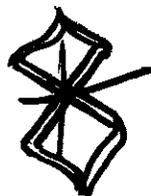


# La purificación del agua para el uso público

POR

A. GORDON MAC-LEOD

(Conferencia dictada el 28 de Noviembre de 1916)



La pureza del agua potable es, o debe ser, un asunto de primera importancia. Es superfluo extenderse sobre los malos efectos de agua impura. Aumenta la mortalidad y es causa de aflicción y miseria indecible.

Agua absolutamente pura no se consigue sino por la destilación. Es interesante notar que en el Mar Rojo, la Costa Oriental de Africa y algunos puntos de América del Sur, (por ejemplo: Taltal y Chañaral en Chile); donde no hay lluvias, y donde no hay agua, se resaca agua potable del agua del mar por maquinaria destiladora especial.

Se dice que estas máquinas dan una producción de más o menos 30 kilos de agua potable por un kilo de carbón Cardiff consumido. Después se pasa el agua por un filtro magnetito y se deposita en estanques, quedando, según se dice, no solamente *pura*, sino agradable. El agua de lluvia recogida en estanques no queda libre de impurezas tal como hollín, polvo, etc., que caen junto, y si no se cuidan bien los depósitos queda muy expuesta a contaminación.

El agua recogida por gravitación en estanques, proveniente de montañas rocosas o cerros cubiertos de brezo, aunque sea bien clara y pura, debe ser filtrada. El agua con que se abastece a Glasgow en Escocia y que procede del Lago de Katrine, no es filtrada; tampoco lo es la de Manchester que se capta en el Lago Thirlmere, y algunas otras. Pero, es probable que más tarde toda agua será filtrada, a menos que la filtración natural sea suficiente. El agua recogida en estanques, o natural o artificial, es expuesta a contener impurezas de varias clases:

- 1) Hojas, etc., flotando en la superficie.
- 2) Material en suspensión, tal como arena, fango, materias orgánicas, etc.
- 3) Bacterios.
- 4) Impurezas en solución.

Veamos, en detalle, cómo se puede evitar cada una de estas materias.

- 1) *Hojas, etc.* — De éstas es fácil librarse; de las primeras, por ejemplo, con

una rebalsadura del estanque que lleva la materia flotante, o se puede evitar la entrada de dichas materias por coladores.

En Glasgow se pasa el agua del Lago Katrine por coladores de alambre de cobre, de alambres paralelos, en número de 19 por 13 m/m. y de número 19 de medida de diámetro. La distancia entre los alambres es de 0.26 m/m.

Los coladores son dobles, así que mientras se usa un juego, se limpia el otro. En Thirlmere, Manchester, el pozo colador es también redondo y se construyó una grúa hidráulica especial para levantar y bajar el harnero. En Liverpool (Lago Vyrnivy) se levantan los harneros redondos por fuerza hidráulica y se les lava por surtidores giratorios; aquí la tela de alambre tenía 120 alambres por cada 13 m/m., o sea 14 400 espacios o agujeros por 6,452 cm<sup>2</sup>. Era de tal manera fina que parecía seda.

En algunos servicios de menor importancia, donde se toma el agua de un estero, y donde hay bastante, se hace correr el agua por un colador inclinado que se limpia automáticamente por la fuerza de la misma agua que pasa por el harnero al estanque, y la construcción del harnero puede ser tal que en tiempo de crecidas el agua pasa por sobre el colador. Esta construcción es muy sencilla y práctica. (Fig. 1).

Siempre es deseable excluir agua de inundación que viene llena de materias en suspensión, y este aparato impide hasta cierto punto el paso de dichas materias. El vertedero «de salto» es otro aparato muy práctico para evitar aguas de crece o inundación. En algunos casos se les hacen *ajustables o movibles* de manera que se arreglan a las condiciones del estero, que se conocen por experiencia en la práctica. (Fig. 2). La boca-toma de un estero debe mirar siempre río abajo, de manera que toda materia flotante pase de largo. También es necesario ubicar la boca toma en un lugar donde el agua sea tranquila. La boca-toma de una laguna debe ser puesta en un lugar donde no se produzca oleaje que pueda enturbiar el agua.

Otro método común de excluir agua turbia es una válvula flotante que cierra automáticamente cuando el nivel del agua pasa cierto límite. Se puede ajustar la válvula según necesidad. (Fig. 3).

2) No es cosa tan fácil librarse de la materia en suspensión; de consiguiente, es deseable tener medios amplios de depósito en el estanque. Hay instalaciones especiales de estanques o represas para este efecto, que se llaman represas de decantación. Se saca el agua cerca de la superficie, depositándose poco a poco el fango en el fondo, de donde se puede sacarlo por medio de una válvula o válvulas especiales. Se ha comprobado ampliamente que este método de depositar es muy eficiente para quitar al agua una gran proporción de bacterios contenidos.

Los peces ayudan mucho en purificar el agua en los estanques y dos o tres cisnes que coman las yerbas, etc., son también muy útiles. Algunas veces se puede precipitar o apurar la precipitación de las materias echando piedra alumbre

en el agua. En Linlithgow (Estanque Forest Burn) se clarifica el agua turbia, que es bien colorada, y se precipita la materia en suspensión flotando una balsa de durmientes sobre la cual se coloca alumbre, el que se disuelve poco a poco en el agua. En Buenos Aires se pasa el agua del Río Plata por unas 3 pulgadas (75 m/m.) de cenizas en polvo colocada sobre la arena y así queda eficazmente clarificada el agua, mientras que con arena sola no se podrá obtener esto.

En países tropicales es necesario que los estanques o represas sean cubiertos para impedir la luz y también para evitar que la superficie del agua sea agitada por el viento. La obscuridad poco favorece a la vegetación y por consiguiente, se retarda la multiplicación de micro-organismos por la ausencia de su alimento vegetal. Por otra parte, los rayos del sol son dañosos a los mismos organismos, los que prosperan en la obscuridad, y aquí tenemos un ejemplo de una de las compensaciones de la Naturaleza. En países fríos también es recomendable cubrir los estanques o represas para evitar los hielos del invierno.

Algunas veces se usa un desaguadero flotante que automáticamente saca el agua limpia de la superficie. A veces se ajusta un guarda-espuma contra la materia flotante. También se puede hacer el flotador ajustable para tener la boca del desaguadero a un nivel fijo debajo de la superficie (Fig. 4). Pero en algunos casos el fango, etc., que contiene en suspensión el agua es tan fino que tiene casi exactamente la misma gravedad específica que el agua misma en forma que es imposible decantar. De todas maneras, se puede considerar la precipitación como método solamente preliminar a la filtración.

3) *Bacterios.* — Consideramos más tarde en este informe la destrucción de bacteria bajo otro título.

4) *Impureza en solución.* — Estas son naturalmente las más difíciles de eliminar. Se puede decir que la filtración es principalmente una operación mecánica, un método de colar «por la criba» muy fina de un lecho grueso de arena, pero ahora se reconoce generalmente que la filtración *hace algo más* que sencillamente colar el agua. Trabaja en cierto sentido como un agente de oxidación, pues no solamente reduce mucho la cantidad de micro-organismos existentes, sino que deja el agua más pura que antes *por oxidar y matar la materia orgánica existente*. Tenemos que admitir, sin embargo, que un filtro es más que un colador con agujeritos muy finos, porque las extremidades puntiagudas de los granos de arena (y mientras más puntiagudas, mejor serán) agarran y quitan por adhesión materia y organismos que talvez de otra manera podrían pasar por el filtro; y ésta es la razón principal porque la filtración no debe ser apurada sobre cierto grado o cierta velocidad. Agua pura y limpia conteniendo bastante ácido carbónico en solución disuelve plomo y tiene que ser neutralizado echándole carbonato de cal en polvo. La exposición de agua a la atmósfera (especialmente cuando éste se acompaña por agitación, dejando correr el agua por una serie de escalones formando cascadas) ayuda en la purificación, facilitando escapar los gases como el carbónico. El agua con exceso de carbonato de cal en solución se purifica por la

evolución de carbónico (gas) y la deposición de cal. El agua conteniendo compuestos de fierro se ayuda mucho de la misma manera de purificarse. El ácido carbónico escapa y se depone óxido de fierro. En una palabra, aeración al sol es uno de los grandes agentes purificadores de la Naturaleza.

*Filtración o purificación.*—De todas clases de filtros, la filtración natural por las estratas permeables de la tierra es naturalmente lo mejor, cuando las circunstancias se prestan. Debe cuidarse que no entre a un estanque el agua de superficie. En el caso de un río, el fango que se forma y que con el tiempo obstruiría y cerraría el filtro, se lava y se disipa con golpes de agua y de este modo los filtros se limpian automáticamente. Tales filtros subterráneos vecinos a lagunas tienen la desventaja de estar expuestos a ser totalmente obstruidos con el uso, pero el terreno de colecta es tan grande, que tal cosa es casi imposible.

En filtros de arena, la purificación del agua se hace en una dirección de arriba hacia abajo, y eso generalmente, por la facilidad de lavar la arena sucia. Más tarde hablaremos del lavado.

Un filtro (tomando un ejemplo corriente) consiste en un estanque cuadrado o rectangular de 1.80 metros a 2.50 metros de hondura, lleno hasta un metro más o menos de la superficie de materiales para filtrar, o mejor dicho, para purificar, y provisto de dispositivos que permiten echar el agua natural encima de la arena y extraer abajo el agua filtrada.

Se coloca generalmente los filtros en baterías de 2 y 4, de los cuales uno está de reserva para permitir cambiar de uno a otro y así llevar a cabo la limpieza cuando es necesario. Se calcula que se necesita una área o superficie de 56 metros cuadrados por 1 000 habitantes, pero ese número varía algo según la calidad del agua por tratar y la dotación por habitante.

Una sección o corte de filtro consiste en capas de materiales como sigue:

1) Al fondo. Piedra chancada (75 m/m. diám.) espesor. . . . .	230 a 280 m/m.
2) Encima. Piedra chancada (50 m/m. diám.) . . . . .	100 »
3) Encima. Cascajo grueso . . . . .	75 »
4) Encima. Cascajo fino. . . . .	75 »
5) Encima. Arena . . . . .	610 »
Total . . . . .	1.10 mts.

En algunos casos la alcantarilla del agua filtrada consiste en ladrillos puestos de plano con aberturas acanaladas y cubierta de ladrillos o tejas planas.

En otros, se hace canales en un lecho de concreto y les cubre con tejas planas, se hace los canales con una pendiente suave hasta el pozo de salida. Se considera como lo mejor, la arena gruesa, dura y cuarzona. Arena de granito es lo mejor cuando se puede conseguir. En la práctica el grado propio de purificación, o mejor dicho la velocidad de filtración, es entre 2.40 a 3.60 metros por 24 horas.

10 centímetros por hora es igual a 2.4 metros por 24 horas, y en un establecimiento moderno y bien construído, no se trabaja más ligero. Es costumbre dar un margen y se edifica los establecimientos sobre la base de más o menos 560 metros cuadrados por 1 000 de población. No hay regla fija, sin embargo, pues mucho depende de la calidad del agua y de la cantidad que se necesita por habitante y por día.

La parte principal de la operación de filtración es la pronta formación de una capa delgada de sedimento sobre la superficie de la arena. Antes de la formación de esta capa fina, el uso del agua *no* queda libre de peligro; por consiguiente, es importante después de la limpieza de un filtro, dejar asentarse el agua más o menos 12 horas y después dejarla correr perdiéndose varias horas antes de principiar a almacenarla en el estanque de alimentación. La capa delgada que se forma en el filtro es nada más que un «campo de batalla» para millones de bacterios que quieren pasar libres pero no pueden, por ser los pasajes o agujeritos entre cada grano de arena demasiado chicos una vez formada esta substancia en la superficie de cada grano.

Antes de dejar esta sección de mi lectura, queria hacer notar que también es muy ventajoso dejar que el agua sucia se tranquilice en un gran estanque por algún tiempo antes de entrar al filtro. Muchos tipos de bacterios mueren cuando el agua está estacionaria de esta manera. El Dr. Houston, hombre muy conocido por sus experimentos en el ramo de purificación del agua en Inglaterra, dice que dejando el agua del rio Lea en un estanque de precipitación para unos 60 días, se puede quitar el 90% a 98% de los microbios del tipo ordinario.

La altura del agua encima de la arena no tiene gran importancia, pero debe ser lo suficiente para evitar perjuicios por las heladas del invierno y el calor del verano. Este último favorece mucho la vegetación orgánica dañosa. Después de limpiar un filtro, una diferencia del nivel de unas tantas pulgadas entre el agua encima de la arena y en el pozo de salida, es suficiente para pasar la cantidad máxima permitida. Pero como se sigue cargando la arena, es necesario aumentar poco a poco esta diferencia hasta unos 50 centímetros; mas sería peligroso, pues la gran presión sobre la arena podría producir rendijas que dejarían pasar agua sin ser filtrada.

Se puede tener un filtro en uso sin limpiarlo de una semana hasta dos meses. Es lástima que en muchas partes, se dejen correr mucho más tiempo sin limpiarlos. Cuando llegue al punto máximo, los 50 centímetros, se saca una capita de unos 13 m/m de grueso y se principia de nuevo a hacer funcionar el filtro. Se repite esta operación hasta que el espesor de la arena es reducido a más o menos 30 cms. Entonces se saca para lavarla toda la arena que es descolorada; además se abren orificios en la restante con un palo para su aereación.

(Concluirá)