

Determinacion del grado hidrotimétrico de las aguas. Ensayes preliminares.

“Cuando se quiere ensayar una agua cualquiera, se debe, ante todo, comenzar por tomar una pequeña cantidad (20 á 25 gramos por ejemplo) en una copa, y se vierte un centímetro cúbico de reactivo jabonoso. Si despues de algunos instantes de agitacion por medio de un agitador, el agua toma un tinte opalino sin dar precipitados grumosos, se puede hacer el ensaye sin ocurrir á la dilucion por medio del agua destilada, como para este caso lo vamos á indicar.

“Si por el contrario, el agua sometida á este experimento preliminar produce *grumos*, se debe inferir que está muy cargada de sales de cal y de magnesia para que se pueda ensayar tal como es, y que es preciso mezclarla con agua destilada, de manera que se rebaje á un grado hidrotimétrico inferior á 30 grados. Se agrega una, dos ó mayor número de veces su volúmen de agua destilada, segun que es más ó ménos impura, y esta adicion se practica fácilmente por medio de un frasco de ensaye marcado de 10 en 10 centímetros cúbicos, hasta 40 ó mayor todavía, por medio de una pipeta exactamente graduada. Cuando la mezcla se hace en proporciones convenientes, se puede analizar con seguridad; pero se debe tener cuidado de contar el doble, triple ó cuádruple del grado observado, segun que se haya añadido 1, 2 ó 3 volúmenes de agua destilada.

“Sucede algunas veces que el agua destilada no es perfectamente pura y que necesita más de una division del reactivo hidrotimétrico para dar una espuma persistente; así es que, cuando se debe mezclar en porciones más ó ménos grandes con el agua que se quiere ensayar, importa rectificar previamente el grado que tenga. Es fácil de comprender, en efecto, que si una agua destilada en lugar de dar una espuma persistente á 0°, y de neutralizar solamente una division del líquido hidrotimétrico, neutraliza 2 ó 3, aumentaria al agua que se analiza uno ó dos grados que no le pertenecen realmente; y que este error, multiplicado por el número de volúmenes empleados de agua destilada perjudicaria

singularmente á la exactitud de los resultados. Esta observacion es de grande interes. Otra haremos tambien que se refiere al líquido hidrotimétrico mismo. Este líquido, cuyo título exacto es la condicion fundamental de los ensayes hidrotimétricos y la garantía de sus resultados puede tener modificaciones con el tiempo, como todas las preparaciones análogas, y ofrecer variaciones dependientes del cuidado que se ponga en su preparacion para evitar estas causas de error; cuando se trata de experimentos que necesitan una perfecta exactitud, es necesario, ántes de emprender una serie de análisis, rectificar su título por medio del líquido *normal* compuesto de 0^{grm.} 25 de cloruro de calcio fundido, ó mejor de 0^{grm.} 59 de nitrato de barita por litro de agua destilada perfectamente pura, recordando que este líquido normal debe marcar 22°. Al tomar el grado hidrotimétrico de una agua, el calor de la mano que tiene la bureta puede dilatar el reactivo y cambiar el resultado del ensaye. Para evitar este inconveniente es útil tomar la bureta con una pinza de madera, como lo aconseja M. Peligot.

ENSAYE.

“Para ensayar una agua se miden 40 centímetros cúbicos en el frasco marcado y se vierte poco á poco el líquido hidrotimétrico contenido en la bureta, examinando de tiempo en tiempo si agitando el líquido se produce una espuma ligera y persistente. Esta espuma debe formar en la superficie del agua una capa regular de más de medio centímetro de altura y sostenerse por lo ménos diez minutos sin apagarse. El grado que se lee en el hidrotímetro cuando se llega á obtener esta espuma, es el grado hidrotimétrico del agua examinada.

“No se debe anotar este grado sino despues de haber esperado el momento en que el líquido adherente á las paredes internas de la bureta se haya escurrido, y esté perfectamente fijo su nivel ó *menisco*.

“Este grado indica:

- 1º El número de decígramos de jabon que el agua neutraliza por litro;
- 2º La medida de su pureza ó el lugar que ocupa en la escala hidro-

timétrica. Sea 20° el grado observado, resulta que un litro de agua ensayado neutraliza 20 decigramos ó 2 gramos de jabon, y que esta agua lleva por número de órden 20° en la escala hidrotimétrica.

Determinacion del ácido carbónico y de las sales de cal y de magnesia contenidas en las aguas de manantiales y de rios.

“Esta determinacion solamente requiere cuatro operaciones sucesivas y demanda de 400 á 500 gramos de agua:

La primera operacion consiste en tomar el grado hidrotimétrico del agua al estado natural;

La segunda en tomar el grado despues de haber precipitado la cal por medio del oxalato de amoniaco;

La tercera en tomar el grado despues de haber eliminado por la ebullicion el ácido carbónico y el carbonato de cal;

La cuarta en tomar el grado despues de haber precipitado por el oxalato de amoniaco las sales de cal que no han sido separadas por la ebullicion.

“Se procede del modo siguiente:

“Despues de haber fijado el grado hidrotimétrico del agua natural, se mide por medio del frasco de ensaye una nueva cantidad de agua igual á 50 centímetros cúbicos, y se le agregan 2 centímetros cúbicos de disolucion de oxalato de amoniaco al sexagésimo (agua destilada 59 gramos, oxalato de amoniaco 1 gramo).

“Se agita fuertemente el líquido por medio de un tubo y se abandona durante media hora; se filtra despues, y ya no contiene sales de cal; se miden 40 centímetros cúbicos y se toma el grado.

“Por otra parte, se llena con el agua que se quiere analizar, el matraz hasta su marca circular, se hierve suavementé durante media hora, por medio de la lámpara de alcohol, para desprender el ácido carbónico y precipitar el carbonato de cal; se deja enfriar completamente; se repone el volúmen primitivo del agua hervida, agregando agua destilada hasta el nivel ó menisco de la señal circular, despues de haber cerrado el

matraz por medio de un tapon, se agita el agua con el depósito que se ha formado; en fin, se filtra y se toma el grado de 40 centímetros cúbicos de esta agua filtrada.

“En último lugar: se toman 50 centímetros cúbicos de esta misma agua hervida y filtrada, y se agregan 2 centímetros cúbicos de oxalato de amoniaco, que elimina la cal que la ebullicion no ha precipitado al estado de carbonato. Se agita con el tubo, se deja reposar, se filtra y se toma el grado de 40 centímetros cúbicos del líquido filtrado.

“Supongamos que se haya encontrado:

1° El grado hidrotimétrico del agua al estado natural.....	= 25°
2° El grado del agua precipitada por el oxalato de amoniaco.....	= 11°
3° El grado del agua hervida y filtrada.....	= 15°
4° El grado del agua hervida, filtrada y precipitada por el oxalato de amoniaco.....	= 8°

“Se debe hacer una correccion al tercer resultado, para tener cuenta del carbonato de cal, que en razon de su solubilidad en el agua, no ha sido precipitada por la ebullicion. Esta correccion consiste en restar 3° de la cifra observada, es decir, en el ejemplo presente, 3° de 15° igual á 12°.

“El carbonato de cal, siendo un poco soluble en el agua, ésta retiene á la temperatura ordinaria una cantidad no despreciable. M. Peligot, cuya habilidad y exactitud son reconocidas, la valúa en 0^{grm.}02 por litro, empleando el mármol en polvo ó el carbonato de cal artificial. Ensayando con el hidrotímetro una disolucion de carbonato de cal, que hemos descompuesto por una ebullicion prolongada y filtrada, hemos observado que marcaba sensiblemente 3° que representan 0,03 de carbonato de cal por litro. Se puede admitir que en las condiciones de práctica en que hemos debido colocarnos, el agua retiene una cantidad de carbonato de cal superior á aquella que puede disolver cuando debe vencer la cohesion del mármol pulverizado; hemos admitido que las aguas cargadas de bicarbonato de cal retenian 0^{grm.}03 de carbonato por litro,

despues de la ebullicion prolongada, y hemos fijado segun este número la correccion de que se trata.

“Hecha esta correccion, se deben interpretar los cuatro diferentes datos obtenidos, del modo siguiente:

1º El primero, 25°, representa la suma de las acciones producidas en el jabon por el ácido carbónico, el carbonato de cal, las diversas sales de cal y las sales de magnesia, contenidas en el agua analizada.

2º El segundo, 11°, representa las sales de magnesia y el ácido carbónico que quedaron en el agua despues de la eliminacion de la cal; por consecuencia, $25^\circ - 11^\circ = 14^\circ$ representan las sales de cal.

3º El tercero 15°, reducidos á 12°, despues de la correccion, representa las sales de magnesia y las sales de cal, diferentes del carbonato. $25^\circ - 12^\circ = 13^\circ$ representan, por consecuencia, el carbonato de cal y el ácido carbónico.

4º El cuarto, 8°, representa las sales de magnesia contenidas en el agua, y que no han podido precipitarse, ni por la ebullicion, ni por el oxalato de amoniaco.

“Las sales de cal y de magnesia estando representadas, las primeras por 14°, las segundas por 8° y el conjunto por 22°, es evidente que de los 25° del agua al estado natural, quedan 3° para el ácido carbónico.

“En resúmen, se puede inferir de las observaciones precedentes:

- 1º Que el ácido carbónico, las sales de cal y de magnesia contenidos en un litro de agua examinada equivalen á..... 25°
Que, por consecuencia, un litro de esta agua neutraliza 25 decígramos ó 2^{grm.}50 de jabon.
- 2º Que las sales de cal equivalen á..... 14°
- 3º Que las sales de magnesia equivalen á..... 8°
- 4º Que el ácido carbónico equivale á..... 3°
- 5º Que el ácido carbónico equivalente á 3°, el carbonato de cal y el ácido carbónico reunidos, equivaliendo á 13°, el carbonato de cal equivale á $13^\circ - 3^\circ = \dots\dots\dots 10^\circ$
- 6º Que las sales de cal en totalidad, equivaliendo

á 14° y el carbonato de cal á 10°, el sulfato de cal ó las sales de cal, otros que el carbonato equivalen á $14^\circ - 10^\circ = \dots\dots\dots 4^\circ$

“Se ve que el agua examinada contiene:

1º Acido carbónico.....	3°
2º Carbonato de cal.....	10°
3º Sulfato de cal ó sales de cal diferentes del carbonato	4°
4º Sales de magnesia.....	8°
	25°

“Por medio de la pequeña tabla de la pág. 103, que indica el equivalente de un grado hidrotimétrico para un litro de agua, de cierto número de cuerpos, es fácil traducir estos grados en pesos para las sales y en volúmen para el ácido carbónico. Basta para ésto multiplicar el número de los grados observados para cada cuerpo en particular, por el número correspondiente á 1° hidrotimétrico de este cuerpo.

“En el caso particular que hemos elegido, suponiendo que la cal se encuentre en el agua al estado de carbonato y de sulfato, y la magnesia al estado de sulfato, se ve que el agua analizada debería contener:

Acido carbónico libre, $3^\circ = 3 \times 0^{\text{lit.}} 005 = \dots\dots$	0 ^{lit.} 015
Carbonato de cal, $10^\circ = 10 \times 0^{\text{lit.}} 0103 = \dots\dots$	0 103
Sulfato de cal, $4^\circ = 4 \times 0^{\text{lit.}} 0140 = \dots\dots\dots$	0 056
Sulfato de magnesia, $3^\circ = 8 \times 0^{\text{lit.}} 0125 = \dots\dots$	0 100
	0 ^{lit.} 259

“Es de notar que la proporcion de ácido carbónico libre contenido en las aguas dulces siendo muy pequeña, que un grado de carbonato de cal, equivaliendo á 0^{grm.}01 de esta sal, y que los números proporcionales de esta sal y de los sulfatos de cal y de magnesia, no siendo muy diferen-

tes los unos de los otros, el grado hidrotimétrico de una agua representa aproximadamente, en general, el peso en centigramos de las sales terrosas contenidas en un litro de esta agua, de suerte que, si por ejemplo, el grado hidrotimétrico de una agua es de 25° , se puede presumir *a priori*, que el peso de las sales terrosas que contiene no debe alejarse mucho de 0,23 á 0,25. Esta preciosa coincidencia ha sido comprobada en un gran número de análisis. En el estudio anterior se obtienen 0,259 para el peso de las sales terrosas contenidas en una agua á 25° .

“Si se quieren encontrar las proporciones de sulfatos ó de cloruros, se ocurrirá á los medios mencionados ya para la determinacion del ácido sulfúrico ó del cloro.”

Sin este método de los Sres. Boutron y Boudet, no nos hubiera sido posible emprender en tan corto tiempo el análisis comparativo de las aguas, desde las de lluvia y los deshielos del Popocatepetl, que son las más ligeras, hasta las más calcáreas del Peñon de los Baños, que tienen 98° hidrotimétricos; no habríamos podido decir con la seguridad que hoy lo afirmamos, que el agua delgada que surte á la capital, reconocida como la mejor, es la más insalubre. Por fortuna la ciudad de México dispone de preciosos recursos, ignorados hasta hoy, en las magníficas aguas que puede hacer venir fácilmente de los manantiales abundantísimos de las orillas del lago de Xochimilco y que puede aumentarse el caudal de las de Chapultepec, ampliándolas por medio de convenientes excavaciones.

Pocos países tienen la fortuna de disponer de tan ricos y providenciales elementos de vida; los rios que dan las aguas potables de Europa y de las más populosas ciudades de América, arrastran en su curso materiales calcáreos, orgánicos y también organizados, tan peligrosos para la propagacion de las epidemias y que perjudican por sus elementos fermentecibles, á un gran número de aplicaciones domésticas de las aguas potables.

