción se formó un pequeño cono de cenizas sobre el lugar de la erupción. Si falta tal cono de unos 50 a 100 m. de altura, el punto más alto de la lava que se levanta a menudo como morro encima de la corriente corresponde al punto de erupción. En la Laguna del Maule observé ocho de tales corrientes de lava, cada una de 2 a 3 Km. de longitud. Mucho más importante es la corriente de lava muy fresca que estancó la Laguna de Mondaca, al interior de Molina.

También el volcán Quisapu se presentó en su primera aparición como una poderosa corriente de lava de 2 a 3 Km³ de volumen.

Tal vez dos veces mayor es el volumen de una corriente de lava que salió de varios puntos situados entre 2 y 4 Km. al NE. del volcán Lonquimay. No obstante las abundantes lluvias de esta zona, la superficie de la lava carece todavía de vegetación, la que sólo en la parte inferior de su término comienza con árboles de unos 10 a 20 años de edad. La lava debe haber corrido en los años de 1853 y 1887 hasta 1889, en los cuales se han relatado fuertes erupciones del volcán Lonquimay.

También la erupción que tuvo lugar en el año de 1922, a fines de enero, en Las Azufreras, al norte o noroeste del volcán Puyehue, pertenece a esta clase de erupciones. La corriente de lava no ha sido reconocida como tal por los pocos visitantes, debido a que la lava se movía muy lentamente debajo de un gruesa costra de grandes bloques de lava ya enfriada, entre los cuales subían los gases sulfurosos. En forma parecida, la corriente de lava del Quisapu del año 1847 no fué reconocida como tal por *Domeyko*, sino que la tomó por una larga solfatara.

Además de las corrientes de lava, la Cordillera es también rica en cerros volcánicos de formación nueva, cuya primera erupción está documentada en parte por relatos de testigos oculares, como la formación de los nuevos volcanes de Chillán en los años 1861 y 1906, la del Riñinahue, al sureste del Lago Ranco, y la de Las Azufreras, que se produjo un poco más al sur.

Fuera de ellos deben haberse formado en los últimos siglos miles de pequeños conos, perfectamente conservados, de 50 a 150 m. de altura, que a menudo se hallan bastante alejados de los grandes cerros volcánicos. Parece que no haya punto en la Cordillera en el cual, algún día, no pueda formarse un nuevo volcán y se tiene la im-

presión que bajo la Cordillera existía una enorme masa magmática que sube lentamente y que con sus partes más elevadas alcanza la superficie aquí y allá.

En cuanto al volumen producido, las erupciones explosivas no son inferiores a las erupciones de lava que mencionamos más arriba. Esto lo demuestra la reciente erupción del Quisapu del 10 de abril de 1932, cuyo volumen se calcula entre 2 y 21 Km³, cuyas cenizas se extendieron hasta Buenos Aires y Río de Janeiro.

Tales caídas de cenizas se han observado varias veces en la costa atlántica, como resulta de las frases siguientes de *Th. Falkner*, publicadas en 1775:

«Los volcanes o cerros volcánicos, de los cuales hay muchos a este lado de la Cordillera, pueden competir por sus grandes y violentas erupciones con el Vesubio, Monte Gibello y otros cerros semejantes conocidos en Europa. Encontrándome una vez en el cerro Volcán, en los promontorios de San Antonio (al N. de Buenos Aires), fuí testigo de cómo el viento elevaba una enorme nube de cenizas que oscureció todo el cielo. Se extendió por una gran parte del territorio de Buenos Aires, siguió a lo largo del río de La Plata y depositó toda su masa de cenizas a ambas orillas del río, de modo que el pasto quedó cubierto con cenizas. Esto fué motivado por la erupción de un volcán en las cercanías de Mendoza, cuyas cenizas livianas fueron transportadas por el viento a la increíble distancia de 300 millas y más».

Esta poderosa erupción que según *R. Lehmann-Nitsche* tuvo lugar en los años 1749 ó 1750 o, a más tardar, a principios de 1751, puede haberse producido en el volcán Chillán que tuvo una fuerte erupción en 1741, sobre la cual informa *Felipe Gómez de Vidaurre* en su «Historia Geográfica, Natural y Civil»:

«En 1751, el de Chillán hizo otra erupción de que no se sintió gran ruido porque ella fué por la boca, pero las tierras como yo las vi aún en distancia de más de 15 leguas, quedaron cubiertas de sus cenizas, pero sin experimentar algún otro daño».

También antes, en 1750, el volcán de Chillán parece haber tenido una fuerte erupción. En su «Diccionario Geográfico», *Asta Buruaga* escribe:

«Según el historiador Córdoba y Figueroa, 1750 se distinguía este volcán por una gruesa columna de humo...»

Las noticias muy parcas de los historiadores chilenos sobre la actividad del volcán Chillán en los años 1750-51, no dan la impresión que se haya tratado de una catástrofe mayor que la del Quisapu, como resulta de la narración de *Falkner*. Por esto me parece que se tratará de otra erupción de un centro desconocido, situado más al norte.

Es notable la relación del volcanismo andino con los valles longitudinales de Chile. Solamente allá donde existe un valle longitudinal bien desarrollado, aparece al este de él, en la Cordillera de los Andes, una zona extensa de volcanes. Con la última depresión longitudinal en Pueblo Hundido y con la depresión del Salar de Maricunga, desaparecen los volcanes nuevos: al este de Pueblo Hundido con el volcán Doña Inés y al sur del Salar de Maricunga con el volcán Copiapó, continuando por el cordón limítrofe solamente fenómenos volcánicos esporádicos. Pero, con el reaparecimiento del valle longitudinal en Santiago, se presentan también inmediatamente los volcanes modernos como Tupungato, Tupungatito, San José, etc. En Patagonia, donde con el canal Moraleda se pierde el valle longitudinal, disminuye también el número de volcanes.

Los volcanes no se encuentran en las grietas de las fallas mismas de la fosa tectónica del valle longitudinal, como sucede, p. ej., en las grandes fosas de Africa Oriental, o dentro de la fosa misma, sino se mantienen bastante alejados. Solamente en el sur de Chile, desde Temuco adelante, existen algunos volcanes situados muy cerca del borde oriental del valle longitudinal, como el Llaima, Villarrica, Osorno, Calbuco, etc.

De naturaleza volcánica pura son también las islas oceánicas como Isla de Pascua, Juan Fernández, San Félix, etc.

A pesar de que los volcanes de la Isla de Pascua tienen sus formas muy bien conservadas, no existe en la tradición de los habitantes, que data desde varios siglos, ningún recuerdo de una erupción.

Las islas Juan Fernández presentan formas muy destruidas por la erosión, de manera que ya no puede reconocerse morfológicamente la situación de los antiguos centros de erupción. Sin embargo, la isla Más a Tierra tuvo una erupción submarina el 20 de febrero de 1835, durante el gran terremoto de Concepción. La isla Más Afuera parece consistir en un gran cono central.

Las islas Desventurados, situadas al N. de Juan Fernández, son fragmentos de antiguos volcanes. La isla San Félix permite reconocer todavía la superficie suavemente inclinada del antiguo cono. Durante el terremoto de Vallenar de 1922 parece haber tenido una erupción submarina.

Con la exposición anterior traté de dar una reseña del desarrollo de la importancia del volcanismo en el territorio chileno, que presenta muchas formas de interés para la geología que, hasta ahora, son poco conocidas y apreciadas en su verdadero valor. Su estudio detallado, que seguramente traerá aún más observaciones de interés general, lo tengo que dejar a mis sucesores, los actuales y futuros geólogos del país.