

»Considerando además que la region de los manantiales del Yellowstone, es de una altura media superior de 6,000 piés, y que el lago Yellowstone, que ocupa una superficie de 330 millas cuadradas, está á una altura de 7,427 piés, haciendo el rigor del frío impropio el terreno reservado para el cultivo y la cria del ganado;

»El Senado y la Cámara de representantes de los Estados Unidos de América, reunidos en Congreso decretan:

»La region de los volcanes del Yellowstone queda reservada y prohibida á la colonizacion.»

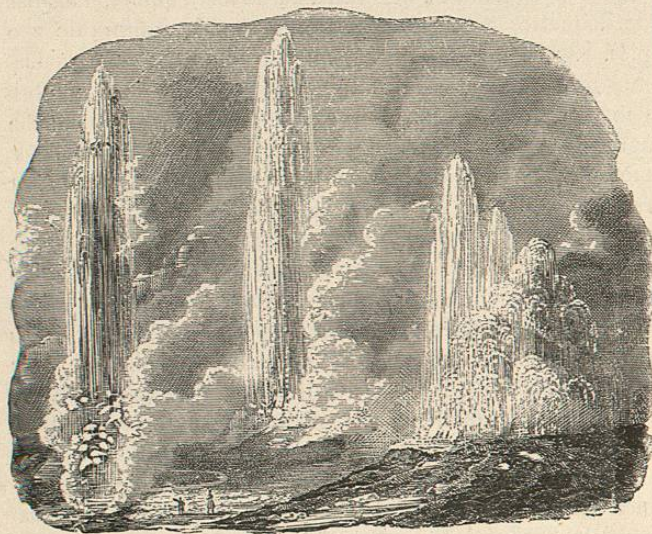


Fig. 9.—Geiseres de Islandia

Para quien conoce el pueblo americano, la determinacion del Congreso dará de las maravillas del Yellowstone idea mucho mas importante que todas las descripciones y dibujos que pudieran publicarse.

En Nueva Zelanda tambien parece existir el geiserismo, sobre todo en la isla septentrional, donde los geiseres se cuentan á millares; ofreciendo sus erupciones los mismos fenómenos de intermitencia que en Islandia y en el norte de América.

Para ilustracion de tan interesante materia, puede el lector echar una ojeada á la figura 9.

**Mofetas.**—Durante las erupciones volcánicas, y tambien en los intervalos de una á otra, se escapa del fondo del volcan una cantidad mas ó menos considerable de ácido carbónico, el cual, acumulándose en las regiones bajas de la atmósfera, y hasta en las cuevas ó subterráneos de las casas inmediatas, suele ocasionar mas de una víctima, por no ser respirable, como es sabido. A esta salida y acumulacion de ácido carbónico, que aunque acompaña y sigue á las erupciones, suele presentarse con carácter de permanencia tambien en muchos puntos de las comarcas volcánicas, se ha dado por los italianos el nombre de Mofeta, palabra admitida ya en el lenguaje científico. Entre las localidades mas notables para este fenómeno, citaremos la gruta llamada del Perro, junto al lago de Añano, antiguo cráter volcánico, que he tenido ocasion de ver en Bahía-Pozzuolo y en varios otros puntos de los campos férgreos napolitanos.

**Llamas en las erupciones.**—Durante estas admirables operaciones terrestres, y sobre todo en los momentos de mayor actividad volcánica, es frecuente ver ciertos resplandores que iluminan con un siniestro fulgor la columna de humo y cenizas que salen del cráter, comunicando, sobre todo durante la noche, un aspecto siniestro á aquellas soledades, aspecto que la imaginacion fantástica de poetas y pintores

ha exagerado, trasladándolo al lienzo ó descripción como si fueran verdaderas llamas; las cuales, sin embargo, en las erupciones, son mas raras de lo que se cree; pues hasta hay quien niega en absoluto que existan, no siendo lo que se ve sino el simple reflejo de la lava candente. Esto no obstante, dice Espallanzani haber visto en el cráter de Vulcano llamas azuladas (1): el malogrado Pilla tambien parece haberlas observado en el Vesubio; y Elie de Beaumont en unas grietas laterales del Etna, produciendo un ruido análogo al del soplete; atribuyéndolas este último á la combustion del hidrógeno sulfurado, siendo, como es consiguiente, de un tinte lívido. No pudiendo atribuir á meras ilusiones la observacion de tan distinguidos naturalistas, debemos admitir que en casos excepcionales se producen llamas en la erupcion, como consecuencia natural de la combustion del hidrógeno; siquiera sea difícil confirmar el hecho, por cuanto no forman grandes llamaradas, sino simplemente algunas ráfagas de escaso brillo á lo largo de las grietas que suelen existir en las faldas del volcan.

**Efectos de las erupciones.**—Son tan variados los efectos de las erupciones, que seria difícil tarea el relatarlos todos en una obra de esta índole. A veces aparecen montes ó islas de un modo mas ó menos brusco, convirtiéndose la llanura ó meseta en elevados picos, como sucedió con el Vesubio, nacido al través de la Somma en la famosa erupcion del año 79 de nuestra era, erupcion de la que fué víctima el célebre naturalista y almirante romano Plinio, enterrado entre el lapilli, las arenas, y cenizas, que durante tres dias oscurecieron el sol, haciendo desaparecer bajo de una inmensa capa de materiales á Herculano, Pompeya y Stabia. La risueña llanura inmediata á Pozzuolo y el lago de Averno, atormentada bastante tiempo antes por frecuentes terremotos, fué trasformada en el que hoy llaman Monte Nuovo á últimos de setiembre de 1538. En los primeros dias de julio de 1830, apareció en los mares de Sicilia, frente á Agrigento, la célebre isla llamada Julia por la comision de la Academia de Ciencias de Paris que fué á estudiarla, Ferdinandando por los sicilianos, y Graham por los ingleses que primero la vieron surgir del fondo del mar; antes del año de su existencia, un hundimiento la hizo desaparecer en las profundidades del abismo.

Para no cansar mas, y entristecer el ánimo del lector, terminaré esta relacion de desastres volcánicos, con la desaparicion en 1772 del volcan de Java llamado Papandayang, que arrastró consigo á 40 pueblos y caseríos que existian en sus faldas, pereciendo casi todos sus habitantes. Tambien debe citarse como ejemplo curioso de cambios y trastornos producidos por las fuerzas volcánicas el levantamiento en masa y aparicion de millares de pequeños conos llamados hornitos, y por último, de la gran masa del Jorullo, 360", ocurrida en México en 1759.

Prescindiendo de los innumerables casos que pudieran citarse en apoyo de la tesis que voy á indicar, confirma la observacion constante, que en las grandes erupciones los volcanes pierden de altura y á veces hasta suelen desaparecer; al paso que en las de poca importancia, suelen ganar, como sucedió en el Vesubio en la de 1850, en que la punta del Palo que era la mas alta, fué sobrepujada por otros puntos del cráter en 40 ó 50 metros.

Tocante á la velocidad que llevan los materiales al salir por la boca explosiva del volcan, aunque no es fácil determinarla con exactitud, se aprecia en general como análoga á la de los proyectiles lanzados por un mortero, que equivale á 400 ó 500 metros por segundo. En cuanto á la temperatu-

(1) En la obra intitulada *Viaggio nelle due Sicilie*.

ra de la lava en el momento de salir por la boca emisiva del volcan, supera mucho á la que el hombre puede producir por los medios comunes; bastando para cerciorarnos de este hecho, pensar que la lava se presenta fundida y líquida, cosa que para conseguirla en el laboratorio, necesita el químico apelar á grandes corrientes eléctricas, y á los otros medios que los admirables progresos de la ciencia ponen hoy á su disposicion. Sin embargo de esto, merced á la poca conductibilidad de la lava por el calor, puede uno sin gran molestia acercarse á la corriente de color rojo cereza, y hasta encender en ella un cigarro, como tuvo ocasion de hacer en el Etna en 1852. Además es muy frecuente tomar un poco de lava con la extremidad acerada de un palo, é imprimir en ella monedas ó sacar impresiones de moldes que al efecto se llevan preparados.

El eminente cuanto injustamente olvidado Gimbernat, distinguido geólogo catalan, estudió minuciosamente la erupcion del Vesubio en 1822 con cuya lava formó varias medallas dedicadas, á fuer de buen liberal, á la Constitucion, medallas que se conservan como joyas de gran precio en el gabinete de Historia natural de Madrid.

**Azufrales.**—Los italianos llaman zolfatara, para distinguirlo de la zolfara que es la mina de azufre, á lo que nosotros daremos el nombre de azufrales, con el cual designaron los conquistadores de América ciertos lugares que representan volcanes semi-apagados, que aunque no hacen erupcion hace muchos siglos, ofrecen, no obstante, cierta actividad, que se traduce principalmente por la salida de una cantidad considerable de vapor de agua que arrastra varias sustancias gaseosas, y entre ellas el ácido sulfhídrico, que despues de destruir las rocas, deja allí el vestigio claro de su salida, en forma de pequeñas masas, á veces cristalinas, de azufre, y de aqui el nombre que llevan. No es, sin embargo, esta sustancia la única que aparece por el cráter de estos volcanes que pueden llamarse muertos, observándose en el de Vulcano (Islas de Lipari), la sal amoniaco, el mejor ácido bórico que se conoce en el mundo, el selenio, el sulfuro arsénico, etc. En el de Pozzuolo aparece tambien el oropimente y el rejalgar, la coquimbita, el alumbre y otras sustancias curiosas que recoge en abundancia.

**Sofioni.**—Para completar la historia de las manifestaciones volcánicas con salida de materiales al exterior, conviene que digamos dos palabras acerca de lo que los italianos llaman sofioni, siquiera no participe siempre este fenómeno del carácter volcánico. Existen en Toscana, y particularmente en los montes de Volterra y Massa, ciertas grietas por donde se escapa una gran cantidad de vapor de agua, que produce grandes humaredas, llamadas por los italianos *fumacchi*; el agua, condensándose en la atmósfera, se desprende y forma en los alrededores ciertas lagunas llamadas *lagoni* en el país, que ofrecen constantemente el aspecto de un hervidero.

La salida del vapor de agua suele ofrecer á veces mas violencia, como si quisiera imitar á ciertas erupciones de los geiseres; pero no es esto lo mas importante del fenómeno, sino las sustancias que lleva el vapor de agua en suspension y disolucion, como el gas sulfhídrico, y el ácido carbónico; y entre las fijas, figura en primera linea el ácido bórico, pero no en aquel estado de belleza admirable que tuvimos ocasion de contemplar en Vulcano, sino mas bien en hojuelas y laminitas blancas y mates. A este fenómeno, que hasta cierto punto puede compararse con los azufrales ó volcanes semi-apagados, es á lo que los italianos llaman *sofioni*, hervideros ó bufadores en castellano; así como á las aguas recogidas, dan el nombre de *lagoni* ó pequeños lagos.

**Fuegos naturales.**—Con el nombre de fuegos naturales ó

manantiales ígneos, *fontane ardenti* de los italianos, comprenden estos la salida por ciertas grietas terrestres, de carburos de hidrógeno que se inflaman con facilidad, especialmente si se aplica alguna sustancia en combustion. En Italia se observa este fenómeno en Pietramala (Apenino de Bolonia á Florencia) y en Barigazzo, no léjos de Módena. Tambien existe junto al puerto de Bakou en el Caspio; en muchos lugares de la China, y en Fredonia (Nueva-York), donde se sirven de esta sustancia para el alumbrado público.

**Aguas minerales.**—Cuando las aguas que surgen del interior de la tierra ofrecen una temperatura superior á la del medio ambiente, reciben, como ya queda indicado, el nombre de termales; y aunque esta circunstancia favorece sin género alguno de duda, la incorporacion de sustancias minerales en cantidad suficiente para llamarlas así, sin embargo, hay fuentes frías ó templadas que se denominan tambien minerales por esta misma circunstancia. En este último caso podria parecer algo violento el considerar el hecho como accion volcánica; pero si se tiene en cuenta, primero, que segun Lecoq por aguas minerales se entienden todas las que proceden de la zona de reaccion química terrestre, y segundo, la dificultad suma, por no decir imposibilidad absoluta, de separar las aguas minerales, templadas y frías, de las termales, creo que, siquiera sea la manifestacion volcánica menos activa, en cierto sentido considerada, debemos incluir á las fuentes minerales en el catálogo bastante variado de las actividades subterráneas.

El agua de lluvia, la que procede del derretimiento de las nieves, parte de la que circula por la superficie, cuando encuentra condiciones favorables, como son la permeabilidad del suelo y la existencia de grietas ó hendiduras mas ó menos profundas, penetra en el interior hasta distancias mas ó menos considerables, segun sea la disposicion de los terrenos en grandes masas ó en capas, y segun afecten estas mayor ó menor inclinacion ó buzamiento; determinándose por este curioso procedimiento, la Hidrografía subterránea, caracterizada por rios que la permiten circular, ó grandes depresiones donde forma lagos mas ó menos considerables. Dado este estado de cosas, cuando las superficies impermeables sobre las cuales circula, se interrumpen al exterior, se origina el nacimiento de agua que constituye lo que se llama una fuente de agua natural, que puede verificarse lo mismo en los continentes que en el fondo del mar, de cuyo hecho citaremos varios ejemplos al tratar de la accion de las aguas líquidas. Mas si el curso natural de las aguas se interrumpe al interior, ó por cualquiera circunstancia de las arriba indicadas, las aguas penetran en las profundidades de la tierra ó llegan de otro modo á ponerse en contacto inmediato con la pirofera terrestre, como sucedió en la famosa erupcion del Jorullo en México, cuya corriente de lava, encontrando á las aguas del rio San Pedro, estas cambiaron de direccion penetrando en el interior de la tierra y apareciendo de nuevo con una temperatura de 37 á 38 grados; en todas estas circunstancias, repito, las aguas aparecen al exterior con el carácter por lo comun termal y casi siempre mineral, ya que la temperatura favorece, con otras circunstancias que en el seno de la tierra concurren, las reacciones químicas que comunican al agua su carácter propio. Sin embargo, es posible que el agua pierda en su trayecto la temperatura que en la zona inmediata á la pirofera terrestre adquirió, apareciendo templada ó fría, sin dejar por esto de ser mineral en el sentido que á esta palabra se da; pues por otra parte, el agua en sí ya lo es, y sin que esto impida el que pueda y deba considerarse su aparicion al exterior como resultado de la actividad terrestre. De todo lo cual se desprende, que la temperatura de los manantiales puede ser muy variada, desde la media del



ambiente exterior ó inferior de ella, en cuyo caso se llaman manantiales templados y frios, hasta mas arriba de 100 grados, segun indica la siguiente lista:

- Caldas de Bohí (Lérida), aguas ferruginosas. Temperatura 25.
- Fuente de Elordi (Lazcano, Guipúzcoa), id. 8°.
- Id. de la Peña de Lapiritu (en Idiazabal, id.), id. 8°.
- Las burgas (1) de Orense (alcalina), 54,80.
- Villavieja (Castellon), ácido-carbónicas con hierro, desde 28 á 37 grados.
- Las caldas de Montbuy (salinas), 56°.
- Las aguas de Carlsbad, 73°.
- Aguas calientes (Francia), 80°.
- La Trinchera (América del Sur), 97°.
- Manantial al pié de Vulcano (Lipari), temperatura observada por mí, 98°.
- Los sofionis de Toscana, 105°.
- Gran geiser de Islandia, 127°.

Por regla general la temperatura es constante ó poco menos en las aguas cálidas ó muy cálidas, y en las minerales cuya temperatura sea próximamente la del exterior, varía menos que la de los manantiales comunes.

En cuanto á la composicion de las aguas minerales, nos limitaremos por ahora á indicar los principales grupos que de ellas se forman, segun su composicion.

Llámanse el primero, de aguas acidulas ó gaseosas, por la presencia, sobre todo, del ácido carbónico, circunstancia que no solo les comunica un sabor picante agradable, sino que impelidas las aguas por la fuerza elástica del gas, salen á borbollones, constituyendo lo que se llama entre nosotros, un hervidero, como el de Fuen-Santa, por ejemplo, el de la fuente de Cella (Teruel), cuyo nacimiento se parece mucho al del manantial sagrado de Zuni, en México.

Constituye el segundo grupo, el de las aguas sulfurosas,

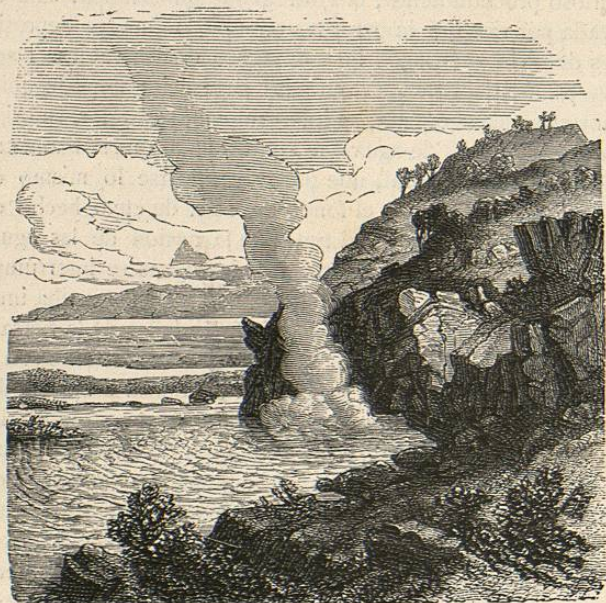


Fig. 10.—Manantial de aguas termales del País de los Mormones

que se distinguen por el olor á huevos podridos, debido á la presencia del hidrógeno sulfurado y de sulfuros alcalinos; muchas son termales, como da á entender la columna de vapor que despide el manantial que representa la figura 10. Hállase situado este manantial á 5 kilómetros de los Santos,

(1) Nombre con que se designa en Galicia á los manantiales termales, sinónimo de Caldas hasta cierto punto.

capital del país de los mormones, en Utah (América del norte). Su temperatura es superior á 50°; observándose durante el invierno que acuden á sus inmediaciones grandes bandadas de pájaros y hasta los indios mismos para calentarse.

El tercer grupo es el de las aguas alcalinas, así llamadas por contener carbonato de sosa, que les comunica un sabor amargo especial, y algo picante, las que contienen además ácido carbónico; algunas son termales. En este grupo figuran las aguas de Carlsbad, Vichy, Orense, Verin, etc.

El cuarto grupo es el de las fuentes dichas salinas, por contener sulfatos de sosa, de magnesia y cal, y cloruro sódico, asociadas estas sustancias con bastante frecuencia á sulfuros alcalinos; debiendo citar entre otras, la de Epsom, y Setlitz, la de Montanejos, Olot, Ponferrada, Vacia-Madrid, etc.

Quinto grupo, es el de las aguas ferruginosas, por contener sulfatos y á veces carbonato de hierro, que les comunican un sabor estíptico especial; desprendiendo algunas ácido carbónico; tal es, por ejemplo, la de Arteaga, Belascoain, Calahorra, Galdácano y mil otras en España.

El sexto grupo es el de las fuentes calizas, por llevar en disolucion cantidades mas ó menos considerables de bicarbonato de cal, que depositándose en carbonato neutro, dan origen á incrustaciones calizas muy importantes. De ellas hay muchas en España, y nos ocuparemos detenidamente de su estudio, al tratar de las rocas calizas. En este género uno de los hermosos manantiales que pueden citarse es el de Hierápolis, célebre en la antigüedad, cuyas aguas forman al deslizarse á lo largo de la montaña, una serie de cascadas petrificantes. La figura 11 representa las rocas calizas formadas por el depósito de esas aguas que descienden al valle de Pambou-Kalin (Asia menor).

Por último, llámanse fuentes silíceas, aquellas que llevan la sílice en disolucion, ó en silicato soluble de potasa y sosa, de los que se desprende aquella sustancia, dando origen á magníficas incrustaciones, por donde las aguas circulan. Por regla general, estas aguas son termales, constituyendo grandes hervideros que solo se diferencian de los geiseres, por no ser arrojadas imitando las erupciones á grandes alturas; sin embargo, tienen tantos puntos de contacto con aquellos, que en rigor no pueden separarse en una clasificacion natural.

Como ejemplo notable debe citarse la fuente y lago situado en Nueva Zelandia. Las aguas brotan de gran número de agujeros, la corriente principal domina el lago en una extension de 35" y llena de golpe una cuenca oval de 80" de circunferencia cubierta de un revestimiento de estalactitas de una perfecta blancura. Al rededor aparecen escalonadas las demás corrientes termales que alimentan la gran cuenca.

Algunos rios, tales como el llamado Negro, el Uruguay, y Cuareim en la América del Sur, llevan tal cantidad de sílice en disolucion, que segun mi distinguido amigo D. Clemente Barrial Posada de Montevideo, es muy frecuente ver en sus orillas convertidos en sílice, los troncos de los árboles, las frutas que caen en el lecho del rio, los huevos de aves, y hasta pedazos de carne.

Esta clasificacion se funda en las sustancias dominantes en las aguas, las cuales con frecuencia contienen gran número de combinaciones químicas, y de cuerpos simples, figurando los siguientes, segun Lecoq, en las analizadas hasta el día:

Oxígeno	Sílice	Hierro
Hidrógeno	Carbono	Zinc
Azufre	Potasio	Cobalto
Cloro	Sodio	Níquel

Bromo	Litio	Estaño
Yodo	Cesio	Antimonio
Fluor	Rubidio	Titano
Nitrógeno	Bario	Cobre
Fósforo	Calcio	Plomo
Arsénico	Magnesio	Plata
Boro	Aluminio	Oro
	Manganeso	

zable, que adquiere formas propias al poco tiempo de salir las aguas del interior de la tierra, y sobre cuya procedencia é importancia discurrirémos en ocasion oportuna.

Respecto á la cantidad de agua que arrojan los diferentes manantiales, y á las sustancias minerales que contienen, así como á la relacion que existe entre el terreno y la naturaleza de dichas sustancias, lo discutiremos al tratar en la Geología industrial del origen de los filones, tan estrechamente relacionado, segun veremos, con aquellas. Por ahora pondremos fin á estas indicaciones generales, haciendo notar que las aguas mas calientes aparecen ó en los terrenos de rocas cris-

Por último, es de notar en la mayor parte de las aguas minerales, la presencia de una materia orgánica ú organi-

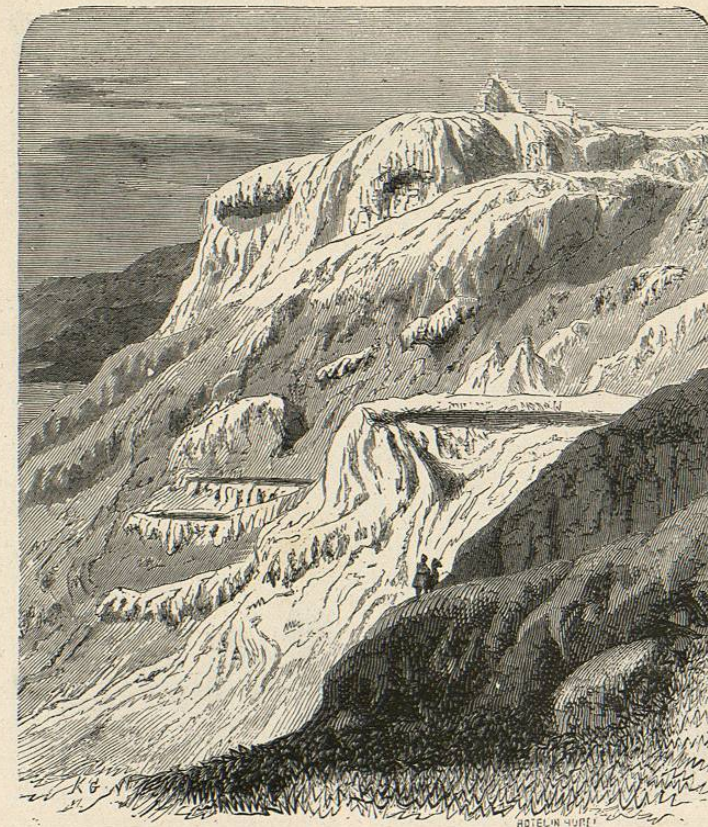


Fig. 11.—Cascada de Pambou-Kalin

talinas, ó en los de sedimento primitivos, y tambien en las regiones félgreas ó volcánicas; lo cual confirma la tesis sentada de que estos manantiales constituyen una manifestacion volcánica siquiera la mas débil, en cuanto á la manera de presentarse; pues en lo referente á sus resultados, fácil ha de ser demostrar la importancia suma que el Hidrotermalismo tiene en la Física terrestre.

IV.—TERREMOTOS

Temblor de tierra, ó terremoto, es un movimiento brusco é instantáneo del suelo que lleva la destruccion por todas partes, y aflige al ánimo mas sereno. A veces se sienten estos efectos de improviso, si bien lo mas comun es que se anuncien por ciertos signos, no siempre los mismos. En Italia llaman *aria di terremoto*, cuando la atmósfera se halla encalmada, triste la luz del sol aunque esté el día sereno, sintiéndose cierta opresion que vaticina la próxima catástrofe. Suelen desaparecer algunos manantiales, y hasta secarse los pozos; pero ninguno de estos fenómenos puede considerarse como precursor constante de los terremotos. A veces cuando el sol brilla en todo su esplendor, y está el cielo sereno y apacible el aire, es cuando se producen repentinamente esas catástrofes, que convierten en un campo de ruinas y de

muerte las campiñas y las ciudades, aniquilando en un abrir y cerrar de ojos, millares de existencias. El espantoso terremoto de Lisboa sorprendió á la capital durante una fiesta, á las nueve de la mañana, en uno de esos hermosos días que se disfrutan bajo aquel delicioso clima, y precisamente en el momento en que los habitantes se dirigian á los templos. Los temblores de tierra ocurren lo mismo con un cielo sereno, como durante la tormenta; Humboldt no vió jamás que estos fenómenos hayan influido en la aguja imantada, y otro viajero, Adolfo Ermann, observó lo mismo en el terremoto que se sintió en Irkoutsk, cerca del lago Baikal, el 8 de marzo de 1829.

El temblor de tierra de Riobamba, ocurrido el día 4 de febrero de 1797, uno de los mayores desastres de que hace mencion la historia física de nuestro globo, y acerca del cual pudo recoger Humboldt preciosos detalles, tampoco fué precedido de ningun sintoma atmosférico visible.

Con frecuencia acontece que un ruido sordo y atronador acompaña ó sigue á la catástrofe; pero dicho ruido no tiene su origen en la atmósfera, sino en las entrañas mismas de la tierra; y resulta del crujido de las rocas, que en una extension inmensa ceden á la presion de las lavas inflamadas, reduciéndose á fragmentos.