

DETERMINACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LA DUREZA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE HUACHO

DETERMINATION AND ELIMINATION OF HARDNESS WATER DISTRICT HUMAN CONSUMPTION HUACHO

Recibido: 24/02/16

Revisado: 26/02/16

Aceptado: 01/03/16

Máximo Tomas Salcedo Meza¹, Dalila Inocenta Zavaleta Sotelo¹, Jaqueline Victoria Aroni Mejia¹, Delia Violeta Villafuerte Castro², Fredy Roman Paredes Aguirre¹, Jaime Imán Mendoza¹, Everardo Cadillo Huerta³, Dalia Alejandra Milagros Dávalos Castañeda², Mavet Carolina Escudero Marcos²

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objetivo de comprobar la dureza que contiene el agua potable suministrado por la EPS EMAPA HUACHO S.A al distrito de Huacho; la gran mayoría de pobladores se habrán percatado que cada vez que hervimos el agua en casa, se observa la presencia de sólidos blanquecinos en suspensión, si bien es cierto la OMS no impide que las empresas que suministran agua para el consumo humano, abastezcan con una dureza que puede llegar hasta 500ppm, solo porque no se ha determinado puntualmente que la dureza cause alguna enfermedad con pruebas científicas; en cuanto a los metales pesados se tiene conocimiento que pueden acumularse en el organismo vivo y causar enfermedades como cáncer, vómitos, diarreas y otros.

Para analizar el agua se realizó un trabajo conjunto con la empresa en la toma de muestras de los dos pozos que abastecen a la ciudad de Huacho el pozo N° 03 y pozo N° 09, utilizando el laboratorio de la facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica para realizar los análisis por nuestra parte y así poder contrastar con los resultados de los análisis de la empresa EMAPA HUACHO.

Mediante la comparación de los resultados obtenidos en ambos laboratorios, se puede comprobar que en el pozo N° 03 existe solo un diferencial de 1,4 mg/L y en el pozo N° 09 un diferencial de 0,6 mg/L, diferencias que pueden ser aceptables para nuestra investigación. Además se puede realizar también una comparación con el mes de Abril, mes que tiene una ligera alza en ambos pozos que hubiera preocupado si hubiera sido lo contrario. En conclusión los pozos

que abastecen agua potable a la ciudad de Huacho se encuentran dentro del rango que la OMS lo da como permisible.

PALABRAS CLAVES: Dureza, pozos, parte por millón.

ABSTRACT

The present study was conducted to check the hardness containing drinking water supplied by the EPS EMAPA HUACHO SA to the district of Huacho; the vast majority of people will have noticed that every time we boil water at home, the presence of white solids in suspension is observed, although WHO does not prevent companies that supply water for human consumption, stocked with a hardness can reach 500ppm, just because there was promptly determined that the hardness cause disease with evidence; in terms of heavy metals it is known that can accumulate in living organisms and cause diseases like cancer, vomiting, diarrhea and others.

To test water working together with the company in the sampling of two that supply the city of Huacho the well borehole No. 03 and No. 09, using the laboratory of the Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering wells was performed for analyzes from us so you can compare with the results of the analyzes the company EMAPA HUACHO.

By comparing the results obtained in both laboratories, it can be seen that in the well there is only a differential N°03 of 1.4 mg / L and wellbore differential n°09 1.6 mg / L, differences may be acceptable for our research. In addition you can also make a comparison with the month of April month has a slight rise in both wells have cared if it had been otherwise. In conclusion wells that supply drinking

¹ Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Lima - Perú

² Estudiantes de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Lima - Perú.

³ Administrativo de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Lima - Perú.

water to the city of Huacho are within the range that WHO gives it as permissible.

KEYWORDS: Hardness, wells, part per million.

INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia esencial para todas las formas de vida, y también es una importante materia prima. Las mayores reservas de agua están en los océanos. Las fuentes de agua dulce, tanto superficiales como subterráneas no se encuentran distribuidas homogéneamente, sobre la masa de tierra que forman los continentes. Además las aguas varían en cuanto a la extensión de purificación o tratamiento requerido.

La EPS EMAPA HUACHO S.A., se encuentra dentro del Sector del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, entidad rectora en lo que respecta a saneamiento, en asuntos relacionados a la Economía, se encuentra comprendido dentro del Presupuesto de las Empresas Municipales del Sector Público y está sujeta a la regulación y supervisión de los servicios que presta, por la Súper Intendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS.

La continuidad del servicio en Huacho es aproximadamente de 15 horas al día, siendo escaso el abastecimiento en algunas zonas, por lo que existe una deficiencia del servicio, dichas deficiencias de servicio son en zonas de baja presión.

El proceso de potabilización que efectúa EMAPA Huacho, consiste en inyectar cloro gaseoso por intermedio de una bomba Booster, para eliminar los agentes patógenos, asegurando la salud de los usuarios, una vez efectuado la desinfección, el agua proveniente de los pozos tubulares tiene un contenido de 400 a 500 mg/l de CaCO_3 , que demuestra que el agua que consume la población de Huacho tiene una alta dureza.

Hay estudios científicos que demuestran una relación directamente proporcional entre el consumo de agua dura y las enfermedades que originan los cálculos renales y biliares, vómito, diarrea, dolor abdominal y muscular, así como salivación.

• Este proyecto tiene como finalidad realizar la Determinación y la Eliminación de la Dureza del agua de consumo Humano por espectrofotometría de absorción atómica en las Aguas de consumo del Distrito de Huacho, se escogió este tema, considerando las siguientes razones

✓ Los niveles de contaminación del agua de consumo del distrito de Huacho, por dureza como el Calcio, Magnesio, se desconocen, por lo cual hace falta la información para la toma de decisiones para programas de saneamiento y desarrollo del distrito de Huacho.

✓ La dureza del agua de consumo humano constituyen un serio problema ambiental y de salud debido a su toxicidad en los seres humanos como en los animales.

La realización del estudio es conveniente por lo siguiente:

✓ Permite a la universidad plantear soluciones a los problemas de la sociedad.

✓ La adquisición de equipos y entre ellos el espectrofotómetro de absorción atómica servirán posteriormente a reforzar la labor de investigación y enseñanza- aprendizaje en la formación eco sistémica de los estudiantes de la facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se ha realizado una investigación de tipo descriptivo no experimental, la técnica a ser aplicada es la de trabajo de Campo y de Laboratorio, y que el estudio de la determinación de dureza del agua de consumo humano del distrito de Huacho se va a realizar tomando en cuenta los siguientes factores:

Limpieza y preparación de los frascos de muestreo, técnicas de muestreo, preservación y transporte, ambiente de trabajo, método, reactivos, material de vidrio, pre tratamiento de la muestra, preparación de patrones o estándares, calibración del equipo, curva de calibración, medición, cálculos, resultados

En esta investigación se explica la determinación de la dureza por el método complejométrico basado en el uso del reactivo "sal disódica del ácido etilendiamin tetracético EDTA". De acuerdo con los criterios actuales, la dureza total se define como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio, ambas expresadas como carbonato de calcio, en miligramos por litro.

El método se fundamenta en la propiedad que tiene el EDTA de formar complejos estables con los iones de los metales alcalinotérreos y en el uso de indicadores apropiados. Puesto que el EDTA también forma complejos estables con iones de manganeso, hierro, cobre, plomo, cobalto, cinc, níquel y plata, el método no es aplicable a aguas residuales que contengan apreciables cantidades de estos elementos.

**Ethylenediaminetetra - acetic Acid (EDTA)
Tetrasodium Salt**

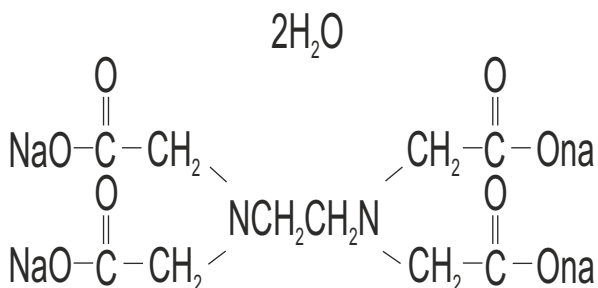


Figura N°. 1. Molécula del Ácido Etilendiamintetracético

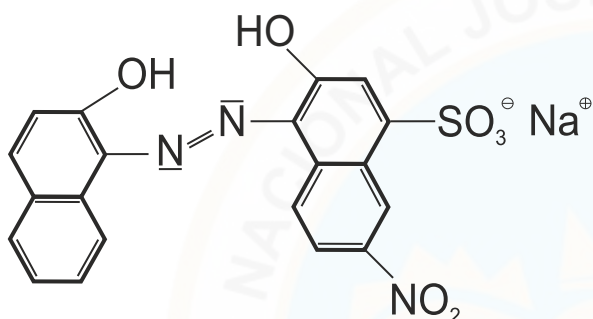


Figura N°. 2. Estructura Molecular del Negro de Eriocromo T

Para la determinación de calcio:

- 1°. Seleccione y tome un volumen de muestra adecuado en un erlenmeyer de 250 ml de capacidad y adicione 2,0 ml de solución de NaOH, 0,1 N, para impeler a la muestra un pH entre 12 y 13 y cerciórese del pH con ayuda de papel indicador o de un potenciómetro.
- 2°. Adicione 3 gotas de Trietanolamina para evitar la interferencia de otros metales.
- 3°. Agite y añada 0.05 g de indicador Murexida.
- 4°. Titule lentamente con EDTA 0,01M, agitando continuamente hasta el cambio de color de rosa a púrpura. Titule cuidadosa pero rápidamente porque el indicador es inestable en medio fuertemente alcalino.

NOTA: En ambos casos, es aconsejable realizar la titulación con luz natural sobre fondo blanco, o en su defecto, con una lámpara fluorescente de luz día, ya que las lámparas de incandescencia, tienden a enmascarar los colores.

Los cálculos se realizan con base en la ecuación $V_{EDTA} \times M_{EDTA} = V_{MUESTRA} \times M_{MUESTRA}$.

Por ejemplo, para la primera titulación, en la que se mide el Ca, tendríamos:

$$M_{Ca} = \frac{V_{EDTA} \cdot M_{EDTA}}{V_a \cdot \rho_{Ca}}$$

$$\frac{M_{Ca} \times 1000 - \text{miliMoles}}{\text{Mol} \times 40 - \text{mg/miliMol}} = \text{Concentración de Ca en mg/L; como Ca}$$

$$\frac{M_{Mg} \times 1000 - \text{miliMoles}}{\text{Mol} \times 100 - \text{mg/miliMol}} = \text{Concentración de Ca en mg/L; como CaCo}_3$$

Del mismo modo, para la segunda titulación, en la que se miden conjuntamente el calcio y el magnesio,

$$M_{Mg} = \frac{V_{EDTA} \cdot M_{EDTA}}{V_a \cdot \rho_{Mg}}$$

y como

$$M_{Ca+Mg} - M_{Ca} = M_{Mg}$$

Entonces:

$$\frac{M_{Mg} \times 1000 - \text{miliMoles}}{\text{Mol} \times 24.3 - \text{mg/miliMol}} = \text{Concentración de Mg en mg/L; como Mg}$$

$$\frac{M_{Mg} \times 1000 - \text{miliMoles}}{\text{Mol} \times 100 - \text{mg/miliMol}} = \text{Concentración de Mg en mg/L; como CaCo}_3$$

Finalmente, la dureza total podrá calcularse como:

$$\text{Dureza Total} = M_{Ca+Mg} \times 100 \text{ mg/miliMol}$$

Para el análisis de la muestra en la UNJFSC, se utilizó el laboratorio N° 103 de Química Analítica, de la Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica. En cuanto al método se utilizó el método analítico por volumetría, utilizando un kit de análisis por titulación de HARDNESS para aguas siguiendo el siguiente procedimiento:

- 1°. Llenar el tubo de titulación (0778) hasta 5 ml en la línea con el agua simple.
- 2°. Añada 5 gotas de reactivo de dureza #5 (4483). Mezclar.
- 3°. Añadir una tableta de reactivo de dureza #6 (4484). Tapar y remover hasta que la tableta se disuelva. La solución cambiara a roja si la dureza está presente. Si la solución es de color azul no hay ninguna cantidad medible de dureza.
- 4°. Llène la lectura directa del titulador (0382)

con el reactivo de titulación de dureza #7 (4487DR). Insertar el validador en el orificio central de la tapa del tubo de ensayo.

- 5°. Mientras se agita suavemente el tubo, presione lentamente el émbolo para agregar reactivo de dureza #7 (4487DR) hasta que el color de la solución cambie de rojo a azul. Leer el resultado directamente desde la escala en la que el anillo grande en el validador se encuentra con el recipiente validador. Registre como dureza total ppm como CaCO_3 .
- 6°. Si la punta del émbolo llega al fondo de la línea en la escala de titulador (200ppm) antes de que el cambio de color ocurra, rellene el titulador y continúe la evaluación. Cuando registre el resultado de la prueba, asegúrese de incluir el valor de la cantidad original de reactivo administrado (200ppm).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, luego de los análisis realizados en la FIQyM para cada pozo, fueron los siguientes:

N° Pozo	Dureza Total (ppm CaCO_3)
03	368,6
09	379,4

El análisis de la muestra que se tomo simultáneamente de los pozos, realizado por la empresa EMAPA – HUACHO, se llevó a cabo en los laboratorios de sus instalaciones. Reportando los siguientes resultados para cada pozo.

N° Pozo	Dureza Total (ppm CaCO_3)
03	370
09	380

El cuadro que tenemos a continuación es un reporte de los análisis que realizó la empresa EMAPA – HUACHO en el mes de Abril.

N° Pozo	Dureza Total (ppm CaCO_3)
03	380
09	390

DISCUSIÓN

La cantidad de la dureza como CaCO_3 en las aguas denominadas para el consumo humano se encuentra en un rango permisible muy alto, la Organización Mundial de la salud recomienda, una suma calidad hasta 150ppm, calidad media hasta 300ppm y calidad aceptable hasta 500ppm. Este último valor es el que permite que las empresas abastecedoras de agua potable nos proporcionen agua conteniendo CaCO_3 que notoriamente precipita cuando hierve el agua, pero que aun así está

dentro del rango de calidad aceptable.

CONCLUSIONES

Se concluye que la Dureza se encuentra muy por debajo del valor referencial que toma la OMS como calidad aceptable, para las aguas que considera potables ó para consumo domestico el cuál es 500 mg/L (Como carbonato de calcio) y no es necesario utilizar algún otro método para quitarle toda la dureza.

En cuanto a la presencia de metales pesados en el agua del distrito de Huacho no se ha podido observar una cantidad notoria con los análisis organolépticos que son sabor y color para intuir la presencia de hierro u otro metal que ocasionarían enfermedades a la población, amparándonos también a los estudios realizados por parte del Ingeniero Máximo Tomás Salcedo Meza, quien junto a otros colegas realizaron una investigación sobre los metales pesados contenidos Cd, Pb y Hg en el agua potable que se abastece a la población del distrito de Huacho, concluyendo que muestran cantidades muy por debajo de lo establecido en los límites máximo permisibles por la Organización Mundial de Salud, por lo que se puede deducir que el agua que consume la población del distrito de Huacho no contiene Cadmio, Plomo ni Mercurio en cantidades dañinas para las personas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEPIS/OPS. (2004). Normas sobre la calidad del agua para Consumo Humano en el Perú. Estudio Jurídico Legal. Lima
- DEGREMOT, J. (2004). Manual Técnico del Agua Ed.Mc Graw Hill. México.
- Eskel Nordell,(1979). Tratamiento de Agua para la Industria y Otros usos Cia. Editora Continental S.A, México.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, J. (1999). Metodología de la investigación. 2da edición. Mc Graw-Hill. Editorial Esfuerzo S.A. México.
- KEMMER, FRANK N. (1979). The Nalco Water Handbook". Mc. Graw-Hill Company. USA.
- MANAHAN S. (2007). Introducción a la Química Ambiental. Editorial Reverte S.A. Barcelona.
- Nebel J. Bernal, Wright T. Richard, (1999) Ciencias Ambientales, Ecología y Desarrollo Sostenible, Ed. Pearson.
- Normas sobre la Calidad del agua para consumo humano en el Perú-Estudio Jurídico Legal. Organización Panamericana de la Salud. Centro Panorámico de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS/OPS. Lima 2004.
- Resolución Ministerial Nro. 686-2007/MINSA, que conforma la Unidad Funcional y Control de Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección General de salud Ambiental.
- ROMERO ROJAS, J. (2000). Calidad del Agua. 2da Edición. Editorial: Escuela Colombiana de Ingeniería. México
- SM: Manual de Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y Residuales. Edición 17. APHA-AWWA-WPCF. 1989 y sus actualizaciones.
- SM: Manual de Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y Residuales. Edición 17. APHA-AWWA-WPCF. 1989 y sus actualizaciones.
- Vergara Y. F. (1984). Tratamiento de Aguas Industriales. Edit. Kavi Editores S.A. Lima Perú.