

habérsenos 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 menos 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 común en nuestros días.

“En todas las depuraciones, el agua pierde siempre, más ó menos, una parte de uno de sus elementos que la hacen apta para las funciones vitales, y es el óxigeno. En este estado es desahbrida y de difícil digestión, y se la regenera agitando 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 Á DESCUBIERTO.

Los propietarios que deben hacer excavaciones para poner algún manantial á descubierto, y construcciones para asegurar su conservación, se hallan muchas veces embarazados cuando quieren ejecutar estos trabajos. Hasta los arquitectos, á quienes se encarga ordinariamente su dirección, como tienen muy pocas veces ocasión de ocuparse de esta clase de trabajos, se encuentran alguna que otra vez poco versados en esta parte de su profesión. Sin embargo, por falta de una buena dirección, ciertas tentativas quedan abandonadas, otras enteramente frustradas ó con éxito mediano, y otras no dan sino resultados de poca duración. Habiendo tenido ocasión de hacer gran número de observaciones sobre esta especie de trabajos, aunque no sea yo arquitecto, he creído que debía indicarlas aquí, persuadido de que muchísimos 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 dos metros hasta centenares de metros, y es muy raro el que se halle algo á menos de dos ó tres metros.

Se ponen los manantiales á descubierto llevándolos fuera de tierra por medio de conduc-

tos, ó haciendo sobre el lugar por donde pasan fuentes, pozos ordinarios ó pozos artesianos. Cada uno de estos cuatro procederes tiene reglas particulares, de las que vamos á dar las principales.

Conducción 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 seis ó siete 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 pies 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

tres 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 bastaría 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 éste sigue.

Como ordinariamente tienen todos interés en recoger la mayor cantidad posible de agua, debe entonces hacerse al través del valle una zanja perpendicular á la corriente de agua, de unos dos metros de ancho y de una extensión suficiente para recoger el mayor número de hilitos de agua. Cuando la llanura es muy estrecha, de modo que se pueda abrir la zanja desde una costanera á la otra, si sólo 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 transporte, al fondo del cual se halla ordinariamente el manantial.

Cuando la llanura es mucho más ancha no conviene, generalmente hablando, dar mayor extensión á la zanja, porque costaría mucho gasto, y cuanto más se aparta uno del manantial principal, menos abundantes son los hilitos de

agua. Sin embargo, cuando se trata de abastecer de agua una gran población, y se ve, por la extensión 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 extensión proporcionada á la cantidad de agua que se necesita.

Si alguno se ve obligado á hacer la excavación en un punto en donde el *thalweg* invisible concuerda con el *thalweg* visible, y pasa por éste, 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 excavación y á mezclar más tarde sus aguas á las del manantial, se debe de antemano abrir una zanja de derivación para desviar las aguas de la superficie de las inmediaciones de la excavación que se quiere hacer. Esta zanja de derivación debe tener su punto de partida algunos metros más arriba de la excavación, tener suficiente capacidad para contener toda la corriente de agua en sus más grandes crecidas, pasar á lo menos á dos ó tres metros de distancia de la excavación, y prolongarse bastante por la parte de abajo para que la corriente de agua temporaria nunca pueda volver dentro de la exca-

vación. 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 ésta se han sacado para cegar el primitivo canal.

La excavación debe ser perpendicular á la dirección 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 éste amenzaran algún 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 aun por un curso horizontal, es muy probable que una porción de sus aguas continúe siguiendo por debajo de tierra sus conductos acostumbrados. Así, pues, debe continuarse ahondando hasta que el manantial principal y los veneros de agua que lo acompañan hagan en la zanja una pequeña cascada de dos ó tres centímetros; lo que indica que no queda más abajo ninguna porción 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 después para colocar los caños para su conducción.

Concluído 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 extensión un acueducto con piedras secas y un poco labradas, de 30 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 después rellenar lo restante con la tierra que se ha sacado. Este empedra-

miento sirve: primero, para recoger los hilos de agua que pueden hallarse á mayor elevación que el manantial principal y facilitar el que caigan dentro del acueducto; segundo, si con el tiempo llegase á romperse alguna baldosa, ó caerse algún trozo de las paredes del acueducto, los cascajos permitirían que continuase la transmisión de las aguas hasta el primer caño; mientras que si no se rellenaba la zanja sino con tierra, ésta se apilaría más tarde y no dejaría bajar al acueducto los hilos de agua que se hallasen en la parte superior; y si el acueducto llegaba á hundirse, la tierra caería en este vacío, detendría el agua, no la dejaría llegar hasta el primer caño y la obligaría 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 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 á el agua el medio de tomar, al partir, el aire que necesita para correr por la cañería; porque, por falta de esta precaución, el agua no llega á la fuente sino por bocanadas, y muchas veces no

llega de ninguna manera. Este pequeño pozo sirve también para echar fuera 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 del empedramiento que se ha dicho, puede 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 dos 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 menos 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, éste es empujado otra vez dentro de su conducto hacia 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 después se quita el embarazo, no vuelve el tal manantial. He visto en mis excursiones muchos lugares en donde se

han perdido riquísimos manantiales únicamente 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 hacia 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 menos de 30 centímetros por 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 ningún cuerpo extraño se intraduzca en la cañería.

Cuando ésta 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 más dispendiosa su conservación. 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 más 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 lo más corta que se pueda, á fin de someter á la presión del agua la menor extensión posible, y tener en lo sucesivo menos gastos que hacer para la conservación del acueducto. Debe evitarse cuanto sea posible las vueltas demasiado repentinas, ó á lo menos tomarlas desde lejos 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 éstas no las aplasten.

Los caños que se emplean para la conducción de las aguas, son generalmente de plomo, de hierro colado, de barro ó de madera.

Cualquiera que sea la materia que se emplee para los caños, deben éstos 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 debe ser calafateadas con una especie de betún, 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 betún 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. Los 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 trescientos años. Es verdad que son los que más cuestan al comprarlos; pero también cuestan menos de conservar, y después 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 décimetro. 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 especie 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 menos alteran la pureza de las aguas, tienen de largo de dos á cuatro pies, y su duración 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 también que tienen un extremo más ancho y otro más estrecho, y se encajan el uno dentro del otro como un décimetro.

Los caños de madera se componen de rodillos de unos dos 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 orden del 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 décimetro, y de unos tres á cuatro milí-

metros de grueso. Este anillo tiene los bordes afilados, su diámetro es un poco más grande que el diámetro interior de los dos caños que une, y se le hace entrar forzadamente la mitad en cada caño. Los caños de madera son los que cuestan menos de poner, pero cuestan más de conservar, pues se hienden ó se pudren en pocos años, en especial cuando se los deja algún 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 oxidación, que en pocos años se han hecho inservibles.

Para limpiar un conducto cuya pendiente es continua, se quita el caño más bajo que es al mismo tiempo el que está más cerca del surtidor, y con un tapón 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 extensión hasta que se eleve á cierta altura en el pozo que se halla á la boca del manantial, entonces se quita el tapón, y el agua bajando con ímpetu, arrastra todo lo que puede hallarse dentro de los caños. Si el conducto atraviesa uu valle con pendiente y contrapendiente, se cierran primero todas las llaves y surtidores que alimenta, se espera

que todo el conducto se llene de agua, y en seguida se quita el tapón 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 hacia esta abertura, arroja fuera del conducto todo el fango que en él se halla. Los conductos deben limpiarse á lo menos una vez al año.

Toda construcción que echa fuera el agua conducida por una cañería se llama fuente 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 éste una gran 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 también

muy aseguradas en sus costados, cerrando bien sus juntas con cemento.

Las fuentes.

Sólo 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 construído 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 ahondarse la más abajo del nivel del manantial, no sólo porque podría 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,

UNIVERSIDAD DE NUEVO LEÓN

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

"ALFONSO"

Apdo. 1625 MONTERREY, MEXICO

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 deben continuarse hasta cinco ó seis pies 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 días de calor estaban expuestas á los ardores del sol.

Si después de algunos años que se ha concluído la construcción de la fuente, se ve que no da bastante agua, y se conoce que algunos hilos de agua pasan por uno de los lados, se los conduce á la fuente, abriendo desde ésta hasta encontrar los hilos una zanja suficientemente profunda, inclinada hacia la fuente y perpendicular á la corriente de agua. El fondo de esta zanja se llena de cascajo hasta la altura de dos ó