



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 17 – ABRIL DE 2009

“DETERMINACIÓN DE LA DUREZA DEL AGUA POR EL MÉTODO COMPLEXOMÉTRICO EN CICLOS FORMATIVOS”

AUTORÍA MARÍA JESÚS MOLINERO LEYVA
TEMÁTICA MÉTODOS OFICIALES ANÁLISIS DE AGUA
ETAPA FORMACIÓN PROFESIONAL

Resumen

Para determinar la dureza del agua encontramos una gran variedad de métodos, en las determinaciones que se realizan en los ciclos formativos deben utilizarse métodos oficiales siempre que los medios disponibles lo permitan. El método complexométrico con AEDT es el método oficial para la determinación de la dureza del agua.

Palabras clave

Análisis agua, dureza, calcio, magnesio, AEDT, ácido etiléndiamino-tetracético, volumetría complexométrica, indicador, regulador de pH, método oficial.

1. JUSTIFICACIÓN DIDÁCTICA

En diferentes módulos pertenecientes a Ciclos Formativos de la Familia Profesional de Sanidad se hace necesario que los alumnos y alumnas analicen la dureza en diferentes clases de agua. A continuación se presenta una aplicación práctica de la norma española UNE 77040:2002 Calidad del agua. Determinación de la dureza del agua. Método complexométrico con AEDT, adaptada a los recursos materiales que encontramos en los centros educativos.

A los alumnos y alumnas se les debe dar la autonomía suficiente para que sean capaces de consultar la normativa vigente y extraer los métodos que deben utilizar en el laboratorio, siempre bajo la supervisión del profesorado.

2. BASES CONCEPTUALES

La dureza de un agua, también conocida como grado hidrotimétrico, corresponde a la suma de las concentraciones de cationes metálicos, sin considerar la concentración de los metales alcalinos y del ión hidrógeno. En casi la totalidad de los casos la dureza se debe a la presencia de iones de calcio y magnesio, a los que en ocasiones se suman los iones hierro, aluminio, estroncio y manganeso.

En el agua podemos determinar diferentes tipos de dureza:

- Dureza total: contenido en calcio y magnesio.
- Dureza permanente: contenido en calcio y magnesio en forma de sulfatos, cloruros, nitratos... Dureza que persiste tras la ebullición del agua.
- Dureza temporal o carbonatada: contenido en calcio y magnesio en forma de carbonatos y bicarbonatos. Resulta de la diferencia de restar la dureza permanente a la dureza total.
- Dureza cálcica: contenido en calcio.
- Dureza magnésica: contenido en magnesio.

La dureza de un agua puede determinar su calidad, así podemos clasificarla en:

- **Buena calidad:** hasta 150 mg $\text{CO}_3\text{Ca/l}$
- **Calidad media:** de 150 a 300 mg $\text{CO}_3\text{Ca/l}$
- **Calidad aceptable:** de 300 a 500 mg $\text{CO}_3\text{Ca/l}$
- **Mala calidad. Difícilmente utilizable:** más de 600 mg $\text{CO}_3\text{Ca/l}$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 17 – ABRIL DE 2009

4. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DUREZA

4.1. Fundamento teórico.

La sal disódica del ácido etiléndiamino-tetracético, conocido como AEDT, al añadirla sobre una solución que contenga ciertos cationes metálicos forma un complejo soluble cuya presencia se pone de manifiesto, a un pH aproximado de 10, mediante un indicador.

Al añadir AEDT como agente titulante, los iones de calcio y magnesio se complejará, cuando todo el calcio y el magnesio presente en el agua a analizar se encuentren complejados, se producirá un viraje del indicador los que significa que la complexometría ha llegado al punto final.

Para evitar la corrección con un blanco es necesario que una pequeña cantidad, complexométricamente neutra, de sal de magnesio de AEDT esté presente en la reacción.

4.2. Reactivos:

- Solución tampón: cloruro amónico, hidróxido de amonio concentrado, sal magnésica del AEDT.
- Indicador: negro de eriocromo T.
- Solución de la sal disódica del ácido etiléndiamino-tetracético dihidratada 0,01 M.
- Solución de hidróxido sódico 0,1 N.

4.3. Material e instrumental necesario:

- Matraz erlenmeyer.
- Bureta o dispositivo adecuado.
- Soporte.
- Pinzas.
- Nueces.
- Vaso de precipitado.
- Matraz aforado.
- Embudo.



ISSN 1988-6047

DEP. LEGAL: GR 2922/2007

Nº 17 – ABRIL DE 2009

- Varilla agitadora.
- Vidrio de reloj.
- Espátula-cucharilla.
- Balanza.
- Pipeta.
- Prepipeta.
- Probeta.
- pH-metro.

4.4. Preparación de reactivos:

- **Solución tampón.**

En 572 ml de hidróxido amónico concentrado (NH_4OH) disolver 64 g de cloruro amónico (NH_4Cl). Añadir 5 g de sal magnésica del AEDT. Completar con agua desmineralizada hasta 1000 ml.

Esta solución es estable durante un mes almacenada en recipientes estables de plástico o vidrio.

Desechar la solución tampón cuando al adicionar 1 ó 2 ml sobre la muestra no se alcance un pH de 10 +/- 0,1.

- **Indicador.**

Negro de eriocromo T: sal disódica de ácido 1- (1-hidroxi-2-naftilazo)-5 nitro-2-naftol-4-sulfónico.

Se puede preparar de tres formas diferentes:

- Indicador sólido. Mezclar 1,25 g de negro de eriocromo T con 100 g de NaOH.
- Indicador líquido. Mezclar 1,25 g de negro de eriocromo T con 11,25 g de hidrocloreuro de hidroxilamina. Disolver la mezcla en 250 ml de alcohol etílico o alcohol isopropílico al 95%.
- Indicador líquido. Mezclar 1,25 a 2,5 g de negro de eriocromo T en 250 g de trietanol amina o de etilenglicol monoetílico.

Si el indicador se ha deteriorado va a dar puntos finales poco claros.

- **Solución de la sal disódica del ácido etiléndiamino-tetracético dihidratada 0,01 M.**



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 17 – ABRIL DE 2009

Pesar 3,723 g de reactivo para análisis de la sal disódica del ácido etiléndiamino-tetracético dihidratada, disolver en agua desmineralizada y enrasar en matraz aforado de 1 l.

- Solución patrón e calcio.
- Solución de hidróxido sódico 0,1 N.

4.5. Técnica para determinar la dureza de un agua problema:

- 1) Medir un volumen de muestra de forma que sean necesarios menos de 15 ml de AEDT y se realice la valoración en menos de 5 minutos.

Medir 25 ml de agua problema.

- 2) En un recipiente adecuado, como un matraz erlenmeyer, adicionar los 25 ml de agua problema medidos y aproximadamente 25 ml de agua desmineralizada.

- 3) Añadir de 1 a 2 ml de solución tampón.

- 4) Comprobar mediante pH-metro que el pH de la muestra es de 10 +/- 0,1.

- 5) Añadir una pizca o de una a dos gotas de indicador según sea sólido o líquido. La solución adquiere una coloración rojiza más o menos intensa en función del método de preparación del indicador.

Para obtener un punto final nítido se usa la menor cantidad de indicador posible.

- 6) Añadir lentamente y agitando la solución de AEDT desde una bureta o dispositivo adecuado hasta que la coloración rojiza desaparezca. Añadir las últimas gotas de agente valorante a intervalos de 3 a 5 segundos.

Es recomendable realizar la valoración a la luz del día, si no es posible realizarla a la luz de lámparas fluorescentes, ya que las lámparas incandescentes tienden a hacer que se perciba un tinte rojizo en el color virado del indicador.



- 7) El punto final de la valoración se pone de manifiesto con la aparición de un color azul.
- 8) Si no hay un cambio de color nítido puede deberse a un indicador no apropiado o a que se deba añadir un inhibidor a la muestra.
- 9) Anotar los ml de AEDT gastados en la complexometría $\rightarrow V$.
- 10) Si se dispone de agua problema suficiente se puede mejorar la exactitud del resultado aumentando el volumen de muestra.

Para aumentar la precisión del resultado repetir el procedimiento como mínimo en tres ocasiones y calcular la media de los ml de AEDT gastados en cada valoración.

Realizar la valoración a temperatura ambiente. Temperaturas demasiado elevadas hacen que el indicador se descomponga. Temperaturas demasiado bajas hacen que el cambio de color sea demasiado lento.



5. RESULTADOS DE LA DUREZA

V son los ml de EDTA 0,01 M gastados en la valoración de la dureza del agua de la muestra problema.

$$\left. \begin{array}{l}
 1000 \text{ ml EDTA } 1 \text{ M} \quad \text{_____} \quad 100 \text{ g de } \text{CO}_3\text{Ca} \\
 V \text{ de EDTA } 0,01 \text{ M} \quad \text{_____} \quad X
 \end{array} \right\}$$



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 17 – ABRIL DE 2009

$$X = V \times 0,001 \text{ g de CO}_3\text{Ca en 25 ml de agua}$$

Para expresar el resultado en p.p.m. o mg por litro de agua multiplicamos los ml de AEDT gastados en la valoración por el siguiente factor de conversión

$$X = V \times \mathbf{20} \text{ mg de CO}_3\text{Ca por litro de agua}$$

6. EJEMPLO DE LA DETERMINACIÓN DE LA DUREZA

Para una determinación analítica es necesario analizar previamente la dureza del agua a estudiar por las posibles interferencias que pueda suponer la dureza en la técnica. Para ello se analiza la dureza del un agua de consumo público por el método complexométrico con AEDT 0,01 M.

El agua se analiza a 17,5 °C. No es necesario adicionar inhibidor ya que alcalinidad del agua problema es baja.

La determinación se repite en tres ocasiones gastando de media 13,5 ml de AEDT 0,01 M.

$$\left. \begin{array}{l} 1000 \text{ ml EDTA } 1 \text{ M} \quad \text{_____} \quad 100 \text{ g de CO}_3\text{Ca} \\ 13,5 \text{ ml de EDTA } 0,01\text{-M} \quad \text{_____} \quad X \end{array} \right\}$$

$$X = 13,5 \times 0,001 \text{ g de CO}_3\text{Ca en 25 ml de agua}$$

$$X = 270 \text{ mg de CO}_3\text{Ca / litro de agua problema}$$

Podemos considerar el agua analizada de calidad media según la dureza.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 17 – ABRIL DE 2009

7. BIBLIOGRAFÍA

- Rodier, J. (1998). *Análisis de las aguas: agua naturales, aguas residuales, aguas de mar*. Barcelona: Omega.
- AENOR. *UNE 77040*. Calidad del agua. Determinación de la dureza del agua. Método complexométrico con AEDT, 2002.

Autoría

- Nombre y Apellidos: María Jesús Molinero Leyva
- Centro, localidad, provincia: I.E.S. La Zafra, Motril, Granada
- E-mail: mariajesusml@hotmail.com