

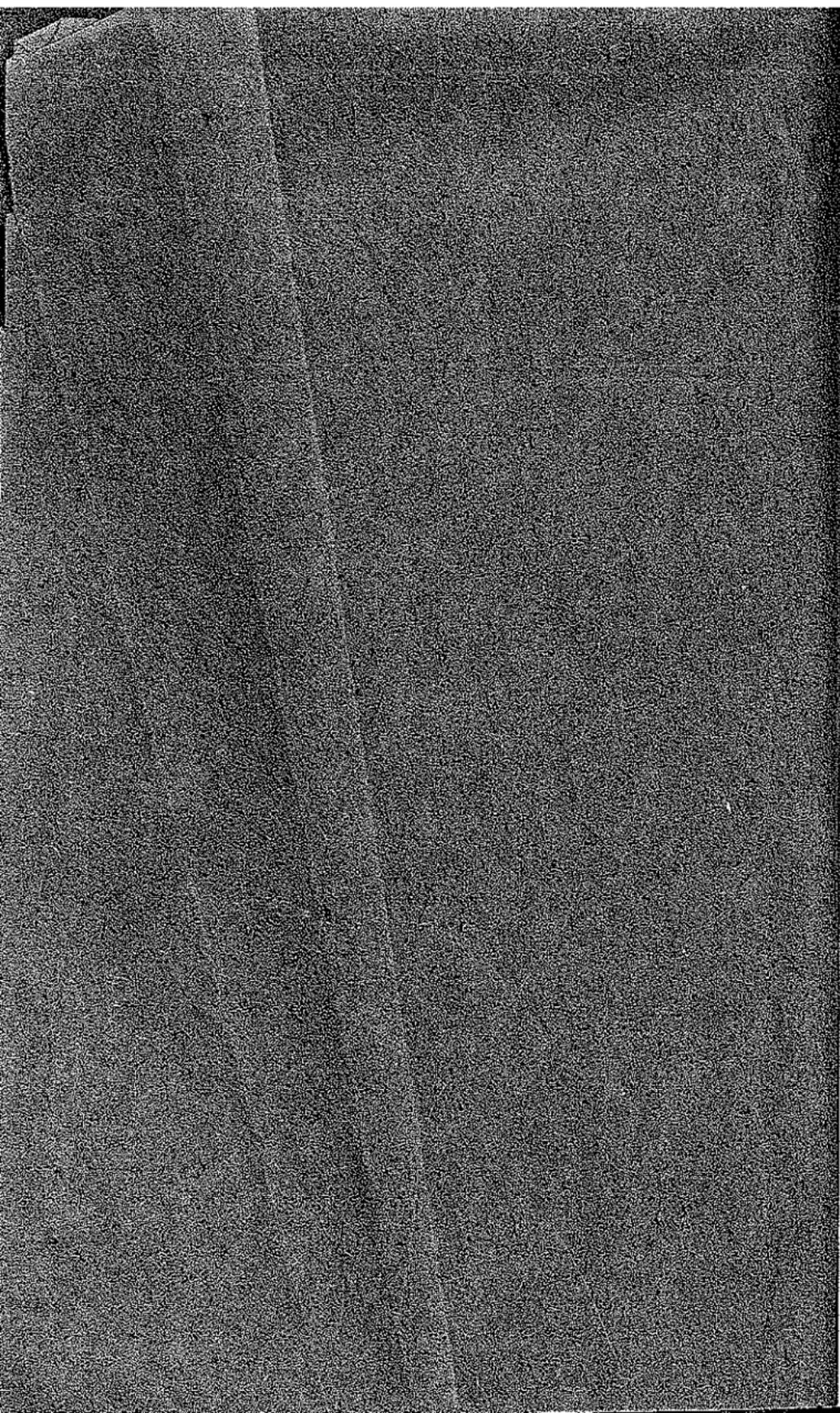
PARAMELLI

ARTE  
DE DESCUBRIR  
LOS MANANTIALES

A. E.

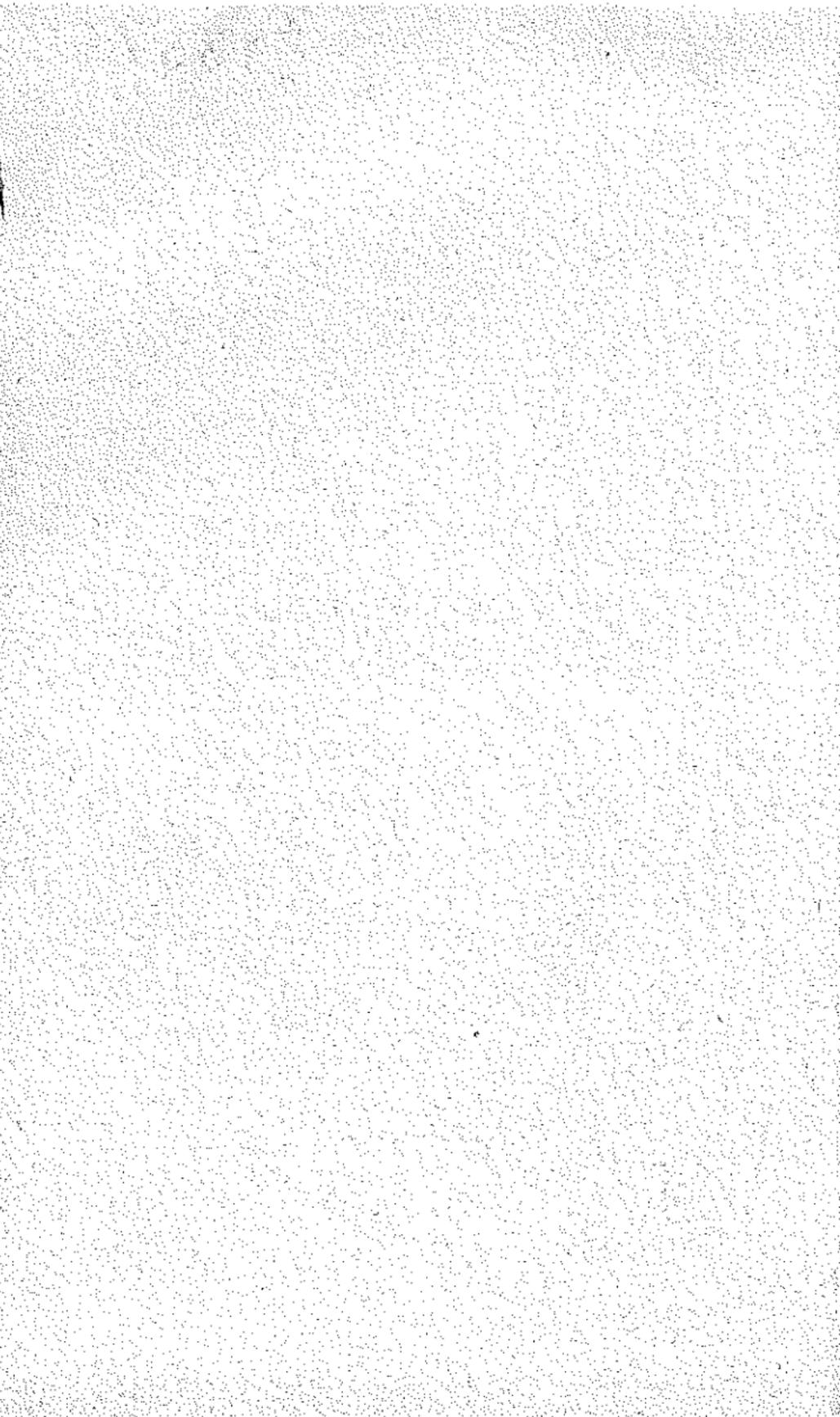
2-1-1920





13571  
NM 4239





# ARTE

DE

## DESCUBRIR LOS MANANTIALES

POR

### EL ABATE PARAMELLE.

OBRITA ÚTIL A LOS ARQUITECTOS, INGENIEROS,  
PROPIETARIOS DE FINCAS RÚSTICAS Y DEMÁS PERSONAS  
DEDICADAS AL ESTUDIO.

que

DE LA SEGUNDA EDICION FRANCESA  
REVISADA, CORREGIDA Y AUMENTADA POR EL AUTOR,

HA TRADUCIDO

D. NICOLÁS SOLDEVILA Y CALVO

PRESBITERO

Muchos creen que ciertos terrenos se  
hallan totalmente desprovistos de agua,  
mientras que la hay muchas veces en  
abundancia debajo de la tierra que pi-  
samos, y poco distante de la superficie.

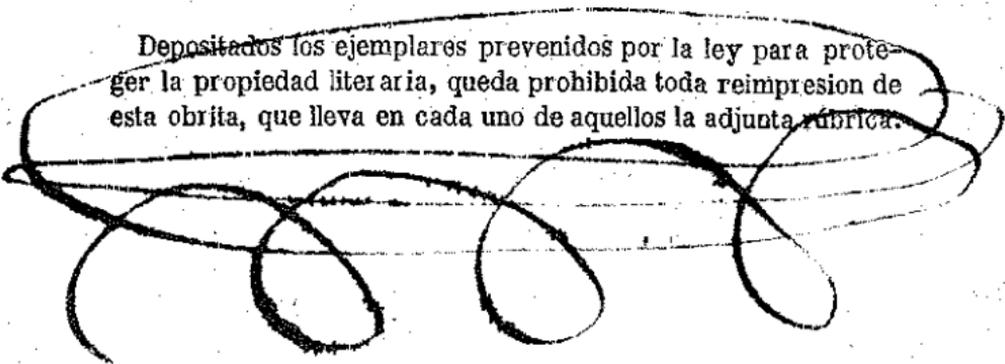
*Enciclopedia, art. Source.*

MADRID.

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE T. FORIANEI,  
calle de la Libertad, núm. 29.

1863.

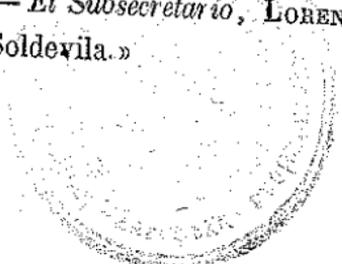
Depositados los ejemplares prevenidos por la ley para proteger la propiedad literaria, queda prohibida toda reimpresion de esta obrita, que lleva en cada uno de aquellos la adjunta rubrica.

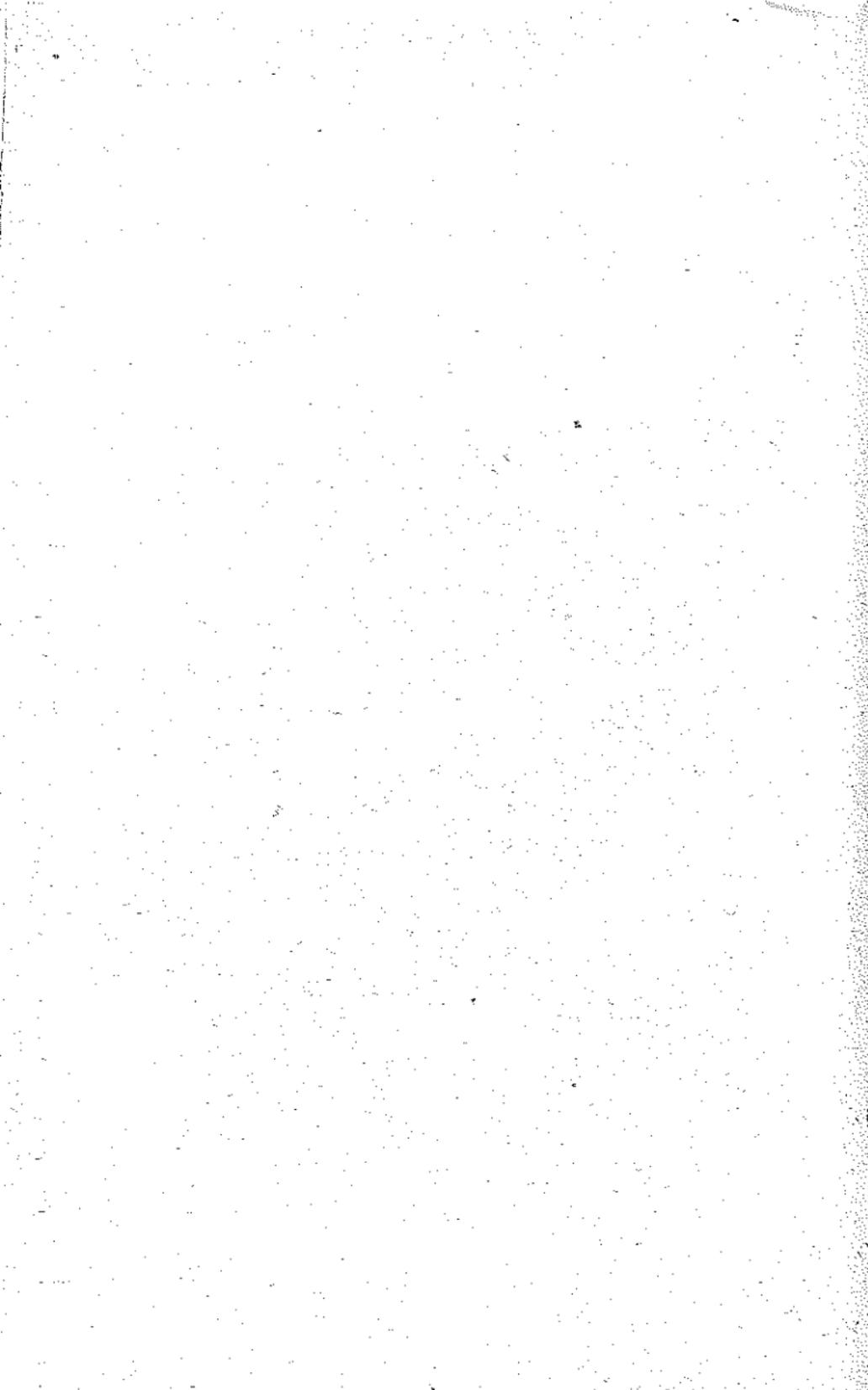


## NOTA.

Habiéndose expedido la siguiente comunicacion, como es de suponer, despues de impreso este libro, ha tenido que imprimirse por separado, y pegarse á todos los ejemplares aún no encuadernados. Dice así:

**MINISTERIO DE LA GOBERNACION DEL REINO.** —  
**SUBSECRETARÍA.** — Negociado 1.º — *El Sr. Ministro de la Gobernacion dice con esta fecha á los Gobernadores de las provincias lo que sigue:—«La Reina (q. D. g.) ha tenido á bien mandar que sirva de abono, en los respectivos presupuestos municipales, el importe de un ejemplar, que adquieran voluntariamente los Ayuntamientos, de la obra titulada ARIE DE DESCUBRIR LOS MANANTIALES, que ha traducido del francés el presbítero D. Nicolás Soldevila. — De real orden comunicada por el expresado Sr. Ministro, lo traslado á V. para su conocimiento y satisfaccion. — Dios guarde á V. muchos años. Madrid 6 de Julio de 1863. — El Subsecretario, LORENZO DE CUENCA. — Sr. D. Nicolás Soldevila.»*





## A MIS CAROS COMPATRICIOS.

---

Una feliz casualidad puso en mis manos el libro que ofrezco á mis compatricios los españoles. Hallándome de residencia en un castillo condal de un imperio vecino con el solo objeto de ejercer allí mi ministerio, no tenia otro medio, para pasar las largas veladas de invierno, que ocuparme en leer alguno de los muchos libros que, con otros papeles y periódicos, se hallaban sobre la gran mesa redonda que habia en el salon junto á la chimenea.

Una de las noches de Diciembre de 1859 (por cierto nada templadas, pues que llegó el termómetro en ese mes á 16 y 18 grados bajo cero), tomé como de costumbre el primer libro que me vino á la mano; y leyendo su portada, vi que era el *Arte de descubrir los Manantiales, por el abate Paramelle, segunda edicion*. Picado de la curiosidad al leer un título tan peregrino, empecé desde luego por leer el prólogo; y conociendo por él que la lectura del libro podia ser útil é instructiva, me decidí á no dejarlo hasta haberlo leído con detencion desde

la cruz á la fecha, es decir, un trozo cada noche. A medida que iba adelantando, se aumentaba más y más el placer que sentia al ver su método tan claro, y las razones que daba el autor tan sencillas; hasta que, una vez concluido, dije en mí: ¿quién sabe si este libro podría ser de alguna utilidad en mi país? ¿quién sabe si tantos pueblos, que no tienen para beber sino aguas sucias é insalubres, podrían hallarlas claras y potables con el auxilio de esta teoría? ¿quién sabe si las áridas campiñas de algunos distritos de nuestro suelo, por otra parte tan favorecido de la naturaleza, podrían rejuvenecer y dar ópimos frutos á beneficio del método de Mr. Paramelle? Si un sacerdote francés trabajó durante tantos años (1) para procurar agua á sus compatriotas que tanto la necesitaban, ¿por qué no ha de interesarse por el bien de sus hermanos un sacerdote español, tanto más cuanto sólo le cuesta el pequeño trabajo de traducción? Y me resolví á traducir el libro (2).

En él verán los lectores con qué naturalidad se siguen los capítulos unos á otros: cómo los doce primeros pueden considerarse como unos prolegómenos ó tratados preliminares, que definen y ex-

(1) Nueve años de estudios previos, y una práctica feliz, constante y no interrumpida de otros veinticinco años.

(2) Mis ocupaciones, además de otros motivos, han sido causa de que no saliera á luz hasta ahora.

plican suficientemente lo que significan ciertas palabras técnicas, pertenecientes á la geognosia, cuya inteligencia es conducente y áun necesaria para comprender las materias de que tratan los capítulos siguientes: cómo estos pasan gradualmente del origen de los manantiales á su formacion, á las líneas é caminos que ellos siguen debajo de tierra, y puntos en que deben buscarse: cómo se conoce, ántes de hallarlos, su profundidad y su volúmen: cuáles son los terrenos favorables, ó nó, para encontrarlos: cuáles las aguas potables é impotables, y medios para clarificar las que lo necesiten: qué medios hay para suplir la falta de manantiales; y por fin, cuáles han sido los felices resultados de esta teoría cuando el autor la ha puesto en práctica por sí mismo. De modo que puede decirse, á mí pobre entender, que este precioso libro es un curso compendiado de geognosia é hidroscofia, con el cual todo hombre medianamente instruido puede hallar sin mucho trabajo y poner á descubierto los manantiales ocultos debajo de tierra. Y ¿qué será si este hombre es además arquitecto ó ingeniero, cuyos estudios le habrán preparado de antemano para poner en práctica y con fruto las reglas y preceptos que da el autor en esta obrita?

Mucho seria de desear que la estudiasen con alguna detencion los hombres inteligentes, que por fortuna no faltan en nuestro país, sin olvidar los poseedores de fincas rurales; y que en vista de la

falta de agua en tantos pueblos, y de la aridez de muchos de nuestras campiñas, pusiesen por sí mismos ó hiciesen poner en práctica esta teoría, justificada y recomendada ya su bondad, su exactitud y casi infalibilidad por tantos centenares y millares de felices resultados. Entónces veríamos con satisfacción tantos millares de fanegas de tierra, hoy dia incul-tas ó escasísimamente fructíferas, convertidas en deliciosos verjeles y frondosos campos de regadío, que derramarían la abundancia y bienandanza por toda nuestra cara España.

Porque es preciso desengañarse; los artículos de consumo, necesarios á la vida, encarecen todos los dias, ya sea por el aumento de poblacion, ya por el descuido de la agricultura, ó por otras causas que no pretendo averiguar. Si en nuestro siglo de progreso han hecho tantos adelantos la industria, las artes y las ciencias, debemos confesar con sentimiento, que nuestra agricultura, que debe alimentarnos para que podamos vivir, trabajar y progresar, está muy distante de correr parejas con aquellas; ántes, por el contrario, la vemos muy atrasada. Démosle pues, cada uno de por sí, algun empuje, que no será pequeño á buen seguro, si le procuramos uno de sus principales alimentos cual es el agua para regar los campos y fecundarlos. Con el método ó teoría de Mr. Paramelle casi no hay propietario que no pueda hallarla ó hacerla hallar en sus posesiones, por reducidas que sean:

por poco versado que sea el que la busque, sabrá á poca diferencia la cantidad, y la profundidad hasta la que deba excavar; y por lo mismo los gastos, las mas de las veces casi insignificantes, que le debe costar el poner el manantial á descubierto. Y si el autor francés, cuyos estudios (teológicos) eran por cierto bien diferentes, llegó, desde las primeras aplicaciones de su teoría á la práctica, á adivinar, tanto su profundidad como su volúmen, y hasta la buena ó mala calidad: ¿por qué los hombres del arte y de estudios de nuestro país, los arquitectos y los ingenieros en especial, que los hay tan eminentes, no han de poder con sus conocimientos otro tanto? No es su ignorancia, por cierto: el no haberles venido jamás la idea de ocuparse de este ramo especial, atareados como están en otros trabajos de su profesión, es sin duda el único motivo de no haberse dedicado tal vez nunca á la hidroscopia.

Bueno seria tambien, que las sociedades de agricultura, y todas aquellas que bajo cualquiera denominacion se consagran á procurar el bien de sus hermanos y la prosperidad del país (sin olvidar las corporaciones municipales y autoridades políticas), tomasen la iniciativa en poner en práctica esta teoría; y que tanto ellas, como cualquiera particular que hallase manantiales con arreglo á este método, publicasen sus descubrimientos, no solo en los periódicos locales y *Boletín oficial*, con todas las

circunstancias de profundidad, volúmen, calidad, localidad, provincia, etc., etc.; sino tambien en la *Gaceta* del Gobierno (1), á fin de que, reunidos en el periódico oficial los descubrimientos de todos los puntos de España, pudiesen tomar nota los demás periódicos, y se alentasen con su lectura los propietarios mas tímidos y desconfiados para emprender tan insignificantes trabajos, que al fin y al cabo redundarian en bien de ellos mismos, no ménos que en utilidad del país. No olviden que tenemos en España dilatadas comarcas que dan dos cosechas todos los años, sólo porque pueden regarse sus campos. ¡Cuándo llegará el día en que nuestra agricultura progresará, y se pondrá al nivel en que se hallan hoy en nuestro país la industria, las artes, las ciencias y el comercio!

Si con la traduccion del libro de Mr. Paramelle puedo procurar algun bien á mi país; si los momentos de ocio empleados en este trabajo pueden contribuir en algo á la prosperidad de mi cara patria, quedará completamente satisfecha mi ambicion.

Madrid 2 de Marzo de 1863

EL TRADUCIOR.

---

(1) Residiendo actualmente el traductor en Madrid, se encargará gustoso de hacer insertar en la *Gaceta* todos los descubrimientos circunstanciados de que le den noticia los interesados.

# PRÓLOGO

DE LA PRIMERA EDICION.

El arte de descubrir los manantiales ha sido, en todos tiempos y en todos los pueblos, objeto de numerosas investigaciones (1). Acosados aquellos cada dia por la necesidad de procurarse un elemento indispensable á la vida, é imbuidos de la idea de que las corrientes de aguas que hay dentro de la tierra, deben dar al exterior algunos indicios de su presencia, los filósofos y hasta el pueblo pusieron su atencion en observarlos. Por lo que toca á los antiguos, los que recogieron y publicaron mayor número de aquellos indicios, son: Vitruvio, Plinio

---

(1) Casiodoro, dice (lib. III, carta LIII), que el arte de buscar los manantiales fué cultivado entre los Griegos, los Latinos, y sobre todo entre los Africanos; y que cierto Marcelo compuso una obra sobre los manantiales y las aguas subterráneas, que no ha llegado hasta nosotros.

el Naturalista y Casiodoro. En cuanto á los modernos, habiéndose ocupado éstos más en imaginar sistemas sobre el origen de los manantiales, que en observar los indicios de su presencia, casi nada han añadido á lo que nos dejaron los antiguos (1). Es preciso decir, que estos indicios son tan vagos, tan inciertos, y aplicables á un número tan pequeño de localidades, que no pueden servir de elemento á un verdadero arte. Así es que, aunque estos métodos se hayan insertado en una infinidad de obras, y puesto en las manos de todos, no vemos que hayan producido en ninguna parte, ni muchos ni importantes resultados. En cuanto á mí, puedo atestiguar que jamás he encontrado un solo manantial, que me hayan dicho haber sido descubierto por medio de alguno de estos procedimientos.

Es verdad, que de unos treinta años acá algunos geólogos han escrito disertaciones sobre las probabilidades de buen suceso, que las diferentes especies de terreno pueden ofrecer á los que se ocupan

---

(1) Lo más notable que hallo entre los modernos, es el descubrimiento de los manantiales de Coulanges-la-Vinèuse, de Courson y de Auxerre, en Borgoña, que fueron indicados en 1705, por Couplet, ingeniero y académico. Estos tres descubrimientos hicieron entónces mucho ruido, y le valieron despues de su muerte un elogio pomposo que le consagró Fontenelle. Véanse las *Obras de Fontenelle*, tomo vi, *Elogio de Couplet*. Es muy sensible que ese ingeniero no haya dejado escrito su método.

en perforar pozos artesianos; pero sus escritos no presentan más que generalidades. Ninguno de ellos ha designado categóricamente el punto fijo en que debe hacerse la perforacion para hallar la corriente de agua, ni indicado un medio cualquiera para conocer su profundidad y volúmen. Ocupados enteramente de los manantiales que se hallan en profundidades inmensas, y que no pueden obtenerse sino con gastos enormes, parece que ninguno de ellos ha fijado la atencion sobre los innumerables manantiales ordinarios, que las más de las veces no se hallan sino á algunos metros debajo de tierra, al alcance de casi todas las casas, y accesibles á todas las fortunas.

El medio de descubrir los manantiales que ha estado más en boga, el que ha obtenido más crédito entre los ignorantes y hasta entre algunas personas instruidas, es la *vara adivinatoria*. Aunque he operado yo muchas veces con todas las precauciones prescritas, y he pasado y repasado sobre corrientes de aguas subterráneas, cuyo conducto me era bien conocido, jamás he observado que esta vara haya hecho por sí misma el menor movimiento entre mis manos. He leído sobre este asunto muchos tratados de bastante extension, y he hecho operar en mi presencia á muchas docenas de individuos de los mas afamados que se sirven de la vara adivinatoria, y que he encontrado en mis viajes, á fin de cerciorarme sobre si este

instrumento gira ó no gira sobre las corrientes de aguas subterráneas; y de todo lo que he leído y observado sobre este particular, he deducido con certeza: 1.º que esta vara gira espontáneamente entre las manos de ciertos individuos dotados de un temperamento apropiado á producir este efecto; 2.º que este movimiento es determinado por ciertos flúidos imperceptibles á nuestros sentidos, como la electricidad, el magnetismo, etc.; 3.º que dicha vara gira indistintamente, tanto sobre los sitios en que no hay el mas pequeño hilito de agua subterránea, como sobre aquellos en que la hay, y que por consiguiente no puede la tal vara adivinatoria servir de nada en la indicacion de los manantiales. Esta es tambien la opinion de M. de Tristan, que siempre se ha servido de la vara adivinatoria, el cual publicó en 1826 sobre esta famosa vara un largo tratado que concluye con estas palabras: «*Estoy muy distante de aconsejar á nadie que se fie en las experiencias de la vara adivinatoria para el descubrimiento de aguas subterráneas.*» Sobre más de diez mil manantiales que yo he indicado, sólo dos veces me ha sucedido dar precisamente sobre los puntos que me habian dicho habian sido escogidos por los que operan con la indicada vara. Digo *escogidos*, porque sus indicaciones, que se me han mostrado tal vez en mil partes diferentes, estaban todas ellas situadas precisamente sobre el punto que podia convenir mejor al propietario (cosa que no

era difícil adivinar); así es, que casi todas estas pretendidas indicaciones salen completamente frustradas, y las poquísimas que salen verdaderas no son debidas mas que al puro efecto de la casualidad.

Así pues, ni la ciencia, ni la adivinacion nos han dado hasta ahora nada de seguro para guiarnos en el descubrimiento de los manantiales.

Sin embargo, la geognosia, que tiene por objeto hacer conocer, no sólo los terrenos que están al descubierto, sino tambien los que están ocultos por lo que se deduce de los que están visibles, me pareció, treinta y cuatro años hace, que era la ciencia más á propósito para dar á conocer las corrientes de agua subterráneas. Porque esta ciencia, como lo ha dicho posteriormente M. Rozet, hace conocer al minador las probabilidades de buen éxito en sus empresas, y el camino que debe seguir en sus trabajos; al arquitecto, en qué montañas debe cavar para hallar las diferentes especies de piedras que necesita; al alfarero, las capas de arcilla que quiere emplear, etc.; así pues, esta ciencia podia, en mi opinion, ayudar á conocer la formacion de los manantiales y las líneas que estos siguen debajo de tierra. Por lo que, con el objeto de resolver este problema, empleé nueve años en estudiar los terrenos, y recoger el crecido número de observaciones que se verán en el decurso de este tratado.

Como toda esta teoría sobre el arte de descubrir

los manantiales está basada sobre la configuración exterior y la estructura interior de los terrenos, son indispensables algunas nociones de geognosia á cualquiera que desee hacer algun progreso en este arte. Los que quieran profundizarlo, deberán estudiar continuamente y familiarizarse con los tratados elementales de la geología de MM. d'Aubuisson des Voisins, Rozet, d'Omalius d'Halloy, de la Bèche, Brongniart, Lecocq, Gasc, Lyell, Huot, Demerson, Rivière, Burat, d'Orbigny, Beudant, etc. Por el contrario, los que no quieren tener más que algunas nociones, suficientes para comprender esta teoría, ó ponerse en estado de indicar los manantiales en los casos más fáciles, podrán contentarse con las que sirven de introduccion á este tratado, y que he sacado en gran parte de estos padres de la geología.

Los datos de la geognosia distan mucho de ser teoremas susceptibles de demostracion, ni ménos son leyes físicas, exentas de toda excepcion: son únicamente observaciones hechas sobre terrenos visibles, que han sido reconocidas más ó ménos constantes en una gran multitud de lugares, y nos dan medios de juzgar por inducciones probables cuál es la naturaleza y la inclinacion de los terrenos que nos son ocultos. Por ejemplo, si en los dos lados de una montaña vemos una capa de roca de un mismo espesor, inferimos de ello que su espesor es probablemente el mismo en el interior de la mon-

taña, porque la observacion nos ha hecho conocer, que el espesor de una capa varía rara vez. Siendo de diferentes especies los agentes que han concurrido en la formacion de los varios depósitos de que se compone la superficie del globo, y habiéndose combinado sus operaciones de infinitas maneras, le es imposible al geognosta recoger observaciones rigurosamente exactas, de las cuales pueda deducir reglas invariables. Casi todas tienen algunas excepciones, y las que ménos tienen, son las que se acercan más á la certeza. Aunque esta ciencia no se funde sobre principios absolutos, nos suministra sin embargo datos bastante fijos y concordantes para hacernos conocer en el mayor número de casos lo que existe debajo de tierra.

La hidrografia subterránea, enteramente subordinada á la positura y á la constitucion de los depósitos terrestres, presenta las mismas anomalías y las mismas excepciones que los terrenos. El conocimiento de las corrientes de agua, tanto visibles como subterráneas, ofrece leyes generales que son incontestables en casi todos los casos, y sin embargo son contradichas la mayor parte de ellas por algun hecho particular. Por ejemplo: *toda corriente de agua, que va á reunirse á otra corriente mayor, converge hácia la parte de abajo de esta última*: sin embargo el Gier, que corre casi en línea recta del Sur al Norte, se echa en Givors dentro del Ródano, cuya corriente va del Norte al Sur.

Por lo tanto, la hidroscopia, lo mismo que la geología, no puede ser contada entre las ciencias exactas, como la mecánica y la hidráulica y otras partes de la física; pero las pocas excepciones que pueden oponerse en una ú otra localidad, no impiden que las leyes generales, que se han dado en vista de la universalidad de los hechos observados, sean reglas bastante seguras para dirigir al hidróscopo en sus perquisiciones, y hacer que tenga buen éxito en la mayor parte de sus tentativas. La excepcion quita algo de fuerza á la regla, pero no la destruye. En esta obrita se hallarán las excepciones indicadas muy á menudo, por alguna de estas palabras *muchas veces, ordinariamente, generalmente*; pero no he creído poder introducir las en todos los lugares en que hubieran debido ser puestas, porque habria sido preciso insertarlas en la mayor parte de las frases, y esto hubiera desfigurado éxtremamente el lenguaje. Por lo que, imitando á los geólogos, he dado en muchas partes como positivo lo que me ha parecido ser cierto en los más de los casos, sin detenerme á señalar cada excepcion, que bien conocia.

La tarea que emprendí veinte y ocho años hace, de dar al público una teoría razonada sobre el arte de descubrir los manantiales, habria debido naturalmente ser llevada á cabo por algun geólogo profundo, quien hubiera tratado esta materia magistralmente, y no quedar á cargo de un pobre cura

párroco de aldea sin bastantes libros para estudiar á fondo los terrenos, sin tiempo suficiente para ir á explorarlos á lo léjos, sin tener cerca de él hombres instruidos en esta materia para ayudarle con sus consejos, ni bastante saber para escribir una obra digna de ser presentada al público.

Á pesar de todos estos motivos de desaliento, y el ridículo universal que me esperaba en el caso de que mi empresa no tuviese buen suceso, conmovido profundamente de los males sin cuento que la escasez de agua causaba todos los años en el departamento del Lot, consulté primeramente todos los libros que pude, para ver si hallaba algun medio de descubrir los manantiales; pero fué en vano: no hallé ni siquiera un autor que hubiese sabido definir un manantial como corresponde, ni que me pareciese haberse formado de él una idea clara; de lo que se verá la prueba en el capítulo X. Lo más positivo que hallé, fué la convicción de que ninguno de aquellos hidrógrafos se habia tomado la pena de ir á recorrer los terrenos en lugares de grande extension, con el objeto de conocer la presencia de los manantiales; y que se habian limitado á copiarse los unos á los otros, ó á establecer sistemas más ó ménos inverosímiles sobre su origen; de los cuales se verán algunos en el capítulo XI. Viendo, pues, que ninguno habia escrito nada de satisfactorio sobre esta materia, y que esta ciencia estaba todavía por crear, me decidí á hacer á lo

ménos todo lo que pudiese, para ver de poner en ella algunos piquetes. Por mas que la empresa fuese en gran manera superior á mis fuerzas, con todo, teniendo presente que la importancia de un descubrimiento no se mide por la capacidad de su autor (1), resolví estudiar la hidrografia subterránea sobre el terreno mismo, recoger el mayor número posible de hechos, coordinarlos en seguida, y ver si serian concordantes ó nó. Cuando despues de muchos años de viajes y muchas observaciones ví por fortuna que me hallaba en el buen camino, y me hube asegurado por el exámen de muchos millares de localidades, que los manantiales se forman, corren debajo de tierra, y salen afuera en circunstancias de terreno casi idénticas; entónces tuve la certeza de que habia trabajado sobre un buen plan, y abrigué la esperanza de que la hidroscopia podría por fin pasar al dominio de las ciencias racionales.

Desde entónces me resolví á no marchar sino á la luz de los hechos, á no admitir ninguna conse-

---

(1) «Parece, dice Racine hijo (*Relig*, canto v), que »para humillar más á los que cultivan las ciencias, haya »permitido Dios, que los mas bellos descubrimientos se »deban á la casualidad, y á aquellos que estaban ménos en »situacion de hacerlos. La brújula no fué hallada por un »marino, ni el telescopio por un astrónomo, ni el micros- »copio por un fisico, ni la imprenta, por un literato, ni la »pólvora por un militar.»

cuencia que no se infriese naturalmente de ellos, y á abandonar toda opinion y todo sistema que no estuviesen apoyados sobre hechos numerosos y bien averiguados. Cualquiera puede ver en esta obra si me he separado de este plan. Siéndome imposible insertar los millares de hechos que he observado en todos los departamentos que he explorado, la mayor parte de los que cito, pertenecen al departamento del Lot por ser el que más he estudiado, y el más á propósito para las observaciones hidrosópicas, puesto que contiene mas especies de terrenos que ningun otro, y están representados en él casi todos los que se ven en Francia.

Antes que hubiese viajado fuera de este departamento, me quedaban algunas sospechas de que existieran tal vez en otras partes terrenos enteramente diferentes, en los cuales no sería aplicable esta teoría; pero estas sospechas no tenían fundamento alguno. Ahora que he explorado en sus más extensos pormenores cerca de la mitad de la Francia y muchos distritos de los Estados limítrofes, creo poder afirmar, que las leyes que presiden á la formacion y al curso de los manantiales debajo de tierra, son esencialmente las mismas en todas partes; y que las variaciones ó excepciones que estas leyes presentan, siendo debidas á la constitucion, á la disposicion ó á los accidentes de diferentes terrenos, pueden ordinariamente ser previstas.

Si una teoría que no ha sido todavía experimen-

tada, debe acogérsela con reserva y aún con desconfianza, hasta que la experiencia haya hecho ver su mérito, espero que nadie hallará que son poco insuficientes las pruebas por las que ha pasado esta teoría, cuando sepa que en el trascurso de veinticinco años ha sido experimentada *positiva ó negativamente* en más de treinta mil localidades, situadas en cuarenta departamentos, cada uno de los cuales me habia hecho de trescientas á dos mil peticiones. Ella ha sido experimentada *positivamente* cada vez que me ha servido para indicar un manantial, y *negativamente* todas las veces que me ha hecho conocer que no lo habia en el terreno sobre el cual me habian llamado. Ella ha sido aplicada, sin temor de equivocarme, sobre todas las especies de terrenos que existen en Francia, desde los más compactos hasta los más desagregados, y desde los estratificados con más regularidad hasta los más revueltos. La aplicacion se ha hecho en toda clase de alturas, desde las acantiladas de la Normandía hasta los valles de los Vosges; desde las landas del Burdelés hasta las más altas habitaciones de los Pirineos; y desde la embocadura del Ródano hasta las mas altas cimas de los Alpes franceses. Ella ha sido tambien aplicada, tanto en la estacion de los más grandes frios como en la de los más fuertes calores; y lo mismo en los tiempos más secos que en medio de las más copiosas lluvias. Para las operaciones hidrosópicas no he encontrado otros obstáculos

que *la noche y la nieve*, puesto que no permiten ver la tierra. Las indicaciones que he hecho sobre terrenos tan varios, en posiciones tan distintas y en estaciones tan diferentes, han tenido buen éxito en todas partes, guardando proporciones que son á poca diferencia las mismas, como se dará cuenta en el capítulo XXXI. Así pues, este tratado no es ya una simple teoría que deba aún sujetarse á prueba, sino un resumen de todas las observaciones hidros-cópicas que he tenido lugar de hacer durante nueve años de estudios teóricos, y veinticinco años de experimentos.

Añado aquí, como estímulo á los que quieran aplicarse á la hidros-cópica, que despues de algunos años de viajes y exploraciones, pude indicar desde larga distancia algunos manantiales y sus volúmenes; describir la pendiente opuesta de algunas montañas ó colinas que yo no veía mas que por una parte, y hasta indicar manantiales en dichas pendientes opuestas; indicarlos tambien sobre los mapas de Cassini, y anunciar de muy léjos que las paredes de ciertas casas estaban llenas de hendeduras. Los primeros que me oyeron hacer estas designaciones en países en que ellos sabian bien que yo no habia estado nunca y que nadie habia podido hacerme conocer, quedaban en extremo sorprendidos: los más instruidos lo consideraban como la geología trascendental, y el vulgo como un prodigio.

Apenas se me hubieron escapado estas primeras designaciones, que yo no habia hecho más que por casualidad y á manera de pasatiempo, cuando la fama se difundió con prontitud y muy á lo léjos. Durante los últimos veinte años, casi en todos los lugares en que me he presentado, se me han pedido esta especie de indicaciones: cada uno ha querido cerciorarse por sí mismo si era verdad lo que le habian dicho; y á ménos de disgustar á personas respetables, y discontentar á la multitud de curiosos que me rodeaban de continuo, me he visto obligado á repetir las millares de veces. A medida que se ha ofrecido la ocasion en el decurso de esta obra, he citado estas designaciones, no ménos que las observaciones sobre las que están fundadas; y cualquiera podrá ver que estos pronósticos eran bien fáciles de hacer. Para aquel que no ha hecho estas observaciones, es un prodigio; pero es nada para el que las ha hecho ó las hiciera.

Mi deseo hubiera sido poder contar estos hechos, y muchísimos otros que se hallarán en este libro, sin mezclar en ellos nada de personal; pero como el fondo de esta obra está compuesto de observaciones que he hecho, y no he sabido cómo referirlas si dejaba á parte el autor de ellas, así es que no he creído deber abstenerme de dar cuenta de las mismas, atendido que estos hechos confirman ó aclaran las observaciones, y que el pre-

cepto contenido en un ejemplo es mucho más fácil de retener.

El arte de descubrir los manantiales, lo mismo que todas las ciencias físicas, es susceptible de un perfeccionamiento indefinido, y nuevas observaciones suministrarán nuevos medios de evitar los errores. Así es, que yo no doy esta teoría como un tratado completo sobre la materia, sino más bien como un ensayo destinado á llamar la atención sobre este ramo de conocimientos humanos. Los hombres capaces, que quieran descender sobre los terrenos y estudiar las corrientes de aguas que ellos tienen ocultas, rectificarán muchas observaciones que yo no he sabido tal vez hacer; añadirán otras que se me han pasado por alto, y darán á luz obras que presentarán un orden y un estilo mejores que esta. Yo aplaudiré siempre los esfuerzos de aquellos que hagan descubrimientos dirigidos á perfeccionar esta teoría, y tendré una grandísima satisfacción cada vez que vea que alguno ha tenido en ello un feliz éxito.

Si entre aquellos que cultivan las ciencias, hay algunos que recojan sobre este objeto observaciones interesantes y no quieran publicarlas, les suplico muy encarecidamente que tengan á bien dirigírmelas á *Saint-Céré* (Lot); que me indiquen las faltas que hayan observado en esta obra, y las correcciones que ellos crean deber hacerse en la misma. Todas sus observaciones serán recibidas

con reconocimiento; y las que se hallaren fundadas, serán insertadas en la segunda edicion, en el caso de que semejante honor esté reservado á este libro ántes ó despues de mi muerte.

He diferido hasta ahora la publicacion de este método con el doble objeto de convencer más y más al público de su verdad, y de perfeccionarlo añadiendo siempre algunas nuevas observaciones que hacia en mis multiplicados viajes; porque mi gran deseo hubiera sido, si hubiese sido posible, cometer yo mismo todos los errores que el tal método pudiere ocasionar en adelante, á fin de descubrir las causas de ellos, señalarlas á los que se dediquen á la hidroscofia, y ponerlos así en estado de evitarlos.

Ahora que todos los experimentos deseables han probado que esta teoría hace conocer á poca diferencia todos los manantiales ocultos, la línea que cada uno de ellos sigue, su profundidad y su volumen; aunque dicha teoría sea falible en algunos casos, y deje algo que desear bajo otros respectos, no creo deber diferir más la publicacion, persuadido como estoy de que el público querrá más tener sobre el arte de descubrir los manantiales un método defectuoso, que no tener absolutamente ninguno.

Puede que alguno llegue, ó tarde ó temprano, á inventar un método enteramente diferente, que será infalible, ó que por lo ménos tenga buen suceso en

muchos más casos prácticos que el mio. Si así fuere, encargo á todos desde ahora que sigan sus prescripciones, y no hagan en adelante ninguna atencion á este ensayo.

---



## ADVERTENCIA

SOBRE ESTA SEGUNDA EDICION (*francesa*).

---

La favorable acogida con que el público recibió la primera edicion de este libro, que fué publicada en 1856 y haciéndose una tirada de 3.000 ejemplares, me induce á ofrecerle esta segunda.

En el prólogo de la primera edicion supliqué á todos aquellos que cultivan las ciencias, que tuviesen á bien indicarme las faltas que hubiesen observado en la obra, y las correcciones que creyesen deberse hacer en ella. En vista de este llamamiento esperaba recibir muchos y sabios consejos que me hubieran proporcionado los medios de dar esta edicion ménos imperfecta que la primera: pero esta esperanza no se ha verificado; porque, desde la aparicion del libro he recibido de todos los puntos de Francia un sinnúmero de cartas, y muchas de ellas escritas por personas muy instruidas, felicitándome todas por esta publicacion, sintiendo mucho no haber recibido ni una siquiera que me haya indicado una falta que corregir.

En el decurso del año 1856, los periódicos dieron la cuenta mas favorable de este libro, honrándolo además con sus elogios. Véase entre otros: la *Patrie*, de 25 de Enero; la *Gazette de France*, de 23 de Enero y 13 de Febrero; el *Pays*, de 20 de Marzo; la *Illustration*, de 22 de Marzo; la *Assemblée nationale*, de 29 de Marzo; el *Vœu national* de Metz, de 9 de Abril; el *Journal d'Agriculture pratique*, de 5 de Mayo; el *Journal des Villes et des Campagnes*, de 2 de Junio; el *Univers*, de 19 de Diciembre, etc. Aunque esta obra contenga indubitablemente un gran número de faltas, ningun periódico me ha indicado hasta ahora ni una siquiera, ni ménos me ha propuesto hacer en ella la menor correccion; sin duda han querido tener indulgencia, y perdonar la forma, teniendo en consideracion el fondo.

Así es que, hallándome privado de todo socorro, y reducido á mis solas inspiraciones, he examinado de nuevo este libro con toda la atencion posible, y debo confesar que no he sabido hallar nada de esencial que cercenar, ni siquiera cambiar. Sólo he podido añadir algunos hechos, algunas observaciones y citas nuevas que me han parecido convenientes para fortificar ó aclarar las doctrinas del libro: por lo que esta segunda edicion no es mas que la reproduccion de la primera, con algunas adiciones y pocas correcciones.

## TABLA DE LOS CAPÍTULOS.

Capítulos.	Págs.
I. Eminencias de la tierra.....	4
II. Depresiones de la tierra.....	5
III. Estructura interior de la tierra.....	9
IV. Terrenos no estratificados.....	45
V. Terrenos estratificados.....	21
VI. Exámen de las alturas.....	35
VII. Exámen de las vertientes.....	40
VIII. Exámen de las llanuras bajas.....	46
IX. Exámen de las corrientes de agua.....	53
X. Lo que debe entenderse por la palabra <i>manantial</i> .....	60
XI. Opiniones erróneas sobre el origen de los manantiales.....	65
XII. Respuestas á las opiniones erróneas sobre el origen de los manantiales.....	73
XIII. El verdadero origen de los manantiales.....	87
XIV. Formación de los manantiales.....	109
XV. Líneas que siguen los manantiales debajo de tierra.....	126
XVI. Puntos en que deben hacerse las excavaciones.....	139
XVII. Medios para conocer la profundidad de un manantial.....	173
XVIII. Medios para conocer el volúmen de un manantial.....	181

## XXXII.

Capítulos	Págs.
XXIX. Terrenos favorables para descubrir los manantiales.....	184
XX. Terrenos desfavorables para descubrir los manantiales .....	194
XXI. Terrenos volcánicos, desfavorables á los manantiales.....	213
XXII. Terrenos desmoronables, desfavorables á los manantiales.....	218
XXIII. Terrenos privados de agua con motivo de su disposicion ó desagregacion.....	230
XXIV. Manantiales minerales, termales é intermitentes.....	245
XXV. Manantiales de agua potable y manantiales de agua impotable .....	263
XXVI. Manantiales, cuyas aguas se enturbian, y medios de clarificarlas.....	272
XXVII. Trabajos que deben hacerse para poner los manantiales á descubierto.....	279
XXVIII. Manantiales cuya aparicion es tardía, y casos en que las indicaciones no tienen buen éxito.....	303
XXIX. Medios de suplir la falta de manantiales.....	317
XXX. Origen y progresos de esta teoría.....	329
XXXI. Manantiales hallados siguiendo esta teoría.....	360
XXXII. Métodos antiguos y modernos para descubrir los manantiales.....	378

## CAPÍTULO PRIMERO.

### EMINENCIAS DE LA TIERRA.

La superficie de la tierra dista mucho de ser llana: al contrario, ella muestra casi en todas partes elevaciones y depresiones que son bastante uniformes en cada especie de terreno, y conservan entre sí ciertas relaciones muy constantes. Hé aquí los nombres que se dan á las diferentes especies de elevaciones, y las relaciones que existen entre ellas.

Una *montaña* es una masa de terreno de mas ó ménos extension, que se eleva considerablemente sobre el suelo que la rodea. La parte mas elevada es la *cumbre* ó la *cima*. Sus pendientes son los *flancos*; la *base* es el plano horizontal sobre el cual ella descansa; el *pié* es el perímetro de este plano; su *altura* es la perpendicular que cae de la cima sobre su base; y su *escarpa* es el plano casi vertical que forma uno de sus costados. Una *mesa* ó *meseta* es una llanura de más ó ménos extension, situada sobre una montaña.

Una *colina* es, segun algunos, una eminencia situada

en un llano, separada de las montañas vecinas, y elevándose á lo más á 200 metros; otros, y es el mayor número, entienden por colina toda montaña prolongada, aislada ó nó, que no tiene una grande elevacion.

Las pequeñas montañas aisladas toman el nombre de *montecillo*, y las mas pequeñas el de *terromontero* ó *cerrillo* (1).

La cima de una montaña unas veces es redonda, y forma lo que se llama en Auvernia un *cimborio*, y en Alsacia un *globo*; otras veces tiene todas sus pendientes escarpadas, y se llama *pico*; y otras veces, en fin, forma una punta aguda muy descollante, y se le da el nombre de *aguja*.

Es cosa rara hallar montañas aisladas: algunas veces forman grupos; pero las mas de las veces están situadas la una delante de la otra, y forman series que se llaman *cordilleras*, las que se extienden en direcciones determinadas, y tienen ramificaciones á derecha é izquierda.

La *sumidad*, la *cresta* ó *cúspide* de una cordillera es

(1) Como ni los geógrafos, ni ménos los geólogos, han explicado hasta ahora en qué se diferencian, la una de la otra, estas cuatro especies de alturas, es todavía tan arbitrario el nombre que debería darse exclusivamente á cada una de ellas, que la misma eminencia unos la llaman *montaña*, otros *colina*, y otros *montecillo*. Debiendo pues tener las palabras, que se emplearán en este tratado, una significacion tan precisa como sea posible, mientras que otros no den mejores definiciones, propongo llamar *montaña* toda elevacion de terreno que tiene más de 200 metros de altura vertical sobre el suelo que la circunda; *colina*, toda montaña prolongada que tiene de 100 á 200 metros de altura; *montecillo*, toda pequeña montaña aislada que tiene de 50 á 100 metros de altura; y *terromontero* ó *cerrillo*, todo montecillo aislado que tiene ménos de 50 metros de altura.

formada por el conjunto de las crestas y de las cumbres de todas las montañas que la componen: sus flancos ó caras llevan el nombre de *vertientes*, porque vierten las aguas en las llanuras: su *eje* es la línea que se supone que pasa por el centro de cada montaña: su *pié* es la parte inferior de cada vertiente: su *anchura* se toma de un pié al otro; y su *altura* es la elevacion vertical de la sumidad sobre los dos piés.

No existe ninguna cordillera, cuyas partes sean regulares: así es que la anchura es muy diferente de un lugar á otro; la sumidad presenta alternativamente elevaciones que se llaman *cimas*, y bajadas que se llaman *gargantas*; el eje y los piés forman en todos lugares líneas curvas muy complicadas; las dos vertientes son superficies muy ondeadas, que poquisimas veces tienen el mismo grado de inclinacion, y casi siempre una de las vertientes es mas corta y tiene un declive mas rápido que la otra (1). El mas rápido se llama simplemente *pendiente*, y el ménos rápido *contrapendiente*.

La sumidad de una cordillera hace la separacion ó particion de las aguas que, deslizándose por una y otra parte sobre las dos vertientes, van á parar á dos rios diferentes.

Cada cima es el punto de partida de dos ramales que toman direcciones opuestas, y cada garganta lo es tambien

(1) Los Vosges y los Alpes franceses tienen las pendientes, mas rápidas por la parte de levante que por la de poniente: los Pirineos son mas rápidos por la parte de España que por la de Francia: la cordillera, que atraviesa el departamento del Lot, tiene el declive de la vertiente meridional, cuyas aguas van al Lot, más fuerte que el de la vertiente septentrional que conduce sus aguas á la Dordogna.

de dos valles opuestos. Los ramales que parten de la cordillera principal, forman á su vez nuevas ramificaciones, á las que se da el nombre de *estribo* ó *espolon*. Cuando un estribo ó espolon es muy corto, toma el nombre de *rehenchimiento* (1).

Cada ramal, y tambien cada estribo que tiene cierta longitud, pueden considerarse como una cordillera simple, puesto que se encuentran en ellos todas las partes de una cordillera principal.

La grupa (*croupe*) de una montaña ó colina es la extremidad que va á terminarse en la llanura. Los dos costados, que forman los muros de un valle, son formados ordinariamente de una serie de grupas, que se detienen á poca diferencia sobre una misma línea, y presentan á los ojos del espectador que se halla en el llano, unos la forma de un trapecio, otros la de un triángulo, y otros que tienen la pendiente mas suave, la de una extremidad de un batel ó bote volcado.

La cordillera, que divide las aguas entre dos rios, guarda con estos cierto paralelismo; y los ramales que salen de ella, van siempre abajándose y convergiendo hácia los rios, á cuyas orillas van á espirar (2). Los estribos hacen lo mismo con respecto á los arroyos que corren al pié de ellos.

(1) En francés *renflement* (arquit) el grueso mayor de la columna. Vid. Diccionario de Taboada. *Nota del traductor*

(2) Algunas veces se ven cimas de ramal mas altas que la cumbre de la cordillera principal. Así, en los Pirineos el *Monte perdido*, y en el departamento del Lot el *monte San Bresson* están separados de la cumbre de las cordilleras principales y son más elevados que ellas, pero están muy inmediatos, y estas anomalías son raras en extremo.

## CAPÍTULO II.

### DEPRESIONES DE LA TIERRA.

Los ramales que salen de la cordillera principal, y los estribos ó espolones que parten de los ramales, dejan entre sí ciertos intervalos ó depresiones más ó menos considerables, que se llaman *valles*, *vallecitos*, *desfiladeros*, *gargantas*, *barrancas* y *pliegues* de terreno (1). Se llaman *valles*, las depresiones de una latitud considerable que parten de la sumidad de una cordillera principal y descienden hasta un río; *vallecitos*, las que separan los

---

(1) Estas seis especies de depresiones, como no difieren entre sí sino por su grandor, no pueden distinguirse la una de la otra por ningún carácter remarcable, puesto que todos los accidentes de terreno que se ven en una de ellas, se encuentran en todas las otras. Para no verme obligado á repetir á cada instante esta nomenclatura me contentaré las mas de las veces con nombrar una sola, por ejemplo, el *valle*, suponiendo que todo lo que de él diga, debe ó puede aplicarse á todas las otras.

ramales, ó forman solamente un pequeño valle; *desfiladeros* ó *gargantas*, las que separan los estribos, como tambien las que son muy estrechas y tienen en sus lados terrenos escarpados; *barrancas*, las excavaciones prolongadas, estrechas, con pendientes rápidas, y que han sido abiertas por corrientes de agua; y en fin *pliegues*, las depresiones cuya profundidad es poco sensible.

Los flancos ó las vertientes de las colinas, de los ramales y de los estribos, que dejan entre sí estas depresiones, se llaman flancos ó vertientes del valle, del vallecito, de la garganta, de la barranca y del pliegue. La línea de intersección más ó ménos sinuosa, que forman en la parte inferior los dos flancos ó vertientes, y que siguen las aguas que caen sobre el valle, vallecito, etc., se llama el *thalweg* (4).

Cada valle recibe de derecha é izquierda un gran número de vallecitos, desfiladeros, gargantas, barrancas y pliegues; y cada vallecito recibe tambien muchas depresiones de un órden inferior.

En los valles, vallecitos, etc., debe observarse que, todas las veces que una grupa de montaña forma por un

(4) Esta palabra alemana significa *camino del valle*. En todos los valles y vallecitos, que contienen un río ó arroyo que no ha sido desviado por la mano del hombre, el curso del agua sigue exactamente el *thalweg*, que es siempre la línea más baja de la llanura. En los valles y vallecitos que no tienen curso de agua visible, se puede conocer el verdadero *thalweg* suponiendo que se estableciese allí un curso de agua que recorriera toda su longitud: la línea que seguiría este curso de agua supuesto, es el verdadero *thalweg* del valle y del vallecito. Se invita al que se aplica á la hidroscofia, á que estudie bien sobre el terreno esta línea, que es de la mayor importancia para descubrir los manantiales.

lado un avance dentro del valle, avance que se llama *ángulo saliente*, se ve enfrente y al lado opuesto un hundimiento que se llama *ángulo entrante*. Por un mismo lado del valle los ángulos salientes y los ángulos entrantes alternan entre sí; por manera que cada ángulo saliente es formado por dos ángulos entrantes, y cada ángulo entrante es formado por dos ángulos salientes. Lo mismo sucede en el lado opuesto del valle; pero los ángulos salientes del uno de los lados nunca están opuestos á los ángulos salientes del otro lado; ni los ángulos entrantes tampoco están opuestos entre sí; al contrario, todos los ángulos salientes de un lado del valle corresponden exactamente á los ángulos entrantes del otro, y recíprocamente; de suerte que, si por suposición las dos vertientes de un valle llegasen á acercarse la una á la otra, los ángulos salientes de la una se encajarían muy bien dentro de los ángulos entrantes de la otra. Estas reglas casi nunca tienen excepcion si no es en los valles de una muy grande anchura, y en algunos lugares de terrenos primitivos.

Cuando las dos vertientes de un valle ó de un vallecito tienen la pendiente suave, el valle es por lo general muy ensanchado y bastante regular en toda su extension, y el *thalweg* se halla casi á igual distancia de las dos vertientes; pero si en algunas partes el declive se halla mas rápido en uno de los lados, el *thalweg* se inclina hácia aquel punto.

Los valles formados por dos vertientes escarpadas son generalmente muy estrechos y muy irregulares: se observan en ellos muchos encogimientos y ensanches, y la curva del *thalweg* presenta una infinidad de inflexiones, pero se acerca siempre al lado mas escarpado.

Los valles tienen entre sí ciertas relaciones que es conveniente observar. Todo valle principal es como una especie de tronco, al cual van á parar las ramas ó valles laterales: cada valle lateral, que tiene una longitud considerable, es más ó ménos ramificado, y recibe muchísimas depresiones de un órden inferior, las que á su vez experimentan, al volver á subir, muchas bifurcaciones. Dos valles laterales, que se dirigen cada uno por su lado al valle principal, nunca tienen sus embocaderos el uno enfrente del otro: los embocaderos que se hallan en un lado, alternan con los que se hallan en el lado opuesto, y están situados en intervalos muy variados. Con todo, esta alternacion tiene algunas excepciones, puesto que en ciertos lugares se ve que el valle principal recibe consecutivamente hasta dos ó tres valles que le vienen de un mismo lado sin recibir ninguno del lado opuesto.

Las *Llanuras* son grandes espacios que parecen horizontales, aunque no lo sean jamás en todo rigor. En ellas se ven cumbres ó crestas de particion con sus ramales, y ligeras depresiones forman allí los valles por los que serpentean á menudo cursos de agua. Si á la primera ojeada no se percibe á qué parte está inclinada una llanura, por poco que uno la recorra y la observe con atencion, conoce no sólo su pendiente general, sino tambien distingue en ella las diferentes hoyas que la dividen, y hasta sus mas pequeñas ramificaciones. Las Llanuras tienen algunas veces una extension inmensa.

## CAPÍTULO III.

---

### ESTRUCTURA INTERIOR DE LA TIERRA.

Las diferentes especies de terreno, que componen la superficie del globo, no están colocadas confusamente y á la aventura: ellas guardan cierto orden de superposicion, y el paso de un terreno á otro se opera con arreglo á ciertas leyes; de manera que á la simple inspeccion de terrenos visibles, el geognosta experto puede casi siempre decir con bastante probabilidad cuáles son los que se hallan debajo y que no se pueden ver. Así, el gneis se halla ordinariamente sobre el granito; la caliza yace sobre la arcilla; la piedra arenisca ullera cubre los depósitos de carbon; el terreno detrítico, el clismiano, y el aluvial reposan sobre terrenos de la misma naturaleza que aquellos que se hallan en su derredor, etc. Hasta los canteros son, los mas de ellos, muy hábiles en conocer, sin verlo, el lugar donde hallarán las especies de piedras que necesitan.

Siendo muchísimas las especies de terreno, y variadas al infinito sus combinaciones, se han visto obligados los geognostas, para hacerse comprender, á dar un nombre á cada una, dividir las, subdividir las y describir las separadamente. Para tratar á fondo esta materia, seria preciso hacer aquí una descripción completa de cada especie de terreno, y para esto se necesitarían muchos volúmenes, lo que nos distraería en gran manera de nuestro objeto. A mas de que este seria un trabajo supérfluo, cuando todas estas nomenclaturas, divisiones y descripciones se encuentran en los tratados elementales de geología. Así pues me limitaré á explicar un cierto número de términos que se hallan con frecuencia en este tratado, no ménos que en todas las obras de geología; y en los capítulos siguientes daré las descripciones de los terrenos más esparcidos por el globo y más útiles de conocer (1).

Entiéndese por *suelo* la parte superficial de la corteza del globo, esto es, aquella sobre la cual andamos, sobre la cual circulan las aguas, y que explota el agricultor.

---

(1) «Segun dice M. d'Orbigny (*Geol.*, cap. VII), veinticinco ó treinta, á lo más, son las especies que por su abundancia ocupan un lugar interesante como materiales esenciales de la constitucion mineral del globo »

«La observacion ha demostrado, dice tambien M. Carlet (*Tra-*  
»*tado elemental de las Rocas*, introduccion), que sobre unas cua-  
»trocientas especies distintas de minerales que se han recono-  
»cido en la superficie sólida del globo, apenas hay unos treinta  
»que entren como elementos esenciales ó constitutivos en la  
»composicion de las rocas; las otras especies no figuran, por  
»decirlo así, sino como partes accesorias ó accidentales: sobre  
»estas treinta especies de minerales M. Cordier ha reconocido  
»que no hay más que unos diez, á lo sumo, que se presentan  
»en abundancia en la naturaleza »

Una *roca* es una masa mineral, simple ó mixta, ordinariamente dura, y de muy grandes dimensiones para que se la pueda considerar como parte constitutiva de la corteza del globo. Cuando las rocas tienen formas macizas, y presentan un espesor considerable que no es dividido por juntas ó hendiduras, se las llama *masas no estratificadas*; pero comunmente no se presentan en masas informes: casi siempre se observa en ellas una estructura particular: las unas son divididas en capas, las otras en prismas, otras en hojuelas, etc.

Una *capa*, que se llama tambien *estrata, banco, lecho, hilada ó asiento*, es una parte de la roca mucho mas extendida en longitud y latitud que en espesor; y está comprendida entre dos hendiduras paralelas entre sí, y paralelas á todas las otras que separan las capas de la misma roca. Las hendiduras que separan las capas, se llaman *fisuras ó juntas de estratificacion*, y las dos superficies de cada capa son los *planos de junta*. Además de las fisuras de estratificacion se observa á menudo en cada capa una infinidad de otras que son verticales ú oblicuas relativamente á las de la estratificacion, y se llaman *fisuras accidentales*; pero, con verlas solamente, es fácil distinguir las unas de las otras, atendido que las fisuras de estratificacion separan siempre las capas ó estratas, se extienden á grandes distancias conservando el paralelismo en todas sus inflexiones, y son paralelas á la superficie de superposicion, lo que no se observa en las fisuras accidentales.

Las *rocas esquistas ó esquistas* no son solamente divididas en estratas ó capas, sino que cada capa es subdividida en una infinidad de hojuelas, aplicadas las unas sobre las otras, más ó ménos coherentes, más ó ménos

extendidas, paralelas entre sí, y paralelas también á la estratificación de la roca. Estas hojuelas tienen comunemente un espesor desigual, son ondeadas, y algunas veces están replegadas sobre sí mismas. Los gneis, las pizarras, etc., son rocas esquistosas.

La disposición de todas las capas que componen una roca, es lo que se llama *estratificación*. Las estratificaciones de diferentes rocas están dispuestas de muy diferente manera: unas veces son á poca diferencia horizontales, otras veces están más ó ménos inclinadas, y hasta llegan á ser verticales, y alguna vez contorneadas ó replegadas. Se ha convenido en llamar *estratificación horizontal* á aquella cuyas capas son generalmente poco inclinadas, y es la más comun; y *estratificación inclinada* á aquella cuyas capas son en gran manera inclinadas ó casi verticales. Se ha designado con el nombre de *estratificación arqueada* á aquella cuyas capas son ondeadas, y también á aquella cuyas capas, que constituyen una montaña ó una colina, se elevan por un lado en el mismo sentido de la pendiente, se encorvan en la cima, y vuelven á bajar con la pendiente opuesta; ó bien descendiendo con la pendiente de una cuesta, se encorvan abajo del vallecito; y vuelven á levantarse con la pendiente de la ladera opuesta. Se llaman *capas contorneadas* aquellas que presentan muchas corvaduras en diferentes sentidos.

Una capa se llama *subordinada* á otras capas ó á un grupo de rocas cuando se halla intercalada en ellas.

Se dice que una estratificación es *regular* cuando todas sus capas son paralelas entre sí y á la dirección general; y es *irregular* cuando sus capas no guardan este paralelismo.

Como las capas de una roca casi nunca son perfectamente horizontales, se distingue en ellas una inclinacion y una direccion.

La *inclinacion de una capa* es el ángulo que sus planos de juntura forman con el horizonte; y su *direccion* es la de una linea horizontal tirada sobre su plano. Así se dice que tal capa está inclinada de tantos grados, ó que está hundida debajo de tal ángulo, y que su direccion es hácia tal punto cardinal. La direccion de las capas de una cordillera es generalmente la de la misma cordillera.

El borde superior de una capa es su *testa*: cuando esta testa se muestra en la superficie, se la llama *igualamiento*, y los otros bordes son sus *extremidades*. Cuando una capa presenta su espesor al descubierto en el sentido de su direccion, se dice que se halla *sobre su corte*. El espesor de una capa, de una roca, y hasta de una masa mineral cualquiera, se llama su *potencia*.

Cuando dos ó más rocas, situadas la una sobre la otra, ó la una al lado de la otra, tienen sus capas paralelas, se dice que sus *estratificaciones son concordantes*; cuando por el contrario su inclinacion es diferente, sus *estratificaciones son discordantes ó transgresivas*.

Se dice que las capas forman una *escarpa* cuando se terminan de una manera escabrosa.

Se da el nombre de *padraastro* á una dislocacion ó fractura de las capas de una roca cuando, habiéndose quedado en su sitio la una de las dos partes, la otra se ha hundido ó levantado, y los asientos de la una de las partes no corresponden á los asientos de la otra. Un *padraastro* puede hallarse vacío ó lleno.

Un *dyke* es una masa pedregosa ó desagregada que ha venido á ocupar el espacio que las dos partes de una roca

dislocada han dejado entre sí. Su naturaleza y la disposición de sus partes se diferencian de las dos rocas que se han separado. Un *dyke* es á veces muy delgado y de poca extension; otras veces tiene algunos kilómetros de largo, algunos hectómetros de grueso, y su profundidad es muy considerable.

El nombre de *pedrusco* se aplica á trozos de roca coherentes que se hallan sobre el suelo, ó hundidos dentro de masas de diferente naturaleza, y tienen un volumen de alguna consideracion, como por ejemplo, mas grande que la cabeza de un hombre. Su forma es unas veces redondeada y otras angulosa ó llena de bultos.

Llámase *poso* el resultado de una precipitacion mecánica ó química que se ha efectuado en un líquido: úsase tambien esta palabra para designar una masa mineral que se halla situada en una parte cualquiera de la costra terrestre, de cualquier modo que se haya situado esta masa en dicho lugar.

## CAPÍTULO IV.

---

### TERRENOS NO ESTRATIFICADOS.

No pudiendo los diferentes terrenos ejercer su accion sobre la formacion y el curso de los manantiales sino de dos maneras distintas; siguiendo yo el ejemplo de MM. Labèche, Boné y Brogniart, los divido simplemente en *terrenos no estratificados* y *terrenos estratificados*. Esta division, que es muy real en la naturaleza, es fácil de comprender, y basta para la inteligencia de lo que sigue.

Entiéndese por *terrenos no estratificados*, aquellos que no tienen ni capas ni juntas paralelas, y aquellos tambien cuya estratificacion es enteramente irregular ó poco sensible.

Hállanse terrenos no estratificados en cada una de las cinco grandes divisiones que están adoptadas con bastante generalidad, es á saber: en los terrenos primitivos, secundarios, terciarios, diluvianos y modernos.

En los terrenos primitivos tenemos los granitos, los

pórfidos, los micasquistos, las sienitas, los cuarzos, las trachitas, los calizos primitivos, etc.

Los terrenos secundarios no estratificados son: los calizos compactos, las cretas, los traps, las ofiolitas, etc.

Los terrenos terciarios no estratificados son: las margas, las molasas, los espejuelos, las sales gemas, etc.

Los terrenos diluvianos ó de transporte no estratificados son: las arenas, los méganos, las turbas; y en los terrenos modernos se halla el terreno detritico, el de tierras desplomadas, las tobas, las deyecciones de los volcanes en actividad, los limos, etc.

El *granito*, palabra formada del latin *granum*, grano, es una roca compuesta de feldespato, de cuarzo y de mica. Estas tres materias, siempre cristalinas y que se penetran mutuamente, han sido fundidas juntas. El feldespato domina las otras dos, y el cuarzo es mas abundante que la mica. Las masas graníticas no presentan ningun rastro de estratificacion real. No se encuentran en ellas ni cavernas, ni vacíos, ni restos de seres orgánicos: los metales son tambien muy raros en ellas, y muy poco abundantes; las fisuras, que las dividen en pedruscos de todas formas y dimensiones, toman toda especie de direccion, y no presentan entre sí ningun paralelismo. De todos los terrenos antiguos el granito es el mas difundido en la superficie del suelo: él ocupa la mayor parte del Limosin, y espacios muy considerables en la Bretaña, los Vosges, la Auvernia, los Pirineos, el Vivaré, etc. Las comarcas que él ocupa, presentan mesetas de más ó ménos extension, montañas de mediana altura y de grupas redondeadas. No obstante, hácia el medio de las cordilleras, forma á veces montañas muy elevadas y de cumbre aguda, de las que se desprenden pedruscos enormes que van

rodando sobre las vertientes y hasta el fondo de los valles; siendo los unos todavía angulosos, y los otros redondeados por los agentes atmosféricos. En este terreno los vallecitos comienzan ordinariamente por un circo con muros verticales. El color mas comun de esta roca es una especie de blanco de color de leche, y con mucha frecuencia es amarillento, rojizo, violáceo ó negruzco.

El *pórvido* es una roca compuesta de una pasta de petrosilex que contiene cristales de feldespatos blancos ó grises, y á veces granos de cuarzo y de piróxeno. Su color mas comun es gris ó negruzco; alguna vez, pero raramente, es rojizo ó verdusco con manchas blancas. El pórvido se asemeja mucho al granito; y lo que sirve principalmente para distinguirlo de éste, es su tendencia á tomar la forma de diques que se hallan las mas de las veces en el interior de las masas graníticas ó en su inmediacion. Se le halla tambien intercalado en los terrenos de sedimento. Las pequeñas cavidades que se hallan en esta roca, están llenas de cuarzo ó de cal carbonada. Este terreno es muy comun, pero ocupa raramente grandes extensiones. Los distritos de Francia, en los que es mas difundido, son: el Morvan, el Bojolé, y el Forez. Casi todas las montañas de terreno porfídico son cónicas y de grupas redondeadas. Se distinguen tres especies de pórvido: el rojo ó cuarcífero, el verde ó serpentino, y el negro ó piroxénico.

El *gneis*, lo mismo que el granito, está compuesto de feldespatos, de mica y de cuarzo; pero se diferencia de él en que el cuarzo se halla en menor proporcion, es estratificado, y su textura es esquistosa. Sus laminillas y estratas, muy variables de espesor, son plegadas y contorneadas en todas las direcciones, y esto lo distingue de los

terrenos de sedimento. El gneis, pobre en productos agrícolas, es de los mas ricos en minerales preciosos: él contiene oro, plata, estaño, cobre, hierro, granates, rubíes, topacios, etc.; pero ningunos restos orgánicos. Su color es ordinariamente gris; con todo, como este color depende del de la mica, así es que varía del blanco al negro. Esta roca forma masas de mucha extension, de mucha potencia, y ocupa las partes superiores de los terrenos primitivos, en los que forma raramente montañas de grande elevacion. Los valles de este terreno son ordinariamente estrechos, y comienzan por circos de muros muy inclinados. Esta roca se halla con mucha frecuencia en Limosin, en Auvernia, en la Bretaña, en la Vendée, etc.

El *micasquisto* es una roca compuesta de mica y de cuarzo, de estructura esquistosa. En algunas de estas rocas el cuarzo es poco ó nada visible; en otras la masa está cortada por venas de cuarzo puro. Como la mica es la que domina en esta roca, en la que está colocada en hojuelas continuas, ella es la que le da color, y este varía ordinariamente del negro al blanco, y algunas de sus partes presentan matices rojizos ó violáceos. Esta roca es estratificada; pero sus capas, compuestas de laminillas muy delgadas, se hallan casi siempre trastornadas, de muy poca extension, plegadas, onduladas, y hasta contorneadas. Las masas de micasquisto descienden á muy grandes profundidades y tienen mucha extension, formando montañas por lo comun poco elevadas, de grupas redondeadas, dispuestas por grupos, terminadas por vastas mesetas, y separadas las unas de las otras por numerosas barrancas. Se hallan en el micasquisto, de vez en cuando, granates, feldespato, hierro oligista, hierro hi-

droxidado, etc.; pero nada de restos orgánicos. Cuando se emplea esta roca para construcciones, es fácil de extraer, fácil de preparar, y de mucha duracion.

El *trap* es una roca compuesta de una mezcla íntima de feldespato y de anfíbol, conteniendo alguna vez piróxeno, leptinita y eurita. Su nombre le viene de la palabra sueca *trappa*, que quiere decir escalera, porque en las pendientes de las montañas se deja ver de ordinario en forma de gradas ó terrados, otras veces se presenta en *dikes*, teniendo las partes centrales mas cristalinas que las extremidades. Esta roca es de apariencia homogénea, dura, compacta, pegajosa, sonora y sin restos orgánicos. Su color es gris, negro ó verdusco, muy parecido al del basalto; pero en vez de dividirse en prismas como éste, se parte en fragmentos de diferentes tamaños y de todas formas. Cuando se dejan mucho tiempo estos fragmentos sobre el suelo, toman la forma redonda, y se cubren de una capa de color de orin. Esta roca es muy difundida en todas las partes del globo, en ciertos lugares se muestra en masas informes ó en conos irregulares; y en otros forma colinas enteras.

Las *brechas*, *almendrillas* y *conglomerados* son rocas llamadas de *agregacion*, compuestas de fragmentos de rocas antiguas, conglutinados por medio de un cemento mas reciente. Los más de estos fragmentos pertenecen á rocas primitivas, como los cuarzos, los feldespatos, los granitos, los pórfidos, etc. Los hay tambien que se han desprendido de las masas basálticas, calcáreas, etc. Algunas de estas rocas se componen de fragmentos angulosos, y se las llama *brechas*; otras están compuestas de guijarros sueltos y redondeados, y se les da el nombre de *almendrillas*. El volumen de estos fragmentos varia desde un centímetro

hasta un decímetro de diámetro. Cuando este es de un decímetro á uno ó muchos metros, la roca toma el nombre de *conglomerado*. El cemento, en el cual están empastados estos fragmentos, está compuesto de sílice y de caliza ferruginosa. Su fuerza de cohesión varía mucho, y se descompone mas fácilmente que los guijarros: así es, que sobresaliendo cada fragmento, la superficie de la roca es ordinariamente muy desigual. Estas rocas son *homogéneas* cuando los fragmentos son de la misma especie, y están conglutinados por un cemento de la misma naturaleza; y son *heterogéneas* cuando los fragmentos son de diferentes especies. En ciertos lugares ellas forman capas horizontales ó casi horizontales. Estas rocas son muy generales en la Provenza: en algunos parajes llenan valles muy dilatados; en otros forman colinas de mediana elevación y mesetas de mucha extensión, adonde no han podido llegar jamás las actuales corrientes de agua. Los cantones de Méés, Valensolle y de Riez, (Bajos-Alpes) casi no tienen otro terreno. Su espesor varía desde algunos decímetros hasta centenares de metros.

Como las descripciones de algunos otros terrenos no estratificados se hallen en otros lugares de este libro en que son indispensables, para no tener que repetirlos voy á indicar aquí los capítulos donde se hallan, y son: los *desplomados*, capítulo VII; las *tobas*, capítulo XIX; los *terrenos volcánicos* capítulo XXI; las *cretas* y las *margas* capítulo XXII.

## CAPÍTULO V.

---

### TERRENOS ESTRATIFICADOS.

Las rocas estratificadas son aquellas que fueron formadas mientras que las aguas cubrían el globo. Las moléculas que las componen, estuvieron en disolución mucho tiempo y suspendidas dentro de las aguas. En virtud de su gravedad específica se precipitaron y consolidaron poco á poco, y formaron capas de más ó ménos extension que se colocaron sucesivamente las unas sobre las otras. Cada capa se diferencia de las otras que tiene encima y de las que tiene debajo, por su grueso, su constitucion ó su color. Estas capas son por lo general horizontales, paralelas entre si, de muy distinto espesor, y contienen restos de conchas ó de vegetales petrificados.

Sin embargo, como la superficie del suelo primitivo, sobre el cual se precipitaron y amoldaron estas capas, presentaba alturas y hondonadas, se las ve seguir todas las desigualdades de este terreno, bajarse y volverse á lé-

vantar conforme se baje ó se levante su superficie. Ciertas dislocaciones posteriores, producidas por levantamientos ó hundimientos del suelo, han desarreglado tambien en muchos sitios la horizontalidad y el paralelismo de las capas, han dejado muchísimas de estas descansando sobre sus cortes, algunas enteramente volcadas y otras rotas y divididas en pedruscos ó fragmentos de diferentes tamaños. Los terrenos estratificados, que se llaman tambien *sedimentarios*, ocupan inmensas extensiones, y cubren la mayor parte de los continentes. M. Burat (*Geol aplicada*, cap. II,) presume que *ellos cubren las cuatro quintas partes de los terrenos emergentes*

Las diferentes materias, que el agua del mar ha tenido en suspension, no solo se han precipitado y consolidado formando capas paralelas, sino tambien, asolándose las materias sobre el terreno primitivo, parece que han obedecido á la ley llamada *afinidad de composicion por precipitacion*, y se han agrupado por especies: así los asperones se han precipitado en un distrito, las calizas en otro, mas allá las arcillas, aqui las cretas, allí las margas, etc.; cada especie de terreno tiene sus límites bien marcados, y se distingue de todos aquellos, que lo rodean, por su naturaleza, por su forma y por sus colores. Si en algunas partes se ven especies de terreno mezcladas, es que lo han sido por las corrientes del mar, las que han quitado ciertas partes de muchos terrenos ya formados, y los han mezclado y trasportado sobre otros. De la misma manera las corrientes de agua separan actualmente y acarrean toda especie de destrozos de las regiones superiores, y van á depositarlos confusamente en las bajas llanuras.

Casi todas las rocas que componen los terrenos secun-

darios, como los asperones, las calizas, ciertas cretas, etc., son distintamente estratificadas.

### Los asperones.

El *asperon* es una roca ordinariamente estratificada, compuesta de granos, cuyo tamaño varía desde un milímetro hasta un centímetro de diámetro, y más ó ménos conglomerados por un cemento. Estos granos son fragmentos de granito, de pórfido, de cuarzo, etc., que han sido desprendidos de sus rocas respectivas, y trasportados violentamente por corrientes de mar. Los que han partido de cerca, tienen sus ángulos casi intactos; los otros son más ó ménos redondeados, segun que han venido de más ó ménos léjos. Ellos son ligados y conglomerados entre sí por un cemento de cuarzo ó de caliza ferruginosa, ó de arcilla ferruginosa, y forman hiladas por lo comun horizontales, que únas veces son tenaces, otras desmoronables, variando mucho en extension y en espesor. Las partes inferiores de cada hilada encierran fragmentos más gruesos que las partes superiores. Los asperones muestran casi todos los tintes que pueden resultar de los colores mezclados.

Hay tres especies de asperones, es á saber: el *asperon rojo*, el *asperon abigarrado* y el *asperon tritoniano*.

El *asperon rojo*, ó *viejo asperon rojo*, está compuesto de pequeños fragmentos de cuarzo, de feldespato, y de mica, unidos las más de las veces por una pasta arcillo-ferruginosa: su color es rojo purpúreo ó amaranto. La estratificación de esta masa es perfectamente concordante, y su potencia varía de 60 á 200 metros.

El *asperon abigarrado*, que se compone principalmente

de granos finos de cuarzo y de algunas laminillas de mica, es entreverado de diferentes colores, como el rojo, el violáceo, el azul, el verde y el blanco; sin embargo, el rojo es el que siempre domina. Estos granos están cimentados, como en el asperon rojo, por una pasta arcillo-ferruginosa. Las capas del asperon abigarrado son ordinariamente sólidas, muy poco inclinadas, y no presentan casi padrastrós. Las hiladas más bajas son las más densas y dan piedras de sillería. A medida que se va subiendo en esta formación, se hallan capas más ó ménos delgadas, de las que se sacan las piedras y las muelas de amolar cuando la experiencia ha hecho conocer su bondad; y subiendo todavía más arriba, se hallan otras bastante delgadas para servir de baldosas, y bastante hendibles para servir de pizarras y cubrir tejados. Este asperon es muy pobre en metales, y encierra pocos restos orgánicos. El criadero de asperon abigarrado de más potencia y extensión que se conoce, es el de los Vosges, de donde se le ha dado el nombre de *asperon vosgo*, que se extiende sobre cinco departamentos, y presenta valles muy profundos, en los que no se ve otra roca. También se halla en los distritos de Perigu, Brives, Rodez, San-Afriqué, San-Girons, Briñoles, etc. Este asperon forma montañas que tienen hasta 300 ó 400 metros de altura, y terminan en cúspides de forma de albardilla ó en cimas agudas. Los valles que las separan, son ordinariamente muy anchos de boca.

El *asperon tritoniano*, llamado de *Fontenebló*, es una roca comunmente muy densa y de mucha extensión, compuesta de granos de arena muy finos, puros y blancos, conglutinados por un cemento ferruginoso de cuarzo, de caliza ó de arcilla. Cuando el cuarzo domina en el cemento,

esta roca es muy dura; cuando domina la caliza, lo es ménos; y cuando domina la arcilla, es desmoronable. Esta roca, en vez de hiladas regulares, está compuesta de bancos de espesor muy desigual, variable á cada paso, y las junturas guardan raramente cierto paralelismo entre sí. Las superficies presentan gran número de escabrosidades y cavidades redondeadas, y no se ve ningun rastro de séres orgánicos. Aunque el color mas comun de este asperon sea blanco, sin embargo, en ciertas localidades toma ligeros matices de verde, de amarillo ó de rojo. En este terreno, muchos pedruscos redondeados se han desprendido sucesivamente de lo alto de todas las cuevas, y se han amontonado sobre sus pendientes, principalmente hácia sus bases. Los asperones que tienen los granos muy finos y son muy porosos, sirven para filtrar el agua; y los que son muy duros, sirven para edificar y para empedrar las calles. Paris no tiene otros empedrados. Este asperon es muy comun en los alrededores de Fontenebló, y por esto se le ha dado el nombre de esta ciudad. En otras partes no se ven sino pequeños islotes, tal es el que hay cerca de Lalinde, en Dordoña, cuyas piedras sirven para empedrar las calles de Burdeos.

### Las calizas.

Las *calizas* son rocas mas ó ménos compactas, y compuestas de carbonato de cal: el acero las raya fácilmente, hacen efervescencia con los ácidos, y se convierten en cal con una calcinacion prolongada. Su composicion no es muy variada: el carbonato, la arcilla y la sílice son casi sus únicos elementos. Toda caliza que es bastante dura para tomar un hermoso bruñido, se llama *mármol*. Los

cuerpos extraños que se hallan enclavados dentro de sus hiladas, están recostados paralelamente á su más grande eje: así, las conchas aplastadas yacen sobre la una de sus dos caras; los morrillos, que se aproximan más ó ménos á la forma ovóide, están tendidos en toda su longitud. El color más comun de las calizas es el amarillento; las hay tambien azulencas, rojizas ó verduscas y blancas, grises ó negras. Estas dos últimas deben su color á materias sulfúreas, carbonosas ó bituminosas de que han sido impregnadas; y cuando se las rompe, exhalan esos olores, lo que ha hecho que se les dé el nombre de *caliza fétida*. En las calizas se halla esa prodigiosa cantidad de mariscos más ó ménos bien conservados, que sirven para distinguir las: una porcion de los animales que han habitado en esas conchas, tienen sus análogos que viven todavía en nuestros mares; los otros están enteramente destruidos. Las rocas calizas son las más difundidas, las que han sido mejor estudiadas, y las que con motivo de su regularidad suministran los más ciertos indicios para conocer la presencia de las corrientes de agua subterráneas. Ellas han sido divididas y subdivididas en tanta manera, que no puedo señalar más que las principales, á saber: la caliza oolítica, compacta, sacaróide, silícea, conchácea, margosa y grosera.

La *caliza oolítica* ó la *oolita*, se compone de una infinidad de granos pequeños, semejantes á huevos de pescado, y conglutinados por un cemento calcáreo. Cada grano encierra ordinariamente un pequeño núcleo de arena, alrededor del cual se han colocado capas concéntricas de materia calcárea. Estos granos son generalmente ovóides y de un grosor variable, desde el de un grano de mijo hasta el de un guisante. Esta caliza es de ordinario amarillenta y de solidez muy variable.

La *caliza compacta* tiene el grano excesivamente fino y muy apretado, la apariencia homogénea, y presenta muchas variedades. Su rotura es desigual y áspera al tacto. Unas veces es fragmentaria y fácil de romper, y otras de una dureza remarcable. Su color es amarillento, azulado, gris ó negro. Esta especie es muy difundida, encierra muchos fósiles, y es alguna vez susceptible de tomar un buen bruñido.

La *calizaoolítica* y la *caliza compacta* forman la *caliza* llamada *jurásica*, porque están compuestas de ella casi todas las montañas del Jura. Este terreno es uno de aquellos que llegan á la más grande potencia y á la mayor elevacion. En algunos parajes su potencia llega á 700 metros, y se extiende desde las montañas de Corbière al sud de Narbona, hasta la Rochela, y se ha calculado que las superficies que él ocupa en Francia, componen 40.500.000 hectáreas.

La *caliza sacaróide*, así llamada porque su textura se parece á la del azúcar, es un mármol de textura cristalina ó semicristalina, de rotura escabrosa, más dura que las otras calizas, unas veces estratificada, otras en masas informes, que toma un hermoso bruñido, mezclada con multitud de minerales que le imprimen todos los colores y matices, y forma toda especie de dibujos.

La *caliza silicea* está compuesta de carbonato de cal y de sílice, tan íntimamente mezclados, que no se pueden distinguir. Es tanto más dura y compacta, cuanto más predomina en ella la materia silicea; y cuando esta materia se halla en una muy fuerte proporcion, la piedra despide chispas herida con el eslabon y cesa de hacer efervescencia con los ácidos. Esta caliza es á veces celulosa y hasta cavernosa, y los muros de las cavidades están

cubiertos de cristales de cuarzo. Su color es blanco, gris ó amarillento.

La caliza conchácea, *conchil* ó *muschelkalk* es una caliza compacta, regularmente estratificada, á veces laminosa, que parece enteramente compuesta de una pasta de conchas convertidas en polvo, la que en tiempo de su solidificacion habria empastado gran número de conchas más ó ménos rotas, y otras perfectamente conservadas. Su color ordinario es el gris de humo, y algunas veces el amarillento, verdusco ó rojizo. Cuando los pedacitos de conchas no son muy abundantes, su rotura es concoide ó llana; y cuando abundan mucho, es áspera. Entre sus capas se ven interpuestos algunos lechos de marga, arenosos y ténues. Esta caliza, difundida en muchísimas comarcas, ocupa espacios que tienen generalmente poca extension, en los que no se ven montañas de grande elevacion; y sus colinas tienen sus contornos redondeados, sus pendientes suaves, y terminan en mesetas. Sus capas son horizontales ó muy poco inclinadas. En los Vosges tiene á un lado el asperon abigarrado, sobre el cual reposa en estratificacion concordante, y al otro lado las margas irisadas. Se la halla cerca de Epinal, de Luxeuil, de Bourbonne les Bains, de Luneville, de Aubenas en Vivarais, entre Cahors y Labastide-Murat, en el cabo de Seine, en el pié del monte Faron, cerca de Tolon; en el Poitou, el Delfinado, el Jura, la Borgoña, etc. Las montañas de *muschelkalk* son muy semejantes por su forma á las de los terrenos del Jura. Las conchitas que con más frecuencia se encuentran en ellas, son: terebrátulas, encrinas, plagióstomos, avículas, belemnitas, turbinitas, entroques, etc. M. de la Bèche cuenta en ellas noventa y una especies de mariscos. Tambien se han hallado en las

mismas huesos de grandes lagartos, marcas de helechos y de fucoideas. Una variedad llamada *lumachele*, que es susceptible de tomar un hermoso bruñido, parece compuesta enteramente de conchas rotas, algunas de las cuales han conservado hasta su nácar brillante.

La *caliza margosa ó liais* es una mezcla de caliza de granos finos y de arcilla. Cuanta más arcilla contiene, tanto más blanda y desmoronable es, y fácil de ser alterada por los agentes atmosféricos. Sus hiladas son casi siempre horizontales ó muy poco inclinadas. Esta caliza no resuena á los golpes del martillo, no es susceptible de bruñido; la penetra fácilmente el agua, y forma hendiduras al secarse. Es caracterizada por la presencia de una concha llamada *grifeo arqueado*. También se hallan en ella entroques, terebrátulas, trilobos, madreporas, etc. En esta caliza se halla el mayor número de especies de mariscos y de minerales. Con una de sus variedades se fabrica la cal hidráulica y los cementos de Pouilly, y en ella es rara la sílice.

La *caliza grosera ó caliza morrillo*, es una roca de textura granosa, arenosa, floja, impura, mezclada de marga ocrosa, etc., que forma masas considerables, presenta hiladas numerosas, poderosas, horizontales, y cuya textura varía, desde la más fina y más compacta, hasta la más grosera. Su color es amarillento ó blanquecino. Su rotura es desigual y áspera al tacto; y contiene una gran cantidad de restos orgánicos, vegetales y animales: estos últimos, casi todos son mariscos. De esta caliza son contruidas casi todas las casas de París, y la piedra de filtrar de los alrededores de esta ciudad es una variedad de ella.

### Dureza de las rocas.

Nadie ignora que es en las rocas donde se hallan las principales dificultades cuando uno se ve obligado á excavarlas para poner los manantiales al descubierto. Las unas son más ó ménos blandas y fáciles de romper, como las molasas, las margas, las cretas, los espejuelos, las calizas margosas, lacustres, madreporicas, etc : otras son de una dureza mediana, como los asperones, las esquistas, las calizas oolíticas, etc.: y otras son muy duras, como los cuarzos, los mármoles, los gneis, los granitos, los pórfidos, los trapps, las almendriilas, las calizas silíceas, etc. No son bastantes unas cuantas líneas, ni áun algunos capítulos para hacer conocer la dureza relativa de las diferentes rocas, ni las situaciones probables de aquellas que se hallan debajo de tierra: este conocimiento no puede adquirirse sino con el estudio de tratados completos de geognosia, y con largas y multiplicadas observaciones hechas sobre el terreno mismo.

### Terrenos de diferentes comarcas.

La mayor parte de nuestros departamentos no contienen sino poquísimas especies de terrenos. El que estudia la hidroscofia podrá, generalmente hablando, aprender su configuracion sin salir de su departamento, porque esta ha sido en todas partes sometida á las mismas leyes; y la forma de las alturas y la de las depresiones presentan pocas variedades importantes. Pero cuando se trate de estudiar en el mismo sitio y sobre grandes espacios la naturaleza y la disposicion de los diferentes terrenos de que se ha hablado y se hablará en esta obra, será preciso que se traslade á

comarcas que son las mas de ellas muy distantes las unas de las otras. Por lo mismo, para estudiar las cretas sobre grandes extensiones, deberá explorar la Champaña; para el asperon abigarrado, los Vosges; para las calizas, el Franco Condado y los Alpes; para las margas, la Lorena; para los terrenos volcánicos, la Auvernia y el Vivarais; para los terrenos clismianos, la Provenza y la Alsacia; para los grandes hundimientos, la Carenta, el Lot y Vaucluse; para los grandes derrumbamientos, escurrimientos y subversiones, los Alpes y los Pirineos.

### Especies de terrenos del departamento del Lot.

El que quiera ahorrarse viajes largos, y estudiar los terrenos en el espacio más reducido que sea posible, podrá explorar el departamento del Lot, en donde hallará en lugares, ya de mucha, ya de poca extension, casi todas las especies de terrenos que se ven en Francia. Aunque la lista que sigue, no contenga sino los nombres de los terrenos principales, y no presente las muchísimas subdivisiones, ni la designacion de todos los pueblos en que aquellos se hallan, basta sin embargo, para hacer ver que este departamento encierra más especies de terrenos que otro alguno, y que por consiguiente es el más propio para los estudios geológicos é hidroscópicos. Así pues el que se dedique á la hidroscopia, hallará:

Los *granitos*, en Comiac, Sousceyrac, Senaillac, Labastide-du-Haut-Mont, Bessonies, Lauresse, Saint-Cirgues, Saint-Bresson, Felzins;

Los *gneis*, en Gagnac, Teyssieu, Frayssinhes, Latronquièe, Terrou, Molières, Aynac, Lacapelle-Marival, Banhae;

Los *pórfidos*, en Latronquière, Lacapelle-Marival, Saint-Bresson, Cardaillac, Planioles, Figeac;

Los *micasquistos*, en Frayssinhes, Labastide-du-Haut-Mont, Latronquière, Gorses, Terrou, Molières, Leyme, Aynac;

Los *trapps*, en Saint-Céré, Lacapelle-Marival, Saint-Bresson, Latronquière;

Los *cuarzos*, en Saint-Cirgues, Sabadel, Cardaillac, Felzins, Montredon;

La *serpentina*, en Cahus, Saint-Céré, Terrou (no explotada);

La *caliza sacaróide*, en el Bastit, Reilhac, Espédaillac;

Los *mármoles*, en Marmignac, Floirac, Loubressac, Saint-Médard-de-Presques, Saint-Simon, Capdenac, (no explotados);

Los *arcoses*, en Saint-Céré, Saint-Vincent, Terrou, Labathude, Saint-Médard-Nicourby, Cardaillac, Planioles, Figeac, Guzac;

Los *asperones*, en Aynac, Leyme, Anglars, Cardaillac, Planioles, Saint-Perdoux; tambien son muy comunes en los cantones de Catus, Cazals y Gourdon;

Las *almendrillas* y los *conglomerados*, en Lacapelle-Marival, Saint-Bresson, entre Faycelles y Mombrun, en la parte del terreno intermedio que se extiende de la Dordoña al Lot;

Las *brechas*, en Luzech, Cabrerets, al pié de la mayor parte de las cuestas calcáreas, debajo de los desplomados;

Las *dolomías*, en Lacapelle-Mauroux, Baladou, Figeac;

El *terreno ullero*, venas de ulla que llegan raramente á un decímetro de espesor, en Teyssieu, Saint-Vincent,

Lacapelle-Marival, Le Bouisson, Fourmagnac, Cardail-  
lac, Saint-Perdoux, Cadrieu (no explotadas);

La *caliza compacta*, en Souillac, Cahors, Vers, Bou-  
ziès, Saint-Cyn-la-Popie, Faycelles;

La *caliza de grifitas*, en Cahors, Mercuès, Mont-va-  
lent, Miers, Livernon, Assier, Lissac;

La *caliza ammonita*, en Lavergne, Alvignac, Belmont,  
Saint-Laurent-les-Tours, Boussac;

La *caliza de belemnitas*, en Alvignac, Assier, Bédrier,  
Figeac;

La *calizaoolítica*, en Souillac, Saint-Denys, Ca-  
rennac;

Las *calizas hoyosas y cavernosas*, en toda la parte  
central del departamento, que comprende diez cantones.

La *caliza celular*, en Esclanzels, Caniac, Quissac, Es-  
pédailac, Grialou, Issendolus, Saint-Médard-de-Présques,  
Saint-Jean-Lespinasse;

La *caliza conchácea*, en Gramat, en la mayor parte de  
terreno entre Cahors y Labastide-Murat;

Las *margas y cretas* en la mayor parte de los pueblos  
de los cantones de Lalbenque y de Castelnau-Montra-  
tier;

La *arcilla*, muy extendida en los pueblos de Albignac;  
Padirac, Thègra, Lavergne, Mayrinbac-Lentour, Bios,  
Saignes, Aynac, Rueyres;

El *mineral de hierro*, abundantemente difundido en los  
cantones de Catus, Cazals, Salviac, Gourdon, Souillac;

La *caliza grosera*, en Catus;

La *caliza silicea*, en casi toda la parte occidental del  
departamento;

El *espejuelo*, algunos depósitos en los cantones de Cas-  
telnaud-Montrastier;

El *terreno clismiano*, en las inmediaciones de Bretenoux, de Vayrac y de Gourdon, sobre las mesetas de los cantones de Catus, de Saint-Géry, de Lauzès, de Labastide-Murat, de Limogne, de Livernon;

La *caliza lacustre*, cerca de Castelnau-Montrastier;

El *terreno volcánico*, un terromontero á dos kilómetros al Sur de Lacapelle-Marival;

Las *tobas*, en Antoire, Saint-Michel-Loubejon, Lacapelle-Marival, Fons, Cajarc, Saint-Sulpice, Corn;

Los *terrenos de transporte recientes*, en todas las llanuras que forman el fondo de los valles y vallecitos, y cubren á menudo los terrenos clismianos;

La *turba*, en Souillac, Latronquièze;

Los *hundimientos y desplomes de terreno*, en Flaujac, Rilhac;

*Derrumbamientos y resbalamientos de terreno*, en Carrennac, Mézels, Gintrac, Lavergne, Saint-Michel-Lonbéjon, Sain-Médard-de-Presques.

Después del departamento del Lot, los que encierran más especies de terrenos son, primero el Aveyron, y en seguida el Gard.

## CAPÍTULO VI.

---

### EXAMEN DE LAS ALTURAS.

Para penetrarse bien de todas las denominaciones que se acaban de explicar, y hacer una aplicacion exacta de ellas, todas las veces que se presente la ocasion, no basta leerlas con atencion, ni aplicarlas de memoria á terrenos conocidos: debe indispensablemente el lector recorrer y examinar bien y detalladamente muchas montañas y colinas, valles y vallecitos de su comarca. Si su departamento se compone de muchas especies de suelos; si, por ejemplo, una parte es granítica, otra calcárea, otra arcillosa, etc., no siendo la configuración de un terreno semejante á la de otros, debe por lo ménos estudiar dos ó tres en cada calidad de suelo.

El que quiera acumular, en sus viajes geológicos, el mayor número posible de observaciones útiles, y hacer que no se le escape ninguna de importancia, deberá ante todo estudiar y guardar en su memoria los consejos que

se nos dan en las obras de nuestros más experimentados geólogos que han viajado; á saber: La *Agenda* de Saussure, que se halla á continuacion de sus *Viajes en los Alpes*; la *Guía del geólogo viajero*, por M. Boué, 2 volúmenes en 12.<sup>o</sup>, y el *Arte de observar como geólogo*, por M. de la Bèche, 1 volumen en 8.<sup>o</sup>, traducido del inglés por M. de Collegno.

Hay en Francia una cordillera principal que separa las aguas entre el Océano y el Mediterráneo. Esta cordillera, despues de haber atravesado el Asia y la Europa, entra en Francia por el pueblo de los Rousses (Jura), sigue á poca diferencia la frontera hasta Verrières-de-Joux (Doubs), de donde vuelve á Suiza. Entra otra vez en Francia cerca de Ferrette, y atraviesa nuestros departamentos en el órden siguiente: El Alto Rhin, los Vosges, la Alta Marna, la Côte-d'Or, Saône-et-Loire, el Ródano, el Loire, l'Ardeche, la Lozère, el Gard, el Aveyron, el Hérial, la Alta Garona, el Aude, el Ariège y los Pirineos Orientales; de allí va siguiendo la cumbre de los Pirineos y sirve de frontera hasta más arriba de Saint-Béat (Alta Garona) en donde entra en España. El estudio de esta grande cordillera no tiene importancia sino para aquellos que deben descubrir manantiales no léjos de su cima

En cada departamento puede considerarse como cordillera principal aquella que lo atraviesa enteramente: así, en el departamento del Lot hay dos cordilleras de montañas ó crestas elevadas, que van del Este al Oeste, y sirven para dividir las aguas entre sus ríos. La principal de estas crestas, la que reparte las aguas entre el Lot y la Dordoña, viene del Cantal y llega al departamento en Labastide-du-haut-Mont, pasa á Latronquiére, á Saint-Médard-Nicourby, á Bouxal, á Puy-les-Martres, á So-

nac, á Flaujac, á Reilhac, á Lunegarde, á Fontanes, á Labastide-Murat, á Montamel, á Montgesty, á Gindou, á Cazals, y por fin á Boissière, en donde entra en el departamento de la Dordoña. La cresta que viene del Aveyron y reparte las aguas entre el Lot y el Tarn, entra en el departamento del Lot en Puy-la-Garde, atraviesa los pueblos de Beauregard, Varayre, Bach, Vaylats, Lalbenque, l'Hospitalet, Labastide-Marniac, Villesèque, Fargues y Saux, en donde entra en el departamento de Lot y Garona.

De lo alto de estas crestas parten aquellos innumerables ramales que sufren al bajar tantas bifurcaciones, y los valles principales que reciben otras tantas, y van á terminarse á sus rios respectivos.

Comenzando el discipulo su exámen por las alturas, debe primeramente caminar unas cuantas leguas sobre una cordillera principal, recorrer en seguida en toda su longitud algunos de los grandes ramales de su comarca, ponerse en la cumbre, avanzar lentamente, examinar con atencion las dos vertientes, la forma particular de todos los estribos y espolones que parten de ellas, y dar á cada elevacion su nombre propio.

Colocado al principio sobre la cima de la cordillera principal, y en el punto de donde parte el ramal que quiere explorar, él ve otro ramal que parte del mismo punto y se dirige hácia el lado opuesto. A derecha y á izquierda ve sobre la cumbre de la cordillera principal otras cimas más ó ménos distantes, de donde parten otros ramales que marchan á poca diferencia paralelamente á aquel que él va á explorar, y que van á terminarse, los unos á los confluente de diferentes arroyos, y los otros se prolongan hasta las orillas del mismo rio. Aunque sus

sumidades estén compuestas de cimas y de gargantas más ó ménos cortadas, el conjunto de cada cresta va siempre abajándose hasta que espira al borde del río.

Partiendo de la cordillera principal, el explorador baja ordinariamente por una pendiente rápida hasta la primera garganta del ramal, y sube sobre la primera cima, de donde ve salir uno ó dos estribos: llegando sobre cada nueva cima ve salir otros nuevos estribos, que son siempre ménos elevados que el ramal principal, y van abajándose hasta sus extremidades. Algunos estribos son perpendiculares á la cresta del ramal, pero la mayor parte no lo son, y convergen hácia el fondo del valle. Las cimas unas veces son agudas ó de cúspides vivas, y otras veces se componen de mesetas más ó ménos anchas, más ó ménos largas, sobre las cuales se puede distinguir fácilmente la sumidad. Ciertas gargantas son muy cortas, otras muy prolongadas, y casi todas de cúspides vivas. Es conveniente que el observador deje de cuando en cuando la cresta del ramal que él examina, y vaya á recorrer las crestas de los principales estribos, en especial cuando estos son muy largos, á fin de reconocer su configuración, las formas de sus espolones, sus pequeñas ramificaciones, como también sus relaciones con los estribos inmediatos. Volviendo en seguida sobre la cresta del ramal que es el objeto principal de su exploracion, á medida que irá acercándose al río, observará que los estribos se hacen más raros y ménos prolongados, y que cerca del río se termina el ramal por una grupa, las mas de las veces escarpada ó muy rápida.

Al recorrer las alturas, no debe el observador dejar de examinar si las hiladas atraviesan la montaña de parte á parte y sin dislocacion alguna; si sobre una longitud más

ó ménos considerable de la línea de la sumidad están ellas encorvadas y sin solución de continuidad ; y si desde esta línea , que toma en este caso el nombre de *anticlinal*, cada una de ellas se hunde regularmente hácia el fondo de su valle : si ellas están dislocadas , debe verse cuál es la dirección , la longitud y la profundidad del padastro.

## CAPÍTULO VII.

---

### EXAMEN DE LAS VERTIENTES.

Después de haber examinado la sumidad de una cordillera principal y las crestas de muchos ramales, el observador deberá examinar las vertientes que hay entre esta sumidad y el río adyacente, como también las vertientes de muchos ramales.

Una *vertiente* es el flanco de una montaña ó colina que vierte sus aguas al llano vecino. Su pendiente se compone las más de las veces de tres especies de pendientes que deben distinguirse, á saber: la meseta, la ladera, y la llanura.

La *meseta* es el llano que está situado sobre una montaña ó colina. Por lo común está dividido longitudinalmente en dos partes por la cresta de división, y sus aguas bajan á dos vallecitos diferentes. La parte de la meseta que vierte sus aguas á un vallecito, y que por consiguiente forma parte de su vertiente, tiene por an-

chura el espacio que hay entre la cresta de division y el borde de la ladera. Estas dos partes de la meseta son raramente iguales en su anchura, por el motivo de que la cresta de division se acerca más á un lado que á otro: algunas veces va hasta confundirse con el borde de una de las laderas, y entonces la meseta vierte todas sus aguas al vallecito hácia el cual está inclinada.

La *ladera* (1) es la parte mas rápida de una vertiente; y linda por la parte superior con el borde inferior de la meseta, por los dos lados con las aberturas de dos vallecitos, y por la parte inferior con la llanura. La línea que separa la pendiente suave de la meseta de la pendiente mucho mas rápida de la ladera, es casi horizontal; y en todos los lugares en que encuentra rocas, son estas escarpadas. Cuando hay muchas laderas consecutivas sobre el mismo costado de un vallecito, todas presentan á poca diferencia la misma altura, la misma escarpadura, y muchas veces las mismas hiladas. Como á esta línea no se le ha dado todavía nombre en nuestra lengua, propongo que se la llame la *cornisa de la ladera*.

La línea que separa la ladera de la llanura, y sigue su base visible, se llama el *pié de la ladera*.

Los piés de todas las laderas que puede haber en la hoya de un rio, no forman, propiamente hablando, mas

(1) No habiéndose indicado hasta ahora ninguna diferencia entre una cuesta, una ladera y una cortina, que en realidad no se diferencian sino por su altura, y pudiéndose aplicar lo que se dice de la una á las otras dos, propongo que se llame *cuesta* á la parte de la vertiente que es la mas rápida, y cuya altura vertical pasa de 100 metros; *ladera*, cuando tiene de 50 á 100 metros de alto; y *cortina*, cuando tiene ménos de 50 metros.

que una sola línea que abraza no solo la llanura del valle principal, sino que da tambien la vuelta á las llanuras de todas las confluencias. Ella parte de la embocadura del rio, y vuelve á él siempre por el pié de la ladera opuesta. No teniendo el nombre de *pié* ninguna analogía con una línea tan tortuosa, y cuya extension es á menudo cien veces mayor que la del valle principal, propongo llamarla la *costanera*.

La *llanura* de una vertiente es la que se extiende desde la *costanera* hasta el *thalweg*: esta parte de la vertiente es ordinariamente la ménos inclinada.

Ciertas vertientes no se componen sino de la meseta y de la ladera; otras, de la ladera y de la llanura; y otras en fin no tienen ni meseta ni llanura, y su pendiente es uniforme desde la cresta de division hasta el *thalweg*.

La cresta de division, la cornisa, la *costanera* y el *thalweg* de una vertiente observan entre sí cierto paralelismo, y describen á poca diferencia los mismos rodeos.

Al entrar en el valle, el observador hallará ordinariamente las dos laderas escarpadas ó con pendientes rápidas. Notará tambien, que dentro de los valles y vallecitos las dos laderas son á poca diferencia paralelas en muy grandes espacios, y dejan entre sí una llanura bastante regular que va estrechándose poco á poco desde su embocadura hasta el lugar donde empieza. En otros valles y vallecitos las dos laderas se separan y se acercan alternativamente. En ciertos puntos, sus bases son contiguas ó están muy cerca la una de la otra; en otros, las dos laderas se apartan de entre sí, y dejan entre ellas una llanura más ó ménos ancha, y más ó ménos larga; de modo que el valle no se compone sino de una serie de

gargantas y de hoyas, formadas por estos encogimientos y ensanches.

La pendiente de una ladera dista mucho de ser uniforme: unas veces es suave, y otras escabrosa ó muy rápida: aquí presenta un plano inclinado bastante regular, allí ondulaciones que van de arriba á abajo; y un poco mas allá, escalones horizontales, colocados los unos sobre los otros en forma de terrados.

El observador debe estudiar tambien la inclinacion de las rocas que componen las dos laderas: ver si las capas están inclinadas en el mismo sentido que la superficie exterior de las laderas, si ellas van del interior al exterior y están hundidas en ambas partes hácia el fondo del valle, ó si por el contrario se hunden hácia el interior de las laderas; examinar si este declive de las capas es el mismo desde la base de las laderas hasta su cornisa, ó si varia en diferentes alturas; si es el mismo en las caras opuestas de una misma montaña, ó si es diferente; observar por fin si entre las junturas de las capas hay alguna sustancia interpuesta, cuál es su naturaleza y su espesor. Cuando una ladera está compuesta de capas de diferente naturaleza ó de diferentes gruesos, debe verse si hay periodicidad en su vuelta, es decir, si despues de un número ó intervalo determinado vuelve á empezar el mismo orden; y debe observarse tambien si la direccion de las capas es ó nó paralela á la direccion de la cordillera de la que es parte la montaña. Si las dos laderas tienen las pendientes suaves, las hiladas de las rocas son horizontales ó muy poco inclinadas hácia el fondo del valle. En este caso examinará si las hiladas que hay en una ladera, se hallan en la otra y en el mismo orden de superposicion. Cuando la una de las laderas tiene la pen-

diente suave, y la otra la pendiente rápida ó escarpada, las hiladas de la ladera con pendiente suave están inclinadas hácia el fondo del valle y muestran sus *cabezas*, mientras que las de la ladera con pendiente rápida muestran sus *cortes* y se hunden hácia el fondo del valle inmediato.

Las aguas pluviales, los yelos y la cultura arrancan continuamente de todas las laderas escarpadas ó rápidas pedazos de roca, cascajos y tierras vegetales que caen á sus piés y se amasan allí en forma de escarpa. Esta escarpa, que se llama *desplome*, tiene una pendiente ménos rápida que la de la ladera; y su potencia depende de la altura y de la alterabilidad de la ladera á la cual está arrimada. Las piedras mas grandes de que consta, forman su base, y las mas pequeñas ocupan la parte más elevada. Esta escarpa no se halla en todos aquellos sitios en que una corriente de agua toca la base de la ladera, porque cayendo en el lecho de la corriente las ruinas que debieran formarla, estas son arrastradas en cada crecida y desparramadas por la llanura inferior.

Continuando en subir por el valle, el observador ve llegar de los dos lados vallecitos, gargantas, barrancos y pliegues de terreno que no dejará de examinar sucesivamente, los unos al subir hasta el punto de donde parten, y los otros al bajar al valle principal.

Cuando se hallará cerca del punto en que principia este valle, que no será mas que un vallecito pequeño, podrá algunas veces verse embarazado para distinguirlo de otros vallecitos, gargantas, etc., que parten como él de la cordillera principal, y tienen casi las mismas formas y dimensiones; pero podrá conocerlo fácilmente por esta circunstancia de que él viene de más léjos, y por-

que su *thalweg* es siempre más bajo y ménos rápido que los *thalwegs* de las confluencias que van á descargarse en él. Despues de la reunion de algunos vallecitos y gargantas se distingue evidentemente el valle principal por su anchura y por su direccion general.

## CAPÍTULO VIII.

---

### EXAMEN DE LAS LLANURAS BAJAS.

Las superficies de las llanuras, por las cuales serpentean nuestros rios y arroyos, se hallaban en otros tiempos á un nivel mucho más bajo. Llanuras hay, debajo de las cuales las dos laderas casi se tocan á muchos centenares de piés de profundidad, y se hallan cubiertas de un terreno de trasporte hasta una altura más ó ménos considerable. El valle primitivo ha sido cegado poco á poco por una masa de piedras, de arenas y de tierras que las aguas han depositado en él. Al principio, las aguas del mar, mientras estuvieron en nuestros continentes, cegaron los lugares más profundos de los valles; y las corrientes de agua que hay en la actualidad, los rellenan continuamente, trasportando á ellos las ruinas de las regiones superiores. Este terreno trasportado se compone de fragmentos, cuyo volúmen y forma son en extremo variados, y es de la misma naturaleza que los terrenos de

que se compone la parte de la hoya que se halla mas arriba del depósito; pero se diferencia del suelo que lo sobrelleva, como tambien del que lo rodea, y no tiene con ellos ninguna adherencia. Pueden distinguirse en él cinco modificaciones, á saber: las piedras gruesas, los morrillos ó guijarros rodados, los casquijos, las arenas y el limo; pero estas modificaciones se ligan y se mezclan tan íntimamente entre sí, que es difícil establecer límites en ellas, y hallarlas separadas la una de la otra (1). La potencia de estos aluviones aumenta generalmente, yendo del origen de los valles hácia su embocadero.

La parte de este terreno que ha sido depositada por el mar, la llaman los geognostas *terreno antediluviano, diluvion ó clismiano*, del cual hablaremos en el capítulo XXII. La parte que han depositado las corrientes actuales de agua, y que se llama *terreno de inundacion, de aluvion, de terromontero*, etc., contiene ordinariamente huesos de bueyes, ciervos y otros animales que viven actualmente en el país, conchas de animales fluviátiles y terrestres, restos de construcciones, muchos pedazos de ladrillos, de tejas, de vidriados, de vidrio, de hierro, de árboles caídos, etc.

---

(1) Con el fin de distinguir, tanto como sea posible, estas cinco especies de depósitos, propongo llamar *pedruscos* los pedazos de roca que tienen un volúmen mayor que la cabeza de un hombre; *morrillos ó guijarros rodados*, las piedras redondeadas ó con ángulos embotados, ménos gruesas que la cabeza de un hombre y mas grandes que una nuez; *casquijos*, los depósitos de piedras pequeñas, cuyos fragmentos son menores que una nuez y mayores que un guisante; *arenas*, los depósitos de pequeños fragmentos de piedras mas pequeños que un guisante; y *limo* los depósitos puramente terrosos con restos de vegetales ó sin ellos.

Todos los habitantes de las llanuras situadas á orillas de los ríos y arroyos observan que el suelo se levanta sucesivamente; y las puertas de sus casas, edificadas dos ó trescientos años atrás al nivel del terreno, se hallan en la actualidad, en todo ó en parte, mas bajas que este nivel. De cuando en cuando se ven obligados á salirse de las habitaciones bajas, trasladarse á los pisos superiores, y dar más de una vez levantamiento á sus casas.

Hé aquí como se verifica la elevacion de este terreno. Nadie ignora que el cultivo, las lluvias y los hielos desagregan y rompen incesantemente las partes sólidas y superficiales de las mesetas elevadas y de las cuestras; que estos fragmentos son arrastrados por las aguas pluviales á los terrenos bajos; y que los arroyos y los ríos, cuando desbordan, los acarrean y van á depositarlos en las llanuras inferiores, y en los lugares donde la configuracion del suelo modera la impetuosidad de sus corrientes. Las piedras mas gruesas son las primeras que se detienen, las medianas van un poco más léjos, y los casquijos más léjos aún; en fin, lo mas ligero es lo que va á depositarse más léjos bajo la forma de fango ó limo. Todos estos fragmentos eran angulosos cuando se pusieron en movimiento, y presentaban toda especie de formas; pero como al bajar no se movian sino rodando, botando y chocándose unos con otros, de ahí es que sus ángulos se han ido embotando poco á poco, y han tomado la forma más ó ménos esférica que les vemos ahora. Cuando alguno sube contra la corriente de agua y sus afluentes, puede casi siempre hallar la roca de la que ha sido separada cada piedra rodada que se encuentra en la llanura.

Después de cada desbordamiento queda sobre toda aquella parte de la llanura, que ha sido ocupada por las

aguas, una capa de piedras, de arena y de fango, más ó ménos espesa segun ha sido la inundacion más ó ménos fuerte, y más ó ménos prolongada. El mayor espesor de esta capa se halla hácia los bordes de la corriente de agua, y disminuye á medida que uno se acerca á las líneas costaneras. Despues de algunos centenares de años se hace tan sensible la diferencia de este espesor, que la corriente de agua se halla situada en la parte más elevada de la llanura: entonces, rompiendo los arrecifes que se habian construido para tenerla sujeta allí, se sale de este lugar elevado que ya no es su verdadero *thalweg*, y se va á la parte más baja de la llanura á abrirse un nuevo canal que todavia abandonará más tarde cuando habrá elevado sus bordes sobre lo restante de la llanura.

Los progresos de esta elevacion en las llanuras varían mucho de un valle á otro, y aún en los diferentes puntos de un mismo valle. En ciertos parajes, las llanuras no se elevan sino algunas pulgadas cada siglo, y en otros suben algunos piés. M. Reboul (*Geolog*, cap XV) gradúa á cerca de un pié por siglo la elevacion del terreno causada por el Ande en el puente viejo de Narbona y en la llanura que hay al sud del lago de Capestañ. En Figeac (Lot), cuya fundacion data del año 755, hay tres acueductos, colocados el uno sobre el otro, los cuales prueban que desde aquella época el rio del Cellé ha depositado allí un terromontero de 18 piés de espesor; lo que da una elevacion de nivel como de un pié y medio cada cien años. En la villa de San Ceré, que fué fundada sobre el año 1040, se descubren de cuando en cuando edificios, cuyas puertas primitivas para entrar en ellos tienen el umbral á 8 piés debajo de tierra; lo que prueba que el Bave ha elevado el terreno de aluvion sobre el

que está edificada la villa, de cerca de un pié cada siglo.

Toda la llanura baja tiene ordinariamente tres pendientes: una que se extiende desde su origen hasta su embocadero, la que me propongo llamar *pendiente longitudinal*; las otras dos, que parten de las dos líneas costaneras y van abajándose para reunirse al *thalweg*, pueden llamarse *pendientes laterales de la llanura*.

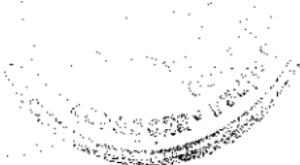
Las pendientes longitudinales de las llanuras bajas son muy variables. Las unas tienen su principio en una playa elevada, muy poco inclinada, compuesta de un hueco redondeado, muy poco sensible, sin *thalweg* marcado, y cuyas partes convergen todas sin embargo hácia un punto de su extremidad inferior: otras toman origen en una playa igualmente elevada, muy poco inclinada, débilmente abajada, pero que presenta uno ó muchos pliegues de terreno con *thalweg*. Cada pliegue se compone de dos pequeñas pendientes ó vertientes que derraman sus aguas dentro del *thalweg*. Otras por fin parten del fondo de un hueco que tiene la forma de un vasto circo más ó menos profundo. Este circo está á veces situado en la extremidad superior del vallecito, y no es precedido de ninguna meseta: otras veces es precedido de una playa elevada, dispuesta en forma de media luna, é inclinada hácia el circo en el cual vierte ella todas sus aguas. Esta playa elevada tiene de ordinario una pendiente suave y bastante uniforme hasta la orilla del circo; pero al llegar á esta orilla se vuelve repentinamente muy rápida hasta el fondo del circo, ó á lo ménos mucho más rápida que en todo el resto del vallecito.

La pendiente más fuerte del fondo de un vallecito se halla ordinariamente en la parte donde principia. Aunque en lo restante de su curso esté ella muy distante de ser

uniforme; pueden sin embargo reducirse á dos sus variedades principales: la una que se compone de pendientes rápidas, y la otra de pendientes moderadas. Las pendientes rápidas y las cascadas se hallan en todos aquellos lugares en donde hay estrechez, banco de rocas, ó tierra compacta, al nivel del suelo; y las pendientes moderadas se hallan en los ensanches, allí en donde las dos laderas están separadas, dejando entre sí una llanura de más ó ménos extension, inclinada en el mismo sentido que la pendiente general del vallecito, y cuyo fondo está lleno de tierras de trasporte. Otros vallecitos tienen la pendiente de su fondo casi uniforme; todos sin embargo la tienen rápida al comenzar, ménos rápida un poco más abajo, y ménos rápida aun continuando en bajar: por manera que su pendiente va siempre disminuyendo desde su origen hasta su desembocadero, en donde ella se vuelve casi insensible. En las altas montañas, el fondo de la mayor parte de los vallecitos no presenta la más pequeña llanura, las bases de las laderas se tocan, y la pendiente del *thalweg* es muy rápida en todas las partes, y á veces interrumpida por cascadas. Hay también vallecitos que se vuelven rápidos en su desembocadero, pero son muy pocos, y esto no sucede sino cuando su fondo tiene rocas.

Además de estas bajadas naturales las hay también que son formadas por la mano del hombre. Toda pared, construida al través de un vallecito para cerrar una heredad ó para sostener sus tierras, ocasiona un embarazo que se forma pequito á poco hácia la parte baja de la propiedad. Los simples límites entre dos heredades, el uno superior, y el otro inferior, producen el mismo efecto. El propietario de la hacienda superior, no queriendo jamás dejar bajar su tierra á la hacienda inferior, quita por el

mero hecho del cultivo la tierra de la parte elevada y la acumula insensiblemente en la parte baja de su propiedad; de tal manera, que en muchos parajes, que son cultivados desde muchos siglos acá, se ven, en la parte más baja de los campos y viñas, escarpas de tierra vegetal que tienen hasta 4 ó 5 metros de alto. Las aguas pluviales contribuyen también á quitar las tierras de las partes altas de las heredades, y llevarse abajo las livianas.



## CAPÍTULO IX.

---

### EXAMEN DE LAS CORRIENTES DE AGUA.

Los ríos caudalosos *fleuves*, los ríos no caudalosos *ri-  
vières* y los arroyos *ruisseaux* (1), nos suministran gran  
número de observaciones que les son comunes con aque-  
llas que he hecho tocante á las corrientes de agua sub-  
terráneas. Por lo tanto es indispensable estudiar y fami-  
liarizarse con las leyes que presiden á su formación y á

---

(1). Los ríos caudalosos, los ríos no caudalosos y los arroyos  
se forman, corren y proceden de la misma manera. La analogía  
que existe entre estas tres especies de corrientes de agua, las  
que no se diferencian realmente unas de otras sino por su mag-  
nitud, ha impedido hasta ahora señalar á cada una caractéres  
que le sean propios y puedan en todos los casos servir para dis-  
tinguirla de las otras dos. Ningun autor, que yo sepa, ha fijado  
de una manera satisfactoria, en qué se diferencia un río cauda-  
loso de un río que no lo es, y en qué se diferencia este último  
de un arroyo; y éste es el motivo por qué en ciertos países se

su curso, á fin de poder hacer la aplicacion de ellas á las corrientes de agua invisibles.

Todo rio caudaloso, todo rio no caudaloso, y hasta todo arroyo tiene una hoya, un manantial, un lecho, ribazos, escarpas, una derecha, una izquierda, un arriba, un abajo, y un confluente que se llama tambien embocadero.

La *hoya* de un rio caudaloso, de un rio no caudaloso y de un arroyo, se compone de todos los valles, vallecitos, gargantas y pliegues de terreno que vierten sus aguas dentro de su canal: su *manantial* es el chorrito de agua mas distante de su embocadero; su *lecho* es el canal, dentro del cual corren sus aguas, y del cual no salen sino cuando desbordan; sus *ribazos* son las partes de sus orillas que están cortadas verticalmente; sus *escarpas* son las

llama *fleuve* (rio caudaloso) á una corriente de agua que dista mucho de ser igual á aquella que en otros países se llama *rivière* (rio no caudaloso); y en ciertas comarcas se llama *rivière* á una corriente de agua que en todo otro lugar no llevaria otro nombre que el de *ruisseau* (arroyo). Algunos, sin embargo, los distinguen de la manera siguiente:

«Si una corriente de agua no es bastante fuerte para sostener pequeños barquillos, se llama *ruisseau*; si es bastante fuerte para llevar barquillos, se llama *rivière*; en fin, si puede llevar grandes barcos, se llama *fleuve*. (*Enciclopedia*, art. *fleuve*.)

M. de la Métherie, en su *Teoría de la tierra*, párr. 1275, distingue las corrientes de agua como sigue: «Una masa de agua corriente, un poco considerable, que va al mar ó á un grande lago, lleva el nombre de *fleuve*. Las otras aguas corrientes se llaman *rivières* ó *arroyos*, segun su volúmen.»

M. Huot, en la *Enciclopedia moderna*, en el artículo *vertientes*, distingue estas tres especies de corrientes de agua de la manera siguiente: «Un *arroyo* es la mas pequeña de todas las corrientes de agua; una *rivière* es alimentada por uno ó muchos arroyos, por una ó muchas *rivières*; puede ser ó no ser navegable, y puede

partes de sus orillas que tienen una pendiente suave; su *derecha* es la parte que se hallaría á la derecha de un hombre que bajando por el rio pasase por en medio del canal; su *izquierda*, es la parte que en el mismo caso se hallaría á su izquierda; su *arriba* es la parte de su canal que se halla más arriba de un punto designado; su *abajo* es la parte que se halla más abajo; su *confluente* ó *embocadero* es el punto donde el rio se echa dentro de otra corriente de agua. La palabra *embocadero* se emplea solamente para designar el punto donde una corriente de agua se echa dentro del mar ó dentro de un lago.

Las corrientes de agua se dividen en *principales* y *accesorias*; estas últimas se llaman tambien *secundarias* ó *afuentes*.

echarse en un *fleuve* lo mismo que en el mar. Un *fleuve* es alimentado por una ó muchas *rivières* navegables, y siempre se echa al mar »

Estas definiciones, como se ve, son demasiado elásticas.

Yo preferiría llamar *fleuve* (rio caudaloso) á toda corriente de agua que se echa al mar, y que en su estado ordinario vierte en él; por ejemplo, mas de 50 métr. cúbicos de agua en cada segundo; *rivière* (rio no caudaloso), á toda corriente de agua que en su estado ordinario vierte dentro de otra *rivière*, dentro de un *fleuve*, dentro de un lago ó dentro del mar, de 3 á 50 métr. cúbicos de agua en cada segundo; y *arroyo* á toda corriente de agua que en su estado ordinario vierte dentro de otro arroyo, de una *rivière*, de un *fleuve*, de un lago ó del mar ménos de 3 métr. cúbicos de agua en cada segundo.

Las tres definiciones que yo propongo, es verdad que no son de una exactitud rigorosa, porque variando continuamente el volumen de una corriente de agua, nunca puede saberse ni determinarse con precision lo que se llama su *estado ordinario* ó su *altura media*; sin embargo, ellas me parecen distinguir las corrientes de agua mucho mejor que las que he citado.

La corriente de agua *principal* es aquella que recibe todas las aguas de la hoya, ocupa la parte mas baja de ella, y es más larga, más voluminosa y ménos rápida que ninguna de sus *accesorias*. Ella conserva tambien su nombre en todo el trecho de su curso; mientras que las *accesorias* ó afluentes pierden el suyo desde el momento en que mezclan sus aguas á las de la corriente principal.

Las corrientes de agua *accesorias* que van de derecha y de izquierda á echarse dentro de la corriente principal, no guardan conformidad entre sí para echarse á pares dentro de ella. Hacen como las ramas de un árbol que se ingieren alternativamente en su tronco: por consiguiente, cada corriente de agua *accesoria* se echa dentro de la principal, no enfrente del embocadero de otra corriente de agua que viene del lado opuesto, ni en frente de un ángulo entrante, sino siempre en frente de un ángulo saliente.

Cuando la hoya de una corriente de agua es formada de muchos afluentes, tiene en su principio una anchura muy considerable, que equivale algunas veces á su longitud, y esta anchura va disminuyendo hasta su embocadero, en donde es siempre muy reducida. Por ejemplo, la mayor anchura de la hoya del Garona se toma desde el origen del Dordoña, en el *Mont-d'Or* hasta la cima de los Pirineos Orientales, y esta anchura es igual á poca diferencia á la longitud total del rio desde el punto en que toma principio en España hasta su embocadero en la torre de Corduan.

El curso de las corrientes de agua no es uniforme, y pasa alternativamente de un movimiento *rápido* á otro *remiso*. En todos los lugares en que la caída de la corriente de agua es oblicua, lleva el nombre de *rápida*;

pero si es perpendicular, lleva en los rios caudalosos y no caudalosos el nombre de *salto* ó *catarata*, y en los arroyos y torrentes el de *cascada*. Los movimientos remisos se extienden de un movimiento rápido al otro.

Excepto ciertos distritos cuyos terrenos son calcáreos; margosos ó cretosos, todo valle que tiene una longitud considerable, contiene un rio ó un arroyo; y los afluentes que ellos reciben, son tanto más numerosos é importantes, cuanto más largo es el espacio que aquellos corren. El canal de una corriente de agua generalmente no es al principio mas que una reguera de algunos decímetros de ancho y de profundo. Su origen ó punto de partida se halla, en ciertos terrenos, en una playa elevada, las más de las veces pantanosa, y cuya inclinacion es apenas sensible; en otros comienza al pié de un valle-cito, más ó ménos profundamente ahondado en forma de circo. De trecho en trecho recibe algun nuevo arroyuelo que le llega del fondo de un ángulo entrante y hácia el cual se inclina para ir á recibirlo.

Si las dos corrientes de agua que se reunen, son á poca diferencia iguales, la nueva direccion que toman no es ni la de la una ni la de la otra; pero si son desiguales, la más pequeña deja su direccion y toma á poca diferencia la de la mayor, y esta se aparta tanto ménos de su direccion cuanto es más fuerte que la otra.

Ciertas corrientes de agua se mueven en línea casi recta y paralelamente á las dos laderas adyacentes durante largos trechos; pero las más de las veces su curso es muy sinuoso, y hacen tantos más rodeos cuanto más débil es su pendiente. Se llama *direccion general de una corriente de agua* aquella que es indicada por las dos laderas que la acompañan, prescindiendo de sus pequeños giros.

El canal de una corriente de agua se agranda cada vez que recibe una nueva corriente, pero no aumenta su capacidad á proporción de las aguas nuevas que le llegan: por lo mismo, una corriente de agua que recibe otra igual, aumenta sin duda alguna su anchura y su profundidad, pero su capacidad no es doble de lo que era, porque las dos corrientes reunidas, como no tienen más que un fondo y dos bordes, experimentan ménos roces y encuentran ménos obstáculos que cuando estaban separadas y tenían dos fondos y cuatro bordes. Una corriente de agua aumenta su volúmen desde su nacimiento hasta su desembocadero, y mantiene su canal en dimensiones que guardan en todas partes relación con el volúmen ordinario de sus aguas, yendo en disminución su pendiente y su velocidad.

Si las dos cuestas que forman un vallecito tienen sus pendientes iguales, la corriente de agua marcha á igual distancia de la una y de la otra: si la una de las dos es mas rápida que la otra, la corriente de agua se halla más cerca de aquella que es más rápida; y si la una de las dos cuestas es una escarpadura, la corriente de agua baña su base. Aunque esta pendiente rápida ó esta escarpadura se prolonguen mucho, no por esto deja la corriente de agua de seguir dicha base hasta que un ángulo saliente la detenga y la obligue á dirigirse hácia la base de la cuesta opuesta. Si el lector se toma la pena de examinar ó recordar las corrientes de agua cuya dirección no ha sido cambiada por la mano del hombre, verá que estas observaciones son constantes.

En los ríos caudalosos, en los ríos no caudalosos y en los arroyos se forman muchas veces islas é islotes que dividen sus aguas en muchos brazos: y estas islas é islo-

tes tienen la forma oblonga siguiendo la dirección de la corriente de agua.

En el canal de un arroyo y de un río, cuando no son encajonados, y cuya corriente de agua es sinuosa, las escarpas y los ribazos hacen en pequeño lo que las cuestas hacen en grande, pues están opuestos los unos á los otros y alternan entre sí. Cada escarpa forma un ángulo saliente y cada ribazo un ángulo entrante, en cuyo fondo va á espirar la escarpa; por manera que el que pasa por la orilla de una corriente de agua y siempre por la misma parte, ve alternativamente la escarpa y el ribazo en el lado por donde pasa. Además puede observar que la corriente de agua, excavando cada día el pié del ribazo, hace cada vez más profunda esta parte del canal, y va á depositar las materias que de allí se desprenden, sobre la primera escarpa de mas abajo que se halla en la orilla opuesta.

## CAPÍTULO X.

### LO QUE DEBE ENTENDERSE POR LA PALABRA MANANTIAL.

La significacion de la palabra *manantial* (*source*) que los latinos llamaban *fons*, *scaturigo*, todavía no se ha fijado bien en nuestra lengua (a). Los unos aplican esta palabra *al agua que sale de tierra* (1); otros quieren además que el agua, despues de haber salido de tierra, continúe marchando á descubierto, y definen un manantial, «*el agua que sale de tierra para empezar su curso* (2); otros la definen tambien: *El orificio de un canal subterráneo que vierte afuera el agua que su pendiente conduce á él por medio de una confluencia bien dirigida* (3); estos entienden por esta palabra *el canal que conduce el agua fuera*

---

(a) La francesa.

(1) *Dicc. de la Acad.*, *Dicc. de Trévoux*, á la palabra *source*.

(2) *Dicc. de M Landais*, á la misma palabra; D'Omalius d'Halloy, *Géol.*, cap. II.

(3) *Geografía física*, por Desmaret, art. *Sénègue*.

de tierra (1); aquellos el cúmulo ó depósitos de agua que ellos suponen debajo de tierra y que se derraman poco á poco á fuera (2); los manantiales, segun Mentelle y Malte-Brun, son pequeños depósitos de agua que reciben las aguas de las tierras cercanas por medio de pequeños canales laterales, y derraman su exceso, ya por corrimiento, ya de cualquier otro modo (3); hay algunos que dan el nombre de manantial al hueco ú hoya que recibe las aguas al salir de tierra (4); y otros en fin que lo dan al agua contenida en este hueco ú hoya; lo que los autoriza para decir *enturbiar, envenenar un manantial* (5).

Es preciso confesar que estas definiciones, y muchas otras que se han dado, distan mucho de ser exactas, pues no se aplican sino á aquella parte del manantial que es visible, y nada dicen que tenga relacion con su formacion ni con su marcha debajo de tierra. La parte visible de que hablan estas definiciones, es siempre muy mínima si se la compara con el cuerpo entero del manantial, el que no se deja ver sino despues de haber andado una distancia más ó ménos considerable; y despues de haber corrido muchas leguas cuando él es muy caudaloso. Ni la aparicion de un manantial es siquiera una condicion esencial de su existencia, puesto que hay muchísimos que corren debajo de tierra desde su origen hasta los rios donde van á parar, y no se dejan ver en ningun punto de su tránsito. Así, pues, los autores que, para

(1) *Enciclop.* y Valmont de Bomare, art. *Fontaine*

(2) D'Aubuisson, t. 1, nota vii.

(3) *Geogr.* libro vi.

(4) *Enciclop.* art. *Fontaine*.

(5) *Dicc. de la Academia*, á la palabra *Empoisonner*; Huot, *Geol.*, cap. viii.

darnos á conocer lo que son los manantiales, no han hecho mas que hablarnos de su aparicion, han imitado á aquel que para explicar lo que es un río ó un arroyo, se contentase con definir ó describir su desembocadero.

Hay autores en grandisimo número, que confunden torpemente la palabra *fuelle* (*fontaine*.) con la de *manantial* (*source*).

Por la palabra *fuelle* entiendo yo el receptáculo de poca profundidad, fabricado ó no fabricado, en el que se conserva cierta cantidad de agua producida por uno ó muchos manantiales.

Por la palabra *manantial* entiendo una *corriente de agua subterránea*. Estas palabras, *corriente de agua*, enuncian que para formar un verdadero manantial, el agua debe primero estar reunida en una corriente bastante grande para que sea sensible, y esto no lo son la humedad ni los humores que circulan dentro de la tierra; segundo, debe el agua estar en movimiento, y no podria llamarse manantial á un hoyo lleno de agua, ni á un conducto prolongado que se hallara debajo de tierra lleno de agua inmóvil; tercero, el movimiento de esta corriente debe ser de cierta duracion; de manera que las corrientes de agua que se forman debajo de tierra sólo en los tiempos lluviosos, y cesan inmediatamente ó poco despues para no volver á parecer hasta las primeras lluvias, no son manantiales. Sin embargo, no es necesario que esta continuidad sea absoluta, porque se seguiria de aquí, que no se podria llamar *manantiales* sino á aquellos que son indefectibles: no obstante, se dice todos los dias en tiempos de sequedad, *aquel manantial se ha secado ó ha cesado de fluir*; y esto hace ver que el nombre de manantial se ha conservado á corrientes de agua que dejan de manar

cierta parte del año. Es muy cierto que me sería imposible fijar con precisión el tiempo que debe durar cada año una corriente de agua subterránea para que se le pueda dar el nombre de *manantial*: solamente diré que debe durar por lo ménos muchas semanas despues de haber cesado las lluvias, y dar agua la mayor parte del año.

La corriente de agua debe por fin ser *subterránea*, y de ahí se infiere que no se puede llamar manantial á una corriente de agua que va por sobre la tierra, aun cuando procediese de uno ó de muchos manantiales, porque estas corrientes toman entónces el nombre de *regueras*, *arroyos* ó *rios*.

El volúmen de la corriente de agua subterránea no le hace cambiar el nombre: tanto si es delgado como un hilo, como si es grueso como el dedo, ó el brazo, ó el cuerpo de un hombre; que sea tan cuantioso como un grande arroyo y hasta como un rio, constituye siempre un verdadero *manantial*, que se designa á menudo con el nombre de arroyo, torrente, corriente, curso subterráneo, chorro, ramal, hilete, venero y venerico de agua.

La forma que tiene debajo de tierra tampoco cambia su esencia: así es que hay manantiales que se mueven dentro de conductos muy estrechos; y otros que forman laminillas ó sabanillas de agua muy delgadas, pero que ocupan un espacio muy ancho.

Hay ciertos manantiales que fluyen continuamente, y dan siempre el agua en una cantidad casi igual; y á estos se los llama *permanentes*. Hay otros que, sin dejar nunca enteramente de manar, tienen sus épocas de aumento y de disminuecion, dependientes de las lluvias y de las sequedades; y á estos se los llama *variables*. Otros hay por fin, que dejan de fluir una parte del año; y se llaman

*temporarios*. Algunos pretenden que hay manantiales *uniformes*, es decir, que dan constantemente la misma cantidad de agua; pero yo creo que semejantes manantiales no existen en la naturaleza.

## CAPÍTULO XI.

---

### OPINIONES ERRÓNEAS SOBRE EL ORIGEN DE LOS MANANTIALES.

Antes de establecer el modo con que se forman los manantiales y corren por debajo de tierra, creemos no sera inútil exponer algunas de las opiniones erróneas que ha habido sobre este particular. Los antiguos, y los más de los modernos que escribieron ántes del siglo décimocavo, no nos han dejado más que hipótesis, ó sistemas tan desprovistos de pruebas satisfactorias, que uno no puede ménos de quedarse profundamente admirado de que la verdad haya tardado tanto en ser conocida. Yo voy á dar un breve análisis de los principales escritos que contienen estas aberraciones, sin detenerme á refutar cada una de ellas en particular, esperando que lo serán suficientemente con lo que se dirá en el capítulo siguiente y en todo lo restante de este tratado.

PLATON, en su diálogo intitulado *Fedon*, dice que todos los rios caudalosos van á parar á una vasta abertura que atraviesa toda la tierra, y se llama el Tártaro,

de donde salen todas las aguas que van á formar en diferentes lugares los mares, los lagos, los rios y las fuentes; que las cuatro principales salidas de este abismo son: el Océano, el Aqueronte, el Piriflegéton y el Cocito; y que en seguida todas estas aguas vuelven por diferentes caminos al Tártaro de donde habian salido.

ARISTÓTELES piensa que el frio, que reina siempre en las cavernas de la tierra, condensa el aire y lo resuelve en agua, y esta agua forma los rios y las fuentes; que, así como los vapores que el sol atrae á lo alto, se convierten en humedad, y uniéndose sus partes, forman gotas que caen en forma de lluvia; así tambien los vapores, que hay dentro de la tierra, se resuelven en humedad con el frio, forman gotas de agua que se unen entre sí, fluyen en seguida, y producen las fuentes, los rios no caudalosos y los caudalosos: cree además que debajo de la tierra hay grandes lagos que pueden abastecer de aguas á los rios y fuentes

EPICURO, en su carta á Pitócles, dice que las fuentes pueden provenir de una cantidad de agua acumulada en su *manantial*, y *suficiente* para hacerlas manar continuamente; ó pueden formarse con aguas que, viniendo de léjos y corriendo en pequeños hiletos, se reúnen continuamente en el lugar donde se hallan sus manantiales.

SÉNECA, que entre todos los antiguos es el que ha hablado con mas extension sobre el origen de las fuentes, cree que dentro de la tierra hay grandes concavidades llenas de aire; que este aire, no teniendo ningun movimiento, es convertido en agua con motivo de la profunda obscuridad y del mucho frio que reinan en aquellos lugares, y esto produce la corriente continua de las fuentes y de los rios; y que este cambio se verifica de la

• misma manera que sobre la tierra, en donde el aire que hay en los lugares inhabitados y húmedos, se convierte en agua. Cree además que ciertas partes de tierra se convierten en agua.

PLINIO el Naturalista, sin pararse en explicar cómo las aguas se hallan dentro de las montañas, se ocupa en señalar las causas que las elevan hasta sus cumbres: estas causas son el viento que las empuja arriba, y el peso de la tierra que, cargando sobre el agua, la hace subir. Tales, según dice Séneca, era de la misma opinión.

José Julio SCALIGER dice, que al principio la tierra era exactamente redonda, y rodeada de una masa de agua que tenía en todas partes un igual espesor; que Dios ahondó ciertas partes de la tierra para colocar allí los mares, y con la tierra y demás que sacó de sus hoyas formó las montañas, en las cuales quedaron cavernas y concavidades; que el agua, quitada de su puesto por estas nuevas masas, fué obligada á elevarse sobre el nivel que le era natural, y así pesó sobre las aguas inferiores que, hallando en la tierra aberturas y canales, subieron hasta los desembocaderos de los manantiales que ellas hicieron fluir, y que así fueron producidos todos los manantiales y fuentes de la tierra.

Gerónimo CARDAN es de opinión, que la causa principal, que engendra el agua debajo de tierra, es el aire que se convierte fácilmente en agua; que la impetuosidad del flujo del mar empuja ciertas aguas dentro de la tierra, las hace pasar á través de muchas especies de terrenos, y de este modo produce manantiales de agua dulce; y que las lluvias, las nieves, los rocíos de las mañanas de verano y las escarchas de invierno, también contribuyen mucho á la formación de los manantiales.

D'OBRZENSKI de Nigro-Ponte, en su *Tratado de la nueva filosofía*, impreso en Ferrara en 1657, admite la trasmutación del aire en agua, y el flujo del mar como causa principal de los manantiales; pero añade que esa cantidad prodigiosa de agua que á cada momento es engullida dentro de cavernas espaciosas, como por ejemplo las de Caribdis y de Scila, no entra inútilmente en la tierra y sin pasar á algunos otros parajes, como son las fuentes; y que las aguas de todas las fuentes tienen un gustillo de sal que aumenta á medida que están más cerca del mar.

Juan Bautista VAN-HELMONI, en el tratado que intituló: *Principios mauditos de física*, nos representa el núcleo de la tierra como enteramente compuesto de arena pura, mezclada en todas sus partes con una cantidad inagotable de agua, y cubierta de una simple corteza de tierra, de piedras y de ciertas vetas de esta arena que en algunos parajes se prolongan hasta la superficie de la tierra. Según él, esta arena es la criba ó el filtro por el cual la naturaleza clarifica los tesoros inagotables de sus fuentes para el uso del universo; y tiene una virtud vivificante que da á las aguas, todo el tiempo que permanecen en ella, un movimiento general, pero exento de las leyes de situación alta ó baja, de manera que ellas se mueven indiferentemente hácia cualquier parte de esta arena.

Todas las partes de esta arena, aun aquellas que se elevan hasta la superficie de la tierra y hasta las cimas de las montañas, tienen esta propiedad vivificante, y dan en todos lugares aguas vivas, que los calores del verano no pueden disminuir: pero desde el momento en que las aguas han salido de esta arena, pierden esta propiedad, están ya sujetas á las leyes de la gravedad, y obligadas á

correr sobre la tierra por los lugares más bajos hasta que lleguen dentro del mar. De la misma manera, en el cuerpo humano la sangre que está en la cabeza ó en los piés, circula indiferentemente lo mismo hácia arriba que hácia abajo, pero tan luego como ha salido del cuerpo, debe sujetarse á las leyes de gravedad. Las aguas del mar penetran continuamente su fondo para bajar hasta esta arena pura, y para reemplazar las que salen en todos momentos.

LYDIAT, académico inglés, en un tratado que hizo imprimir en Lóndres en 1605, atribuye el origen de los rios al mar, de donde sacan sus aguas por diferentes canales y numerosos veneros que hay debajo de tierra. Él sostiene que, así como el calor del sol resuelve el agua del mar en vapores y la eleva hasta la region media del aire, así tambien el calor que existe dentro de la tierra, resuelve en vapores las aguas que hay en ella, y las eleva hasta las cimas de las montañas, en donde forman las fuentes y los rios.

Pedro DAVITY, en su libro intitulado: *Imperio del mundo*, impreso en 1637, cree que las fuentes vienen del mar, porque no puede creer que pueda este recibir tantas aguas sin desbordar, ni que el sol ni el viento puedan hacer evaporar tanta cantidad de agua como en él entra. Siendo la tierra redonda, y llena de aberturas y canales, el mar con su peso inmenso empuja sus aguas dentro de esos canales, y las hace subir á lo alto de las montañas. Además, los vapores de la tierra, condensándose dentro de las concavidades, pueden convertirse en agua y unirse á las del mar para hacer que sean los manantiales más abundantes.

DESCARTES, en su libro de los *Principios de la filosofía*, expone su sistema sobre el origen de los manantiales

de la manera siguiente: Debajo de las montañas hay grandes cavidades llenas de agua que el calor eleva continuamente en vapores. Estos vapores se deslizan por todos los poros de la tierra, y llegan hasta las más altas superficies de los llanos y de las montañas en donde producen las fuentes, cuyas aguas, corriendo sobre el declive de los valles, se reúnen, forman ríos y bajan al mar. Dentro de la tierra hay muchos y grandes conductos, por los que pasa tanta agua del mar hácia las montañas, cuanto sale de las montañas y vuelve al mar. El modo con que circula el agua dentro de la tierra, es el mismo con que circula la sangre dentro del cuerpo de los animales, donde pasa sin cesar y rápidamente de las venas á las arterias y de las arterias á las venas. Aunque el agua del mar sea salada, no lo son las fuentes, porque las partículas de agua de mar, que son blandas y flexibles, se convierten fácilmente en vapores y pasan por los caminos tortuosos que hay por entre los granitos de arena; en vez de que las aguas de que se compone la sal, como son duras é inflexibles, son elevadas con más dificultad por el calor, y no pueden pasar de ninguna manera por los poros de la tierra.

Nicolás PAPIÑ, médico de Blois, hizo un tratado del *origen de los manantiales*, impreso en Blois en 1647, en el cual dice que el mar es el verdadero origen de los manantiales y de las fuentes; que al principio del mundo fué creado un *espíritu concretivo* que tiene la virtud de juntar y apretar los cuerpos á los cuales está unido, principalmente los líquidos, y hacerles tomar una forma esférica; que las aguas del mar, apretadas por la fuerza de este espíritu, toman una redondez tal, que en los puntos en que el Océano tiene más anchura, su convexidad re-

presenta á poca diferencia un medio globo puesto sobre el de la tierra; que hácia el centro tienen ellas mucha mayor elevacion que las más altas montañas del mundo, y que á estas aguas así elevadas en medio del Océano les es fácil hacer subir otras por los canales subterráneos hasta lo alto de las montañas.

Juan Bautista DUHAMEL, en su *libro de los meteoros*, impreso en París en 1660, distingue dos especies de fuentes: unas que dejan de manar en verano, y tienen por principio las aguas de la lluvia y de la nieve; y otras que manan siempre, y provienen de las aguas del mar, las que por conductos subterráneos se difunden por todas partes sobre la superficie de la tierra. Estas aguas pierden su gusto salado pasando por diferentes tierras, y son elevadas en vapores hasta lo alto de las montañas por el calor que siempre hay en la region media de la tierra; y estos vapores deben elevarse fácilmente dentro de los conductos de la tierra que son estrechos y les impiden bajar, puesto que se elevan en el aire que es fluido y siempre en movimiento.

Por no incurrir en repeticiones fastidiosas no continuaré más el análisis de los autores que han adoptado y sostenido opiniones análogas á las que acabo de citar, por la razon de que todas son á poca diferencia las mismas, y están apoyadas sobre los mismos racionios. Los que quisieren conocer á fondo estos sistemas, pueden ver las obras que he citado, no ménos que las siguientes:

*Mundus subterraneus*, 2 vol. en fol. por Kircher, 1678.

*De origine fontium*, per Robertum Plot, 4 vol. en 8.º Oxonii 1696.

*Théologie de l'eau*, por Fabricius, 4 vol. en 8.º Paris 1745.

*Traité de physique*, par Rohault, 2 vol. en 12.<sup>o</sup>, Paris 1676.

*Indications sur l'origine des fontaines et l'eau des puits*, par Kulm, 1 vol. en 4.<sup>o</sup>, Bordeaux 1741.

*Architecture hydraulique*, par Belidor, 4 vol. en 4.<sup>o</sup>, Paris 1737.

## CAPÍTULO XII.

---

### RESPUESTAS A LAS OPINIONES SOBRE EL ORIGEN DE LOS MANANTIALES.

Algunas de las opiniones que acabo de exponer, llevan en sí mismas tal grado de inverosimilitud, que todo lector un poco instruido ha visto ya su falsedad, y sería perder tiempo detenerse en discutir las: tal es la opinion de aquellos que han pretendido, que el agua debajo de tierra está exenta de las leyes de gravedad, y que sube ó baja indistintamente como la sangre dentro del cuerpo humano; y todavía es más inverosímil la de aquellos, que para la conservacion de los manantiales han imaginado que el aire y la tierra se convierten en agua. Exponer tales opiniones es lo mismo que refutarlas; pero hay una que, como hemos visto, ha sido sostenida por cierto número de físicos de nombradía que la han apoyado con razones más ó ménos especiosas, y que por lo mismo merece que la discutamos seriamente: esta es la que atribuye al mar el origen de los manantiales.

Al considerar los sabios los manantiales sin número, que en todos los países se ven salir de la tierra, reunirse, formar arroyos, ríos medianos y ríos caudalosos que tantos siglos hace vierten sus aguas en el mar sin hacerlo rebosar ni siquiera elevar su nivel, han sacado todos ellos la consecuencia de que el mar debe enviar otra vez una parte de sus aguas dentro de las tierras para producir en ellas los manantiales. Hallándose de acuerdo sobre este punto, no lo están sobre los medios que emplea la naturaleza para trasportar estas aguas y difundirlas sobre todos los continentes.

Los unos han dicho que la tierra es bastante porosa para transmitir las aguas desde el mar hasta el medio de las tierras, puesto que una infinidad de pequeños canales parten del fondo del mar y van á alimentar los manantiales: los otros han pretendido que todos los continentes están atravesados en su interior de innumerables y vastos canales que, partiendo del mar, se dividen y subdividen en una infinidad de arroyos que van á alimentar sobre la tierra cada uno su manantial: otros por fin sostienen que sólo las lluvias y los otros meteoros acuosos, que caen sobre los continentes, mantienen los manantiales. Esta opinión, que es la mia, la expondré en el capítulo siguiente.

Para rebatir la opinion de aquellos que creen que el agua del mar va á alimentar los manantiales por vias subterráneas, estableceré y resolveré brevemente las tres cuestiones siguientes:

1.º ¿ Existen canales subterráneos que van del mar al interior de la tierra?

2.º ¿ Puede el agua del mar subir hasta los manantiales, puesto que salen estos de tierra en todas alturas desde un metro hasta muchos millares de metros?

3.º Siendo el agua del mar salada, ¿cómo puede desprenderse de sus sales debajo de tierra y producir manantiales de agua dulce?

PRIMERA CUESTION. — ¿Existen canales subterráneos que van del mar al interior de la tierra?

Los autores que han defendido la existencia de pequeños canales subterráneos, han atribuido á la tierra una porosidad universal que ella no tiene; porque es generalmente sabido que los terrenos impermeables forman la mayor parte de su masa, y que por lo comun es esta bastante compacta para conservar cualquiera cantidad de agua en su hoya. Si se quiere suponer por un momento esta grande porosidad, se ve uno obligado á admitir, que toda la tierra es atravesada por tantos pequeños canales como manantiales hay en su superficie; que estos pequeños canales parten del mar, siguen paralelamente sin echarse jamás el uno dentro del otro, disminuye su numero á medida que ellos adelantan, y cada uno de ellos se pára á la boca del manantial que él alimenta. Siguese tambien, que cerca del mar estos pequeños canales son incomparablemente más numerosos y ménos profundos que en las montañas que están distantes de él.

Sin embargo se observa todo lo contrario: los manantiales son por lo general más numerosos, más abundantes y ménos profundos en los países de montañas que hácia las orillas del mar; y que muchísimos pozos que en esta parte se han abierto, hasta á muchas docenas de metros mas abajo que su nivel, no han encontrado el mas pequeño hilete de agua. He dicho que estos pequeños canales, aunque marchen muy cerca los unos de los otros,

no deben echarse jamás el uno dentro del otro; porque, si esto sucediera, aquel cuya boca se hallase mas baja, recibiría toda el agua, y el otro se quedaria en seco, lo mismo que su manantial. Es verdad que se ven desaparecer algunos manantiales; pero jamás se ha visto que un manantial haya doblado de repente su volumen. Así pues, estos innumerables hiletos de agua, que parten del mar y atraviesan las tierras para alimentar cada uno su manantial, no están probados por ningun hecho, y han sido imaginados gratuitamente.

Los autores que han sostenido, que las aguas del mar son conducidas dentro de las tierras por canales muy grandes, han citado como sumideros absorbentes Scila en las costas de Calabria, el Maël-Stroom cerca de la costa de Noruega, y como canales conductores algunas cavernas dentro de las cuales se ven efectivamente arroyos, y por fin centenares de cuevas que se hallan siempre en seco.

Scila no es mas que una vastísima caverna á flor de agua que penetra horizontalmente por debajo de tierra hasta 160 metros, dentro de la cual entran con gran ruido las aguas del mar todas las veces que el viento las empuja, y salen de allí al momento que el viento cesa.

El Maël-Stroom no es una caverna que absorba el agua del mar y la conduzca dentro de las tierras: es un simple remolino ó torbellino (1) de agua de siete ú ocho

---

(1) Los que no han visto un torbellino semejante dentro del mar, pueden formarse una idea del Maël-Stroom con los pequeños torbellinos que se forman en muchos lugares de nuestros rios. «Se ve á menudo (dice *Buson*, tomo II, pág 44) en los rios rápidos, en el lugar en que cae el agua, mas allá de la parte de

leguas de diámetro y de una profundidad considerable. Todas las veces que el viento del noroeste está opuesto á la corriente producida por la marea montante, la masa de agua que hay entre las islas de Wero y de Laffouren, toma un movimiento circular muy rápido, y forma en el medio un abismo abierto, dentro del cual son irresistiblemente arrastrados, engullidos y hechos pedazos todos los barcos que tienen la desgracia de entrar en el círculo de este torbellino. A la marea baja cesa el remolino, aplánase el mar, lo atraviesan los barcos tranquilamente, y se ven sobrenadar los destrozos de los objetos que fueron engullidos.

Para que los arroyos que se ven en ciertas cavernas pudiesen apoyar la opinion de los partidarios de la circulacion subterránea, deberian estos probar: 1.º la continuidad de los canales hasta el mar, áun cuando este se halla á centenares de leguas; porque la longitud que se les conoce, es siempre muy mínima si se la compara á la que debieran tener para extenderse hasta el mar; 2.º que estos arroyos y cavernas existen en todos los distritos en que hay manantiales; sin embargo no se hallan sino en los terrenos calizos y margosos, que son precisamente los mas desprovistos de manantiales visibles; 3.º que todos se dirigen hácia el mar y no presentan, como lo hacen, toda especie de direcciones; 4.º que no pueden provenir de las mon-

---

»los pilares de un puente hácia abajo, que se forman pequeños  
 »sumideros ó torbellinos de agua, cuyo centro parece estar va-  
 »cío y formar una especie de cavidad cilíndrica en torno de la  
 »cual el agua da vueltas con rapidez: esta apariencia de cavidad  
 »cilíndrica es producida por la fuerza centrífuga, la que hace  
 »que el agua procure alejarse, y se aleje en efecto del centro  
 »del torbellino causado por el movimiento circular »

tañas superiores; 5.º que se hallan más bajos que el nivel del mar, para que las aguas de este puedan bajar á ellos; y esto es lo que nunca se probará con hechos auténticos.

Por lo que toca á las cavernas que están á secas, y que son incomparablemente más numerosas que las que son seguidas ó atravesadas por arroyos subterráneos (1), el solo estado de sequedad de ellas muestra evidentemente que no sirven de ningun modo para conducir el agua del mar adentro de las tierras. Es cierto tambien que las cavernas que se descubren de tiempo en tiempo, y que terminan en sus dos extremidades en rocas sólidas y sin ninguna salida, nunca han podido servir para que pasasen por ellas corrientes de aguas.

Si el mar alimentase los manantiales, estos darían invariablemente la misma cantidad de agua, porque el mar no sube ni baja según las estaciones. No obstante, todos los manantiales aumentan en los tiempos de lluvia, y disminuyen en tiempos de sequedad. No hay uno siquiera que no experimente alternativamente algun pequeño aumento ó disminucion, y muchos hay que hasta quedan enteramente secos: luego el mar no alimenta estos manantiales, y ménos aún los que se secan.

SEGUNDA CUESTION — ¿Puede el agua del mar subir hasta los manantiales que salen de la tierra en todas alturas, desde un metro hasta muchos millares de metros?

Después de haber amontonado suposiciones sobre suposiciones para establecer la existencia de estos innume-

---

(1) «Hay muy pocas cavernas que, formando estas largas galerías, den paso á arroyos subterráneos.» De Malbos, *Bulletin de la Société géologique*, tom. x, pág. 354.

rables canales destinados á conducir las aguas del mar adentro de las tierras, los partidarios de la circulacion subterránea no han sido mas felices cuando han querido explicar cómo estas aguas pueden elevarse debajo de tierra hasta los mas altos manantiales que se ven en las montañas. Los unos, como acabamos de ver, han dicho que estas aguas eran elevadas dentro de los canales subterráneos por el flujo del mar;— pero en las mas altas mareas el flujo no eleva las aguas del Océano sino de unos diez metros, y sólo de algunos decímetros las aguas de los mares que se hallan dentro de las tierras, como el Mediterráneo, el mar Báltico, el mar Negro, el mar Caspio, etc. Los otros han pretendido que el núcleo de la tierra está compuesto de una arena pura que por su grande capilaridad eleva hasta los manantiales las aguas de que está impregnada:— en los tubos capilares mejor construidos el agua no se ha elevado jamás á 32 piés, y nunca ha fluido por sus orificios superiores. Otros han sostenido que unos vientos se introducen en los canales subterráneos y empujan las aguas, que en ellos se hallan, hasta la superficie de la tierra:— si los canales parten de debajo del mar como ellos dicen, los vientos no pueden introducirse en ellos para hacer subir las aguas, y seria preciso que hubiese debajo de tierra tantas corrientes de aire como de agua; y que estas corrientes de aire fuesen continuas y su accion bastante poderosa para empujar las columnas de agua á muchos millares de metros de elevacion. Otros han imaginado que la tierra ejerce sobre las aguas, que están contenidas dentro de los canales subterráneos, una presion que las fuerza á elevarse y derramarse fuera de tierra:— las bóvedas de estos canales, por lento que fuese su movimiento descendente, se habrian

hundido mucho tiempo hace. Otros por fin han sostenido, que las corrientes de agua subterráneas son empujadas fuera de tierra por el calor interior del globo: — en esta suposición todos los manantiales deberían ser termales.

Uno de los principios mas incontestables de la hidrostática, y que por sí solo destruiria todas estas hipótesis si ellas no fuesen de ningun valor por falta de pruebas, es que *todas las partes de un mismo líquido están en equilibrio entre sí, ya sea dentro de una sola vasija, ya dentro de muchas que comunican unas con otras*. Considerando el mar como un vasto estanque, y todos los canales que se suponen debajo de tierra como vasijas que están en comunicacion con él, las aguas de estos canales podrian muy bien ponerse en equilibrio con las del mar, pero no podrian elevarse mas arriba de su nivel. Otros han supuesto que las aguas subterráneas eran ante todo convertidas en vapor, y despues empujadas arriba por el calor interior del globo; y como el agua no puede convertirse en vapor sin un espacio capaz de contener á lo menos 800 veces su volúmen, han supuesto debajo de todos los continentes inmensas cavernas á cuya bóveda van á pegarse, enfriarse y condensarse como en las cucúrbitas de nuestros alambiques, y derramarse afuera bajo la forma de manantiales.

Los manantiales de Vaucluse, del Loiret, de la Touvre cerca de Angulema, y de Louysse cerca de Souillac (Lot), que forma cada uno de ellos un rio de una veintena de metros de agua corriente, parecen ser otra cosa que simples respiraderos que exhalan cada uno los vapores de una caverna que no podria tener ménos de diez ó doce leguas de diámetro. ¡Qué capacidad dentro de estos innumerables alambiques! ¡Qué regularidad en todas las cucúrbitas y en todos los picos que conducirian las aguas afuera!

Así pues, todos estos vastos alambiques, el calor que mantiene sus funciones, el frío que condensa los vapores, la perfecta regularidad de todas las cucúbitas y de sus salidas, no son mas que puras suposiciones imaginadas para explicar cómo el agua del mar puede elevarse hasta los manantiales que se hallan todos más altos que su nivel.

Es verdad que se ven cierto número de manantiales que salen de tierra con un movimiento ascensional. Los mas considerables suben del fondo de un pozo natural y casi vertical, como los manantiales del Gouig cerca de Souillac, de Lantoy cerca de Cajarc, de Touzac cerca de Puy-l'Evêque (Lot), etc., y los de poca fuerza salen de tierra borbotando y levantando la arena; pero es fácil convencerse que esta especie de manantiales no se elevan de abajo arriba sino porque vienen de terrenos más elevados, y su canal va siempre bajando desde el punto de partida hasta el fondo del hueco en donde toman el movimiento ascensional para derramarse afuera; cuyo movimiento es determinado, como en los surtidores, por la presión que ejerce lateralmente la columna de agua descendente sobre la columna ascendente. En todos los lugares en que se ha querido seguir el curso de uno de estos manantiales haciendo una zanja hacia la parte de arriba, se ha visto que él provenia de los terrenos superiores, y que su conducto iba subiendo. Es de notar que es siempre una roca ó una capa impermeable, que forma un atajo, la que detiene estos manantiales y los obliga á ir hacia arriba para salir de tierra.

Cuando se descubre un manantial y se lo conduce afuera y lejos de su canal natural, se ve muchas veces secarse la fuente que está más abajo; porque siendo el manantial interceptado más arriba, no puede ya salir más

abajo; pero no se ha visto jamás, que un manantial que sale de tierra en un terreno superior, haya cesado de fluir porque se ha cortado un manantial en el terreno inferior. Millares de galerías se han practicado debajo de tierra para extraer metales, carbon, sal, piedras, etc que han llegado á mas de mil metros de profundidad (1), y se han extendido horizontalmente á distancias mucho mayores: se han horadado de parte á parte gran numero de montañas macizas para establecer allí los tuneles de los ferro carriles, para abrir canales y caminos; y tambien se han abierto millones de pozos ordinarios. En estas diferentes excavaciones se han hallado á menudo corrientes de agua, algunas veces muy abundantes; pero ni una se ha interceptado jamás, que tuviese un movimiento ascensional y que haya hecho secar las fuentes de los terrenos superiores.

La persuasion de que todos los manantiales provienen de los terrenos superiores y que ellos bajan en el mismo sentido que la superficie del suelo, está tan generalmente difundida que, guiada la gente del campo por el solo sentido comun, cuando quieren cortar un manantial conocido, lo buscan en el terreno superior, y nunca van á practicar la excavacion en el terreno inferior. Para creer que las corrientes de agua debajo de tierra van subiendo, ha sido preciso que hubiese hombres de sistemas, tales como Cardan, Papin, Davity, etc.

Para sostener que el agua del mar va á formar los innumerables manantiales visibles é invisibles que se hallan esparcidos por todos los continentes, los inventores de los

---

(1) En Kattemberg, (en Bohemia) en Kitzpuhl, (en el Tirol) en Freyberg, (en Sajonia), etc.

canales subterráneos se ven obligados á suponer, que hay debajo de tierra una vasta red de ríos grandes y pequeños, de arroyos y de hiletos de agua que parten del mar, se dividen y se ramifican al infinito para ir á derramar sus aguas por todas partes; que estas corrientes de agua son á poca diferencia tan grandes, tan largas y tan ramificadas como las que se ven en la superficie de la tierra; pero con la diferencia de que sobre la tierra los pequeños vierten sus aguas dentro de los grandes, mientras que debajo de tierra son los grandes que se desahogan dentro de los pequeños. Como el agua no puede correr sobre un plano perfectamente horizontal, se ven obligados también á admitir, que esos ríos, caudalosos y no caudalosos, y esos arroyos subterráneos tienen una pendiente que va desde las orillas del mar hasta debajo de las montañas. Suponiendo que esta pendiente sea á poca diferencia la misma que la de las corrientes de agua de la superficie de la tierra, se seguirá que, al llegar las aguas del mar debajo de las montañas que tienen por ejemplo sus manantiales visibles á 2 000 metros sobre su nivel, las corrientes de agua subterráneas se hallarán á 4 000 metros debajo de estos manantiales; y según aquellos que suponen que los ríos subterráneos parten del fondo del mar, al llegar sus últimas ramificaciones debajo de las altas montañas, se hallarán á una profundidad de siete ú ocho mil metros (1). Así, pues, las aguas deberían elevarse de toda esta altura para llegar á alimentar nuestros manantiales.

---

(1) El máximo de profundidad de los mares es, según M. Rivière (*Geol.*, cap III) de unos 4000 metros. Según M. de Labèche (*Manual geol.*, secc. 4) y M. Baudrimont (*Geol., notions gener.*) sería de 3200 á 4800 metros.

**TERCERA CUESTION.**—Siendo el agua del mar salada, ¿cómo puede desprenderse de sus sales debajo de tierra, y producir manantiales de agua dulce?

No se puede admitir la opinion evidentemente falsa de aquellos que han sostenido, que todos los manantiales son salados, y que su sabor salado aumenta á medida que se acercan al mar, puesto que en las mismas orillas del mar todos los manantiales que se hallan sobre su nivel, son tan dulces como los que salen muy léjos: las hoyas llenas de agua que se han hallado en el seno de las montañas, no han presentado ningun indicio de comunicacion con el mar; y las aguas que ellas contienen son dulces, y se las ve constantemente llegar de los terrenos superiores. Ni ménos puede admitirse la opinion de aquellos que han pretendido, que el agua del mar se desprende de todas sus sales al atravesar las tierras: porque está probado por muchísimos experimentos, que si bien se ha podido suavizar su amargor con filtraciones reiteradas al través de diferentes materias arenosas, no se ha podido sin embargo desalarla enteramente. Asimismo debe desecharse el parecer de aquellos que pretenden, que el agua salada, elevándose en vapores del fondo de los conductos subterráneos, deja en ellos todas las sales de que está impregnada; porque este trasporte de la sal del mar adentro de las tierras tendria por efecto: 1.<sup>o</sup> desalar poco á poco todos los mares; sin embargo, muchos siglos hace que se hacen observaciones sobre el sabor salobre de las aguas del mar, y hasta ahora no se ha observado que el tal sabor haya disminuido en manera alguna; 2.<sup>o</sup> esparcir esta sal en todos los lugares en que

hay manantiales; no obstante, en toda la Francia; donde los manantiales son innumerables, y donde se han hecho tantas y tan profundas excavaciones, no se han encontrado sino cuatro ó cinco depósitos de sal gemma ó de terrenos salíferos, todos de muy poca extension, y situados en la Franche-Comté y en la Lorena: 3<sup>o</sup> los depósitos de sal de que se hubieran desprendido las aguas del mar, ya por destilacion, ya por filtracion, habrian obstruido mucho tiempo hace todos los canales, llenado todos los alambiques subterráneos, y por consiguiente hecho cesar todos los manantiales.

Los experimentos de Matsigly, de Halley y de Halès establecen, que una libra de agua del mar tiene en disolucion cuatro dracmas de sal, es decir, un treintadosavo de su peso: así, 32 libras de agua producen una libra de sal, y 64 darian dos. Pesando 70 libras el pié cubico de agua (para facilitar el cálculo pueden contarse solamente dos libras de sal en estas 70 libras), cada pié cubico de agua dulce que llega á un manantial ha depositado por consiguiente debajo de tierra dos libras de sal: ahora bien, si por debajo del Puente Real en Paris segun el cálculo de Mariotte, pasan cada veinte y cuatro horas 288.000.000 de piés cúbicos de agua, esta cantidad de agua habrá depositado debajo de tierra 576.000.000 de libras de sal. Sin embargo, como muchos de los que sostienen la circulacion interior del agua del mar, confiesan que las lluvias aumentan las aguas de los rios, puede este producto reducirse á la mitad, y en este supuesto el agua del Sena dejará todavía y diariamente dentro de las entrañas de la tierra 288.000.000 de libras de sal, y tendremos más de cien mil millones de libra de sal por año. Pero ¿qué es el Sena comparado con

todos los rios de la Europa, y en fin del mundo entero? ;Qué acumulacion prodigiosa de sal habrá pues formado en los canales subterráneos la masa inmensa de agua que los rios grandes y pequeños han descargado dentro del mar de tantos siglos á esta parte!

Al ver á todos estos autores y á muchos otros imbuidos de sistemas tan erróneos sobre el origen de los manantiales, nadie extrañará que ninguno de ellos haya pensado en buscar los medios de *descubrirlos* para hacerlos servir á las necesidades de los hombres. Preocupados con la idea de que el mar envia corrientes de agua debajo de todos los continentes por medio de canales subterráneos colocados en profundidades enormes, y tanto más hondas cuanto mas distantes se hallan del mar; y que estas aguas reducidas á vapores se elevan verticalmente desde estos canales hasta la superficie de la tierra: debian dichos autores creer que para llegar á las corrientes de agua era preciso excavar hasta estos canales, y que en profundidades ménos hondas no se podia encontrar sino vapores ascendentes que provienen de profundidades de muchos millares de piés.

## CAPÍTULO XIII.

---

### EL VERDADERO ORIGEN DE LOS MANANTIALES.

Elévanse todos los días vapores del mar, de todas las aguas estancadas y corrientes, y hasta de la primera capa de tierra. Estos vapores forman en los aires nubes que el viento condensa, rarifica, trasporta y dispersa como le place. Estas nubes vuelven á caer sobre la tierra en forma de lluvia, de nieve, de granizo, de escarcha, de niebla y de rocío. Estos diferentes meteoros se resuelven en agua, penetran y empapan la tierra más ó menos profundamente; y producen los manantiales. Con probar cada una de estas proposiciones, habré establecido el verdadero origen de los manantiales.

Los vapores son partículas de agua de forma vesicular y huecas, de una pequeñez y ligereza extremas, que el calor disuelve y hace elevar á la atmósfera. Las que se elevan de la superficie de las aguas, llevan el nombre de vapores; y las que se desprenden de los cuer-

pos sólidos, como la tierra, la madera, etc., se llama *exhalaciones*. Cuando estas últimas llegan á la atmósfera, se confunden con los vapores propiamente dichos y toman su nombre. Estas emanaciones acuosas no son visibles sino cuando el aire, que las recibe, está ya saturado de ellas y no las puede disolver; y entónces forman una especie de humo que tiende á dirigirse á lo alto.

El movimiento ascensional de los vapores es determinado por la diferente densidad de las varias capas del aire atmosférico. Las capas que están en la superficie del globo, son las mas densas; las que están inmediatamente encima de estas, lo son un poco ménos, y esta densidad disminuye á medida que están mas elevadas. Siendo las capas mas bajas del aire específicamente más pesadas que los vapores, ejercen sobre estos una presión que los obliga á subir hasta que hayan llegado á una capa de aire mas ligero que ellos.

Esta disminucion de densidad del aire, y por consiguiente de presión, que los vapores experimentan en la atmósfera á medida que se elevan, hace que disminuyan de velocidad cuanto mas suban, y que se detengan en diferentes alturas, en donde con su reunion forman las *nubes*.

Cuando se mezclan dos líquidos de densidades diferentes, se observa que todas las partes del que es mas ligero se salen del fondo del vaso y se elevan sobre el que es mas pesado: asimismo los vapores, siendo ordinariamente mas ligeros que las capas bajas de la atmósfera, se elevan hasta que hayan llegado á colocarse sobre todas las capas que son mas pesadas que ellos. Asi sucede siempre que el aire atmosférico casi no tiene movimiento; pero cuando está agitado por el viento, la densidad respectiva

de sus diferentes capas está trastrocada, y los vapores se mueven en vaivenes á merced de sus corrientes

### Cantidad de agua que se eleva en vapores.

La cantidad de agua que se evapora, depende: 1.º del grado de calor que disuelve el agua y la convierte en vapores; 2.º del grado de sequedad del aire que la recibe; y cuanto mas seco está, mas pronta y abundante es la evaporacion; 3.º de la agitacion de la atmósfera: así, una corriente de aire que arrastra el vapor á medida que este se forma, pone continuamente en contacto con un aire mas seco la superficie que se evapora. Dalton ha observado, que en igualdad de circunstancias, la evaporacion en tiempo de un viento muy fuerte es más del doble de la que tiene lugar con un aire tranquilo.

Para conocer la cantidad de agua que se evapora cada año, se sirven los físicos del *aparato evaporatorio* ó *atmidómetro*, que es un simple vaso cilindrico de unos 60 centímetros de diámetro y de 1 metro 30 centímetros de alto. Colócase este vaso al aire libre, en un lugar que esté expuesto al sol todo el día: se le pone encima un tejadito de metal para impedir que la lluvia caiga adentro, y se le llena enteramente de agua. Al cabo del año, la parte del aparato que se halla vacía, da á conocer la capa de agua que durante este mismo tiempo se ha elevado por evaporacion de todas las masas de agua que han estado igualmente expuestas al sol y al viento.

Los físicos han multiplicado los experimentos á fin de saber aproximadamente la cantidad de agua que se convierte en vapor, y se eleva continuamente de todas las aguas estancadas y corrientes. Halley halló que el espe-

sor medio de la capa de agua que se evapora, es un décimo de pulgada por día ó  $56 \frac{1}{2}$  pulgadas cada año. Muschbroock averiguó que, unos años con otros, el agua contenida en un vaso de plomo disminuía por la sola evaporación 28 pulgadas de altura (1). Sédilan halló que en París, durante los años 1688 y 1689, la evaporación había sido de 52 pulgadas, 7 líneas al año. Según observaciones hechas con todo cuidado, sabemos que en París el grueso de la capa de agua, que la evaporación se lleva de una masa de agua en un año, es de unos 83 centímetros ( $52 \frac{1}{2}$  pulgadas). La pequeña diferencia que presentan estos resultados, puede provenir de algunas inexactitudes en los experimentos, ó ser debida á la diferente temperatura de los años, ó también á la diversidad de climas en que se han hecho los experimentos; porque es sabido que la actividad de la evaporación va en disminución desde el ecuador á los polos.

### Las nubes.

Los vapores y las exhalaciones, después de haberse elevado á la atmósfera, son empujados horizontalmente los unos contra los otros por las corrientes de aire, se mezclan, se condensan, y forman esas masas fluctuantes que se llaman *nubes*, *nublados* ó *nublos*. Teniendo las diversas nubes densidades diferentes, lo mismo que las capas de la atmósfera, cada nube se forma y nada por encima de todas las capas de aire que son más pesadas que ella. Cualquiera puede fácilmente observar sus diferentes alturas cuando ellas llevan una misma dirección, y su velo-

---

(1) Musch., *Ess. de Phys.*, pár. 4455.

cidad es sensiblemente desigual. Esto es todavía mas fácil en los momentos en que los vientos cambian de dirección: entónces se ven nubes colocadas las unas sobre las otras, cuyas direcciones se cruzan, y otras que siguen direcciones opuestas. Ciertas nubes andan muy lentamente, y otras corren con tanta rapidez que hacen dos ó tres leguas en una hora (1). La altura en que bogan las nubes mas elevadas, casi no excede de 7 ú 8000 metros sobre los terrenos bajos; y las que producen la lluvia y los otros meteoros acuosos, no tienen por lo general más elevacion que algunos centenares de metros sobre la superficie del suelo. Como el aire, en el que están suspendidas las nubes, jamás se halla perfectamente tranquilo, ellas se entremezclan, se condensan, se separan, se rarifican, toman toda especie de figuras, cambian continuamente de volumen, de color, y á veces se disipan enteramente. Las hay muy pequeñas, las hay medias, y otras son tan grandes que tienen centenares de piés de espesor, y se extienden á muchas leguas en todas direcciones. Su color varia desde el blanco de nieve hasta el moreno oscuro, y á veces es de rojo de fuego.

Las nubes, que los vapores forman en la atmósfera, no están innóviles ni un instante siquiera: porque las corrientes de aire ó los vientos, unas veces lentos y otras rápidos, que allí reinan continuamente, las empujan y las arrastran á distancias mas ó ménos considerables, hasta que ellas se resuelven en agua y vuelven á caer sobre la

---

(1) Muchas veces puede conocerse la velocidad de una nube aislada poniéndose uno sobre una altura, y observando cuánto tiempo emplea su sombra para andar sobre tierra una distancia que uno conoce ó que uno mide.

tierra en forma de *lluvia*, de *neblina fria*, de *niebla*, de *sereno*, de *rocío*, de *nieve*, de *granizo*, y de *escarcha*. Probablemente muchos de nuestros lectores, poco versados en el conocimiento de estos diferentes meteoros, agradecerán que se les diga de paso unas cuantas palabras sobre la formacion y la caida de cada uno de ellos.

### La lluvia.

Cuando los vientos empujan las nubes las unas contra las otras, ellas se comprimen ó se penetran mutuamente y aumentan su densidad. Entónces se forma en la nube así condensada una infinidad de gotitas que empiezan á bajar desde el instante que han adquirido bastante densidad para vencer la resistencia que el aire opone á su caida. Mientras van bajando encuentran una multitud de otras gotas y moléculas acuosas que se las unen y arrastran consigo: su grosor va aumentando, y acaban por ultimo por formar las gotas de lluvia tales como las vemos llegar sobre la tierra. Así pues, las nubes se resuelven y vuelven á caer en forma de lluvia todas las veces que se hacen mas compactas, y por consiguiente mas pesadas que el aire que las sostiene, ó cuando los vientos las empujan hácia abajo.

Como sobre el mar se forman incomparablemente mas nubes que sobre las tierras, los vientos que vienen del mar van de ordinario acompañados de lluvia; por esta razon el viento del O., que en Francia viene del Océano, es el que trae las lluvias mas duraderas y copiosas, y los vientos del N. y del E. no la producen sino cuando encuentran nubes cargadas de agua que vienen de poniente. El viento del S. no trae sino lluvias insignificantes ó de

poca duracion, por ser poco ancho el Mediterráneo Háse observado que, cuanto mas distante de las orillas del mar está un país, ménos lluvias tiene: así es que sobre la costa occidental de Inglaterra caen por término medio 95 centímetros de agua por año, cuando sobre la costa oriental solo caen 65 Cuando hace un gran viento, rara vez llueve, á ménos que su direccion no sea de arriba abajo.

Como el grosor de las gotas de lluvia depende de la densidad, del espesor y de la altura de las nubes que las producen, resulta que es muy variable, siendo el mas ordinario de 2 ó 3 líneas de diámetro Cuando sucede que muchas gotas se reunen al bajar, la resistencia del aire las divide al momento, reduciéndolas al grosor ordinario. Las gotas de lluvia son por lo general mas gruesas y están mas separadas las unas de las otras en verano que en invierno, porque hallándose el aire en verano mas rarificado por el calor, las gotas de lluvia que lo atraviesan, encuentran ménos resistencia en su caída; mientras que en invierno, siendo el aire mas denso, opone mas resistencia á la caída de las gotas de lluvia y las desune con mas frecuencia Las gotas de lluvia caen muy pocas veces perpendicularmente, y por lo comun se precipitan describiendo en el aire una línea oblicua, inclinada á la parte hácia la cual se dirigen los vientos.

#### La neblina fria.—(*Bruine*).

La *neblina fria* es una lluvia menuda, que cae muy lentamente y en gotas muy pequeñas. Cuando una nube poco espesa se disuelve igualmente por todas partes; cuando las partículas acuosas, de que está compuesta, no se reunen muchas entre sí y no forman sino gotas muy

pequeñas, cuyo peso específico casi no difiere del peso del aire, estas gotitas forman lo que se llama *neblina fría* que dura á veces dias enteros. También se forma la neblina fría cuando la disolución de una nube comienza por abajo y continua poco á poco hácia arriba: en este caso, formándose las gotitas de agua en la parte inferior de la nube, no pueden engrosarse en su caída, porque no encuentran otras, y llegan á tierra con el mismo volumen que tenían cuando salieron de la nube. Las gotas de neblina fría caen lentamente con una velocidad casi uniforme, describiendo al bajar líneas más ó ménos sinuosas, y casi nunca caen perpendicularmente. Las gotitas de neblina fría son á veces bastante gruesas para que se las pueda divisar mientras caen, y otras veces no se pueden percibir sino cuando hay detrás de ellas un cuerpo negro ó un vacío oscuro.

### Las nieblas (*Brouillards*).

Las *nieblas* no son otra cosa que nubes suspendidas en la más baja region del aire, ó que ruedan muy lentamente sobre la tierra. Unas veces se forman de los vapores y exhalaciones que se elevan insensiblemente de la tierra; otras veces de las nubes que han bajado de las regiones superiores de la atmósfera; y á menudo de unas y otras. Cuando hay nieblas, el aire está sensiblemente quieto, y ellas se disipan luego que el viento empieza á soplar. El movimiento mas ordinario de sus masas es horizontal, y sus partes parecen moverse indiferentemente hácia arriba ó hácia abajo. Las nieblas se dejan ver con mas frecuencia por la tarde y por la mañana, que en lo restante del dia, y en invierno más que en otras estaciones. Los objetos

que se ven á través de la niebla, parecen mas grandes y mas distantes de lo que lo son en realidad.

### El rocío.

Llámase *rocío* á las gotas de agua muy finas y muy separadas entre si, que en los tiempos de calor caen de la atmósfera desde la puesta del sol hasta su salida el dia siguiente. Para que el rocío caiga por la noche, es preciso que el dia anterior haya hecho calor, que la atmósfera esté fresca y sin nubes, y que no haga viento fuerte; porque cuando este es fuerte, todas las partículas acuosas que formarían el rocío, se las lleva y disipa á una muy grande distancia. La mayor parte de los vapores y exhalaciones que salen de la tierra en las estaciones calurosas, se elevan, como queda dicho, á las regiones superiores de la atmósfera, y forman las nubes; pero aquellas que no salen sino al concluir la tarde, y que, cuando desaparece el sol, no han podido aun llegar sino á una corta elevación, estas cesan de subir, se enfrían, se condensan, se vuelven especificamente más pesadas que el aire, y bajan otra vez sobre la tierra en forma de rocío, humedecen todos los cuerpos sobre que caen, y mojan los vestidos de aquellos que se hallan al aire libre. El rocío flota en el aire como las nieblas, y se le ve subir y bajar indiferentemente. Al crepúsculo de la mañana es cuando cae el rocío en mayor abundancia, porque esta es la hora en que hallándose la atmósfera más enfriada, deja á los vapores más facilidad para verificar su caída. El primer rocío que cae á la entrada de la noche, al que se ha dado el nombre de *sereno*, es todavía mas abundante que el que cae en lo restante de ella. Caen mucho mas rocío en el mes de Mayo que en ningun otro.

del año, y en la primavera y otoño que en verano; porque el excesivo calor de esta estacion hace subir mayor cantidad de vapores hasta las nubes. El rocío es mas frecuente y mas abundante en el campo que en las ciudades; en los países que se hallan cerca del mar, de un rio ó de un lago, que en los que se hallan distantes de ellos; y en los países húmedos que en los secos.

Los rocíos producen mucha más agua de lo que comunmente se cree. Ciertos observadores han recogido tres pulgadas en un año, otros cuatro, y Dalton es de opinion que el rocío que cae todos los años en Manchester, llega á unas cinco pulgadas.

Hay otra especie de rocío que no cae de la atmósfera, sino que proviene de los humores de la tierra, los cuales, chupados por las raices de las plantas, se elevan por dentro de sus tallos y ramas, y son secretados por las hojas sobre las cuales se fijan, y se mezclan con el rocío de la atmósfera. Para cerciorarse de esto, no hay mas que cubrir por la noche una planta cualquiera con una campana de vidrio, y al dia siguiente se hallará la planta cubierta de rocío, pero en menor cantidad que las otras plantas inmediatas que habrán recibido el rocío de la atmósfera y el rocío secretado.

Hay una nueva opinion que explica de diferente manera la formacion del rocío, la que M. Arago (*Anuario de 1855*) ha formulado en estos términos: «Es sabido que el rocío no cae; que el aire va á depositarlo sobre las superficies de antemano enfriadas en razon de su comunicacion radiante con los espacios celestes; que la naturaleza de los cuerpos, su exposicion, y la pureza del cielo ejercen sobre este fenómeno la mas grande influencia»

Las aguas que caen de la atmósfera, experimentan á ve-

ces varias trasformaciones ocasionadas por el frio, las unas en medio de su caida y las otras despues que han caido.

### La nieve.

La *nieve* es agua congelada que cae de las nubes sobre la tierra en forma de una multitud de copos muy ligeros, separados unos de otros, de un grosor desigual, que presentan ordinariamente la forma de una estrella con seis rayos más ó ménos complicados, y de la mas perfecta blancura que se conozca. Un copo de nieve está compuesto de pequeños carámbanos prolongados, ó de hebrillas de agua congelada que se han reunido al tiempo de caer; y como no se tocan sino por algunos puntos de sus superficies, su agregacion es siempre muy imperfecta. Los copos son tanto más pequeños cuanto más fria es la temperatura; y caen los unos casi perpendicularmente, y los otros mas ligeros arremolinando. La nieve no puede formarse sino en un aire enfriado á un grado conveniente, y cuando las particulas de agua que se hallan diseminadas por el aire se han congelado ántes de haberse reunido en gruesas gotas. La nieve que acaba de caer, tiene diez ó doce veces más volúmen que el agua que produce despues de derretida; al derretirse trae gran cantidad de agua á los arroyos y á los rios, y su licuacion cuando es demasiado repentina, causa muchas veces inundaciones considerables.

### El granizo.

El *granizo* es agua de lluvia congelada en la region media de la atmósfera, y cae sobre la tierra en forma de globulitos de hielo que son ordinariamente esféricos ú

ovóides, de un tejido compacto y apretado. Estos globulitos tienen ordinariamente el núcleo nevoso y opaco, y están cubiertos de una capa de hielo diáfano. Siendo los granos de granizo formados en el nublado de gotas de lluvia muy pequeñas, son en su principio muy menudos; pero, como tienen más peso y velocidad que las gotas y partículas de agua que encuentran en su descenso, ellos las congelan, se las apropian, y se aumentan bajando hasta que salen del nublado. En algunas tempestades, muchos granos de granizo todavía poco solidificados, se conglutinan unos con otros, y las gotas de lluvia que ellos encuentran y congelan, llenan sus intersticios, los envuelven, los cubren de nuevas capas de hielo, y forman por último granos gruesos que pesan á veces un cuarto de libra, media libra, y hasta mas de una libra cada uno de ellos (1).

---

(1) La historia de la Academia de Ciencias contiene las relaciones de muchas granizadas extraordinarias. Cuenta entre otras una pedrisco que asoló el Perche en 1703, cuyas piedras eran gruesas, esto es, las más pequeñas, como nueces, las medianas como huevos de gallina, y las otras como el puño. En 11 de Julio de 1753 cayó en Tul un pedrisco monstruoso por su grosor: hallóse una piedra de veinticuatro líneas de largo, diez y ocho de ancho y catorce de espesor, y otra tenia cerca de tres pulgadas por todos lados. Las piedras gruesas fueron por fortuna pocas, y la tempestad de poca duracion: sin embargo, muchas personas é infinidad de animales domésticos fueron muertos ó heridos. El 12 de Setiembre de 1768 cayó en los alrededores de Saint-Gilles en el bajo Poitou una cantidad prodigiosa de pedrisco, cuyas piedras eran en su mayor parte de dos pulgadas de largo y una de espesor.

En 1814 Muacke halló en Hannovre un gran número de piedras que pesaban 120 gramos. En 7 de Mayo de 1822 Noeggerath cogió piedras cuyo peso era de 190 gramos. En 15 de Junio de 1829 se vieron en Cazorla (España) pedruscos de granizo que pesaban

Las gruesas piedras así formadas son casi siempre angulosas, y no tienen jamás una densidad uniforme. El volumen más común de los granos de granizo es poco más ó ménos el de una avellana; y dependiendo este volumen del espesor del nublado y de la altura de donde descienden, los que caen sobre las montañas son ménos gruesos que los que caen en los valles. Todos los granos que caen en una misma tempestad tienen á poca diferencia la misma forma y el mismo volumen. La estación más ordinaria de los granizos empieza en el mes de Junio y concluye en el mes de Setiembre. La lluvia casi nunca cae ántes del granizo; pero muchas veces al mismo tiempo, y ordinariamente cae despues. Un poco ántes de caer el granizo y también mientras cae, se oye en el aire un gran ruido causado por el choque de las piedras que el viento empuja con impetuosidad unas contra otras. Despues que el granizo ha llegado á tierra, se resuelve en agua en muy poco tiempo.

Hay una especie de granizo menudo, que se conoce (en francés) bajo el nombre de *grésil*, cuya blancura iguala la de la nieve. Sus granos están compuestos de filamentos muy delgados, rollados y conglutinados entre sí. Este granizo menudo cae en diferentes estaciones del año, pero principalmente en los primeros días de la primavera, y entonces se le da (en francés) el nombre de *giboulée* (aguacero impetuoso y breve con piedra): llámase en español *grupada*.

---

basta dos kilogramos. En 13 de Agosto de 1832, en una pedrisca, que hizo grandes estragos en las orillas del Rhin, la piedra más ponderosa que halló Voget en Heinsberg, pesó 90 gramos: en Elberfeld las piedras eran gruesas como huevos de gallina, y en Randerath pesaban de 120 á 240 gramos.

### La escarcha (*Gelée blanche*)

La *escarcha* (en francés *helada blanca*) es un rocío congelado. En ciertas mañanas de otoño, de invierno, y algunas veces en las de primavera, se la ve sobre las hojas de los vegetales, sobre los tejados de los edificios, y sobre otros cuerpos, donde forma una muy ligera capa como si fuese de nieve, de la que no se diferencia en realidad sino en que esta se forma en el aire, y aquella no se condensa sino en la superficie misma de los cuerpos terrestres. En tanto que las partículas de agua, que componen el rocío, permanecen en la atmósfera en el estado de vapor, son invisibles y no se hielan; pero desde el momento en que las gotitas de rocío hallan un frío bastante considerable sobre las superficies de los cuerpos sólidos que las sostienen, entónces pierden su liquidez y se convierten en otros tantos tempanitos de hielo. Las primeras gotas que caen, son las primeras que se hielan, y las que vienen despues caen sobre las primeras y se hielan tambien unas despues de otras. Luégo que el sol empieza á hacer sentir su calor, la escarcha no deja de derretirse, infiltrándose una parte de ella en la tierra, al paso que la otra se reduce á vapor y se eleva por los aires.

### Otra especie de escarcha (llamada en francés *Givres* ó *Frimas*).

El *givre* ó *frimas* es una especie de helada blanca (*escarcha*) que en invierno, cuando el aire es frío, y húmedo al mismo tiempo, se pega con bastante fuerza á diferentes cuerpos. El *givre* y la escarcha ó helada blanca se for-

man de la misma manera y se parecen perfectamente. Sin embargo, quiere el uso que se distinguan. Se da el nombre de *escarcha* ó *helada blanca* al rocío de la mañana congelado, cuando el *givre* debe su origen, no al solo rocío de la mañana, sino á todos los vapores acuosos que caen y se congelan sobre tierra en cualquiera hora del dia ó de la noche.

Cuando una grande niebla difundida por el aire moja considerablemente todo lo que á él está expuesto, y la temperatura se halla en el grado de congelacion ó bien más baja aun, las partículas acuosas que difunde la niebla se colocan sobre ciertos cuerpos en moléculas sensibles, distintas, muy finas, y se hielan en el momento que en aquellos se paran. Sobre estos primeros tempanitos caen sucesivamente nuevas moléculas acuosas que se hielan igualmente y aumentan su espesor. El *givre* se pega en cantidad muy notable á los árboles, y á menudo forma en ellos témpanos colgantes que vejan mucho las ramas con su peso y hacen romper algunas. El *givre* se pega tambien con mucha frecuencia á los cabellos, á la barba y á los vestidos de los viajeros, á las crines de los caballos, etc.

#### Cantidad de agua que producen los meteoros acuosos.

La cantidad de agua que producen anualmente todos los meteoros acuosos, varia más que de lo simple al doble de un año á otro y de uno á otro lugar. Las principales causas de la diferencia que se halla de un lugar á otro, son: la proximidad y la distancia del mar, de los lagos ó de los rios; la situacion de los lugares, esto es, si están

más elevados ó más bajos; la cercanía ó la disposición de ciertas montañas; la temperatura, y por esto en los climas calientes las lluvias son más abundantes que en los países frios, etc

Para saber la cantidad de agua que cae anualmente, los físicos se sirven de un aparato llamado *udómetro* ó *hidrómetro*, que se compone de un embudo, de un recipiente y de un cañuto, todo de metal. El embudo es un vaso cilíndrico de 20 á 40 centímetros de diámetro y medio metro á lo ménos de profundidad, á fin de que las gotas de lluvia que él recibe no puedan saltarse á fuera. El recipiente es otro vaso cilíndrico de 1 metro y 30 centímetros de alto, el que tiene exactamente el mismo diámetro que el embudo y está cerrado por arriba y por abajo. El embudo se pone en aire libre sobre el tejado de un edificio, y el recipiente en un aposento colocado debajo del tejado. El fondo del embudo y la parte superior del recipiente tienen cada uno una pequeña abertura á la cual se adapta un cañuto que atraviesa el techo y conduce el agua pluvial del embudo al recipiente á medida que va cayendo. El cañuto debe tener á lo ménos un centímetro de diámetro, y el aposento estar expuesto al menor calor posible, á fin de que la evaporación no se lleve el agua del recipiente. Concluido el año se mide la altura del agua que se halla en el recipiente, se toma nota y se le vacía.

Este experimento, lo mismo que el del aparato evaporatorio de que se ha hablado ya, debe repetirse durante cierto número de años, porque no bastan ni uno ni dos para saber la cantidad de agua que se evapora, ni la que cae en un lugar, por la razón de que no hay dos años que produzcan exactamente las mismas cantidades: por esto se reiteran comunmente estos experimentos durante un

período de diez ó de veinte años. Súmanse las cantidades de agua elevadas ó caídas cada año, y dividiendo el total por el número de años que se han empleado en hacer los experimentos, se halla en el cociente el espesor medio de la capa de agua que se eleva ó que cae anualmente en el país.

Hé aquí el resultado de algunas observaciones que han hecho sobre este particular en diferentes tiempos y lugares.

Perrault es el primero que se sirvió del udómetro para averiguar la cantidad de agua que los meteoros acuosos vierten anualmente sobre la tierra; y halló, que la cantidad media de la que había caído en París durante los años 1668, 1669, 1670 era de 19 pulgadas,  $2 \frac{1}{2}$  líneas. Según observaciones hechas con cuidado en Padua por Poleni durante diez años, la cantidad media fué por aquella ciudad de 45 pulgadas, y en Pisa de 43 pulgadas. En Leon (Francia) se halló por término medio 37 pulgadas; en Lóndres, 37; en Roma, 28; en Argel, 27; en Upsal, 15; en Ginebra, 24; en el convento del Gran San Bernardo, 59; en Figeac (Lot), 19; en París, cayeron en 1711, 26 pulgadas de agua, y en 1723,  $7 \frac{1}{2}$  pulgadas; en Tolosa (Francia), en años lluviosos ha habido 52 pulgadas de agua, y en años secos 15 pulgadas. M. Cotte, habiendo recogido ciento cuarenta y siete observaciones sobre la cantidad de lluvia que cae anualmente en nuestro clima, ha concluido ser por término medio 35 pulgadas, cantidad casi igual á la que se evapora cada año.

Pero se me dirá: si se admite la exactitud de estas observaciones, ¿será posible probar que cae cada año agua suficiente para hacer correr los manantiales, los arroyos,

y los ríos caudalosos y no caudalosos que llevan al mar cantidades tan prodigiosas?

Perrault y Mariotte, miembros de la Academia de ciencias en el reinado de Luis XIV. hallaron que el agua que pasa por el canal del Sena no es sino una pequeña parte de la que las lluvias vierten sobre su hoya; hé aquí los datos en que se fundaron:

Perrault examinó y midió la hoya del Sena desde su origen hasta Aignay-le-duc, en Borgoña, y halló que tenía unas tres leguas de largo y dos de ancho, lo que da una superficie de seis leguas cuadradas, que componen 31 245 440 toesas cuadradas. Suponiendo que durante un año todas las aguas pluviales que caen sobre esta hoya, se acumulen en ella, queden permanentes, y no pierdan una gota siquiera, ni por evaporación ni de manera alguna, al último día del año esta superficie estará cubierta de una capa de agua del espesor de 49 pulgadas,  $2 \frac{1}{2}$  líneas, lo que formará 224 899 942 moyos (1) de agua.

La sexta parte de esta cantidad sería suficiente para suministrar en todo el año siguiente una cantidad de agua igual á la que pasa ordinariamente por el Sena en Aignay-le-duc, aún cuando se hiciera la suposición de que la hoya no recibiese una nueva gota de agua; porque en este paraje el río tiene por término medio como unas 4 200 pulgadas de agua corriente, que dan 99 600 moyos de agua en veinticuatro horas, y 56 453 600 en un año. Así pues, como la cantidad de agua contenida dentro de esta hoya supuesta es de 224 899 942 moyos, y la cantidad que ha

---

(1) Un moyo es (en Francia) una medida de 8 piés cúbicos: por manera que un vaso de dos piés de alto, de largo y de ancho, contiene un moyo.

pasado en un año no es mas que de 56.453.600 moyos, se sigue de aquí que el agua que pasa durante un año en el canal del Sena en Aignay-le-duc, no es á poca diferencia sino la sexta parte de la que cae sobre su hoya durante el mismo tiempo.

A imitacion de Perrault, Mariotte midió toda la parte de la hoya del Sena que se halla en Paris, y hecha la reduccion de las muchas curvas que forman su perímetro evaluó su superficie á 60 leguas de largo con 50 de ancho, que hacen 3.000 leguas cuadradas. Despreciando las cantidades ventajosas que le suministraban las observaciones ya hechas, se contentó con suponer que caian sobre esta hoya 15 pulgadas de agua cada año, lo que hace 45 piés cúbicos de agua por toesa cuadrada. Teniendo la legua 2.500 toesas de largo, una legua cuadrada contiene 5 290.000 toesas superficiales, que multiplicadas por 45, dan 238.050.000 piés cúbicos de agua por año, y las 3,000 leguas de superficie producen 714.150.000.000 de piés cúbicos de agua por año.

Despues, á fin de averiguar qué cantidad de agua pasa en Paris todos los años por el canal del Sena, y compararla con la que cae sobre su hoya, Mariotte verificó que cuando el agua de este rio se halla en su elevacion media, tiene entonces 400 piés de ancho con 5 de profundidad. Echando dentro del agua un cuerpo bastante ligero para poder flotar, como por ejemplo un pedacito de corcho, de madera seca, de cera, etc., halló despues de repetidas experiencias, que el cuerpo flotante, y por consiguiente el agua del rio, corria por término medio 100 piés por minuto, que hacen 6 000 piés por hora. Multiplicando los 400 piés de ancho por los 5 piés de profundidad, se tiene un caudal de agua cor-

riente de 2 000 piés, los cuales, multiplicados por los 100 piés que ella corre en cada minuto, dan 200 000 piés cúbicos por minuto, 12.000 000 por hora, 288 000 000 cada veinticuatro horas, y 105.120 000 000 por año; lo que no forma, dice él, la sexta parte del agua que cae en un año sobre las tierras que suministran el agua del Sena en París. Si en vez de 15 pulgadas que se han tomado en este cálculo, se toman 18 se tendrá por todo el año 856 980 000 000 de piés cúbicos, lo que da ocho veces mas agua de la que el rio conduce á París.

Quedando así establecido por estos dos académicos el método de conocer aproximadamente la cantidad de agua que cae anualmente sobre la hoya de un rio, y la que durante el mismo tiempo pasa por su canal, otros observadores franceses y extranjeros han operado á imitacion suya de la misma manera sobre otros rios, grandes y pequeños. Los resultados, que algunos de nuestros ingenieros han obtenido recientemente, son diferentes de los que acabamos de ver, y hasta poco concordantes entre sí. Así es, que M. de Gasparin (1) valúa en una séptima parte la relacion media que guardan entre si la cantidad de agua que pasa por los rios y la cantidad que cae sobre sus hoyas. M. Minard (2) halló, que el agua que pasa por el álveo del Ródano, comparada con la que los meteoros acuosos vierten sobre su hoya, es de 25 por 100. M. Baumgarten (3) es de parecer, que el agua que baja por el canal del Garona es de 54 por 100; y Mon-

(1) *Curso de agricultura*, tom I, pág. 485.

(2) *Curso de construccion*, pág. 317

(3) *Anales de puentes y calzadas*, 2.<sup>a</sup> série, tom XII.

sieur Dausse (1) lleva á 45 por 100 el agua que corre por el lecho del Saona.

Resultados tan diferentes nada tienen de sorprendente cuando es sabido, que la fuerza de absorcion de los terrenos varia al infinito, puesto que los unos absorben absolutamente toda el agua pluvial que cae sobre ellos, y que los otros no absorben casi nada; que la actividad de la evaporacion y la cantidad de agua pluvial que cae cada año varían de un año al otro y de un lugar á otro, mas que de lo sencillo al doble. Así pues, todas las operaciones que se han hecho para verificar la cantidad de agua que cae sobre las hoyas de diferentes rios y la que corre por sus canales, deben producir casi otros tantos resultados diferentes como operaciones se han hecho, ya sea sobre el mismo rio, ya sobre rios diferentes. Aunque estos resultados sean muy poco concordantes, sin embargo todos establecen este hecho capital, que *los meteoros acuosos vierten sobre cada hoya mucha mas agua de la que pasa dentro del canal de la corriente que se halla en dicha hoya*; porque, tomando el término medio de los resultados obtenidos por los cuatro últimos observadores, se halla que la cantidad de agua que pasa por los rios, es cerca de la cuarta parte de la cantidad que los meteoros acuosos derraman sobre sus hoyas; y si se admite el término medio de los resultados obtenidos por los ocho observadores ya citados, el agua que pasa por los rios no es mas que la quinta parte de la que cae sobre sus hoyas. En el capítulo siguiente se dará cuenta de estos tres cuartos ó cuatro quintos de agua pluvial que se detiene den-

---

(1) *Anales de puentes y calzadas*, 1842, tom. III, pág. 201.

tro de las tierras, y de la parte que sirve para mantener los manantiales

Para apoyar mi opinion sobre el origen de los manantiales, podria citar autores que sostuvieron la verdadera causa de su origen, tales como: Vitrubio, *Arquitectura*; Gassendi, *Comentario sobre Diógenes de Laercio*; Pallisy, *de la Naturaleza de las Aguas y de las Fuentes*; El P. Francisco, *la Ciencia de las Aguas*; Pluche, *Entretiens* XX y XXI; Vallieneri, *Annot.*; Buffon, art. *Genesis de los Minerales*; la Enciclopedia, art. *Fontaine*; Nollet, *Fisica experimental*, leccion XXII; Bordeu, *Aguas minerales del Bearne*; Brisson, *Fisica*, n.º 1044; Héricart de Thury, § 191; Degoussée, *Guia del sonda-dor*, cap. 1, y un gran numero de otros fisicos y naturalistas posteriores. Pero como las citas textuales prolongarian desmesuradamente una discusion ya demasiado larga, me contento con indicar unos cuantos para las personas que tengan á bien leerlos. Lo que acabo de decir, y lo que diré en el decurso de este tratado, me parece ser suficiente para probar hasta la evidencia que *los manantiales no provienen del mar por medio de conductos subterráneos; sino que las lluvias, las neblinas frias, las nieblas, los rocíos, las nieves, los granizos, y las escarchas son los que suministran á la tierra todas las aguas que ella devuelve al mar y que ella saca de su propio seno bajo la forma de manantiales*

## CAPÍTULO XIV.

---

### FORMACION DE LOS MANANIALES.

Cuando caen fuertes lluvias, pero de corta duracion; cuando se derriten grandes capas de nieve, ó bien el terreno es impermeable, se forman sobre la tierra corrientes de agua que duran muy poco tiempo. No pudiendo la tierra en ninguno de estos tres casos absorber instantáneamente toda el agua que cae en su superficie, la parte que no puede ser absorbida corre por sobre el terreno, baja á los arroyos y á los rios, los hace desbordar, y vuelve al mar sin haber contribuido en nada á humedecer la tierra.

La cantidad de agua que de esta manera va al mar sin haber penetrado la tierra en ninguna parte, es siempre insignificante si se compara á toda aquella que no va sino despues de haberla penetrado, porque el derretimiento de las nieves y las fuertes lluvias no duran ordinariamente sino unos pocos dias. Suponiendo que un rio haya

decuplicado durante dos ó tres dias su volumen de agua ordinario, estos dias de crecida no equivalen sino á veinte ó treinta dias de su volumen ordinario, y no producen la duodécima parte del agua que el rio lleva al mar en lo restante del año. Por lo tanto, las once duodécimas partes de esta agua se las han suministrado las lluvias ordinarias ó los innumerables manantiales que se hallan diseminados en su hoya.

Las grandes tempestades, que trasforman en un momento todos los pliegues de terreno en arroyos y todos los arroyos en rios, como no son sino locales y momentáneas, nada ó casi nada de sus aguas llevan hasta el mar. Casi toda la parte de esta agua que no es absorbida en el lugar mismo en que cae, se derrama sobre las tierras mas bajas que se han hallado fuera de la tempestad y allí es sucesivamente absorbida.

Aquella que puede llegar al canal del arroyo cercano, si este está seco, se queda allí absorbida poco á poco; y si una parte de ella llega hasta el rio, las mas de las veces no produce en él sino una crecida apénas sensible y de muy corta duracion.

Excepto en los casos que se acaban de citar, todas las aguas que las lluvias (1), las neblinas frias, las nieblas, los rocios, las nieves, los pedriscos, los granizos, y las

---

(1) Para no verme obligado á repetir continuamente la nomenclatura de todos los meteoros acuosos que vierten el agua sobre la tierra, cuya descripcion se ha visto en el capítulo precedente, no nombraré las mas de las veces sino la lluvia, puesto que ella es la que suministra mayor cantidad, y todos los otros meteoros, cuando se han disuelto en agua, empapan y penetran la tierra de la misma manera que la lluvia.

escarchas, vierten sobre la tierra, la penetran más ó ménos profundamente, y salen otra vez de ella bajo tres formas diferentes: una parte de ellas se eleva en vapores, otra alimenta las plantas, y la tercera forma y mantiene los manantiales.

1.<sup>o</sup> La tierra pierde una parte considerable del agua que absorbe, de una manera en la que pocos fijan la atención, y esta parte es la que se eleva por exhalacion. Las aguas que se hallan detenidas junto á la superficie del suelo, y son ordinariamente las últimas que han caído, se exhalan, se elevan á la atmósfera con una actividad proporcionada á la porosidad de la tierra y al ardor del sol, y van á aumentar las nubes. En los hermosos días de verano, si uno dirige la vista hácia un cuerpo negro ó oscuro colocado en el horizonte, ve continuamente salir de tierra moléculas de agua ó exhalaciones que se elevan con rapidéz y vuelo precipitado. Es imposible saber, ni aún estimar aproximadamente, la cantidad de agua que se exhala de la tierra en un tiempo dado. Sólo se observa que ella disminuye diariamente desde una lluvia á la otra.

2.<sup>o</sup> Otra parte del agua que la tierra absorbe, sirve además para el crecimiento y nutrición de los vegetales. Muy pocos se forman una idea de la cantidad de agua que chupan las raíces, y que por traspiracion exhalan el tronco, las ramas, y sobre todo las hojas de las plantas y de los árboles. Halès, despues de reiterados experimentos, hechos con todo el cuidado de que podia ser capaz este sabio investigador de la naturaleza, halló que en doce horas continuas de un día muy seco y muy caliente, la traspiracion media de un tornasol era de 20 onzas ( $1 \frac{1}{4}$  libra), y de 3 onzas durante una noche ca-

la mayor ó menor profundidad á que han llegado las aguas pluviales, proviene del grado de porosidad de la tierra sobre la que cada uno de ellos ha hecho sus experimentos, ó del tiempo que se pasó entre la lluvia y el experimento. Debe advertirse que estos observadores y otros muchos no habian sino de la profundidad en la cual han hallado el agua inmediatamente ó poco despues de las lluvias; pero no nos dicen que con el tiempo bajan dentro de la tierra grandes cantidades de aguas pluviales á toda clase de profundidad (1), y que algunas se hallan en el fondo de ciertas minas y grutas, las cuales no han podido llegar allá sino atravesando masas de terreno de un espesor de muchos centenares de piés. «Es una observacion constante de los minadores, en especial de los de

» una hora, hallé en ciertas partes la tierra mojada á lo mas de » medio pié, y casi en todas las demas lo estaba ménos » Pluche, *Espect. de la nat.* Entr. xx.

Mariotte admite que las tierras labradas no se dejan penetrar por las fuertes lluvias de verano sino unas 6 pulgadas. Lahire observó que, á través de la tierra cubierta de algunas yerbas, la penetracion nunca llega hasta 2 piés.

«Examinando gruesos montones de tierra de huerto de 8 ó » 10 piés de espesor que no se los habia meneado muchos años » hacia, y cuya cima se hallaba casi á nivel, observé que el agua » de las lluvias no penetró nunca mas alla de 3 ó 4 piés de pro- » fundidad » Buffon, *Teoría de la tierra* Discurso 2.<sup>o</sup>

(1) Pluche por uno de esos desvíos de que no pueden siempre preservarse los buenos autores, afirma sin ninguna restriccion, que *las aguas de la lluvia que penetran dentro de la tierra van al mar aunque se hallen mucho mas abajo que su nivel* — Poco despues repite la misma asercion por dos veces distintas, bien que en términos diferentes, y cita algunas corrientes subterráneas de agua que efectivamente conducen sus aguas al mar por conductos mas bajos que su nivel. (*Espectáculo de la*

Coinuallas, que en las minas situadas en medio de ciertos terrenos calizos, el agua aumenta en las galerías mas profundas, pocas horas despues que ha<sup>e</sup> empezado á llover en la superficie de la tierra. La fuerza de los manantiales que salen de tierra al pié de las escarpas verticales de terrenos calizos gredosos, aumenta mucho inmediatamente despues de la lluvia » (Arago, *Noticia sobre los pozos artesianos*).

Todo lo que puede decirse en general sobre esta materia es, que todas las veces que los meteoros acuosos han derramado sus aguas sobre la tierra, estas aguas durante las primeras horas no bajan sino á una profundidad muy insignificante. La primera capa es la que está mas empapada, la segunda lo está un poco ménos, y ménos todavía la tercera; de modo que las capas de tierra se hallan tanto ménos humedecidas cuanto están mas profundas.

La cantidad de agua, que puede recibir en su interior una masa determinada de terreno, varia tambien mucho, y no puede compararse á la que puede contener otra masa de iguales dimensiones, pero que es más ó ménos porosa. Por ejemplo, un metro cúbico de terreno muy esponjoso puede absorber cien veces, mil veces mas agua, que otro metro cúbico muy compacto: asi se ve á menudo que, de dos montañas que tienen á poca diferencia la misma altura y la misma extension, la una da

---

*naturaleza, Conversacion XXI*). Si ese naturalista hubiese observado las cosas de cerca, hubiera visto como yo, que las aguas de la lluvia que caen en el interior de los continentes y empapan la tierra, no van á salir mas allá de los arroyos que hay cerca de ellas, ó de los rios mas cercanos, y solo van al mar por debajo de tierra a aquellas que caen sobre terrenos poco distantes del mar.

veinte veces, cien veces, y mil veces mas agua de fuente que la otra.

Hay todavía otra causa, pero exterior, de la desigualdad entre los manantiales que producen dos terrenos de la misma naturaleza y de igual extension; tal es cuando el uno está cubierto de árboles y el otro nó. Así, la superficie, la constitucion, la configuracion del terreno y la cantidad de agua pluvial que cae sobre los dos terrenos, pueden ser á poca diferencia iguales, y ser diferente el volumen de los manantiales que ellos producen; porque todo terreno cubierto de árboles produce manantiales mas abundantes ó mas numerosos que aquel que no los tiene (1) Esta causa es muy real, pero no es mas que

---

(1) «La proximidad de los bosques ejerce una influencia muy grande sobre el estado de la atmósfera, así como la ejercen tambien muy grande sobre los manantiales que se hallan dentro de su terreno. La destruccion de los bosques facilitando la evaporacion de las aguas, suspende su infiltracion, y hace por lo mismo que se sequen los manantiales» (Héricart de Thury, § 199)

«Se observa en los lugares en que se han hecho desmontes de alguna extension que los arroyos disminuyen de volumen, porque despues que se arrancaron los céspedes, las tierras movidas arrastradas á los terrenos bajos han dejado en descubierto las hiladas de rocas de que están formadas las montañas. Así es que la lluvia no hace mas que pasar rápidamente por ellas para ir á engrosar de un golpe los rios; cuando ántes, recibida por las tierras cubiertas de céspedes que habia en la superficie de las cordilleras, sólo salia de sus flancos poco á poco y lentamente para formar manantiales que, desparramándose gradualmente, mantenian los arroyos todo el año. Lo que parece mas cierto es, que los manantiales se agotan mas pronto que ántes en los distritos en que las montañas están al descubierto á consecuencia de los desmontes» (*Estadística del departamento del Lot, por Delpon, tomo I, pág. 117 y 121*).

secundaria, y por lo general se exageran sus efectos, de manera que no debe creerse que un terreno está desprovisto de manantiales porque no está cubierto de árboles. No hay duda que la falta de árboles hace menguar los manantiales, pero no los destruye, ó no destruye sino aquellos que tienen poquisima agua.

Cuando las lluvias y los otros meteoros acuosos caen sobre la tierra, encuentran en ciertos puntos terrenos impermeables, y en otros puntos terrenos permeables.

Los *terrenos impermeables* son aquellos que el agua no puede penetrar, y sobre los cuales se ve forzada á escurrirse ó detenerse en los huecos que encuentra. Los principales terrenos de esta clase son las rocas macizas, ciertas rocas de agregacion, las arcillas y las gredas. Estas dos ultimas especies, mezcladas en cierta cantidad con terrenos naturalmente permeables, los vuelven impermeables.

Todas las rocas macizas, estratificadas ó nó, de mucha extension, sin fisuras verticales ni oblicuas, ó que las tienen tan estrechas que el agua no las puede penetrar, son rocas impermeables. De este numero son los granitos, los pórfidos, los gneís, los micasquistos, los cuarzos, las sienitas, los asperones, los protógines, etc. El conocimiento profundo de este corto numero de rocas puede poner á cualquiera en estado de discernir las otras rocas impermeables. Siendo estos terrenos impenetrables por las aguas pluviales, no pueden jamás producir manantiales por sí mismos: sin embargo, cuando están cubiertos ó entremezclados con capas permeables, que pueden, sólo ellas, recibir, filtrar y hacer salir otra vez las aguas pluviales, en este caso las capas impermeables concurren poderosamente á la formacion de los manantiales.

por cuanto impiden á las aguas el que bajen á grandes profundidades, las reúnen, las llevan sobre sí, y las transmiten fuera de tierra.

Llámanse *terrenos permeables* aquellos que las aguas pluviales pueden penetrar más ó ménos profundamente. Estos terrenos son de tres clases. Los unos se componen de rocas no estratificadas, divididas en pedruscos y fragmentos de todas formas, separados los unos de los otros por hendiduras ó rajas que tienen toda especie de direcciones: otros se componen de rocas de estratificación casi horizontal, divididas por fisuras verticales en pedruscos prismáticos, y de poca extensión; y otros por fin son terrenos desagregados ó detríticos. Las aguas pluviales penetran estas tres especies de terrenos de diferente manera.

1.º Los principales terrenos que se componen de rocas no estratificadas, hendidas en todas direcciones, y bastante desunidas para dar paso al agua, son: ciertos bancos de gneis, las esquistas mezcladas de mica, los filados, las serpentinas, los traps, ciertas gredas, los espejuelos, etc. Como las aguas pluviales que caen sobre estas rocas, no pueden penetrar en el interior de los pedruscos ó fragmentos sólidos que las componen, mojan solamente las superficies y los ámbitos de los pedruscos, se introducen poco á poco en todas las hendiduras verticales y oblicuas que encuentran, por extrañas que sean sus direcciones, y bajan constantemente y con lentitud hasta la capa impermeable que se halla siempre mas abajo en profundidades muy variables.

2.º Las aguas pluviales que caen sobre rocas de estratificación casi horizontal, y divididas por fisuras verticales en pedruscos de poca extensión, tampoco pueden

humedecer el interior de estos pedruscos, y no pueden mojar mas que la superficie y los costados. Como no se halla casi ninguna hilada que esté perfectamente á nivel, y todas las de una misma estratificación concuerdan ordinariamente entre si, las aguas corren sobre los pedruscos, y siguen su declive hasta que encuentran una fisura vertical que les permita bajar sobre la hilada inferior. Como cada fisura vertical de la hilada superior cae de ordinario sobre el centro de un pedrusco de la hilada inferior, las aguas siguen la inclinación de los nuevos pedruscos hasta su extremidad inferior, en donde ellas encuentran una nueva fisura vertical que les permite bajar sobre la hilada inferior, y así consecutivamente de hilada en hilada hasta la capa impermeable que sostiene toda la masa estratificada. Las principales rocas estratificadas permeables son: los asperones, las calizas, las gredas sólidas, etc.

Es muy comun la persuasión de que los manantiales ocultos se hallan en profundidades extraordinarias; y este error se ha acreditado en muchos lugares con motivo de la profundidad que ha tenido que darse á ciertos pozos que se han abierto á la ventura. No obstante, escogiendo el lugar de una excavación con discernimiento y segun las reglas que vamos á dar, se hallará por lo general, que las aguas que circulan dentro de la tierra no pueden penetrar hasta grandes profundidades sin encontrar una, y á menudo muchas capas impermeables que las privan de bajar indefinidamente. Aunque estas capas no se muestran en todas partes en la superficie del terreno, no es por esto ménos probable su presencia á una mediana profundidad, porque segun opina Buffon: «La greda forma la cubierta de la masa entera del globo. Los pri-

» meros lechos se hallan inmediatamente debajo de la capa  
 » de tierra vegetal, no ménos que debajo de los bancos  
 » calcáreos á los que ella sirve de base. Allí es, sobre esta  
 » tierra firme y compacta, donde se reúnen todos los hi-  
 » letes de agua que bajan por las hendiduras de las ro-  
 » cas, ó se filtran al través de la tierra vegetal. Las ca-  
 » pas de greda comprimidas por el peso de los lechos  
 » superiores, y teniendo ellas mismas un grande espesor,  
 » se hacen impermeables al agua que no puede humede-  
 » cer sino la primera superficie; y todas las aguas que lle-  
 » gan á esta capa arcillosa, no pudiéndola penetrar, si-  
 » guen la primera pendiente que se les presenta, y salen  
 » en forma de manantiales entre el último banco de rocas  
 » y el primer lecho de greda » Buffon, *Min arcillas y*  
*gredas*. Este sabio expresa la misma opinion en otros  
 siete lugares de sus obras. Wallerius piensa de la misma  
 manera, pues dice (§ 19): *Argilla máximam constituit*  
*partem terrarum*. (La arcilla forma la mayor parte del  
 globo terráqueo. (El traductor.)

3<sup>o</sup> El terreno *detritico* está compuesto de destrozos  
 ó detritos de rocas y de cuerpos organizados, y forma la  
 capa superficial, desagregada, y ordinariamente de muy  
 poco grueso, que cubre toda la sobrehaz del globo, y  
 en la cual crecen todos los vegetales. Algunos geólogos la  
 han llamado *tierra vegetal*, pero el nombre de *detritico* le  
 conviene mejor, atendido que en muchos sitios no se ve  
 absolutamente ningun vegetal. La composicion de este  
 terreno nada tiene de constante; porque, dependiendo  
 principalmente de la naturaleza de las rocas que él cubre  
 ó que lo rodean, varía como ellas de una localidad á  
 otra, porque está formado casi enteramente de sus destrozos.  
 Cuando al descomponerse estas rocas se convierten

en arena, este terreno se llama *tierra arenosa*; si estas rocas son calcáreas toma el nombre de *tierra calcárea*, etc. Este terreno toma también un número infinito de modificaciones por la mudanza y las mezclas que en él opera el cultivo, por el abono que se le echa, y por los destrozos que las aguas corrientes depositan en el mismo. Contiene también muchos destrozos de animales, de vegetales, y otros objetos producidos por la industria de los hombres.

Cuando las aguas pluviales caen sobre terrenos desagregados ó detriticos, los que son muy porosos y esponjosos, cada gota es absorbida en el mismo punto en que ella toca el suelo. Estas aguas penetran las primeras capas de la tierra á las que traen el nombre de *humor*, de *humedad*, se mezclan íntimamente á ellas, llenan todos sus poros, y parece que no tienen movimiento alguno. Sin embargo, todas aquellas que no se han evaporado ó no han sido chupadas por las plantas, no quedan inmóviles ni un instante. En virtud de su liquidez y de su gravedad van bajando continuamente. Su movimiento es lento, insensible, y dirigido por los intersticios de la tierra que ellas encuentran. Las partículas de agua, bajando con celeridad desigual, se encuentran unas con otras, se asocian, forman primeramente pequeñitos venetos, innumerables é imperceptibles, que se aumentan poquito á poco hasta que llegan á hacerse hilletes perceptibles. Estos hilletes de agua, continuando en bundirse debajo de tierra, se reúnen con otros en diferentes intervalos, encuentran capas impermeables que les hacen tomar una dirección oblicua, cada vez ménos inclinada, y al fin y al cabo forman corrientes de agua subterráneas, cuyo volumen aumenta á medida que se alejan del lu-

gar en que han tenido origen. Así pues, cuando se ve brotar un manantial, no se debe creer que forma debajo de tierra una corriente de agua única, horizontal y del mismo volumen en todo el espacio que ha corrido, como se lo imaginan muchísimas gentes. Todo manantial es el producto de una infinidad de pequeñitos veneros y de delgaditos hiletos de agua que se han echado los unos dentro de los otros, se han aumentado á medida que han adelantado en su camino, y han formado la corriente de agua que se ve salir en la sobrehoz de la tierra.

La formación de un manantial y su circulación por debajo de tierra son muy semejantes al movimiento de la savia dentro de la raíz rastreada de un árbol. Esta raíz se alarga y se extiende casi horizontalmente, se divide y subdivide en nuevas ramas á medida que se prolonga, echa en toda su longitud y en sus extremidades una infinidad de pequeñitas hebrillas que llaman *barbillas*, cuyas funciones son chupar los humores de la tierra. Desde el momento en que estos humores han entrado en las hebrillas, toman el nombre de savia, pasan sucesivamente, y concentrándose siempre más, de las barbillas á las pequeñas raíces, de estas á las medianas, y de las medianas á la grande raíz que los trasmite al pié del árbol. De la misma manera, la humedad que la tierra adquiere durante las lluvias, se condensa, se escurre insensiblemente por los poros y los intersticios que encuentra abiertos por las aguas anteriores, y forma pequeños hiletos; estos pequeños hiletos, obedeciendo á las leyes de la gravedad, principian á bajar, tienden constantemente á reunirse los unos á los otros en su descenso, y se reúnen en efecto hasta que encuentran una capa compacta que los priva de bajar más, los obliga á correr por una

pendiente poco inclinada, y las mas de las veces á salirse fuera.

La formacion de un manantial debajo de tierra es aún mejor figurada por la formacion y la circulacion de los arroyos, de los rios ordinarios y de los rios caudalosos que corren por la tierra. Puede cualquiera formarse una idea muy exacta echando una mirada sobre una carta geográfica que represente con toda exactitud todas las ramificaciones de una de esas corrientes de agua. Un rio caudaloso se forma de muchos rios ordinarios, los rios ordinarios de un gran numero de arroyos, y los arroyos de una infinidad de regueras y de manantiales. Así como un rio caudaloso, no solo recibe rios ordinarios y arroyos considerables, sino que recibe tambien en toda la extension de su curso una infinidad de manantiales y de pequeños veneros de agua; así tambien un manantial, al mismo tiempo que sigue su curso, no solo recibe otros manantiales casi de su mismo volumen ó de otro menor, sino tambien una infinidad de veneros y venericos de agua que contribuyen continuamente á engrosarlo (1).

Esta manera de explicar la formacion y el modo de correr de los manantiales debajo de tierra, es mucho mas natural y mas bien confirmada por todas las excavaciones que se hacen continuamente, que la suposicion de esos *lagos, depósitos, arcas y acopios de aguas subterráneas* que nadie ha visto jamás funcionar, y de que ha-

---

(1) «En el seno de la tierra sucede lo mismo que se observa en la superficie, y es que las corrientes pequeñas van siempre á echarse dentro de las mas considerables. Así pueden considerarse esos enormes manantiales como verdaderos rios caudalosos subterráneos que se formán de la reunion de una infinidad de arroyos» (*Nuevo diction de Hist. nat. art. Source*).

blan gran número de autores (4) sin que citen ni un ejemplo. Al paso que admiten que las aguas pluviales son las que producen los manantiales, estos autores no han podido concebir la formación y el modo de correr de un manantial sin imaginar un depósito lleno de agua y situado en el interior de la montaña para abastecerlo. Ellos no representan esos *depósitos* como que se llenan al tiempo de las lluvias, horadados en su fondo para dejar salir poco á poco el agua que ellos contienen, y manteniendo cada uno su manantial hasta que estén agotados. La abundancia y la duración de cada manantial está proporcionada, según ellos, á la capacidad de su depósito y al diámetro del orificio por el cual sale el agua. Otros hay que, al ver salir muchos manantiales alrededor de ciertas montañas, se han imaginado que en el interior de cada una de ellas hay un solo depósito que abastece de agua á todos estos manantiales; y otros en fin, sin examinar el modo con que puede verificarse, creen que un grande manantial, que ellos llaman el *manantial principal* (la *source mère*), existe en el interior de cada montaña, que él se divide y subdivide al bajar, y abastece de agua á todos los manantiales que salen en el contorno de ella. Así es que en muchísimas partes he visto gentes imbuidas de estas falsas ideas, que para aumentar el volumen de un manantial que veían salir de tierra, abrían zanjas largas y profundas para llegar á este pretendido manan-

---

(4) Véase Séneca, *Quest. nat.*, lib III; Buffon, *Teoría de la tierra*, discurso II; Richard, *Hist. nat. del aire*, discurso VIII, § 5; D'Aubuisson, tom. I, nota 7; Demerson, *Geol.*, pág. 74; Héricart de Thury, *Consid. geol.*, §§ 330, 343, 344; Boué, cap. IV, § 3; Cuvier, *Rech.* t. IV, pág. 556; Huot, *Geol.* cap. VIII; Rivière, *Geol.* cap. III, etc.

tial principal. Ellas tomaban por punto de partida el lugar en donde salía el manantial y seguían su conducto hácia arriba; pero cuanto mas iban en su busca, tanto ménos abundante lo hallaban, como así debia ser. Todos esos lagos, depósitos, acopios de agua y todos esos manantiales principales, que se han supuesto en el interior de las montañas para mantener los manantiales, deben ser reputados como quimeras (1).

Por cierto que no pretendo negar que los manantiales en su curso subterráneo puedan algunas veces atravesar hoyas llenas de agua; lo que sucede especialmente en los terrenos cavernosos. Tampoco negaré que un manantial, al salir de una de estas hoyas, pueda tener mas volumen que cuando entró, porque la hoya puede recibir por sus lados otros manantiales; y de esta manera una multitud de corrientes de agua visibles atraviesan lagos y aumentan de volumen con los afluentes laterales: pero estas dos hipótesis, que yo admito sin ninguna repugnancia, distan mucho de la existencia de estas hoyas sin número que se llenarian repentinamente en tiempo de lluvias, y se vaciarían poco á poco para mantener los manantiales. Sería lo mismo que si dijéramos, que el lago de Ginebra abastece de aguas al Ródano, el lago de Constancia abastece al Rhin, etc.

---

(1) «En Bex (en Suiza) se han seguido los manantiales de agua salada á mas de una legua adentro de la montaña, sin encontrar depósito alguno » La Métherie, § 1246

## CAPÍTULO XV.

### LÍNEAS QUE SIGUEN LOS MANANTIALES DEBAJO DE TIERRA.

Los innumerables veneros é hiletos de agua que se forman en las montañas y colinas permeables, cuando han bajado hasta las capas impermeables no toman el curso á la ventura, sino que se dividen debajo de tierra de la misma manera que las aguas pluviales en su superficie; de suerte que la prominencia exterior indica y sigue con la mayor exactitud la línea que separa las aguas subterráneas, y cada una de las dos vertientes conduce todas las pequeñas corrientes de agua subterránea, que en ellas se pueden formar, dentro del vallecito hácia el cual está inclinada dicha vertiente.

Estos hiletos tienden hácia el fondo de los vallecitos; porque, en los terrenos estratificados, las hiladas que componen las dos laderas, están las mas de las veces inclinadas hácia la misma parte que la superficie de las mismas laderas, y van bajando por una y otra parte hácia el

*thalweg* (1). Cuando las dos laderas se componen de terrenos no estratificados, los hiletos de agua tienen aún propensión á ir del interior al exterior; porque, como el vacío que forma el vallecito, no presenta resistencia alguna á su curso, hallan mucha mas facilidad en ir de dentro á fuera por los conductos que les han abierto las aguas precedentes, que en hundirse indefinidamente al través de las masas sólidas y muy poco permeables de los terrenos no estratificados.

Siendo generalmente poco considerable la anchura de las colinas, son de ordinario poco importantes los hiletos de agua que cada mitad envia hácia el fondo de su vallecito: pero recogiendo el *thalweg* del vallecito todos los hiletos de agua que le vienen de las mesetas, de las laderas y de las dos partes de la llanura que forman su hoya, puede reunir una corriente de agua de alguna consideracion. Así es que casi siempre se ven salir de tierra los manantiales en el fondo de los valles y en la línea del *thalweg*; y cuando no las hay visibles, las hay ocultas, y corren por debajo del terreno de trasporte. Apoyado sobre el conocimiento de muchos millares de fuentes naturales que he observado, y sobre el gran número de ex-

(1) Cuando los bancos de una montaña están inclinados al horizonte se elevan de un lado y se abajan por el otro. Saussure, § 281. Las capas se hunden por los dos lados hácia el fondo del *thalweg* *Mém géol* de M. Boué, pág. 3. Estas aserciones si bien son verdaderas en los mas de los casos, tienen no obstante muchas excepciones: así Buffon, en la adición al artículo de los terremotos, no expresa esta opinion sino con restricción. Se hallan con frecuencia, dice, entre dos eminencias cercanas, capas que descienden de la primera y suben á la segunda despues de haber atravesado el vallecito

mismas líneas que las aguas de la superficie (1). Aun en tiempos que no son de lluvia puede cualquiera también hacerse una idea de como se forman y corren, y del punto en que se reúnen las aguas pluviales, para comprender como se forman y marchan las corrientes ocultas de agua.

Cuando un manantial toma origen al extremo de un vallecito que tiene la forma de un circo, todos los hileres de agua, que pueden producir las mesetas y las laderas que lo dominan, convergen á poca diferencia como los rayos de un semicírculo hácia el centro de este circo, y van á formar allí el manantial. El punto central de un circo se halla siempre al pié de la pendiente rápida y semicircular que forma, por decirlo así, sus muros.

Al partir del fondo del pliegue de terreno ó del centro del circo, el *thalweg* comienza á distinguirse, la pendiente del fondo del vallecito se suaviza, y el manantial que tiene ya un tal cual volumen, sigue constantemente el *thalweg* del vallecito, tanto si forma una línea casi recta, como si esta es tortuosa. Así es como se forman y andan los manantiales en el punto en que comienzan todos los vallecitos, tanto principales como secundarios. El manantial que se halla en el vallecito principal, reúne de trecho en trecho otros manantiales más ó ménos considerables que le traen los vallecitos secundarios, y hácia la embocadura de los cuales se inclina aquel para ir á recibir-

(1) Este principio era ya conocido de Séneca, y lo han confirmado plenamente todas mis observaciones y experimentos: generalmente hablando, las corrientes de agua observan debajo de tierra las mismas leyes que en el exterior: *Sunt et sub terra minus nota nobis jura naturæ, sed non minus certa; crede infra quidquid vides supra.* Sén, lib III, *Quæst. nat.*

los (1) Cuanto mas considerable es el manantial que el primero recibe, tanto mas se desvía este de su línea recta.

La parte inferior de las escarpas y de las laderas que no hacen ondas, le suministra tambien algunos billetes de agua, que por lo comun son ténues, y hácia los cuales no hace ninguna inflexion para ir á reunírseles.

No es posible formarse una idea del número prodigioso de manantiales, grandes y pequeños, que cada corriente de agua, tanto subterránea como visible, recibe de ambos costados en toda la extension del terreno por donde pasa, cuya existencia nadie ha sospechado jamás, porque cada vallecito, cada garganta y cada pliegue de terreno le trae un manantial. Hasta el punto mas reducido, que forma un pequeño ángulo entrante ó un semicírculo al pié de una escarpa cuya base está en los límites del bajo llano, encierra de ordinario un manantial: esto sucede

---

(1) A consecuencia de esta observacion y de lo que se ha dicho en el capítulo ix sobre la inflexion que hace una corriente de agua para ir á buscar otra cuando esta es de alguna consideracion, todas las veces que se me ha puesto á la vista un mapa de Cassini representando un país que yo no habia visto nunca, he podido indicar en él el punto fijo en que cada manantial considerable sale de tierras en las orillas de un rio ó de un arroyo. Sabiendo que todas las veces que una corriente de agua permanente y visible hace un recodo hácia un vallecito seco que siempre está marcado con mucha exactitud en estos mapas, indica la proximidad de un manantial que la tal corriente va á recibir: yo he anunciado siempre con grande asombro de los que conocian las localidades que en la desembocadura de tal vallecito habia un manantial visible ú oculto, y de tal volúmen; porque el volúmen de un manantial es siempre proporcionado á la extension del vallecito, y casi todas las veces el tal manantial estaba á descubierto.

A últimos de Agosto de 1835, el dia después de mi llegada á

Esto puede suceder: 1.º cuando la colina que separa los dos vallecitos es enteramente desagregada, y el agua encuentra en ella un corrimiento nuevo o mas fácil que en el terreno de trasporte de que está lleno el fondo del vallecito; 2.º cuando las hiladas, de que está formada la colina, se han elevado ó hundido algun tanto; y 3.º cuando las hiladas se tienen derechas al través del vallecito, y forman un atajo que se extiende hasta el vallecito inmediato. Este cambio de vallecito de parte de las corrientes de agua subterráneas sucede muy rara vez, y sólo tengo noticia de haber ocurrido cinco ó seis veces. Si se examina con atencion el vallecito, será muy fácil conocer si hay alguno de estos tres accidentes, y por consiguiente si las corrientes se desvían.

2.º Se observa muy á menudo en los vallecitos secos, en los que algunos propietarios, para reunir dos campos que estaban separados por un arroyo que no lleva agua sino momentánea ó temporalmente, han cegado su canal, y le han abierto otro nuevo, más ó ménos distante del verdadero. Otros, para economizar el terreno, en vez del lecho sinuoso que seguia el arroyo, le han abierto otro en linea recta. Otros en fin, han quitado insensiblemente de su lugar el lecho de este arroyo construyendo diques en toda la extension de sus propiedades, haciendo así corroer poco á poco el ribazo de la orilla opuesta: pero el antiguo lecho de un arroyo quitado de su lugar es fácil de conocer casi en todos los lugares.

3.º Los arroyos momentáneos y temporarios que pasan por las llanuras, cuando nadie se lo impide, forman, cuando hay fuertes lluvias, terramonteros en sus orillas que ellos van elevando poco á poco; y cuando, despues de largo tiempo, su canal se halla más elevado que lo

restante de la llanura y colocado sobre una especie de cima, lo abandonan para ir á abrirse otro en la parte mas baja.

Como las corrientes de agua subterráneas nunca son cambiadas de puesto por los trabajos de los hombres, ni por los terremotos que tienen lugar en la superficie del suelo, siguen siempre el verdadero *thalweg*; y el arroyo que corre durante un tiempo limitado por la superficie, no puede en ninguno de estos casos servir de guia para conocer la línea que sigue la corriente de agua subterránea. Entónces pues se ve uno obligado á buscar los vestigios del canal primitivo, suponiendo que el cultivo ó los terremotos no los hayan borrado enteramente, ó bien servirse de los medios siguientes:

Siempre que se conozca que, en el lugar que se quiere excavar para hallar agua, el *thalweg* visible es diferente del *thalweg* invisible, lo que no sucede sino en las partes de los vallecitos que están en el llano, es preciso observar con atencion los dos planos inclinados que forman las dos laderas opuestas, y saber que la corriente de agua sigue debajo de tierra su línea de interseccion. Así pues, si la pendiente de las dos laderas es igual, el curso de agua subterráneo se halla á igual distancia de las dos líneas costaneras; si la pendiente de las dos laderas es desigual, por ejemplo, si la pendiente de la una es un tercio, un cuarto, un quinto, etc., mas rápida que la de la otra, la corriente de agua se aproximará á la ladera que tiene mas pendiente á proporcion de su rapidez; y si la una de las dos laderas es una escarpa, la corriente de agua subterránea pasa al pié de ella.

El *thalweg* subterráneo es tambien indicado por derramamientos de agua que son de corta duracion. En mu-

chos parajes sale sobre la línea del *thalweg* y siempre de dentro de las rocas una corriente de agua cada vez que llueve mucho (1); en otros parajes, las lluvias poco abundantes ó de poca duracion producen la misma erupcion. Esta corriente de agua no se derrama fuera de tierra cada vez que llueve, sino porque su volúmen ordinario se ha aumentado, y entónces su conducto se encuentra insuficiente para darle paso. Toda la parte de la corriente de agua que no puede pasar por este conducto se sale afuera durante las lluvias y hasta algun poco de tiempo despues. En ciertos parajes esta erupcion se verifica por medio de una manga ó conducto vertical que permanece siempre abierto; y en otros, el agua se eleva por en medio de los cascajos ó del terreno detrítico que oculta la abertura del peñasco por donde se escapa. Así pues, al hacer la excavacion no hay mas que seguir esta manga para estar seguro de hallar la corriente de agua permanente, y las mas de las veces á una pequeña profundidad, á ménos

---

(1) Al pié de la cuesta de Chatagna, en el Jura hay una hendidura en la roca, por la cual sale en invierno un grueso chorro de agua que tiene cerca de 4 metros de elevacion. En verano esta fuente está enteramente seca. — El pozo Negro y el pozo Blanco, cerca de las ruinas de la antigua ciudad de Antres en el mismo departamento, son una especie de abismos muy profundos por los cuales sale el agua á torrentes despues de las grandes lluvias y derretimiento de las nieves. — El pozo de Ornans (Doubs) ofrece el mismo fenómeno, y arroja cuando rebosa una gran cantidad de pescados. — El pozo de Loule, situado en el *thalweg* de un vallecito en el pueblo de San Juan de Laur, departamento del Lot, está seco todo el año; pero durante las fuertes lluvias arroja una cantidad de agua tan grande que forma un arroyo de consideracion.

que no sea una de aquellas corrientes que no vienen de muy léjos, ó que, con motivo de la excesiva pendiente de su canal, no manan sino cuando llueve y se quedan secas bien pronto. Asi pues, *en todo vallecito seco, que tenga de largo algunos centenares de metros, y el fondo de rocas ó cubierto de tierra de transporte, ya sea poco ó muy profundo, ancho ó estrecho, hay una corriente de agua que sigue su thalweg subterráneo, y casi en todos los puntos puede cualquiera conocer exactamente la línea recta ó tortuosa que ella describe y seguirla paso á paso.*

El conocimiento de las líneas que siguen las corrientes de agua debajo de tierra, no solamente sirve para hacerlas descubrir, sino que suministra tambien el medio para evitarlas cuando así conviene. Nadie ignora que los manantiales causan muchos perjuicios á las minas de ulla; que en sus aguas se ahogan de cuando en cuando los mineros; que el sacarlas cuesta muchos millones todos los años; que en todos tiempos han sido ellas la causa de que se haya abandonado un grandísimo número de minas, que se habia visto eran muy ricas, unas desde el principio, y otras en plena explotación; y que las pérdidas que se han seguido de haberse tenido que abandonar estas empresas, se cuentan por millones ó por centenares de miles de francos. En lo sucesivo, los ingenieros de minas, que se tomaren la pena de estudiar las líneas que los manantiales siguen debajo de tierra, podrán dirigir las galerías de tal manera que no encontrarán ninguno de ellos. Podrán á lo mas interceptar algunos hilletes de agua insignificantes que van á reunirse con los manantiales, ó bien algun manantial cuya corriente se halla desviada; pero este último caso es extre-

mamente raro. Cuando ellos deban hacer excavaciones para sacar piedras, sal gemma, yeso, etc., este mismo estudio les hará conocer que no deben abrir las canteras ni las galerías sobre corrientes de agua subterráneas, á fin de preservar aquellas de la invasion de las aguas

## CAPÍTULO XVI.

---

### PUNTOS EN QUE DEBEN HACERSE LAS EXCAVACIONES.

No todos los puntos de la línea por donde pasa un manantial debajo de tierra, son igualmente ventajosos para ponerlo de manifiesto. En ciertos puntos de su curso se halla muy cerca de la superficie del suelo; en otros se halla muy profundo; y tal es muchas veces su profundidad, que sería muy difícil beneficiarlo: en ciertos parajes es muy abundante, y en otros de muy poca entidad: aquí es cierto encontrarlo, pero allí no lo es; sitios hay, en donde al hacer la excavacion solo se hallará un terreno desmoronable, mientras que en otros será preciso atravesar peñascos muy duros y alguna vez inatacables. Así pues, no basta conocer la línea por donde pasa un manantial debajo de tierra para aplicar los medios de descubrirlo: es necesario tambien saber cuáles son entre los puntos por donde pasa, los que pueden reunir mas ven-

tajas y ofrecer ménos inconvenientes para la excavacion; y esto es lo que procuraré dar á conocer, señalando los puntos en que un manantial es ménos profundo, como y tambien aquellos en que tiene mas abundancia de agua.

### Puntos en que los manantiales tienen ménos profundidad.

Si un manantial corriese en todas partes debajo de tierra en línea paralela á la superficie del suelo, claro está que en cualquiera de los puntos de su carrera que se excavase, tendria uno la certeza de hallarlo en la misma profundidad; pero ello no es así. El *thalweg* invisible por donde pasa la corriente de agua subterránea, no guarda á menudo ningun paralelismo con el *thalweg* que hay sobre la tierra; ni las pendientes del uno concuerdan con las pendientes del otro, si no es por una casualidad y solo en cortos trechos. Allí donde se ve una llanura en la superficie de la tierra, la corriente de agua que ella oculta puede tener una pendiente muy rápida; y cuando la superficie del suelo tiene una pendiente bastante marcada, la corriente de agua que está oculta no tiene muchas veces casi ninguna.

Los puntos en que un manantial tiene ménos profundidad, son: 1.º el punto central del primer pliegue de terreno en donde se reunen sobre la playa elevada todos los hiletos de agua que forman su origen; 2.º el centro del circo donde él comienza; 3.º la parte inferior de cada pendiente del *thalweg* visible; y 4.º la proximidad de su desembocadura.

1.º Cuando un manantial tiene su principio en una

playa elevada, el punto ménos profundo es aquel hácia el cual convergen y en donde se reúnen todos los primeros hiletos de agua que concurren á su formacion. Este punto es fácil de conocer por hallarse hácia el centro del pliegue de terreno, y por empezar allí á manifestarse el *thalweg*. Si se quisiere dejar este punto y hacer la excavacion mas abajo sobre el *thalweg*, el manantial se hallará allí, y tal vez mas abundante si algun otro pliegue de terreno deposita allí sus aguas; pero estará á mayor profundidad, atendido que las dos pequeñas vertientes del pliegue, como se hacen progresivamente mas rápidas, el cultivo y las aguas pluviales echan sobre el manantial una capa, cuyo espesor va en aumento á medida que uno se aleja del origen del *thalweg*.

2.º Cuando un manantial toma principio al extremo de un vallecito que tiene la forma de un circo, el punto ménos profundo es el centro mismo de este círculo. Si se quisiere hacer la excavacion más abajo sobre el *thalweg*, se hallará el manantial, pero á mayor profundidad.

3.º En todo el trecho subterráneo por donde pasa un manantial, los puntos en donde es ménos profundo son la parte inferior de las bajadas. Las pendientes longitudinales de los vallecitos se componen ordinariamente de playas con pendientes suaves, y de pendientes rápidas ó caídas de terreno, alternando las dos entre sí; y estas dos especies de pendientes se parecen mucho á las que se ven en la superficie de las corrientes de agua á las que se han dado los nombres de *rápidas* y de *amortiguadas*. Todas las veces que un banco de roca, una capa de tierra dura, ó bien una pared se hallan al través de un vallecito y forman allí un atajo, hay en la parte superior una playa con pendiente suave, la que ha sido formada

por los terrenos de transporte, y en cada atajo hay una pendiente rápida ó una cascada. Cualquiera que en este caso hiciese la excavacion en la parte superior de la bajada, tendria como aumento de profundidad toda la diferencia que hay entre la parte superior y la inferior de la bajada, y además tendria muchas veces que atravesar un banco de rocas que evitará haciendo la excavacion en la parte inferior de la pendiente. Para hallar ménos profundidad se debe tambien excavar siempre al pié de la pared ó de la escarpa que atraviesa el vallecito. La prueba de que los manantiales son ménos profundos al pié de las bajadas que en toda otra parte, es que allí se abren paso casi todos los manantiales que salen de tierra por sí mismos, y que todos mis experimentos me han hecho ver que todos los manantiales se hallan allí á la mayor proximidad de la superficie del terreno.

Es verdad que alguna vez se abren paso los manantiales precisamente en la parte superior de la bajada ó en la bajada misma, porque un banco de rocas ó de arcillas impermeable los conduce afuera; pero de todas las veces que ellos no se abren paso por sí mismas, se sigue que el banco de rocas ó de tierra dura, que hace el atajo y forma la bajada, es horadado ó tiene hendiduras, y deja por lo mismo bajar el manantial á mayor profundidad de la que tiene la parte inferior de la bajada. Así es, que no se debe buscar jamás un manantial en la parte alta de una bajada, ni en la bajada misma.

4.º Cuando un manantial desagua en una corriente de agua visible y permanente, y el fondo del vallecito que lo conduce tiene una pendiente suave, si se hace la excavacion no léjos de su desembocadero, se puede tener por cierto que se lo encontrará á muy poca profundidad, aten-

dido que nunca puede estar debajo del nivel de la corriente de agua dentro de la cual se echa.

Aunque el agua de un manantial, que se pone á descubierto cerca de una corriente de agua visible, experimente las mismas subidas y bajadas que la corriente indicada, no por esto se debe creer, como lo creen aquellos que nada entienden de la hidrografía subterránea, que el manantial proviene de la corriente de agua visible. Todos los manantiales van de la montaña á la corriente de agua visible; y sólo en las crecidas de esta se ven momentáneamente detenidos y alguna vez empujados hacia atrás, porque hallándose entónces en comunicacion estas dos especies de agua, se ponen en equilibrio; pero en el momento que cesa la crecida, las aguas del manantial vuelven otra vez á tomar su bajada ordinaria.

Cuando el *thalweg* de un vallecito es inculto, y se ven crecer naturalmente en él sauces, álamos, chopos, mimbrres, juncos, cañas, y otros árboles ó plantas acuáticas, debe presumirse que la corriente de agua no es muy profunda en tales parajes. Sin embargo, como estos vegetales crecen en todos los terrenos que conservan la humedad, no pueden ellos servir para indicar la presencia de los manantiales, sino cuando se hallan sobre un *thalweg*, ó en el fondo de un lugar reducido. El mismo Plinio (1) había observado ya que es cosa poco segura buscar manantiales por la sola inspeccion de ciertos vegetales que no viven sino en lugares húmedos, llamando á este indicio un agüero engañoso, *augurum fallax*.

---

(1) *Hist. nat.* lib. xxvi, c. 3.

En las llanuras bajas que tienen una corriente de agua visible, ya sea permanente, ya sea temporal, esta corriente de agua es por lo comun mucho más sinuosa que el *thalweg* invisible que conduce al manantial. Pasando al-

»la Memoria, se observó un pequeño manantial de agua. A la  
»profundidad de 16 piés el agua se derramó dentro de la exca-  
»vacion, y parecia salir de toda la circunferencia por pequeños  
»manantiales que daban de 40 á 44 pulgadas de agua durante  
»la noche. El agua continuaba siempre saliendo, y habiéndose  
»interrumpido el trabajo unos ocho días, y hallándose entón-  
»ces la escavacion á 36 piés de profundidad, se elevó el agua á la  
»altura de 40 piés. Cuando esta se hubo sacado para continuar  
»el trabajo, los poceros hallaban por la mañana un poco más de  
»un pié de agua que caia durante la noche en el fondo de la ex-  
»cavacion. A esta profundidad (50 piés) cesó la escavacion; y  
»el agua se elevó poco á poco á la altura de 30 piés »

Héricart de Thury (3.<sup>a</sup> noticia) cuenta, que en 1829 los señores Fachat hicieron en Saint-Ouen cerca de Paris un pozo artesiano de 66 metros de profundidad, en el cual se declararon seis sabanillas de agua bien distintas. La primera se halló á 3 metros debajo del suelo; la segunda á 35 metros; la tercera á 45 metros; la cuarta á 50 metros; la quinta á 59 metros, y la sexta á 66 metros

«En el bosque de Arques cerca de Diepa (Sena inferior) un pozo artesiano encontró siete sabanillas de agua. á saber: la primera á 30 metros de profundidad; la segunda á 100 metros; la tercera á 180 metros; la cuarta á 245 metros; la quinta á 250 metros. la sexta á 285 metros, y la séptima á 333 metros.»  
M. Dégousée. *Guide du fondeur*, p. 458.

Yo he experimentado lo mismo en muchísimos parajes, y me pimito á citar no mas que uno. El 21 de Setiembre de 1831, al indicar un manantial para el señor Malés, consejero del tribunal de cuentas, en su casa de campo situada en el pueblo de Chasteaux (Corrèze) predije que á 42 piés de profundidad se hallaria un pequeño manantial del grueso de una pluma de escribir, y que á 39 piés se hallaria otro del grueso del dedo. Hecha la escavacion, se vió la exactitud de las dos declaraciones.

ternativamente del uno al otro pié de la cuesta, la corriente atraviesa y vuelve á atravesar muchas veces el *thalweg* invisible, y no concuerda con él sino en cortos trechos. (Véase lo que se ha dicho en el capítulo precedente.) Aquel que para descubrir un manantial se ve obligado á hacer la excavacion en el canal mismo de la corriente de agua visible, debe de antemano abrir para dicha corriente otro canal que pase á muchos metros de distancia de la excavacion que quiere hacer; y poner tambien en toda la orilla del nuevo canal un dique bastante alto para preservar de toda inundacion, no solo el manantial, sí tambien el canalito que se haga para tenerlo al descubierto. Para ahorrar los gastos de esta zanja de derivacion, y cuando uno es propietario del terreno que abraza uno de los recodos de la corriente de agua visible; es mucho mejor aprovechar este terreno para hacer la excavacion en el centro del espacio que él comprende, á fin de que se halle á la mayor distancia posible de las orillas de la corriente de agua visible, y que las aguas de esta no puedan ir jamás á mezclarse con las del manantial, ni por inundacion ni por infiltracion.

Hay llanuras bajas muy anchas y muy prolongadas, en las que no pueden hacerse excavaciones sobre el *thalweg* longitudinal y principal, porque se halla ocupado por una corriente de agua permanente. Aun cuando no hay corriente de agua visible, sucede muchas veces, que este *thalweg* pasa fuera de la propiedad de aquel que quiere el manantial, ó que está muy distante de su habitacion. En estos tres casos es preciso hacer la excavacion sobre uno de los *thalwegs* laterales. Aunque los vallecitos, las gargantas y los pliegues de terreno se detengan todos al llegar á la llanura, no se detienen las corrientes de agua

subterráneas que aquellos conducen, sino que continúan andando debajo de la llanura hasta la principal corriente de agua. El *thalweg*, que cada una de estas corrientes de agua laterales sigue dentro de la llanura, es por lo general fácil de conocer; porque la corriente de agua invisible, corroyendo continuamente dentro de este terreno incoherente las paredes de su conducto y arrastrando los materiales hácia el lugar de su salida, produce á menudo sobre el suelo una ligera depresion que indica muy distintamente la línea que ella sigue debajo de tierra. Si el *thalweg* se ha borrado enteramente, es á lo ménos visible al salir del vallecito y en el punto en que este *thalweg* se reúne al *thalweg* principal, punto que ordinariamente es indicado por una sesgadura; y estos dos puntos bastan para hacer conocer la línea que él sigue en la parte de la llanura en que está enteramente borrado. Puede uno servirse tambien del eje del vallecito lateral que ha conducido el manantial, y hacer la excavacion sobre la línea que es indicada por este eje y por lo que se ha dicho sobre las leyes que rigen las corrientes de agua visibles.

### **Manantiales sobre las montañas.**

Los manantiales no solo se hallan en el *thalweg* de cada valle, vallecito, garganta, etc; pero se hallan tambien sobre las montañas y colinas de cualquiera elevacion, y sobre sus vertientes. En estos dos casos su descubrimiento exige algunas observaciones especiales.

Toda montaña y colina se termina, ó por una cumbre aguda, ó por una cumbre redonda en forma de cimborio, ó por una cresta de division prolongada y más ó ménos aguda, ó por una meseta.

Cuando una montaña ó colina se termina por una cúspide aguda ó por una cumbre aguda ó redonda en forma de cimborio, es imposible que haya un manantial sobre la cúspide ó en la cumbre propiamente dichas (1). Si el terreno es impermeable y tiene un hueco, puede sin duda alguna hallarse en él un aguazal ó tambien un lago de aguas pluviales, pero este hueco nunca recibe aguas de manantial alguno. Teniendo yo la curiosidad de comprobar un hecho que siempre me habia parecido im-

(1) *Nulli unquam fontes in summo montis vertice erumpunt, aut adeo prope cacumen, quin semper super emineat portio aliqua superior.* Rob Plot, *de origine fontium.*

*Nunca podrá llegar el caso, dice Pluche, de que un manantial salga de lo alto de una montaña, si no se hallan á lo ménos algunas toesas de tierra mas elevadas. Entr. XXI. No hay ningun manantial, dicen Mentelle y Malte-Brun (Geogr., lib VI) que no tengan sobre sí algun terreno mas elevado.*

Estas autoridades y un gran número de otras que yo podria citar, la inverosimilitud misma de la creencia que hay de hallarse manantiales en la cumbre de ciertas montañas, y que estos llegan allí por medio de sifones encorvados, parece que habrian debido inducir los hombres instruidos á que por sí mismos verificasen los hechos ántes de citarlos en sus escritos, y no exponerse á insertar en ellos aserciones enteramente desprovistas de pruebas. Para inspirar confianza hubieran debido indicar aquí cada uno de los manantiales que presentan este pretendido fenómeno; hacer conocer exactamente la extension de la meseta, la altura del terreno que la domina, la naturaleza del terreno, la inclinacion de las capas, etc. Hé aquí como autores graves, que yo tomo al acaso así como se me presentan, han referido estas maravillas, por la única razon de que las han hallado citadas en otros escritos.

«Se ven con frecuencia, dice Saintignon (*Fisic.*, 3ª parte, »secc. 2, cap 1), fuentes en la cima de las montañas aisladas y »que tienen la forma de un pilon de azúcar, cuya superficie su-

posible, he visitado mas de cien montañas grandes ó pequeñas; sobre las cuales se me habia asegurado que habia un manantial absolutamente en la cima. Yo no he hallado una sola vez que esto fuese cierto; y en todos estos puntos el manantial era dominado de un terreno de algunos metros de grueso, cuya extension era proporcionada al volumen del manantial.

Todo lo que han dicho hidrógrafos modernos sobre los supuestos *sifones encorvados*, que partiendo de montañas

»perior tiene muy poca extension para abastecer de agua estas  
 »fuentes; ellas vienen de montañas más elevadas, y á menudo  
 »muy distantes, algunas veces separadas por inmensos valles  
 »y ríos caudalosos: las aguas concentradas en las montañas mas  
 »elevadas son conducidas por un lecho de arena entre dos lechos  
 »de tierra dura, y sin interrupcion por la pendiente de esas mon-  
 »tañas, debajo de la llanura y del cauce de los ríos hasta las ci-  
 »mas de las montañas en las que se hallan estas fuentes. Su ma-  
 »nantial mas elevado las obliga á subir para ponerse á su nivel  
 »ó derramarse por las hendiduras.»

Segun Nollet (*Fisic. 7.<sup>a</sup> Leccion*) «Nadie debe reputar como un  
 »fenómeno inexplicable cualquiera manantial que produce ó man-  
 »tiene una cantidad de agua considerable sobre una montaña  
 »muy elevada; porque el tal manantial viene de algun paraje  
 »todavía mas alto, aunque este no se vea en una distancia de 40  
 »á 50 leguas.»

Segun Héricart de Thury (§ 206): «Se hallan manantiales, y  
 »áun muy abundantes á menudo, sobre mesetas y montecillos  
 »más elevados que todos los lugares que hay cerca de ellos en  
 »toda su circunferencia; como por ejemplo la fuente de Feyolles  
 »en la cima del monte Ventoso á más de 1800 metros de eleva-  
 »cion, la que es muy abundante, y conserva siempre el mismo  
 »nivel. Estos manantiales provienen de depósitos que existen en  
 »algunas montañas más ó ménos distantes, cuyas aguas corriendo  
 »por debajo de tierra, hallan debajo de estos montecillos y en  
 »su interior varias salidas por las cuales vuelven á tomar su

mas altas atraviesan valles á veces muy numerosos y muy profundos, expresamente para ir á verter un pequeño manantial en la cima de una montaña ménos elevada, no se funda sobre hecho alguno. Nunca se ha interceptado ninguna corriente de agua subterránea que haya hecho secar una fuente situada en la parte alta de una montaña, y nunca se ha visto salir de tierra un manantial en el punto mas elevado.

En las cordilleras de montañas se halla á veces una

» nivel, y subiendo con impetu se elevan hasta su cima siguiendo  
» el conducto del sifon. »

« Los manantiales que se hallan en parajes muy elevados, dice  
» M. Beudant (*Fisic.*, lib. III, secc. 2<sup>a</sup> art. IV), y alrededor de  
» los cuales no se ven otros que sean sensiblemente mas altos,  
» pueden ser producidos por quebradas que comunican de una  
» montaña á otra, por cuyo medio este líquido tiende á ponerse  
» á nivel. »

Para apoyar estas aserciones se ha citado, como acabamos de ver el monte Ventoso (Vaucluse), sobre el cual se halla la *Fuente Feyolles* que dicen está en la cima; pero la cima de la montaña es 200 metros mas alta que la fuente.

Se ha citado, aún con mas frecuencia, la fuentecita que hay sobre el montecillo de Montmartre cerca de París, la que se halla á 50 piés debajo de la parte mas alta. Ninguna agua, decian, puede mantener constantemente una fuente situada en el lugar en que se encuentra, á ménos que no proceda de alguna montaña mas elevada, ó que no vaya de abajo arriba al estado de vapor. Sin embargo habiéndose medido la parte de la meseta que se halla sobre la fuente, y que por consiguiente podia transmitirle sus aguas por vía de simple desagüe interior, se vió que tenia 585 metros de largo y 495 de ancho, lo que forma 41 hectáreas, 46 áreas, y 75 centiáreas. Ahora bien, la cantidad media de lluvia que cae anualmente en París sobre una extension igual de terreno, excede de mucho la cantidad de agua que da la fuentecita de que se trata.

cima que vierte un manantial sobre la cúspide de una garganta; pero este manantial no se forma sobre la cúspide misma de la garganta, sino que proviene de toda la masa de terreno de que se compone la adjunta cima que muchas veces formaria por si sola una verdadera montaña, y vierte sus aguas sobre la garganta porque sus hiladas están inclinadas á aquel lado.

Cuando una montaña se termina en una meseta espaciosa, muy poco inclinada, y cubierta de algunos metros de terreno permeable colocado sobre una capa impermeable, es raro el que no haya allí un manantial que vaya á salir hácia el medio de la meseta ó en el punto mas bajo de ella. Las lluvias que caen con mucha mas frecuencia sobre las montañas que sobre las llanuras bajas, la grande extension de las mesetas y la constitucion ordinariamente favorable del terreno de la superficie, producen allí algunas veces manantiales de no poca consideracion, que en realidad no tienen sino algunos metros de terreno sobre el punto de su desembocadero. Hasta se ven allí lagos, que recogen de la parte de arriba y de los dos lados no pocos manantiales, cuyas aguas vierten aquellos en arroyos permanentes. Como los desembocaderos de estos manantiales y estos lagos no tienen sobre sí mas que algunos metros de terreno, esto ha hecho que muchísimas personas, más ansiosas de lo maravilloso que aptas para hacer observaciones exactas, supusieran que estos manantiales están enteramente colocados en la cima de las montañas, y que por lo mismo no pueden proceder sino de montañas mas elevadas mediante un sifon encorvado.

Si las mesetas que tienen un espacio suficiente, por ejemplo, 500 ó 600 metros, y además un terreno favorable, pueden producir manantiales proporcionados á su

extension, no sucede lo mismo con aquellas que son estrechas y no tienen sino unos 50 metros de extension: en estas no se ve manantial alguno, aún cuando fuesen favorables la constitucion y la disposicion del terreno, porque la falta de espacio es la causa de que no puedan formarse.

Las montañas cónicas y aisladas, cuya base tiene ménos de 400 ó 500 metros de diámetro, cualquiera que sea su altura y su constitucion, no pueden producir en su circunferencia sino manantiales de muy poco volumen, y las más de las veces no producen ninguno. Lo mismo debè decirse de las colinas prolongadas que no tienen, por ejemplo, más que 400 ó 500 metros de espesor en su base. Si la estratificacion y al mismo tiempo las aguas se dividen por mitad en el eje de la colina, no puede ésta, por elevada que sea, producir sino manantiales pequeños y pocos; y muchas veces, si el terreno no es favorable, puede no producir ninguno; pero si la estratificacion de la colina lleva todas las aguas á un lado, este espacio puede ser suficiente para formarlos de bastante volumen.

### Manantiales en las vertientes.

En las vertientes de las montañas y de las colinas que tienen muchos kilómetros de grueso, pueden hallarse manantiales de consideracion. Antes de indicar los puntos más favorables que pueden hallarse en ellas, debe hacerse una observacion que ha de preceder y áun dominar todas las otras, y es la inclinacion de las hiladas que aquellas encierran.

Cuando una montaña ó colina prolongada tiene en la parte superior una meseta y está colocada entre dos va-

llecitos, la meseta está ordinariamente más inclinada hácia el uno que hácia el otro; y sus hiladas, cuando las tiene, están paralelas á la superficie de la meseta. Cuando la cresta de division se halla hácia la mitad de la meseta, las dos vertientes tienen cada una sus hiladas diferentemente inclinadas, sus pendientes son casi iguales, y cada vertiente lleva á su vallecito la misma cantidad de agua; y si la cresta se halla sobre ó hácia una extremidad, la ladera que hay debajo de ella es la más rápida, y algunas veces es escarpada. Las hiladas tienen en esta ladera sus extremidades dispuestas en forma de gradas. Unas veces aparecen aquellas al descubierto, y otras veces están cubiertas por el terreno detrítico. Todas las aguas pluviales que caen sobre la meseta, siguen la vertiente que tiene la pendiente más suave, y van al vallecito que está más distante de la cresta. Así pues, nunca deben buscarse manantiales en la ladera más rápida, porque sus hiladas, en vez de conducir las aguas del interior al exterior de la colina, no solo recogen las que caen sobre la meseta, sino tambien las que caen sobre las gradas que salen á la cara de la tierra, y las conducen todas á través del espesor de la montaña hasta el pié de la ladera que tiene la pendiente suave. Sabiendo pues, que las aguas que caen sobre una meseta bajan entre las estratas y siguen su pendiente, por grande que sea la distancia desde la cual se divisa la meseta, puede cualquiera indicar el lado hácia el cual están inclinadas las hiladas de que está compuesta la montaña, en qué lado hay manantiales, y en qué lado no los hay (4).

---

(4) Despues de haber observado con atencion durante muchos años esta disposicion de las capas, y de haber profundizado esta otra observacion, que se halla en el capítulo I: *Cada cima de una*

No hay duda que puede suceder (y yo he visto ejemplos de ello) que las hiladas de las rocas, que regularmente deberian conducir las aguas hácia un valle, se hallan fracturadas verticalmente hasta la capa impermeable que las sostiene, y que ésta tiene una pendiente opuesta á la de las hiladas: entónces las corrientes de agua, en vez de continuar su curso del mismo lado de las hiladas, caen dentro de las hendiduras, bajan hasta la capa impermeable que les presenta una pendiente diferente, y retroceden para ir á salir al pié de la ladera más rápida; pero

*cresta de montaña es el punto de partida de dos ramales que toman direcciones opuestas; y cada garganta lo es tambien de dos valles opuestos: todas las veces que me he hallado delante de una vertiente de una montaña, he podido, mediante el costado que veía, describir con bastante exactitud la vertiente opuesta que nunca habia visto, é indicar lo siguiente: «De lo alto de tal cima parte un ramal ó una colina que toma tal direccion hácia la pendiente que nosotros no vemos; de tal garganta parte un vallecito que tiene á poca diferencia tal pendiente, y sigue tal direccion en la parte opuesta de la montaña;» y cuando el terreno era favorable á los manantiales: hasta he llegado á decir: «Partiendo de aquella garganta y siguiendo el fondo del vallecito que hay en la otra parte de la montaña, despues de haber andado á poca diferencia tantos metros, debe hallarse un manantial que tiene poco más ó ménos tal volúmen, y desde este manantial la pendiente cambia y se hace mas suave.» En todos los departamentos que he recorrido, millares de personas testificarían estos hechos. Ahora que el lector está enterado de los datos sobre los que se apoyaban estas indicaciones, debe ver que eran muy fáciles de hacer: sin embargo, los espectadores las consideraban muy extraordinarias*

Hé aquí cómo dan cuenta de estas indicaciones los redactores de *Diarios* que se habian hallado presentes:

*La Gaceta del Périgord*, de 16 de Noviembre de 1853. «Ordí-

esto no es más que raras excepciones que no deben tomarse por regla.

Cuando las laderas de pendientes rápidas son muy elevadas, teniendo por ejemplo 200 ó 300 metros de alto, y el terreno permeable que las cubre no tiene sino algunos metros de espesor, componiéndose todo lo restante de la ladera de terrenos propios para los manantiales, pueden en este caso formarse en ellas corrientes de agua que bajan hácia la base de esas laderas, pero no son ni abundantes ni numerosas.

»nariamente, al ver la vertiente de una colina, él (Mr. Paramelle) describe como si los hubiera visto, los movimientos del terreno que hay en la vertiente opuesta »

La *Gaceta del Berrí*, de 27 de Setiembre de 1834 « Todos aquellos que se ocupan de agricultura han oído hablar de los buenos sucesos que obtiene el abate Paramelle buscando aguas vivas. Sus conocimientos han adquirido tal grado de certeza y de precisión que, colocado en la parte de acá de una cuesta, puede, sin equivocarse, describir las ondulaciones y los accidentes del terreno de la vertiente opuesta, é indicar los manantiales que en ella se encierran. En los lugares que le son desconocidos, el señor Paramelle viaja siempre sólo, porque la corriente de los ríos y la disposición de las tierras le sirven de indicios con los cuales puede saber el lugar en que se halla, y encontrar otra vez su camino. »

El *Novelista de Pontarlier*, del 17 de Noviembre de 1844. « Al llegar el señor Paramelle á la aldea de los *Sarrazins*, del vecindario de Montlebon, declaró que era inútil pasar á la otra parte de la montaña para visitar los cortijos situados en la ladera opuesta á la en que él se hallaba, porque dijo que allí no había manantiales, sino que los había mucho más lejos, y muy abundantes. En efecto, ellos se hallan á 7 kilómetros del lugar desde el cual los anunciaba; y son tan abundantes, que suministran agua para hacer andar las máquinas de un establecimiento de aserrar. »

Las montañas y colinas, compuestas enteramente de arcilla, que tienen en la parte superior una meseta de caliza jurásica de bastante extension y de 8 á 15 metros de espesor, producen ordinariamente muchos manantiales al pié de la escarpa que forma el borde inferior de la meseta. Esto se verifica en especial cuando entre la capa caliza y la arcilla hay una capa de caliza margosa. Algunos de estos manantiales son visibles, pero la mayor parte están ocultos. La existencia de aquellos que están ocultos, se conoce por el reducto que presenta la escarpa, y por una ligera depresion ó pliegue que forma la arcilla enfrente de este reducto. Este pliegue de terreno está lleno muchas veces de trozos de roca que se han desprendido del reducto, y cubierto en algunas partes de plantas ó arbustos acuáticos. No se debe olvidar nunca de subir á la meseta calcárea para enterarse de su extension, y ver si es llana ó tiene pliegues. Cuando hay pliegues en la superficie, llegando cada pliegue al reducto en linea recta, indica el manantial que él allí conduce. Estos manantiales, que son siempre de buena calidad, son de poca entidad la mayor parte de ellos, y no son abundantes sino cuando la parte de la meseta que los produce, tiene mucha extension. Así pues, se hallan manantiales á lo alto de las cuevas, cuando se hallan en ellas las condiciones de terreno que acabamos de mencionar; pero esto no sucede con mucha frecuencia.

En un sin número de lugares se ven brotar manantiales muy abundantes al pié de cuevas rápidas, elevadas y compuestas de terrenos desagregados. Los más de los propietarios que tienen sus casas hácia lo alto de estas cuevas, creen que se puede llegar á estos manantiales sin hacerse excavaciones muy profundas, y en esto se equivocan. Para

que así fuese, sería preciso que cada manantial corriese por debajo de la meseta paralelamente á su superficie y á poca profundidad, y que al llegar á la cornisa se precipitase en cascada hácia el pié de la cuesta, y esto es lo que no sucede: porque yo he comprobado muchas veces que las corrientes de agua subterráneas no tienen sino la pendiente ordinaria de las corrientes de agua visibles, y que las cascadas son tan raras en las unas como en las otras. De aquí se sigue, que aquel que quisiese excavar hácia la cornisa de una cuesta para interceptar allí un manantial que sale de tierra en su base, escogería precisamente el punto más desfavorable de todo su tránsito, y se vería obligado á dar á la excavacion casi tanta profundidad como altura tiene la cuesta.

Empezando ya en la cornisa, la pendiente de la cuesta unas veces es lisa y sin ningun pliegue sensible, y otras veces compuesta de un solo pliegue de terreno: en otras partes está surcada de muchas depresiones y relieves más ó ménos marcados. De estos surcos, los unos van desde arriba hasta abajo, otros desaparecen al medio de la pendiente, y otros toman allí principio y continúan hasta el pié de ella.

Cuando la pendiente de una cuesta es absolutamente lisa y sin ningun pliegue, lo que sucede rarísimas veces, no hay otro motivo para hacer la excavacion en este punto mas bien que en otro, sino el de la distancia de la cresta de division; porque es sabido que, cuanto mas uno se aleja de este punto de division, tanto más considerable es la corriente de agua que se obtiene. Por lo mismo, si el punto en donde se quiere hacer la excavacion se halla distante de la cresta, por ejemplo, 2 ó 300 metros; si la estratificación de las rocas conduce el agua hácia la superficie,

y las hiladas que traen el agua son poco profundas, entónces será posible hallar allí una multitud de hiletos de agua que bajan de la cuesta y van muy cerca los unos de los otros; pero, como no hay ningún vallecito ó pliegue de terreno para concentrarlos, no se halla ninguno que sea de alguna importancia. Cuando no hay otro medio de procurarse agua, se hace al través de la cuesta una zanja horizontal, y de una longitud proporcionada á la cantidad de agua que se quiere obtener. (Más abajo en el capítulo XXVII, se hallará la forma que debe darse á esta zanja y al acueducto que allí debe construirse.) Estos hiletos de agua, así interceptados y bien recogidos, forman al fin, muchas veces, una corriente de agua bastante considerable, y en mis exploraciones me han suministrado no pocas veces medios de proveer de agua saludable y permanente á muchísimas villas populosas que sin esta zanja prolongada nunca la habrían tenido.

Si la cuesta forma una grupa estrecha y redondeada desde arriba hasta abajo, por poco convexa que sea; no se debe buscar agua en ella; porque no se hallaría sino muy poca ó quizás ninguna; pero si la grupa es muy ancha y tiene, por ejemplo, más de 500 metros de ancho, entónces forma una verdadera cuesta, y se puede hallar manantiales en ella, como luego se verá.

Si comparando los dos bordes laterales de la cuesta con el centro de la misma, se advierte que este centro es un tantito más bajo que los lados, no se debe buscar el agua hácia los bordes, sino que debe hacerse la zanja en el centro, donde hay una especie de *thalweg* bastante ancho, debiendo la zanja comprender toda su anchura.

Quando en una cuesta se ven muchos pliegues de terreno que van de arriba abajo, la excavacion que quiere

hacerse, debe verificarse en el *thalweg* de uno de ellos; y si el *thalweg* forma en la parte de arriba una pendiente más rápida que en la parte de abajo, la excavacion debe hacerse precisamente al pié de la pendiente rápida y en el punto en que comienza la pendiente más suave.

Si un pliegue de terreno parte de la cornisa de la cuesta y desaparece enteramente antes de llegar abajo, debe hacerse la excavacion al pié de la cornisa, ó á lo ménos tan cerca de ella como sea posible; porque esta desaparicion del pliegue indica que la corriente de agua se va al interior de la cuesta á medida que va bajando.

Una de las señales más favorables que pueda haber de la existencia de un manantial en una cuesta, es cuando empieza en ella un pliegue de terreno y continúa hasta abajo. En efecto, todas las veces que hay un manantial visible en una cuesta, sale este en medio de un pequeño circo que forma el principio del pliegue de terreno, y continúa corriendo exteriormente hasta el pié. Por lo tanto, el manantial oculto que se desea hallar, debe buscarse en el fondo de un hueco semejante y en un punto análogo.

Los puntos de una vertiente en donde los manantiales ocultos son más numerosos, más abundantes, ménos profundos, y en los que su presencia está mejor caracterizada, se hallan en la línea costanera. Esto no quiere decir que se puedan hacer excavaciones indistintamente en todos los puntos de esta línea: muy al contrario, los puntos favorables no se hallan sino de trecho en trecho, y en intervalos unas veces muy cortos y otras veces muy largos: es preciso pues tener mucho cuidado en saber conocer bien estos puntos.

En primer lugar debe evitarse el hacer la excavacion en ninguno de los puntos en que la costanera da la vuelta

á un ángulo saliente, porque las grupas de las montañas, de las colinas, de los estribos y de los espolones están destituidos de todo manantial. Debe evitarse tambien, cuanto sea posible, hacer la excavacion en los trechos en que esta línea sigue el pié de una cuesta lisa ó muy corta, porque con una excavacion ordinaria no podrian hallarse sino hiletos de agua de poca importancia, y las más de las veces no se encontraria ni uno, á ménos de hacer una zanja prolongada. Aunque todas las otras circunstancias del terreno sean favorables, debe además evitarse el hacer en esta línea excavacion alguna en los parajes cubiertos de tierras desplomadas (1), porque el grueso de esta capa haria que el manantial fuese tanto más profundo; cuanto más espesa fuese esta capa. Asi es que debe hacerse la excavacion en la línea costanera, y en uno de los puntos siguientes, que cada uno verá serle más cómodo 1.º En la punta de un ángulo entrante, ó por mejor decir, en su extremidad más remota: 2.º En la extremidad más remota de un lugar reducido que esté al nivel de la llanura y al pié de una escarpa: 3.º En la parte baja de un pliegue de terreno, ó bien de una barranca, y en el punto en que se cruzan su *thalweg* y la costanera: 4.º Deben escojerse con preferencia los puntos en que se ven salir corrientes de aguas en tiempo de fuertes lluvias, y aquellos tambien en que se ven crecer arbustos ó plantas acuáticas.

Como á veces se hallan cuestas que están compuestas enteramente de rocas, cuando se escoge el punto de la línea costanera en que se quiere hacer la excavacion, debe tenerse cuidado en no hacerla demasiado cerca de

---

(1) Véase lo que se ha dicho sobre las tierras desplomadas en el cap VII.

la base visible de la roca, porque su pendiente superficial continúa ordinariamente debajo del terreno de transporte. Si después de haber comenzado la excavación, se ve que esta ha caído sobre la base de la roca, debe en tal caso hacerse más atrás, repitiendo muchas veces esta operación, si necesario fuere, hasta que se vea que se halla precisamente al pié de la pendiente subterránea de la roca, y está colocada sobre capas de roca ó de tierra casi horizontales.

### Errores de óptica que deben evitarse.

*Nosotros tenemos*, dice Brisson (*Fisic.*, núm. 1211), *una infinidad de ilusiones de óptica, ó errores de la vista, de que no podemos preservarnos.* Por el efecto de uno de estos errores, un hombre que se halla en un barquichuelo en medio de un estanque, en lugar de ver la superficie del agua horizontal, como efectivamente lo es, se imagina siempre que ella se eleva alrededor de él; y si este hombre se coloca á la orilla del estanque, le parecerá que la superficie del agua forma un vallecito, cuyo eje llega hasta tocar sus piés, y este vallecito aparente andará y se detendrá á medida que él ande ó se detenga.

Del mismo error es víctima el hidróscopo cuando hace sus operaciones en medio de una llanura aplanada ó lisa, y enteramente descubierta. Así pues, debe tener muy presente este error de óptica que siempre le hace ver como más bajo el punto donde él se encuentra, y que se eleva por todos lados el terreno que le rodea; por manera que podría creer que se halla en el centro de un grande embudo de boca muy ancha; pero lo que le desengaña es el ver que este centro se mueve al mismo tiempo que

él. Cuando hace sus operaciones en un pliegue de terreno extremadamente poco deprimido, que tiene una llanura de algunas decenas de metros de ancho, y en la cual las aguas pluviales no han dejado ninguna señal de *thalweg*, si mira sucesivamente las dos pequeñas vertientes, le parecen más rápidas de lo que realmente son, y que los dos planos van á unirse bajo sus piés. Si echa la vista sobre el pliegue de terreno, tanto á la parte de arriba como á la de abajo, éste le parece más deprimido de lo que lo es en realidad, y cree ver un vallecito prolongado, cuyo *thalweg* pasa siempre por debajo de sus piés. Cuando por fin atraviesa esta pequeña llanura, le parece que el *thalweg* camina y se detiene al mismo tiempo que él, y le es imposible librarse de estas ilusiones.

Por lo tanto, á fin de preservarse de los errores en que pudiera ser inducido por estas falsas apariencias, debe el hidróscopo en este caso, para hallar el verdadero *thalweg*, ir hácia la parte de arriba del pliegue de terreno hasta que vea un punto en donde el *thalweg* ha sido marcado por las aguas pluviales, plantar allí un piquete, dirigirse en seguida hácia la parte de abajo para hallar allí también los rastros del *thalweg* y plantar allí otro piquete. Es muy raro el que esos rastros del *thalweg* no se hallen á una corta distancia. Entónces se conoce que la línea que indican los dos piquetes es la que sigue la corriente de agua subterránea, y que por lo mismo debe hacerse en ella la excavacion.

## Exámen de los manantiales que por sí mismos salen de tierra.

Después del estudio de la teoría, el mejor medio de conocer los puntos más favorables para poner á descubierto los manantiales, es visitar durante algunos meses un número muy considerable de manantiales que naturalmente salen de la tierra. En cada uno de los manantiales que encontrará el jóven hidróscopo, examinará el volumen de agua que él tiene, las capas permeables que hay sobre él y la capa impermeable que lo conduce fuera de tierra, la naturaleza de dichas capas y la inclinacion que tienen. Después recorrerá con detencion toda la parte superior del vallecito ó del pliegue de terreno que produce el manantial, examinará su perimetro, su *thalweg*, el terreno de transporte, su constitucion, su estratificacion, las pendientes de las cuestas; y en una palabra, procurará hacerse cargo de todas las circunstancias del terreno en las que cada manantial se forma, anda y sale de tierra. Después de haber examinado la parte superior, cuando baje seguirá el *thalweg* para ver si el agua del manantial, después de haber andado sobre la tierra cierto trecho, vuelve á entrar debajo de tierra por infiltracion ó por alguna abertura, y va á salir otra vez más abajo para formar allí una nueva fuente. Observará en fin, cuando el caso se presente, cuantas veces la misma agua aparece y desaparece ántes de llegar á la corriente de agua superficial y permanente dentro de la cual va ella á echarse.

Cuando el jóven hidróscopo haya examinado de esta manera algunos millares de manantiales, sacará esta con-

clusión general: *Que estos se forman, corren y se producen diferentemente segun los diferentes terrenos; y que en cada especie de terreno guardan cierta uniformidad.* Él verá, por ejemplo, que en los terrenos primitivos los manantiales son generalmente muy numerosos, poco profundos, que se desvian rara vez de su curso, y tienen un pequeño volumen; que en los terrenos secundarios son mucho más raros, más profundos, más abundantes, y su curso por debajo de tierra se desvia con bastante frecuencia. Por fin quedará convencido de que para hacer excavaciones con buen éxito, es preciso imitar la naturaleza, y practicar aquellas en unas circunstancias de terreno análogas á las en que los manantiales se manifiestan naturalmente.

El jóven hidróscopo, que habite en uno de los departamentos que yo he explorado, ó le sea fácil ir á él, hará muy bien de ir á examinar el mayor numero posible de indicaciones que allí hice, de observar todas las circunstancias de los terrenos en que las hice, de preguntar en cada sitio qué cantidad de agua y qué profundidad declaró; y de visitar tambien las localidades en que dije que no habia ningun manantial á fin de ver cómo fué aplicada la teoría. Este exámen le pondrá en disposicion de indicar á primera vista, no solo los manantiales que se hallen cerca de él, sino tambien los que se hallen á alguna distancia. Para estar, pues, en disposicion de indicar los manantiales, no basta estudiar bien esta teoría en el bufete, ni tampoco aprenderla de memoria; sino que es preciso tambien adquirir un conocimiento profundo de los terrenos que no se puede obtener sino hallándose sobre los terrenos mismos.

De esta manera, despues de haber estudiado yo por

largo tiempo y en millares de sitios las circunstancias del terreno, en las que salen naturalmente los manantiales, logré lo que jamás hubiera creído; es decir, poder indicar inmediatamente y con exactitud, en cualquier paraje que me condujesen, y en toda la extension del terreno que podia divisar, el punto en que salia cada uno de los manantiales, y hasta anunciar su volumen siempre que podia ver la extension de su hoyo. Y estas indicaciones no solo las hice unas cuantas veces; sino que, durante los veinte últimos años de mis escursiones, hallándome á media legua y á veces á una legua de distancia de una cuesta que yo veia por la primera vez, á peticion de los curiosos que me seguian, tuve casi todos los dias ocasion de indicar con precision todas las fuentes que allí habia. Yo decia, por ejemplo: á tantos pasos á la parte de levante ó de poniente, al norte ó al mediodia de tal casa, de tal árbol, de tal breña, hay un manantial visible que tiene tal volumen. Y todos los habitantes de aquel lugar respondian: *Es verdad, caballero, es muy cierto. ¿cómo puede usted saberlo?* Esta simple aplicacion de las nociones que contiene este tratado, era un prodigio para ellos. Hé aquí cómo algunos periódicos han dado cuenta de algunas de estas designaciones, que yo cito para alentar á los jóvenes hidróscopos.

*La Gaceta del Périgord*, de 16 de Noviembre de 1833:

Al llegar por la primera vez á Périgueux, el sabio hidrognoista, hallándose en medio de unos doce espectadores reunidos en el terrado del alcalde de aquella villa y en presencia de este magistrado, indicó con el dedo, de una manera la más exacta y á una gran distancia, siete manantiales que declaró él ser los únicos que habia en aquel lado; y de estas siete indicaciones se halló que las

cinco eran otros tantos manantiales que los espectadores conocian tiempo habia. Cuando llegó á lo alto del campo de César, y seguido siempre de la misma comitiva, el Sr. Paramelle indicó tambien, con grande sorpresa de los que le acompañaban, el punto fijo en que debian brotar los cuatro manantiales que se hallan en la orilla derecha del Isle, cerca de Périgueux; á saber, el del *Toulon*, otro cerca de la hacienda de M. Raynaud, y los del *Arceau* y del pozo de *Tourny*, manantiales que él no habia podido ver todavía. En Thiviers, en presencia del juez de paz, habia indicado tambien todos los manantiales de aquellos alrededores. Nosotros podríamos multiplicar al infinito citas de semejantes experimentos que son ordinariamente el prelude de las investigaciones del Sr. Paramelle. En todos los lugares en que se presenta nuestro geognosta, indica inmediatamente todos los manantiales que hay en ellos, tanto si están ocultos, como si son visibles.

«El Sr. Paramelle repite sin cesar y con modestia, que no es infalible su teoría, atendido que, de cuarenta y siete ensayos, tres han salido frustrados, y que su descubrimiento necesita todavía ser perfeccionado.»

El *Courrier du Midi*, diario del Herault, del 24 de Abril de 1844: «Nos escriben de Bédarieux el 19 de Abril:

«El Abate Paramelle ha pasado una semana entre nosotros. Este hombre, á quien sus grandes trabajos geológicos hacen capaz en un grado tan eminente, era el objeto de la más viva curiosidad. Todos deseaban verle cuando pasaba para examinar su fisonomía. El dia despues de su llegada empezó ya sus escursiones. Era verdaderamente curioso verle atravesar los campos, seguido de una

escolta de cuarenta ó cincuenta hombres, indicar á esta columna, ávida de oírle, la existencia del agua, las más de las veces á una distancia de trescientos pasos, analizar la calidad del terreno, indicar la profundidad de cada manantial, y todo con tanta precision, que uno se ve obligado á creer que hay en él una facultad instintiva, desarrollada al más alto grado.»

*El Eco de las Cevenas* de 29 de Mayo de 1841: «¿Cuáles son los procedimientos geológicos que emplea este hombre admirable en el descubrimiento de las corrientes de agua? ¿Cuál es el método particular que él mismo se ha hecho en esta ciencia? Nosotros lo ignoramos; pero puede creerse que él es el primero, el unico quizás, que, tanto en los tiempos antiguos como en los modernos, ha poseido esta facultad, enteramente especial, en un grado tan eminente.»

«Lo que hay de cierto es que, sin preocuparse, sin hacer esfuerzos aparentes, indica desde distancias considerables los manantiales que encierran los lugares circunvecinos.»

«Luego que llegó á Vigan, fué conducido á una hacienda situada sobre el peñasco de *Bourque*. Desde allí, á simple vista, y en presencia de ocho á diez personas, entre las cuales nosotros nos hallábamos, él indicó en un ámbito de una legua unas diez ó doce fuentes, conocidas todas de los que estábamos presentes. Es imposible dar indicaciones mas precisas que las que él dió, y los que le rodeábamos, testificando la exactitud y la certeza de ellas, no podíamos dejar de admirar á este hombre prodigioso.»

*El Correo del Gard*, del 4.º de Abril de 1842: «Toda la gente ha podido verle indicar de muy léjos, y con una simple mirada general sobre el país, el lugar de los ma-

nantiales conocidos, que solo él no habia visto jamás, ni siquiera habia podido acercarse á ellos.»

El *Novelista de Pontarlier*, del 17 Noviembre de 1844: «Aunque estuviésemos todavía á la distancia de un cuarto de hora del manantial, y fuese por lo mismo imposible verlo, á causa de hallarse el terreno cubierto de hayas frondosas y de malezas muy espesas, él indicó el manantial con una precision asombrosa: *Allí está, enfrente de aquel abeto; conservadlo, dijo, porque, querer aumentarlo, es echarlo á perder.* Despues de esto, hizo la descripcion del manantial del *Orbe* que jamás habia visto, y que sale junto al *Diente-del-Vaulion*. Echando una mirada sobre el *Mont-Tendre*, dijo á los que le rodeaban: *La vertiente del noroeste no contiene ningun manantial; pero la vertiente opuesta los encierra todos;* y las personas acostumbradas á visitar este pais, saben que es enteramente exacto el dictámen que dió el Sr. Paramelle. Él dió pruebas de su saber, y dejó admirados á los habitantes del pais, indicando desde léjos los manantiales y las corrientes de agua, como tambien la cualidad, buena ó mala, de las aguas de unos y otras.»

El mismo periódico, en 27 Octubre de 1844: «El sabio hidróscopo siguió el manantial, y fué en derecha á un hueco que por cierto no habia visto jamas, y en donde él salia de tierra. En los *Hospitales Nuevos*, él señaló con el dedo el unico manantial que hay allí.»

La *Centinela del Jura*, de 12 Noviembre de 1844: «El Cura Paramelle, desde la quesera del señor Federico Gauthier, examinó las colinas que rodean, por la parte del norte, la hoya en la cual está edificada la ciudad de Lons-le-Saulnier, y desde aquel punto indicó, con una sagacidad y precision verdaderamente inconcebibles, el

lugar y el volumen de muchos manantiales conocidos de todos los que le estaban escuchando , pero que él nunca habia visto . »

El *Diario del Ain*, del 14 de Abril de 1845: «En sus excursiones exploradoras, él viaja siempre montado en un caballo . . . Hé aquí como se conduce cuando vá al sitio que tiene fijado en su invariable itinerario: desde el momento en que puede divisarlo , se hace cargo luego de todo el conjunto geológico. Cuando hace parar el caballo y dirige á lo léjos sus miradas escudriñadoras, salen de sus ojos rayos luminosos y parece que penetran las entrañas de la tierra. Dirigiéndose entónces á los de su comitiva, indica á muchos kilómetros de distancia manantiales que, para él que es forastero, no tienen otras miras que la copa de un árbol, la sesgadura de una colina, un camino ó un peñasco. La comprobacion de esta indicacion, que se hace en el mismo instante por la gente del país, demuestra siempre, que ella es enteramente exacta. »

El *Diario de Saône y Loire*, de 10 de Octubre de 1846: «Anteayer, el Cura Paramelle, acompañado del señor Prefecto, de los señores adjuntos, de muchos miembros del consejo municipal, del señor Vinsac, agente veedor de distrito, del señor Guillemín, arquitecto de la ciudad, y de algunos curiosos, exploró los terrenos fronterizos de la cuesta noroeste de Mácon. El célebre hidróscopo dejó admirados á todos los asistentes al ver éstos la precisión extraordinaria con que indicaba, desde distancias considerables, los manantiales, tanto conocidos como no conocidos, situados en los lugares, hasta los que podia alcanzar su vista . »

El mismo diario, en 4 de Noviembre de 1846: «El lunes 26 de Octubre último, acompañado el Cura Parame-

lle de los señores adjuntos del alcalde, de muchos miembros del consejo municipal y de una asistencia numerosa, recorrió las cercanías de Charolles, con el objeto de descubrir manantiales tan abundantes como conviene para satisfacer á todas las necesidades de la villa. Despues de haber indicado, con una precision y rapidez asombrosa, todos los manantiales ya conocidos, descubrió otros dos aun no conocidos y de un volumen considerable. El señor Paramelle, indicó los muchos manantiales que allí habia, y cuya presencia no era indicada por ninguna señal visible »

La *Esperanza* de Nancy, en 18 de Mayo de 1847: «Uno de los momentos que mas sorprenden, es cuando de lo alto de una eminencia, desde la cual se descubre un dilatado horizonte, el Cura Paramelle se pone á indicar todos los manantiales de la comarca, tanto los que están ocultos, como los ya conocidos, por mas distantes que se hallen. Nosotros hemos disfrutado de este magnífico y maravilloso espectáculo, constituidos como estábamos sobre la cuesta del *Aufremont*. El geólogo estaba allí rodeado de las notabilidades de la cabeza del partido de los Vosges; y sin que hubiese recorrido el país, y solamente, con la simple inspeccion de los sitios, indicaba todos los manantiales que debia haber á grande distancia en aquellos alrededores. Nada era tan curioso como la admiracion de todos los espectadores que, con el conocimiento que tenian de aquel territorio, sabian que sus cálculos eran exactos.»

La *Tribuna de Beaune*, del 4 de Abril de 1849: «Él indica los sitios en donde deben hacerse las excavaciones para hallar manantiales, con una prontitud y precision increíbles; y vá directamente, y sin que se lo indiquen, á

aquellos puntos en donde los hay, pero que solo lo saben los habitantes del país. Otras veces, si los manantiales están muy distantes, ó algun obstáculo le impide acercarse á ellos, el Cura los indica con el dedo, dejando en extremo sorprendidos á los viñeros que le siguen en tropel. El Cura Paramelle es un sabio práctico, que presta inmensos servicios á los países por donde pasa, y de quien respetamos tanto el carácter, como admiramos el saber. •

## CAPÍTULO XVII.

---

### MEDIOS PARA CONOCER LA PROFUNDIDAD DE UN MANANTIAL.

La excavacion que se quiere hacer para que salga afuera un manantial, puede practicarse, como se ha dicho, en el *thalweg* de un vallecito, en la línea costanera, en una ladera, en su cornisa ó en una meseta.

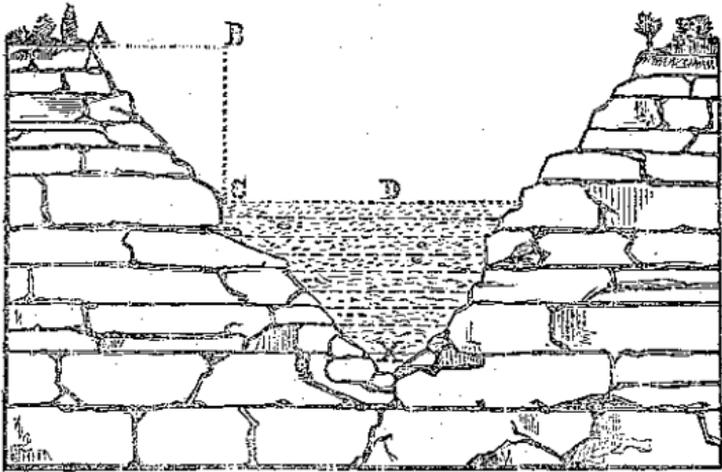
1.º Cuando se quiere hacer la excavacion en el *thalweg* de un vallecito, es preciso examinar si el manantial es visible en uno ó mas puntos, ya sea naturalmente, ó bien en algun hueco hecho por manos de hombre, y en especial si sale mas abajo y no muy lejos del sitio en donde se quiere excavar. Cada parage en que sale el manantial, es un punto señalado de donde debe partirse para conocer, por medio de una nivelacion, el grado de mayor elevacion en que se halla el lugar que se quiere excavar, comparado con aquel en donde el manantial sale de tierra. La diferencia de nivel que se halla entre estos dos puntos, es la profundidad del manantial y un poco ménos; por-

que el manantial debajo de tierra tiene alguna pendiente, por poca que sea, y esta indica que no habrá necesidad de excavar hasta el nivel que tiene el punto en donde sale de tierra. Sin embargo, si el manantial sale á fuerza de un movimiento ascensional, y se puede sondar la profundidad de la columna ascendente, en este caso se debe nivelar, no desde la superficie del agua del manantial, sino desde el fondo de su conducto vertical.

Si el punto en que se quiere excavar, no se halla sino á algunos centenares de metros de un río ó de un arroyo en que pasa agua continuamente, y el manantial no sale de tierra en la llanura, debe uno asegurarse por si mismo ó bien tomando informes de otros, si al tiempo de estar hajas las aguas, él sale ó nó fuera de tierra en el ribazo ó en el fondo del canal de la corriente de agua por un conducto que venga de abajo hácia arriba. En cualquiera de estos dos casos no debe hacerse mas que nivelar, como se ha dicho, ó bien desde el punto en que sale de tierra en el ribazo, ó bien desde el fondo del conducto vertical, y puede uno estar seguro de que no tendrá necesidad de ir á encontrar el agua hasta el nivel del fondo del conducto, ni siquiera hasta el nivel del fondo del río ó del arroyo, porque el agua del manantial se elevará y se mantendrá en la nueva excavacion, á lo ménos, al nivel de la corriente del agua visible.

2.<sup>o</sup> Cuando el manantial, que es conducido por un valle, no se deja ver en ningun punto, ó bien está demasiado distante el sitio en que se deja ver, ó á un nivel demasiado bajo, si se compara con el punto en que se quiere excavar, en tales casos se puede conocer su profundidad por medio de la siguiente operacion: Como el fondo de casi todos los valles está lleno de tierras de tras-

porte, á excepcion de los sitios estrechos; y habiéndome demostrado los infinitos experimentos que he hecho, que la línea de interseccion de las dos laderas es generalmente la mayor profundidad en que puede hallarse el manantial debajo de todos estos embarazos de tierras trasportadas; se determina, por los medios que se han indicado, el punto del *thalweg* en que se quiere excavar, y se planta allí un piquete; despues se mide la distancia que hay entre este piquete y el pié de una de las laderas, y en seguida se nivela esta ladera para conocer su altura y la distancia horizontal que hay entre su cornisa y una línea vertical que debiera elevarse desde el pié de la ladera. Esta altura y esta distancia se componen de las alturas y de las distancias parciales que se han hallado en las estaciones de la nivelacion. Una vez terminada esta operacion, se establece la proporcion siguiente:



Corte de un vallecito, cuyo fondo está cegado por el terreno de trasporte.

La distancia que hay entre la cornisa y la línea vertical, que parte del pié de la ladera, es á la altura de la ladera, como la distancia horizontal que hay entre el pié de la ladera y el punto en que se quiere excavar es á la profundidad del manantial. Así,  $AB : BC :: CD : DX$ . Multiplicando la altura  $BC$  por la distancia  $CD$ , y dividiendo el producto por la distancia  $AB$ , se hallará en el cociente la profundidad que hay desde  $D$  hasta  $X$ , que es el punto en que corre el manantial.

Quando la pendiente de la ladera es uniforme, puede uno dispensarse el nivelarla sino hasta arriba: se puede, por ejemplo, no nivelarla hasta la tercera ó cuarta parte de su elevacion, y el resultado de la operacion será el mismo.

Quando el valle se ensancha y se estrecha alternativa-

mente, este medio de conocer la profundidad del manantial no se debe emplear en los puntos en que hay estrechez, sino que debe practicarse esta operacion en los puntos ensanchados de la parte de arriba ó de la parte de abajo del valle, en el punto en que se hallan más distantes los piés de las dos laderas.

Es verdad que en ciertos valles el manantial no se halla en la línea de interseccion, y que corre á una profundidad mayor; y esto sucede principalmente cuando las capas de las dos laderas están en gran manera inclinadas y se hunden hácia el *thalweg*. De ahí resulta que, hallándose desunidas las dos estratificaciones, dejan entre sí una quebraja vertical que no puede sostener el manantial en la union de sus superficies; pero esta casualidad de hallar el manantial un poco más profundo de lo que se esperaba, es excepcional, y se halla compensada con mucha ventaja por las probabilidades incomparablemente más numerosas que hay de hallarla á menor profundidad; porque, siempre que las hiladas de las dos laderas están horizontales y son impermeables, rara vez sucede que no se hallen hiladas continuas ántes de llegar á la línea de interseccion que forman las dos laderas. El terreno de trasporte, que forma el fondo del valle, está compuesto las más de las veces de capas alternativamente permeables é impermeables, que sostienen el manantial mucho más cerca de la superficie del terreno de lo que podia esperarse, atendida la inclinacion de las laderas.

Cuando el manantial pasa por la orilla de la base de una escarpadura ó de una ladera extremadamente rápida, la nivelacion debe hacerse en la ladera opuesta.

Estos dos medios de conocer la profundidad de un manantial, no solo son aplicables al manantial que sigue el

*thalweg* subterráneo, sino tambien á todos aquellos que circulan en la misma llanura y á los que hay en las líneas costaneras; porque tanto en las corrientes de agua ocultas, como en las corrientes de agua visibles, el nivel de cada una de las corrientes accesorias concuerda en la parte de su embocadura con el nivel de la corriente principal.

3.º Como los dos medios que acaban de indicarse no son aplicables sino á los manantiales que se hallan en los bajos llanos, cuando se quiere conocer la profundidad de los que hay en las cuevas ó sobre las mesas de las montañas, debe procederse de diferente manera. Aquí todo se reduce al conocimiento de las capas permeables é impermeables, que no puede adquirirse sino con el estudio de libros de geognosia, y á fuerza de muchísimas observaciones hechas sobre el terreno. Cuando uno se ha fijado bien sobre el punto en que debe hacerse la excavacion, ya sea en la pendiente, ya en la cornisa de una cuesta, entónces parte de este punto, y baja á lo más como unos diez pasos. Mientras va bajando examina con atencion la inclinacion y la constitucion de cada una de las capas, ya de roca, ya de tierra. En esta especie de pendientes, las extremidades superiores de las capas son casi siempre visibles; y cuando no lo son en el *thalweg* mismo, lo son ordinariamente al lado de él, en alguna escarpadura ó pendiente más rápida, en alguna barranca, ó en algun hueco hecho por mano de hombres. Si la inclinacion de las capas está opuesta á la pendiente superficial de la cuesta, y en vez de conducir las aguas afuera de la montaña ó de la colina, las conduce á la parte interior de las mismas, no debe hacerse allí excavacion alguna; porque, como se ha visto en el capítulo xvi, está desprovista de

manantiales toda ladera en que se observa esta estratificación. Si las capas están colocadas horizontalmente, ó inclinadas de la misma manera que la superficie de la cuesta, no debe uno detenerse al bajar en ninguna capa permeable, sino en la primera impermeable que se le presente á la vista, porque esta es la que lleva el manantial. Nivelando en seguida esta capa hasta el punto en que se quiere excavar, se hallará la verdadera profundidad del manantial. Debe, sin embargo, deducirse la altura que puede adquirir la capa impermeable desde su superficie exterior hasta este punto. Esta altura puede saberse con mucha facilidad, nivelando la pequeña parte de la capa que se muestra en la superficie: si, por ejemplo, esta parte está inclinada un decímetro por metro, y el punto en que se quiere excavar se halla á 20 metros de distancia horizontal, la capa y el manantial se hallarán más elevados de unos 20 decímetros en el punto en que se quiere hacer la excavacion.

De la misma manera debe procederse cuando se quiere conocer la profundidad de un manantial situado sobre una mesa de la montaña. Despues de haber señalado el punto en que debe hacerse la excavacion, sigue uno el *thalweg*, y se dirige al pié de la escarpadura ó de la pendiente rápida que forma la cornisa de la cuesta; despues nivela la capa impermeable más elevada que puede encontrar, y se procede de la misma manera que se ha dicho tocante á los manantiales que quieren descubrirse en las cuestas.

4.º Hay todavía un medio muy sencillo de conocer la profundidad de los manantiales; pero no se puede aplicar sino en las llanuras, y es el que se ha explicado en el capítulo precedente. Si en el llano en que se quiere hallar agua, hay ya muchas excavaciones que hayan llegado

hasta ella á una misma profundidad ó á poca diferencia, puede uno estar seguro de hallar el manantial á la misma profundidad que sus vecinos, con tal que sea la misma la calidad del terreno.

Estos cuatro medios de conocer la profundidad de los manantiales son los únicos que me han hecho descubrir los treinta y tres años que llevo de estudios ó de experiencia. Si ellos no pueden servir para determinar en todos los casos esta profundidad de una manera rigurosamente exacta, á lo ménos resuelven casi siempre la cuestión importante, que es saber el *máximum* de profundidad que puede tener un manantial en el punto en que se quiere excavar, y por consiguiente el *máximum* de gastos que deben hacerse para llegar á él. El que quiera conducirlo delante de su casa, puede saber también con una sencilla nivelación si el tal manantial es bastante elevado para poder llegar al sitio que se desea.

## CAPÍTULO XVIII.

### MEDIOS PARA CONOCER EL VOLUMEN DE UN MANANTIAL.

Ciertos terrenos absorben mucha más agua pluvial que otros; y supuesto que los tiempos lluviosos hacen que los manantiales sean incomparablemente mas abundantes que los tiempos de sequedad, su producto no puede ménos de variar mucho de un terreno á otro y de una á otra estacion. Cada vez que llueve, aumentan más ó ménos todos los manantiales, y en seguida disminuyen cada día hasta que vuelve á llover; por manera que tal vez no hay un solo manantial que dé dos días seguidos la misma cantidad de agua. Por lo tanto, nadie espere hallar aquí cálculos rigurosos segun los cuales se pueda demostrar, que en una extension dada de terreno hay un manantial oculto, que en tal espacio de tiempo arroje tal cantidad de agua; porque para esto seria preciso saber exactamente de antemano la época de cada lluvia y la cantidad de agua que ella verterá sobre la hoya que produce el manantial. Así pues, esta cuestion no puede resolverse sino

por valuaciones que se aproximen más ó ménos á la exactitud.

Como en ciertos casos hay grande interés en conocer, á lo ménos con aproximacion, el *minimum* de agua que puede producir el manantial que se quiere descubrir, con el fin de adquirir sobre este particular algunas nociones tan exactas como fuese posible, me he dedicado durante mucho tiempo á observar las cantidades de agua que producen las mesas situadas sobre montañas ó colinas aisladas, en las que me ha sido fácil cubicar el agua de cada manantial y medir la superficie de la hoya que lo producía; y hé aquí el resultado general de estas observaciones. En aquellas mesas que están cubiertas de una capa de terreno detrítico de dos metros á siete u ocho metros de espesor, colocada sobre otra capa impermeable convenientemente inclinada, he observado que toda superficie de unas cinco héctaras produce en tiempo de sequedad ordinaria un manantial de un centímetro (1) de diámetro á poca diferencia, el que da cerca de cuatro litros de agua por minuto.

Partiendo de esta cantidad que es el producto ordinario de los terrenos más favorables á los manantiales, se hallan segun las diferentes localidades otros terrenos que, con motivo de su porosidad, de su disposicion ó de su compacidad, producen cantidades de agua que varían desde este centímetro por cada cinco héctaras hasta cero, porque hay terrenos tan compactos y tan impenetrables al agua,

---

(1) Se llama *un centímetro de agua fontanal* la cantidad que da un orificio circular y lateral de un centímetro de diámetro, conservándose constantemente la superficie del agua á seis milímetros sobre el centro de este orificio.

que ni veinte ni cien hectáreas de extensión producen el más pequeño manantial. Como los terrenos permeables é impermeables se mezclan y se combinan entre sí de mil maneras diferentes, es imposible establecer reglas, segun las cuales pueda fijarse la cantidad de agua que produce cada combinacion; sin embargo, el estudio de los diferentes terrenos, y las observaciones muy repetidas sobre la cantidad de agua fontanal que da cada combinacion, pueden poner al hidróscopo en estado de apreciar con bastante exactitud la cantidad de agua que puede producir cada manantial. Despues de haber pasado yo nueve años en estudios teóricos y en observaciones sobre los manantiales, me ocupé los veinticinco años siguientes en indicar, casi todos los dias, manantiales de toda clase de volúmenes. En un escrito, que quedaba en poder del propietario, declaraba yo la cantidad de agua que debia producir cada uno de ellos, y en la mayor parte de las tentativas que se hicieron, se halló la cantidad de agua que yo habia anunciado, habiendo sucedido rarísima vez el que se haya hallado una cantidad notable, ni de más, ni de ménos.

En los primeros años hacia la nivelacion del terreno en cada operacion para saber la profundidad del manantial, y medía la superficie de su concha para conocer su volumen. Viendo despues que los manantiales no observan debajo de tierra leyes bastante fijas para que puedan someterse á cálculos rigurosos; y que por otra parte los datos geológicos, ciertos en el mayor número de casos, presentan casi todos algunas excepciones, me habitué á nivelar y medir á bulto los terrenos, y nunca he observado que mis previsiones hayan sido ménos exactas que cuando me servia de instrumentos.

## CAPÍTULO XIX.

---

### TIERRENOS FAVORABLES PARA DESCUBRIR LOS MANANTIALES.

Para que un terreno sea favorable al descubrimiento de los manantiales, debe reunir dos condiciones principales, que son: tener en la superficie una capa permeable de algunos metros de espesor, y que debajo de esta capa permeable tenga otra impermeable, inclinada de una manera conveniente. Si esta disposición del terreno se repite muchas veces, es decir, si muchas capas permeables están colocadas sobre otras capas impermeables, alternando entre sí, y todas están inclinadas de una manera conveniente, corre un manantial sobre cada una de las capas impermeables; de lo que resulta que, perforando un pozo artesiano, ó haciendo un pozo ordinario hasta cierta profundidad, se halla muchas veces un manantial en cada una de estas capas impermeables que se atraviesan (1).

---

(1) Véase la nota que hay en la página 445.

En igualdad de circunstancias cae mas lluvia sobre las montañas que sobre los valles que las rodean; porque, corriendo las nubes ordinariamente con un movimiento horizontal y pasando á grandes elevaciones, se deshacen muchas veces en lluvia sobre las cimas que encuentran, miéntras que no derraman sino poco ó nada de sus aguas en los terrenos bajos; de lo que resulta, que los países montañosos son los mas favorables á la produccion de los manantiales. Por otra parte, los árboles y las plantas de que están cubiertos ordinariamente esos países, y la frescura que en ellos conservan unos y otras, preservan el terreno de los fuertes ardores del sol, disminuyen considerablemente la evaporacion, y dejan tiempo á las aguas pluviales para infiltrarse dentro de la tierra á donde van á formar los manantiales.

Los terrenos primitivos, aunque sean por su naturaleza poco permeables, con todo, cuando tienen sus mesetas cubiertas de terreno detrítico, ó de rocas en que hay un grandísimo número de hendiduras verticales, contienen muchos manantiales poco distantes el uno del otro, y todos ellos de poco volumen. Cuando estos terrenos presentan diferentes formaciones, colocadas las unas sobre las otras, como por ejemplo el gneis, los filados, las euritas, los diabasos, las calizas primitivas etc., los manantiales se hallan allí mas abundantes. Las mesetas y las laderas de los terrenos primitivos que son llanos ó no tienen ondulaciones, y que además no están cubiertos de terrenos permeables, están comunmente desprovistos de manantiales.

Como los terrenos intermediarios ó de transicion son por su naturaleza muy permeables al agua cuando están colocados inmediatamente sobre terrenos primitivos, las

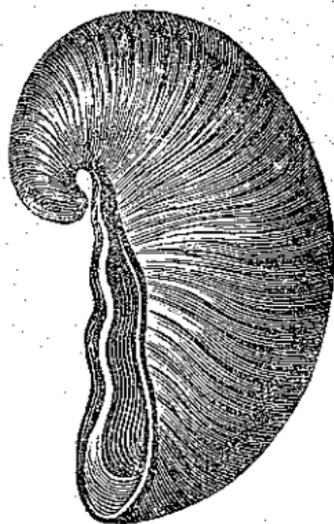
infiltraciones bajan generalmente por ellos hasta la superficie de estos últimos, siguiendo sus pendientes, y derramándose al exterior por entre las hendiduras que separan los unos de los otros. Estos terrenos son: las almendrillas, los arcoses, los *grauwaches*, el asperon rojo, el asperon ullero, los *psammites*, las molasas, las pizarras, la esquistita arcillosa, los mármoles, la caliza bituminosa, etc.

En los terrenos secundarios, los manantiales visibles no son tan numerosos como en los terrenos primitivos; pero en cambio son mas voluminosos; y es regla general que se puede aplicar á todos los terrenos, que, *cuanto mas raros son los manantiales visibles, tanto mas abundantes son*, y á la inversa. Todas las veces que viajando se encuentra un manantial de un volúmen extraordinario, puede cualquiera afirmar, sin temor de equivocarse, que todo el terreno superior está desprovisto de manantiales visibles. Los manantiales mas grandes que se conocen, salen de los terrenos secundarios, y por lo mismo, en ellos pueden descubrirse los mas abundantes.

Como los terrenos secundarios están muy distantes de ser todos ellos propicios al descubrimiento de manantiales, voy á dar cuenta de aquellos que por lo general se hallan mejor constituidos y dispuestos para favorecer esta operacion; tales son: los calcáreos oolítico, compacto, sacaróide, silíceo, conchoso, marnoso y grosero. Toda vez que las descripciones de estos terrenos se hallan en el capítulo V, se invita al lector á que vuelva á leerlas. Los calcáreos que llevan ceritas, troquites y encrinas; los calcáreos de agua dulce y las arcillas entremezcladas de capas de arena, son terrenos favorables á los manantiales.

A estos terrenos deben añadirse los calcáreos y las marnas con grifitas, los calcáreos con ammonitas y belem-

nitás (1). Habiendo recibido cada uno de estos terrenos su nombre de la especie de concha que predomina en él y lo caracteriza, me hallo en el caso de dar á conocer estas tres especies de conchas. Aunque los terrenos que se designan con su nombre, contengan muchísimas otras y se hallen ellas mismas en otros muchos terrenos, se ha convenido, sin embargo, en darles el nombre de dichas conchas, porque estas se hallan en ellos en mayor numero.

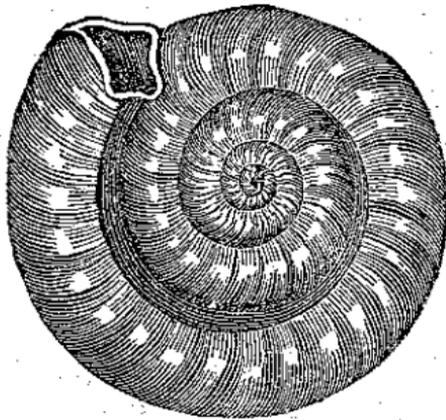


Grifita.

La *Grifita* es una concha, cuyas dos valvas son muy desiguales. La valva inferior es grande, combada en la parte exterior, cóncava en la interior, y termina en un gancho saledizo, encorvado en espiral involutada. La valva superior es pequeña y plana. La longitud ordinaria de las grifitas es de una á dos pulgadas, y su anchura de una pulgada á poca diferencia.

(1) *Conchas características de los terrenos*, por Deshayes.

Hay grifitas de cinco ó seis especies, á saber: la grifita paloma, la grifita vírgula, la grifita dilatada, la grifita ondulada y la grifita arqueada; pero las diferencias que sirven para distinguir las unas de las otras, son de poca importancia para nuestro objeto. Basta conocer sus caracteres generales para poder reconocerlas cuando se las halle en un terreno.



Ammonita.

Las *Ammonitas*, que hasta estos últimos tiempos fueron llamadas *cuernos de Ammon*, son unas conchas discóides, arrolladas circularmente sobre el mismo plano horizontal: las vueltas de la espira son más ó ménos numerosas: las hay que no tienen más que dos ó tres, y otras que tienen hasta seis ó siete: estas vueltas, unas veces son abrazantes y otras veces son simplemente contiguas y enteramente visibles de los dos costados. Ciertas especies tienen las vueltas convexas, redondeadas y de forma cilíndrica; y otras las tienen deprimidas y más ó ménos aplastadas: las hay, en fin, dentelladas, estriadas, y otras enteramente lisas y llanas. Su grandor varia desde un milímetro hasta

un metro de diámetro; no se hallan sino en las capas endurecidas de los terrenos secundarios, y están echadas paralelamente á las capas. Siendo tan delgadas estas conchas, muy rara vez se hallan enteras; y la abertura, que es extremadamente frágil, es la parte que les falta casi siempre. Los animales que han habitado dentro de estas conchas, si bien fueron numerosos en otro tiempo, no se hallan ya en ninguno de nuestros mares, y no los conocemos sino por sus despojos.



Belemnita.

Las *Belemnitas*, que los naturalistas del último siglo llamaban *dáctilos* ó *pedras del rayo*, son unas conchas, cuya forma es ordinariamente cónica, algunas veces cilíndrica con la punta roma, y otras veces están hinchadas en la parte media, lo que les hace dar el nombre de *fusolitas*: tienen

de largo de dos á seis ó siete pulgadas, y su diámetro es de dos líneas á una pulgada. Por lo comun son morenas: no obstante, como su color participa, más ó ménos, del color del terreno que las contiene, se ven de blancas, de amarillas, etc.: su textura es cristalina, fibrosa, y las fibras salen como rayos, del centro á la circunferencia. En la base tienen una cavidad cónica mas ó ménos profunda; y una estría, que corre desde la base hasta la punta, y cuyo hondo va disminuyendo, hace que ellas se rajen á lo largo con facilidad.

### Terreno toboso

Hay un terreno que no solo es favorable á los manantiales, sino que indica tambien la existencia de ellos de una manera cierta cuando están ocultos, y este es el *terreno toboso*. Este terreno que se llama tambien *toba*, *toboso*, *tobar*, *travertin*, no forma sino depósitos aislados y de poca extension, unas veces estratificados y otras veces en masas informes: tiene además el color blanquizo ó amarillento, está cubierto ordinariamente de un musgo verde, y es formado por manantiales que proceden de rocas calcáreas. Todo el tiempo que estos manantiales corren por debajo de tierra, tienen en disolucion materias calcáreas, silíceas ó ferruginosas; pero luego que salen de tierra, estas materias se precipitan, se solidifican poco á poco, y su solidez aumenta con el tiempo. Si esta precipitacion se opera en un barreño lleno agua, se forman en el fondo capas semejantes á las del terreno de sedimento; pero si este poso se forma al aire libre, no puede descubrirse en él ninguna señal de estratificacion. Él está lleno de poros, de fístulas, de tubulosidades y de

cavidades de todas formas. Estas vacuidades las han dejado los musgos y otros vegetales, sobre los cuales, se ha depositado y solidificado la materia incrustante, y que ahora se hallan enteramente destruidos. La solidez y el poco peso que tiene la toba, no ménos que la disposicion para recibir la argamasa, hacen que sea muy á propósito para cierta clase de construcciones, como bóvedas, chimeneas, etc. Desde las épocas geognósticas acá, este terreno se ha aumentado continuamente y se aumenta aún todos los dias. Algunos de los manantiales que lo producen, están tan cargados de materias incrustantes, que basta dejar sumergido en ellos, durante algunas semanas, un cuerpo cualquiera, para que quede enteramente cubierto de una costra de toba: hállanse con frecuencia en este terreno objetos de arte, como por ejemplo, vajilla de barro, vidrios, hierros, etc., huesos de animales, conchas fluviales terrestres, pertenecientes todas ellas á especies que viven actualmente en los mismos lugares; trozos de leña y de plantas. Los territorios en donde abunda mas este terreno, se hallan entre Roma y Tívoli; y tambien se hallan algunos en los alrededores del Larzac (Aveyron), en la Auvernia, en Borgoña, en las Cevenas, etc. Como cada depósito de toba es el producto de un manantial que las mas de las veces ya no es visible, resulta que su existencia es la señal mas segura de que allí hay un manantial oculto que, obstruyendo sin cesar el punto por donde podría salir, se ve obligado, de cuando en cuando, á abrirse otro nuevo.

### La Molasa.

La *Molasa*, que algunos llaman tambien *nagelfluo* ó *macigno*, es una roca compuesta de arena, de caliza, de

arcilla, y algunas veces de mica, pegadas y mezcladas entre sí por medio de un cemento calcáreo. Su textura está llena de granos, y se parece mucho á la del *psammite*, que se halla en el terreno de transición. Ella es ordinariamente tierna y hasta friable, lo que ha sido causa de que se le diese el nombre que lleva; y algunas veces tiene bastante consistencia para que se la emplee en la construcción de edificios. Su estratificación es generalmente poco perceptible, y su color más comun es gris, verdoso ó amarillento. Las más de las veces está cubierta de almendrilla, y sobrepuesta al asperon conchado, á la caliza fétida ó á las margas arcillosas; y algunas veces está intercalada á estas formaciones y alterna con ellas. Hállanse en ella conchas marinas y de agua dulce, lignitas y algunos restos de mamíferos. Esta roca se halla en Aiguillon (Lot y Garona), en el puerto de Mirabeau (Vaucluse); en el valle de San Lorenzo del Puente (Isère), en la Alsacia, y sobre todo en la Suiza, etc.

El terreno detritico (1), como se deja penetrar fácilmente por las aguas pluviales, absorbe la mayor parte de ellas, y estas no se separan de él sino poco á poco. Casi en todos los puntos en que se encuentra este terreno, se le ve colocado sobre una capa de arcilla ó de roca impermeable, que tiene á poca diferencia la misma inclinacion que él, y muchas veces una inclinacion menor; circunstancias que le hacen muy á propósito para el descubrimiento de los manantiales.

Los asperones y las arenas verdes, los asperones para hacer muelas, la caliza espática, la caliza de ceritas, la

---

(1) Véase la descripción de este terreno en la pág. 120.

caliza de agua dulce, las margas verdes son también terrenos favorables á la formación de manantiales cuando se hallan en posiciones convenientes. Los terrenos de aluvion y de terromontero presentan sábanas y corrientes de agua numerosas y abundantes, sobre todo cuando están entrecortados de capas impermeables y poco inclinadas.

## CAPÍTULO XX.

---

### TERRENOS DESFAVORABLES PARA DESCUBRIR LOS MANANTIALES.

El conocimiento profundo de los terrenos desfavorables á los manantiales es tan necesario al hidróscopo como el de los terrenos favorables. En el acto de cada operacion debe tener presentes en su espíritu todos los caracteres que distinguen los unos de los otros, á fin de poder hacer la indicacion con seguridad, si las probabilidades de buen éxito son mucho más poderosas y numerosas, y abstenerse de hacerla en los casos contrarios. Así pues, voy á describir brevemente los principales terrenos desfavorables al descubrimiento de los manantiales, continuando en recomendar el estudio asiduo de los tratados de geognosia, los cuales, por su grande extension, pueden dar sobre esta materia nociones más completas, y sobre todo el estudiar estos terrenos en el sitio mismo en que se hallan.

Hay terrenos que son desfavorables con motivo de su constitucion, á saber: algunos terrenos calcáreos, los terrenos volcánicos y algunos terrenos friables; y otros lo son á causa de su disposicion, tales son: las colinas aplomadas, los derrumbamientos y escurrimientos, las cuevas cuyas hiladas descansan sobre sus cortes, aquellas que presentan las extremidades de las estratas, y las que tienen más de 45 grados de pendiente.

Los terrenos calcáreos, en los que todo hidróscopo debe generalmente abstenerse de indicar ningun manantial, son: los calcáreos que tienen hoyos, los calcáreos cavernosos, los calcáreos celulares, y las dolomías.

#### Terrenos calcáreos que tienen hoyos. (*Bétoires*.)

En muchísimos terrenos calcáreos, y algunas veces en los terrenos de *lais*, de espejuelo y de *Keuper*, se ven hoyos circulares ó elípticos en forma de circos ó embudos que en el norte de Francia llaman *béthunes*, en la Normandia *bétoires*, *boitouts* ó *boitards*, en el Franco Condado *garagais*, y en el mediodía *cloups*. No teniendo todavía estas especies de hoyos un nombre generalmente adoptado en nuestra lengua (francesa), yo los llamaré *bétoires* (hoyos).

Estos hoyos se formaron, los unos cuando se retiraron las aguas del mar, y los otros posteriormente y en diferentes tiempos, y todos los dias aparecen otros nuevos. Unas veces al pasar un animal, otras veces bajo el peso de un árbol, y las más de las veces en tiempo de grandes lluvias, el terreno se hunde de repente y se forma un pozo estrecho, que á veces tiene solamente algunos metros de profundidad y otras tiene más de ciento. Los bordes de

este pozo se desagregan poco á poco, su abertura se ensancha, y los escombros se precipitan y llenan su fondo. Cuando dos pozos se forman casi á un mismo tiempo y muy cerca el uno del otro, el terreno intermedio se hunde, y el hoyo toma y conserva la forma elíptica. Cuando despues de algunos siglos, los desmoronamientos han cesado de llenar estos huecos, y las escarpas han llegado á unos 45 grados de pendiente, su diámetro y su profundidad permanacen estacionarias. En este estado, los unos no tienen más que dos ó tres metros de diámetro, cuando otros tienen hasta 20 ó 30 metros y á veces muchos más. Este diámetro es ordinariamente el doble de la profundidad.

Ciertos hoyos tienen su boca abierta y forman simas; otros la tienen obstruida por los desmoronamientos; otros no tienen más que algunos decímetros de profundidad y apenas son perceptibles; y otros han sido enteramente cegados por las tormentadas ó por la cultura.

En algunas localidades los hoyos están diseminados sobre las mesas de las montañas, en donde no absorben sino las aguas pluviales que caen sobre su superficie; en otras ocupan ellos el fondo de los valles, algunos de los cuales están siempre en seco, y otros conducen arroyos ó rios, que van á perderse en los primeros hoyos que encuentran (1); en otros parajes, los hoyos están colocados

(1) Las corrientes de agua que se precipitan dentro de los hoyos, ó que se hunden por debajo de los cascajos ó arenas gruesas, son muchísimas en Francia; tales son: el *Dromme* y el *Aure*, que se pierden en *Fosse-Souci*, vecindario de *Maisons* á seis kilómetros al norte de *Bayeux* (Calvados), y van á salir otra vez á la orilla del mar en los pueblos de *Commes* y de *Port-en-*

en el fondo de una vasta concha, cuyas aguas absorben, las cuales, si aquellos no existiesen, formarían un lago de muchos kilómetros de travesía.

Los hoyos no están diseminados á la ventura, como

*Bessin* El *Rille* desaparece en el canton de *Beaumont-le-Roger* (Eure), y despues de haber pasado cierto trecho por debajo de tierra, vuelve á salir en el mismo valle. El *Iton* se hunde en *Villalet* (Eure), y sale otra vez en *Bonneville*. El *Unain*, despues de haber abastecido de agua á muchos molinos, se pierde dentro de uno de estos embudos cerca de *Montachel* (Yonne), y no vuelve á salir sino despues de tres leguas de distancia en *Lorrez-le-Bocage*. En *Chatillon del Sena* (Côte-d'Or) el *Sena*, despues de haber andado por debajo de tierra el espacio de muchas leguas, se deja ver otra vez en *Courcelles*. En el mismo departamento, los rios de la *Tille* y del *Ignon*, al acabar de reunirse en *Thil-le-Châtel*, caen dentro de un hoyo ancho, reciben debajo de tierra el arroyo que viene de *Selongey*, y despues de haber corrido por debajo de tierra un trecho de tres leguas, vuelven á salir en *Bèze*. El *Doubs* desaparece insensiblemente al atravesar el canton de *Montbenoit* (Doubs), y se reproduce por muchos puntos más arriba de *Morteau*, despues de un trecho subterráneo de unas tres ó cuatro leguas. Entre *Langres* y *Chaumont* (Haute-Marne), casi á la mitad del camino, las aguas del *Marne* se hunden insensiblemente debajo de tierra, y vuelven á salir en *Condes* más abajo de *Chaumont*. Una parte de las aguas del *Loire* se pierde dentro de los casquijos y morrillos de *Guilly*, sigue la línea costanera que acompaña este rio, y despues de un trecho subterráneo de cinco leguas, va á formar cerca de Orleans el manantial del *Loiret*, que es una de las cuatro grandes fuentes de Francia. El *Meuse* se precipita en *Bazoilles* dentro de un vasto sumidero que se halla en su cauce, y aparece otra vez en *Neufchateau* (Vosges), despues de haber estado oculto el espacio de un miriámetro. Los arroyos de las inmediaciones de San Martin de Lóndres (Hérault), que se pierden más abajo de esta poblacion, se reúnen sucesivamente en sus canales subterráneos; y despues de haber corrido por ellos unas tres leguas, van á formar lá

podrían creerlo aquellos que no los han observado con atención, ó que no tienen ningun conocimiento de la hidrografía subterránea; al contrario, ellos están colocados en un orden muy regular. Si la mesa presenta un valle

---

frente del *Lez*, río que va á pasar por Montpellier. Verémos más adelante (cap. xxiii) la desaparición y reaparición del *Calavon* (Vaucluse), del *Bandiat*, y del *Tardoire* (Charente), y de muchos ríos y arroyos del departamento del Lot.

Muchos de estos ríos desaparecen enteramente, y no presentan al exterior ningun vestigio de canal hasta que vuelven á aparecer; y otros conservan en la superficie del terreno un canal regular, dentro del cual aquella parte de sus aguas, que no se hunde debajo de tierra, corre todo el año ó una parte de él solamente. Hay algunos países, cuyos habitantes conocen muy bien los lugares donde desaparecen y vuelven á salir estos ríos; otros países hay, donde solamente se sospecha esta correspondencia; otros en fin, y estos son en mucho mayor número, cuyos habitantes parece que no se han parado jamás en querer saber á dónde va á salir el río que ven desaparecer, ni de dónde viene la caudalosa fuente que sale de tierra en su país. Sin embargo el que quiera tomarse la pena de seguir esta continuación del valle, en el cual desaparece la corriente de agua; y si el valle desaparece enteramente, continuar siguiendo en la dirección que indican la corriente de agua visible y la pendiente general del terreno, puede estar seguro de hallar más ó ménos lejos el lugar por donde sale la corriente de agua que ha desaparecido, y de verla aumentada considerablemente. Algunas veces desemboca en el extremo de un valle profundo, de donde va á parar al río inmediato, y las más de las veces sale á la orilla del río ó en el río mismo.

La prodigiosa cantidad de agua que de los ríos y arroyos se escurre debajo de tierra, ha hecho creer á algunos hidrógrafos, que jamás se habían tomado la pena de ir á ver si encontraban el lugar por donde salía, que toda esta agua va á parar á un inmenso abismo que se halla en el centro del globo. Véase á Wood-Yard, Kircher, Dickson y otros.

principal, aunque muy débilmente inclinado, se ve en ella una serie de hoyos constantemente colocados en la línea de su *thalweg*, que se pueden seguir desde el lugar en que termina el valle hasta su principio. Si subiendo por el *thalweg* de este valle, se ven á derecha ó á izquierda otros vallecitos que van á parar á él, se ve en cada uno de estos vallecitos secundarios una serie de hoyos colocados los unos detrás de los otros, los cuales se hallan siempre en el *thalweg* (4). Si á lo largo de un valle principal ó de un vallecito secundario se halla un hoyo aislado, es porque el pliegue del terreno ó de la confluencia que él representa es muy corto. Por lo que toca á los hoyos que se hallan en las cimas ó crestas de las colinas, estos han debido formarse cuando se retiraron las aguas del mar.

La regularidad con que están alineados los hoyos en el *thalweg* de todos los vallecitos, prueba que debajo de cada ringlera de hoyos hay una corriente de agua permanente ó temporaria que los ha producido sucesivamente; porque, 1.º todas las corrientes de agua que van por debajo de tierra corren en los puntos estrechos ó rápidos, y minan más ó ménos las paredes de sus conductos; y todas las veces que los sostenes de su bóveda les faltan y la dejan sin apoyo, ésta

(4) En la época en que yo viajaba, al llegar encima de una mesa en que habia hoyos, en donde jamás habia estado, y en que sólo podia ver una serie de dos ó tres, colocados en un *thalweg*, ya fuese al comenzar el vallecito, ó bien el extremo opuesto, yo indicaba de léjos y con precision todos los hoyos que habia en aquel vallecito y que yo no veía: lo que dejaba admiradas, tanto á las personas instruidas como á la gente ignorante.

se viene abajo, arrastra el terreno que lleva encima (1), y queda en la superficie del terreno un hundimiento que no es otra cosa que el pozo de que acabamos de hablar; 2.º en ciertos valles y en tiempos de grandes lluvias, cuando el conducto subterráneo, que yo digo que hay debajo de los hoyos, no es suficiente para dar paso á la corriente de agua, se ven salir de los hoyos columnas de agua que á veces saltan fuera de tierra á muchos metros de elevación; 3.º aplicando el oído al orificio de ciertos hoyos, se oye zumbar la corriente de agua que pasa por el interior (2); 4.º cuando cae un fuerte aguacero, y se forma una corriente de agua momentánea sobre un valle que tiene hoyos, si los primeros de estos no pueden absorberla toda, sigue recorriendo la línea que ellos forman, echando en cada uno de ellos una parte de sus aguas,

(1) «Las aguas subterráneas que corren entre las capas para irse al valle arrastran ciertas porciones de estas capas de tierra no petrificadas, y al llevarse las, es claro que quitan el sostenimiento de las capas superiores.» De la Métherie, § 4, 233.»

(2) En 1827, un muchacho que apacentaba unás cuantas ovejas, habiéndose tendido, y teniendo el oído sobre una rendija de un peñasco, oyó el ligerísimo ruido que producía debajo de tierra el manantial del *Pech-de-Ligoussou*, del pueblo de *Livernon* (Lot). Los vecinos de este pueblo, que hasta entónces habían estado faltos de agua, fueron á comprobar el hecho, se pusieron desde luego á excavar, y á tres metros y medio de profundidad hallaron una bella corriente de agua.

Al salir de *Gramat*, en el mismo departamento, villa que estaba enteramente desprovista de agua potable en sus inmediaciones, se oía por la rendija de un peñasco, y desde tiempo inmemorial, el ruido sonoro de una corriente subterránea. Como la villa hubiese hecho abrir este peñasco en 1833, descubrió un manantial muy abundante

hasta que la dicha corriente esté enteramente absorbida. Es claro, pues, que hay debajo de tierra y debajo de la línea que forman los hoyos, un conducto que recibe sucesivamente las diferentes porciones de la corriente de agua que pasa por la superficie; 5.º ciertos propietarios, con el objeto de quitar estos huecos de enmedio de sus campos, los han cegado; pero casi siempre se ha reproducido el hundimiento al caer las primeras lluvias fuertes. Luego la corriente de agua subterránea había arrastrado á la base de la columna del terreno hundido tanta tierra como el propietario había puesto arriba.

Aunque no quede duda de que debajo de cada serie de hoyos hay una corriente de agua subterránea, cuyo caudal aumenta con la extension que tenga y con el número de confluentes que se le reunan, considero sin embargo como desfavorables al descubrimiento de manantiales todos los terrenos que tienen hoyos, por el motivo de su excesiva profundidad. Al comenzar de los valles y y hácia su desembocadero al río, excavando en los mismos hoyos, pueden hallarse las corrientes de agua á 5, 40 ó 45 metros de profundidad; pero en la mayor parte del trecho por donde pasan, su profundidad es mucho más considerable. Las más de las veces es preciso excavar hasta el nivel del río, al cual desemboca la corriente de agua, ménos la elevacion que puede dar el declive de la corriente de agua, que es á poca diferencia el mismo que el de los arroyos que corren por sobre la tierra. Asi es que, atendidos los gastos considerables que ocasionan unos pozos tan profundos, y la gran dificultad de sacar el agua, no se hacen sino en pocos lugares.

### Terrenos calcáreos cavernosos

Las *cavernas* ó *grutas* son unas cavidades subterráneas, espaciaosas y considerablemente prolongadas. Una excavacion vertical, formada por la naturaleza, se llama *pozo natural* ó *abismo*, segun su profundidad. Las cavernas son ordinariamente horizontales, y si se prescinde de algunos sesgos insignificantes, se ve que en toda su extension se desvian poco de la línea recta y horizontal. Si la cavidad no penetra mucho dentro de la montaña para que pueda dársele el nombre de caverna, y si por el contrario solo tiene algunos metros de largo y de ancho, se la llama *antro*. Si solo tiene un pequeño diámetro, cual se requiere, por ejemplo, para que un hombre pueda andar con libertad, y no tiene cavidad alguna notable, se la llama *galería*. Si solo tiene un diámetro muy pequeño, se la designa con el nombre de *ramal subterráneo*.

El nombre de caverna ó gruta no se aplica ordinariamente sino á cavidades que tienen más de unos 20 metros de largo, y una anchura y elevacion considerables. Las hay que tienen dos ó tres miriámetros de largo y salas de 30 á 40 metros de alto; por manera que estas salas son mas espaciaosas que las catedrales mas grandes que tenemos. Las hay tambien, que tienen los lados paralelos éntre sí, la bóveda paralela al suelo, y así forman corredores casi regulares; pero estas son en corto numero. Muy al contrario, casi todas son sinuosas, y sus lados no presentan ningun paralelismo entre sí, ni la bóveda con el suelo: así es que los dos lados, la bóveda y el suelo, se alejan y se acercan alternativamente, de manera que una caverna se com-

pone de una serie de salas, colocadas la una al extremo de la otra, que comunican entre sí por medio de pasillos, á veces tan reducidos, que nadie puede pasar por ellos si no es arrastrando. Lo largo de las salas sigue comunmente la misma direccion que la gruta; la bóveda es cimbrada, y empezando por el medio va bajando hasta los orificios de los pasillos que se hallan á los dos extremos de la sala, y los dos lados van acercándose tambien hasta los mismos orificios. Casi todas las cavernas tienen muchas ramificaciones que salen de la principal, y van á formar otras series de salas de todas dimensiones.

Las grutas excitan al mas alto grado la curiosidad del público por las admirables concreciones de que están adornadas; por los restos de animales que ellas contienen, y por las corrientes de aire que allí se sientan; pero como estos objetos nada influyen sobre las corrientes de aguas subterráneas, sería inútil hablar aquí de ellas.

Los terrenos primitivos y los de las últimas formaciones contienen poquitas veces cavernas naturales; se hallan, sí, en muy gran número en el calizo jurásico, en los grandes depósitos de creta, en los basaltos y otras deyecciones volcánicas. En el departamento del Lot, en donde la caliza jurásica forma la principal parte del terreno, se cuentan 155 grutas más ó ménos notables.

Algunas grutas han sido producidas por el hundimiento ó el levantamiento de una de las dos rocas que forman sus lados; otras por la accion corrosiva de las corrientes de aguas subterráneas, que poquito á poco han ido separando y arrastrando las partes tiernas y solubles de las masas calcáreas; otras tambien por los volcanes, por la explosion de los gases subterráneos, y por los terremotos que han dislocado las rocas; y otras en fin por el

retramiento de las rocas, cuando estas pasaron del estado líquido al estado sólido. La mayor parte de ellas han sido producidas por muchas de estas causas.

El número de cavernas conocidas es insignificante si se compara con el de aquellas que se ignoran: en efecto, no se debe considerar mas sino que cada manantial de importancia que sale del terreno calcáreo, y cuyo volumen es de mas de medio metro de diámetro, no puede formarse y pasar por debajo de tierra sino por medio de cavernas; que su punto de partida se halla á muchas leguas de distancia, que el tal manantial ha recibido en todos los lugares de su tránsito una grande multitud de corrientes de agua accesorias, cada una de las cuales le ha venido de una gruta que tiene muchas ramificaciones. Considerando además que las aguas que corren dentro de las grutas no hacen erupcion en ningun punto de la hoya que abastece de agua el manantial, ni siquiera en tiempos de grandes lluvias y derretimiento de nieves, se sigue de aquí que todas las grutas que conducen manantiales, tienen dimensiones bastante grandes para dejarlos circular con libertad; y se puede muy bien conjeturar sin aventurarse mucho, que las grutas desconocidas son por lo general semejantes á las que se conocen.

La existencia y la direccion de las cavernas están indicadas manifestamente: 1.º por las innumerables séries de hoyos de que hemos hablado; 2.º por los vapores acuosos, que exhalan á veces un gran numero de hoyos; 3.º por los hundimientos del terreno y los nuevos hoyos que se forman de cuando en cuando; 4.º por las corrientes de aire que ciertas grutas muy espaciosas aspiran y espiran con ruido por respiraderos estrechos ó hendidu-

ras de las rocas (1). Aquel que recorre y examina con atencion los terrenos que tienen hoyos, ¡qué número prodigioso de cavernas descubrel ¡Sobre cuántos abismos anda, cubiertos únicamente de una débil bóveda!

La entrada de las grutas se halla ordinariamente en las

(1) «En todas partes se hallan depósitos de aire en el interior de las montañas, cuyas erupciones producen vientos sensibles. Este fenómeno singular no proviene de otra causa que de la rarefaccion y de la condensacion alternativa del aire. Encerrado éste dentro de las cavernas, está allí en una especie de inercia, en tanto que no lo pone en movimiento una causa extraña; y el frio, que naturalmente hay en estas cavidades, disminuye mucho su volúmen, condensándolo. Así pues, nadie debe admirarse de que en tiempo de invierno el aire exterior se precipite por los orificios de los canales de viento, y tome su direccion por el lado de la montaña de donde viene en verano: las variaciones del frio y del calor establecen en todas partes diferencias en el estado del aire y en sus movimientos » *Historia natural del aire*, por Richard, § xx.

Una de estas corrientes de aire, conocida mucho tiempo habia en el pais, sirvió de guia para descubrir la vasta gruta de Trieste, no ménos que la corriente de agua subterránea que hay en ella. Hé aquí de qué manera M. de Weyman da cuenta de este descubrimiento á la Sociedad geológica en la sesion de 3 de Mayo de 1841 (*Bulletin*, tom. xii, pág. 265).

«Esta ciudad (Trieste) está desprovista de agua una parte del año, y las montañas calcáreas de sus inmediaciones son secas y estériles: ningun arroyo, que merezca nombrarse, sale de ellas; y solamente en la montaña de Karst, y á 240 metros de elevacion, un pequeño rio llamado el *Reca* se hunde y desaparece súbitamente dentro de una gruta cerca de la villa de Saint-Canzien, no léjos de Nacle, para volver á salir en un punto lejano bajo el nombre de *Gimaro*, cerca de Duino, á una grande distancia de Trieste. Un ingeniero alemán, que se llama M. Lindler, habiendo concebido la esperanza de desviar estas aguas para el uso de Trieste, bajó dentro de la caverna en donde ellas

escarpas, ó en cuestras que tienen la pendiente rápida, y en todas alturas. Las grutas que están colocadas á grandes alturas comparativamente á los rios inmediatos, están enteramente secas, ó no contienen sino charcos de agua estancada: aquellas, por el contrario, que se hallan al

se pierden, para estudiar la direccion que llevan debajo de tierra. Arrostrando todos los obstáculos, ha penetrado hasta unos 800 metros dentro de la montaña, unas veces atravesando espaciosas grutas, y otras veces pasillos muy estrechos y peligrosos. No pudiendo ir más léjos, ha vuelto á salir de aquellos lugares tenebrosos, para ir á atacar la roca por la parte de afuera, en el paraje más cercano del punto extremo al en que habia llegado por dentro de la montaña. Una corriente muy fuerte de aire, que salía de una fisura, guió á los trabajadores, indicándoles la direccion que debian dar á sus trabajos. Ellos habian ensanchado esta hendidura hasta unos 20 metros dentro del flanco de la montaña, cuando de repente sus herramientas, arrastradas junto con los trozos de piedra saltados de la roca, cayeron dentro del vacío que habia delante de ellos. Entónces Mr. Lindler, sirviéndose de una escala de cuerdas, bajó á aquel abismo el 6 de Abril último, y á la luz de las antorchas vió con admiracion que se hallaba dentro de una sala inmensa, que no tiene ménos de 40 metros de alto y 780 de largo, dimensiones que de hoy en adelante hacen de esta sala la más espaciosa de las grutas subterráneas hasta aquí conocidas. Las previsiones del ingeniero se han realizado: un bello rio de unos tres metros de profundidad y de cuatro ó seis metros de ancho, corre en efecto dentro de este abismo, del NO al SE, llevando sus aguas cristalinas sobre un lecho de arena y de destrozos calcáreos, y teniéndolas encajonadas dentro de grandes depósitos de aluviones de la misma naturaleza. Así pues, el problema está resuelto: Trieste tendrá aguas sanas y abundantes. Con un trabajo proporcionalmente poco costoso se abrirán las rocas á su base, y se conducirán las aguas á la ciudad por un acueducto ó un canal, cuya extension total no será más de tres cuartos de legua »

nivel de los rios ó un poquito mas altas, contienen comunmente lagos, lagunas ó corrientes de agua, de las cuales las unas siguen las cavernas en toda su extension, otras durante algun trecho, y otras, en fin, no hacen más que atravesarlas.

Estas observaciones, y las que yo he hecho con respecto á los hoyos, hacen ver que en los terrenos cavernosos se hallan las aguas á muy grandes profundidades (1),

(1) Una gran multitud de propietarios que estaban enteramente desprovistos de agua, porque sus casas estaban situadas sobre terrenos calcáreos cavernosos, no titubearon en pedirme que les indicase manantiales, aunque se los anunciase á muy grandes profundidades, y en ejecutar los trabajos por dispendiosos que fuesen. Los resultados que ellos obtuvieron, fueron tan conformes á las previsiones, como lo fueron en otros terrenos. Puede verse entre otros aquel de que el periódico *l'Estafette* en su número de 25 de Marzo de 1837 da cuenta en estos términos:

«Diferentes periódicos de París han hablado ya del abate Paramelle, y se han complacido en hacer justicia á su gran talento en geología. Hé aquí, entre otros muchos, un rasgo que probará hasta donde llegan sus conocimientos en esta ciencia

«Llamado en 1835 al departamento de la Viena para indicar manantiales, cuya escasez es muy grande en muchos distritos de aquel departamento, Mr. Paramelle pasó al canton de San Savin é hizo allí varias indicaciones, y una entre ellas en una propiedad llamada Le Breuil cerca de la poblacion de San Savin. Él anunció al propietario que habia allí un manantial excesivamente abundante, pero que se hallaba á una profundidad enorme. Indicó que, despues de algunos piés de tierra vegetal, hallarian una roca calcárea irregularmente estratificada; que al comenzar esta roca verian una quebraja más ó ménos ancha, dirigiéndose de poniente á levante, la cual deberia hallarse al medio de la excavacion que tenia que hacerse, y no discontinuaría sino al llegar cerca del manantial, el cual seria además

y que en vez de manantiales no se halla muchas veces sino abismos que en ciertas ocasiones tienen profundidades inconmesurables.

### Terreno calcáreo celular.

El terreno *calcáreo celular* ó *celuloso* toma su nombre de las innumerables tubulosidades ó vacuidades que encierran las rocas que lo componen. Va mezclado de sílica de una gran dureza, y las más de las veces estratificado. Todas estas cavidades ostentan la forma redonda. Algunas son casi cilíndricas, perpendiculares á las superficies de las hiladas que ellas atraviesan, y figuran muy bien los rastros que dejarían tras sí las burbujas de gas que se desprendiesen de una materia viscosa. Hay muchas otras que son tortuosas, sinuosas, que no atraviesan la capa sino en parte, toman toda especie de direccion, y entran la una en la otra ó se entrecruzan. Se ven otras tambien que forman simples geodas esferoidales, ovóides ó amigdalóides. Los diámetros de la misma tubulosidad, y de una tubulosidad á otra, varían desde un milímetro hasta un metro, y algunas veces más. Algunas de estas rocas son tan cariadas, que los vacíos les quitan más de la mitad

---

indicado por un banco de roca maciza sin hendiduras verticales, debajo del cual se hallaría una gruta con direccion de poniente á levante, por la que corría el manantial anunciado.

«Después de haber encontrado con la mayor exactitud las indicaciones hechas por el abate Paramelle, á 134 piés de profundidad, los trabajadores acaban de descubrir la gruta anunciada, por la cual corre efectivamente un manantial abundante. El diámetro del pozo es de cuatro piés y dos pulgadas, en el que hay ahora 35 piés de agua que todavía va subiendo.»

de su peso. Esta roca es blanquiza ó pardusca, queda áspera despues de rota, y se halla principalmente en las cimas de las colinas calcáreas, y en algunos parajes ella ocupa mesas de bastante extension.

Esta simple descripcion de la caliza celular da bastante luz al jóven hidróscopo para que vea de antemano que no puede hallar en ella el más pequeño manantial (1), á no ser que, despues de haber examinado el circuito de este depósito, ó abierto un pozo de ensayo, se persuada que el tal depósito descansa sobre una capa acuífera, á la cual podrá llegarse sin hacer una excavacion demasiado profunda.

---

(1) Habiendo ido en el mes de Mayo de 1833 al castillo de M. Vialard-Vernhes, alcalde de *Carlus* (Dordoña), este magistrado me dijo: «Caballero, yo deseo, si es posible, hallar un manantial dentro del patio ó dentro del jardin de esta casa; en la inteligencia que no tengo el menor interés en hallarlo en cualquiera otra parte» El patio y el jardin se hallan á media cuesta, situados sobre una roca de caliza celular, de que está compuesta toda la colina. Habiendo concluido el exámen de aquel terreno, le dije: «Caballero, ni en el patio ni en el jardin hay el más pequeño manantial: el que se halla más cerca de aquí, podria hallarse allí arriba en aquel campo de trigo, á unos 15 pasos de aquel manzano» M. Vialard-Vernhes nada respondió, pero me condujo á un rincon del patio rodeado de paredes, y me dijo: «Caballero, usted no halla aquí ningun manantial; sin embargo, aquí hay ese que usted ve» En efecto, yo ví salir de una tubulosidad de la roca un bonito manantial que formaba cascada, y mantenia una bella alfombra de musgo fresco que verdeaba. Acordándome de repente que la caliza celular no puede producir ni conducir corrientes de agua, respondí: «Señor Vialard, este bonito chorro de agua no proviene de esta roca: yo no sé de donde sale, pero sé que la mano del hombre lo ha conducido allí» Al oír estas palabras, unas diez personas que

### La dolomia.

La *dolomia* es una roca de apariencia simple, compuesta de carbonato de cal y de magnesia. En las épocas geognósticas, habiendo sido penetradas de magnesia ciertas rocas calcáreas, cambiaron completamente de naturaleza y de estructura. La estratificación, las junturas de las capas, todos los restos de los fósiles que caracterizan la caliza, desaparecieron; y las nuevas rocas, producidas por esta transformación, constituyen las dolomias. Ellas forman masas muy grandes, y hasta montañas que tienen á veces 500 metros de elevación, y por lo general de pendientes escabrosas. De trecho en trecho están separadas las masas por anchas hendiduras verticales, y entremezcladas de tubulosidades y cavidades que no guardan ningún orden de forma, ni de posición, ni de dirección. La contestura de esta roca es laminar, granosa ó sacaróide;

---

habian asistido á mi operacion, se pusieron á palmoear. «Caballero, me dijo el propietario, hasta ahora, todos los que lo han visto, han quedado engañados: nosotros dejábamos creer á todos los forasteros, que este manantial nacia en esta roca; pero no nace aquí, él es conducido por un acueducto de vidriado que sale precisamente á corta distancia del manzano que usted ha indicado, y llega al otro lado de esta roca agreste, cuyo frontis no se ha tocado para dar á este chorro de agua toda la apariencia de una fuente natural. Usted me preguntará sin duda, ¿por qué le he llamado, teniendo un manantial tan rico dentro del patio? Y la respuesta será, que el acueducto que lo trae aquí, está enteramente echado á perder. Si yo hubiese podido hallar aquí otro manantial, hubiera ahorrado los gastos considerables que me costará el acueducto que me veo obligado á construir enteramente de nuevo.

su color es ordinariamente un blanco muy marcado : no obstante, en Inglaterra es amarillento. Unas veces ella es sólida, y hasta muy dura; otras veces es desmoronable y hace efervescencia con los ácidos, pero de una manera mucho más débil y mas lenta que la caliza ordinaria.

La absoluta impermeabilidad de las masas dolomíticas, y la disposicion de sus hendiduras verticales, demuestran hasta la evidencia que ni las aguas pluviales, ni las que las regueras pudieran traer sobre estas masas, pueden de ninguna manera penetrarlas; que ellas no pueden hacer mas que insinuarse, precipitarse dentro de las hendiduras, y detenerse cuando lleguen á poca diferencia al nivel del rio mas cercano.

## CAPÍTULO XXI.

---

### TERRENOS VOLCANICOS DESFAVORABLES A LOS MANANTIALES.

Los *volcanes* son unas aberturas, por las cuales salen vapores y materias incandescentes que encierra el globo terráqueo.

Sabido es, que el agua convertida en vapor adquiere un volumen doce ó catorce mil veces mayor, y que cuando la detienen ciertos obstáculos, el calor aumenta prodigiosamente su resorte. De aquí se sigue, que las aguas del mar y otras que por las hendiduras y poros de la tierra descienden hasta el fuego central, son convertidas al momento en vapores. Mientras estos vapores no se hallan en muy grande cantidad en las concavidades subterráneas, se desahogan insensiblemente y sin ruido por las hendiduras y los poros que hay en los continentes y en las islas; pero cuando llegan á condensarse, y los puntos ordinarios de salida no pueden bastar á darles paso, entónces levantan ciertas partes del suelo, y causan terremotos que der-

riban con frecuencia los edificios más sólidos, y hasta trozos de montañas, ó bien se abren paso al través de la superficie del globo y forman un volcan.

Apénas formada la abertura del volcan, salen por ella enormes cantidades de vapores que arrojan al aire trozos descomunales de roca, piedras de todas dimensiones, escorias, arenas y cenizas. Salen tambien corrientes de materias fluidas é incandescentes que se derraman en todas direcciones, y que se llaman (en francés) *coulées*, corrientes.

Las materias arrojadas alrededor de la abertura, mezclándose y amontonándose las unas sobre las otras, elevan poco á poco sus bordes, y forman al cabo una montaña cónica ó le dan la forma de un cimborio, á lo alto de la cual se conserva siempre la abertura que se llama *cráter*. Estos conos volcánicos presentan toda especie de alturas, desde el más humilde cerrillo hasta las montañas más elevadas. Todas las materias derretidas, que han sido arrojadas por los volcanes, llevan el nombre general de *lavas*.

Los volcanes que están en actividad, vomitan continuamente humo, de cuando en cuando fuego, y á largas distancias de tiempo, y siempre en épocas indeterminadas, arrojan materias inflamadas. Se cuentan 205 volcanes, de los cuales ninguno se halla en Francia.

Lo que acabamos de explicar tocante á los volcanes en actividad, es sólo para la inteligencia de lo que diremos respecto á los terrenos que han sido formados por los volcanes que ya están apagados.

Los volcanes apagados son aquellos que de los tiempos históricos ó tradicionales acá no han arrojado ni fuego ni humo. Ellos son más numerosos en Francia que en nin-

gun otro Estado, y sus productos ocupan vastas extensiones en los departamentos del *Puy-de-Dôme*, del *Cantal*, de la *Haute-Loire* y de la *Ardèche*. Vense tambien depósitos aislados y de poca extension en algunos otros departamentos: tales son los que se hallan en *Drevain* cerca de *Autun*, en *Montbrison* (Loire), en *Ollioules* y en *Fréjus* (Var), en *Saint-Thibéry*, y en *Agde* (Hérault), etc. Los productos de los volcanes apagados son los mismos que los de los volcanes en actividad, y cualquiera creeria que están formados recientemente. El cráter de donde han salido, por lo general se ha conservado más ó ménos bien, y aparte algunas excepciones, se puede distinguir y seguir cada una de las corrientes (*coulées*) en toda su extension.

Las principales formaciones producidas por los volcanes son las cenizas, las arenas, las corrientes (*coulées*), los basaltos y las trachitas.

### Las cenizas y las arenas.

Durante las erupciones, los volcanes arrojan á los aires nubes inmensas de ceniza y de arena que oscurecen á veces la luz del sol, se extienden á distancias más ó ménos considerables, y vuelven á caer sobre la tierra. Estas cenizas de extraordinaria finura son de la misma naturaleza que las lavas, y van siempre mezcladas de una cantidad más ó ménos grande de arena, que es tambien de la misma naturaleza que las lavas y forma la mayor parte de las dos deyecciones volcánicas. Estas cenizas y arenas son de color pardusco, negruzco ó rojizo.

### Las corrientes (*coulées*).

Las *coulées* son unas corrientes de materias derretidas ó alteradas por el fuego, que han sido vomitadas por los volcanes. Estas materias son negras, fuliginosas, en parte escorificadas y en parte compactas. Las corrientes al salir del cráter han tomado diferentes direcciones, y obedeciendo como todos los flúidos á las leyes de gravedad, han bajado á los valles y otros lugares hondos que han encontrado. Las unas se han detenido y solidificado muy cerca del volcan; las otras se han extendido á la muchos miriámetros de distancia. Cuanto más elevada es la montaña de donde parten, tanto más lejos se han derramado. Estas corrientes se han amontonado las unas sobre las otras alrededor de las bocas volcánicas, y se han dislocado y se han roto unas con otras de mil maneras diferentes, de modo que las lavas no presentan ninguna estratificación ni estructura determinables. Las corrientes van acompañadas de escorias, que son unas porciones de materias derretidas dentro de las hornazas volcánicas, las que se han derramado en torno del cráter.

### Los basaltos.

Los *basaltos* están compuestos de una mezcla íntima de piróxeno, de feldespato y de hierro, al cual va unida con frecuencia la olivina, y su color es pardusco ó negrozco. Ellos han sido formados por ciertas porciones de corrientes que han ido á parar á las hoyadas que han encontrado, y en el acto de su enfriamiento se han con-

traido y dividido en prismas ó columnas de 2 á 4 decímetros de diámetro. Los lados y los ángulos de estas columnas son las mas de las veces en número de cinco ó seis, y alguna vez de tres ó cuatro, siete u ocho. La posición del mayor número de ellas es vertical; otras hay inclinadas, y otras están echadas guardando una posición horizontal.

En ciertos parajes, los basaltos al enfriarse han tomado la forma globular; los glóbulos tienen toda especie de diámetros, están compuestos muy á menudo de capas concéntricas, y se descomponen con mucha facilidad á la influencia de los agentes atmosféricos.

El terreno basáltico forma montañas cónicas y mesas, cuyo circuito tiene en sus límites una escarpa formada de innumerables columnas, colocadas con simetría las unas al lado de las otras.

### Las traquitas.

Las *traquitas* son rocas de pórfido, compuestas principalmente de feldespato vídrioso. También se componen, en proporciones muy variables, de domitas, de euritas, perlitas, fonolitos, obsidianas, brecciolas, ópalos, alunitas, pómez, etc.; ellas no presentan, sino muy rara vez, indicios de una estratificación imperfecta, y están enteramente desprovistas de cuarzo, de olivina, de peridote y de restos orgánicos. Estas rocas son ásperas al tacto, de color blanquecino, pardusco, negruzco, rojizo ó amarillento, y de textura unas veces compacta, otras con fisuras, y otras escoriificada ó celular.

Las traquitas han sido los primeros terrenos volcánicos que se han derramado, están más ó ménos cubier-

tos por las deyecciones modernas, y tienen más extensión que estas. Ordinariamente se presentan en masas de mucho volumen, y forman mesas muy dilatadas que terminan en todo su alrededor en escarpas casi verticales; y alguna vez hasta forman montañas cónicas de una elevación muy grande, reunidas en grupos, mas bien que verdaderas cordilleras.

La formación traquítica está muy extendida en las montañas del *Cantal*, del *Mont d'Or* y del *Puy-de-Dôme*; y también se halla en las costas de la Bretaña y en las orillas del Rin.

Como el terreno volcánico no tiene estratificación, el desorden y la extrema porosidad que hay en todas sus partes muestran muy bien que no puede formarse en él corriente alguna de agua subterránea ni superficial. Este terreno oculta muchos y á veces abundantes manantiales que corren sobre los terrenos impermeables que hay debajo de él, y van á salir en sus contornos; pero el grande espesor de estos depósitos, en especial en las inmediaciones de los cráteres que los han producido, no puede dejar ninguna esperanza de descubrir en él manantiales en una profundidad ordinaria; y sólo hácia las extremidades de estos depósitos, en los lugares en que tienen poco espesor, se pueden hacer tentativas fructuosas.

## CAPÍTULO XXII.

---

### TERRENOS FRIABLES, DESFAVORABLES A LOS MANANTIALES.

En este capítulo reuno diferentes terrenos, desfavorables al descubrimiento de los manantiales, que parece no tienen otro carácter comun que la friabilidad.

#### La arcilla

La *arcilla* ó *greda* es una tierra crasa, compacta, cuyas moléculas están unidas estrechamente las unas á las otras. Cuando se seca, se vuelve dura y se contrae: cuando se impregna de agua, aumenta su volumen, se vuelve pegajosa, dúctil y untuosa: cuando se amasa, toma todas las formas que se le quieren dar, y de ella se hacen tejas, vasos de toda especie y estatuas, que despues de cocidas conservan todas las formas que han recibido. Con la accion del fuego se vuelve frágil, áspera al tacto, y hasta puede adquirir bastante dureza para echar chispas frotándola con el acero.

Toda arcilla está esencialmente compuesta de cuarzo ó sílex y de alumina. La más pura de las arcillas es blanca; pero ninguna existe en la naturaleza que sea perfectamente pura, pues siempre está mezclada con otros minerales, y se la califica por aquel que hay en ella en mayor cantidad: así se le da el nombre de arcilla margosa, gredosa, ferruginosa, etc., á medida que domina en ella la marga, la greda ó el fierro.

Algunos autores distinguen la arcilla de la greda. Según ellos, cuando las materias heterogéneas mezcladas con la arcilla están en muy pequeña proporción, se la considera como pura, y conserva el nombre de arcilla; pero cuando está mezclada con materias extrañas en cantidad considerable, toma el nombre de greda. Durante largo tiempo se han dividido las arcillas en blancas, negras, grises, morenas, amarillas, rojas, etc.; pero, como estos diferentes colores, que pueden combinarse y variar al infinito, no son más que accidentales, y no establecen ninguna diferencia en su composición, de ahí es que no son caracteres distintivos que puedan servir para dar á conocer sus diferentes especies.

La arcilla es la formación que ocupa la más grande parte de la superficie del globo, y se halla casi en todas partes. En ciertos parajes ella forma la superficie de vastos territorios, entre los cuales pueden citarse los departamentos de Lot-y-Garona, del Gers, de Tarn-y-Garona y de la Alta-Garona, que están casi enteramente cubiertos de este depósito. Ella ocupa también espacios de mucha extensión en Champagne, en Lorena, en Picardía y en Normandía. En otras partes la arcilla está oculta debajo de una ó muchas capas que pertenecen á terrenos de una naturaleza diferente, y en cualquier paraje que se

halle, sirve de base á los terrenos estratificados. Algunos depósitos de arcilla forman masas compactas de más ó ménos espesor, y sin ninguna fisura; otros están regularmente estratificados, y las hiladas están separadas la una de la otra por medio de capas horizontales de guijarros rodados, de casquijos, de arenas, de limo, etc.

Cuando las capas intercaladas en la arcilla son permeables, poco profundas, y colocadas con las condiciones que se han explicado, puede buscarse en ellas agua con buen suceso, y se hallará siempre en las hiladas intercaladas: pero cuando la arcilla forma una masa compacta, homogénea, y de un espesor tan grande que no se la pueda atravesar sin hacer el hoyo muy profundo, en tal caso debe cualquiera abstenerse de excavar, porque ninguna corriente de agua ha podido nunca abrirse paso al través de semejante masa, ni siquiera empaparla lo bastante para que pueda dar por destilacion la cantidad de agua necesaria para abastecer un pozo.

### La greda

La *greda* es una caliza compuesta de mariscos pulverizados que el mar ha dejado en ciertas localidades. Algunas partes de este depósito han quedado en el estado pulverulento ó muy friable, en tanto que otras han tomado con el tiempo bastante solidez para podérselas emplear en las construcciones. Si se reducen á polvo pechinas, se obtendrá una materia enteramente semejante á la greda pulverizada. Con la accion del fuego, la greda dura y petrosa se convierte en cal, y pierde como un tercio de su peso por la calcinacion, sin que su volumen se haya disminuido sensiblemente. Esta cal de greda, si se la deja

expuesta al aire y á la lluvia, vuelve á tomar poco á poco las partes integrantes que el fuego le habia quitado, y en este nuevo estado se la puede calcinar segunda vez, y hacer cal de tan buena calidad como la primera.

Los fósiles, que los geólogos han señalado ya en este terreno, son mas de mil y ciento. Yo me limito á nombrar algunos, no como característicos, sino porque son los que en él se encuentra más comunmente, á saber: las ammonitas, las belemnitas, las grifitas, las numulitas, las ceritas, las ampurias, las hamitas, las turrilitas, las escafitas, las terebrátulas, los náutilos, las baculitas, las encrinas, las madreporitas, las equinitas, etc.

Cuando la greda es casi pura, su color es ordinariamente blanco mate. Los otros colores que ella presenta, como el amarillento, el rojizo, el que tira á moreno, son debidos á algunos minerales heterogéneos que ella encierra, á saber: el azufre, el hierro oxidado, algunos pequeños depósitos de lignita, y hasta la hulla. Tambien se hallan en ella montones de sal gema y de espejuelo.

Aunque la greda sea una formacion de sedimento, su estratificacion es á veces confusa y poco caracterizada: sin embargo ella es generalmente estratificada, sus hiladas son horizontales, y separadas las unas de las otras por lechos de sílex pirómacos (piedras de chispa,) ó sílex córneos. Estos lechos de sílex tienen poco espesor y son paralelos entre sí. Los sílex son siempre redondeados, oblongos, aplastados en forma de riñones y se hallan acostados sobre su plano. Ciertas capas de greda se hallan entrecortadas de vetas de sílice, delgadas, de alguna extension, y que presentan toda especie de direcciones y de inclinaciones. Hállanse tambien en todas las masas de

greda pequeños nudos de sílex perdidos que no guardan entre sí ninguna relacion de posicion.

Los depósitos de greda son comunmente de un grande espesor, como lo prueban la multitud de pozos ordinarios que en ella se han abierto hasta 400 metros, y los pozos artesianos que en ella se han perforado hasta 200 metros de profundidad, sin haber llegado al fondo del depósito. En Inglaterra se le ha hallado en muchos parajes un grueso de más de 600 metros

Cuando uno tiene ocasion de examinar este terreno, ya sea en un corte vertical de una grande elevacion, como en las costas acantiladas de la Mancha, y en las laderas con pendientes escarpadas, ya dentro de pozos en el acto de la excavacion, se ve que este depósito está dividido en dos especies de greda, cada una de las cuales tiene caracteres diferentes; una superior y otra inferior.

La greda superior es la más pura y la más blanca: es ligera, sin sabor ni olor, sin brillo ni transparencia, y hace efervescencia con los ácidos: es suave al tacto, pica un poco la lengua y mancha los dedos: se halla en polvo ó en piedra muy tierna, y toma consistencia á medida que está situada más abajo; y los riñones de sílex son en ella más abundantes. Con esta greda, que el vulgo llama indebidamente *marga*, se margan las tierras; y la piedra que se conoce con el nombre de *blanco de España*, es una variedad de ella.

La greda inferior, llamada *greda tobose (craie-tuffau)* compuesta esencialmente de los mismos elementos que la precedente, contiene además arena, caliza y arcilla; á veces tambien sobresale en ella uno de estos elementos; ella no es buena para señalar como la greda blanca; y su base, compuesta siempre de marga y de arcilla más ó

ménos dura, descansa sobre un lecho de asperon verde.

Las desigualdades del terreno gredoso son por lo general poco marcadas: las eminencias son poco elevadas, y terminan en mesas, las mas de las veces de mucha extension, en cuyos bordes hay una pequeña escarpa, ó bien en cúpulas redondeadas. Los valles son poco profundos, poco anchos, y comienzan ordinariamente por una hoya en forma de circo. Este terreno no contiene ni arroyos ni fuentes.

Entre los terrenos sedimentarios, el terreno gredoso es uno de los que ocupan mas extension. Aquellos de nuestros departamentos en que es más abundante y que él ocupa enteramente ó en gran parte, son: el Norte, el Paso de Calés, la Somma, el Sena inferior, el Oisa, el Aisne, el Marne, el Auba, el Alto Marne, el Iona, el Sena y Marne, Sena y Oisa, el Eura, el Calvados, el Orne, Eura y Loir, la Sarthe, Loir y Cher, el Cher, el Indre, la Viena, la Charenta, y la Charenta inferior. Las superficies, que el terreno gredoso ocupa en Francia, han sido calculadas en 6 200 000 hectáreas.

La extrema permeabilidad de la greda, que absorbe, por decirlo así, cada gota de lluvia en el punto mismo en que llega á la tierra, y la deja bajar perpendicularmente hasta el nivel del rio mas cercano, hace que sea ella muy desfavorable para poder encontrar manantiales. Los que tienen sus habitaciones en llanuras elevadas, y formadas de este terreno, no pueden esperar procurarse agua de pozo sino excavando hasta una profundidad extraordinaria, y las más de las veces impracticable. En la Normandía, la profundidad ordinaria de los pozos es de 50 á 60 metros; muchísimos hay que tienen hasta 100 metros de profundidad; y lo peor es, que la mayor parte de ellos,

hallándose situados á la ventura, no suministran bastante agua para el consumo de una casa. Sin embargo, la formacion gredosa encierra muchos y abundantes manantiales, pero se hallan muy profundos como en las calizas cavernosas.

Si en lo sucesivo se tiene cuidado de no hacer los pozos sino en los valles mas profundos, despues de haberse asegurado, mediante una nivelacion pr evia, que no habrá necesidad de hacer una excavacion muy honda para llegar al nivel del rio mas inmediato, se puede estar seguro que se hallar a una corriente de agua qué no puede ser mas baja que este nivel.

### La marga.

La *marga* no es una tierra simple, sino una combinacion de arcilla y de greda, obra de la naturaleza. Las proporciones de esta mezcla son muy variables: cuando domina la arcilla, se la llama *marga arcillosa*; cuando excede en cantidad la greda, se la llama *marga gredosa* 6 *cretácea*. En algunas partes de este depósito se halla tambien caliza, arena, ocre, dolomia, betun,  etc, por lo que se le da el sobrenombre de marga caliza, arenosa, ocreosa, dolomítica, bituminosa, etc. Para conocerla no hay más que echar un terroncito en un vaso de agua, y ella se hinchará y dividir a por sí misma: si es blanda, sus partes se desagregaran luego; si es dura, tardar a algun tiempo á desleirse. Cuando acaba de extraerse de la manguera, el sol y la lluvia la reducen luego á polvo. La marga es ménos pegajosa que la arcilla, y ménos friable que la greda; hace efervescencia con el agua fuerte, el vinagre y otros ácidos; se endurece en el fuego, y hasta

se vitrifica en él cuando éste es muy incandescente. Ella pica un poco la lengua, y á veces es tan dura que puede servir para los edificios, ya como piedra de sillería, ya como de mampostería. En ella se han hallado á lo más una cuarentena de fósiles, diseminados sin orden alguno; entre otros, pectinitas, entroques, plagióstomos, trigonias, hélices, ammonitas, terebrátulas, belemnitas, restos de mastodontes, icnosauros, plesiosauros, etc.

Las margas presentan por lo general muy pocos vestigios de estratificación regular: las que tienen la masa interrumpida por capas calcáreas, que son siempre delgadas y de poca extensión; y las que tienen hojas ó esquistas, son casi las únicas que puedan considerarse como estratificadas. El espesor de los depósitos margosos varía de 10 á 150 metros.

Hállanse en las diferentes partes de la marga los siete colores, pero no se ve ni uno que sea perfectamente homogéneo, y todos son más ó ménos matizados por los diferentes óxidos metálicos que están mezclados con su sustancia y se combinan al infinito. Así es que, en vez de decir que tal ó cual marga es blanca, negra, roja, verde, azul, amarilla ó violáda, dicen comunmente los geólogos que es blanquecina, negruzca, rojiza, verdusca, azulenca, amarillenta ó violácea. Hay una marga que presenta alternativamente fajas blanquecinas, rojizas, verduscas, azulencas ó violáceas, á la que se ha dado el nombre de *marga risada ó keuper*. Ella es compacta, granulosa, esquistosa, débilmente agregada, se divide al contacto del aire en pequeños fragmentos cúbicos, y contiene pocos fósiles. Esta marga contiene masas de espejuelo, de sal gema, produce los manantiales salados, y ocupa casi enteramente los departamentos de la *Meurthe* y de la

*Moselle*: tambien se halla, pero en depósitos de poca extension, en *Salms*, *Lons-le-Saulnier*, *Alais*, *Anduze*, *Castellane*, *Arallon*, *Bayeux*, *Flise*, en el *Mont-d'Or*, etc.

Cuando el hidróscopo busca manantiales en las margas, se ve obligado á valerse de toda su sagacidad para poder saber si ellas son estratificadas, cuál es el espesor de cada capa, cuáles son las capas que son permeables y las que no lo son, si el depósito se compone de una masa no estratificada, y si hay hoyos ó nó. Porque, sino examina cuidadosamente el terreno, se verá expuesto á no hacer una indicacion que seria útil y á veces muy importante, ó bien hacerla equivocada.

Cuando el depósito de marga es estratificado; cuando se compone principalmente de greda, y por consiguiente es permeable; y cuando los lechos intercalados y horizontales son impermeables y no se hallan á una muy grande profundidad, entónces puede hacerse la excavacion con esperanza de un buen éxito: pero si este depósito nada tiene de estratificacion; si se compone principalmente de arcilla, y por consiguiente es impermeable; si los lechos intercalados y horizontales son permeables ó se hallan á una profundidad muy grande, en tal caso debe uno abstenerse de hacer excavacion alguna.

Cuando en los terrenos margosos que se exploran, hay hoyos, debe uno conducirse como se ha dicho en el capítulo XX, hablando de la caliza que tiene hoyos.

### Terreno clismiano.

El *terreno clismiano ó diluviano* es aquel que ha sido trasportado por las aguas del mar ó de grandes lagos, y ha sido colocado en ciertas localidades. En todos aquellós

sitios en que se ven montones de guijarros ó de casquijos rodados, que no han podido ser traídos allí por las corrientes de agua actuales, se puede afirmar que lo han sido por las aguas diluvianas, ó por la irrupción de los lagos superiores que han roto sus diques. Estos depósitos son tan numerosos y tan difundidos sobre la tierra, que tal vez no hay una legua cuadrada en que no se halle algun lecho de ellos

Este terreno se distingue de todos los otros por ocho caracteres principales: 1.<sup>o</sup> él está compuesto de morrillos, de casquijos, de arenas más ó ménos rodadas, y ocupa en los valles, en las cuestas, en las mesas, y hasta sobre altas montañas, unas posiciones á las que nunca han podido llegar las corrientes de agua actuales en sus más grandes crecidas; 2.<sup>o</sup> él forma depósitos aislados, unas veces reducidos, y otras veces de alguna extension, casi siempre independientes los unos de los otros; 3.<sup>o</sup> de cuando en cuando se ven sobre este terreno pedruscos rodados de todo tamaño, algunos de los cuales tienen hasta 10 ó 20 metros de diámetro, y se hallan en los llanos de donde no podria sacarlos en la actualidad la más fuerte corriente de agua; tambien los hay que no tienen ninguna roca análoga en todo el valle en que se encuentran, y por consiguiente provienen de otras hoyas hidrográficas; 4.<sup>o</sup> este terreno jamás está cubierto de ninguna capa de roca sólida; 5.<sup>o</sup> él contiene conchas de mar que han sufrido poca alteracion; 6.<sup>o</sup> en él se hallan restos de animales, cuya especie se ha perdido, como por ejemplo huesos de los mastodontes, megaterios, megalonix, trogenterios, etc, ó restos de animales, cuyos análogos viven en latitudes y climas diferentes de aquellos en donde se hallan semejantes restos; tales son, los elefantes, rino-

cerones, hipopótamos, etc., que están hoy día concentrados en la zona tórrida; 7.º no se encuentran en él ni huesos humanos, ni vestigio alguno de la industria humana; 8.º en ciertos países, este terreno, aunque privado absolutamente de corrientes de agua, presenta muchos surcos ó vallecitos muy prolongados, paralelos entre sí, los cuales no los han podido hacer sino las corrientes del mar.

Los pedruscos, los morrillos, los casquijos y las arenas clismianas se hallan alguna vez sin mezcla de otras sustancias, pero las más de las veces están como amasados dentro de capas de arcilla, de tierra vegetal ó de limo. Algunas porciones de este terreno están desagregadas; otras se ven conglutinadas por cementos calcáreos ó ferruginosos, y forman montones de almendrilla; otras están divididas en capas ondeadas y de poca extensión, que indican los depósitos sucesivos, producidos por las aguas; pero más comunmente no presentan ninguna apariencia de estratificación. Hacia las orillas de los ríos, el terreno clismiano presenta ordinariamente una ó muchas gradas con escarpas ó pendientes pinas, más ó menos prolongadas, y casi paralelas al *thalweg* del valle. Si se compara el espesor de un depósito con el de otro, y aún los diferentes gruesos de un mismo depósito, se hallan grandísimas diferencias; puesto que en ciertos parajes estos depósitos no tienen sino algunos decímetros, y en otros cuentan hasta 200 metros de espesor. A medida que uno se aleja de los lugares de donde han partido los fragmentos lapídeos de este terreno, los halla más redondeados y menos voluminosos. Cuanto más se excava en estos depósitos, tanto más voluminosos se encuentran los pedruscos y los morrillos.

Los distritos de Francia en que está más extendido este terreno, son las márgenes del Rhin, del Isera, del Duranzo, y sobre todo del Ródano, en cuyo desembocadero se halla la famosa llanura de la *Crau*, que tiene cerca de dos miriámetros y medio de travesía por todos lados (20 leguas cuadradas), la que no está compuesta sino de este terreno.

Los depósitos clismianos deben contarse entre los terrenos poco favorables al descubrimiento de manantiales; porque generalmente son desagregados, sin estratificación de grande espesor, colocados sin orden alguno, y sin que tengan poca ó ninguna depresion en su superficie. La porosidad de este terreno es tal, que las aguas pluviales, y las de los arroyos que provienen de otros terrenos, se pierden en él, y se hunden hasta el nivel de los rios cercanos, los que, con motivo del grande espesor del depósito, se hallan las mas de las veces á un nivel mucho más inferior que el de las localidades que se quisiera proveer de agua. Es verdad que puede encontrarse en él alguna capa de arenilla, de marga ó de almendrilla acuíferas; pero estas especies de capas son tan raras, de tan poca extensión, y á veces tan profundas, que las probabilidades de mal éxito sobrepujan las de buen suceso.

Debajo de este terreno hay, casi en todas partes, sabanillas ó chorritos de agua que ocupan toda su parte inferior, y corren con dificultad, con lentitud y casi horizontalmente por entre los guijarros para llegar al rio inmediato: así es que en las bajas playas de este terreno que hay á lo largo de los rios, y que no son más altas que estos sino algunos metros, puede cualquiera excavar donde se le antoje, con la certeza de que hallará la sábana de agua á una profundidad insignificante.

## CAPÍTULO XXIII.

---

### TERRENOS PRIVADOS DE AGUA CON MOTIVO DE SU DISPOSICION Ó DESAGREGACION.

Hay terrenos, que por su naturaleza serian favorables á los manantiales, y en los cuales no se deben buscar con motivo de la disposicion de las hiladas que los forman; estos son:

1.º Todos los terrenos estratificados, cuyas hiladas descansan sobre sus cortes, y son por consiguiente verticales ó muy inclinadas. Deben considerarse como muy inclinadas todas las hiladas que tienen más de 45 grados de inclinacion. La experiencia me ha probado generalmente que en todos los lugares, en que la estratificacion tiene á poca diferencia 45 grados de pendiente ó más, áun cuando las hiladas conduzcan las aguas del interior al exterior de las colinas, no se deben buscar allí manantiales, porque todos aquellos que al principio se han hallado á una pequeña profundidad, habiendo tenido toda facilidad de producirse, han arrastrado la poca tierra que los cubria y son ahora visibles; mientras que los que se han

hallado á grandes profundidades no han podido jamás salir á fuera, y se hallan todavía muy profundos. Así pues, no se deben buscar jamás manantiales sino en los terrenos que tienen ménos de 45 grados de pendiente, y estos son tanto más favorables cuanto mas moderada es su pendiente.

2.<sup>o</sup> Todas las rocas no estratificadas, que están cortadas de arriba abajo por quebrajas ó hendiduras verticales ó casi verticales; tales son: muchas masas de asperon, de pórfido, de trap, de esquistas, de caliza suprajutásica, de mármol, de *grauwacke*, de antracito, etc. En algunas partes de estas rocas las hendiduras presentan cierto paralelismo entre sí; pero en la mayor parte son sinuosas, contorneadas, no observan ningun paralelismo, y se acercan más á la línea vertical que á la horizontal.

3.<sup>o</sup> Hay rocas que son regularmente estratificadas, y cuyas hiladas tendrian una pendiente bastante suave, y dispuesta para transmitir las aguas horizontalmente; pero como están compuestas de pedruscos de grandes dimensiones, casi rectangulares, separados los unos de los otros por numerosas y anchas fisuras verticales, las aguas bajan libremente y casi á plomo hasta su base, tanto si estas fisuras se corresponden, como si no se corresponden; como, por ejemplo, cuando las fisuras verticales de la hilada superior caen sobre el punto céntrico de la hilada inferior, imitando las construcciones en piedras de sillería.

Es fácil concebir, que todas las aguas pluviales que caen sobre terrenos así dispuestos, por grande que sea su extension, no pueden jamás formar una corriente de agua ni en su superficie ni en su interior; y que todas deben bajar libremente hasta la base de las rocas, siguiendo las muchas fisuras y quebrajas verticales que encuentran en

todas partes. Las rocas que tienen esta disposición, son ordinariamente de un gran volumen. Aquel que, obligado por la necesidad de procurarse agua, se decidiese á excavar en estas rocas hasta llegar á su base, no podría prometerse hallar una corriente de agua sino después de haberse asegurado por un maduro exámen, que la roca descansa sobre un terreno impermeable y muy poco profundo.

Los terrenos, en los que no debe buscarse agua con motivo de su desagregación, son los *hundimientos*, los *derrumbamientos* y los *escurrimientos*.

### Hundimiento de terrenos

Llábase *hundimiento* una masa considerable de terreno, ántes prominente ó al nivel del suelo, que se ha aplomado de repente ó sucesivamente dentro de una cavidad que habia debajo de su base, ó que ha sido formada poco á poco por una corriente de agua subterránea.

1.º En el tiempo en que las aguas del mar cubrían los continentes, ó á lo más tarde cuando se retiraron, hubo colinas calcáreas que se desplomaron ó se hundieron, y quedaron reducidas á pedruscos, cascajos y terreno detritico. Estos pedruscos, cascajos y tierras fueron reducidos á un tal estado de desagregación, y, por decirlo así, de fluidez, que llenaron á colmo los vallecitos adyacentes, y se nivelaron á un punto tal, que casi no queda vestigio de las antiguas colinas, ni de los vallecitos que ellos han llenado. Tenemos en Francia tres ejemplos evidentes de esas antiguas catástrofes, y todos tres se hallan entre los hoyos donde se sumen los ríos que van á formar á muchos millámetros de distancia los manantiales de Vaucluse, de la Touvre y de Louysse.

El río del Calavon que proviene de los Bajos Alpes, al llegar más abajo de Apt (Vaucluse) se pierde poco á poco, pasando por la llanura, que está toda ella compuesta de terreno desagregado, recibe más allá de Gordes el río subterráneo del Nesque que viene del canton de Sault, y forma la famosa fuente de Vaucluse, que da por término medio 890 metros cúbicos de agua por minuto.

Los dos ríos el Bandiat y el Tardoire, una vez llegados al canton de Montbron (Charente), se pierden insensiblemente en medio de los vastos escombros de la colina que en tiempos remotos existía entre los dos ríos, y llenan hoy día los dos antiguos valles. Los sitios donde estuvieron la colina y los dos valles, no forman, por decirlo así, mas que una llanura que tiene de largo cinco leguas, y de ancho tres leguas al E. y dos al O. Toda ella está cubierta de pedruscos de caliza margosa, (algunos de los cuales tienen más de un metro de diámetro), de cascajos y de tierras vegetales, mezclados unos y otros sin ningún orden ni vestigio de estratificación. Los dos ríos, habiéndose hecho subterráneos, se reúnen mas allá de La Rochefoucauld, y despues de haber corrido debajo de tierra el trecho de unas seis leguas, abastecen de agua el magnífico manantial de la Touvre cerca de Angulema. Las aguas de este manantial forman un río que tiene unos 40 metros de ancho, y 1<sup>m</sup>,50 de profundidad.

Todos los arroyos del canton de Lacapelle-Marival (Lot), que se forman en los terrenos graníticos y esquistosos, tan luego como llegan á los (burgos) de Thémínes, Thémínettes é Issendolus, en donde empieza la formación calcárea, se precipitan dentro de tres cavernas, se reúnen debajo de tierra, reciben muchísimos arroyos ocultos, y despues de haber corrido un trecho de 25 kilómetros, van

á formar cerca de Souillac (Lot) el manantial de Louysse, cuyo volumen es á poca diferencia igual al de los dos que se han nombrado. Todas las colinas que separan las hoyas de estos arroyos, las que tienen mucha elevacion en los terrenos graníticos y esquistosos, tan luego como llegan á la formacion calcárea, se abajan de golpe y desaparecen. Partiendo de estos tres burgos y dirigiéndose hácia mediodía, no se halla mas que una vasta llanura de dos á tres leguas de largo y otras tantas de ancho, cubierta de inmensos escombros que formaban en otro tiempo muchas colinas, de las que casi no queda mas que algunos rastros. Allí, la caliza jurásica, mas coherente que la de La Rochefoucauld, ha dejado en la superficie del terreno un gran número de masas de tres á diez metros de diámetro que yacen confundidas con pedruscos de todas dimensiones, cascajos y tierras vegetales.

Estas especies de hundimientos ó desplomes son mucho mas comunes en las formaciones calcáreas de lo que se crece generalmente. En muchísimos parajes he visto antiguos cerrillos, estribos, y espolones que se han dislocado enteramente, han llenado los vallecitos adyacentes, y sus restos yacen en la actualidad en un estado de *confusion*. Aunque de ménos extension y ménos bien nivelados que los tres que he citado, no por esto son ménos reales y fáciles de distinguir por todo observador atento.

Tambien se hallan con frecuencia en las mesas de las montañas espacios más ó ménos anchos, en los cuales la estratificacion está absolutamente interrumpida, llenos de cascajo y de tierras vegetales dispuestas sin órden alguno, formando *dikes* de una profundidad indeterminable. Estos montones ó confusiones son debidos, los unos al movimiento de las aguas del mar que han empujado y acu-

mulado estos materiales en los intervalos que dejaban los bancos de roca dislocados; y los otros á explosiones de gases subterráneos que para salir han abierto y roto los bancos de roca, unas veces con terremoto y otras sin él.

### Derrumbamientos y escurrimientos de terrenos.

Muchas masas de terrenos se despegan y bajan de las montañas por *derrumbamiento* ó por *escurrimiento*.

El terreno baja por *derrumbamiento*, cuando las diferentes partes de la masa despegada se separan las unas de las otras, ruedan y se precipitan en desórden.

El terreno baja por *escurrimiento* ó en *avalancha*, cuando toda ó casi toda la masa despegada baja sobre el plano inclinado de la montaña sin desagregarse ni volcarse.

En las grandes cordilleras se ven cumbres y lienzos de montañas que se han precipitado subitamente ó han bajado sucesivamente hácia sus bases, y han formado en diferentes alturas nuevas montañas y nuevos montecillos. Algunas de estas nuevas montañas tienen la cima prolongada y paralela á la cresta de donde han salido; otras forman montañas ó cerrillos cónicos que no guardan ningún órden de posicion entre si, ni con la montaña que los ha formado. Lo que hace que estas nuevas montañas sean fáciles de distinguir de las que han quedado en su puesto, es que estas últimas son ordinariamente estratificadas, y sus hiladas se extienden á distancias más ó menos grandes; mientras que las montañas que se han formado por derrumbamiento no presentan mas que desórden, trastorno y confusion. Si algunas de las que han bajado por escurrimiento presentan masas de roca que

han conservado su estratificación, estas masas son siempre muy reducidas, y todo el terreno que las sobrelleva, no ménos que el que hay á su alrededor, está como molido y sin coherencia. Todos estos terrenos de derrumbamiento y de escurrimiento han dejado hácia la cornisa de la montaña, de cuyo punto se han despegado, un vacío que forma un ángulo entrante, en el cual podría señalarse la antigua posición de las masas estratificadas que se han escurrido sin dislocarse.

Los derrumbamientos y escurrimientos que han producido estas montañas y cerrillos, han tenido lugar, los unos en la época en que las aguas del mar ó de los grandes lagos cubrían las tierras, ó cuando ellas se retiraron; los otros se verifican todos los dias, ya á consecuencia de terremotos, ya con motivo del agua que penetra en las capas de arcilla, las reblandece, y á veces las hincha á tal punto que, no pudiendo estas masas sostenerse más sobre las pendientes que habían tenido hasta entónces, se desploman con su propio peso.

En el número de los primeros puede ponerse el valle de Ramonchamp (Vosges). Las vertientes de las dos colinas y toda la llanura, que tiene á poca diferencia un kilómetro de ancho, están cubiertas de cerrillos cónicos, evidentemente trasportados, separados los unos de los otros y colocados sin órden alguno. Ellos están compuestos de trozos de roca de todas dimensiones, de tierras vegetales mezcladas confusamente unas con otras, y cada prominencia tiene de tres á ocho metros de alto. Todas las crestas y pendientes del rededor llevan las señales de antiguos escurrimientos y derrumbamientos, que no han podido efectuarse sino en el agua.

Despues de haberse retirado los mares se han efectua-

do y se efectuan aún todos los dias derrumbamientos y escurrimientos más ó ménos considerables.

En el año 1249, la mitad del monte Grenier cerca de Chambery (Savoya) se desplomó una noche, aplastó á todos los habitantes del pueblo de Myans y de otros pueblos circunvecinos, y sus ruinas se diseminaron por el llano sobre un espacio como de una legua en todas direcciones.

En 1618, una enorme porcion de rocas que circundan el valle de Chiavenna en la Valtelina (Suiza), se desplomó, sepultó el pueblo de Pleurs y más de 2.000 de sus habitantes.

En 1714, la parte occidental del monte Diablerets en el Valais se vino abajo: sus ruinas ocupan mas de una legua cuadrada, y tienen unos 100 metros de espesor.

En 1772, la montaña de Piz en la marca de Trevisa (Estado de Venecia) se partió en dos trozos: el uno se tumbó, y cubrió tres pueblos con sus habitantes. Un arroyo, detenido por sus escombros, formó en tres meses un lago. El trozo restante de la montaña, se precipitó en él, rebosó el lago, y pereció mucha gente; quedando aún hoy dia muchos pueblos sepultados dentro de las aguas.

En Solutré cerca de Macon, despues de grandes lluvias, las capas arcillosas de la cima de la montaña resbalaron sobre los bancos de piedra calcárea que se hallan en la parte inferior: esas capas habian andado ya muchos centenares de metros, amenazando engullirse el pueblo, cuando por fortuna cesaron las lluvias, y por consiguiente la marcha de este terreno movedizo.

De esta manera tambien se despegó una parte del monte Goyena en el Estado de Venecia durante la noche, y se

escurrió junto con muchas habitaciones que fueron arrastradas hasta el fondo del valle inmediato. Por la mañana, al despertarse los habitantes que nada habían oído, quedaron sobrecogidos en gran manera al ver que se hallaban en el valle. Al principio creyeron que un poder sobrenatural los había trasladado allí, y solamente después de haber examinado su nueva situación pudieron ver las huellas de la revolución que tan prodigiosamente los había conservado en vida.

El 2 de Setiembre de 1805 y después de un tiempo lluvioso, una mole de 4 000 metros de largo, 400 de ancho y 50 de grueso, se despegó del monte Ruffiberg, en Suiza, se precipitó dentro del valle, sepultó debajo de sus escombros muchas poblaciones, costó la vida á 500 personas, y formó en el fondo del valle muchas colinas de más de 60 metros de elevación.

Del 22 al 25 de Junio de 1837, una parte de la montaña de Perrier cerca de Issoire, sobre la cual estaba edificada el villaje de Pardines, se escurrió hasta su base, arrastrando con estruendo los árboles y las casas. Una viña entera y un edificio fueron transportados sin recibir daño alguno; y al día siguiente, una peña basáltica de 100 piés de elevación se derribó de repente, produciendo una conmoción horrorosa.

En la noche del 27 al 28 de Setiembre de 1853, una parte del monte de Duret, en las inmediaciones de Alais, se desplomó sin causar muerte alguna, gracias á la discreta precaución de la autoridad local, que viendo que en la cima se iba ensanchando todos los días una quebrada, mandó á todos aquellos habitantes del valle, á quienes podía coger la mole movediza, que se saliesen inmediatamente.

La *Gaceta de Coire* (Abril de 1856) dice que hay en su canton un villaje movedizo, y explica este hecho notable en los términos siguientes: las habitaciones y dependencias se hallan sobre un terreno movedizo que de cuando en cuando se escurre sobre la pendiente de la cuesta cuya cima ocupaba en otro tiempo, sin que ni las habitaciones ni los árboles que lo cubren hayan sufrido notablemente de este cambio de posición. Este villaje es el de Ischappina cerca de Tosis. Desde unos seis años acá, el terreno se adelanta cerca de media legua sobre la pendiente de la montaña, y á pesar de esto la localidad está siempre habitada, y los terrenos son utilizados para el cultivo.

El 30 de Mayo de 1856, de resultas de continuas y fuertes lluvias, los habitantes de Barjac, cerca de Mende, vieron durante el día, que el flanco del monte Sennaret, el cual domina la villa y está elevado unos 250 metros, se resquebrajaba y se movía insensiblemente: al mismo tiempo oyeron que sus casas crujían, y que un ruido sordo y prolongado salía de la montaña. A estas señales nada equivocadas de un desastre inminente todos los habitantes se refugiaron en los pueblos inmediatos. A eso de las once de la noche, se oyó una detonación mucho más fuerte que la del trueno; una enorme avalancha de terreno se desprendió de la cuesta, cayó en el llano con un estruendo horrible, aplastó las casas, y cubrió ó arrasó hasta el pié de la cuesta opuesta todo lo que balló en el lugar por donde pasaba. El río del Lot, cuyo valle en este paraje no es más que una garganta sumamente estrecha, quedó enteramente atajado por un dique de 100 metros de elevación y de 500 metros de espesor, de cuyas resultas se formó un vasto lago en la parte de arriba.

Las partes de los edificios que no fueron destruidas, las cercas de pared, los vallados y los árboles que habia en la cuesta, se ven hoy dia sobre este malecon, habiendo conservado la mayor parte de ellos sus posiciones respectivas.

Además de estas montañas derribadas, cuya historia nos ha conservado la tradicion, muchas otras hay que no podemos dudar que han sido tumbadas y derribadas en épocas que nos son desconocidas. Cuando uno viaja por las montañas elevadas, como los Alpes, el Jura, los Pirineos, se ven pruebas de ello á cada paso.

El lector conoce muy bien, que no es en los terrenos que provienen de semejantes hundimientos, derrumbamientos ó escurrimientos, donde pueden buscarse manantiales con esperanza de buen éxito. El grande espesor de estos depósitos, que á veces es de 100 metros; su extrema porosidad, la incoherencia y el desorden de todas sus partes, no permiten hacer la mas mínima conjetura sobre su composicion, ni sobre su disposicion interior; y es tan difícil al geólogo conocer el interior de estos terrenos, como á un anatómico reconocer cada particilla de un cadáver que hubiesen picado.

### Arcilla wallérius

Independientemente de esas enormes masas de terreno que se despegan de las grandes montañas, y se derrumban ó escurren subitamente á lo largo de sus flancos, se hallan tambien, tanto en las pendientes de las grandes montañas como en las de los ribazos mas insignificantes, muchos depósitos de una arcilla que se escurre insensiblemente, y que se llama *arcilla fermentante de Wallérius*.

Esta arcilla ordinariamente no tiene más que de 1 á 4 metros de espesor; está entremezclada de arena cuarzosa, la sostiene una capa lisa, en gran manera inclinada, y cuya inclinacion concuerda con la de la superficie del terreno. Como todas las arcillas, tiene la propiedad de hincharse cuando está mojada, y de contraerse á medida que se seca. En tiempos de grandes lluvias se empapa de agua, y aumenta considerablemente de peso y de volumen: cuando se halla mojada toda la superficie de la roca sobre la que descansa, se ven aparecer en diferentes puntos y á diferentes elevaciones, quebrajas poco anchas, poco profundas, y de forma ya circular, ya cuadrada, que señalan la separacion de cada una de las masas que se ha puesto en movimiento. De estas pequeñas avalanchas, las que se hallan ser las más elevadas, empujan hácia abajo las más inmediatas; estas empujan á su vez las que se hallan más bajas que ellas, y así sucesivamente hasta llegar al punto más bajo de la pendiente; y en diferentes puntos se forman cerrillos ó protuberancias más ó ménos elevadas.

La marcha de este terreno es muy desigual. En unas cuevas, no baja sino algunos decímetros cada año; en otras, algunas partes bajan por tiempo limitado, y en seguida se detienen durante siglos enteros: pero si para abrir un camino se llega á zapar, ó si una corriente de agua va á corroer la base de esta masa moveidiza, sucede alguna vez que, llegando las primeras lluvias fuertes, ó se viene abajo toda entera, ó se desparrama en masas separadas por todo el llano, deteniendo hasta la corriente de agua que allí encuentra.

Los acueductos que se construyen en este terreno, se desarreglan muy á menudo, y hasta quedan interrumpidos; y nunca se levantará en él un edificio que sea sólido.

Por bien hechas que estén las construcciones, no tardan mucho en henderse (1), en perder su rectitud perpendicular, y desplomarse. Yo he visto un gran número de pueblos en los que se desplomán casas casi todos los años. Los habitantes están muy expuestos á quedar sepultados debajo de sus ruinas, y unos ú otros están continuamente ocupados en reedificarlas.

(1) Habitado á ver y conocer este terreno, millares de veces durante mis excursiones he anunciado desde léjos, y muchas veces hallándome á gran distancia, que la mayor parte de las paredes de una casa ó de una villa, que yo veía por la primera vez, habían perdido su rectitud perpendicular y estaban rajadas. Los señores que oían estos anuncios, quedaban asombrados; y los aldeanos los tomaban como inspiraciones sobrehumanas. Sin embargo, lo que acabo de decir, hace ver que eran muy fáciles de hacer.

Hé aquí lo que cuenta sobre este particular el *Novelista de Pontarlier* en los números 20 y 27 de Octubre, y 17 de Noviembre de 1844:

«En las *Oyettes*, el Sr. Paramelle ha asegurado, que si se plantaba hoy una ringlera de árboles en una misma línea, más de la mitad habrían perdido más ó ménos su alineacion dentro de cincuenta años, y todos ellos dentro de cien años. Estas observaciones se hallan justificadas por el crecimiento de los pinabetes que en este paraje descien más abajo que en todo otro punto de la colina, acercándose hácia el arroyo de *Lavaux*; lo que no puede explicarse sino por el movimiento insensible del terreno de arriba abajo. Estando almorzando en Suans, el abate Paramelle ha hablado de los terrenos que se hallan en estado de derumbamiento, y esto ha hecho que renovase su prediccion con respecto al lugar de *Lods* (Doubs), á saber, que la movilidad del suelo sobre el que está edificado, amenaza arrastrarlo un día hácia el *Loue*. Con esta ocasion ha dicho que, visitando el departamento del Var, ha formado el mismo juicio con respecto á un pueblo que se llama *Chateaudouble*, cuyo juicio, por una coinci-

En este terreno hay, como en los otros, manantiales visibles y muchos mas que están ocultos: pero como el terreno no tiene ninguna estabilidad, de cuando en cuando aparecen y desaparecen los manantiales, unas veces repentinamente y otras sucesivamente; y vuelven á aparecer en puntos diferentes, y desaparecen otra vez. Estando revuelto todo este terreno y corriendo los manantiales en desórden, no puede hacerse en él la aplicacion de ninguna de las reglas que dirigen la marcha de

dencia remarcable, se ha hallado conforme con el de Nostradamus sobre el mismo pueblo unos 300 años atrás, y que habia dado lugar á los antiguos versos siguientes:

*Chateaudouble, Doublechateau,  
La rivière sera ton tombeau.*  
(El rio será tu tumba)

EL TRADUCTOR.

«Habiendo llegado el Sr. Paramelle á los Hospitales-Viejos, ha indicado cuatro manantiales. Uno de ellos pasa por debajo de cuatro casas, y hasta debajo de la Rectoría. Desde una distancia de la que no se podia ver á simple vista que la casa del cura estaba rajada, en un ángulo, de dos costados, á causa del agua subterránea, él ha dicho: *Id á convencer os de esta circunstancia*: y los espectadores se han apresurado á verificarla, hallándola enteramente exacta.

«En el pueblo de La Grand'Combe, una observacion ha impresionado y tal vez asustado á sus habitantes. En todo el departamento del Doubs ha dicho el entendido geólogo, no he encontrado tanta cantidad de terreno en estado de derrumbamiento como el en que está situada una gran parte de este pueblo; y estoy seguro de que casi todas las casas, por poco elevadas que sean sus paredes, estan rajadas no en la pared de delante ni en la de detrás, sino en las de los costados. Hecha la comprobacion, se ha hallado efectivamente que era así.»

las aguas subterráneas. Por lo que debe uno contentarse con aprovechar los manantiales que se descubren por sí mismos, y abstenerse de buscar los que están ocultos, porque no pueden encontrarse sino por casualidad, y aún en el caso en que alguno los encontrase, debería estar seguro que los vería desaparecer tarde ó temprano.

## CAPÍTULO XXIV.

### MANANTIALES MINERALES, TERMALES E INTERMIENTES.

El agua de todos los manantiales es esencialmente la misma, y sus diferentes cualidades no son debidas sino á los diferentes cuerpos heterogéneos (1) que ella tiene en suspension ó en disolucion, los cuales modifican su peso, su sabor, su color y su olor. Ningun manantial existe perfectamente puro; y los que se reputa que se acercan más al estado de pureza, son los *manantiales de agua viva*, llamados tambien *agua de roca*, porque salen de los peñascos despues de haberse filtrado entre arenas ó masas graníticas, en donde no han encontrado ninguna materia soluble. Esta agua es de ordinario la mas ligera, puesto que el pié cúbico no pesa sino unas 70 libras (2); puesta

---

(1) *Talis sunt aquæ, qualis terra per quam fluunt* Plin. Historia natur., libro XXXI. (Las aguas son tales, cual es el terreno por donde pasan. *El traductor.*)

(2) El pié cúbico del agua mas cargada pesa 72 libras, y el de la mas ligera 70.

al fuego hierva mas pronto que toda otra, y mas pronto tambien se enfria, sin que deje sedimento alguno en la vasija en que ha hervido; á mas de que disuelve fácilmente el jabon, y las legumbres se cuecen en ella en muy poco tiempo. Cuando ella pasa por sobre la tierra, cria berros de fuente y otras yerbas que conservan su verdor todo el año. Despues de los manantiales que salen de los granitos, los mejores para beber y los más sanos son los que salen de los pórfidos, de las micaschitas, de los traps, de las calizas puras y de las arenas.

### Manantiales minerales.

Se da vulgarmente el nombre de manantiales minerales á aquellos cuyas aguas son frias y cargadas de disoluciones salinas, terrosas ó metalicas, en cantidad suficiente para curar ciertas enfermedades ó producir una accion notable en la economía animal. Comunmente se decide de la cualidad de un manantial por el principio que domina en sus aguas: así es que se le da el nombre de *manantial salado, selenitoso, sulfuroso, vitriólico, ferruginoso, bituminoso, etc*, porque sus aguas, en las capas por que han pasado debajo de tierra, han encontrado, han disuelto y arrastrado en abundancia ciertas porciones de sal, de selenita, de azufre, de vitriolo, de fierro ó de betun.

Los manantiales minerales observan en su curso subterráneo las mismas leyes que los manantiales ordinarios, y se los descubre por los mismos procedimientos. Así es que yo hice descubrir el gran manantial de San Galmier (Loire), el del castillo de Pinsaguet (Alta Garona), etc.

La química da los medios mas seguros para conocer la composición de las aguas y la naturaleza de las mezclas. Hállanse, en todas las obras que tratan de esta ciencia, los análisis de un cierto número de manantiales conocidos. Las sustancias señaladas en cada uno de los cuarenta y cinco análisis que tengo á la vista, son en número de cuatro á quince, y segun Bouillon-Lagrange (página 50) «se puede valuar á treinta y ocho el número» de las diferentes sustancias, cuya presencia se ha reconocido en las aguas minerales.»

Aunque una agua sea clara y cristalina, no debe inferirse de aquí que está ella exenta de toda sustancia heterogénea; porque las partículas salinas disueltas ó minerales descompuestas, son tan sutiles, tan atenuadas y tan divididas, que están suspendidas en el agua de una manera imperceptible, y no le hacen perder nada de su transparencia.

Las burbujas de aire que salen continuamente del fondo de algunas fuentes, y se elevan hasta la superficie del agua, junto con un gusto agrillo, denotan que el manantial es *gaseoso*.

El *color* blanquizco del agua es un indicio de partículas gredosas ó gipsosas: el color blanco-amarillento es efecto del carbon fósil: el color negro indica la presencia del asfalto ó de la greda negra. Cuando el agua es rojiza sólo en la superficie, denota alguna sustancia animal; y cuando el rojo ocupa toda la masa, es prueba que el agua está impregnada de hierro, de bol, ó de ocre. El color verde indica la presencia del cobre ó del vitriolo: el color verde amarillento, la del azufre ó del hierro mezclado con el cobre: el color azul, la del cobre; y el color amarillo negrozco, la del hierro.

El *gusto* de herrumbre anuncia la presencia del hierro ó del cobre en el agua: el gusto de tinta el vitriolo. El gusto de sal, de azufre y de turba da á conocer que el manantial ha pasado por entre depósitos ó capas minerales de sal, de azufre, de turba, etc.

Un *olor* de ajos indica un manantial arsenical, y el olor de huevos empollados el azufre. Si dentro de las aguas sulfurosas se mete una lámina de plata ántes que ellas hayan sentido la impresion del aire, aquella se vuelve negra.

### Manantiales termales

Los manantiales de agua caliente ó *termales* presentan todos los grados de calor, desde el agua hirviente, que es de 100 grados, hasta el agua templada. El manantial de *Cauterets* tiene 36 grados de calor; el de *Barèges* 48, el de *Balaruc* (Hérault), 53; el de *Vals*, cerca de *Aubenas*, 55; el de *Bagnères-de-Luchon*, 56. En *Bourbon-Lancy*, el manantial de *San Léger* tiene 33 grados; el de *Escure*, 43; el de la *Reina*, 44; el del *Grand-Puits*, 48. Estos cuatro manantiales salen de tierra á algunos metros de distancia el uno del otro. En *Chaudesaigues* (Cantal), los habitantes escaldan la sopa con el agua de manantial termal, que ellos sazonan, sin que la hagan calentar mas. También hacen cocer en ellas toda especie de carne; los huevos se vuelven duros en pocos minutos, y sus casas se calientan por medio de conductos que pasan por debajo de los enladrillados.

Hasta el fin del último siglo se ha atribuido generalmente el calor de estos manantiales á piritas, á bancos de greda, de piedra caliza, ó á volcanes; pero desde que los geólogos han publicado sus observaciones sobre este parti-

cular, se ha visto que sólo los manantiales termales que se hallan cerca de los volcanes en actividad, pueden recibir de ellos un aumento de temperatura; y que las piritas, la greda y la cal son causas evidentemente demasiado débiles y demasiado agotables para producir efectos tan grandes y tan constantes. Y en efecto, de muchos siglos á esta parte que se observan estas aguas, se les ha encontrado siempre, á poca diferencia, el mismo volúmen, la misma composición, el mismo sabor y la misma temperatura. Los frios excesivos, los fuertes calores, las lluvias copiosas y las sequedades extremas, que hacen los manantiales ordinarios tan variables, no producen casi ningún cambio, ni en la temperatura ni tampoco en la cantidad de los manantiales termales. Por otra parte, estos manantiales llegan todos á la superficie del suelo por un movimiento vertical, y se los halla en toda clase de terrenos y de posiciones; y la mayor parte de ellos están además muy distantes de los terrenos volcánicos.

Así pues, las aguas termales provienen de las profundidades del globo, de donde sacan su temperatura; y los diferentes grados de calor que ellas tienen, son debidos á las mayores ó menores profundidades de que provienen (1). Está admitido hoy dia por todos los físicos y geólogos, que la tierra tiene un calor propio que aumenta un grado poco más ó menos por cada 25 metros de profundidad (2); y que el agua ordinaria que se hunde

---

(1) Véase á MM. D'Orbigny, *Géol*, cap 1; Boubée, *Abrégé de Géol*, *Calor central*.

(2) «Experimentos ciertos y reiterados nos aseguran, que la masa entera del globo tiene un calor propio y totalmente independiente del calor del sol. Este calor es constante en todo lugar para cada profundidad, y parece aumentar á medida que uno

en la tierra, adquiere cuatro grados de calor por cada 100 metros de profundidad. Conocido el grado de calor de un manantial, puede conocerse á poca diferencia la profundidad de donde viene. Si, por ejemplo, un manantial termal tiene 20 grados de calor, se sigue de aquí que viene de 500 metros de profundidad; si tiene 40 grados, viene de 1 000 metros; y si el agua tiene 100 grados de calor, y que por consiguiente sea hirviente, (suponiendo que este manantial exista en alguna parte), se dirá que viene 2 500 metros de profundidad. Estos datos tienen excepciones en todos aquellos lugares en que un manantial termal recibe debajo de tierra un manantial de los ordinarios, que lo entibia proporcionalmente á la cantidad de agua que le agrega.

Uno de los beneficios del fuego central es impedir que las aguas subterráneas bajen á profundidades indefinidas.

va bajando» (Buffon, *Epoques de la nature*. Discurso preliminar.)

»Si uno va hundiéndose yendo hácia el interior del globo, halla el calor que crece progresivamente y de una manera muy rápida. En las minas de Freyberg, la temperatura se eleva á medida que uno va bajando, y á 300 metros de profundidad excede á la de la superficie de la tierra unos ocho grados. Este aumento es de un grado por 37 metros de profundidad, ó á lo ménos 33.» (D'Aubuisson, *Géognosie*. t. 1. págs. 450, 453 y 458.)

M. Cordier, en su *Ensayo sobre la temperatura de la tierra* publicado en 1828 hace este resúmen: «Mis experimentos confirman plenamente la existencia de un calor interno que es propio del globo terrestre, que no depende de la influencia de los rayos solares, y que crece rápidamente con las profundidades. El aumento es ciertamente más rápido de lo que se había supuesto: éste puede ser de un grado por 15 metros, y hasta por 43 metros en ciertos terrenos; y por de pronto, el término medio no puede fijarse á ménos de 25 metros.»

Puede verse todavía, sobre la temperatura interior del globo, á MM. de Humboldt, Gensanne, Saussure, Rozet, Fourier y otros.

Las que bajan á muy grandes profundidades, pero sin llegar á 2.500 metros, son incesantemente rechazadas fuera de tierra más ó ménos calientes, y forman los manantiales termales. La cantidad muy pequeña de aquellas que llegan hasta el foco incandescente, queda convertida en vapores que se desahogan por las bocas volcánicas ú otras aberturas del globo. Este rechazo continuo de las aguas las mantiene todas hácia la sobrehaz de la tierra, en donde una parte circula en la superficie ó á una pequeña profundidad; otra se conserva en los mares cuyo nivel es siempre el mismo; y otra, reducida á vapor, discurre por la atmósfera. Sin este fuego central, todas las aguas se habrían precipitado mucho tiempo hace á las inmensas concavidades que él ocupa, de las que nunca más habrían salido. La superficie de la tierra estaria enteramente seca, y ningun sér viviente, animal ó vegetal, podría subsistir en ella.

Como la corriente subterránea de los manantiales termales es vertical y viene de profundidades extraordinarias, no pueden estos descubrirse, aplicándoles los procedimientos ordinarios, sino en dos casos que rara vez se presentan. Si alguno de estos manantiales, despues de haber llegado cerca de la superficie de la tierra, encuentran un banco de roca que le impide concluir su ascension en línea recta, y lo obliga á tomar una direccion horizontal durante un cierto trecho; ó bien, si habiendo subido hasta el terreno de trasporte, no halla sino un terreno desagregado que no puede conducirle hasta fuera de tierra: en estos dos casos se puede interceptar este manantial en uno de los puntos de su curso horizontal. Por lo tanto, no debe perderse el tiempo en buscar esta especie de manantiales; y debe uno contentarse con aprovecharse de ellos.

cuando se presentan por sí mismos, ó cuando los halla por casualidad

### Manantiales intermitentes é intercalares.

El modo con que manan los manantiales intermitentes é intercalares, ha picado vivamente en todos tiempos la curiosidad de los sabios y de los que no lo eran.

Los *manantiales intermitentes* son los que, independientemente de las estaciones, manan durante ciertos intervalos fijos, y cesan enteramente de manar durante otros intervalos; es decir, que aparecen y desaparecen alternativamente, y esto en tiempos determinados. Los *manantiales intercalares* son los que, en intervalos fijos é independientes de las estaciones, dan alternativamente cantidades de agua diferentes. Los manantiales verdaderamente intermitentes ó intercalares son aquellos cuya intermision no dura sino algunos minutos, algunas horas ó algunos días. Aquellos, cuyas apariciones y desapariciones duran meses ó años enteros, ó bien, cuyas variaciones dependen de las lluvias ó del derretimiento de las nieves, no cuentan en el número de los manantiales intermitentes ni intercalares, y se los llama *temporarios*.

Como la causa de estas variaciones singulares se ha ocultado siempre á nuestra perspicacia, los físicos que han intentado explicarla, se han dado á suposiciones muy diferentes.

Los unos han atribuido estas variaciones á bocanadas de vientos subterráneos; pero no se cita manantial alguno intermitente, cuyo corrimento vaya regularmente acompañado ó seguido de una corriente de aire bastante fuerte para empujar la columna de agua fuera de tierra.

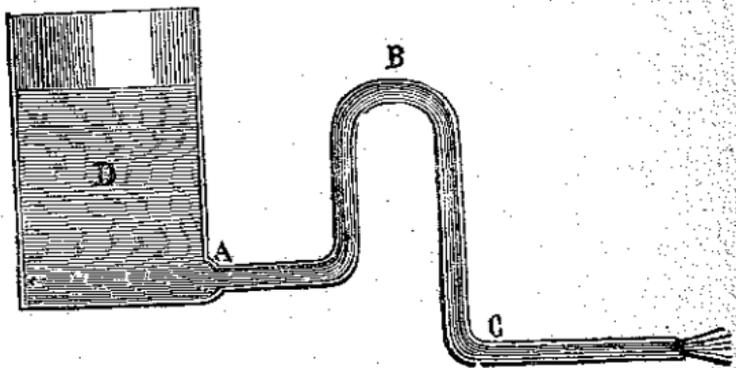
Los otros han sostenido que la intermision de los manantiales es efecto del flujo del Océano, puesto que los mares mediterráneos no tienen flujo sensible. En apoyo de esta opinion citan algunos manantiales situados enteramente á la orilla del mar ó á algunas decenas de metros de distancia, que suben y bajan al mismo tiempo que él. Este hecho muy sencillo no tiene relacion alguna con los manantiales intermitentes que se hallan con frecuencia á centenares de leguas de distancia, y á centenares ó millares de metros sobre el nivel del mar. El descuerdo que existe entre el flujo del mar y los diferentes manantiales intermitentes, habria debido, por sí solo y á primera vista, hacer rechazar esta hipótesis; porque la duracion del flujo es de unas seis horas, y entre tantos manantiales intermitentes que se conocen, tal vez no se citaria uno, cuyo período tenga exactamente esta duracion. A mas de que, como la intermision de los diferentes manantiales presenta toda clase de duracion, desde algunos minutos hasta algunos dias, tal vez no se encontrarian dos cuya duracion sea rigurosamente la misma.

Otros hay, que para dar explicaciones de este fenómeno fundadas sobre hechos, han intentado coger, como se dice, la naturaleza en fragante. Empezando en el mismo punto en que sale el manantial, han practicado una galeria más ó ménos larga que seguia paso á paso su conducto subterráneo; pero no se cita ni uno que haya sido tan dichoso que viese funcionar este mecanismo debajo de tierra. Su curiosidad no ha tenido las más de las veces otro resultado que el de destruir para siempre jamás un fenómeno que era la maravilla del país.

A falta de observacion directa, los físicos explican la intermision de las fuentes por el juego del sifon, cuyo me-

canismo es perfectamente conocido : y á fin de que todos los lectores puedan comprender lo que luego se dirá, voy á explicar la forma y el juego de este instrumento.

Un sifon es un simple tubo encorvado ABC, cuyo brazo AB es más corto que el otro BC. Para servirse de este instrumento, la extremidad A del brazo corto se coloca dentro de un vaso D, ó bien se ajusta á una abertura lateral A del vaso. Échase dentro del vaso agua ó cualquier otro líquido. A medida que el agua se eleva dentro del vaso, se eleva tambien dentro del brazo corto AB. En el momento en que llega á la elevacion de la corvadura B, empieza á subir con rapidez por el brazo corto AB, y á bajar por el brazo largo BC. El agua continúa saliendo por el tubo, y el vaso se vacia hasta que aquella ha descendido debajo de la abertura del brazo corto A, en cuyo momento cesa el corrimiento. Todas las veces que se repite esta operacion, se obtiene el mismo resultado.

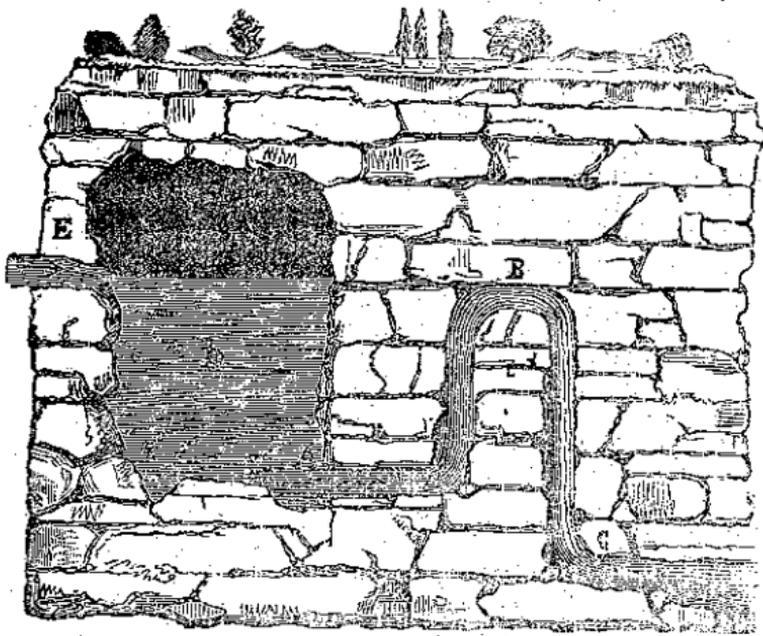


Sifon.

Es indiferente que este tubo sea de vidrio, de metal ó de madera; que sea grueso ó delgado; y que su corvadura sea arqueada, angular ó extravagantemente tortuosa. Para que un sifon pueda jugar, es preciso que su desemb-

cadura, se halle más baja que el nivel del agua contenida dentro del vaso.

Segun estos datos, confirmados por todos los experimentos y admitidos de todos, para explicar cómo un manantial puede alternativamente arrojar una cantidad de agua y cesar durante ciertos intervalos regulares, se han visto obligados los hidrógrafos á suponer que el agua de este manantial encuentra debajo de tierra una cavidad más ó ménos espaciosa, y en seguida una manga dispuesta como un sifon. Puede cualquiera formarse una idea de estas dos especies de cavidades en la forma siguiente:



Corte de una roca que contiene un manantial intermitente.

D Cavidad más ó ménos espaciosa que sirve de depósito E Manantial, cuyas aguas caen y se reúnen dentro de la cavidad. A Abertura del brazo corto de la manga subterránea que hace el oficio de un sifon. B Codo ó corvadura de la manga C. Desembocadura del brazo largo de la manga.

Una vez supuesta esta caverna y esta manga, dispuestas en forma de sifon, es fá il concebir y explicar el juego y la intermision de este sifon subterráneo. Cuando el depósito D está vacío, el agua que el manantial E echa en él, se eleva con igualdad tanto dentro de la cavidad como dentro del brazo corto de la manga AB: del momento en que el agua se ha elevado dentro de la cavidad y de la manga hasta la más grande altura de la corvadura B, ella se pone á bajar dentro del brazo largo BC, de donde hace salir el aire con ruido, y continúa manando y la cavidad vaciándose hasta que el nivel del agua haya descendido debajo de la abertura del brazo corto A. En este instante cesa el corrimiento, y esta cesacion dura hasta que el agua se haya elevado otra vez á la altura B de la corvadura de la manga.

Como la duracion del corrimiento depende del grandor de la cavidad, del diámetro de la manga, y de la cantidad de agua que produce el manantial, de ahí es que ciertos manantiales intermitentes dan agua solamente durante algunos minutos, otros durante algunas horas, y otros durante algunos dias, y dejan de darla todo el tiempo que necesita la cavidad para llenarse de nuevo.

Para que un manantial sea intermitente, es necesario que la manga ABC se lleve más agua que la que da el canal E que la suministra; porque, si este canal echaba dentro de la cavidad tanta ó más agua de la que puede arrojarse la manga, el agua se sostendria dentro de la caverna á la altura de la corvadura de la manga, y el corrimiento seria continuo.

Componiéndose el corrimiento de la cantidad de agua que se halla dentro de la cavidad en el momento en que el sifon empieza á jugar, y tambien de aquella que cae en

la misma todo el tiempo que dura el corrimiento; cuando el canal que la suministra aumenta su producto despues de lluvias abundantes, llenándose entónces la cavidad en ménos tiempo, resulta que la intermision es más corta, y el corrimiento más largo. Si por el contrario, la sequedad viene á disminuir la cantidad de agua del canal que la suministra, la intermision será más larga y el corrimiento más corto.

Esta manera de explicar la intermision de ciertas fuentes es la única satisfactoria que ha podido hallarse hasta ahora: y para probar que esta cavidad, esta manga y el juego que es su resultado, no son suposiciones gratuitas, se ha construido un aparato que produce perfectamente este fenómeno, al que por este motivo se ha dado el nombre de *fente intermitente*.

Por lo que toca á los manantiales intercalares, es decir, aquellos que durante ciertos intervalos de tiempo dan más agua que en otros, se ve uno forzado á admitir que debajo de tierra el trozo largo de la manga intermitente echa sus aguas en otro manantial cuyo corrimiento es continuo; ó bien, si no hay más que una corriente de agua, decir que esta se divide en dos ántes de llegar á la cavidad, que la una sigue un conductor cuyo corrimiento es continuo, que la otra pasa por la caverna y la manga intermitente, y que las dos se reúnen ántes de llegar á fuera de tierra.

Las fuentes intermitentes é intercalares se encuentran en gran número en todos los países. La más notable que tenemos en Francia es *Fontestorbe*, en el pueblo de *Belesta* (Ariège). Su corrimiento es ordinariamente intercalar (1) desde el mes de Junio hasta el mes de Octubre;

---

(1) Tal vez deberá decir *intermitente*. (Nota del traductor).

pero en el invierno, y áun durante las lluvias del verano, se hace continuo. Este corrimiento empieza cada tres cuartos de hora, y dura diez y ocho minutos. En su más grande crecida da á poca diferencia ocho veces más agua que en la más baja.

El corrimiento de la fuente del *Touillon* cerca de *Pontarlier* (Doubs) dura diez minutos, llena su pilon, y desaparece completamente, dejando el pilon sin agua durante tres cuartos de hora.

La fuente de *Colmars* (Bajos Alpes) da agua ocho veces en una hora, y se pára otras tantas veces, sin que varíe en los diferentes tiempos del año sino de seis á ocho minutos.

El manantial de *Fonsanche*, entre *Sauve* y *Quissac* (Gard), da agua con bastante regularidad dos veces cada veinticuatro horas, y tiene dos intermisiones en este mismo tiempo. Durando cada corrimiento siete horas, veinticinco minutos, y cada intermision cinco horas, los corrimientos y las intermisiones retardan cada dia unos cincuenta minutos.

Las intermisiones de la fuente de *Jaude* en *Clermont* son de unos seis minutos.

El departamento del Lot tiene dos fuentes intermitentes: una en *La Mothe-Cassel*, cuyo corrimiento aumenta desde las diez de la mañana hasta las tres de la tarde; y otra en *Gigouzac*, que empieza á dar sus aguas con más abundancia hácia las diez de la noche y cesa absolutamente de darlas á eso de las cinco de la mañana.

Las fuentes intermitentes y termales mas extraordinarias que se conocen, son los *geysers*, de Islandia, los que parece que deben sus accesiones, no al juego de un sifon, sino á una acumulacion de gases mezclados á masas

de agua contenidas dentro de vastas cavidades subterráneas. El terreno de esta isla, todo volcánico y que conserva todavía un volcan en actividad, despide enormes cantidades de gas, que en tiempos indeterminados hinchan las aguas subterráneas y las empujan afuera con más ó ménos violencia. Es verosímil que á la misma causa es debida la irregularidad de ciertos manantiales intermitentes que ningun orden observan en las duraciones de su corrimiento y de su intermision. El número de estos *geysers* pasa de ciento, y están agrupados en un espacio de media legua cuadrada á poca diferencia, y á media legua de *Skalhott*. Hé aquí como cuenta M. de Troil sus impresiones de cuando fué á ver estos manantiales (1).

«Los *huer* ó chorros de agua, que son en mucho mayor numero, son más notables. Sólo citaré los tres más curiosos. Hay uno cerca de *Langeratn*, lago de agua dulce que tiene una legua de circunferencia, á dos jornadas del Hecla: allí es donde ví el primer *huer* ó chorro de agua, y debo confesar que es un magnífico espectáculo. El cielo estaba sereno, y el sol empezaba á dorar las montañas vecinas. Como no hacia viento, el lago donde se paseaban los cisnes se presentaba á la vista como un espejo. Alrededor y en ocho puntos distintos se veia elevarse de estos manantiales caliente cantidad de vapores que se perdian en el aire.»

• Todos estos manantiales echaban chorros de agua, y uno de ellos formaba una columna de 18 á 24 piés de alto, y de 6 á 8 piés de diámetro. El agua estaba en extremo

---

(1) *Cartas sobre la Islandia*, traducidas del sueco, pág. 304 y siguientes.

caliente. Para nuestro almuerzo hicimos cocer en ella un gran pedazo de carnero, algunas truchas salmonadas, y unas cuantas agachadizas, sin que todo esto perdiese nada de su sabor. Tal era el grado de calor, que al cabo de seis minutos estas carnes estuvieron cocidas, casi en estado de deshacerse en pedazos »

«Una descripción cual hubiera deseado podérsela dar á usted, sería todavía inferior al sujeto; pero es cierto que en ningún otro lugar me he sentido nunca más lleno de admiración y de veneración por el autor de la naturaleza »

»En *Reikum* se halla otro *huer*, y se asegura que el chorro de agua de este se elevó pocos años atrás hasta la altura de 70 piés. Un hundimiento de tierra que cubre casi toda la abertura por donde salta el agua, es la causa de que actualmente no suba más de 60 piés »

»Hasta ahora, caballero, yo no le he hablado de lo que me ha parecido más digno de notar, y que le costará á usted, lo mismo que á mí, gran trabajo para creerlo. Yo no le contaré nada mas que lo que he visto, y por consiguiente respondo de la verdad »

«El mayor chorro de agua que existe, es el de *Geysér* cerca de *Skalholt*, una de las residencias del obispo de la Islandia. Los de *Marly*, de *San-Cloud*, de *Vinterkasten* en el landgraviato de *Cassel*, y de *Herrenhausen* en el país de *Hanovre*, nada son en comparación de aquel. En un espacio menor que el de media legua en torno, se hallan hasta cincuenta fuentes hirvientes, que verosíblemente provienen todas de un mismo manantial. En unas el agua es clara; en otras es turbia como el agua de cal después que esta se ha precipitado, y en algunas el agua pasa al través de una vena de almagre que la vuelve roja como si fuera

sangre, mientras que la de las otras fuentes, que pasan por entre una greda más clara, es blanca como la leche. Todas estas fuentes forman chorros de agua, pero con la diferencia de que en unas el surtidor es continuo, y en otras sólo por intervalos. La mayor de las fuentes, que está en medio de las otras, fué la que más nos ocupó. Estuvimos allí desde las seis de la mañana hasta las siete de la tarde. El diámetro del cañon que recibe el agua ascendente mide 19 piés: su profundidad la ignoro. La copa que se halla á la extremidad del cañon, presenta la forma de un caldero: su diámetro tiene 56 piés; y su borde, más alto que el del cañon, tiene nueve pulgadas. Esta fuente no echa agua continuamente, pues se interrumpe muchas veces al día. Los habitantes de aquellas cercanías nos aseguraron que el agua sube mucho más alto cuando no hace mucho frio. Cuando nosotros llegamos, vimos saltar el agua hasta diez veces en cinco horas, y llegar á la altura de 60 piés. Cuando el agua habia subido al borde del cañon, no llenaba la copa sino poco á poco, y despues por fin rebosaba. Nosotros estábamos aguardando un chorro de una grande elevacion que no tuvo lugar sino más tarde. M. Lind, que nos acompañaba como astrónomo, preparó su cuadrante para tomar la altura exacta. Por la tarde, á las cuatro y algunos minutos, hubo un temblor de tierra, haciéndose sentir tambien este sacudimiento en diferentes puntos, sobre la cima de la montaña, á 500 brazas de la abertura, y fué acompañado de un ruido subterráneo parecido al de muchos cañonazos que se disparasen sucesivamente. Un momento despues empezó el chorro; y la columna de agua, que segun nuestras observaciones subia á 90 piés de elevacion, se dividió en diferentes direcciones. Pero lo que aumentó el asombro que nos causaron

los efectos extraordinarios del fuego y del aire, fué cuando vimos que volvian á subir las mismas piedras que acabá-  
bamos de echar á la abertura.»

Posteriormente á M. de Troil, otros viajeros han observado que habia habido cambios en el número y en la fuerza de estos manantiales ascendentes. Cuando hubo un terremoto en 1784, desaparecieron algunos de los manantiales antiguos, y aparecieron otros nuevos. Sus erupciones han sido generalmente más violentas y más considerables, puesto que el teniente danés Ohlsen vió en 1804 una columna de agua elevarse á unos 150 piés, y otra á 212.

## CAPÍTULO XXV.

---

### MANANTIALES DE AGUA POTABLE, Y MANANTIALES DE AGUA IMPOTABLE

Siendo los médicos y los químicos los únicos hombres competentes para hacernos conocer las aguas que son potables y las que no lo son, creo que debo poner á la vista de los lectores algunos de los caracteres que ellos nos indican para saber distinguir las unas de las otras en los casos más fáciles.

#### Caractères de las aguas potables.

«El agua, para ser buena, debe ser, dice Hipócrates, cristalina, ligera, aireada, sin olor ni sabor sensibles, caliente en invierno y fría en verano (1).»

Segun Tissot: «Debe escogerse una agua de fuente

---

(1) *De aere, aquis et locis.*

pura, grata, fresca, que con facilidad haga espuma con el jabon, que cuezca bien las legumbres, y que lave bien la ropa blanca (1) »

«Las señales de la buena calidad del agua, son: 1.º que sea clara, cristalina, y que no tenga cuerpo ni sustancia alguna que enturbie su transparencia; 2.º que no tenga olor ni color, y que tenga un sabor vivo, fresco y penetrante; 3.º que cuezca fácilmente las legumbres y disuelva bien el jabon (2). »

La *Enciclopedia moderna* en el artículo *Agua* indica los caractéres siguientes: «El agua potable debe ser viva, cristalina, inodora, insípida, que no dé ninguna sensacion de peso en el estómago, y que disuelva fácilmente el jabon.»

Segun MM. Hallé, Nysten, Londe y Rostan, médicos que en nuestros dias se han ocupado más de esta cuestion: «El agua puede considerarse como buena y potable cuando es fresca, cristalina y sin olor; cuando su sabor no es ni desagradable, ni soso, ni picante, ni salado, ni tira á dulce; cuando contiene pocas materias extrañas, cuando tiene aire en disolucion, cuando puede desleir el jabon sin formar grumos, y cuando cuece bien las legumbres secas (3).»

«Las aguas de manantiales y de fuentes presentan muy grandes diferencias en el grado de su pureza y en su temperatura. Las unas son casi puras, y las otras cargadas de gases ó de disoluciones salinas, terrosas ó metálicas. En tanto que las aguas pasan por terrenos que

(1) *De la salud de los hombres de letras.*

(2) *Nuevo Diccionario de Historia natural.* Art. *Agua.*

(3) *Diccionario de Medicina.*

no contienen ningun principio salino, alcalino ó metálico, permanecen en su pureza; tales son las que pasan por el granito vivo ó por las arenas, la caliza ó la arcilla puras: estas se aproximan al estado de las aguas de lluvia, y son muy buenas y sanas (1). »

### Caractéres de las aguas impotables.

«Las aguas de manantial pueden ser impropias para los usos domésticos cuando contienen una cantidad notable de materias extrañas que las hacen insalubres, ó solamente de un uso desagradable (2) »

«Las aguas, que vienen de terrenos gipsosos, están cargadas de sulfato de cal; las que nacen en los pozos, cuyo suelo es greda, contienen carbonato de cal. Las que se sacan de los pozos cuyo suelo es turboso, pantanoso, impregnado de agua de estiércol ó de letrinas, deben ser consideradas como muy insalubres. Las aguas son de mala calidad si pasan cerca de salinas, de pantanos, de estanques cenagosos, de albañales, de inmundicias (3) »

«Cuando los terrenos por donde pasan las aguas, contienen sales terrosas, alcalinas ó metálicas solubles, cargándose de estas sustancias y de los gases que ellas pueden disolver, se convierten en aguas minerales y medicinales. Muchas veces las aguas arrastran materias que ellas no pueden disolver; tales son aquellas que están cargadas de petróleo, de betun ó de materias negruzcas, viscosas y fétidas

(1) Hélicart de Thury, §§ 231 y 232.

(2) *Enciclopedia moderna*. Art. Agua.

(3) *Nuevo Diccionario de Historia natural*. Art. Agua.

das. Las aguas de *Trémolai* cerca de Clermont son negras y dejan un poso de materias pegajosas, de un olor fuerte y desagradable; las del *Pic de l'Etoile*, antiguamente volcan del *Vivarés*, negras tambien é infectas, están cargadas de betun oleoso muy fétido; la *Fuente de la Pé-gue*, en *Servac* cerca de *Uzés*, sale borbotando y deja en el fondo de las vasijas un betun negro, viscoso y muy inflamable; la *Fuente de Gabian* en Languedoc es notable por la cantidad de betun que ella arrastra. Sobre este particular ninguna es mas de notar que la fuente del *Puits de la Poix* á una legua de Clermont, en la cual el agua mana con el pisasalto en un grado muy grande de pureza, que del fondo del pilon se eleva y va á formar sobre la superficie del agua una piel en toda la extension del pilon. Tales son tambien los manantiales del *Puy de la Sau* cerca de *Montferrand* (1) »

«Las aguas que tienen un olor cualquiera, un sabor desagradable,roso, salado, dulcecente, deben ser reputadas por no potables. Cuando el agua tiene un olor, lo debe ordinariamente á sustancias orgánicas las más de las veces podridas, y no puede beberse sin algun peligro para la salud. En resumen, toda agua que tiene un olor, es una agua mineral ó una agua alterada por materias orgánicas, y no puede considerarse agua buena para beber. El sabor indica de una manera bastante cierta la presencia de las materias orgánicas, en especial podridas, en una cantidad notable. El agua pura no tiene absolutamente color alguno y es trasparente: por lo tanto, si una agua destinada á los usos domésticos presenta algun viso de coloracion, es una señal cierta que ella tiene en diso-

---

(1) Héricart de Thury, §§ 233 y 234.

lucion alguna sustancia extraña, y en particular una materia orgánica. Una agua de esta naturaleza es esencialmente mala, y debe desecharse. Toda agua turbia, cenagosa ó que no tiene una claridad perfecta, tiene en suspension sustancias extrañas, y particularmente materias terrosas. Tales son la mayor parte de las aguas de rio, y tales aguas no pueden beberse en este estado, porque las materias terrosas que ellas tienen en suspension, no sólo las hacen pesadas é indigestas, sino que estas materias contribuyen tambien á causar un desórden en las funciones digestivas por la desgana que ocasionan. No hay duda que en invierno deben preferirse las aguas de manantial que parecen calientes, porque su temperatura, invariable en toda estacion, se halla en invierno 15 ó 20° más elevada que la de la atmósfera. Pero en verano, la frescura del agua potable es una condicion mucho más importante todavía que su estado templado en invierno. Es un hecho que nadie ignora, á saber, que el agua fria, ó á lo ménos la que parece serlo en verano, porque su temperatura es generalmente entónces ménos elevada que la de la atmósfera, al mismo tiempo que es agradable al paladar y al estómago, apacigua la sed, procura desde luego un sentimiento de bienestar y reanima las fuerzas. Nada hay más desagradable, por el contrario, ni más perjudicial en tiempo de calor, que beber una agua, cuya temperatura se acerque mucho á la de la atmósfera, y que parece tibia cuando uno la bebe ó mete las manos en ella. Esta agua, cualquiera que sea por otra parte su buena calidad con respecto á las sustancias que ella tiene en disolucion, es sosa y nauseabunda: ella no es agradable al paladar ni á los órganos digestivos; ella no apacigua la sed en ninguna manera, aun cuando uno la bebiera en gran can-

tividad, sino que causa un fastidio insuperable y dispone á vomitar al que la bebe. Por lo tanto, una agua muy fresca en verano puede considerarse como una de las principales necesidades higiénicas para las poblaciones de nuestros climas templados (1).

### Aguas de manantial preferibles á las aguas de río.

Aunque se encuentre de cuándo en cuando un manantial cuyas aguas no son buenas para beber, no se debe creer por esto que haya muchos de estos manantiales, pues acabamos de ver que M. Héricart de Thury no ha podido indicar más que seis en Francia. Al contrario, esta especie de manantiales son muy raros, y son más raros todavía aquellos cuyas aguas hacen mal. En efecto, si se quiere no incluir, en el número de los malos, aquellos que no lo son sino accidentalmente, como por ejemplo aquellos que han pasado debajo de los lugares infectos que se indicarán en las advertencias generales del capítulo XXVII, y que en lo sucesivo podrán evitarse; como también las aguas que se sacan de los pozos ó fuentes que no se ha tenido cuidado de limpiar, y las que están expuestas á los ardores del sol; se verá que por un manantial, cuya agua no es buena, hay muchos centenares en el distrito, cuyas aguas son buenas ó excelentes. Así pues no han tenido razón algunos que han sostenido que, generalmente hablando, el agua de río es preferible á la de manantial; porque esto no puede ser cierto sino

---

(1) *De las aguas de manantial y de las aguas de río*, por M. Dupasquier, médico del hospital de Lyon, cap. vi

cuando se comparan las mejores aguas de río con las aguas de los malos manantiales

Si es cierto que no se debe disputar sobre gustos, y que cada uno tiene razon cuando dice que una cosa es buena ó mala para él, aún cuando todos los hombres fueran de contraria opinion; es tambien cierto que las reglas no deben ponerse conforme á las excepciones, y que lo que halla bueno la casi totalidad de los hombres, debe llamarse *bueno*, no obstante el gusto particular de algunos pocos. Aquí tambien debemos apoyarnos sobre las autoridades y sobre los hechos.

El *Nuevo Diccionario de historia natural*, en el artículo *Agua*, trae lo siguiente: «Las aguas de los rios pequeños tienen un gusto de lodo que ellas toman de los gases pútridos procedentes de la descomposicion lenta de los cuerpos que ellas contienen, los cuales continuamente los producen de nuevo. . . Un rio grande reúne en sí arroyos y rios pequeños que le traen aguas que han lavado montañas, regado praderías, se han corrompido en pantanos, han disuelto sustancias salinas, terrosas y metálicas. Él atraviesa poblaciones grandes, y sirve de albañal á sus arroyos cenagosos é infectos. La horrible mezcla de materias corruptibles, de materias en putrefaccion, de gases deletéreos, de sustancias salinas, terrosas y metálicas: estos arroyos infectos arrastran esta mezcla que revuelve todos nuestros sentidos. . . Las aguas de rios son malas para beber cuando sirven para enriar el cáñamo y el lino, cuando recogen al pasar por las poblaciones todas las cloacas, todas las inmundicias de los sacamanchas, de los jiferos, de los curtidores, de las lavanderas, de los tintoreros, etc.: ellas tienen por lo general un gusto de légamo, y un olor de pantano, procedentes de los ga-

ses pútridos que salen de la descomposicion lenta de los cuerpos orgánicos que ellas contienen. »

La facultad de Medicina de París y un gran número de quimicos han probado que el Sena, que dista mucho de ser el río más lamoso de Francia, tiene en disolucion sustancias que están pudriéndose, y que en tiempo de calor toma un sabor de pantano en un grado desagradable.

Probemos ahora con hechos que, generalmente hablando, todos prefieren el agua de manantial al agua de río.

Todos los que han recorrido la Francia, han visto con admiracion esos inmensos restos de acueductos que los romanos construyeron para traer manantiales á todas las ciudades cerca de las cuales pudieron hallarlos bastante altos para que pudiesen llegar á ellas. Las más de estas ciudades tenían aguas de rios que pasaban por en medio ó regaban sus campos contiguos: sin embargo, á esos dominadores del mundo, para procurar á aquellas agua de manantial, no les arredró, para pasar al través de los valles, levantar arcadas que tienen hasta 50 y 100 piés de elevacion, cortar profundamente las rocas, y horadarlas en un trecho de muchos kilómetros para atravesar densas colinas.

Esas obras grandiosas, que los siglos posteriores han admirado, pero no han sabido conservar, se hallan todas hoy dia en estado de ruinas, y ninguna ciudad ha tenido hasta ahora valor de emprender su restauracion, porque las más de aquellas no podrian ponerse en buen estado sino con un costo de algunos millones ó de algunos centenares de miles de francos. Así es, que la ciudad de Metz, por en medio de la cual pasan la *Moselle* y la *Seille*, iba

á tomar sus aguas al magnífico manantial de *Gorze*, distante 18 kilómetros. Uno de los excelentes manantiales de *Arcier* era conducido á *Besançon*, ciudad que atraviesa el *Doubs*, y distante de *Arcier* 10 kilómetros. La longitud y la elevacion de los restos del acueducto, que conducia las aguas á *Poitiers*, presentan todavía el aspecto más imponente, á pesar de atravesar esta ciudad dos ríos, el *Clain* y el *Bovrie*. La ciudad de *Fréjus*, que la baña un río de las más cristalinas aguas que hay en Francia, fué dotada de un acueducto que iba á tomar el manantial de la *Siagne* á 58 kilómetros. La ciudad de *Arles*, bañada por el Ródano, sacaba sus aguas de los manantiales que hay al este de *Saint-Rémy*, á 22 kilómetros de distancia, etc. Vemos hoy día, que todas las ciudades, todas las villas, pueblos y propietarios que no tenían ningun manantial cerca de sus casas, y han podido procurarse uno, no han dejado de hacerlo, aunque tuviesen en abundancia agua de río ó de arroyo. Todas estas autoridades, todos estos hechos, y muchísimos otros que yo podría citar, prueban por lo mismo hasta la evidencia que, generalmente hablando, el agua de manantial, es la más apropiada al gusto y á las necesidades del hombre.

## CAPÍTULO XXVI.

---

### MANANTIALES, CUYAS AGUAS SE ENTURBIAN, Y MEDIOS DE CLARIFICARLAS

La mayor parte de los manantiales se enturbian más ó ménos cada vez que cae una fuerte lluvia ó se verifica el deshielo de la nieve. Ellos se vuelven por lo general tanto más turbios cuanto ménos profundos pasan dentro de tierra. Al correr las aguas pluviales por la superficie de la tierra se cargan de una gran cantidad de partículas terrosas y vegetales, las que van dejando poco á poco á medida que se hunden dentro de la tierra; y cuando la corriente de agua á la que van á parar se halla á una profundidad considerable, ellas llegan allí enteramente clarificadas y limpias: pero si la corriente de agua es poco profunda, llegan á ella imperfectamente filtradas, ó sin estarlo ni poco ni mucho, y entónces corren y se derraman cargadas de todas las impurezas que han arrastrado. Esto tiene lugar con más especialidad en los manantiales que provienen de las regiones que están cubiertas de hoyos:

aunque su conducto se halle á una grande profundidad, las aguas pluviales caen en él, corren y vuelven á salir sin haber pasado por la más pequeña clarificación. Todo lo que han podido á lo más encontrar, es algún foso, en donde han podido dejar una parte de las materias que ellas tienen en suspension.

Los manantiales que se forman y pasan por debajo de bosques, de prados, de lugares de pastos y otros terrenos incultos, aunque sea poca su profundidad, son siempre claros, porque como sus conductos son siempre los mismos y están lavados mucho tiempo há, no se cargan de ninguna impureza; pero los que provienen de terrenos cultivados, como campos, viñas, etc., y pasan á poca profundidad, se enturbian cada vez que llueve, porque la cultura es la causa principal é incesante de que se enturbien las fuentes.

El medio de prevenir este inconveniente se presenta á veces al tiempo de indicar el manantial. Si uno tiene libre eleccion entre dos manantiales, y prevé, segun lo que se ha dicho, que el uno será turbio y el otro claro, no debe titubcar en escoger este último; pero si el manantial que se enturbia está ya descubierto y se sirven de él las gentes, no sé otro medio para hacer que esté siempre claro, que el dejar incultas todas las tierras que forman su hoya, cuyo medio es casi impracticable en todas partes, ó bien clarificar las aguas con filtros.

### Filtracion de las aguas cenagosas.

La filtracion del agua es una operacion que consiste en hacerla pasar al través de un cuerpo destinado á purificarla de las inmundicias que ella contiene.

Todos los medios que se han discurrido, y descubrimientos que se han hecho hasta hoy día para filtrar las aguas en gran cantidad, cual convendría, por ejemplo, para las necesidades de una ciudad, no presentan todavía procedimiento alguno que al ponerse en práctica haya producido resultados, cuyo valor haya igualado los gastos de ejecución y conservación. Por lo tanto, sería inútil exponer aquí los diferentes sistemas de filtración que han sido propuestos, y que se hallan casi todos en estado de teoría; y así me limitaré á hablar de dos especies de filtros que son los mas usados, y que cada cual puede tener en su casa, es á saber: los filtros de piedra y los filtros de tela de algodón.

### Filtros de piedra.

La mayor parte de aquellos que están privados de agua de manantial, beben aguas de río, de arroyo, de cisterna ó de charca, tales como la naturaleza las proporciona, por cenagosas y malas que sean. Es verdad que algunos tienen filtros para clarificarlas, pero estos son muy pocos en todos los países, y este medio de hacer que las aguas sean potables está por desgracia muy poco en uso. Una piedra de filtrar, de una capacidad suficiente para procurar agua potable á los habitantes de una casa que cuente de cinco á diez personas, como enteramente trabajada no cuesta en la fábrica sino unos 10 á 20 francos, segun los países, casi no hay familia que no pueda hacerse con una, y costear los pocos gastos de establecerla. Por esto, no puede deplorarse ni vituperar, como se merece, la negligencia de todos aquellos que, pudiéndose procurar agua potable con tan poco coste, sacrifican el bienestar y comprometen la

salud de todas las personas de su casa no dándoles mas que aguas insalubres y asquerosas. Así pues, todos aquellos que no tienen agua potable cerca de sus casas, deben lo mas pronto posible colocar en ellas y conservar en buen estado filtros para clarificar á lo ménos la que beben.

Las *pedras de filtrar* son aquellas cuya contestura es bastante porosa para dejar pasar el agua y detener las impurezas de que está cargada. El asperon es en nuestro país la piedra que reúne más comunmente estas dos condiciones; pero dista mucho que todos los bancos de esta roca las tengan, y sólo despues de algunos ensayos puede uno estar seguro de que un banco de asperon no es ni demasiado poroso, ni poco poroso para hacer de él buenos filtros. Como en una misma cantera cada hilada tiene casi siempre una porosidad un poquito diferente de todas las otras, no debe inferirse que todas las hiladas pueden procurar buenos filtros, aunque una ó muchas hiladas den pedruscos buenos para hacerlos excelentes. Supuesto que la composicion de una hilada es generalmente la misma en toda su extension, si en la primera capa se ha visto que es buena para hacer filtros, puede contarse en que lo será en toda su extension. Si en la misma cantera se ha visto que muchas hiladas contiguas ó separadas son buenas en su primera capa, puede estarse seguro de que cada una de ellas lo será hasta sus extremidades.

En Francia los depósitos de asperon se cuentan á millares, y puede que no haya departamento que no tenga de ellos alguna cantera. ¡Cuántas habrá que son muy aptas para hacer buenos filtros, y á nadie le ha venido la idea, porque nadie lo ha ensayado jamás! Así pues, todos aquellos que tuvieran en sus posesiones un banco

de asperon, harian muy bien de hacer labrar algunos pedruscos por modo de ensayo; y si les saliera bien y quisiesen explotarlo, sacarian grandes utilidades para sí mismos, y harian una buena obra á los habitantes de su comarca

Una piedra de filtrar está labrada exteriormente en forma de semiglobo, y en el interior está ahuecada en la misma forma. Su espesor varia de 4 á 10 centímetros segun el grado de porosidad de la piedra, y su diámetro es de unos 60 centímetros. Esta especie de barreño se tiene suspendido ó elevado á la altura de 60 u 80 centímetros, colocándolo sobre unos trébedes de hierro ó de madera, compuestos simplemente de un aro sostenido por tres piés. Este aparato se coloca en el lugar más fresco de la casa, como por ejemplo, en el sótano ó en el vertedero: se echa en el barreño el agua que debe filtrarse, y se pone debajo un vaso de estaño, de vidrio, de vidriado ó de barro para recoger el agua filtrada á medida que cae. No cayendo el agua sino gota á gota, la operacion es siempre lenta, y tanto mas larga, cuanto es mejor filtrada. Luego que se advierte que el agua deja de pasar, se debe lavar y hasta frotar con una escobilla la parte interior del barreño. Hay ciertas calidades de agua que á la larga llegan á obstruir todos los poros del barreño y lo hacen impermeable, y en tal caso debe por precision sustituirse con otro.

Si alguno observare que su filtro no depura bastante el agua, podrá lavar y pulverizar carbon de leña, y poner una capa de este polvo dentro del barreño del filtro. Este descubrimiento lo debemos á Mr. Lewis, quien en 1750 observó que el agua filtrada por entre el cisco del carbon de leña, no sólo se clarificaba completamente,

sino tambien que el agua mas corrompida perdía casi subitamente su mal olor y su mal gusto.

### Filtros de tela de algodón.

Los filtros de tela de algodón, aunque sean los que están menos en uso, son sin embargo los mas sencillos y los mas expeditos. En un lugar fresco de la casa, y sobre un sustentáculo de unos 60 centímetros de alto, se coloca un barreño de una capacidad bastante grande, y se llena de agua cenagosa. Se toma despues un retal ó tira de tela de algodón que tenga algunos metros de largo, se la moja en el agua y se exprime bien para que el agua salga. Una de sus extremidades se mete en el fondo del agua, se hace pasar la tira sobre un travesaño de madera colocado encima del barreño, haciendo que cuelgue la otra extremidad fuera del barreño hasta uno ó dos decímetros mas abajo de su fondo, y debajo de este cabo se pone otro barreño para recoger el agua clarificada. El agua del primer barreño se eleva y vuelve á bajar por las fibras de la tela, obedeciendo á la misma ley que la hace subir por los tubos capilares. Se pueden poner, si se quiere, muchas tiras de tela dentro del mismo barreño, y su producto aumentará á proporcion de las que se pongan. Este método se ha seguido tambien para filtrar grandes cantidades de agua á la vez. Hé aquí lo que trae el *Diario de los Alcaldes* (des Maires) en su número del 21 de Noviembre de 1826:

«En Burdeos, las aguas del rio tienen en suspension una gran cantidad de arcilla pura, y en un estado tal de sutileza, que los mejores depurativos no habian podido nunca clarificarla enteramente, y los filtros que estaban

mas en boga en la capital habian dado siempre mal resultado. En 1814, un antiguo sochantre de la catedral de aquella ciudad, que posteriormente fué fundidor de cobre, se presentó para resolver este problema: debajo de un sotechado que para esto se construyó, hizo tender muchas telas de algodón, cuya extremidad inferior estaba sumergida en el agua: unos travesaños de madera á la altura de 20 piés sostenian la otra extremidad, cuyo cabo que se doblaba sobre otros travesaños que lo sostenian, vertia el líquido de que estaba empapada la tela en un estado de claridad y pureza muy superior á todo lo que hasta entónces se habia obtenido

» Tal es en toda su sencillez este método ingenioso, cuyos resultados podemos aseverar por habérseos encargado por la autoridad superior que asistiésemos á los primeros experimentos. El buen éxito es sobre todo indudable cuando, en vez de una arcilla pura, el agua no está impregnada sino de inmundicias ó de partículas de tierras calcáreas. Por lo que no podemos ménos de aconsejar y hasta encargar el uso de este aparato que con tanta facilidad puede establecerse en todos los cortijos y á la orilla de todos los arroyos, con cuatro pértigas y unas cuantas varas de una tela que es tan comun en nuestros dias.

» En todas las depuraciones, el agua pierde siempre, más ó ménos, una parte de uno de sus elementos que la hace apta para las funciones vitales, y es el oxígeno. En este estado es desabrida y de difícil digestion, y se la regenera agitándola al aire libre: así pues, se hace muy mal en tapar con demasiada exactitud las vasijas en que se conservan las aguas filtradas »

## CAPÍTULO XXVII.

---

### TRABAJOS QUE DEBEN HACERSE PARA PONER LOS MANANTIALES A DESCUBIERTO.

Los propietarios que deben hacer excavaciones para poner algun manantial á descubierto, y construcciones para asegurar su conservacion, se hallan muchas veces embarazados cuando quieren ejecutar estos trabajos. Hasta los arquitectos, á quienes se encarga ordinariamente su direccion, como tienen muy pocas veces ocasion de ocuparse de esta clase de trabajos, se encuentran alguna que otra vez poco versados en esta parte de su profesion. Sin embargo, por falta de una buena direccion, ciertas tontativas quedan abandonadas, otras enteramente frustradas ó con poco buen suceso, y otras no dan sino resultados de poca duracion. Habiendo tenido ocasion de hacer gran número de observaciones sobre esta especie de trabajos, aunque no sea yo arquitecto, he creido que debia indicarlás aquí, persuadido de que mu-

chísimos propietarios, y tal vez hasta algunos arquitectos, hallarán preceptos que los ayudarán á poner á descubierto la mayor cantidad posible de agua, á hacer las excavaciones y construcciones con economía y solidez, á precaver gran multitud de accidentes, y repararlos cuando sobrevengan.

Después que las aguas del mar se hubieron retirado de los continentes, y los manantiales hubieron establecido sus conductos debajo de tierra, todos aquellos que se hallaron á poca profundidad y debajo de una capa de tierra friable, no tardaron en expulsar la poca tierra que los cubría, se abrieron paso, continuaron en manar y manan todavía en la superficie del suelo. Pero aquellos que se hallaron á profundidades considerables, debajo de duras rocas ó que han sido posteriormente cubiertos de tierras por efecto de los derrumbamientos, de las corrientes de aguas ó por el cultivo, no habiendo podido nunca desprenderse de los obstáculos que se oponían á que saliesen de tierra, se quedaron ocultos, y permanecerían para siempre en este estado si la mano del hombre ó las perturbaciones del suelo no vinieran á ponerlos á descubierto. Los manantiales ocultos se hallan á todo grado de profundidad, desde 2 metros hasta centenares de metros, y es muy raro el que se halle alguno á menos de 2 ó 3 metros.

Se ponen los manantiales á descubierto llevándolos fuera de tierra por medio de conductos, ó haciendo sobre el lugar por donde pasan, fuentes, pozos ordinarios ó pozos artesianos. Cada uno de estos cuatro procedimientos tiene reglas particulares, de las que vamos á dar las principales.

### Conduccion de un manantial fuera de tierra.

Todo manantial que se quiere conducir fuera de tierra, debe ser poco profundo, hallarse á un nivel bastante elevado para que pueda bajar al punto que se quiere, y ser suficientemente abundante para las necesidades de las casas que debe proveer de agua.

Los manantiales que se hallan á menos de 6 ó 7 metros de profundidad, son generalmente los únicos que puedan ser conducidos fuera de tierra, atendidos los gastos enormes que ocasionan los que se hallan á mayores profundidades.

Cuando el lugar por donde pasa un manantial es indicado por los piés de dos cuevas que se unen en la superficie del suelo, ó bien el tal manantial pasa por dentro de una quebraja de roca de la cual no se puede separar, no se debe hacer otra cosa sino abrir sobre la línea del *thalweg* un hoyo redondo en forma de pozo de unos 3 metros de diámetro. Pero, cuando el punto en donde se quiere excavar se halla en una llanura y el terreno es desagregado, en tal caso no bastaria este hoyo simple, porque el manantial principal va casi siempre acompañado de manantiales accesorios que marchan á sus lados, á la misma profundidad que él y paralelamente á la línea que este sigue. Como ordinariamente tienen todos interés en recoger la mayor cantidad posible de agua, debe entónces hacerse al través del valle una zanja perpendicular á la corriente de agua, de unos 2 metros de ancho y de una extension suficiente para recoger el mayor número de hilos de agua. Cuando la llanura es muy estrecha, de modo que se pueda abrir la zanja desde una costanera

á la otra, si ella solo tiene por ejemplo unos 10 metros de travesía, debe la zanja comprenderla toda entera, pero sin tocar las tierras sólidas ó rocas de las dos cuestas: por lo que no se quitará sino el terreno de trasporte, al fondo del cual se halla ordinariamente el manantial.

Cuando la llanura es mucho mas ancha, no conviene, generalmente hablando, dar una mayor extension á la zanja, porque costaria mucho gasto, y cuanto más se aparta uno del manantial principal, ménos abundantes son los hilitos de agua. Sin embargo, cuando se trata de abastecer de agua una grande poblacion, y se ve por la extension de la hoya que produce el manantial, que no hay en la llanura un manantial suficiente y que las aguas subterráneas corren por ella en forma de cascaditas ó hilitos separados, se debe dar á la zanja una extension proporcionada á la cantidad de agua que se necesita.

Si alguno se ve obligado á hacer la excavacion en un punto en donde el *thalweg* invisible concuerda con el *thalweg* visible, y pasa por este, una parte del año, una corriente de agua, á fin de impedir que esta corriente de agua venga á estorbar á los trabajadores mientras hacen la excavacion, y á mezclar mas tarde sus aguas á las del manantial, se debe de antemano abrir una zanja de derivacion para desviar las aguas de la superficie de las inmediaciones de la excavacion que se quiere hacer. Esta zanja de derivacion debe tener su punto de partida á algunos metros mas arriba de la excavacion, tener suficiente capacidad para contener toda la corriente de agua en sus mas grandes crecidas, pasar á lo menos á 2 ó 3 metros de distancia de la excavacion, y prolongarse bastante por la parte de abajo para que la corriente de agua temporaria nunca pueda volver dentro de la excavacion. Si la

corriente de agua temporaria tiene un canal, debe hacerse un dique muy sólido en el punto en donde comienza la zanja de derivación, y servirse de las tierras que de esta se han sacado, para cegar el primitivo canal.

La excavacion debe ser perpendicular á la direccion de la corriente de agua, y al practicarla debe por lo tanto hacerse el corte del terreno en línea casi perpendicular. Si las paredes de este amenazaran algun derrumbamiento, es preciso apuntalarlas con tablas sostenidas por viguetas apoyadas en el lado opuesto, y tener cuidado de colocar las tierras que se sacan á una distancia de más de dos metros de las orillas de la zanja, á fin de que su peso no contribuya á promover derrumbamientos. No debe uno contentarse con ahondar hasta que se encuentra el agua; porque, mientras se ve que los manantiales van al fondo de la zanja de abajo arriba y aún por un curso horizontal, es muy probable que una porcion de sus aguas continúa siguiendo por debajo de tierra sus conductos acostumbrados. Así pues, debe continuarse ahondando hasta que el manantial principal y los venenos de agua que lo acompañan, hagan en la zanja una pequeña cascada de 2 ó 3 centímetros; lo que indica que no queda más abajo ninguna porcion del manantial.

Cuando el manantial es copioso y la abundancia del agua impide continuar el ahondamiento, en vez de sacar el agua con cubos ó bombas, se abre una zanja, que sirve para hacer salir el agua y despues para colocar los caños para su conduccion.

Concluido ya el ahondamiento de la zanja, y descubiertos el manantial principal y los hilitos de agua adyacentes, á fin de atraerlos y reunirlos se hace una pendiente en el fondo para hacer llegar toda el agua á una

de las extremidades, ó bien se hacen dos pendientes opuestas para hacerla llegar á cualquier otro punto del fondo de la zanja que mejor pareciere.

Debe hacerse en el fondo de la zanja y en toda su extension un acueducto con piedras secas y un poco labradas, de 50 á 40 centímetros de ancho, de 40 á 50 centímetros de alto, y cubrirlo con baldosas de piedra sólidas. El acueducto debe ser de piedras secas, á fin de que los manantiales puedan entrar en él por todas partes con libertad.

Hecho el acueducto, debe cegarse todo el fondo de la zanja desde las baldosas arriba, primero con cascajos hasta el tercio ó la mitad de su profundidad, y despues rellenar lo restante con la tierra que se ha sacado. Este empedramiento sirve: 1.º para recoger los hilitos de agua que pueden hallarse á mayor elevacion que el manantial principal, y facilitar el que caigan dentro del acueducto; 2.º si con el tiempo llegase á romperse alguna baldosa, ó caerse algun trozo de las paredes del acueducto, los cascajos permitirian que continuase la trasmision de las aguas hasta el primer caño; mientras que, si no se rellenaba la zanja sino con tierra, esta se apilaria más tarde y no dejaria bajar al acueducto los hilitos de agua que se hallasen en la parte superior; y si el acueducto llegaba á hundirse, la tierra caeria en este vacío, detendria el agua, no la dejaria llegar hasta el primer caño, y la obligaria á tomar otra vez sus conductos primitivos.

Cuando se echan los cascajos y se pone otra vez la tierra en la zanja, debe dejarse en el punto donde llega toda el agua, y donde ella debe entrar en el acueducto, un pequeño pozo ó atabe que se construye hasta fuera de tierra y se cubre con una baldosa. Este pozo ó atabe sirve

para procurar al agua el medio de tomar al partir el aire que necesita para correr por la cañería; porque, por falta de esta precaucion, el agua no llega á la fuente sino por bocanadas, y muchas veces no llega de ninguna manera. Este pequeño pozo sirve tambien para echar afuera el agua que no puede entrar en la cañería en tiempo de grandes lluvias

Aquellos que no tienen necesidad de hacer estos trabajos con una estricta economía, en lugar del acueducto estrecho y bajo, y del empedramiento que se ha dicho, pueden construir de un extremo al otro de la zanja dos paredes de piedra seca y labrada, distantes la una de la otra 80 centímetros, y de 2 metros de alto, sobre las cuales se ponen sólidas baldosas, ó bien se construye una bóveda. Con esta galería es fácil reparar sus paredes, y quitar las tierras ó arenas que el manantial puede haber traído allí.

Ni en el fondo de la zanja, ni ménos delante del punto de salida de todo manantial, puede ponerse atajo alguno para obligarlo á elevarse, sin exponerse á perderlo: porque todas las veces que se embaraza la salida de un manantial, este es empujado otra vez dentro de su conducto hácia arriba; y si por desgracia encuentra allí una pequeña salida ó quebraja lateral, la va agrandando poco á poco, y al fin y al cabo se echa allí enteramente; y si despues se quita el embarazo, no vuelve más el tal manantial. He visto en mis excursiones muchos lugares en donde se han perdido riquísimos manantiales unicamente por esta imprudencia. Así es preferible tomar los manantiales al nivel de su salida y conducirlos al lugar á que pueden llegar.

Luego que uno ve que el manantial es suficiente y de

buena cualidad, se abre una zanja hácia abajo para colocar el conducto. La zanja y el conducto deben tener en el punto de partida la misma profundidad que el pequeño pozo, disminuir de profundidad á medida que se apartan de dicho punto, y tener una pendiente á lo ménos de 50 centímetros por cada 100 metros. El primer caño que se coloca en el fondo del pozo, debe tener en su extremidad como una calabaza de plomo ó de cobre, provista de muchísimos agujeritos para dejar pasar el agua, é impedir que ningun cuerpo extraño se introduzca en la cañería. Cuando esta ha llegado cerca de la superficie del terreno, se debe, en el trecho que falta andar, conservarla debajo de tierra á unos 60 centímetros de profundidad; porque, cuando las cañerías pasan demasiado cerca de la superficie del suelo, el agua en verano se calienta hasta el punto de hacerse á veces im potable, y en invierno se hiela, deja de fluir, y á veces hace reventar los caños. Por otra parte, cuando las cañerías pasan á una profundidad excesiva, es mas dispendiosa su conservacion. Para que el agua pueda saltar, debe dársele una corriente forzada en la parte del acueducto que está cerca de la fuente ó del surtidor, y poner en este punto los caños mas sólidos. Así pues, cuando lo permite la pendiente del terreno, debe arreglarse la del acueducto de manera que la parte en la que el agua es forzada, sea la mas corta que se pueda, á fin de someter á la presión del agua la menor extension posible, y tener en lo sucesivo ménos gastos que hacer para la conservacion del acueducto. Debe evitarse cuanto sea posible las vueltas demasiado repentinas, ó á lo ménos tomarlas desde léjos para disminuir su aspereza; y cuando el acueducto pasa por un camino, debe evitarse colocar la cañería debajo de

los carriles que forman las ruedas, para que estas no la aplasten.

Los caños que se emplean para la conduccion de las aguas, son generalmente de plomo, de hierro colado, de barro ó de madera.

Cualquiera que sea la materia que se emplea para los caños, deben estos tener un diámetro y un grueso proporcionado á la cantidad de agua que se quiere conducir. Además de lo que se dirá luego sobre los diferentes modos de juntarlos, todas las juntas deben ser calafateadas con una especie de betun que se compone del modo siguiente: una mitad de cemento de Pouilly, un cuarto de cal hidráulica y un cuarto de trozos de tejas ó ladrillos bien pulverizados. Este betun se amasa como el yeso, y debe emplearse luego de estar preparado.

Los *caños de plomo* son los más cómodos, los más sólidos y los más duraderos. Las hay que son vaciados en molde, y otros que son soldados; y se da á unos y á otros lo largo y lo grueso que se quiere, pudiendo subir, bajar y doblarse sin que por esto se echen á perder. Cuando tienen un espesor regular, duran unos 500 años. Es verdad que son los que más cuestan al comprarlos; pero tambien cuestan ménos de conservar, y despues que están oxidados valen todavía casi la mitad de lo que costaron de compra.

La longitud ordinaria de los *caños de hierro colado* es de unos dos metros, y á veces son mucho más largos. Los unos tienen el diámetro más ancho en un extremo y más estrecho en el otro, y el uno se encaja dentro del otro como un decímetro. Otros tienen el mismo diámetro en los dos extremos, se ajusta el extremo del uno al extremo del otro, y su junta se cubre con una espe-

cie de manguito ó anillo. Otros en fin tienen bordes labrados, se unen extremo con extremo por medio de tornillos y tuercas, y se ponen entre los bordes trozos redondos de cuero ó de fieltro. Estos duran por término medio unos cien años.

Los *caños de barro* son los que ménos alteran la pureza de las aguas, tienen de largo de dos á cuatro piés, y su duracion es en extremo variable. Los hay que son hechos en forma de cono truncado, y el extremo delgado del uno entra en el extremo grueso del otro: los hay tambien que tienen un extremo más ancho y otro más estrecho, y se encajan el uno dentro del otro como un decímetro.

Los *caños de madera* se componen de rodillos de unos 2 metros de largo, y horadados en su eje del uno al otro cabo. Se horadan con largos taladros de hierro de diferentes formas y gruesos, pasándose del uno al otro por órden de grosor. Estos caños se unen, ya aumentando la abertura del uno y adelgazando lo necesario la extremidad del otro para que pueda encajarse; ó bien acercando los dos extremos y uniéndolos con un anillo de hierro, ancho como de un decímetro, y de unos tres á cuatro milímetros de grueso. Este anillo tiene los bordes afilados, su diámetro es un poco más grande que el diámetro interior de los dos caños que él une, y se le hace entrar forzadamente la mitad en cada caño. Los caños de madera son los que cuestan ménos de poner, pero cuestan más de conservar. Ellos se hienden ó se pudren en pocos años, en especial cuando se los deja algun tiempo sin agua, siendo al mismo tiempo los que más alteran la bondad de las aguas.

Algunos han querido probar los caños de zinc; pero

tan rápida ha sido su oxidacion, que en pocos años se han hecho inservibles.

Para limpiar un conducto cuya pendiente es continúa, se quita el caño más bajo que es al mismo tiempo el que está más cerca del surtidor, y con un tapon de madera envuelto de estopa se cierra el caño de más arriba que ha quedado en su lugar; se espera que el conducto se llene de agua en toda su extension hasta que se elevé á cierta altura en el pozo que se halla á la boca del manantial, entónces se quita el tapon, y el agua bajando con impetu, arrastra todo lo que puede hallarse dentro de los caños. Si el conducto atraviesa un valle con pendiente y contrapendiente, se cierran primero todas las llaves y surtidores que él alimenta, se espera que todo el conducto se llene de agua, y en seguida se quita el tapon que cierra una abertura que hay en la parte lateral de un caño colocado en el punto más bajo del valle: ó bien, si no hay este caño expreso para limpiar, se quita el que se halla en el *thalweg* del valle; y el agua bajando de los dos lados hácia esta abertura, arroja fuera del conducto todo el fango que en él se halla. Los conductos deben limpiarse á lo ménos una vez al año.

Toda construccion que echa afuera el agua conducida por una cañería, se llama *fente artificial*. Estas especies de fuentes no tienen formas ni dimensiones determinadas. Cada cual construye y adorna la suya como bien le parece. Sin embargo creo deber añadir, para aquellos que no tienen otra agua á la mano que la del manantial que se ha conducido cerca de sus casas, que es muy importante hacer alrededor ó al lado de la fuente un abrevadero para los ganados; inmediatamente más abajo del abrevadero un lavadero, y más abajo de este una grande

balsa para servirse de su agua en caso de incendio; y en fin, el agua que sale de la balsa podrá emplearse para regar los huertos ó los prados. Los abrevaderos y los lavaderos deben empedrarse con baldosas en su fondo, y ponerlas tambien muy aseguradas en sus costados, cerrando bien sus junturas con cemento.

### Las fuentes.

Solo las ciudades, las poblaciones ó los ricos particulares pueden ordinariamente hacer el gasto de un acueducto para conducir un manantial junto á sus casas. Casi todas las poblaciones rurales se proveen de agua de manantial en las fuentes que se han abierto y construido en el lugar en que el manantial nace, ó bien beben agua de pozo. Todas las veces que, por cualquier motivo que fuere, no se puede conducir un manantial de un punto distante, y cerca de la casa hay uno que sale de tierra naturalmente, ó se descubre uno á poca profundidad, en tal caso se hace una fuente en el mismo punto del manantial. Esta fuente consiste en una alberca hecha de mazonería, que tiene en depósito cierta cantidad de agua producida por el manantial. Al abrir esta alberca, debe ahondársela más abajo del nivel del manantial, no sólo porque podria dejarse una parte del manantial más abajo del fondo, sino porque es siempre bueno tener en depósito una cantidad de agua considerable. Siendo las fuentes poco profundas, casi siempre se les da la forma cuadrada, sin que haya temor de que se vengán abajo las paredes, y se les da dimensiones proporcionadas á la cantidad de agua que se quiere que contengan. Las paredes deben ser de piedra seca hasta el nivel del suelo, porque

si se pusiese argamasa, no dejaría llegar el agua á la alberca: estas paredes debén continuarse hasta cinco ó seis piés fuera de tierra, y esta última parte debe construirse con argamasa. Esta fuente se cubre con una bóveda ó con baldosas, y se pone una puerta en uno de sus costados. Al construir las fuentes debe evitarse el poner la puerta á la parte del sur, porque he visto muchísimas que no contenían sino aguas tibias y repugnantes á pesar de recoger manantiales excelentes, por el solo motivo de que todos los dias de calor estaban expuestas á los ardores del sol.

Si despues de algunos años que se ha concluido la construcción de la fuente, se ve que no da bastante agua, y se conoce que algunos hilitos de agua pasan por uno de los lados, se los conduce á la fuente, abriendo desde esta hasta encontrar los hilitos una zanja suficientemente profunda, inclinada hácia la fuente y perpendicular á la corriente de agua. El fondo de esta zanja se llena de cascajos hasta la altura de dos ó tres piés, y se acaba de cegarla con la tierra que se ha sacado. Si esta primera zanja es insuficiente, y se conoce que en el lado opuesto hay todavía otros hilitos de agua, se abre allí otra zanja, y se la ciega como la precedente.

### Los pozos.

Un *pozo* es un hoyo profundo, hecho por manos de hombre con paredes de mazonería, y destinado á abastecer de agua. La mayor parte de los habitantes de Francia no tienen otras aguas para beber que las de los pozos.

Siempre que un manantial no puede ser conducido cerca de las casas porque no se halle bastante elevado, porque está muy profundo, es poco abundante ó demasiado dis-

tante, porque se halla en un terreno excesivamente llano, ó los propietarios no tienen medios para costear los gastos que ocasionaria un acueducto, en tales casos se hace un pozo en el lugar mismo del manantial que se conoce estar más cerca, que es el más abundante y ménos profundo. Un manantial, que seria muy escaso para mantener una fuente de chorro, si se lo recoge dentro de un pozo como en un depósito, puede proveer á todas las necesidades de muchísimas casas, porque el agua se acumula allí continuamente, y el acto de sacarla dista mucho de ser continuo.

El centro del pozo que se quiere hacer, debe ser sobre la línea que el manantial sigue debajo de tierra.

Los pozos que ordinariamente se hacen, tienen un diámetro de tres metros á tres y medio. Cuando se llega á algunos metros de profundidad, se coloca á nivel de tierra un enablado sobre el cual se levanta un torno con cuerda y cubeta que sean sólidas.

Cuando la excavacion ha llegado debajo de la tierra friable y se halla la roca, es preciso escombrarla bien desde luego; y si la tal roca es de aquellas de que he hablado, que dejan bajar el agua á profundidades extraordinarias, se debe abandonar decididamente la empresa. Si la roca es de aquellas que por razon de su calidad y disposicion indican agua, debe examinarse de qué manera se presenta, y asegurarse si sus hiladas están inclinadas ó de un modo horizontal. Si las hiladas de la roca están inclinadas, y la línea de interseccion de las dos estratificaciones pasa por el medio de la excavacion, se continúa esta hasta la profundidad del manantial. Si se ve que esta línea no pasa por el centro de la excavacion, debe esta ensancharse hasta que aquella se halle en el centro, por-

que esta línea es el verdadero *thalweg* del valle, y debajo del *thalweg* pasa siempre el manantial.

Cuando la excavacion ha llegado á la roca, si se ve que ha caido sobre el uno de los dos planos inclinados que forman la base de uno de los dos ribazos, se debe practicar una pequeña galería que se dirija hácia la parte de abajo de este plano, para saber á qué distancia está la base del ribazo opuesto. Si la base del ribazo opuesto no está sino á uno ó dos metros de la excavacion que se hace, debe esta ensancharse lo bastante para que la línea de interseccion se halle en su centro, y continuar el ahondamiento, conservando la excavacion tanto sobre la base de una roca como sobre la de la otra. Si la base del lado opuesto se halla distante de la excavacion más de dos metros, es preciso hacer otra excavacion, y colocarla de manera que se apoye tanto sobre la base del uno como sobre la base del otro ribazo. Asi pues, cuando se ha llegado á la roca se puede ver con mucha más claridad si la indicacion que se ha hecho sobre el terreno de trasporte está sobre el verdadero *thalweg* ó nó; y cuando esta indicacion se halla equivocada, se ve cómo debe rectificarse para no errar el manantial.

Cuando la excavacion que se hace, cae sobre una roca que tiene la superficie y las hiladas horizontales, se continúa la excavacion en el lugar en que se halla, porque no hay motivo de creer que el manantial pueda pasar por el lado.

Si en la roca se halla una quebraja vertical cuya direccion sea la misma que la del valle, se debe continuar la excavacion procurando seguir esta quebraja y tenerla siempre en el centro de la misma excavacion aunque se debiese ensancharla ó hacer otra nueva.

Cuando se excava en terrenos primitivos, en los que las rocas no tienen estratificación regular, si el *thalweg* está bien caracterizado, basta colocar el centro de la excavación sobre su línea, sin pararse en las diferentes direcciones que pueden presentar las hendiduras de las rocas; porque, si se ven hendiduras que conducen el agua fuera de la excavación, más abajo se hallarán probablemente otras que la conducirán otra vez dentro de ella.

Cualquiera que sea la excavación, cuando no pueden sacarse las rocas con instrumentos, se las hace estallar con pólvora, no habiendo temor alguno de que se comprometa por esto el manantial.

Cuando se haya encontrado el manantial, no por esto debe uno pararse, sino continuar excavando más abajo de este como uno ó dos metros, y aún más si es grande la necesidad que se tiene del agua y el manantial es pequeño, á fin de que, si el agua volviese á tomar su conducto primitivo, quedase siempre en depósito una tal cantidad en el fondo del pozo. Yo he visto muchos pozos cuyo fondo atravesaban manantiales de alguna consideración, y de los cuales no podían aprovecharse sus dueños porque aquellos llegaban por un lado y se salían por el otro siguiendo su conducto primitivo, sin elevarse jamás ni siquiera á un decímetro.

En un pozo cualquiera, cuya excavación no se extiende más abajo del manantial, hay otro inconveniente, y es que una parte del manantial puede pasar más abajo de su fondo. ¡Cuántos pozos son insuficientes únicamente porque los minadores se detuvieron al instante mismo de presentarse el primer manantial, los cuales serían sobreabundantes si se los hubiese ahondado un metro más!

Si el terreno es desagregado y amenaza venirse abajo,

se apuntalan con zarzos las paredes del pozo que se abre. Estos zarzos se forman poniendo verticalmente alrededor del pozo y arrimadas á sus paredes unas pértigas, distantes un tercio de metro la una de la otra. Despues se entrelazan varas largas, fuertes y flexibles, que se ponen de una en una, yendo de arriba abajo, y se hacen pasar alternativamente por detrás y por delante de cada pértiga (1).

Debe darse á los pozos que se hacen la forma redonda, porque esta es la mas sólida: deben tener ellos á lo ménos un metro de diámetro en su interior, y más si se quiere; deben labrarse las piedras un poco arqueadas, y formar con ellas paredes secas. Las paredes de los pozos que son cuadrados, como no se apoyan sino en los ángulos, pueden ceder fácilmente á la presión del terreno y hundirse. La argamasa ó cemento que se pusiese entre las piedras ó los ladrillos que se emplean en la construcción de los pozos, no dejaría llegar á ellos el agua, y la poca que pudiera entrar tendría mal gusto durante algun tiempo.

---

(1) Con motivo de haber descuidado tomar esta precaucion han perecido en la excavacion de pozos un número grandísimo de trabajadores de todos tiempos y de todos países, y otros han sido enterrados vivos en ellos durante muchos días. Aun cuando no suceden estos graves accidentes, todas las veces que el pozo que se excava, vuelve á rellenarse á causa de los hundimientos, para abrirlo de nuevo se ve uno obligado á darle un diámetro enorme y triplicar ó cuadruplicar los primeros gastos de excavacion. ¡Cuántos propietarios hay, que, desalentados por los dispendios que tendrían que hacer para reparar esta falta, renuncian las ventajas incalculables que hallarian si poseyeran un manantial!

Por el contrario, es bueno empezar á poner argamasa en las paredes cuando llegan á un metro de la superficie del suelo, como tambien en el brocal ó paredes exteriores, que deben tener como un metro de alto.

### Máquinas para sacar el agua de los pozos.

Los medios que están más en uso para sacar el agua de los pozos, son: la bomba, la báscula, el torno, y la garrucha.

De estas cuatro máquinas, la mejor es la *bomba*, porque es la mas fácil de manöbrar, y la que en un tiempo dado puede sacar mas agua; pero tiene los inconvenientes de ser la mas cara, y de descomponerse á menudo con el simple uso, por sólida que sea su construccion.

Despues de la bomba, la máquina que se construye con poco gasto, y con la cual se saca de los pozos más agua con ménos tiempo y trabajo, es la *báscula*. Esta consiste en un poste ahorquillado, que se planta cerca del pozo, y en un balancin compuesto de un simple tronco de árbol, cuya longitud es proporcionada á la profundidad del pozo. Este balancin está puesto en equilibrio en la horquilla del poste, y está sostenido allí por un perno de hierro, sobre el cual hace el balancin el movimiento de alzar ó bajar que se quiere. A la punta de este tronco se ata el cabo de una cuerda, cuya longitud es igual á la profundidad del pozo, y al otro cabo de la cuerda se ata un cubo. Todas las veces que se quiere hacer bajar el cubo dentro del pozo para que se llene, se tira la cuerda para hacer bajar la punta del tronco; y cuando el cubo está lleno, el balancin, cargado como corresponde en su grueso extremo, lo eleva por sí solo hasta la altura del

brocal. En vez de cuerda ponen algunos una cadena de hierro que dura mucho más, y otros una simple pértiga que tiene en cada extremo una especie de mango hueco de hierro para encajarla, con su correspondiente anilla del mismo metal. Es sensible que la báscula no pueda aplicarse sino á los pozos que tienen ménos de 7 ú 8 metros de profundidad.

El que quiera poner un *torno* para sacar el agua de su pozo, debe elevar la construccion de este á 6 piés sobre la superficie del terreno, dejar en la parte de delante una abertura en forma de ventana, y cubrirlo. El torno ó *cabria* es un gran cilindro de madera en forma de rodillo, y largo como el diámetro del pozo: lleva en cada extremo un gorrón de hierro que se introduce en la pared, y en uno de sus cabos cuatro clavijas largas ó sean palancas que sirven para hacerlo rodar. Este cilindro se coloca horizontalmente á la altura de los hombros del que saca el agua.

En vez de levantar la construccion del pozo hasta dos metros de alto, hay algunos que la terminan con un brocal ordinario, sobre el cual colocan dos sustentáculos de madera, uno en cada lado, asegurados cada uno de ellos con dos piernas clavadas en el brocal: estos sustentáculos están horadados en la parte superior para que entren los gorriones, y están sujetos por un travesaño colocado encima del torno y sólidamente clavado en los sustentáculos. Otros hacen los sustentáculos de hierro, con el pié ahorquillado, y asegurado con plomo en el brocal. En vez de clavijas para hacer rodar el cilindro, se pone muchas veces un manubrio de hierro, cuya espiga pasa por el centro del cilindro, sirve de gorrón, y su codo rueda fuera de la pared ó del sustentáculo. En ambos sistemas

se ata á una clavija el cabo de una cuerda tan larga como profundo es el pozo, y al otro cabo se ata el cubo. Cuando se sube el cubo de dentro del pozo, la cuerda se enrolla en el cilindro y se desenrolla cuando se baja. En lugar de cuerda se pone las mas de las veces una cadena de hierro que dura mucho mas tiempo.

La *garrucha* es un cuerpo redondo y plano que da vueltas sobre un eje que se llama perno, y tiene en la circunferencia exterior una moldura cóncava para contener la cuerda. La pieza dentro de la cual da vueltas, se llama *chapa*. La garrucha y la chapa son de hierro ó de madera. La garrucha debe ponerse en el centro del pozo y á la altura de la cabeza de aquel que saca el agua. Aunque para subir el cubo deba este emplear una fuerza igual al peso de este vaso, sin embargo esta fuerza se aplica con tanta ventaja, que el peso de su cuerpo ayuda y favorece el movimiento de sus brazos.

En los tornos ó garruchas cuya chapa da vueltas, se ponen á veces dos cubos, el uno de los cuales sube lleno y el otro baja vacío. Éste método tiene la ventaja de ahorrar la mitad del tiempo y una parte de la fuerza de tracción.

El torno y la garrucha tienen la ventaja de poder aplicarse á toda especie de pozos, cualquiera que sea su profundidad.

En muchísimas poblaciones se hallan también pozos comunes en los que no hay ninguna especie de máquina para sacar el agua, y cuyos habitantes no han sabido jamás ó no han querido entenderse para poner una. Cada uno va al pozo llevando su cubo, su cuerda ó su percha con un gancho, y al momento que ha hecho su provision de agua, se lo lleva todo á su casa. Los unos sacan el agua

haciendo frotar la cuerda en el brocal del pozo, resultando de ello mas fatiga para el hombre, y el gastarse mas pronto el cubo, la cuerda y hasta el brocal: otros, para sacar el agua se ponen en pié sobre el brocal, exponiéndose á resbalar dentro del pozo, ó á ser precipitados á él por el peso del cubo. Este estado de cosas es digno de los bárbaros ó de los primeros hombres que habitaron la tierra.

Un pozo construido con solidez puede durar muchos siglos. Yo he visto algunos cerca de Aix en Provenza, que fueron construidos por los romanos, y que se hallan todavía en un estado perfecto de conservacion. Los pozos deben permanecer continuamente abiertos; y cuanto más agua se saca de ellos, tanto mejor es esta, porque el sacarla equivale á un desagüe. Los que los cubren con una cúpula y ponen una puerta en la parte anterior, deben dejar una abertura arriba á fin de que los vapores insalubres puedan elevarse libremente. Los pozos deben limpiarse á lo ménos una vez al año; y cuando se descuida esta operacion, sus aguas se vuelven á veces desagradables al gusto, y alguna vez malsanas.

Cuando se hace un pozo para poner una noria ó rueda con canjilones, debe hacerse la excavacion y construccion como en los pozos ordinarios, con la diferencia de que su forma, en vez de ser redonda, debe ser oval; y despues que está construido, su grande diámetro debe tener á lo ménos 2 metros y el pequeño un metro y medio en su interior. Los pozos con noria, que no son muy conocidos (1) sino en el Languedoc y en Provenza, en donde se sirven de ellos para regar vastos huertos y hasta prados,

---

(1) (En Francia) Nota del traductor.

deberían estar en uso en todos los países que necesitan regarse, y que no tienen para ello corrientes de aguas.

**Avisos generales, concernientes á las fuentes y á los pozos.**

Cuando se escoge el sitio de una zanja, de una fuente ó de un pozo, cuya agua debe servir para el consumo de las casas, debe ponerse mucho cuidado en que el manantial que ha de alimentarlos no haya pasado por debajo de un cementerio, de un estercolero, de una caballeriza, de un establo, de una letrina, de un albañal, de una charca, de un pantano, de un terreno gipsoso, turboso, limoso, etc; debe tambien tenerse cuidado en no abrir la zanja ó el pozo demasiado cerca de esos lugares malos, porque hay terrenos tan permeables, que las aguas malas que ellos contienen, van á infectar por los lados los manantiales que pasan á una distancia de más de 10 metros. ¡Cuántas ciudades y villas he visto yo, que tenían en la parte baja un manantial muy abundante, y sus aguas no eran impotables sino porque pasaban por debajo de las casas! Si la zanja ó el pozo están expuestos á recibir aguas insalubres y superficiales que no corren sino en determinadas épocas ó momentos, al hacerse la excavacion se hace una pequeña zanja de derivacion que parte del *thalweg* de arriba, pasa á 2 ó 3 metros de la zanja ó del pozo, y vuelve al *thalweg* de abajo; ó bien se hacen dos pequeñas zanjas que parten del *thalweg* de arriba, pasan á la misma distancia, y vuelven á reunirse en el *thalweg* de abajo. Puede tambien preservarse un pozo de las aguas malas haciendo alrededor de él una zanja circular de 2 ó 3 piés de ancho y otros tantos de profundi-

dad, y llenando esta zanja con una especie de macizo que se continúa alrededor del brocal hasta una altura conveniente. Este macizo se hace con arcilla que se echa en capas espesas de 2 á 5 decímetros, y que se debe mojar, amasar y apisonar.

Los que tienen que hacer la excavacion en las rocas, pueden hacer sus trabajos en cualquiera estacion; pero los que deben verificarla en terrenos desagregados, no es conveniente que los hagan sino desde el mes de Abril al mes de Octubre, porque el que los hiciese en invierno se expondría á que se hundiese el terreno, lo que es ordinariamente muy peligroso para los trabajadores y muy costoso de reparar. A más de esto, podrian encontrarse falsas corrientes de agua que no manan sino en esta estacion y nada producen en verano.

Una vez terminada la excavacion de una zanja, el que vea claramente que su manantial es suficiente, debe hacer á toda prisa todos los trabajos necesarios para llevar el agua hasta la superficie del suelo; y el que acaba de hacer un pozo, debe en el mismo caso hacer las obras de construccion sin demora: porque, si se deja por algun tiempo una excavacion abierta sin ningun sosten, está uno expuesto á que todo se venga abajo.

### Los pozos artesianos.

Los *pozos artesianos*, que durante muchos siglos no han sido muy conocidos sino en algunos cantones del *Artois*, de donde les viene su nombre, han sido desde 1816 ensayados sucesivamente en algunos de nuestros departamentos, en muchos Estados de Europa y hasta en otras partes del mundo. La forma de estos pozos, su profundi-

dad y el modo de dar el agua, nada tienen de común con lo que se ve en los pozos ordinarios.

Un pozo artesiano es un simple agujero redondo, hecho dentro de la tierra con un barreno: su diámetro ordinario es de un decímetro á un decímetro y medio, y su profundidad es de 30 metros á 5 ó 400 metros, y algunas veces más. Cuando el barreno ha llegado á la profundidad de la corriente de agua subterránea, entónces se le saca, el agua sube por aquella abertura, y continúa manando, unas veces mas arriba del suelo, otras veces al nivel de su superficie, y otras se queda más abajo. Los que no han visto este barreno, y quisiesen conocer todas sus partes, como también el modo de servirse de él, pueden consultar el manual intitulado: *De l'art du Fontainier-Sondeur*, (Del arte del Fontanero sondador) por Mr. Garnier, ingeniero en jefe en el cuerpo real de Minas, un tomo en 4.<sup>o</sup>; y el *Guide du Sondeur* (Guia del Sondador), por Mr. Degousée, ingeniero y empresario de sondajes, dos tomos en 8.<sup>o</sup>

Para que una corriente de agua subterránea pueda subir por el agujero que ha hecho el barreno, es necesario: 1.<sup>o</sup> que la superficie del terreno, que absorbe las aguas pluviales y alimenta la corriente de agua, esté más elevada que el punto en que se hace la perforación; 2.<sup>o</sup> que la capa de tierra, por la cual pasa la corriente, tenga la inclinación ordinaria de las otras corrientes de agua, y sea eminentemente permeable como lo son las capas de arena, de casquijo, de morrillos, las rocas de contextura floja y las que están resquebrajadas en todas direcciones; 3.<sup>o</sup> que esta capa permeable se halle como envuelta en toda su extensión de capas impermeables colocadas encima de ella, debajo y á los lados; 4.<sup>o</sup> que el agua no

tenga salida en la parte baja de esta capa; ó que, si la tiene, sea insuficiente, ó bien que no pueda pasar por ella sino con dificultad.

El agua pluvial, que cae sobre la superficie de la capa permeable, baja por ella como por un vasto conducto inclinado, llena todos sus intersticios y sigue todas sus direcciones. El barreno artesiano, al taladrar las capas impermeables y llegando hasta el agua contenida en la capa permeable, no hace más que abrirla una salida por la cual ella sube todas las veces que la superficie de la columna de agua, que baja dentro del terreno permeable, se halla á un nivel más elevado que el orificio del agujero que la sonda ha hecho: entónces el agua sale de tierra, y se eleva tanto más alto cuanto más elevada es aquella superficie. Esta agua se eleva dentro del agujero que ha hecho el barreno, en virtud de la tendencia que tienen los líquidos á ponerse en equilibrio dentro de los vasos que comunican entre sí; y hace lo mismo que aquella que se hace pasar por dentro de un encañado, la que, despues de una bajada continua y muy prolongada, vuelve á elevarse hácia el punto de su salida.

Un pozo artesiano, que produzca gran cantidad de agua en forma de chorro y que sea de buena calidad, es lo mejor que se pueda desear tocante á manantiales; y cuando abastece de agua á una grande ciudad, su valor es inestimable.

Al paso que estoy bien persuadido de las ventajas sin numero y de las comodidades de toda clase que proporcionan estos pozos admirables, no por esto haré como ciertos autores que, para alentar á todo el mundo á que los hagan, citan con la mayor exactitud todos aquellos que han tenido buen éxito, pero no hacen mencion al-

guna de los que no han salido bien, ni de los gastos inmensos que unos y otros han ocasionado.

No queriendo pues alentar ni desalentar á nadie, creo un deber mio decir, que los inconvenientes de estos pozos son: 1.<sup>o</sup> tener muy pocas veces un buén éxito; 2.<sup>o</sup> ser muy costosos, porque hay muy pocas villas ó particulares que puedan aventurar 100 ó 200,000 francos para un pozo semejante; 3.<sup>o</sup> no salir bien sino en ciertos sitios que son por lo general muy raros y muy reducidos; 4.<sup>o</sup> la ignorancia que se tiene de la profundidad á que deberá llegarse para obtener el chorro de agua (1), y por consiguiente de los gastos á que uno en cierto modo se empeña, pudiendo el más pobre hallarse expuesto á expender muchos centenares de miles de francos lo mismo que el más rico.

Así pues, nadie debe extrañar que, á pesar de todo lo que ha hecho el gobierno para excitar á los vecinos á emprender la perforacion de estos pozos, haya á poca diferencia las dos terceras partes de los departamentos en que no se ha intentado hacer un solo pozo artesiano, ni

(1) Todas las veces que se ha emprendido la perforacion de un pozo artesiano, si cien pronosticadores han ido á decidir cual seria la profundidad del agua, cien predicciones ha habido, todas diferentes; y una sola de ellas se ha hallado ser poco más ó ménos exacta, lo que casi no podia dejar de suceder. Al momento se ha puesto el autor de ella á proclamar en alta voz la exactitud de sus previsiones, y los otros noventa y nueve han guardado silencio. Pero ¿pedría acaso citarse uno que haya obtenido este suceso feliz, tres ó cuatro veces consecutivas? Así es que los más instruidos, al par que mas prudentes, han reconocido francamente su impotencia, y se han abstenido de toda especie de decision en este punto.

tampoco que el número de estas empresas haya ido siempre en disminución; de manera, que ni los ricos particulares ni aún las grandes ciudades casi ninguno han hecho de algunos años á esta parte. Yo me limito aquí á referir los hechos que *he visto*, dejando á cada uno el que saque las consecuencias que bien le parezcan.

En los cuarenta departamentos, que he recorrido en todas direcciones, he encontrado diez y nueve sitios, en cada uno de los cuales se habia perforado un pozo artesiano hasta la profundidad de 40 á 150 metros. En *Elbeuf* he visto uno que acababan de terminar y que habia salido perfectamente bien; otro he visto en el matadero de *Grenelle* en París, que tiene 548 metros de profundidad, y ha costado 403 000 francos. En la plaza de San Severo de *Ruan*, en la de San Ferreol de Marsella, y en *Bêchevelle* en *Médoc*, he visto otros tres pozos artesianos que habian costado cada uno de ellos de 15 000 á 40 000 francos, y daba cada uno un chorrito de agua que manaba á la altura de dos ó tres piés sobre la superficie del suelo por medio de un grifon más pequeño que el dedo meñique. En los otros catorce sitios, que no quiero designar por no perjudicar á la reputacion de los que han aconsejado ó emprendido estos pozos, todos tuvieron completamente mal éxito, despues de haber gastado de 20 000 á 150 000 francos.

Examinando los catorce pozos artesianos que no tuvieron buen éxito, observé que todos los habian situado á la ventura, y que al escoger el sitio en que estaban, no habian tenido absolutamente otro norte que la *comodidad*: porque todos estaban situados en el punto culminante de la poblacion, y en la posicion más cómoda que fué posible.

Si ántes de empezar la perforacion llamaron á algunos geólogos para que les hiciesen conocer la naturaleza del terreno de los alrededores, ninguno de ellos se fijó ni en su configuracion, ni en la inclinacion de las capas interiores, que son sin embargo las dos principales y más seguras indicaciones que puede haber para buscar manantiales en cualquier punto que sea. Cinco veces he sido llamado á varias ciudades para decidir si en un punto dado, que era siempre el más elevado de la ciudad, debia probablemente tener ó no buen éxito un pozo artesiano; y todas las veces, despues de haber hecho los estudios del terreno, me he visto obligado á decidirme por la negativa. Siento vivamente no haber podido hallar ocasion de indicar cierto número de pozos artesianos con arreglo á mi teoría, y dar cuenta aquí de sus resultados. Yo creo con toda sinceridad, que estos pozos así indicados habrian tenido buen suceso casi en la misma proporcion que los millares de excavaciones que he aconsejado hacer.

Por lo tanto, no hay más que leer el capítulo XVI en el que están señalados todos los puntos que deben escogerse para hacer las excavaciones ordinarias, y tomar los mismos puntos para hacer en ellos el agujero con el barreno. Hay sin embargo esta diferencia que debe tenerse presente, y es que para abastecer de agua suficiente un pozo ó una fuente ordinaria es bastante un manantial pequeño, y este manantial pequeño puede formarse en una hoya de algunas hectáreas de extension; en vez de que, para un pozo artesiano, que no debe hacerse jamás sino sobre un manantial abundante, se necesita una hoya á lo ménos de dos á tres leguas de largo y una legua de ancho. Así pues, haré el resúmen de todo esto, diciendo, que *el*

agujero que se hace con barreno, debe practicarse siempre en un valle ó grande cañada, y sobre la línea del *thalweg* subterráneo. Fuera de esta línea no pueden encontrarse sino corrientes de agua desviadas, de las que hemos hablado, que corren por debajo de las colinas, y no dan en el exterior señal alguna de su presencia. El que espere encontrar corrientes de agua fuera de los *thalwegs*, es lo mismo que si contase con la excepcion y no con la regla.

Los terrenos que he designado como desfavorables al descubrimiento de los manantiales ordinarios, lo son tambien con respecto á los pozos artesianos: por ejemplo, en los calizos cavernosos, por más que se encontrase el arroyo subterráneo que corre por dentro de una gruta, y se hundiese el barreno dentro de sus aguas, ellas no dejarían la corriente libre que siguen dentro de la caverna para saltar á la bóveda, tomar el agujero del barreno y salir con ímpetu fuera de tierra.

## CAPÍTULO XXVIII.

---

MANANTIALES CUYA APARICIÓN ES TARDIA, Y CASOS EN  
QUE LAS INDICACIONES NO TIENEN BUEN SUCESO.

La mayor parte de las indicaciones que se han hecho con arreglo á mi teoría, no han dejado duda alguna acerca de su entero buen suceso desde el momento que se han hecho las excavaciones: sin embargo, ha habido de tarde en tarde algunos pozos ó zanjás que, al acabarse de abrir sobre manantiales pequeños, no presentaban un resultado satisfactorio, pero que algunos meses despues han puesto á descubierto el manantial deseado. Es una observacion constante que, cuando un manantial aparece en una nueva excavacion, no se manifiesta al principio sino una parte de él: y que cualquiera que hace excavaciones en tiempo de sequedad, no halla ordinariamente sino poca agua, y á veces ni poca ni mucha. Sólo las lluvias continuadas y abundantes del invierno pueden abrir y ensanchar los canales de los manantiales ó vene-

ros de agua que pasan junto á las nuevas excavaciones; y cuando una vez se les han abierto los pasos, ellos continúan confluyendo allí, y su volumen va siempre aumentando durante cuatro ó cinco años. Así pues, ya que no se puede conocer el verdadero resultado de una nueva excavacion sino despues que se ha pasado un invierno, aquel que al principio no está satisfecho de ella, debe dejarla en el estado en que se halla hasta el verano siguiente, teniendo cuidado de apuntalar las paredes si hubiese algun peligro de hundimiento. Si el verano siguiente hubiese algunos hilos de agua permanentes, podrá contarse con el feliz éxito, y deberán hacerse las obras de construccion prescritas en el capítulo precedente. Si no los hubiese, será conducente profundizar un poco más la excavacion, porque la apreciacion de la profundidad puede alguna vez hallarse equivocada, como se verá luego. Si despues de este aumento de profundidad y las lluvias de un nuevo invierno no cayese ni poca ni mucha agua dentro de la excavacion, entónces será evidente que se cometió uno de estos errores que es imposible evitar en todas las operaciones.

Para asegurarse si la primera agua que llega á una nueva excavacion es agua pluvial ó agua de manantial, se hace el experimento siguiente: en un dia de verano, y despues que hace muchas semanas que no ha llovido, se saca toda el agua que hay en la excavacion. Si al dia siguiente á la misma hora no se halla ni una gota de agua, es una prueba que la que se sacó el dia anterior, no era sino agua que se habia recogido allí la última vez que habia llovido. Si al dia siguiente á la misma hora se halla una cierta cantidad de agua, se la quita enteramente; al otro dia se hace lo mismo; y si durante muchos dias

consecutivos se halla cierta cantidad, esta agua es evidentemente el producto diario del manantial, ya sea que llegue por una ó muchas aberturas, ya sea que, dispersada por el terreno, llegue por una infinidad de pequeños veneros. Muchas veces este producto es feble al principio; alguna vez hasta llega á cesar en lo fuerte de la primera sequedad; sin embargo, cuando una vez se lo ha visto durar muchas semanas, dentro de pocos años se hace ordinariamente indefectible y se aumenta considerablemente.

#### Casos en que las indicaciones no tienen buen suceso.

He dicho ahora mismo que es imposible dejar de cometer algun error en la indicacion de los manantiales. En efecto, los datos geológicos, ciertos en general y en la mayor parte de los casos, se hallan siempre en la categoría de esas fuertes probabilidades que no pueden incluirse en el número de las verdades demostradas y exentas de toda excepcion. Despues del exámen más escrupuloso de la superficie del terreno, el más hábil geólogo no puede siempre y en todas partes conocer exactamente cuál es su constitucion y su disposicion en el interior; porque, debajo de un terreno cuya superficie es muy regular, existen á veces desórdenes y accidentes que no presentan el menor indicio en el exterior. El desórden del terreno pone necesariamente el desórden en la corriente de los manantiales que él encierra; y todo desórden en la corriente de los manantiales, que no puede ser previsto, es causa ordinariamente de que las indicaciones no tengan buen suceso. Hé aquí las principales causas

de los errores que pueden cometerse en la indicacion de los manantiales, y que no se manifiestan por ninguna señal exterior:

1.º A veces se halla un banco de roca ó de tierra impermeable puesto al través del *thalweg* subterráneo, y obliga al manantial á que se salga de él para dar la vuelta á este obstáculo; ó bien el manantial se divide en dos brazos, dejando entre ellos un islote; en tales casos, si uno abre la excavacion un poco más abajo de este sesgo, y ántes que el manantial haya entrado otra vez en el *thalweg*, no lo puede encontrar.

2.º Cuando en el *thalweg* de la roca impermeable, que lleva la corriente de agua subterránea, hay una quebraja que deja precipitarse el agua á una profundidad extraordinaria, y se abre la excavacion sobre esta quebraja, entónces es imposible encontrar la corriente de agua á la profundidad que se habia presumido.

3.º El manantial se halla á veces cortado más arriba del punto en que se hace la excavacion, y conducido por un acueducto hasta las inmediaciones de una casa ó de un prado para regarlo; y siendo este desvío del manantial hecho por manos del hombre, no puede saberse sino por noticias que uno debe tener cuidado de tomar de los habitantes de aquella vecindad.

4.º La dificultad que hay de conocer bien el *thalweg* subterráneo en ciertas llanuras bajas, las que, aunque inclinadas hácia abajo, son perfectamente llanas desde una costanera á la otra, y no presentan el menor vestigio de *thalweg*.

5.º La perturbacion causada en las capas inferiores por las explosiones de los gases subterráneos, habiendo quedado intactas las capas superficiales. Estos accidentes

son mucho más frecuentes de lo que comunmente se cree (1).

6.º Aunque el terreno, en que se hace la excavacion, sea muy regular, si á la parte de arriba y alli cerca hay algun antiguo levantamiento ó hundimiento que haya trastornado la estratificacion de las capas, entónces tomando el manantial un curso desordenado, no vuelve ordinariamente á entrar en su *thalweg* sino á cierta distancia de estas perturbaciones

7.º Cuando se hace la excavacion un poco más abajo de un depósito de toba: como el manantial que lo ha formado, y continua aumentándolo, obstruye sin cesar su paso, de ahí es que de ninguna manera sigue el *thalweg*.

8.º Cuando dentro del conducto de un manantial cae tierra ó piedras en cantidad suficiente para obstruirlo, el manantial es empujado hácia arriba y se echa dentro de la primera quebraja ó hendidura que él encuentra á los lados. Lo mismo sucede cuando el manantial lleva consigo fango que se acumula en un punto de su conducto natural y llega un dia á obstruirlo. Así es que, en la mayor parte de las indicaciones hechas por mí y que no han tenido buen suceso, se han hallado los conductos de los manantiales muy en regla, con las paredes muy lisas y medio llenas de arena limpia; pruebas evidentes de que los manantiales pasaron en otro tiempo por aquellos conductos y que fueron desviados por alguna de las causas que se han indicado.

---

(1) «Cuando terremotos violentos hacen estremecer toda una comarca, rompen las capas de que ella está compuesta, y hacen grietas en dichas capas. No hay cordillera de montañas que no haya experimentado sacudimientos causados por terremotos»  
La Métherie, §§ 1218 y 1423.

Así pues es cierto, que un manantial puede cambiar de conducto, pero lo es también que jamás puede destruirse completamente; y que aún cuando no se le encuentre, su existencia cerca de la excavación que se ha hecho es siempre cosa segura según los datos que se expresan en este tratado. Volviendo á emprender excavaciones que no habían tenido buen éxito, me ha sucedido muchas veces obtener un suceso completo haciéndolas ensanchar solamente dos ó tres piés en uno de los lados. Sólo cuando se ha hecho la excavación se ve claramente si el manantial se ha quedado al lado, ó si está todavía más profundo que la excavación que se ha abierto.

Pero se dirá: ya que puede uno estar expuesto á no tener buen suceso al buscar manantiales, ¿será prudente arriesgarse á gastar dinero inútilmente para hacer excavaciones?

Si la prudencia consistiera en no emprender sino lo que sabemos que debe tener infaliblemente un buen suceso, no emprenderíamos casi nada, porque casi todo lo que hacemos, va acompañado de peligros de no tener buen suceso. Así es que el labrador prepara con mucho trabajo sus tierras y les confía un grano precioso, sin que tenga seguridad de la cosecha; el padre de familia hace grandes gastos, y aún muchas veces más de lo que permiten sus posibilidades, para hacer instruir á sus hijos, aunque sepa muy bien que estos no sacarán tal vez ninguna ventaja de la instrucción. El hombre que emprende un pleito, lo mismo que el abogado que se encarga de su defensa, jamás están bien seguros de ganarlo; cualquiera que compra, puede engañarse, tanto en la calidad como en el precio de la mercancía; todo negociante arriesga sus capitales, etc.

Así pues, no porque hay posibilidad de tener mal suceso en una empresa, debemos abstenernos de ella. La prudencia dicta que, ántes de empeñarnos en ella, examinemos con madurez las ventajas y los inconvenientes; que pesemos las probabilidades de buen suceso y de mal suceso; y todas las veces que las ventajas que pueden obtenerse son de un valor incomparablemente mayor que los gastos que arriesgamos, y las probabilidades de buen suceso son muchísimas más que las de mal suceso, dicta la prudencia que obremos como si estuviésemos seguros del buen suceso.

Por lo mismo, todo propietario que no tiene agua cerca de su casa, que ve que un manantial delante de su puerta valdrá diez, veinte ó treinta veces la suma que puede costarle el descubrirlo, y que sabe, por ejemplo, que de diez, veinte ó treinta tentativas solo hay una que deje de tener buen suceso, debe, si tiene posibilidad, hacer sin vacilar los trabajos necesarios para procurarse uno.

Ántes de comenzar no tiene más que contar las horas y los cuartos de hora que pierden cada dia sus criados y sus ganados para ir á proveerse de agua, y multiplicar estas horas por los 309 dias de trabajo que hay en el año: entónces quedará pasmado al ver el número de dias que ellos pierden anualmente, y la suma á que se eleva el importe de los dias, por más que se estimen al más bajo precio posible. Por ejemplo, el que va á buscar el agua á cinco minutos de distancia, que consume seis cubos cada dia para las necesidades de su casa, y que emplea para ello un criado que le cuesta un franco diario, gasta á lo ménos 30 francos al año por el transporte de esta agua: porque, necesitándose diez minutos para cada viaje de ida

y vuelta, los seis viajes hacen una hora; siendo esta hora la décima parte de su trabajo diario, cuesta 40 céntimos; y estos 40 céntimos gastados durante los 309 días de trabajo que hay en el año, importan al fin de este 50 francos, 90 céntimos. Si el mismo propietario tiene diez bestias de labranza cuyo trabajo diario valga 10 francos, estando obligado á conducir las al agua dos veces al día, y durando cada viaje como un cuarto de hora, estos diez animales pierden cada día media hora que vale 50 céntimos; estos 50 céntimos perdidos durante los 309 días de trabajo de todo el año, forman la cantidad de 154 francos, 50 céntimos; los cuales añadidos á los otros 50 francos, 90 céntimos, forman un total de 485 francos, 40 céntimos. Siendo este gasto anual, representa un capital de 3.708 francos que es el valor real de un manantial que este propietario podría hallar delante de su puerta, ó de otro manantial que podría hallar á cinco minutos más cerca que el que tiene. Yo no cuento los instantes que se pierden en la fuente, porque estos son los mismos cuando ella está cerca que cuando está léjos.

Tales son los gastos de una casa rural ordinaria que va á tomar el agua sólo á cinco minutos de distancia. Aumentando este gasto anual á proporcion de la distancia del manantial y del número de animales domésticos, es para un grandísimo número de propietarios doble, triple, décuplo, etc., porque sus manantiales se hallan á 10, á 15 y á 50 minutos de distancia. Pero si es una villa ó una ciudad la que va á proveerse de agua á cinco minutos de distancia, el gasto aumentará todavía en proporcion al número de casas y de los animales domésticos que hay en ellas, y parecerá increíble á todos aquellos que no han hecho estos cálculos. ¿Y qué será si el manantial,

al cuál van á buscar agua, se halla mucho más distante?

Sólo haciendo cálculos semejantes se pueden comparar las ventajas que procura un buen manantial cerca de casa con la módica suma que cuesta para sacarlo de tierra. Esta suma, que es ordinariamente de 10 francos á 200 francos, es la única que esté un poco expuesta, porque los gastos de construcción ó de conducción, como no se hacen sino después que uno se ha asegurado bien de la cantidad y de la calidad del manantial, no corren absolutamente ningún riesgo. Quedando además demostrado que los gastos, que ocasiona la distancia en que se halla el manantial, fijan el verdadero valor del que uno puede procurarse cerca de las casas, valor que es décuplo y muchas veces céntuplo de lo que cuesta este último, se sigue de aquí que todo hombre prudente debe hacer las excavaciones con confianza y perseverancia, no olvidando jamás que una infinidad de excavaciones solamente han tenido mal suceso porque no se ha querido ahondarlas uno ó dos pies más. Si la primera tentativa no sale bien, se hace otra en un punto diferente, porque cuando se busca el agua que es absolutamente necesaria, *es preciso*, como dice Héricart de Thury hablando de los pozos artesianos, *estar animado de una voluntad firme de hacer y de obtener*

## CAPÍTULO XXIX.

---

### MEDIOS DE SUPLIR LA FALTA DE MANANTIALES.

Las antiguas ciudades fortificadas están situadas ordinariamente sobre cimas escarpadas. Las villas, las poblaciones, las aldeas y las casas de campo han sido edificadas generalmente sobre montecillos, sobre cumbres de colinas y otras alturas, á fin de tener hermosos puntos de vista y un aire más puro; pero estas dos ventajas tienen un inconveniente ordinario, y es la dificultad de procurarse manantiales, los que, como se ha visto, se hallan principalmente en los parajes bajos. Casi se diría que estos sitios se han buscado expresamente para no tener manantiales cerca de las casas. Los ménos distantes que se puedan descubrir, se hallan á menudo á muchos centenares de metros de distancia, y al pié de cuevas largas y rápidas. Por esto aconsejaré una y mil veces que, cuando se quiera en lo sucesivo edificar una casa nueva en cualquier despoblado, se comience por buscar y sacar de

dentro de la tierra el manantial que debe servir despues para el uso de sus habitantes, y en seguida situar la casa en sus inmediaciones; porque en cualquiera parte que se encuentre el hombre, si puede tener agua de manantial, le prefiere á toda otra, por ser la más grata para beber, y al mismo tiempo la más sana.

Aunque no haya casi una sola casa para la cual no pueda hallarse un manantial con sólo alejarse de ella algunos centenares de metros y hacer una excavacion más ó ménos profunda, estos dos inconvenientes se los halla á veces tan grandes que se prefiere beber otra agua inferior en calidad, pero más cómoda. Si á veces se consiente en ir á buscar un poco léjos la corta cantidad de agua de manantial que se necesita para las personas, sin embargo se quiere siempre, y efectivamente hay un grande interés en tener otra cerca de la casa para los animales y otras necesidades domésticas. Los únicos medios que yo conozco para remediar la falta de manantiales, son: 1.º los pozos de filtracion; 2.º los pozos á orillas de las corrientes de agua; 3.º las cisternas; 4.º las charcas; 5.º la filtracion de aguas cenagosas. Hallándose explicado este último medio en el capítulo XXVI, creo de mi deber dar, sobre cada uno de los otros cuatro, algunas advertencias que son el resultado de las observaciones que he hecho en mis excursiones. Estas advertencias las hallarán sin duda alguna supérfluas aquellos que saben mucho más; pero podrán ser útiles á los muchísimos propietarios que no pueden tener manantiales, y quieren dirigir ellos mismos los trabajos que deben hacerse para remediar la falta de aquellos.

## Pozos de filtracion.

En ciertas mesas ó llanuras sobre las montañas, y en ciertas cimas que tienen más de una hectárea de superficie plana, se hallan terrenos en los cuales basta excavar un pozo para que se llene de agua en poco tiempo. No se crea que esta agua va al pozo por un curso regular, saliendo de un solo costado y escapándose por el otro, como lo verifican los manantiales; sino que confluye allí de todas las alturas y de todos los costados, y no se la ve sino por modo de rezumo ó destilacion. Las más de las veces se abren estos pozos hasta su fondo sin ver la menor gota de agua; lo más que se ve es la tierra húmeda ó algunas traspiraciones: pero, como *todos los flúidos se dirigen hácia la parte que ofrece ménos resistencia*, no ofreciendo ninguna resistencia el vacío que forma el pozo, toda el agua pluvial que cae en las cercanías, empapa el terreno, se dirige poco á poco hácia el pozo, y sigue caminando allá hasta que la humedad del terreno quede enteramente agotada. Como ordinariamente no es permanente este desagüe, y no dura sino una, dos ó tres semanas despues de cada lluvia, es prudente dar á estos pozos una grande anchura y profundidad, á fin de que durante el desagüe puedan recoger una grande cantidad de agua y darla hasta la siguiente lluvia. En mis excursiones he visto muchísimos de estos pozos que, aunque privados de todo manantial, recogian sin embargo bastante agua, por destilacion ó rezumo, para proveer á todas las necesidades de una ó dos casas todo el año. Estas aguas son las más de los veces cristalinas, frescas y de una calidad bastante buena.

Los terrenos más á propósito para esta especie de pozos son: los terrenos arenosos, los granitos, los pórfidos, los gneis, los asperones, las molasas, las calizas laminosas que tienen las hiladas horizontales, y generalmente todos los terrenos que no producen sino manantiales pequeños.

Como casi no hay meseta ni cima sin algun pequeño pliegue de terreno con *thalweg*, si se tiene cuidado de abrir estos pozos sobre los *thalwegs*, en vez de hacerlo á la ventura como se ha hecho hasta ahora, se verá que las filtraciones serán mucho mas abundantes; y muchas veces, si el pliegue de terreno tiene un centenar de metros de extension por la parte de arriba, hasta se hallará un manantial pequeño. Debe tenerse cuidado de abrir estos pozos á lo ménos á unos 50 metros de distancia el uno del otro, porque, cuando se hallan demasiado inmediatos, se perjudican mutuamente. Debe tambien procurarse que las aguas inmundas no puedan introducirse en ellos. Se les da en fin la forma redonda, y se los construye con piedras secas como los pozos ordinarios.

#### Pozos á la orilla de las corrientes de agua.

El agua de los rios y de los arroyos es la más sana para las bestias y la que les gusta más; pero, como siempre está inficionada, ó se sospecha á lo ménos que tiene porquerías, como se enturbia cada vez que llueve ó se derriten las nieves, como está tibia en verano y se hiela en invierno, aun cuando no tenga nada de mal sano, le encuentran siempre las personas una cierta tibieza y desabrimiento que la hace ingrata para beber.

Los que tienen sus casas cerca de una corriente de agua permanente, y no pueden tener ningun manantial

á su disposicion, porque se halla ó muy profundo ó muy distante, no deben hacer más que abrir un pozo á la orilla de la corriente de agua, darle la profundidad de uno ó dos metros debajo del nivel de sus aguas mas bajas, y entrará en él agua clarificada y fresca que podrá alguna vez equivaler á agua de manantial. Estos pozos no deben abrirse jamás en terrenos impermeables, sino que es preciso hacerlo siempre dentro de las arenas y casquijos que ha acarreado la corriente de agua, y á una justa distancia de la corriente; porque, si se hacen demasiado cerca, el agua no llegará á ellos sino mal filtrada y mal refrescada; si, por el contrario, se hacen demasiado léjos, el agua llegará á ellos en muy poca cantidad, ó bien no llegará ni poca ni mucha. Variando al infinito la permeabilidad de los terrenos de transporte, ninguna regla puede darse en cuanto á la distancia que se debe tomar para abrir estos pozos en un lugar conveniente; y cada uno podrá ver por la experiencia cuál es la distancia que conviene á su localidad. Aquel que, despues de haber hecho un pozo, viese al cabo de algun tiempo que lo ha abierto demasiado cerca ó demasiado léjos, podrá hacer otro en cualquier paraje distinto que le parezca mejor.

Estos pozos deben abrirse, en cuanto sea posible, sobre un ribazo bastante elevado para preservarlos de las inundaciones y no quedarse uno privado de ellos todo el tiempo que estas duran. Cuando uno se ve obligado á abrirlos en un banco de casquijo poco elevado sobre el nivel de la corriente de agua, si se encuentra allí un punto que esté al abrigo de la corriente con motivo de una roca ó cualquier otro objeto, en cuyo lugar el agua desbordada forma un remolino, debe escogerse este punto,

á fin de que la corriente no se lleve en cada crecida el brocal, y llene el pozo de casquijo. Deben por fin construirse estos pozos con piedras secas y en la forma ordinaria.

### Las cisternas.

Una *cisterna* es un depósito subterráneo, dentro del cual se conducen y se conservan aguas pluviales para servirse de ellas en todo lo que convenga. Hay en Francia muchísimas poblaciones y hasta cantones enteros, cuyos terrenos son tan desfavorables para descubrir manantiales en ellos, que los habitantes no podrian hallarlos sino á profundidades enormes y á grandes distancias. Hay tambien muchísimas landas, llanuras bajas, playas marítimas y terrenos pantanosos, en los cuales no se tiene ni se puede hallar sino aguas malsanas é impotables. Aquellos que tienen la desgracia de ver sus casas en tan mala situacion, no pueden procurarse agua sino por medio de cisternas; pero lo más sensible es, que se hallan comarcas de mucha extension en las que no hay siquiera un propietario ni un albañil que sepa lo que debe hacerse para construir una cisterna sólida. La mayor parte de las que hay, como no están cercadas sino de una simple pared, más ó ménos mal edificada y hecha con argamasa, pierden á menudo el agua y ponen á los propietarios en el más grande apuro.

Entre los métodos que están en uso para la construccion de las cisternas y que he tenido ocasion de observar, el que me ha parecido más á propósito para construir las con más solidez y más duraderas, y que está al mismo tiempo al alcance de todas las inteligencias y escasas for-

tunas, es el que consiste en rodearlas de una pared construida con cemento, y envolver esta pared con una cintura de 6 á 7 decímetros de grueso. Hé aquí este método:

Escoged alrededor de vuestra casa un sitio libre y cómodo, y haced en él una excavacion redonda que tenga 2,5 metros de diámetro más que el diámetro que quereis dar á la cisterna. Si por ejemplo quereis que la cisterna tenga 4 metros de diámetro en su interior, dad á la excavacion 6,5 metros de diámetro, y dadle la profundidad de 4 á 6 metros, segun la cantidad de agua que quereis que ella contenga.

Despues que la excavacion está concluida, se construye alrededor de ella una pared circular de 6 á 7 decímetros de grueso, y á 6 ó 7 de címetros de distancia del muro de la excavacion. Las piedras que miran al interior, deben ser labradas de modo que puedan formar corvadura, y por la parte opuesta deben ser en mampostería. Esta pared debe construirse enteramente con cemento (4), y

(4). El cemento para las cisternas se hace con cal-hidráulica ó con la mejor cal que se pueda encontrar y que acabe de salir del horno. Con una muela de moler aceitunas se reducen á polvo trozos de tejas ó ladrillos bien secos y bien cocidos, y son los mejores los que son demasiado cocidos ó quemados. Con este polvo se mezcla una cuarta parte ó á lo más una tercera parte de arena bien fina, y en lugar de arena pura (a), se echa esta mezcla dentro de la cal que se amasa como la argamasa comun. Este cemento no se prepara sino al mismo momento en que se necesita, y debe emplearse luego que está hecho.

Cuando no se tiene á la mano ni cal hidráulica, ni cal de primera calidad, se puede practicar la receta que da Mr. Lorient; la cual hace con la cal ordinaria un cemento que es todavía mejor, pero es un poco más difícil de ejecutar. Héla aquí:

(a) Parece que aquí falta en el original alguna palabra (El traductor.)

todas las juntas é intersticios deben llenarse con él exactamente.

Para poner una buena cintura alrededor de vuestra cisterna traed arcilla de la mejor que podreis hallar en las cercanías de vuestra casa, y si no hallais arcilla pura, tomad tierra de la mas arcillosa que sea posible. Despues de haber sentado cada hilada de piedras, echad una capa de arcilla del grueso de unos 3 decímetros, que llene exactamente el intervalo de 6 ó 7 decímetros que se ha dejado entre la pared y los muros de la excavacion. Para amasar esta arcilla, el obrero la moja cuanto sea necesario, toma despues una estaca redonda y con punta en una de sus extremidades como un rodrigon, la hunde verticalmente en todo el espesor de la arcilla, la inclina hácia sí y la retira; la vuelve á plantar á la distancia de un decímetro poco más ó ménos del agujero que ha hecho, la inclina otra vez hácia sí y la retira; y reitera esta operacion centenares de veces, y pica así poco á poco toda la capa de arcilla. Concluido este primer amasamiento, se

Tomad una porcion de tejas ó ladrillos molidos ó bien machacados y pasados por un cedazo, dos partes de arena fina de rio pasada por un zarzo, añadid cal apagada en cantidad suficiente para formar con el agua una amalgama ó argamasa ordinaria, pero bastante humedecida para que pueda apagar la cal viva en polvo que echareis hasta la concurrencia de una cuarta parte de la cantidad total de arena y de ladrillos molidos.

Bien pulverizadas y mezcladas estas materias, servís de ellas inmediatamente, porque la menor dilacion puede hacer infructuoso ó imposible su uso. Una capa de este cemento, puesta en el fondo y en las paredes de un aljibe, de un canal, ó de toda clase de construcciones hechas para contener y resistir á las aguas, hace el efecto más sorprendente, aun quando se ponga en pequeña cantidad.

empieza otro, teniendo cuidado de plantar la estaca en los intervalos de los agujeros anteriores. Cuando la capa de arcilla está amasada por dos veces de la manera indicada, se la comprime fuertemente con un pison de empedrar; se pone en seguida otra hilada de piedras, se la rodea con otra capa de arcilla que se amasa como la anterior, haciendo lo mismo en cada hilada hasta llegar á la sumidad de la bóveda que se construye en forma de cúpula semi-esférica, en cuya parte superior se deja una abertura redonda, en torno de la cual se edifica un brocal.

Terminada la construcción de la cisterna, poned en el fondo una capa de arcilla de unos 5 decímetros de grueso que esté bien igual, y que amasareis una y dos veces, y comprimireis como queda dicho. Sobre esta primera capa de arcilla pondreis otra, haciendo lo mismo que con la primera; y cubireis esta arcilla de un empedrado ó baldosas de piedra ó de guijarros que hareis firmes con una buena capa de cemento, tapando con el mismo todas las juntas é intersticios. Tambien se puede hacer el fondo de la cisterna de solo cemento entremezclado de menudos cascajos ó de gruesos casquijos. Este cemento debe tener de 3 á 4 decímetros de espesor; es más sólido que la arcilla, y disminuye ménos la capacidad de la cisterna, pero es un poco más caro.

Cuando la excavacion que se hace para construir una cisterna se halla dentro de una roca ó de un banco de arcilla compacta y absolutamente impermeable, no se necesita entónces ni cemento ni macizo, bastando construir alrededor de la cisterna una pared de piedra seca y la bóveda con argamasa.

Todas las cisternas deben estar cubiertas de medio metro de tierra por lo ménos, á fin de que el agua sea más

fresca Deben tambien ser redondas , porque las paredes de una cisterna cuadrada no resistirian á la fuerza expansiva del macizo. Cuando el agua de una cisterna es para beber las personas , es bueno sacarla con cubos , á fin de que al llenarse estos la agiten, pongan todas sus partes en contacto con el aire y la priven de corromperse; las bombas dejan el agua demasiado inmóvil.

Como en las cisternas no entra agua de manantial ni de filtracion , es necesario conducir á ellas el agua de los tejados ó de un terreno cubierto de céspedes.

Para recoger el agua de los tejados se pone alrededor de los edificios y debajo de los tejados canales de plomo, de hojadelata ó de zinc , pintadas al óleo. Estas canales recogen el agua de todo el tejado , y la llevan á un encañado que la conduce á la cisterna. Los tejados que frecuentan los palomos ó que no se limpian de cuando en cuando , no dan sino agua sucia. El agua de los tejados tiene además el inconveniente de ser algunas veces insuficiente para el consumo de una casa.

Para recoger en una cisterna toda el agua pluvial que se quiera , se destinan á este objeto algunas áreas de terreno cerca de la casa. Este terreno debe tener una pendiente moderada , ser bastante compacto para que no absorba las aguas pluviales , estar cerrado con una pared, un vallado ó una empalizada, de manera que ni los animales ni las aves de corral puedan entrar en él , y ser cubierto de céspedes , á fin que las aguas pluviales se enturbien lo ménos posible. Se puede segar la yerba de este cercado y plantar en él árboles frutales, pero no se debe labrar. En la parte baja y al través de este vergel se hace una reguera para recoger toda el agua pluvial que cae sobre la superficie del vergel, y conducirla dentro de

un conducto hecho con cemento que la lleva á la cisterna.

De ninguna manera se debe dejar entrar en la cisterna las aguas de nieve, ni las primeras aguas que provienen de una tempestad, porque son las más turbias y las menos saludables. A este efecto se hace á la entrada del acueducto una pequeña compuerta que se abre y se cierra cuando se quiere. No se debe poner agua en las cisternas nuevas sino despues que el cemento está bien seco y solidificado; y deben limpiarse á lo ménos una vez al año.

### Las charcas

Una *charca* es un lugar hueco dentro de la tierra que tiene por lo ménos algunos metros de ancho, algunos decímetros de profundidad, y está destinado á conservar cierta cantidad de agua pluvial allí recogida. Esta especie de balsas no tienen ni forma ni capacidad determinadas, y se les da un diámetro y una profundidad proporcionadas á la cantidad de agua que se necesita y que á ellas se puede conducir. Las unas son muy anchas de boca, accesibles de todos lados y con pendientes suaves desde las orillas hasta el centro; y esta especie de charcas no presenta ningun peligro. Otras hay que son muy profundas, rodeadas de orillas muy escarpadas, más ó ménos altas, con una sola entrada que tiene la pendiente suave; y estas deben estar siempre rodeadas de una pared, de un vallado ó de una empalizada. En cuanto á las de esta última forma, que se hagan de aquí en adelante, será muy prudente que no se les dé más de un metro y medio de profundidad, á fin de evitar los repetidos accidentes

que ellas ocasionan todos los años; porque en ellas se ahogan, unas veces gentes extrañas que pasan por la noche, otras veces niños, y otras en fin animales domésticos.

Las charcas no deben hacerse sino dentro de rocas ó de tierras impermeables, y si estas no se encuentran en el sitio en que se quieren hacer, se pone un macizo en el fondo y en las paredes de aquellas, que se hace con arcilla que debe mojarse, amasarse y comprimirse, como se ha dicho hablando de las cisternas. Las charcas deben situarse siempre en el *thalweg* de un pliegue de terreno, ó en la parte baja y lateral de un camino hondo, ó al extremo de una zanja larga, á fin de que puedan recoger la mayor cantidad de agua pluvial posible. Débense tambien plantar en torno de las charcas árboles grandes y bastante espesos, en el caso de que puedan crecer allí, á fin de conservar sus aguas frescas y preservarlas de la evaporacion, la cual por lo general se lleva mucha más agua de las que no están cubiertas de sombra, que la que se consume para los diferentes usos de la casa.

El agua de las charcas, aunque no sea buena para las necesidades domésticas, es no obstante de grande utilidad para abreviar las bestias, para regar los huertos, para los casos de incendio, etc. En las grandes charcas pueden criarse tencas, gobios, carasinos, cobites, etc., peces que se multiplican en gran manera, y les gustan las aguas estancadas. Todo el gasto para la conservacion de las charcas consiste en limpiarlas de cuando en cuando, y el légamo que se saca es un excelente abono para las tierras cuando está seco. En los países en que no hay manantiales ni corrientes de agua, nunca será por demás el hacer muchas cisternas y charcas.

## CAPÍTULO XXX.

---

### ORÍGEN Y PROGRESOS DE ESTA TEORÍA.

El lector tiene, sin duda, curiosidad de saber cuál ha sido el origen de esta teoría y cómo se ha propagado: así pues procuraré satisfacerle, poniéndole á la vista una breve noticia sobre mis trabajos hidroscópicos.

La grande línea, que separa en Francia el terreno primitivo del terreno calcáreo, parte de las playas del Mediterráneo, atraviesa, describiendo una infinidad de curvas, los departamentos del Var, de la Drôme, de la Ardèche, del Gard, de la Lozère, del Aveyron, del Lot, de la Corrèze, de la Dordoña, de la Alta-Viena, de la Creuse, etc.

Esta línea atraviesa precisamente la pequeña parroquia de San Juan Lespinasse (Lot), de la cual fuí nombrado Cura ecónomo en 1818. Apenas hube llegado á este pueblo, quedé sorprendido en gran manera del contraste

que presentaban, tocante á manantiales, la parte oriental del departamento del Lot y la parte occidental.

La parte oriental, compuesta enteramente de terrenos primitivos, tiene colinas muy prolongadas y muy regulares. Los valles y cañadas, los rios y arroyos confluyen los unos dentro de los otros con un orden que podria llamarse perfecto. Allí se ven los manantiales salir de todas partes; casi todas las casas tienen á lo ménos uno junto á ellas, y casi todos los prados se riegan con agua de rios, de arroyos ó de manantiales.

Los veinticuatro cantones, que forman la parte occidental y meridional del departamento, están todos situados sobre el terreno calcáreo, y se hallan por lo general faltos de arroyos, de fuentes y hasta de pozos de agua de manantial. Puede irse en linea recta del este al oeste desde *Lissac* hasta *Mareuil*, que distan 54 kilómetros, sin encontrar una sola corriente de agua; y del norte al sud, desde *Mézels* hasta *Sauliac*, que dista 46 kilómetros, sin atravesar otra corriente de agua que el arroyo de *Gramat*, cuya parte inferior está enteramente seca las tres cuartas partes del año. Esta parte del departamento en que no hay ninguna corriente de agua, forma una extensión de 50 leguas cuadradas.

Los relatos de los males sin número que causaba la penuria de agua, y que en esta comarca eran la materia ordinaria de las conversaciones, no tardaron en venir á contristarme. En la mayor parte de los pueblos, me decian todos los dias, los habitantes todos están obligados á emplear, en los tiempos más preciosos, una, dos, tres, cuatro ó cinco horas cada dia para ir con barricas al rio á buscar el agua que necesitan ellos y sus bestias. Los que no tienen ni carro ni cabalgadura, y estos forman la

mayor parte de la poblacion, van hasta una ó dos leguas de distancia á buscar el agua con cubos que llevan sobre la cabeza; y otros no tienen por toda bebida sino el agua cenagosa y fétida de las charcas. En ciertos lugares se vende el agua de rio de 20 á 30 céntimos (1) el cubo, y cada bestia de tiro ó de carga bebe cada dia por el valor de 12 sueldos (2). De cuando en cuando se ven á las orillas de los rios ovejas que no han bebido muchos dias hace, de las cuales algunas se arrojan al agua y se ahogan, y las otras se atracan de agua y se mueren de repente. Cuando los animales vuelven del rio están casi tan sedientos como al salir de casa. Cuando hay algun incendio, no hay ningun medio de apagarlo. Los propietarios que tienen cisternas, son muy pocos, y no pueden abrirlas al público sin resignarse á quedar ellos mismos privados de agua. Si en algun pueblo hay un pozo que abastezca de agua, sus cercanías parecen continuamente una feria. Las personas y los rebaños que acuden allí de dia y de noche, y muchas veces de muy léjos, se ven obligados á aguardar muchas horas hasta que los primeros que llegaron hayan abrevado sus rebaños y llenado sus barricas.

Al oir estos duelos y muchísimos otros, ocasionados por la falta de agua, me decia á menudo á mí mismo: *¿seria pues posible que Dios hubiese abandonado para siempre tantas poblaciones desgraciadas á las angustias de la sed? ¿no será posible hallar en estas desventuradas comarcas manantiales, por profundos que fueren?* Poseyendo yo algunas nociones de geología, y sabiendo que cae tanta llu-

---

(1) De 6 á 9 cuartos. (El Traduct.)

(2) Diez y ocho cuartos. (El Traduct.)

via sobre las tierras calcáreas como sobre las otras, me puse á recorrer en todas direcciones estas vastas y áridas mesetas para ensayar si podria comprender á qué venian á parar las aguas pluviales, y ver si podria descubrir algun indicio de manantial, ya fuese por el estudio geológico de los terrenos, ya por los indicios que nos dan los fontaneros, y que se verán en el último capítulo. Los que no conocian el objeto de estas idas y venidas al través de toda clase de propiedades, decian que yo iba en busca de aquellos muchísimos é inmensos tesoros que el vulgo cree que dejaron tiempos atrás los ingleses cuando evacuaron la *Guienne*; otros decían que yo trabajaba para la estadística del departamento, etc. Los hombres instruidos, á los que tenia yo ocasion de decir cuál era el objeto de mis exploraciones, se mostraban todos muy convencidos de que no se podrian jamás descubrir manantiales en aquel país, en atencion á que las muchísimas y profundas excavaciones, que allí se habian hecho desde el principio del mundo, no habian tenido ningun resultado; y que, si este descubrimiento hubiese sido posible, mucho tiempo hace que lo habria hecho algun sabio de París. Cerca de dos años se pasaron así en correrías inútiles, sin haber descubierto el menor indicio de la presencia de los manantiales.

No habiendo podido obtener nada sobre las mesetas, me puse á recorrer y examinar sucesivamente las orillas de nuestros tres rios principales, que son: el Lot, el Cellé y la Dordoña; allí ví un grandísimo número de manantiales, situados en muy cortos intervalos, algunos de los cuales serian bastante caudalosos para formar un rio; gran número de otros podrian formar un grande arroyo, y además vi un número mayor de otros que eran ménos

voluminosos; todos salen de tierra, y se echan inmediatamente dentro de los rios. Entónces dije en mi interior: *estos manantiales no se forman dentro de la roca misma que los arroja, ni dentro de un espacio de algunas hectáreas de terreno: por lo tanto deben ser el producto de las aguas pluviales que caen sobre las mesetas, y que son absorbidas al momento mismo que tocan el suelo* Habiendo comenzado de esta manera á explicarme cuál era la suerte de las aguas pluviales que caen sobre nuestras mesetas calcáreas, partiendo del desembocadero de muchos de estos manantiales, recorrí las mesetas que los dominan, para ver si descubria algunos indicios de su paso; pero en estas primeras exploraciones caí desgraciadamente sobre regiones enteramente cubiertas de hoyos, que entónces no sabia yo alinear, y no pude obtener ningun resultado; sólo me quedó la conviccion de que debajo de las mesetas calcáreas debian formarse arroyos subterráneos, aumentarse y correr como las corrientes de agua visibles en otros paises: pero ¿por dónde pasaban?

Pensando entónces que tal vez yo habia tomado al revés el estudio de la hidrografia subterránea, y que ántes de estudiarla en los terrenos hundidos y trasternados, hubiera debido comenzar este estudio en los terrenos regulares y primitivos, en donde los manantiales son tan numerosos, empleé otros dos años en recorrer y examinar los terrenos primitivos del departamento del Lot. Allí examiné con particular atencion los manantiales que salen naturalmente de tierra, en qué circunstancias de terreno se producen, por qué aparecen sobre ciertos puntos y no sobre otros, por qué tienen un volumen desigual, qué reglas observan los arroyos visibles en su formacion y en su corriente, etc. Así pues, sobre ese terreno recogí á fuerza

de observaciones la verdadera teoría de las corrientes de aguas subterráneas y de su erupción.

Solo faltaba trasladar esta teoría á las mesetas calcáreas, y hacer su aplicacion á las corrientes de agua que ellas tienen ocultas. Entónces empecé otra vez el exámen de las corrientes de agua que salen de tierra á las orillas de los rios, probando seguir su curso yendo hácia su parte superior que yo presumia. Comencé este exámen afortunadamente por el manantial de *Louysse*, que forma por sí solo un gran rio. Partiendo de su desembocadero y caminando hácia arriba, encontré en primer lugar un vallecito muy marcado; pero su depresion, aunque fácil siempre de distinguir, va disminuyendo hasta *Thémines* en donde entra por un sumidero un grande arroyo: yo no vacilé en reconocer este arroyo por el principal confluente que va á formar á 25 kilómetros de distancia el enorme manantial de *Louysse*, el que segun todas las probabilidades debia pasar por debajo del vallecito que yo acababa de recorrer. Este primer estudio, que fué para mí muy satisfactorio, me animó á seguir de la misma manera cierto número de otras corrientes de agua que, despues de haber andado por la superficie de la tierra, se pierden y van á salir á las orillas de los rios. Asi llegué á conocer que los arroyos de *Théminettes* y de *l'Hôpital-Issendolus* van á echarse debajo de tierra al conducto de *Louysse*; que los arroyos de *Binhae* y de *Salgues*, despues de haber desaparecido debajo de tierra, van á reunirse con *Lalzou*; que el arroyo de *Miers*, despues de haberse hundido en *Roque-de-Corn*, se reproduce en *Montvalent*, á las orillas de la *Dordaña*; que el arroyo, que se pierde en *Sounac*, va á salir en Santa Eulalia, el de *Assier* en *Corn*, y el de *Reyrevignes* en *Boussac*; estos tres últimos

arroyos, despues de haber andado por debajo de tierra de tres á cuatro leguas, vuelven á salir á las orillas del *Celé*.

Como todos estos arroyos son mucho más abundantes cuando salen de tierra que cuando entran, saqué la consecuencia de que habian recibido gran número de otros arroyos

Yendo desde el desembocadero hasta el sumidero de cada una de estas corrientes de agua subterráneas, y siguiendo siempre el fondo del vallecito que señalaba su paso, encontré unas veces un pozo natural, en cuyo fondo se veia la corriente de agua; otras veces una quebraja en el fondo de la cual se la oia zumbiar; aquí habia el orificio de una mænga subterránea por la cual me aseguraron que de cuando en cuando salia una nutria (1); allí se habia visto muchas veces, despues de grandes lluvias, saltar una columna de agua del seno de la tierra, y elevarse hasta dos ó tres metros de alto. Todos estos indicios y otros, á medida que los encontraba, me confirmaban más y más que yo me hallaba en el buen camino

Tenemos tambien en el departamento del Lot muchísimos manantiales no ménos importantes que los que acabamos de nombrar, los cuales salen de tierra á las orillas de los rios, sin que se vea, en las hoyas que los producen, uno solo de sus confluentes andar á descubierto.

---

(1) La presencia de una nutria en medio de aquellos terrenos áridos fué para mí una prueba, no sólo de la presencia del rio subterráneo en aquel sitio, sino tambien que este rio estaba poblado de peces, puesto que son el principal elemento de aquel animal.

Los principales que se ven á las orillas del Lot, son: la fuente de *Touzac* cerca de *Puy-l'Évêque*; las de los Cartujos y de San Jorge en *Cahors*; las de *San Gély*, de *Crégois*, de *Cajarc* y de *Cadrieu*. A las orillas del *Cellé* se hallan los manantiales de San Sulpicio, el pozo de *Marchepé* y el pozo de *Resserq* en el pueblo de *Marcillac*; el *Bourlandan* y la *Percalerie* en el pueblo de *Cabrerets*. A las orillas de la *Dordoña* se ven las fuentes de *Mayraguet* y del *Gourg* cerca de *Souillac*; las de *Briance* y de *Murel* cerca de *Martel*, etc

Al ver que la mayor parte de estas fuentes salian cerca de los rios, al extremo de largos valles, á los cuales van á parar gran número de vallecitos y pliegues de terreno, creí tener fundamento para concluir que ellas se formaban, corrian por debajo de tierra y seguian los *thalwegs* de los valles ó vallecitos como lo verifican los arroyos visibles. Sobre todo en la parte meridional del departamento se ven los valles, los vallecitos, las gargantas y los pliegues del terreno tan bien ahuecados y dispuestos con tanta regularidad, como en los terrenos primitivos. Aunque estas depresiones estén privadas de arroyos y de manantiales, lo que yo habia observado en otra parte me hizo creer que cada una de ellas conducia una corriente de agua subterránea.

Tambien necesitaba yo conocer las líneas que siguen los manantiales que no se manifiestan al extremo de los valles, sino que brotan á las orillas de los rios al pié de rocas escarpadas, y sin ninguna apariencia de vallecito sobre las mesetas que los dominan. Despues de muchas correrias, en las que examiné bien los terrenos, reparé que todos estos manantiales provenian de terrenos cubiertos de hoyos, que durante mucho tiempo creí situados confusa-

mente y sin orden alguno. Sin embargo, despues de haberlos examinado con detencion, llegué á observar que ellos estaban dispuestos por series y que cada serie ocupaba el *thalweg* de una especie de vallecito muy poco deprimido; que habia siempre uno de estos vallecitos un poco más ahuecado que los otros y que se dirigia hácia el desembocadero del manantial, aunque estuviese interrumpido por una especie de atajo que formaba la escarpadura, al pié de la cual salia el manantial. Entónces fué cuando aprendí á alinear esos innumerables hoyos que están diseminados sobre la mayor parte de nuestras mesetas calcáreas, y á ver distintamente las diferentes series que ellos forman, de los cuales unos son principales y otros accesorios, indicando la línea que sigue la corriente de agua principal, y la que sigue cada corriente de agua accesoria.

Adquirida de este modo la certeza del paso de una corriente de agua debajo de cada serie de hoyos, quedaba la dificultad de conocer su profundidad. Partiendo del desembocadero de cada manantial, y suponiéndole debajo de tierra la misma pendiente á poca diferencia que tienen los arroyos visibles, nivelé muchísimas de estas series de hoyos, y hallé que en casi todos los puntos estaban á 200, á 300 y á 400 piés sobre el nivel de este desembocadero; y que por consiguiente las excavaciones eran impracticables en estos terrenos con motivo de la excesiva profundidad que habria tenido que dárseles para llegar al agua. Por este motivo, en el capítulo XX he colocado los terrenos calcáreos entre los terrenos improprios para descubrir manantiales. Observé solamente, que en la parte donde comienza cada uno de los vallecitos, hay ordinariamente un pliegue de terreno sin ningun hoyo, y que

puede hallarse allí un manantial pequeño como se halla en todas partes en el terreno primitivo.

Volví pues á los manantiales que brotan al extremo inferior de los vallecitos; y suponiéndoles la misma pendiente que la de los arroyos que corren al descubierto, hallé por medio de la nivelacion, que se hallaban ordinariamente á 10, 20, 30 ó 40 piés de profundidad, y que por consiguiente debian hacerse siempre las excavaciones en los valles, vallecitos y pliegues de terreno, como se ha visto en el capítulo XVI, no sólo porque su *thalweg* es la guia más segura para conocer la línea que sigue una corriente de agua debajo de tierra, sino tambien porque su depression permite llegar á la corriente de agua por medio de una excavacion ménos profunda.

Los dos planos inclinados que presentan los dos costados que forman la mayor parte de los vallecitos, y el terreno de trasporte que ocupa su fondo, me hicieron pensar que la corriente de agua debia hallarse en la línea de interseccion de los dos planos, y que por medio de la operacion indicada en el capítulo XVII, podria tenerse otro medio para conocer la profundidad de la corriente de agua, salvo las irregularidades que podrian encontrarse en el terreno. Este segundo medio, que es tan sencillo cuando uno lo sabe, no me vino á la idea basta seis años despues que hube comenzado á estudiar la hidrografia subterránea.

Asimismo, solamente despues de haber estudiado durante muchos años los manantiales y las hoyas en que se forman, llegué á hacer esta otra observacion que no es ménos sencilla, á saber: *Que el volúmen de cada manantial es por lo general proporcionado á la extension de su hoyo; y que, pudiendo determinar el perimetro de cada*

*hoy y medir su superficie, puede uno conocer aproximadamente el volumen del manantial que aquella produce.*

Así es como, despues de nueve años de estudios, de exploraciones, de paciencia y de fatigas, llegué á conocer teóricamente la línea que sigue cada manantial, su profundidad y su volumen. Desde entónces me ocupé de poner en órden los muchos materiales que habia recogido de los libros y sobre el terreno, y redactar este tratado.

A fin de reducir esta teoría á la práctica y hacer ver su valor por medio de hechos que estuviesen al alcance, tanto de los más ignorantes como de los más sabios, presenté en 1827 al Consejo general del departamento del Lot un compendio de aquella, acompañado de una carta en la que ofrecia pasar gratuitamente á los pueblos y á las casas de los particulares que quisiesen ensayarla; y pedí al Consejo que tuviese á bien votar algunos fondos destinados á concurrir por mitad á costear los gastos que pudieran ocasionar los primeros experimentos, con la condicion de que los ayuntamientos ó los particulares costearan la otra mitad. Añadí que esta teoría no era infalible, y que inevitablemente cometeria yo algunos errores; pero que mi confianza era bastante grande para poder prometer que ella tendria felices resultados á lo ménos en las dos terceras partes de las tentativas. El Consejo general acogió favorablemente estas proposiciones, y puso á disposicion del Sr. Prefecto una suma de 600 francos, destinada á concurrir por mitad á los gastos de los primeros ensayos. Hé aquí su deliberacion:

## PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOI.

Extracto del registro de las deliberaciones del Consejo general.

SESION DE 1827.

*Reunion del 21 de Agosto.*

«El Consejo general, despues de haber oido el dictámen de la comision nombrada para examinar el memorial presentado por Mr. Paramelle, relativo á los medios de descubrir corrientes de agua debajo del terreno calcáreo del departamento, aplaude el celo de este digno sacerdote para remediar una de las plagas más funestas á extensas comarcas, y reconoce que sus vistas están apoyadas sobre observaciones no ménos justas que sábias. Esperando que su teoría será justificada por los hechos, y que, tan luego como la experiencia habrá demostrado su exactitud, los propietarios del departamento, cuyas habitaciones estén situadas cerca de los puntos por donde deben pasar corrientes de agua subterráneas, se apresurarán á hacer los trabajos necesarios para aprovecharse de ellas, acuerda: 1.º que una suma de 600 francos será puesta á disposicion del Sr. Prefecto para que se emplee, bajo la direccion de M. Paramelle, en descubrir corrientes de agua en los puntos donde él crea que se debe hacer la aplicacion de su teoría; 2.º que se suplique al señor Prefecto que haga saber al Sr. Paramelle la decision del Consejo general, y le dé gracias por la comunicacion que ha tenido á bien hacerle

(Lugar del sello  
de la Prefectura.)

Por expedicion comprobada y hallada conforme,  
el Secretario general de la Prefectura,

REYGASSE »

A consecuencia de esta deliberacion, M. Baumes, entonces Prefecto del Lot, dirigió á los alcaldes de los muchísimos pueblos que estaban privados de agua, la circular siguiente:

#### PREFECIURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

«El Prefecto del departamento del Lot, caballero de la Legion de honor, se apresura á hacer saber á los alcaldes del departamento, que el honorable Mr. Paramelle, presbítero, autor de un sistema que tiene por objeto procurar aguas siempre frescas, sanas y abundantes en todos los pueblos que tienen falta de ellas, sistema que ha obtenido el apoyo del Consejo general y la aprobacion del Gobierno, debe recorrer sucesivamente todos los pueblos del departamento privados de agua, á fin de hacer en ellos la aplicacion de su teoría.

En su consecuencia, teniendo el Prefecto el honor de recomendar de una manera muy particular al señor abate Paramelle cerca de los alcaldes de los pueblos en los que tenga ocasion de hacer ensayos, los invita á que le secunden del mejor modo que les sea posible, y le procuren todos los medios que estén en su poder á fin de facilitarle la ejecucion de sus útiles proyectos.

El Prefecto tendrá la satisfaccion, si hubiere felices resultados, de señalar al reconocimiento del público los pueblos, los administradores y hasta los particulares que, segun los informes del señor abate Paramelle, hubieren contribuido gratuitamente al indicado efecto con el mayor número de jornales de hombres, y hubieren puesto más diligencia en ayudarle con todos los medios de que pudieren disponer.

Hecho en Cahors, en la casa de la prefectura, el 23 de Junio de 1828.

El Prefecto del Lot

BAUMES.»

La persuasion de que era imposible hallar manantiales en las mesetas calcáreas era tan firme, que no hubo sino ocho pueblos que quisiesen aventurar fondos para estas tentativas. Habiéndome presentado á dichos pueblos para hacer las indicaciones pedidas, los alcaldes extendieron un escrito por cada indicacion, en el cual se expresaban el punto en que se habia indicado el manantial, su profundidad y su volúmen. De este escrito se hicieron tres ejemplares originales, firmados por muchos testigos, mandándose inmediatamente uno al Sr. Prefecto, quedando otro en poder del alcalde y otro en poder mio.

De estos ocho pueblos hubo tres que no hicieron ninguna excavacion, y cinco que ejecutaron los trabajos que yo habia trazado, y todos estos cinco obtuvieron completo y feliz resultado. Uno de estos descubrimientos fué el enorme manantial de *Rocamadour*, el cual, segun decian los habitantes, *daria agua suficiente para todo el departamento*. Conforme al encargo que el Prefecto habia hecho á los alcaldes, estos le enviaron relaciones muy circunstanciadas sobre estos descubrimientos inesperados, que llenaban de gozo á los habitantes de aquellas inmediaciones.

A fines de Agosto de 1829, conformándose el Prefecto con los deseos que habia manifestado el Consejo general, me escribió invitándome á presentarme en el seno de este Consejo, á fin de exponerle de viva voz esta teoria, y proponerle los medios que yo creyese mejores para pro-

pagarla y extenderla á todos los pueblos del departamento que estaban faltos de agua. El 1.º de Setiembre me presenté al Consejo, el cual consagró toda la sesión de aquel día á oír las explicaciones que le di, tanto sobre la teoría como sobre los medios de propagarla. Di fin á mis explicaciones repitiéndole, que estos cinco resultados no debían hacer creer que todas las tentativas saldrían bien; pero que yo persistía en creer que saldría con honor á lo ménos en las dos terceras partes. — *Aun cuando usted no tuviese un éxito feliz sino en la mitad de ellas*, dijeron muchos miembros del Consejo, *usted haría inmensos servicios al departamento*. Y despues que yo me hube salido, el Consejo tomó la deliberación siguiente:

#### PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

Extracto del registro de las deliberaciones del Consejo general.

SESION DE 1829

*Reunion del 1.º de Setiembre.*

El Consejo general, compuesto de los miembros que deliberaron en la reunion del día anterior, y de Mr Théron, ha vuelto á emprender sus trabajos á las ocho de la mañana.

«Despues de leida el acta de la reunión de ayer, que ha sido aprobada, el Consejo ha oido lo que le dice el Prefecto acerca de los resultados ya obtenidos de la aplicación de la teoría del abate Paramelle al descubrimiento

de manantiales. Esta autoridad dice que solo en cinco pueblos se habia hecho la excavacion hasta la profundidad indicada por el abate Paramelle, y que en todas cinco se habia encontrado una corriente de agua. Este suceso feliz ha dado al Consejo la esperanza de que la teoria de este sabio sacerdote llegará á procurar el descubrimiento de aguas vivas á muchísimas localidades que hasta ahora no habian tenido sino cisternas insuficientes, y charcas que no podian servir para abreviar los animales domésticos sino una parte insignificante del año.

»Habiendo dicho uno de los miembros que el abate Paramelle deseaba someter al Consejo las bases de su teoria, ha sido invitado á presentarse. Él ha expuesto la serie de observaciones segun las cuales habia creído poder seguir la direccion de las corrientes de agua subterráneas, y los hechos que vienen en apoyo de las consecuencias que él saca de estas observaciones. El Consejo ha oído con el mas vivo interés las explicaciones que ha dado el abate Paramelle, ha reconocido que su teoria es conforme á los principios de la fisica; y no ha admirado ménos su generoso desinterés, que el celo infatigable con que dirige las excavaciones que se emprenden para buscar manantiales.

»Intérprete de los sentimientos del Consejo, el Prefecto le ha pagado un justo tributo de elogios, y le ha dado gracias por los importantes servicios que él se propone prestar al departamento, cuyo agradecimiento tiene merecido.

»Persuadido el Consejo de que nunca se podrá fomentar bastante, el buscar manantiales, á propuesta del Prefecto ha votado en seguida 2 000 francos para indemnizar de sus sacrificios al abate Paramelle, ó para ayudar á los pue-

blos que quisieren hacer el ensayo de su teoría. Son 2.000 francos.

Por extracto certificado conforme,

(Lugar del sello  
de la prefectura )

El Secretario general de la prefectura,  
REYGASSE »

Habiendo impedido la revolucion de 1830 al Consejo general de ocuparse en la cuestion de manantiales, en 1831 tomó la deliberacion siguiente :

#### PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

Extracto de los Registros de las deliberaciones del Consejo general del departamento del Lot

SESION DE 1831.

*Reunion del 14 de Mayo.*

El Consejo general, etc.

«De la cuenta que se dió, relativa á la aplicacion de la teoría del abate Paramelle al descubrimiento de manantiales, resulta que en diez y siete puntos diferentes se ha llegado á la profundidad en la que él habia indicado una corriente de agua subterránea, y que en diez y seis de ellos se ha justificado la existencia de un manantial en el espacio designado. Queriendo el Consejo secundar el celo de este venerable sacerdote para procurar el elemento más indispensable á la vida, á la sanidad y á las necesidades de la agricultura, á comarcas que hasta ahora habian estado privadas de él, delibera que le serán abonados 10 francos por cada manantial que descubra, y que el Con-

sejo municipal del pueblo, en que se haga el descubrimiento, se obligará á buscarlos hasta la profundidad indicada, dentro del año siguiente á la designacion.

Por extracto conforme :

Por el Secretario general de la prefectura, que está ausente,  
El Consejero de prefectura

J. J. CAVIOLÉ.

(Lugar del sello  
de la prefectura)

A consecuencia de esta deliberacion y de las nuevas circulares que el Prefecto pasó á los alcaldes, yo continué presentándome á todas las localidades que tenian á bien llamarme. Como fué solamente la catorcena tentativa la que salió mal en el pueblo de *Carennac*, la fama de estos primeros sucesos corrió rápidamente de boca en boca, y se extendió luego á todo el departamento. Crecia la confianza de dia en dia; hasta me atribuian una infalibilidad que yo rechazaba continuamente y con todas mis fuerzas, citando las tentativas sin efecto que habia de tarde en tarde; pero en esto no se paraban, porque estas tentativas sin efecto no significaban nada, comparadas con las inmensas ventajas que procuraban los descubrimientos, cuyo número é importancia eran exagerados en todas partes.

Yo no habia tenido jamás otras miras que las de procurar agua á mi departamento; pero ántes de haber acabado de explorarlo, me vi llamado á los departamentos de la *Corrèze* y del *Aveyron*, en donde los buenos resultados de las tentativas hicieron tanto ruido como las que habian tenido lugar en el departamento del Lot. Los malos resultados eran reputados como si no los hubiese habido. *Nosotros nos tendríamos por muy dichosos*, me decian á menudo, *aun cuando no pudiésemos acertar sino la mi-*

*tad de las veces; porque un manantial descubierto vale veinte veces, y quizás cien veces lo que cuesta.*

Viendo que el número de pedidos iba siempre en aumento, hice dimisión á mi obispo, el cual fué de dictámen que yo haría áun mas bien yendo á procurar agua á las poblaciones desgraciadas que no la tenían, qué permaneciendo en mi puesto.

Después de haber visitado estos tres departamentos, fuí llamado al de la Dordoña, en donde la falta de agua era tan general que casi en todos los pueblos me hicieron demandas. Como los mismos buenos resultados acompañaban las indicaciones, los periódicos de este departamento, á falta de otras noticias, se pusieron á publicar, dia por dia y con los mayores detalles, los resultados que llegaban á noticia de los redactores. Sus artículos fueron reproducidos por los periódicos de los departamentos inmediatos y hasta por muchos de los de París, y no se necesitó más para atraerme demandas de todas partes.

Durante los tres ó cuatro primeros años de mis exploraciones, el vulgo que no conoce otra física que lo maravilloso, estaba embobado al ver predicciones que le constaba se cumplían todos los dias. «Este señor, decía uno, halla los manantiales, porque nació á la hora que se requería para ello; otro cualquiera haría otro tanto si hubiese nacido á la misma hora.—Es un don de Dios, decía otro, que solo él ha recibido.—No, decía este, él es verdaderamente brujo; ¿qué no veis que adivina perfectamente la posición, la profundidad y el volumen de cada manantial, así como todas las especies de terreno que deben atravesarse para llegar á él?—El no es ni inspirado ni brujo, decía aquel: es que tiene la vista más fina que cualquier otro hombre, y que ve al través de la tierra todo lo que

hay debajo de ella.— El tiene la vista mejor que nosotros, decía todavía otro: él solo ve salir de tierra una columna de humo que se eleva sobre cada manantial;» y cien otros cuentos por el estilo.

Algunos de esos semisabios, que están persuadidos que nadie puede saber lo que ellos mismos no saben, aunque no hubiesen visto jamás ninguno de los resultados obtenidos, decidían con tono magistral, que los descubrimientos que se contaban, eran *imposibles* (4). Algunos de ellos

(4) En el mes de Octubre de 1834 pasé á *Lavalette* cabeza de partido (*Charente*), ciudad cuyos habitantes se veían obligados todos los veranos á ir á buscar el agua á más de un kilómetro de distancia, y en donde sólo dos propietarios me habían llamado. Al llegar, el uno de ellos me habló aparte y me dijo: *Caballero, ponga usted mucho cuidado en todo lo que haga y diga: usted se halla en un país de filósofos, en el que no se quiere dar crédito á su arte en vista del estado á que usted pertenece*—Pierda usted cuidado, señor mío, le respondí *usted verá luego á todos sus filósofos con el tapa-boca que les pondré.*

Al indicar el primer manantial á unos 400 metros de la ciudad me seguían como unos treinta hombres acomodados y gran número de otras personas. Habiéndome pedido la indicación el propietario suscriptor, yo le dije: *El manantial está debajo de aquel punto, sírvase usted señalarlo; se halla á 16 pies de profundidad, y su volumen es como mi dedo pulgar*. En seguida, tomando una posición un poco elevada y un tono de voz bastante alto, dije: *Señores, yo no me hago pasar en ninguna parte por infalible; sin embargo, si alguno de ustedes quiere apostar 300 francos que lo que yo anuncio no es así, yo apuesto 600 francos que las tres declaraciones que acabo de hacer son tales como he dicho. Nosotros podemos depositar desde luego las dos cantidades, y dentro de tres días sabremos quien ha ganado*. A estas palabras sucedió un silencio profundo, y casi todas las figuras se estiraron y palidieron. Después de cuatro ó cinco minutos de silencio se elevó una voz de en medio de aquella multitud, y dijo: *Pues bien, habla tú ahora, habla; tú decías que*

que tenían ocasion de ver algunos de estos resultados, decían que estos manantiales habían sido hallados *por casualidad*. Otros decían: *Es verdad que este manantial fluye bien en este momento, pero no se pasará mucho tiempo sin que deje de manar*. Otros decían: *No hay duda que es agua que sale de tierra y fluye de este hueco, pero no es agua de manantial* (1)

---

*querías confundirle cuando hubiese llegado; habla y gana estos 600 francos.* Después de estas palabras continuó el mismo silencio. Pasados algunos otros minutos de espera, volví á tomar la palabra y dije sonriéndome: *Hay ciertos hombres que jurarian sin empacho una cosa, pero que no apostarían nada: yo al contrario, sabiendo que soy falible, no tendré reparo en apostar que lo que digo será, pero no lo juraré nunca.*

Dentro de pocos días fué efectivamente descubierto el manantial á la profundidad y con el volúmen que yo había anunciado; y ántes de salir de las cercanías de aquella ciudad me hicieron más de cien demandas, y yo indiqué treinta y siete manantiales.

Lo que hice en *Lavalette*, lo he hecho todo el tiempo que han durado mis excursiones. Casi en todos los puntos en que he indicado manantiales he ofrecido apostar dos contra uno, que las tres declaraciones que hacía, serían exactas, y no he encontrado á nadie que haya querido aceptar la apuesta.

(1) Hé aquí lo que dice sobre este particular el *Courrier de la Drome* de 27 de Noviembre de 1842: «En una población importante del departamento de\*\*\*, el abate Paramelle fué llamado un día al efecto de indicar un manantial capaz de alimentar una fuente pública con surtidor. Acudió el geólogo, y el mismo día de su llegada el manantial fué hallado (indicado) Sin embargo, este resultado tan favorable á la ciudad no fué apreciado por todos de la misma manera. El pueblo trabajador lo celebró durante tres días con danzas y rigodones de nunca acabar; pero entre algunos de la clase distinguida la cosa pasó de una manera bien diferente. Se puso en discusión si era posible que hubiese un manantial en el lugar donde lo había indicado el abate Paramelle, y esto sin que nadie lo hubiese sospechado ántes de él

En muchos parajes me tendieron lazos esos espíritus fuertes: los unos me llevaban á un sitio en donde habia un manantial que conducian á un punto distante por medio de un acueducto, y sobre cuyo manantial no dejaban en la superficie de la tierra el menor vestigio de excavacion; ó bien ocultaban con mucha habilidad los pilones de sus fuentes, y me decian: *Por aquí hay un manantial ¿en dónde se halla?* Mi respuesta era irme donde estaba la fuente. Algunas veces me conducian á algun pozo privado de todo manantial, en el cual habian echado agua poco ántes

---

Sin embargo, el alcalde mandó hacer la excavacion, y se halló el manantial como lo habia anunciado el sabio hidróscopo. Pero los de la oposicion no se dieron por vencidos; al contrario, tuvieron la mayoría en el seno del Consejo municipal, el cual declaró que *«como el manantial inventado por el abate Paramelle, no era un manantial, no habia lugar de construir la fuente proyectada.»*

El alcalde, embarazado en gran manera con esta extravagante deliberacion escribió á *San Céré*, pidiendo al abate Paramelle que tuviese la bondad de ayudarle, por medio de una demostracion sintética, á refutar de un modo victorioso las objeciones de la mayoría; pero el geólogo se hizo el sordo. Se acordó de las *margaritas* del Evangelio, y juzgando que el agua, el manantial, la fuente y la ciencia eran cosas ajenas de la deliberacion que se habia tomado, respondió simplemente al alcalde: *«Señor alcalde: la opinion de ustedes conforme con la mia. Sí; el agua que en el tiempo de cuatro horas pudo llenar el hoyo de 5 metros de profundidad que se acababa de hacer en el recinto de vuestra ciudad, y que de diez y seis meses á esta parte no ha dejado de fluir en la superficie del suelo, es un agua de verdadero manantial. Por consiguiente, soy de parecer que la ciudad haga construir la fuente. Los que crean que su agua es agua de manantial, podrán ir á buscarla; y los otros podrán ir al abrevadero. Tengo el honor de ser, etc.»*

La carta fué leida en el Consejo municipal, y dicen que nadie quiso ir al abrevadero..»

de mi llegada, y me decían con el tono más serio: *Nuestro pozo tiene un buen manantial, pero es demasiado profundo.*—*Vuestro pozo no tiene el más pequeño manantial,* respondía yo, y me confesaban riendo lo que había sido. Otros me llevaban á un cercado en donde habían abierto muchísimos pozos y muy profundos, pero sin resultado alguno, para ver si yo haría una indicación sobre uno de estos pozos enteramente rellenos. Al momento de llegar yo á algun pueblo, el más instruido me ha dicho muchas veces: *Caballero, ¿podría decirnos usted dónde está nuestra fuente?*—Si, señor, respondía yo, y al mismo instante iba yo allí tan directamente como hubiera podido hacerlo cualquiera de los habitantes.

Gracias á Dios, todas estas estratagemas y otras semejantes fueron siempre preparadas en vano. Hasta he tenido un gran placer cada vez que se ha querido ponerme á estas pruebas, y yo las he echado siempre á muy buena parte. Habiendo reconocido los espíritus fuertes la inutilidad de todas estas celadas, poco á poco han ido dejándolas; y durante los veinte años últimos de mis excursiones no he observado sino una ó dos veces que se ha intentado tenderme otras.

Después que muchos centenares de tentativas hubieron probado, que el número de las que tenían buen resultado excedía incomparablemente al número de las que tenían mal resultado, los Prefectos y las sociedades de agricultura publicaron circularés, y los periódicos un grandísimo número de artículos para provocar las suscripciones en sus departamentos y trasmitírmelas. Para satisfacer á estas numerosas demandas he explorado sucesivamente, y en el orden que sigue, los departamentos de Charenta, Lot y Garona, el Cantal, la Viena, la Gironda, la Saboya (que

formaba en tiempo del imperio el departamento del Lemán y el de Montblanc), el Sena inferior, el Cher, Loir y Cher, el Charenta inferior, los Bajos Alpes, el Gers, las Bocas del Ródano, el Var, los Altos Alpes, el Hérault, el Gard, Vaucluse, el Droma, el Loira, el Ardecha, el Doubs, el Jura, el Alto Saona, Saona y Loira, los Vosges, el Meurta, la Côte-d'Or, el Alto Marne, el Mosela, el Meuse, el Alto Rhin, el Aude, el Alto Garona, y el Ariège; total 40 departamentos. He hecho además exploraciones en ciertas partes de otros cinco departamentos, y algunas excursiones en estados vecinos de la Francia.

Hé aquí un extracto de mi prospecto, que da á conocer las condiciones conformes á las cuales yo trabajaba:

«Una vez llegado á los lugares que deben explorarse, Mr. Paramelle hace desde luego el exámen geológico, designa un espacio de terreno en el cual se halla el manantial, y declara su profundidad y su volúmen. Si el propietario dice que el manantial está demasiado distante, es demasiado profundo, demasiado pequeño, ó que no se halla dentro de su propiedad, Mr. Paramelle no lo indica, y no se le da ninguna retribucion. Si el propietario ve que el manantial le conviene y pide su indicacion, Mr. Paramelle señala el punto fijo en donde se halla, y recibe honorarios que están arreglados del modo siguiente:

«En el departamento del Lot se le dan 10 francos por cada manantial que él indica; en los seis departamentos limítrofes, 15 francos; en los departamentos que están contiguos á estos últimos, 20 francos, etc. Estando así aumentados los honorarios de 5 francos por departamento, á medida que se alejan del del Lot, en el departamento de\*\*\* se hallan fijados á\*\*\* francos cada manantial.

«Mr. Paramelle se obliga por escrito, por lo que respecta

á cada particular, á devolverle los honorarios, si en el lugar y en la profundidad declaradas no halla esta un manantial más que suficiente para todas las necesidades de la casa ó de las casas que debe abastecer de agua; sin embargo, los que no hagan las obras de excavacion dentro de un año, contado desde el dia de la indicacion, perderán el derecho de reclamar la cantidad que hubieren satisfecho. Los honorarios son devueltos en su caso y lugar por un corresponsal que él establece en cada distrito en que hace indicaciones. Los pobres son servidos en todas partes gratuitamente »

En todos los departamentos, el numero de demandas ha pasado de 500; en algunos se ha elevado hasta 1 000, 1 500, y tambien á más de 2 000. En los departamentos en que el terreno era más favorable, he podido indicar manantiales para la tercera ó cuarta parte de los suscritores, en otros no he podido hacer indicaciones sino para la séptima u octava parte de aquellos que me habian llamado.

El número de indicaciones comparado al de las demandas hubiera sido en una proporcion mucho más grande si en todas partes hubiese tenido yo el terreno á mi disposicion; quiero decir, si los suscritores hubiesen sido propietarios de muchas hectáreas de terreno en torno de sus casas: pero la mayor parte de ellos no tenian más que un patio, un huerto y á veces un verjel de algunas áreas de extension. Como dista mucho de que haya un manantial en cada hectárea de terreno, se ha seguido de aquí, que el mayor numero de aquellos que me han llamado, no han tenido manantial dentro de su propiedad, y que con mucha frecuencia se habrian hallado estos muy abundantes, poco profundos y muy cerca de sus casas; pero estaban situados dentro de la propiedad del vecino.

Los propietarios, en cuyas posesiones conocia yo que no habia ningun manantial, tenian á lo ménos la ventaja de saber que no debian hacer jamás ningun gasto para buscarlo, y que para procurarse agua no les quedaba sino uno de los cuatro medios indicados en el capítulo precedente. Yo tenia cuidado de aconsejarles aquel que era más conveniente á su posicion, y este consejo era siempre gratuito.

Desde 1832 hasta 1853 mis viajes han durado regularmente desde primero de Marzo hasta el primero de Julio, y desde primero de Setiembre hasta el primero de Diciembre de cada año. Todos los dias, excepto los Domingos y fiestas, trabajaba desde la salida del sol hasta que se ponía, yendo á caballo de un punto á otro, sin detenerme más que una hora diaria entre diez y doce. Todos los manantiales que indiqué, fueron registrados. Cada escritura de indicacion expresa la situacion del manantial, su profundidad y su volumen, y está firmada por el propietario del manantial y por muchos testigos. A ese propietario se le ha entregado siempre un extracto de mi registro, en el cual yo me he obligado á devolverle los honorarios si en el lugar y en la profundidad declaradas no se hallaba un manantial como yo lo habia anunciado, con la condicion de que deberia hacerse la excavacion dentro de un año.

En 1854, habiendo llegado á la edad de sesenta y cuatro años, y sufriendo achaques que no me han permitido viajar más, me he visto obligado á dar aviso de ello á los treinta y siete departamentos que me habian enviado más ó ménos demandas. Despues me he ocupado en revisar el libro que habia compuesto en 1827 sobre el *Arte de descubrir los manantiales*, y he hallado que este primer trabajo contenia, como todas las teorías que no han tenido

aplicacion, algunos principios demasiado absolutos, que la práctica me ha enseñado que debia modificar, y que faltaba en él un grandísimo número de hechos y observaciones que los viajes me han aconsejado que debian añadirse.

Yo no puedo terminar este capítulo sin ceder á la necesidad que experimento de manifestar mi gratitud á los ilustrísimos señores arzobispos y obispos; á los pares, á los diputados, á los prefectos, á los subprefectos, á los miembros de las audiencias, á los jueces de los tribunales, y á los hombres célebres por su saber que he encontrado en mis viajes, por la benevolencia y atenciones con que se han dignado honrarme; á los suscritores y á los curas por la cordial hospitalidad que han tenido á bien darme; ellos me han tratado, no como á un extranjero, sino como á un íntimo amigo ó pariente que ellos hubiesen visto por la primera vez despues de una larga ausencia; á los miembros de los ayuntamientos, y á los vecinos de casi todos los pueblos que han querido saludar mi llegada con demostraciones tan simpáticas, y seguir mis exploraciones con tanto interés y celo.

Los innumerables rasgos de bondad que se me han prodigado en todas partes y que yo me complazco en recordar y contar á mis amigos en el fondo de mi retiro, excitan en mí los sentimientos de la mas viva gratitud, y puedo asegurar que no se extinguirán sino con mi vida

«La solicitud que los vecinos de los pueblos que yo visitaba han tenido en seguir y observar á aquel que ellos se imaginaban ser un personaje digno de ser visto, me hace creer que algunos de aquellos que no le han visto, tendrán tal vez la curiosidad de leer las descripciones que de él han hecho algunos periódicos, de los cuales deberán sin embargo cercenar algunos rasgos evidentemente lisonjeros.»

La *Universidad católica*, tomo IX, Febrero de 1840: «El sabio y modesto abate llega escoltado de las notabilidades del pueblo que han ido á recibirle en sus confines: le aprietan, le rodean, le examinan: todos quedan sorprendidos al ver que viaja solo á caballo un hombre de alta talla y robusto, vestido de negro, de un semblante franco y cándido, frente ancha, mirar penetrante, que sonríe con amabilidad, y se apresura á declarar á los habitantes que le manifiestan una halagüeña impaciencia, que él está distante de tener el don de hacer milagros, sino solamente un poco de práctica en descubrir los medios de que se sirve la naturaleza para trasportar y hacer circular las aguas ocultas en el seno de la tierra.

»Nada mas sencillo y mas modesto que el exterior y los modales de este buen sacerdote, el que no obstante sabe ser interesante en otros objetos distintos de los de su ciencia especial.»

El *Eco des Cevennes*, 23 de Mayo de 1841: «La modestia de Mr. Paramelle no cede en nada á la sencillez de su traje. De una estatura alta y robusta, de un aspecto interesante y amable, su fisonomía revela la inteligencia y la sinceridad. Su conversacion ni es brillante ni afectada, pero siempre sólida y útil. Dotado de una grande penetracion de espíritu, posee el arte de juzgar á los hombres. Muy lacónico en sus respuestas, no le gusta que se le hagan cuestiones multiplicadas, intempestivas y vanas.

•Este hidróscopo, más útil á la sociedad que el más grande conquistador, pasa su vida sin ruido, sin brillo y sin ostentacion; pero descubre en todas partes preciosos tesoros.»

El *Correo de la Drôme*, 27 de Noviembre de 1842:

«El abate Paramelle tiene cincuenta y dos años á poca diferencia. Su estatura es alta y derecha; y su salud tan robusta, que tiene todo el verdor y toda la fuerza muscular de un hombre mucho mas jóven. La sencillez de su traje es extrema y viene á ser proverbial. Ordinariamente lleva vestidos negros que recuerdan siempre su cualidad de sacerdote, los cuales no debén á buen seguro incomodarle mucho si no es por su anchura. Su semblante es calmoso, interesante y amable, sus miradas investigadoras y penetrantes, y sus modales simples, pero siempre atentos. Su fisonomía anuncia la inteligencia y la sinceridad. Es verdad que en el conjunto de su persona hay un poco de aspereza montañesa; pero ella desagrada tanto ménos, cuanto que debajo de esta rústica cubierta se adivina desde luego una alma bella y un espíritu fino y agudo. Su conversacion ni es brillante ni acicalada; pero por otra parte es breve, lucida, y siempre útil y sólida. Al abate Paramelle no le gustan ni las frases ni los fraseologístas, y acorta todas las cuestiones ociosas con que le abruman.

»Muchas veces, y en especial en los países faltos de agua, el anuncio de la llegada de Mr. Paramelle es un suceso notable. Creen las gentes ver venir un hombre enviado del cielo como otro Moisés, y salen á recibirle: le aprietan, le cercan, le examinan, le preguntan; pero él se queda impassible, y más bien fija la vista en el país, en el terreno, en sus accidentes, en su vegetacion, que en las buenas gentes que andan solícitas alrededor de su persona. Pasado este primer momento, sonríe con amabilidad, y declara desde luego, y casi de la misma manera en todas partes, que él no es ni un santo, ni un hechicero.»

El *Diario del Ain*, 14 de Abril de 1845: «El abate

Paramelle tiene unos cincuenta y cinco años. Como á una estatura alta reúne una constitucion casi atlética, no parece que altere su salud la vida trabajosa que lleva. En su fisonomía se ve un conjunto de natural bondad y de finura. Su frente es ancha, su ojo expresivo, y su tez muy colorada: su traje es negro, y lleva un sombrero redondo con alas anchas »

La *Esperanza de Nancy*, 18 de Noviembre de 1847: «A primera vista, la fisonomía de Mr. Paramelle, y asimismo su talante, tienen algo de muy ordinario; pero cuando se le examina de cerca, sobre todo durante sus exploraciones, se ve lucir en sus ojos azules y meditabundos el rayo de la inteligencia..»

»Cuando Mr. Paramelle está conversando, sus facciones toman un aire jovial y fino que desarruga la frente del pensador... Su mirada investigadora se pasea por la superficie de los terrenos; él los estudia, los sondea, y los conoce por decirlo así en un abrir y cerrar de ojos.... Cuando recorre el territorio, le vereis que os indica de muy léjos los manantiales que hay descubiertos, el volumen de sus aguas, etc., y esto con una precision y con una exactitud que os sorprenden, y os le hacen mirar como una especie de adivino.»

La *Tribuna de Beaune*, 4 de Abril de 1849: «El abate Paramelle es un hombre que viste con sencillez, y lleva sobre una figura colorada el sello del hombre de bien. El lleva una vida muy frugal y muy activa: muy de mañana y en ayunas parte de la posada donde ha pasado la noche, y anda á caballo leyendo su breviario hácia el lugar en donde se le espera: almuerza á eso de las once, y escoge los manjares mas simples... Tiene el genio inclinado á la chanza, y dice de buena gana un chiste.»

El *Espectador de Dijon*, 12 de Mayo de 1849: «Debajo del exterior sencillo y franco del abate Paramelle, se advina fácilmente una inteligencia fuerte y profunda, por más que él se compare modestamente á las cañas. Su conversacion descubre un espíritu cultivado, no sólo con el estudio de la geología, sino tambien con el de otras muchas ciencias. El ha leído mucho, y retenido mucho. . . . Su frugalidad llega á tal punto, que comer y beber casi no cuentan por nada en su vida. La verdad es el fondo de su carácter: él puede engañarse, pero á lo ménos no engaña á sabiendas.»

## CAPÍTULO XXXI.

---

MANANTIALES HALLADOS SIGUIENDO ESTA TEORÍA.

Sin duda desearia el lector saber exactamente todas las veces que he acertado, y todas las que no he acertado, desde el primer dia de mis exploraciones, y mi mas ardiente deseo fuera darle esta satisfaccion; pero para ello seria preciso que todos aquellos, que hicieron excavaciones con arreglo á mis indicaciones, hubiesen sido exactos en darme parte de los resultados, y los alcaldes en dar fe de ellos, y esto ni los unos ni los otros lo han hecho. Como yo me obligaba por escrito, por lo que respecta á cada particular, á devolverle los honorarios en el caso de no salir ciertas mis indicaciones, todas aquellas que no fueron exactas se hicieron constar en regla por medio de procesos verbales que se han remitido á los corresponsales que yo habia establecido en las capitales de los departamentos para reembolsar los honorarios; pero cuando se trataba de hacerme saber que mis indicaciones habian

sido exactas y hacerlas constar, no sucedia así. A pesar de las recomendaciones mas expresas, que yo hacia en el acto de cada indicacion, de que me diesen aviso del resultado de la excavacion, sea el que fuere, puedo afirmar que, de 10 275 indicaciones que tengo hechas en los veinte y cinco años que han durado mis exploraciones, no ha habido cincuenta particulares que se hayan tomado el trabajo de escribirme para hacerme saber la exactitud de mis indicaciones. Los unos no lo han hecho por temor de que el manantial se perdiere más adelante, y que esta declaracion escrita no les quitase el derecho de pedir la devolucion de los honorarios; los otros por falta de tiempo, y otros en fin por pura apatía.

Durante los catorce años primeros envié á los alcaldes de los pueblos, en los cuales estaban situados los manantiales descubiertos, fórmulas impresas de proceso verbal, en las cuales sólo debian intercalarse muy pocas palabras; y al mismo tiempo una carta impresa rogándoles que me devolviesen aquellas enteramente acabadas. De cada ciento hubo á lo mas tres ó cuatro que me dieron satisfaccion: todos los otros me dejaron sin respuesta. La mayor parte de estos magistrados recibieron estas fórmulas hasta cinco ó seis veces, con invitaciones repetidas de llenarlas: en fin, entre todos ellos recibieron en diferentes épocas un total de *cuatro mil fórmulas*, y casi siempre inútilmente. El mes de Diciembre de 1842 hice por última vez una remesa de doscientas treinta y siete fórmulas para solicitar estos procesos verbales, y sólo recibí llenadas *cinco*, quedando las demás sin respuesta. Desde entónces, fatigado y disgustado de hacer imprimir, de enviar y franquear estas fórmulas y cartas inútilmente; y viendo por otra parte que el valor de mi teoría quedaba sobreabundante-

mente probado por las deliberaciones del Consejo general que se han visto, y por las seis certificaciones que luego se citarán, dejé de enviar más, y quise que los hechos hablasen por sí solos en los diez y siete departamentos que he explorado posteriormente. La prueba de que los hechos han hablado con bastante favor, es que, desde el principio hasta el fin de mis excursiones hidrosópicas, el número de demandas fué siempre en aumento. Cuando yo me vi obligado á abandonar la exploracion de los departamentos, tenía más demandas para satisfacer de las que jamás habia tenido; y ellas me hubieran ocupado á lo ménos ocho años, áun cuando no me hubiesen hecho otras.

Hé aquí, segun me contaron, los motivos por los cuales los alcaldes no expidieron estas certificaciones:

Cada uno de ellos miró como cosa indiferente el dejar sin justificar un buen resultado que, en su opinion, no podia añadir nada al grandísimo número de los que eran conocidos. Los unos no expidieron estas certificaciones, porque querian asegurarse durante cierto número de años si dejaria de fluir el manantial; los otros, porque en la escritura de indicacion yo no habia anunciado *sino un manantial* solo, y en la excavacion se han hallado *dos*, y alguna vez *tres*; otros, porque el manantial se habia hallado un poquito ménos profundo de lo que yo habia declarado; muchísimos otros, porque el manantial, desde el momento de ser descubierto, habia llenado de agua la excavacion, y esto impedia verificar si tenia precisamente el volúmen que yo habia declarado, etc.

A consecuencia de esta negligencia universal que los propietarios, que hallaron sus manantiales, tuvieron de darme aviso y los alcaldes de justificar el hallazgo, vero-

similmente no tengo noticia de la octava parte, y quizás ni de la décima parte de los que se descubrieron. Porque, de las 10 275 indicaciones que hice, tengo motivos de creer, atendida la marcha ordinaria de los trabajos que pude observar, *que se hicieron á lo ménos de ocho á nueve mil excavaciones.*

Hé aquí sin embargo las certificaciones que los Prefectos del Lot me libraron á medida que recibieron procesos verbales de los resultados felices en el departamento del Lot ó en otros departamentos, como tambien el número de los malos resultados que se justificaron.

#### PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

«El Prefecto del departamento del Lot certifica á quien convenga, que de los procesos verbales que han extendido los alcaldes y quedan depositados en la prefectura, resulta, que de  *cincuenta y tres pozos ó fuentes* que hasta hoy se han abierto con arreglo á la teoria del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, y vecino de San Ceré, *cuarenta y nueve* han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á profundidades menores que las que él habia fijado.

Hecho en la casa de la prefectura en Cahors á 5 de Febrero de 1834.

(Lugar del sello  
de la prefectura.)

Por el Prefecto y por delegacion,  
el Decano del Consejo de prefectura,  
Secretario general,

PÉRIER.»

## PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

«El Prefecto del departamento del Lot certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y que quedan depositados en la prefectura, resulta, que de *setenta y cinco pozos ó fuentes*, que hasta hoy se han abierto con arreglo á la teoría de M. Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot y vecino de San Céré, *sesenta y nueve* han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á profundidades menores que las que él habia fijado.

Hecho en Cahors en la casa de la prefectura á los 2 de Agosto de 1854.

El prefecto del Lot.

DECOURI »

(Lugar del sello  
de la prefectura)

## PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

«El Prefecto del departamento del Lot certifica á quien convenga, que de los procesos verbales depositados en la prefectura, resulta, que de *ciento y trece pozos ó fuentes*, que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, *ciento y cuatro* han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á profundidades menores que las que él habia anunciado.

Hecho en Cahors en la casa de la prefectura á los 29 de Enero de 1856.

El Prefecto del Lot

DE SÉCUR D'AGUESSEAU »

(Lugar del sello  
de la prefectura)

PREFECCIURA DEL DEPARTAMEMIO DEL LOT.

«El relator de peticiones (*maître des requêtes*), Prefecto del departamento del Lot certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y depositados en la prefectura, resulta, que de *ciento setenta y cuatro pozos ó fuentes*, que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, *ciento sesenta y uno* han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á las profundidades que él habia anunciado ó á profundidades menores.

Hecho en Cahors en la casa de la prefectura á los 21 de Noviembre de 1837.

BOBY DE LACHAPELLE »

(Lugar del sello  
de la prefectura )

PREFECCIURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

«El relator de peticiones, Prefecto del departamento del Lot, certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y depositados en la prefectura, resulta, que de *doscientos cincuenta y dos pozos ó fuentes*, que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, *doscientos treinta y cuatro* han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á las profundidades que él habia anunciado ó á profundidades menores.

Hecho en Cahors en la casa de la prefectura á los 27 de Agosto de 1839.

BOBY DE LACHAPELLE »

(Lugar del sello  
de la prefectura )

## PREFECTURA DEL DEPARTAMENTO DEL LOT.

«El relator de peticiones, Prefecto del departamento del Lot, certifica á quien convenga, que de los procesos verbales extendidos por los alcaldes, y depositados en la prefectura, resulta, que de *trescientos treinta y ocho pozos ó fuentes*, que se han abierto con arreglo á la teoría del abate Paramelle, hidróscopo del departamento del Lot, *trescientos y cinco* han logrado poner á descubierto manantiales saludables y abundantes, y todos han sido hallados á las profundidades que él habia anunciado ó á profundidades menores.

Hecho en Cahors en la casa de la prefectura el 1<sup>o</sup> de Febrero de 1845.

BOBY DE LACHAPELLE »

(Lugar del sello  
de la prefectura.)

A la fecha de esta última certificación, además de los 505 manantiales descubiertos que ella expresa, yo tenia en mi poder una lista de otras 237 tentativas que habian tenido buen resultado y se me habian anunciado, pero que yo no habia podido hacer justificar. De esta época acá se me han anunciado otras 446, que hacen la suma de 685 resultados felices y no justificados. Casi todos estos resultados felices los he sabido por algunos diarios de departamento, que casualmente me venian á la mano, ó por conducto de los habitantes de los países que yo habia visitado, y que por acaso encontraba en mis viajes, á los cuales tengo motivos de creer bien informados y de buena fe. Como la proporcion entre las tentativas acertadas y no acertadas ha sido casi la misma du-

rante los catorce primeros años de mis exploraciones, como se acaba de ver, será fácil admitir que durante los once últimos años esta proporción ha sido á lo ménos la misma.

A fin de suplir la falta de certificaciones en regla que me ha sido imposible obtener, y fijar por consiguiente al público sobre el valor de esta teoría, cuanto en mí cabe, me veo obligado á valerme de los testimonios que se han insertado en algunos periódicos, los cuales harán conocer un gran número de estos resultados, no ménos que la opinion que todos generalmente se han formado. Si es cierto que no se debe dar entera confianza á un solo periódico, que refiriera uno ó dos resultados felices que yo hubiera obtenido en su territorio, ó que publicara una opinion individual sobre este particular; sin embargo, cuando un número muy grande de ellos cuentan hechos que se han pasado cerca de ellos mismos, y que no han sido desmentidos por las personas que estaban en situacion de comprobarlos, estas opiniones y los hechos numerosos citados en su apoyo, forman al fin una certeza moral, á la cual no rehusa su asentimiento ningun hombre sensato. Supuesta esta reserva, creo que puedo poner á la vista del lector las opiniones y los descubrimientos de manantiales relatados en los periódicos.

La *Abeja del Lot*, 11 de Noviembre de 1829: «El abate Paramelle ha emprendido una multitud de investigaciones y de experimentos sobre una gran parte de nuestras tierras, basados sobre las teorías más sencillas de la física, los cuales tienen casi en todas partes un suceso feliz y completo, y atestiguan al mismo tiempo el celo y la inteligencia de su autor.»

La *Gaceta del Périgord*, 6 de Noviembre de 1833, des-

pues de haber dado parte de siete descubrimientos, añáde: «Todas estas declaraciones y felices resultados están justificados por procesos verbales de los alcaldes. Su teoría no es en manera alguna infalible, como lo dice él mismo con ingenuidad; pero ella deja admirados á las gentes más instruidas, y destruye la incredulidad que comunemente le precede, mas nunca le sigue.»

El mismo periódico, 16 de Noviembre de 1833: «Hoy día, que hechos multiplicados é incontestables han destruido hasta la sombra de la duda en todos los espíritus, el entusiasmo y la confianza más ciega han sucedido á este sentimiento tan natural de desconfianza sobre la solución de un problema, que desde los egipcios habia ocupado á todos los pueblos de la tierra y á los sabios de todas las edades.

El mismo periódico, 26 de Marzo de 1844. «El abate Paramelle está de vuelta en nuestro departamento. De todas partes se multiplican las demandas cuando pasa, y su reputacion se ha extendido despues de su última escursión. Ya no hay más incrédulos sino los que no han visto y que no entienden. A buen seguro que no serémos nosotros los que nos encarguemos de hacer comprender lo que nos costaria mucho de explicar, pero será fácil hacer ver á todos aquellos que no quieren cerrar los ojos.

»Los hechos son testarudos por natural, y por lo mismo son la mejor respuesta que pueda darse á aquellos que dudan todavía.»

El 28 de Marzo de 1834, la misma *Gaceta* anuncia 17 descubrimientos, y el 30 de Marzo del mismo año otros 48 descubrimientos nuevos.

El *Eco de Vésone*, 9 de Noviembre de 1833: «El abate

Paramelle tan célebre por sus trabajos de hidrognomonía, ha llegado á *Périgueux*, y en este momento recorre los alrededores de aquella ciudad. Él ha recorrido sucesivamente los cantones de... y en todas partes ha dejado las pruebas más convincentes de la infalibilidad de su método: en todas partes ha indicado, y ha hecho poner á descubierto manantiales, fuentes y corrientes de agua, cuya existencia jamás se había sospechado.»

El mismo periódico, el 18 de Mayo de 1854: «Los felices resultados que obtiene el abate Paramelle en el descubrimiento de manantiales, se hacen incontestables cada día más. Y en efecto, ¿quién hay que no se rinda á la evidencia de los guarismos? Los procesos verbales atestiguan que, entre los manantiales indicados y excavados, los manantiales hallados son á los manantiales no hallados como 15 á 1. Así pues, el procedimiento del abate Paramelle tiene para sí, sino una entera certeza, á lo ménos una grande probabilidad de salir bien.»

La *Gaceta de Berry*, 27 de Setiembre de 1854: «Su ciencia tiene verdaderamente algo de prodigioso. ¿Cómo puede comprenderse, que á la sola inspeccion de una campiña pueda él decir con toda seguridad: *Aquí hay un manantial: él tiene tal profundidad y tal volúmen: el agua es de buena ó de mala calidad: el manantial sigue esta ó aquella direccion?* Sin embargo, esto es lo que él practica todos los días.»

El *Diario de Saboya*, 4 de Junio de 1856: «El abate Paramelle ha concluido poco há su escursion en la provincia de Saboya, propiamente dicha, en la cual se han puesto á descubierto, á saber: (sigue la designacion de los manantiales). Estos se han hallado precisamente á la profundidad y con el volúmen que él había declarado.»

La *Cotidiana*, 7 de Diciembre de 1836, da cuenta de una memoria leida por M. Geoffroy-Saint-Hilaire en la Academia de Ciencias, de la cual cita el pasaje siguiente:

«Entre los individuos del clero, cuyos trabajos han hecho ya algun ruido, citaremos al abate Paramelle. Su habilidad en el arte de descubrir manantiales, nada tiene que pertenezca á los movimientos instintivos de la varita adivinatoria, sino que está fundada sobre la ciencia y la observacion. Él ha adquirido con el hábito una tan grande precision en el mirar, que le basta la más simple inspeccion del relieve del suelo, para indicar el lugar y la profundidad á la que debe llegarse para encontrar manantiales. Sus resultados felices han tenido bastante celebridad para convencer á los más incrédulos.»

El *Rhutenois*, 13 de Febrero de 1837: «Aquí hay un manantial, dice él á la simple inspeccion: él tiene tal profundidad, tal volúmen: el agua es de buena ó de mala calidad: el manantial sigue tal ó cual direccion. Citemos un hecho entre mil. Un propietario habia visto desaparecer un manantial que regaba sus prados, y el hoyo adonde caia habia sido cegado con piedras. Se rogó á nuestro hidróscopo, que hiciese por manera de hallar otra vez este manantial fugitivo; y rehusando todo documento, designó desde luego el hoyo primitivo del manantial, su nueva direccion, el punto en donde las aguas se separaban, y el en qué volvian á reunirse. Estas indicaciones fueron halladas exactas. La vista de Mr. Paramelle parece penetrar dentro de las entrañas de la tierra, y sondear sus capas una por una.»

El *Guardia nacional de Marsella*, 17 de Abril de 1838: «El abate Paramelle continúa sus exploraciones en nuestro territorio. Las investigaciones hechas con arreglo á

las indicaciones del célebre hidróscopo han tenido hasta ahora los mejores resultados. » Y cita tres tentativas que salieron bien.

El *Memorial de Aix*, 19 de Mayo de 1858: «Lo que no habian sabido hallar jamás estudios llenos de orgullo, acaba por fin de descubrirlo un pobre cura de aldea, algo geólogo es verdad, pero sobre todo grande observador. Él no vacila nunca ni pierde el tiempo en largos cálculos. Despues de haber echado una rápida ojeada sobre el terreno, el abate Paramelle indica, no sólo el lugar en donde debe hallarse el manantial, sino tambien la profundidad á la que se encontrará. Predice además su volúmen, y lo que más pasma, su calidad. Todo esto lo dice con tanto laconismo, con tanta precision, y al mismo tiempo con tanta sencillez, que los más excépticos se ven obligados á creer. Por lo demás, el abate Paramelle ha recorrido ya muchos departamentos, y los diarios no han hablado de él, sino con los elogios que merece su precioso descubrimiento.»

«Se concibe bien que nuestra árida Provenza, y la ciudad de Aix en particular, no debian desdeñar este socorro en cierta manera providencial. Asi es, que desde la aparicion del benéfico indicador, una multitud de gente se precipita do quiera que pase.»

La *Gaceta del Mediodia*, 24 de Octubre de 1859: «El abate Paramelle, habiendo entrado en el departamento del Var el 10 de Abril último, ha recorrido los distritos de Tolon y de *Brignoles*. Él ha indicado un numero considerable de manantiales, y ya se cuentan una cincuenta de tentativas que han salido bien, que son concebidas y quedan justificadas oficialmente. (Sigue una lista de diez y nueve descubrimientos.) Todos estos manan-

tiales han sido descubiertos á la exacta profundidad indicada por Mr. Paramelle, ó á una profundidad menor, y todos son de un volumen más considerable que el que él había anunciado.

» Los otros resultados no son conocidos todavía; pero estas primeras tentativas, que han salido bien, han producido tal movimiento en los distritos de *Draguignan* y de *Grasse*, que el número de suscripciones se ha doblado desde últimos de Junio: ellas se elevan en este momento á unas mil cuatrocientas, y todos los días están llegando otras nuevas á nuestra prefectura.

» En la prefectura de Marsella y en la sub-prefectura de *Aix* se han comprobado oficialmente setenta resultados felices, obtenidos en el departamento de las Bocas del Ródano. Solo hay hasta ahora cuatro tentativas que no han salido bien; dos de las cuales quedan justificadas oficialmente.

» Estos guarismos y estos nombres dicen más que todas las frases: ¿Cuál es la ciencia que haya tenido más resultados felices, y se haya llevado ménos chascos que la del hábil hidróscopo?»

La *Universidad católica*, París, Febrero de 1840: «El abate Paramelle indica el número de metros y de decímetros en donde deben descubrirse (*los manantiales*), designa la naturaleza y el espesor de las capas que deben atravesarse, y en fin la cantidad de agua que se encontrará. La exactitud mil veces experimentada de todas estas indicaciones, y la prontitud con que las da, son verdaderamente sorprendentes y admirables.

» En esos países meridionales, los trabajos del abate Paramelle son apreciados como se lo merecen; y el anuncio de que él va á pasar, viene á ser un caso notable,

puesto que las poblaciones se ponen en movimiento cuando está para llegar »

La *Alla Avernina*, 21 de Diciembre de 1844: «Se lee en la *Prensa*: Gracias á la ciencia geológica, se puede en nuestros dias seguir con los ojos del espíritu las vías subterráneas que el agua se abre dentro de las profundidades de la tierra ¿Qué cosa más asombrosa, por ejemplo, que las operaciones hidrosópicas del abate Paramelle? Conducidle á un país que le sea enteramente desconocido; dejadle pasear unas cuantas horas por el territorio de un pueblo, y al volver él trazará el plano de todas las corrientes de agua ocultas debajo de tierra; él describirá su marcha y su volúmen; él dirá de dónde parten y á donde van; él calculará á punto fijo los gastos que deberán hacerse para aprovecharse de ellas: el hilito de agua, por insignificante que sea, no puede escaparse de su vista penetrante.»

El *Correo de la Montaña*, diario de Pontarlier, primero de Mayo de 1845: «Los pueblos del departamento del *Doubs*, disfrutaban ya de treinta y ocho descubrimientos á consecuencia de sus indicaciones »

El *Espectador de Dijon*, 29 de Mayo de 1845: «¿Podrá alguno dudar ó disputar el mérito ó la ciencia de Mr. Paramelle, cuando hechos innumerables vienen cada día á dar testimonio en favor suyo? ¿Acaso no tenemos hoy dia veintinueve departamentos de Francia que han proclamado en alta voz los descubrimientos afortunados del sabio geólogo? En este momento mismo ¿no vemos por ventura á nuestros vecinos (el *Doubs* y el *Jura*) que hacen resonar los diarios con sus maravillosos descubrimientos, designados con una perspicacia sorprendente, en el decurso de su exploracion que continua en la actualidad?

« Los cantones de *Lons-le-Saulnier*, *Beaufort*, *Saint-Amour*, *San Julian*, *Orgelet*, *Contiège* y otros que acaban de ser explorados, tienen hoy la satisfacción de poseer muchísimos manantiales que les eran desconocidos, y que parecían nacer debajo de los piés de este sabio. Los habitantes de las ciudades y de los campos están llenos de admiración »

El *Centinela del Jura*, 16 de Setiembre de 1845: « Nos participan de *Saint-Amour*, que en todos los puntos en que el abate Paramelle ha indicado manantiales en las cercanías de esta ciudad, su ciencia geológica no ha salido una sola vez frustrada » (Sigue la lista de cuatro descubrimientos.)

El *Diario de Reims*, 8 de Mayo de 1846, dando cuenta de una sesión de la Academia de aquella ciudad, que tuvo lugar el día anterior, dice:

« M. Pinon da copia de diferentes cartas de los prefectos, que atestiguan todos ellos la excelencia de los procedimientos de Mr. Paramelle para descubrir los manantiales y corrientes de agua subterráneas; de un informe que dió á la Sociedad de Agricultura y de Comercio de Ruan, M. Girardin, profesor distinguido de química; de otro informe á la Sociedad de Agricultura de *Seine y Oise*, presentado por M. Huot, el continuador de *Malte-Brun*; un extracto del discurso del Prefecto de *Seine y Oise*, en que se dice:

« Hoy que la experiencia ha confirmado la realidad del poder del abate Paramelle, no será por demás popularizar su ciencia en los pueblos rurales, y debe darse la mayor publicidad á los buenos resultados que ella ha obtenido. Los hechos son tan numerosos y tan acumulados, que ya no es permitido dudar de ellos. Se calcula como unos seis

mil los manantiales descubiertos por este sabio hidróscopo en más de treinta departamentos »

La *Gaceta de Metz*, 12 de Enero de 1848, da una lista de seis descubrimientos obtenidos en las cercanías de *Rambervillers* (*Vosges*), y añade: «Habrá como unos dos meses, que documentos oficiales anunciaban que el número de manantiales hallados en los Vosges era de veinticinco. Este guarismo es hoy día mucho mayor; porque por una parte se tiene noticia de un número muy grande de descubrimientos posteriores á aquella época; y además es cierto que, ya sea por indolencia ó cualquier otro motivo, muchos alcaldes ó propietarios no se cuidan de informar á la administracion superior del buen resultado de sus explotaciones »

Además de los periódicos que acaban de citarse, tengo todavía en mi gabinete *doscientos sesenta y cuatro números* de diferentes diarios de París ó de los departamentos, que los redactores han tenido la extrema amabilidad de mandarme, ó que personas suscritas han tenido á bien remitirme: tambien me han hablado de otros cien artículos de diarios que yo no he visto. Todos ellos traen hechos análogos á los que se acaban de leer, ó expresan las mismas opiniones. Aquí doy fin á estas citas por no dar á este capítulo una extension excesiva y fastidiosa.

Sin embargo, como para fijar al publico sobre el valor de esta teoria, no seria suficiente producir los testimonios que le son favorables, debo tambien hacer publicos los tres artículos de diarios, en los cuales se la ataca, y son los únicos que hayan llegado á mi noticia.

1.º El *Eco de Vésone*, diario de *Périgueux*, en el mes de Noviembre de 1853 publicó una carta que le habia dirigido un abogado para señalar al público una excavacion

que habia tenido mal resultado en una posesion de su cuñado, y para aconsejar á todos los propietarios que no se valiesen en adelante de mis indicaciones.

2.º El *Sémaphore de Marsella*, en los números de 3 y 4 de Julio de 1838, contiene una disertacion sobre mis operaciones, en la cual un sabio, sin citar ni una de mis indicaciones que han tenido mal resultado, emprende probar que nunca he encontrado manantiales. Hé aqui en propios términos las aserciones que constituyen el fondo de este artículo: «*Estoy convencido que él (Mr. Paramelle) no descubre ningún manantial... él no es en manera alguna descubridor de manantiales... yo establezco que Mr. Paramelle no descubre ningún manantial... que él no procede, ni con arreglo á la naturaleza de los terrenos, ni conforme á la direccion é inclinacion de las capas... y estas conclusiones son llevadas hasta la evidencia de una demostracion.*»

3.º El *Éclaircur del Mediodia*, diario de Aviñon, Julio de 1842, publicó un artículo sobre los mágicos, los adivinos y los brujos, al fin del cual se lee lo siguiente:

«*¿Qué pensais del abate Paramelle? Yo creo que tiene conocimientos geológicos, porque con mucha frecuencia halla agua. Seria más exacto decir: El tiene impresiones, convulsiones, sensaciones, visiones diabólicas. Mr. Paramelle no es ni más hábil ni más brujo que los brujos ordinarios. La única diferencia es que toma más precauciones para ocultar las señales diabólicas que él recibe del maligno espíritu. Él cubre sus procedimientos mágicos con apariencias y un guirigay científicos.*»

Diferentes personas respondieron inmediatamente por el conducto de los diarios á estas tentativas de ataque, citando los buenos resultados que obtenian cada dia mis

indicaciones. Por lo que á mí toca, jamás he dicho ni escrito una palabra para refutarlas, y pienso que sería de todo punto inútil que hoy lo lo hiciese.

Tales son los documentos en pró y en contra que puedo presentar por lo que respecta á los resultados de esta teoría. Todos conocen cuán vivo debe ser el sentimiento que tengo de no poder hacer ver con exactitud, por medio de certificaciones auténticas, todos los resultados, tanto buenos como malos que he tenido: esto me hubiera ahorrado el disgusto de citar ciertos diarios que han querido mezclar en sus relaciones elogios que estoy muy distante de merecer. Lo que hay de cierto es que, aún cuando se prescindiese enteramente de lo que han traído los periódicos, y de los partes que se me han dado, y se quisiese estar estrictamente á los buenos y á los malos resultados justificados en la prefectura del Lot; tomando el término medio de los unos y de los otros, se halla que *los malos resultados forman poco más ó ménos la duodécima parte de los buenos resultados*; lo que es mucho más de lo que prometí al Consejo general, y hasta de lo que yo esperaba al comenzar.

Tal es en toda su sencillez la teoría sobre el *Arte de descubrir los manantiales*, que he aplicado durante la cuarta parte de un siglo en cuarenta departamentos, y que acabo de explicar lo mejor que he podido. El que haga la aplicación de ella y tenga buenos resultados en mayor escala, probará que él la ha perfeccionado; y el que tenga buenos resultados en menor escala, probará que yo no he sabido explicarla, ó que él no ha sabido comprenderla.

## CAPÍTULO XXXII.

### MÉTODOS ANTIQUOS Y MODERNOS PARA DESCUBRIR LOS MANANTIALES.

Después de haber visto los medios de descubrir los manantiales que acaban de explicarse, pienso que el lector tendrá gusto de conocer algunos de los métodos que los fontaneros antiguos y modernos nos han dejado, á fin de compararlos con este, y hasta servirse de algunos de ellos si los cree preferibles.

VITRUVIO, que trabajaba por la gloria de Augusto, cuando hace ver, en sus diez libros de arquitectura, la perfeccion en que se hallaban las artes y las ciencias en el reinado de este emperador, no olvida indicar los diferentes medios de que se servian entonces para descubrir los sitios donde habia agua; y hé aquí lo que sobre ello dice en el libro VIII, capítulo 1.º, segun la traduccion de Perrault:

«Para conocer los lugares en que hay agua, es preciso,

un poco ántes de salir el sol, echarse á tierra boca abajo, teniendo la barba apoyada sobre la tierra en la que se busca agua, y mirar á lo largo de la campiña; porque, estando la barba asegurada de esta manera, la vista no podrá elevarse más alto de lo que es necesario, sino que por precision se extenderá á nivel: entónces, si se ve en algun punto que un vapor húmedo se eleva ondeando, allí deberá excavar, porque esto nunca sucede en los lugares donde no hay agua.

» Además, cuando se busca agua, es preciso examinar la calidad de la tierra, porque hay ciertos lugares en donde se encuentra más abundante; y el agua que se encuentra entre la greda, nunca es abundante, ni tiene buen gusto. Entre la arena movediza se halla en poca cantidad, y hasta es cenagosa y desagradable si se halla despues de una excavacion profunda. Dentro de la tierra negra es mejor cuando se reune allí procedente de las lluvias de invierno que, habiendo atravesado la tierra, se detienen en los lugares sólidos y no esponjosos. La que nace en una tierra arenosa, semejante á la que hay á las orillas de los rios, es tambien muy buena, pero no es abundante, y los veneros no son ciertos. Estos son más ciertos y muy buenos en la arena menuda, en el casquiyo y en el carbúnculo. Dentro de la piedra roja son tambien buenas y abundantes las aguas, con tal que no se escapen por las juntas de las piedras. Al pié de las montañas, entre las rocas y los guijarros, son más abundantes, más frias y más sanas. En los valles son saladas, pesadas, tibias y poco agradables, á no ser que vengan de las montañas y sean conducidas por debajo de tierra hasta estos lugares, ó bien la sombra de los árboles les dé la dulzura agradable que se encuentra en las que salen del pié de las montañas.

» Además de lo que se ha dicho, hay otras señales para conocer los lugares en donde pueden encontrarse aguas, á saber: cuando hay junquitos, sauces que han nacido por sí mismos, alisos, sauzgatillos, cañas, yedra, y todas las demás plantas que no nacen ni se crían sino en los lugares donde hay agua. Sin embargo, no debe uno fiarse de estas plantas si se las ve en los pantanos que, siendo lugares mas bajos que el resto del terreno, reciben y reúnen las aguas pluviales que caen en los campos de los alrededores durante el invierno, y la conservan mucho tiempo; pero, si en los lugares que no son pantanos, se hallan estas plantas naturalmente y sin que nadie las haya puesto allí, se puede buscar agua en esos lugares.

• En el caso de que falten estas señales, podría hacerse esta prueba. Habiendo hecho un hoyo en la tierra de tres piés de ancho y de cinco á lo ménos de profundidad, se pondrá en el fondo, al ponerse el sol, un vaso de cobre ó de plomo, ó un barreño, porque esto es indiferente. Este vaso se unta de aceite por la parte de dentro, se pone boca abajo, se cubre el hoyo con cañas y hojas, y despues con tierra. Si al día siguiente se hallan gotas de agua pegadas al interior del vaso, esto significa que el tal lugar tiene agua.

• O bien se pondrá un vaso de tierra no cocida dentro de ese hoyo, que se cubrirá como queda dicho: si en tal lugar hay agua, el vaso estará sudoso y mojado por la humedad. Si se deja también en dicho hoyo un poco de lana, y al día siguiente chorrea agua, será un indicio de que este lugar la tiene en abundancia.

• Si se encierra en dicho hoyo una lámpara llena de aceite y encendida, y al día siguiente no se halla del todo agotada, y el aceite y la torcida no están enteramente

consumidos, ó bien la lámpara está mojada, esto significará que hay agua debajo de este lugar, porque el calor suave atrae á sí la humedad.

»Tambien puede hacerse otra prueba encendiendo fuego en este lugar; porque, si despues de haber calentado mucho la tierra, se eleva un vapor espeso, es una señal que allí hay agua

»Cuando se hubieren hecho todas estas pruebas, y se hallaren en cualquier lugar las señales que he dicho, deberá hacerse la excavacion á modo de pozo: si allí se halla un manantial, deberán hacerse muchos otros pozos en todo el alrededor, y hacerlos reunir por medio de conductos subterráneos. Pero es preciso saber que conviene buscar las aguas principalmente en la pendiente de las montañas que miran al Norte, y que allí precisamente se hallan, no solo mejores, sino tambien más sanas y más abundantes, porque aquellos lugares no están expuestos al sol, como que están cubiertos de árboles muy espesos, y la pendiente de la montaña se hace sombra á sí misma: de lo que resulta, que los rayos del sol que ella recibe oblicuamente, no son capaces de desecar la tierra.

»Tambien en los lugares huecos, que están á lo alto de las montañas, se acumula el agua de las lluvias; y los árboles que crecen en gran número, conservan allí la nieve durante mucho tiempo, la cual, deritiéndose poco á poco, se introduce insensiblemente por las venas de la tierra: esta agua es la que, al llegar al pié de las montañas, produce allí fuentes. Pero aquellas que salen del fondo de los valles, no pueden tener mucha agua, y aún cuando la tuviesen en abundancia, no podria ser buena: porque el sol que calienta las llanuras sin que ninguna

sombra se lo impida, consume y agota todo el humor, ó á lo ménos se lleva lo que es más ligero, más puro y más saludable, que se disipa en la vasta extension del aire, y no deja más que las partes más pesadas, las más crudas y las más desagradables para las fuentes de las campiñas.

PLINIO conocia demasiado cuánto importa á la comodidad de la vida tener buenas aguas, para que haya descuidado dar los medios de hallarla en los lugares áridos. Por lo mismo no ha dejado de hablar de ello en su *Historia natural*, libro XXXI, capítulos XXI, XXII y XXVIII. El ha compendiado lo que Vitruvio, que le habia precedido, escribió más extensamente. Hé aquí como habla, segun la traduccion de Mr Ajasson de Grandsagne; Paris, libreria de Panckoucke, 1835.

«Es del caso indicar aquí cómo se procede al descubrimiento de las aguas. Se las halla sobre todo en los valles, ya sea en el punto de interseccion de las pendientes diferentes, ya sea á los piés de las montañas. Muchos autores son de opinion que, toda pendiente que mira al Norte, abunda de aguas.

»Los indicios naturales del agua son el junco, las cañas ó la yerba que se ha nombrado más arriba, y en especial esas ranas que se hallan descansando sobre el vientre. El sáuce errático, el chopo, el sauzgatillo, la caña terrestre, la yedra, unas veces vienen espontáneamente, y otras veces no se riegan sino por medio de lluvias que caen de los lugares altos á las partes bajas. Asi es que muchas veces no dan sino indicios engañosos. Una señal ménos problemática es aquella exhalacion nebulosa que se deja ver de léjos ántes de salir el sol, y que algunos observan desde un lugar elevado, echados boca abajo, y puesta la barba sobre el suelo. Sólo los prácticos conocen

otro modo de apreciacion, que consiste en observar, en lo fuerte del verano, y en las horas más abrasadoras del dia, cuál es el lugar en donde los rayos del sol son reflejados con más vigor. Si, á pesar de la sequedad, el tal lugar se halla húmedo, puede inferirse la presencia del agua; pero la vista debe estar entónces tan fuertemente tendida que uno sufre de los ojos. Para evitar este inconveniente, se acude á otros medios: se hace una excavacion en la tierra, de una profundidad de cinco piés: se cubre despues el agujero con un vaso de tierra sin cocer, ó de un barreño de cobre untado de aceite, y encima se pone una lámpara encendida que se encierra dentro de un nicho de ramas. Si se encuentra el vaso de tierra húmedo ó rajado, el vaso de cobre mojado, la lámpara apagada, sin que haya faltado aceite, ó la torcida mojada, estos son otros tantos indicios de agua. Algunos encienden un gran fuego sobre aquel lugar, y esto hace el experimento todavía más decisivo.

•La tierra indica la presencia de las aguas, cuando se halla salpicada de manchas, ya sean blancas, ya verdes. Raras veces fluyen aguas vivas y permanentes sobre una tierra negra, y la tierra de alfarero quita toda esperanza de hallarlas. Los que hacen pozos cesan la excavacion, cuando, al observar las diferentes capas, que son como las películas de la tierra, llegan de la tierra negra á la verde. En la arena, el agua se halla en poca cantidad y es cenagosa. El casquijo no da sino venas poco seguras, pero por otra parte son de un gusto excelente; la arena pura, la arena menuda, la toba dura, contienen siempre aguas permanentes y saludables. Las peñas del pié de las montañas y el sílex anuncian aguas sumamente frescas; pero es preciso que al hacer la excavacion del terreno se

encuentren capas cada vez más húmedas, y donde el hierro éntre con más facilidad »

CASIODORO, ministro de Teodorico, rey de los ostrogodos, ocupado continuamente en que se administrase pronta y exacta justicia á los pueblos y en aliviarlos con la disminucion de los impuestos, se aplicó con un cuidado particular á propagar la busca de los manantiales. De Africa hizo venir á Italia un hombre que poseia conocimientos sobre el arte de descubrirlos; y dirigiéndole á un gobernador de provincia que se le habia pedido, le escribió una carta de recomendacion en la que dice: «Si por los experimentos que se hagan, ve usted que este hombre tiene tanta habilidad como dicen, cuide usted de su subsistencia y costéele sus viajes á expensas de los fondos públicos: además será bien recompensado si quisiere enseñar á alguno los secretos de su arte. Por lo tanto, que se trate á este fontanero con aquella distincion que es debida á todos los que ejercen artes útiles al público, á fin de que nadie pueda decir que durante mi administración se ha descuidado la más pequeña cosa de las que Roma ha podido apetecer para su comodidad y ornato »

Este ministro, á quien la posteridad ha dado el sobrenombre de *Grande*, y á quien Le Beau califica de *modelo de los ministros*, no se contentó con alentar por medio de favores á los que trabajaban en buscar manantiales, sino que se ocupó él mismo en hacer una coleccion de los indicios que, en el tiempo en que vivia, servian para hacerlos descubrir; hélos aquí:

• Se conjetura con fundamento que, allí donde las yerbas tienen un verdor y los árboles una elevacion notables, el agua no está muy distante. Se consideran como indicios favorables las tierras que conservan la humedad cerca

de su superficie y mantienen un vigor extraordinario en ciertos vegetales, como por ejemplo, los juncos, las cañas, los arbelitos acuáticos, los sauces, los álamos blancos, y aún todos los árboles que adquieren una altura más que ordinaria. Si al anochecer se pone sobre tierra lana seca, sobre la cual se coloca un caldero boca abajo que se cubre de tierra, la mañana siguiente se hallará la lana húmeda si es que hay agua allí cerca. Cuando por la mañana, después de salido el sol, ven los fontaneros bandadas de moscas pequeñas que revolotean cerca de la tierra y siempre en un mismo punto, inferen de allí que indudablemente hay agua debajo. Dicen también que en todos los parajes en donde se ve salir de tierra una pequeña columna de humo, hay allí un manantial oculto, el cual es tanto más profundo cuanto más elevada es la columna; y lo que es todavía más sorprendente, es que en vista de esta señal y de algunas otras predicen la profundidad del manantial que se busca. También predicen el gusto de las aguas ocultas; por manera que, si han de hacer trabajos costosos, dejan de buscar aquellas que son malas, y se guardan bien de despreciar las que son buenas. Ellos pretenden que las aguas que salen de tierra á la parte de Levante ó Mediodía, son dulces, transparentes, ligeras y saludables; que las que salen de tierra á la parte del Norte y de Poniente, son demasiado frías, y que por su excesivo peso causan incomodidades. • (Casiodoro, libro III, carta LIII).

Paladio, Dupleix, Kircher, Bélidor, Paulian, etc., entraron también en algunos detalles sobre las señales que pueden dirigir en la busca de las aguas subterráneas; pero casi no han hecho más que reproducir los indicios que se acaban de ver.

En la *Enciclopedia*, el artículo *Abreuer* (abreviar) resume todo lo que estos autores han escrito sobre el arte de descubrir los manantiales, y presenta todo lo que la ciencia de aquella época habia podido añadir. Hé aquí los procedimientos que él indica:

»1.º Si echándose al suelo boca abajo un poco ántes de salir el sol, con la barba apoyada sobre la tierra, y mirando la superficie de la campiña, se ve que se elevan de algun punto vapores que ondean, se debe cavar allí sin temor alguno. La estacion más á propósito para hacer esta prueba es el mes de Agosto.

»2.º Cuando, despues de salido el sol, se ven como bandadas de moscas pequeñas que vuelan hácia la tierra, y en especial si vuelan constantemente sobre un mismo paraje, debe inferirse que debajo hay agua.

»3.º Cuando uno tiene motivos de sospechar que hay agua en algun paraje, debe hacer allí un hoyo de 5 á 6 piés de profundidad y 3 piés de ancho, y poner en el fondo al entrar la noche un caldero boca abajo, cuyo interior esté untado de aceite: la entrada de esta especie de pozo se cierra con tablas cubiertas de yerba. Si al dia siguiente se hallan gotas de agua pegadas á las paredes del caldero, es una señal infalible de que debajo hay un manantial. Tambien puede ponerse debajo del caldero un poco de lana, la que estrujándola hará ver si el manantial es abundante.

»4.º Tambien tiene buen resultado el poner en equilibrio en este hoyo una aguja de madera que tenga en uno de sus extremos una esponja atada: si allí hubiere agua, la aguja perderá luego el equilibrio.

»5.º Los parajes en que se ven con frecuencia ranas agachadas con el vientre á tierra, darán infalible-

mente ramales de manantiales; como tambien aquellos en que hay juncos, cañas, menta silvestre, agriemonia, hiedra terrestre, ápio palustre, y otras yerbas acuáticas.

»6.º Un terreno de greda produce poca agua y mala. En la arena movediza no se halla sino en pequeña cantidad. En la tierra negra, sólida y no esponjosa es más abundante. Las tierras arenosas dan buenas aguas y poco abundantes. Ellas lo son más en el sablon y en el casquijo, y son excelentes y abundantes en la piedra roja. Para conocer la naturaleza interior del terreno, debe uno servirse de taladros. Si debajo de capas de tierra, de arena ó de casquijo se descubre un lecho de arcilla, de marga de tierra fina y compacta, luego se encuentra infaliblemente un manantial ó hilitos de agua.

»7.º Al pié de las montañas y entre las rocas y guijarros, los manantiales son más abundantes, más frescos, más sanos y más comunes que en toda otra parte, principalmente al pié de las pendientes que dan cara al norte ó están expuestas al viento húmedo. Las montañas, cuya pendiente es suave y están cubiertas de yerbas, encierran ordinariamente muchos ramales de agua; como tambien las que están divididas en pequeños valles puestos los unos sobre los otros, la parte que mira al este, al nordeste ó al oeste, es comunmente la más húmeda. Por lo demás, sólo los tontos pueden dejarse engañar por la varita adivinatoria, y sólo los fontaneros supersticiosos ó charlatanes se atreven á emplearla.»

En la misma obra, y en el artículo *Source* (manantial,) se hallan los indicios siguientes: 1.º si por la tarde en hora muy avanzada, ó bien muy de mañana, cuando todo está tranquilo, se hace un hoyo en la tierra, y se aplica allí el oído, ó la abertura más ancha de un embudo

de papel, y la más estrecha en la oreja; entónces, si hay alguna corriente de agua debajo de tierra en aquel punto ó allí cerca, y no está á una muy grande profundidad, se oirá fácilmente el murmurio que hace; pero si el agua está tranquila, este expediente no servirá de nada; 2.º hay otro indicio que el olfato puede suministrar; porque el que tenga el olfato fino puede, por la mañana ó por la tarde cuando hay sequedad, distinguir un aire húmedo de otro que no lo es, sobre todo haciendo hoyos en varios parajes, y comparando entre si estos diferentes aires

• Pero el medio más seguro para hallar *manantiales*, es servirse del barreno. Parece desde luego, que podrian omitirse los otros, siendo este el mejor. Sin embargo, si se tiene presente lo que se ha dicho ántes, que aunque la naturaleza del terreno sea tal como se requiere para contener manantiales, podria suceder que se trabajase todavía mucho tiempo ántes de hallar alguno haciendo una excavacion en la tierra: por esto, con mucha más razon no debe nadie servirse del barreno pura y simplemente; porque, si un terreno no encierra manantiales vivos ó hilitos de agua que corran en un espacio reducido, ¿cómo sería posible hallarlos desde luego, sin una grande casualidad, con un instrumento que no hace más que un agujero de dos pulgadas de diámetro? Asi pues, ántes de servirse del barreno, es preciso descubrir, por medio de los indicios precedentes, los puntos por donde pasan manantiales vivos ó hilitos de agua: entónces, haciendo trabajar la sonda en aquel punto, puede uno estar seguro de que hallará agua despues de alguna operacion, sobre todo si es un hilito de agua que ocupa poco lugar; porque si hubiese alli algun depósito de un poco de extension, no dejaria de hallarse á la primera tentativa »

En fin, hé aqui el resumen de todo lo que la ciencia de nuestros dias ha podido añadir á los métodos que acababan de verse. En el *Globo* de 14 de Noviembre de 1848, se lee:

#### MANERA DE DESCUBRIR LOS MANANTIALES SUBTERRANEOS.

«Si durante el invierno, cuando la tierra está cubierta de nieve, observais algun sitio donde la nieve no puede subsistir, ó bien los céspedes se abren paso á través de la nieve; si en un tiempo seco y sereno advertís en el mismo sitio y en el mismo tiempo una especie de vapor, poned en dicho lugar una estaca á fin de hacer buscas más tarde, porque es probable que allí hallareis agua.

»A la primavera observad los sitios donde la nieve se derrite más aprisa, donde el verdor aparece ántes que en otros y es más subido, y si las aves de invierno van á agruparse en dichos puntos: creed que hay allí un manantial.

»El rocío en los alrededores de los lugares en que no lo hay habitualmente, la presencia de la escarcha al fin de la estacion, sirven igualmente de indicio.

»En el verano, cuando todas las plantas se marchitan y se ponen amarillas, ved si hallais algun paraje más favorecido que presente un aspecto más risueño y una vegetacion más viva; y entónces tened buena confianza de encontrar agua en aquel paraje.

»Si en los campos arrojan los trigos mucha yerba, si producen tallos sin hacer grano, si los renuevos más verdes son más pequeños y más delicados, y si cortando esta yerba vuelve luego á brotar, puede tambien esperarse hallar agua en tales sitios.

»La presencia de ciertas plantas y de ciertos árboles que quieren la humedad, y que se mantienen lozanos en un terreno que parece no deberles convenir, indica tambien un manantial subterráneo. La presencia del álamo blanco, del sáuce, de los mimbres, de los juncos, de las cañas, de la menta cataria, de la agrimonia silvestre, de la hiedra terrestre, del trébol de agua; en fin, si las plantas que viven más habitualmente en los pantanos, viven fácilmente en otros lugares, son otros tantos indicios de haber allí agua.

»Los parajes en donde por la mañana ántes de salir el sol, ó despues de puesto en una tarde serena, observais vapores húmedos y azulencos mirando el horizonte echados á tierra, ó bien vapores que se elevan en ciertos puntos, ó bien sitios mojados del rocío con más particularidad, indican tambien la presencia del manantial subterráneo.

»Otras indicaciones generales conducen todavia al descubrimiento de aguas subterráneas: por ejemplo, si la tierra donde se cava es más húmeda en un lugar que en otro; si uno ve que se reúne un poco de agua cuando se descansa un momento; si se halla arcilla azul ó plástica, situada á más ó ménos profundidad, puede esperarse encontrar agua debajo de esta arcilla. En los países donde el terreno es granítico, despues de una capa de arenilla movediza se halla arcilla, y debajo de esta se encuentra casi siempre agua.

»Las buscas que se hacen en tiempos de calor, son las más útiles, porque indican los manantiales que están ménos dispuestos á agotarse con la sequedad.

»Varios autores han aconsejado diferentes medios de ensayo. Bélidor queria que se cavase la tierra á la profundidad de algunos piés, que se bajase allí dentro una campana de vidrio ó de metal, en cuyo fondo se pusiese una esponja ó

un poco de lana, y según los casos de humedad que presenten estos cuerpos, se puede inferir la presencia de un manantial.

»Otros han aconsejado colocar sobre un eje, al anoche-  
cer en tiempo de verano, y á cosa de un metro de la tierra,  
una aguja de 1<sup>m</sup>,50 de largo, y de 0<sup>m</sup>,01 de ancho y de  
grueso, hecha de un trozo de tilo bien seco, y dejarla allí  
hasta el día siguiente. El costado que está más hinchado,  
es el que indica la presencia del agua.»

FIN.



# TABLA DE MATERIAS

POR ÓRDEN ALFABÉTICO.

	Págs.
Abajo de un río y de un arroyo . . . . .	54
Abismo . . . . .	202
Accidentes ocurridos en la excavacion de los pozos . . . . .	295
Acueductos en el fondo de las zanjas . . . . .	284
— romanos . . . . .	270
Agradecimiento del autor . . . . .	355
Aguas de manantial preferibles á las aguas de río . . . . .	268
— salvajes . . . . .	429
Aguja . . . . .	2
Almendrillas . . . . .	49
Altura de una montaña . . . . .	4
Aluvion (terreno de) . . . . .	47
Ammonitas . . . . .	188
Anchura de una cordillera de montañas . . . . .	3
Ángulos entrantes de las cuevas . . . . .	7
— — de los ribazos . . . . .	59
— salientes de las cuevas . . . . .	7
— de las escarpas . . . . .	59
Antrácito . . . . .	231
Antro . . . . .	202
Aparato evaporatorio . . . . .	89
Aparicion tardía de ciertos manantiales . . . . .	308
Arboles acuáticos que indican el agua . . . . .	143
— , cantidad de agua que ellos absorben y exhalan . . . . .	414

	Págs.
Arcilla . . . . .	248
— <i>Wallerius</i> . . . . .	240
Arenas . . . . .	47
— , volcánicas . . . . .	214
ARISTÓTELES, su opinion sobre el origen de los manantiales . . . . .	66
Arriba de un río y de un arroyo . . . . .	55
Arroyo . . . . .	53
Arroyos del departamento del Lot . . . . .	334
— que se pierden . . . . .	Id.
Artículos de diarios contrarios á esta teoría . . . . .	375
— favorables á esta teoría . . . . .	367
Asiento (hiladas) de las rocas . . . . .	44
Asperones . . . . .	23
— abigarrados ó vosgos . . . . .	Id.
— rojos . . . . .	Id.
— tritonianos ó de Fontainebleau . . . . .	23, 24
Atajos, que no deben ponerse . . . . .	285
Atmidómetro . . . . .	89
Avalancha de terreno . . . . .	235
Aventura de Carlus . . . . .	209
— de Lavalette . . . . .	348
— de Poitiers . . . . .	132
Avisos generales, concernientes á las fuentes y á los pozos . . . . .	300
Bajadas formadas por la mano del hombre . . . . .	51
Banco de roca . . . . .	44
Barrancas . . . . .	5
Basaltos . . . . .	215
Báscula para sacar el agua de los pozos . . . . .	296
Base de una montaña . . . . .	4
Belemnitas . . . . .	189
<i>Béthunes</i> . . . . .	195
<i>Bétoires</i> . . . . .	Id.
— que conducen arroyos . . . . .	199, 336
— que indican arroyos subterráneos . . . . .	199
— indicadas de lejos . . . . .	Id.
<i>Boitards</i> . . . . .	195
<i>Boitouts</i> . . . . .	Id.
Bombas para sacar el agua de los pozos . . . . .	296

	Págs
Brechas .....	49
Calcáreo (terreno) cavernoso .....	202
— celular .....	208
— compacto .....	27
— con ammonitas .....	488
— con belemnitas .....	489
— concháceo .....	28
— conchil. ....	Id.
— con grifitas .....	487
— con hoyos .....	495
— fétido .....	26
— grosero .....	29
— jurásico .....	27
— margoso .....	29
— morrillo .....	Id.
— oolítico .....	26
— sacaróide .....	27
— silíceo .....	Id.
Calizas .....	25
Calor interior del globo .....	249
Cantidad de agua que producen los meteoros acuosos .....	101
— que produce un terreno determinado .....	415
— que se eleva en vapores .....	89
Caños de barro .....	288
— de hierro colado .....	287
— de madera .....	288
— de plomo .....	287
— de zinc .....	288
Capas .....	41
— contorneadas .....	42
— subordinadas .....	Id.
Caractéres de las aguas impotables .....	265
— potables .....	263
CARDAN, su opinion sobre el origen de los manantiales .....	67
Casos en que las indicaciones no tienen buen suceso y sus causas .....	310
Cascada .....	57
Cascajos que se ponen en las zanjas .....	284

	Págs.
CASIONORO se ocupó de la busca de manantiales	384
Casquijos	47
Catarata	57
Cavernas	202
Cenizas volcánicas	214
Centímetro de agua fontanal	482
Cerrillo	2
Certificaciones que justifican los buenos resultados	363
Charcas	327
Cima de una montaña	2
Cimborio (montaña que termina en)	2
Cimento para las cisternas	323
Circos	130
Circular del Prefecto del Lot	344
Cisternas	322
Clismianos (terrenos)	226
Cloups	195
Colina	1
Colocacion del encañado	286
Color del agua de ciertos manantiales	247
Condiciones segun las cuales se indicaban los manantiales	352
Conduccion de un manantial fuera de tierra	281, 286
Confluente de un rio y de un arroyo	54
Confusion	234
Conglomerados	19
Construccion de una cisterna	323
— de un pozo	292
Contrapendientes de las vertientes	3
Cordilleras de montañas	2
— que atraviesan el departamento del Lot	36
— que atraviesan la Francia	Id.
Cornisa de una ladera	41
Corrientes de agua accesorias	35
— principales	Id.
— que cambian de valle	133
— secundarias	55
— subterráneas	62

	Págs.
Corrientes ( <i>coulées</i> ) volcánicas	213
Cortes de las hiladas ó capas	13
Cortina	41
Costanera (línea)	42
COUPLIET (manantiales descubiertos por), prólogo	x
Cráter de volcan	213
Cresta de una cordillera de montañas	2
Cuernos de Ammon	188
Cuesta	41
Cumbre de una montaña	1
Cumbres de montañas, privadas de manantiales	149
Cúspide de una cordillera de montañas	2
Dáctilos	189
DAVITY, su opinion sobre el origen de los manantiales	69
Definiciones erróneas de la palabra manantial	60
Deliberaciones del Consejo general del departamento del Lot, relativas á los manantiales	340, 343 345
Departamentos explorados	351
Depósitos (supuestos) debajo de los terrenos	123
Depresiones de la tierra	5
Derecha (la) de un rio y de un arroyo	54
Derramamientos de agua que son de corta duracion	133
Derumbamientos de terrenos	235
DESCARTES, su opinion sobre el origen de los manantiales	69
Descripcion, que del autor hacen los periódicos	355
Desfladeros	6
Desplomes de las montañas	235
-- en los pozos	295
Desviacion de los manantiales	310
Diarios (artículos de), contrarios á esta teoría	375
-- favorables á esta teoría	366
-- que traen indicaciones de manantia-	
les hechas de léjos	166
Dichos de los semisabios sobre mis operaciones	348
-- del pueblo sobre mis operaciones	317
Diluvianos (terrenos)	226
Direccion de las capas	13
-- de un rio y de un arroyo	57

	Págs.
Dolomia . . . . .	240
DUHAMEL, su opinion sobre el origen de los manantiales . . . . .	74
Dureza de las rocas . . . . .	30
<i>Dyke</i> . . . . .	13, 234
Eje de una cordillera de montañas . . . . .	3
Embarazo en la parte baja de cada propiedad . . . . .	54
Embocadero de un río y de un arroyo . . . . .	54
Eminencias de la tierra . . . . .	4
Enciclopedia, su método para descubrir los manantiales . . . . .	386
Encogimiento de un valle . . . . .	7, 43
Ensanches de los valles . . . . .	7, 43
Entroques . . . . .	225
Enturbiamiento de los manantiales (la causa del) . . . . .	272
EPICURO, su opinion sobre el origen de los manantiales . . . . .	66
Errores de óptica, que deben evitarse . . . . .	162
Escarpa . . . . .	400
Escarpa de una montaña . . . . .	4
— de un río y de un arroyo . . . . .	54
— del pié de una montaña . . . . .	44
Escurrimientos de terrenos . . . . .	235
— anunciados desde léjos . . . . .	242
Especies de terrenos del departamento del Lot . . . . .	34
Espolon de una cordillera de montañas . . . . .	4
Esquistas . . . . .	44
<i>Estafette</i> (1 <sup>o</sup> ) diario que trae el descubrimiento del manantial de Breuil . . . . .	207
Estrata . . . . .	44
Estratificacion . . . . .	41
— arqueada . . . . .	12
— concordante . . . . .	43
— contorneada . . . . .	42
— discordante . . . . .	13
— horizontal . . . . .	42
— inclinada . . . . .	12
— irregular . . . . .	12
— regular . . . . .	42
— transgresiva . . . . .	43
Estribo de una cordillera de montañas . . . . .	4

	Págs.
Estructura interior de la tierra	9
Excavacion de una cisterna	323
— de un pozo	292
— de una zanja	284
Exámen de las alturas	35
— de las corrientes de agua	53
— de las indicaciones hechas segun esta teoría	165
— de las llanuras bajas	46
— de los manantiales que salen de tierra por si mismos	164
— de las vertientes	40
Exhalaciones	88, 114
Experimentos de esta teoría, prólogo	XIX
Extremidades de las capas	13
Filtracion de las aguas cenagosas	273
Filtros de piedra	274
— de tela de algodón	277
Fisuras accidentales	14
— de estratificacion	14
Flancos de una montaña	4
— de un valle	6
Flujo del mar	79
<i>Fonsanche</i> , fuente intermitente	258
<i>Fontestorbe</i> , fuente intercalar	257
Formacion de los manantiales	109
Friables (terrenos)	248
<i>Frimas</i> , especie de escarcha	100
Fuego central (el) mantiene las aguas hácia la superficie de la tierra	251
Fuente	62
— artificial	289
— intermitente artificial	257
Fuentes abiertas y construidas en el lugar en que el manantial nace	290
<i>Fusolitas</i>	189
Galería subterránea	202
<i>Garagais</i>	195
Garganta de una montaña	3

	Págs.
Gargantas	6
Garruchas para sacar el agua de los pozos	298
Gastos de las excavaciones, comparados con las ventajas de los manantiales	344
Geognosia su objeto: prólogo	XII
Geysers de Islandia, fuentes intermitentes	253
Giboulée	99
Givres	400
Globo	2
Gneis	47
Granito	16
Granizo	97
Grawacke	231
Greda	218, 220
— tobosa	222
Gresil	99
Grifta	187
Grosor de las gotas de lluvia	93
— de los granos de granizo	98
Grupa de una montaña	4
Gruta de Trieste	205
Grutas	202
— ignoradas	204
— que aspiran y espiran el aire	204
Guias del geólogo viajador	86
Guijarros	47
— rodados	id.
Gusto del agua de los manantiales	248
Hélices	225
Hidrómetro	402
Hidroscofia: prólogo	XVIII
Hiladas (asiento) de las rocas	44
Hoya de un río y de un arroyo	8, 54
Huer	259
Humor, humedad de la tierra	121
Hundimiento de terrenos	332
Igualamiento de capas	43
Inclinacion de las capas	43

	Págs
Inundacion (terreno de)	47
Islas é islotes en las corrientes de agua	58
Izquierda de un río y de un arroyo	54
Junturas de estratificación	41
Ladera	41
Lagos hácia la cima de las montañas	452
Lavas	213
Lazos tendidos por los espíritus fuertes	350
Lecho de roca	44
— de un río y de un arroyo	54
Levantamiento sucesivo de las llanuras bajas	48
<i>Liais ó lias</i>	29
Limo	47
Limpia de los acueductos	289
Línea anticlinal	39
— de interseccion de las laderas	292
Líneas que los manantiales siguen debajo de tierra	126
<i>Louysse</i> (fuente de), su formacion	234, 334
<i>Lumachelle</i>	29
LYDIAT, su opinion sobre el origen de los manantiales	69
Llanuras	8
— bajas	46
Lluvia (la)	92
<i>Macigno</i>	191
Macizo ó cintura de una cisterna	224, 325
— para preservar un pozo de las malas aguas	301
<i>Mael-Stroom</i> (el)	76
Manantial, su verdadera definicion	62
— comparado á la savia dentro de la raíz de un árbol	422
— comparado á un río	423
— definiciones inexactas de esta palabra	60
— — de un río y de un arroyo	54
— principal	124
Manantiales, ¿por qué los hidrógrafos no han buscado los medios de descubrirlos?	86
— á lo alto de las cuestas	157
— cuya aparicion es tardía	308

	Págs
Manantiales cuyas aguas se enturbian . . . . .	272
— de agua im potable. . . . .	263
— de agua potable. . . . .	263
— de agua viva. . . . .	245
— descubiertos por COUPIET, (prólogo). . . . .	x
— en las cuevas. . . . .	459
— en la línea costanera. . . . .	460
— en las mesetas. . . . .	452
— en las montañas. . . . .	448
— en las vertientes. . . . .	453
— hallados, siguiendo esta teoría. . . . .	360
— importantes del departamento del Lot. . . . .	336
— indicados de léjos. . . . .	466
— indicados en la parte opuesta de las montañas. . . . .	455
— indicados sobre mapas. . . . .	431
— intercalares (causas de este fenómeno). . . . .	237
— intermitentes, (explicacion de este fenómeno). . . . .	252
— minerales. . . . .	245
— permanentes. . . . .	63
— que deben evitarse en la explotación de las minas. . . . .	437
— que dejan sus vallecitos. . . . .	433
— que desaparecen y reaparecen. . . . .	428
— situados á diferentes profundidades. . . . .	445
— súcios. . . . .	300
— supuestos en las cumbres de las montañas. . . . .	449
— temporarios. . . . .	64
— termales. . . . .	248
— turbios. . . . .	272
— uniformes. . . . .	64
— variables. . . . .	63
Máquinas para sacar el agua de los pozos. . . . .	296
Marga. . . . .	224
— con grifitas. . . . .	186
— irisada. . . . .	225
MARIOTTE, sus experimentos sobre la cantidad de agua que cae en la hoya del Sena, y sobre la que pasa por su ca- nal en París. . . . .	405

	Págs
Mármol.	25
Masas no estratificadas.	44
Medios para conocer la profundidad de un manantial.	473, 392
— — el volúmen de un manantial.	484
— de suplir la falta de manantiales.	347
Mesa ó meseta de una montaña ó colina.	4, 40
Método de descubrir los manantiales, segun el <i>Globo</i> .	389
Métodos antiguos y modernos de descubrir los manantiales.	378
Micasquisto.	48
Molasa.	191
Montaña.	1
Montecillo.	2
Morrillo (caliza).	29
Morrillos.	47
Movimiento rápido de una corriente de agua.	56
— remiso de una corriente de agua.	56
Moyo.	104
<i>Muschelkalk</i> .	28
Nagelfluo.	191
Neblina fria.	93
Negligencia de los alcaldes en hacer constar los manantiales hallados.	360
— de los particulares en dar parte de los manantiales hallados.	360
Nieblas.	94
Nieve.	97
Nivelamiento que debe hacerse.	175
Noria ó rueda con cangilones.	299
Nubes, nublados ó nublos.	90
Número de demandas que se han hecho.	353
— de manantiales indicados.	353
OBZENZKI, su opinion sobre el origen de los manantiales.	68
Olor de los manantiales.	248
Oolita.	26
Opiniones erróneas sobre el origen de los manantiales.	65
Origen verdadero de los manantiales.	87
— y progresos de esta teoría.	329
Padrastro.	43

	Págs
PAPIN, su opinion sobre el origen de los manantiales	70
Paralelismo de las capas	21, 22
Parte opuesta de una montaña (medios de conocer su configuración sin verla)	155
Pasillos en las grutas	203
Pectinitas	225
Pedrusco	14, 47
Pendiente de una vertiente	3
Pendientes de los valles	50
-- laterales de las llanuras bajas	50
-- longitudinales de las llanuras bajas	50
-- naturales de las llanuras bajas	50
Penetracion del agua pluvial en los terrenos	113, 118
Penuria de agua en el departamento del Lot	330
PERRAULT, sus experimentos acerca de la cantidad de agua que cae sobre la hoya del Sena, y acerca de la que pasa por su canal en Agney-le-Duc	104
Pico	2
Pisó de una ladera	41
-- de una montaña	4, 3
-- de una vertiente	3
Piedras del rayo	189
Plagióstomos	225
Planos de juntas	11
Plantas acuáticas que indican el agua	143
-- cantidad de agua que ellas absorben y exhalan	111
PLATON, su opinion sobre el origen de los manantiales	65
Playas elevadas	129
Pliegues de terreno	6
PLINIO, su método para descubrir los manantiales	382
-- su opinion sobre el origen de los manantiales	67
Pórfido	17
Poso	14
Potencia de una capa	13
Pozos, su excavacion y construccion	291
-- á la orilla de las corrientes de agua	320
-- artesianos	301
-- de filtracion	319

	Págs
Pozos del Breuil . . . . .	207
— naturales . . . . .	202
— para una noria . . . . .	299
Profundidad de los manantiales (observacion sobre la) . . . . .	119
— de los mares . . . . .	83
— de los pozos de Normandía . . . . .	223
— de un manantial (medios de conocerla) . . . . .	473
Profundidades hasta las cuales bajan las aguas pluviales dentro de las tierras . . . . .	413
Progresos de esta teoría . . . . .	329
— de la elevacion de las llanuras bajas . . . . .	49
Proporcion de los buenos resultados y de los malos resultados . . . . .	377
Punto reducido . . . . .	131, 161
Puntos en que deben hacerse las excavaciones . . . . .	439
— — los manantiales tienen la mayor abundancia de agua . . . . .	444
— — los manantiales tienen ménos profundidad . . . . .	440
Rajas de edificios, anunciadas desde léjos . . . . .	242
Ramal subterráneo . . . . .	202
Ramales de una cordillera de montañas . . . . .	3
Rehacimiento . . . . .	4
Relaciones de los valles y vallecitos . . . . .	8
Respuestas á las opiniones erróneas sobre el origen de los manantiales . . . . .	78
Resultados de esta teoría, justificados por las deliberaciones de los consejos generales . . . . .	344, 345
— — — por las certificaciones de los Prefectos . . . . .	363
— — — por la cuenta dada por los periódicos . . . . .	366
Ribazos de un rio y de un arroyo . . . . .	54, 59
Rios caudalosos, rios no caudalosos, y arroyos, ¿en qué se diferencian? . . . . .	53
Rios que se pierden . . . . .	496
<i>Rivière</i> (rio) . . . . .	53
Roca . . . . .	41



Terrenos desfavorables á los manantiales . . . . .	494
— desmoronables ó friables, desfavorables á los manantiales. . . . .	218
— de transicion, favorables á los manantiales. . . . .	185
— estratificados. . . . .	15, 21
— favorables al descubrimiento de manantiales. . . . .	484
— impermeables. . . . .	447
— intermediarios, favorables á los manantiales. . . . .	485
— no estratificados . . . . .	45
— permeables . . . . .	418
— primitivos, favorables á los manantiales. . . . .	485
— privados de agua con motivo de su disposicion ó desagregacion. . . . .	280
— secundarios, favorables á los manantiales. . . . .	486
— sedimentarios. . . . .	22
— volcánicos, desfavorables á los manantiales. . . . .	212
Terromontero (terreno de). . . . .	447
Terromontero. . . . .	2
Tostas de las hiladas ó capas. . . . .	43
<i>Thalweg</i> . . . . .	6
— indicado por derramamientos de agua. . . . .	435
— invisible. . . . .	433
— salido de su puesto . . . . .	49
<i>Thalwegs</i> laterales. . . . .	47
— visibles. . . . .	133, 146
Tierra vegetal. . . . .	420
Torbellinos ó remolinos de agua . . . . .	76
Torno para sacar el agua de los pozos . . . . .	297
<i>Touillon</i> , fuente intermitente. . . . .	258
<i>Touvre</i> (fuente de la), su formacion. . . . .	283
Trabajos que deben hacerse para poner los manantiales á descubierto. . . . .	279
<i>Traps</i> . . . . .	49
Traguitas. . . . .	216
Trasporte (terreno de). . . . .	46
Trigonias. . . . .	225
Udómetro. . . . .	402
Valor de un manantial. . . . .	314

	Págs
Vegil .....	5
Valecito .....	6
VAN-HELMONT, su opinion sobre el origen de los manantiales .....	68
Vapores en la atmósfera .....	87
— subterráneos .....	212
Vara adivinatoria (prólogo) .....	XI
Vaucluse (fuente de), su formacion .....	233
Vertientes .....	3, 40
— de un valle .....	6
Viajes .....	354
Vientos que traen la lluvia .....	92
— que no traen lluvia .....	92
VITRUVIO, su método para descubrir los manantiales .....	378
Volcanes .....	212
Volúmen de los manantiales ocultos (medio de conocerlo) .....	431
Zanja de derivacion .....	282
Zanjas (modo de abrirlas) .....	281
Zarzos para apuntalar los pozos cuando se abren .....	295

FIN DE LA TABLA ALFABÉTICA.



