

la aldea de Baklichli, al Oeste de Baku, llegó á tanta altura la columna de llama, que se la veía á 4 ó 5 miriámetros de distancia, y enormes pedruscos, arrancados sin duda á grandes profundidades, fueron á parar á larga distancia. El Kuku-Oba (*colina azul*), volcán de barro de la península de Tamán, era ya conocido de los antiguos griegos, que suponían cerca de él una de las entradas de los infiernos; hacía siglos que no había tenido ninguna erupción violenta, cuando en febrero de 1794 y después de algunos terremotos y detonaciones formidables que se oyeron á más de 200 kilómetros, salió de su reposo. Una inmensa llamarada se elevó á muchos centenares de pies de altura, seguida en breve de una espesa columna de humo que duró hasta el día siguiente. De la cúspide del cono salieron torrentes de barro, y grandes fragmentos de tierra congelada fueron á parar á más de un kilómetro de distancia.

Si las salsas presentan en sus erupciones algunos de los caracteres de los fenómenos volcánicos ordinarios, si sus conos se forman, como los de los demás volcanes, por la acumulación de sus deyecciones alrededor de su orificio central, difieren en cambio de los volcanes descritos hasta aquí en la exigüidad de sus dimensiones. Las mayores forman pequeñas lomas cónicas, más ó menos aplanadas, cuya altura máxima apenas llega á 150 ó 200 metros. La mayoría de las de la península de Tamán, que juntamente con los volcanes de barro del mar Caspio son los más numerosos que se conocen, tienen á lo sumo de 30 á 50 metros de altura. El Macaluba, cerca de Girgenti en Sicilia, que Dolomieu fué á ver el siglo pasado y cuya elevación calculaba en 150 pies ó sea 50 metros, ha bajado considerablemente, pues según Contejeán, que le observó en septiembre de 1882, no se eleva con mucho 50 metros sobre la barranca que lo circunscribe. En su cumbre aplanada, cuya circunferencia es bastante grande (unos 8 kilómetros), hay diseminado un centenar de pequeños conos eruptivos, unos en actividad y otros inactivos, que parecen desempeñar en el montecillo principal el mismo papel que los conos adventicios del Etna. Véase lo que de él dice M. Contejeán:

“Hay conos de cráter análogos á los del Vesubio, cúpulas redondeadas comparables á las de Auvernia, cráteres lagos y hasta cráteres de derrumbamiento. Los primeros figuran en mayor número; rara vez llegan á 5 ó 6 decímetros de altura; muchos de ellos sólo tienen algunos centímetros; pero como están formados de una arcilla tenaz, su pendiente es siempre más rígida que la de los volcanes de fuego. Su forma es también más regular, y la cavidad central, cuyo diámetro varía entre 2 y 4 centímetros, es de sección perfectamente circular. El barro líquido que mana de sus costados se extiende á veces hasta bastante distancia; ocupaba un espacio de más de 15 metros de circuito alrededor de un cráter-lago poco profundo, cuyo orificio tenía 6 centímetros de diámetro y cuya altura no excedía de 3 decímetros. Abierto al nivel del suelo y lleno de agua cenagosa en la cual reventaban innumerables burbujas de gas carbonado, el mayor de los cráteres de derrumbamiento tenía 2 metros en la longitud máxima de su cuenca, poco profunda también y cuya agua rebosaba por un diminuto canal. Todas las cúpulas están inactivas. Proceden de la aglomeración de barro más compacto sobre el orificio de emisión y seguramente también de la acción de la lluvia sobre antiguos cráteres cuya cavidad central ha desaparecido; su forma es la de un casquete esférico regular, algo aplanado junto al suelo. El mayor de todos se elevaba 9 decímetros sobre una base de 3 metros de radio.”

Cuando Dolomieu visitó el Macaluba hace un siglo, el suelo en que descansaban los pequeños cráteres estaba formado de arcilla gris, seca, grietada en todos sentidos, que se elevaba en capas sueltas de un decímetro de espesor. “Los vaivenes que se ex-

perimentan al andar por aquella especie de llanura, dice, anuncian que se pisa una tenue corteza apoyada en un cuerpo blando y semifluido, y no se tarda en reconocer que aquella arcilla seca cubre en realidad una inmensa hoya de barro, en la cual se corre inminente riesgo de quedar sepultado.”

En efecto, durante el verano y el otoño hasta la estación de las lluvias es cuando el altozano presenta el aspecto que acabamos de describir. En invierno la arcilla se humedece y se reblandece; las pequeñas eminencias cónicas se disuelven, quedando tan sólo un inmenso montón de tierra arcillosa, de profundidad desconocida. Las emanaciones que salían antes por las cimas de cada cráter, ocurren ahora en toda la masa, que se halla en continuo estado de ebullición. Por lo tanto no son de extrañar las modificaciones observadas al cabo de un siglo por M. Contejeán, quien encontraba los contornos de la salsa menos regulares, su cúspide aplanada y ensanchada, y el barro del altillo seco y compacto, al paso que las materias expulsadas eran más fluidas. Otra modificación más importante es la siguiente: mientras Dolomieu cuando su primera visita en 1781 observaba que el gas despedido por la salsa no era inflamable (ácido carbónico), en 1875, por el contrario, ardía con ligera decrepitación. M. Contejeán vió también que el gas ardía con larga llama amarilla; era hidrógeno protocarbonado; de suerte que este gas había sustituido al ácido carbónico.

El Macaluba tuvo en otro tiempo violentas erupciones, las últimas de las cuales ocurrieron en 1777 y 1779. El barro que cubrió el valle circunvecino con una capa de 1<sup>m</sup>,50 de espesor, salió por un orificio central de dimensiones bastante grandes (según un testigo ocular, de 10 palmos, ó sean 2<sup>m</sup>,50).

Lyell hace mención en sus *Principios de Geología*, con referencia al capitán Robertson, de los numerosos volcanes de barro situados al Noroeste del golfo de Kotch, junto á la desembocadura del Indo. Uno de ellos tiene 120 metros de altura; la tierra que le forma es ligeramente colorada, y su cráter, de 30 metros de diámetro, está lleno de un barro líquido agitado continuamente por burbujas gaseosas y despedido á pequeños chorros en distintas direcciones.

Al describir los géiseres de los valles del Yellowstone y del Firehole, hemos visto que de muchos manantiales salen aguas cenagosas. También se encuentran verdaderos volcanes de barro, como lo prueba el párrafo siguiente de la relación del teniente Doane: “A algunos centenares de yardas, en la pendiente de un barranco escarpado poblado de árboles, descubrimos un volcán de barro. Su orificio tiene 30 pies de diámetro, va estrechándose, y en el punto más hondo, que se ve á unos 40 pies de profundidad, sólo tiene 15 pies de anchura. Enormes masas de vapores se escapaban por aquella abertura, elevándose á 300 pies de altura. De las profundidades de la tierra se oía llegar un lejano y estruendoso bramido que se reproducía cada cinco segundos, especie de enorme pulsación que hacía retremblar el suelo hasta 300 yardas de distancia. Cada uno de aquellos choques subterráneos iba seguido de un chorro de lodo. De vez en cuando se oía una explosión semejante al estampido de poderosos cañonazos, y entonces la tierra temblaba á una milla en contorno. Estas explosiones iban acompañadas de un marcado aumento en las masas de vapores que surgían del cráter.”

Los observadores tomaron algunas medidas de las cuales dedujeron que ciertos chorros de barro habían debido ser lanzados á la enorme altura vertical de 300 pies. De esta actividad eruptiva del volcán de barro del Yellowstone á la de los pequeños conos en miniatura del Macaluba y hasta de las salsas de Crimea y de las orillas del mar Caspio, hay mucha diferencia. En efecto, hemos visto que éstas no tienen sus

grandes erupciones sino á largos intervalos; es probable que la temperatura entre por mucho en esta clase de fenómenos. El barro de muchos de los volcanes observados sale de sus orificios á una temperatura que no excede de la del aire exterior. En este caso se hallan los volcanes cenagosos de Tamán y de Apcherón, al menos en su período de calma. Las mismas burbujas gaseosas que se desprenden entonces de la masa pastosa y que producen el hervor de esta masa, tienen una temperatura poco elevada. En cambio, en las salsas de Islandia, de Nueva Zelanda, de las Célebes, de Luzón, el vapor de agua es el que motiva la ebullición y el lodo sale de sus orificios á una temperatura superior á la del aire.

Por esta causa se clasifican los volcanes de barro en dos categorías: los que tienen siempre una temperatura elevada y en los que el vapor predomina sobre los demás gases, y los que carecen de este vapor ó en que sólo desempeña un papel secundario, salvo en las erupciones violentas. En los de esta última categoría, los gases y el barro están á menudo más fríos que la atmósfera, especialmente en verano.

El barro, más ó menos fluido, que sale de las salsas, está compuesto por lo común de arcilla diluída en cierta cantidad de agua; su color varía entre el gris y el azul negrozco, matizado á veces de encarnado ó blanco, como en los volcanes de barro de las Célebes. Pero contiene también otras sustancias en distintas proporciones, en especial sal marina mezclada á veces con sulfato de magnesia ó de sosa (1). También se encuentran en él, según las regiones, aceites de nafta ó de petróleo, betún y asfalto, que se ve sobrenadar en tenues capas en la superficie del cieno ó del agua de que están llenos los cráteres. La presencia de estas sustancias en las deyecciones de las salsas es muy natural, por cuanto las más de las veces hay fuentes de betún ó de petróleo en las regiones en que aquéllas abundan, y hasta las rocas circunvecinas están impregnadas de ellos. M. Anstedt, que en enero de 1866 presencié una erupción de la salsa de Paterno en Sicilia, refiere que empezó por un chorro de agua hirviendo de dos metros de altura, al cual siguieron otros, sin que les acompañara ningún ruido, ninguna llama, ningún vapor visible. Al correr el agua cenagosa por el Simeto, dejaba tras de sí una capa de lodo que cubría el suelo á alguna distancia. En la superficie del agua turbia, que se escapaba formando una gran columna cargada de gas ácido carbónico, flotaba considerable cantidad de petróleo de color verde oscuro. A una milla de la salsa encontró M. Anstedt bloques de lava basáltica muy dura, que parecían desprendidos de una escarpadura de rocas de la misma naturaleza situadas sobre el punto en que aquéllos yacían. "Cuando se golpea esos bloques con un martillo, dice, despiden un fuerte olor bituminoso, y si se les arranca un fragmento, se ven innumerables cavidades llenas de nafta.,,

Los distritos de Tamán y de Kertch, separados por las aguas del estrecho de Ienikalé, y los de Baku y de Apcherón, en las orillas occidentales del mar Caspio, son las regiones más abundantes en salsas del mundo entero. Las fuentes de petróleo, betún y nafta abundan también en ellas. Estas sustancias manan con el agua y el barro de los cráteres en erupción, y rezuman por doquiera del suelo vecino y de numerosos pozos que se explotan desde tiempo inmemorial sin que se agoten. En la península de Tamán, cerca de Kertch, estos pozos, abiertos en las margas terciarias y poco profundos, son tan numerosos que no sería posible contarlos. "He observado un pozo, dice

(1) La presencia de estas sales explican suficientemente el sabor salado del agua y del barro de estos volcanes, así como el nombre de *salses* que se les ha dado.

M. Anstedt, que da una cantidad considerable de nafta, abierto á menos de 12 metros de un volcán cenagoso en actividad y en el cono mismo de un volcán extinguido. El olor de la nafta invade todo el país, y mezclándose con el del hidrógeno sulfurado y quizás también con el del hidrógeno fosforado, infecta la atmósfera del mar Pútrido. Está probado que en todos estos casos las fuentes de petróleo tienen relación con ciertas grietas, situadas por lo común en rocas arcillosas casi siempre enteramente saturadas de aceite. Estas fuentes atraviesan á veces calizas ó areniscas compactas, haciendo que dichas rocas sean muy bituminosas., Por los ejemplos que acabamos de citar, es fácil explicarse la presencia de los aceites minerales y de las sustancias bituminosas en el cieno y el agua de las salsas.

Las mismas razones explican también la naturaleza de los gases que forman las burbujas que salen de los volcanes de barro; estos gases son: los hidrógenos carbonados, en proporción casi siempre mayor que la de los demás gases reunidos (95 por 100 del volumen total); el ácido carbónico y el óxido de carbono, el hidrógeno sulfurado y el hidrógeno. Sin embargo, no se nota ese predominio de los carburos de hidrógeno en las materias gaseosas expelidas por los volcanes á elevada temperatura y de los que sale vapor de agua en gran cantidad. En este caso prevalece el hidrógeno sulfurado, cuyo olor anuncia á lo lejos la erupción del cráter.

Las llamas que brotan en las erupciones violentas de las salsas tienen por causa la inflamabilidad de los hidrógenos carbonados. A los ejemplos relativos á estas llamas dados anteriormente, añadiremos el que menciona Humboldt con respecto á un punto inmediato á las salsas de Turbaco en la América del Sur, y situado en la lengua de tierra que forma el cabo Galera-Zamba, cerca de la desembocadura del río Magdalena. Había en aquel sitio una colina cónica que de vez en cuando despedía gases y humo, los cuales salían á veces con violencia suficiente para lanzar á lo lejos los objetos que se echaban al orificio (poco más ó menos como sucede, según hemos visto, en las erupciones acuosas del Strokur). "En 1839, dice Humboldt en su *Cosmos*, una gran erupción de llamas hizo desaparecer el cono, y la península de Galera-Zamba se convirtió en una isla separada del continente por un canal de 30 pies de profundidad. Así continuaron las cosas hasta el mes de octubre de 1848, en cuyo año, sin que en los alrededores se notara conmoción alguna, ocurrió de nuevo en el mismo sitio en que había tenido lugar la ruptura una erupción ígnea formidable, visible á 10 ó 12 millas de distancia, que duró muchos días. La salsa no emitió más que gases sin ningún objeto sólido. Cuando se apagaron las llamas, se vió que el suelo del mar se había levantado y formado una isleta de arena que desapareció al poco tiempo. Más de 50 volcancitos, es decir, más de 50 conos parecidos á los de Turbaco, rodean ahora en un radio de 4 á 5 millas el volcán de gas submarino de Galera-Zamba.,,

Pero en ninguna parte es tan abundante la emisión de hidrocarburos inflamados como en las cercanías de Baku, la *ciudad de la nafta*. En la provincia de Schirván "el suelo está tan impregnado de ella, dice M. Velain, que basta abrir un agujero poco profundo para dar paso al gas inflamable. Una sola chispa produce un incendio, que se propaga á todas las demás grietas con la rapidez del rayo y continúa hasta que una violenta tempestad ó una copiosa lluvia lo apaga. Estas llamas oscilantes y azuladas á la manera de fuegos fatuos, se elevan formando espirales, y otras veces bajan lamiendo el suelo que parece cubierto de un resplandor etéreo. La hierba seca del terreno no se enciende nunca, y el viajero que se encuentra en medio de tan maravilloso incendio no experimenta ninguna sensación de calor.

„En medio del mar, cerca del cabo Chikhov, al Sur de Baku, surgen columnas de gases inflamables con tal violencia que el agua forma remolinos hasta el punto de arrastrar á las barcas que se aventuran por tan peligrosos parajes. Si se echan estopas encendidas en los puntos en que el mar parece hervir con fuerza, se produce al punto un incendio que se propaga en unos cuarenta metros de extensión, y no se apaga hasta que sopla un viento impetuoso.,,

Toda la región de la Italia central, situada en la vertiente de los Apeninos, y especialmente la que se extiende de Plasencia á Módena, Bolonia é Imola, es célebre por la abundancia de sus manantiales termales, por sus volcanes de barro, por sus terrenos abrasadores y por sus fuentes ardientes. La salsa de Sassuolo al Sudoeste de Módena es célebre por la descripción que ha hecho Plinio de los fenómenos que acompañaron á su aparición, como temblor de tierra y humaredas mezcladas con llamas: á fines del siglo XVII ocurrieron también violentas erupciones, luego en 1789 y por último en 1835 (1); hoy la salsa está en un período de reposo, y apenas brotan de ella algunas burbujas gaseosas. Son de mencionar también los volcanes de barro de Bergullo, Sazzuno, Salvarola, etc. Los conos cenagosos de la salsa de Bergullo son de tal regularidad que, según M. Velain, parecen hechos por la mano del hombre. Los principales tienen 3 metros de altura por unos 4 de diámetro, y están formados de arcilla blanquizca, fina y resistente. Algunos, abiertos en su flanco, dan salida á corrientes de barro, que van á parar á un arroyo vecino, en el fondo del valle de Imola. A 20 kilómetros al Oeste de Bergullo está la salsa de Sazzuno, de origen reciente (su aparición data de principios del siglo). Los volcanes cenagosos de la Italia central se hallan en una línea casi paralela á la cresta de los Apeninos; y en una dirección semejante, aunque más inmediatos á ella y por lo tanto á mayor altitud, están las *fuentes ardientes* y los *terrenos abrasadores* de Barigazzo, de Porreta, de Pietramala, etc. Los gases que se desprenden de estas fuentes y de todos los puntos del suelo circunvecino, de las rocas lo propio que de los campos labrados, se componen, según los análisis hechos en 1869 por Fouqué y Gourceix, de gases hidrocarburoados mezclados con una proporción más débil de ácido carbónico y nitrógeno. Estos desprendimientos, tanto más abundantes cuanto mayor es la altitud, son naturalmente invisibles, á no ser que por una causa cualquiera lleguen á inflamarse, con gran riesgo de las mieses que el fuego encendido abrasaría, ó también á menos que sobrevenga una copiosa lluvia. Entonces se ve cómo se desprenden las burbujas gaseosas de las charcas que cubren el suelo.

En China el terreno está impregnado, en grandes extensiones, de substancias y gases inflamables, que se aprovechan desde tiempo inmemorial para usos domésticos. Los *manantiales de fuego* (Ho-tsing) y las *montañas ardientes* (Ho-schan) abundan en toda el Asia oriental. „Desde las provincias de Yun-nan, Kuang-si y Szu-tchuan, situadas en el extremo Sur del imperio, lindando con el Thibet, hasta la provincia septentrional de Schan-si, se abren agujeros en el suelo para obtener á la vez agua pura, agua salada y gas para quemar. Este gas da una luz rojiza y á menudo despide un olor bituminoso. Se le lleva á largas distancias por cañerías de bambú fijas ó portátiles, y se le utiliza para hacer sal, para calentar las casas y para alumbrar las calles. En raros casos se ha encontrado agotado el hidrógeno carbonado ó algún terremoto ha interrumpido su salida. Sábese que un célebre ho-tsing, situado al Sudoeste de Kiung-Tscheu,

(1) Esta última erupción fué notable por la gran cantidad de barro y piedras lanzadas por el gas inflamable y las aguas saladas que salieron. Según G. de Brignolli, el volumen de barro arrojado llegó á diez millones y medio de metros cúbicos.

cuya llama iba acompañada de cierto ruido, se extinguió en el siglo XIII, después de haber iluminado toda la comarca desde el segundo siglo de nuestra era.,, (Humboldt: *Cosmos*, IV.)

Las montañas ardientes están esparcidas por una gran parte del imperio chino. „En muchos puntos, dice también Humboldt, por ejemplo en la roca de Py-Kia-Schan, al pie de una montaña cubierta de nieves perpetuas, las llamas brotan de largas grietas inaccesibles y suben á grandes alturas. Este fenómeno se asemeja á los fuegos eternos del monte Schag-dagh, en el Cáucaso.,,

Hemos visto antes que Baku y sus cercanías abundan en fuentes de nafta. Algunos pozos, accidentalmente inflamados, no se han apagado desde entonces, y M. Moynet, que visitó aquella región en 1858, vió uno de ellos que, habiéndose encendido á principios de este siglo, estaba ardiendo todavía. A 23 kilómetros de la ciudad de Baku se halla situado el famoso templo de los parsis, en donde algunos fieles de la religión de los guebros han aprovechado las propiedades de las fuentes naturales de nafta para consagrar un santuario al fuego eterno.

Atesh-Gah es el nombre de este santo lugar; el viajero que acabamos de citar hace de él la siguiente descripción: „Llegamos á una llanura dilatada; de unas aberturas irregularmente situadas vemos brotar llamas; en medio descuella un edificio almenado (fig. 162), y de cada almena sale una gran llamarada; un foco más intenso, compuesto de cinco fuegos, corona su más alta cúpula. En el interior, el espectáculo es imponente; por todas partes brota el fuego del suelo; bajo la cúpula central, el altar está cubierto de llamas.,, Los habitantes de la península de Apcherón utilizan el gas inflamable como los chinos, sacándolo por medio de cañas, para los usos domésticos, para calentar los hornos de cal y hasta para la cremación de los cadáveres.

## IV

DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLCANES EN LA SUPERFICIE DEL GLOBO TERRÁQUEO:  
RESEÑA GENERAL

Si se fija la vista en un planisferio en el que estén indicadas las posiciones de los volcanes activos, llama desde luego la atención la desigual distribución de los centros eruptivos en toda la extensión de las tierras continentales. Hay dilatadas regiones casi enteramente privadas de ellos; en otras partes de los continentes se ven tan sólo á trechos algunos volcanes, y luego otras en que la actividad volcánica de las antiguas edades está extinguida en la actualidad. Por último, hay puntos en que los cráteres se acumulan en tanta multitud, que forman evidentemente grupos naturales ó sistemas cuyas relaciones es interesante estudiar.

Examinemos en primer lugar el antiguo continente. Toda la parte boreal carece totalmente de volcanes, lo mismo en Europa que en Asia: en la parte central hay bastantes regiones volcánicas cuya actividad ha cesado desde remotos tiempos, como la península ibérica, Francia, la Italia septentrional, Alemania y Grecia. El Mediterráneo, el Asia Menor y el Cáucaso y uno ó dos puntos del centro del Asia son las únicas regiones volcánicas activas de esta parte media del antiguo continente. La enorme masa del continente africano no contiene, tal como hoy se la conoce, sino muy contados volcanes en la proximidad del ecuador, unos á occidente, donde las costas de Guinea, orientadas de Oeste á Este, se dirigen bruscamente al Sur, y en el punto opuesto, cerca