



Utilización de productos para Potabilización de Agua

Use of products for water purification

Uso de produtos para purificação de água

Jaime Eduardo Pachacama-Llumiyinga ^I
quimicosjp@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0002-0450-8309>

Correspondencia: quimicosjp@yahoo.com

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 30 de julio de 2020 ***Aceptado:** 21 de agosto de 2020 * **Publicado:** 28 de agosto de 2020

- I. Ingeniero Químico, Investigador Independiente, Gerente Técnico de la Empresa Aqua & Soil, Quito, Ecuador.

Resumen

Esta investigación va a contribuir a la de purificación de agua mediante procesos modernos contemplados en la norma técnica ecuatoriana, vigente sobre agua potable. El agua es de suma importancia para todo ser viviente y el desenvolvimiento económico de cualquier región del mundo. El deterioro del agua es un gran problema que va en aumento, y es considerado uno de los principales problemas ambientales. Siempre se debe partir de un análisis físico – químico del agua problema, es decir, del agua a potabilizar, esto se realiza con la finalidad de determinar aspectos como: color, olor, sabor, turbiedad, sólidos disueltos totales, dureza total alcalinidad F, alcalinidad M, cloruros (Cl), sulfatos (SO₄), hierro (Fe), manganeso (Mn), amonio (NH₄⁺), nitritos (NO₂), nitratos (NO₃), fluoruro (F), arsénico (As), plomo (Pb) y vanadio (V). El análisis físico químico sumado al bacteriológico, nos garantizan de manera concreta que nuestra agua es apta para el consumo humano. Para la desinfección del agua: la desinfección del agua para uso humano tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos patógenos contenidos en el agua que no han sido eliminados en las fases iniciales del tratamiento del agua. Los procesos de tratamientos, por presentar una alta eficiencia en la potabilización del agua, debe ser motivo de estudio e investigación con el objeto de mejorar su diseño, manejo y operaciones de mantenimiento. Lo anterior presupone beneficios económicos que, a su vez, favorecerán las condiciones de las poblaciones con la necesidad de satisfacer sus requerimientos de agua potable.

Palabras Clave: recursos hídricos; contaminación; tratamiento químico; potabilización.

Abstract

This research will contribute to the purification of water through modern processes contemplated in the Ecuadorian technical standard, current on drinking water. Water is of the utmost importance for all living beings and the economic development of any region of the world. The deterioration of water is a great problem that is increasing, and is considered one of the main environmental problems. It should always be based on a physical-chemical analysis of the problem water, that is, of the water to be made drinkable, this is done in order to determine aspects such as: color, odor, taste, turbidity, total dissolved solids, total hardness, alkalinity F, alkalinity M, chlorides (Cl), sulfates (SO₄), iron (Fe), manganese (Mn), ammonium (NH₄⁺), nitrites (NO₂), nitrates (NO₃), fluoride (F), arsenic (As), lead (Pb) and vanadium (V). The physical-chemical analysis added to the bacteriological one, guarantee us in a concrete way that our water is suitable for human consumption. For water disinfection:

the purpose of disinfection of water for human use is to eliminate pathogenic microorganisms contained in the water that have not been eliminated in the initial phases of water treatment. Treatment processes, due to their high efficiency in the purification of water, should be the subject of study and research in order to improve their design, management and maintenance operations. This presupposes economic benefits that, in turn, will favor the conditions of the populations with the need to satisfy their drinking water requirements.

Keywords: water resources, pollution, chemical treatment, purification.

Resumo

Esta pesquisa contribuirá para a purificação da água por meio de modernos processos contemplados na norma técnica equatoriana, atual sobre água potável. A água é de extrema importância para todos os seres vivos e para o desenvolvimento econômico de qualquer região do mundo. A degradação da água é um grande problema que se agrava e é considerada um dos principais problemas ambientais. Deve-se sempre basear-se na análise físico-química da água problemática, ou seja, da água a se tornar potável, para determinar aspectos como: cor, odor, sabor, turbidez, sólidos totais dissolvidos, dureza total, alcalinidade F, alcalinidade M, cloretos (Cl), sulfatos (SO₄), ferro (Fe), manganês (Mn), amônio (NH₄⁺), nitritos (NO₂), nitratos (NO₃), fluoreto (F), arsênio (As), chumbo (Pb) e vanádio (V). As análises físico-químicas somadas às bacteriológicas, nos garantem de forma concreta que nossa água é própria para consumo humano. Para desinfecção de água: o objetivo da desinfecção de água para uso humano é eliminar os microorganismos patogênicos contidos na água que não foram eliminados nas fases iniciais do tratamento da água. Os processos de tratamento, devido à sua alta eficiência na purificação da água, devem ser objeto de estudos e pesquisas a fim de melhorar suas operações de projeto, gestão e manutenção. Isso pressupõe benefícios econômicos que, por sua vez, irão favorecer as condições das populações com a necessidade de satisfazer suas necessidades de água potável.

Palavras-chave: recursos hídricos, poluição, tratamento químico, purificação.

Introducción

De acuerdo a la OMS (2006), el agua es “esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso al agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud”. La potabilización del

agua consiste en la eliminación de compuestos volátiles seguida de la precipitación de impurezas con floculantes, filtración y desinfección con cloro.

El agua es de suma importancia para todo ser viviente y el desenvolvimiento económico de cualquier región del mundo. Los recursos hídricos aprovechables deben repartirse entre muchos usuarios, además de tener en cuenta las necesidades del entorno. A pasar los años, los recursos naturales eran considerados disponibles para cualquier uso humano, sin tener en cuenta la calidad o las necesidades para los usos ambientales. Cuando se considera la distribución del agua entre los usuarios, la agricultura es el sector de mayor demanda, además del creciente mercado en el turismo, usos urbanos e industriales, compitiendo por un acceso a un recurso cada vez menos disponible. Normalmente los recursos hídricos se obtienen de aguas superficiales o de aguas subterráneas.

El deterioro del agua es un gran problema que va en aumento, y es considerado uno de los principales problemas ambientales. De acuerdo a Fernández (2012), las principales causas, tanto para el agua dulce como la salada, “son los vertidos incontrolados de las aguas residuales urbanas e industriales, muchas veces sin tratamiento, así como las prácticas agrícolas deficientes”. La misma autora expresa que “La contaminación atmosférica, la acumulación de sustancias químicas en suelos y sedimentos, el exceso de bombeo de aguas subterráneas, la minería y otras industrias de extracción, la destrucción de zonas pantanosas, también contribuyen a su deterioro”.

Esta investigación va a contribuir a la de purificación de agua mediante procesos modernos contemplados en la norma técnica ecuatoriana, vigente sobre agua potable.

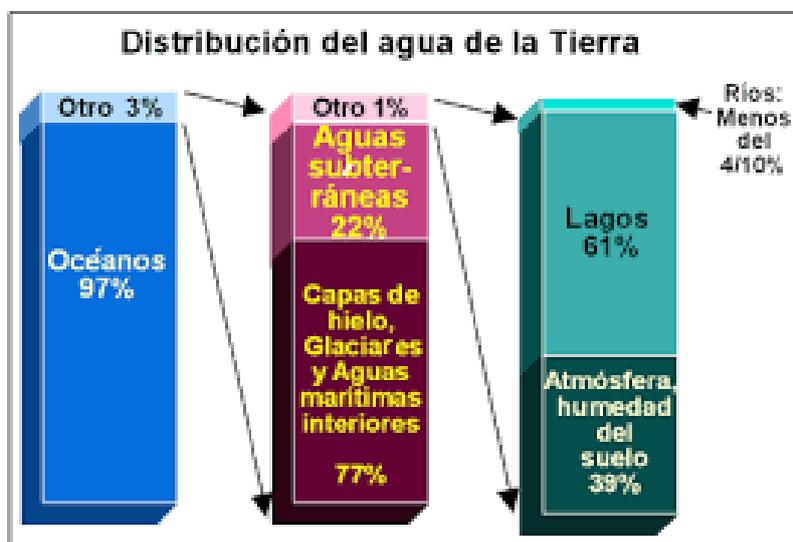
Desarrollo

El agua se distribuye por toda la vida en la Tierra. Su distribución es muy variable: en algunas regiones es muy abundante, mientras que en otras escasea. Por el contrario, a lo que muchos seres humanos creen que la cantidad total de agua en el planeta no cambia.

El agua existe en la tierra en forma sólida conocida como hielo, a su vez se encuentra el agua en forma líquida y gaseosa percibida como vapor de agua. Se puede observar en océanos, ríos, nubes, lluvia y otras formas de precipitación en frecuentes cambios de estado. Así, el agua superficial se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se infiltra en el suelo y corre hacia el mar.

El agua se localiza en la tierra en un 97 por ciento en los océanos. Pardo (2013), indica que la barra del medio en la imagen 1, representa el agua dulce en la tierra, es decir, el 3 por ciento de la primera barra expuesta del lado izquierdo. De esta porción un 77 por ciento, se encuentra en glaciares y capas de hielo, principalmente en Groenlandia y la Antártica y en los mares salados que se localizan en partes interiores de los países. El veintidós por ciento de esta porción son aguas subterráneas. La barra del lado derecho muestra la distribución de la otra porción de la barra anteriormente explicada y el remanente uno por ciento, es la humedad contenida en la atmosfera y suelos, así como la porción de los lagos y ríos.

Imagen 1. Distribución del agua del planeta tierra.



Análisis del agua

Siempre se debe partir de un análisis físico – químico del agua problema, es decir, del agua a potabilizar, esto se realiza con la finalidad de determinar aspectos como: color, olor, sabor, turbiedad, sólidos disueltos totales, dureza total alcalinidad F, alcalinidad M, cloruros (Cl), sulfatos (SO₄), hierro (Fe), manganeso (Mn), amonio (NH₄⁺), nitritos (NO₂), nitratos (NO₃), fluoruro (F), arsénico (As), plomo (Pb) y vanadio (V). El análisis físico químico sumado al bacteriológico, nos garantizan de manera concreta que nuestra agua es apta para el consumo humano.

Este análisis debe efectuarse en laboratorios acreditados. Un laboratorio acreditado es aquel que cuenta con el reconocimiento oficial de su competencia.

Para la potabilización del agua, el análisis completo consistirá en la determinación de los parámetros como organolépticos (color); físico-químicos (concentración en ion hidrógeno,

cloruros, sulfatos, sílice, sodio, magnesio, entre otros); sustancias no deseables (amonio, carbono orgánico, hidrógeno sulfurado, hidrocarburos, aceites minerales, boro, cloro, flúor, entre otros); sustancias tóxicas (plata, arsénico, cianuros, plomo, plaguicidas y productos similares, hidrocarburos poli cíclicos aromáticos, entre otros); Microbiológicos (estreptococos fecales, Clostridium sulfito reductores y test complementarios de Salmonella; Staphylococcus patógenos; bacteriófagos fecales; enterovirus; protozoos, animálculos (gusanos-larvas); radioactividad.

Tratamiento de agua

De océanos: se realiza a través del proceso de Osmosis Inversa y la desinfección.

La ósmosis inversa es un proceso de purificación de agua que utiliza una membrana parcialmente permeable para eliminar iones, moléculas no deseadas y partículas más grandes del agua potable. En la ósmosis inversa, el agua es forzada bajo una gran presión a través de membranas muy finas. Los sólidos en suspensión, colorantes, coloides, compuestos orgánicos, virus y bacterias se separan del agua durante este proceso. Se aplica una presión de hasta 100 bares. De esta forma es posible eliminar hasta un 99% de los sólidos disueltos y bacterias. Existen equipos de ósmosis inversa con un módulo de ósmosis inversa capaz de desinfectar varios litros por hora. Estos están diseñados para el uso doméstico o de laboratorio. Siguiendo el mismo principio también existen instalaciones desalinizadoras de agua de mar con una capacidad de varios cientos de metros cúbicos de agua limpia y clara por hora. Lamentablemente, del agua filtrada también se eliminan los minerales vitales para la vida. Esta agua no tiene ninguna estructura y en realidad debería mezclarse con agua dulce o ser revitalizada. La mineralización y revitalización es muy importante para este tipo de filtración para mantener estable la calidad del agua obtenida.

Desinfección por cloro y ozono: es el último proceso de tratamiento del agua de los océanos, que consiste en la eliminación de los organismos potencialmente infecciosos.

Agua de glaciares

Se hace a través de varios procesos como lo son:

- Filtración: es el método más utilizado para remover partículas pequeñas transportando el agua a través de material poroso.
- A gravedad: la filtración por gravedad es el proceso en el cual se hace pasar el agua por un filtro, y el proceso se realiza por efectos de la gravedad. Los filtros de

presión están contenidos en recipientes y el agua fluye forzada por efectos de presión a través del medio filtrante, así lo explica Arango (2005).

- A presión: por inyección de aire comprimido en una torre de oxidación rellenas de materiales de contacto (arena y carbón activado).
- Desinfección con cloro y ozono: es un proceso químico que elimina organismos patógenos.

Ríos y lagos

- Plantas convencionales: son instalaciones donde el agua cruda de ríos y lagos es sometida a diversos procesos con el objetivo de eliminar los microorganismos y los contaminantes físicos y químicos hasta los límites aceptables que estipula la normativa.
- Coagulación y floculación: la coagulación es la inyección de coagulante, se realiza en los seis canales Parshall que constituyen la unidad de mezcla rápida, mientras que la floculación se realiza en seis canales de floculación con pantallas y flujo vertical.
- Sedimentación: se refiere al proceso donde se deja que los contaminantes se depositen en el fondo por gravedad, hasta complicados procesos químicos, biológicos o térmicos.
- Filtración: se dispone de 16 filtros de gravedad y con lecho de arena.
- Desinfección: se realiza la precloración y poscloración del agua.

Imagen 2. Proceso de tratamiento del agua de ríos y lagos.



Aguas subterráneas

- Dependiendo de la zona puede tener varios elementos químicos como: hierro, dureza cálcica, flúor, arsénico, boro, silicio, metales pesados.

- Dependiendo del elemento presente, se necesita: oxidación, intercambio iónico, coagulación, floculación, filtración, resinas selectivas y desinfección.

Diseño de los sistemas de potabilización

- Caudal de tratamiento: el caudal de diseño de la planta de tratamiento debe ser el caudal máximo diario cuando se cuente con almacenamiento, o en su defecto el caudal máximo horario.
- Tipo de agua: depende de su clasificación si es potable, salada, salobre, dulce, dura, blanda, negras, grises, residuales, bruta, muertas o alcalinas.
- Fuente de agua: proveniente de los océanos, ríos, lagos, entre otras, para aplicar el respectivo tratamiento de potabilización del agua.
- Análisis físico – químico: permite medir los minerales y compuestos presentes, disueltos o en suspensión.
- Crecimiento poblacional: la cantidad de agua a potabilizar depende de la demanda poblacional.

Químicos para potabilizar

- Coagulantes inorgánicos: Policloruro de aluminio, sulfato de aluminio, cloruro férrico. En la eficacia de la coagulación influyen: pH, agitación y tipo de coagulante. EL pH es un factor crítico en el proceso de coagulación.
- Floculante: mejora el proceso de clarificación, sin embargo, tiene un costo considerable, de igual forma no existe un floculante que sea recomendable para todo tipo de agua y su selección depende del agua a clarificar. Floculantes sintéticos. Poliacrilamidas, se utilizan en clarificación y tratamiento de lodos. Poliaminas, se utilizan generalmente en clarificación.

Ventaja y desventaja entre sulfato y PAC

- Sulfato de Aluminio (Alum)
- Forma flóculo blanco casi invisible
- Se requiere normalmente un control del pH.
- El rango de trabajo de pH muy limitado
- La remoción de material orgánica en el proceso es limitada

- Problemas con agua de alta turbiedad
- Muchas veces requiere un ayudante de floculación (polímero) para flocular
- Problemas con alto contenido de Aluminio residual
- Policloruro de Aluminio (PAC)
- Normalmente no requiere un ajuste del pH
- En comparación con el Alum:
- Un rango de trabajo de pH más amplio
- Aluminio residual más bajo
- En la remoción de turbiedad y
- Manejo más fácil de producto líquido y sólido
- Menor consumo de polímero
- Menor dosis de Aluminio que con el Alum
- Velocidad de reacción muy alta
- Un pH demasiado alto para la coagulación puede bajar la remoción de sustancia orgánica.

Procesos de tratamiento de agua más importantes

Filtración: El término medio filtrante es utilizado para describir cualquier material utilizado para filtrar partículas de la corriente de flujo de un fluido. Cada filtro se fabrica con el medio filtrante apropiado para brindar la protección necesaria para la aplicación para la cual se diseñó. La filtración se realiza a través de varios materiales como se mencionan a continuación: Antracita, arena silícica, zeolita, carbón Activado, resina aniónica y catiónica y arena verde de manganeso.

Clasificación de la filtración

- Según el medio filtrante.
- Según la velocidad de filtración: Lentos y rápidos.
- Según el sentido de flujo: Ascendente, Descendente y Horizontal, mixto.
- Según la carga sobre el lecho filtrante: Presurizados y gravedad.

Desinfección del agua potable: la desinfección del agua para uso humano tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos patógenos contenidos en el agua que no han sido eliminados en las fases iniciales del tratamiento del agua.

Consecuencias del Consumo de Agua no Segura o Contaminada

Casi la mitad de la Población de los países en desarrollo padecen enfermedades transmitidas por el agua. El grupo de las enfermedades diarreicas es la causa principal de mortalidad y morbilidad infantil en los países en desarrollo. Los organismos patógenos utilizan el agua como vehículo para introducirse en el organismo humano. Algunas de estas enfermedades por agua contaminada se pueden encontrar: diarrea, amibiasis, tífus, hepatitis, ascariasis y múltiples infecciones.

Factores que intervienen en la desinfección

- pH del agua.
- Tiempo de contacto cloro – agua.
- Tipo y concentración del agente químico (CLORO).
- Temperatura.
- Microorganismos presentes.
- Calidad del agua (dureza, sólidos, color, entre otros).

pH para mejor desinfección del agua: Conviene que la desinfección se realice a $\text{pH} < 7.5$. Una vez alcanzado el punto, el tiempo de contacto debe ser > 20 min

Dicloroisocianurato de sodio: Entre sus características y beneficios se encuentran: liberación controlada, para una entrega constante de Cloro; es de rápida disolución; el material no se apelmaza en contacto con la humedad ambiental; el pH es más neutro y menos corrosivo; es fácil de manejar y de almacenamiento seguro, no enturbia el agua y no incrementa la dureza del agua.

Tricloroisocianúrico o cloro orgánico: entre sus características y beneficios están: mantiene el pH, no ensucia el agua, no eleva la dureza del agua, el ácido cianúrico, protege al cloro activo contra la degradación solar y por tanto dura más, 1,1 Kg. de tricloro es el valor recomendado máximo por día.

Control de calidad

La calidad del agua de consumo puede controlarse mediante una combinación de medidas: protección de las fuentes de agua, de control de las operaciones de tratamiento, y de gestión de la distribución y la manipulación del agua. Esto está estipulado en las NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (NTE INEN 1108) Quinta revisión 2014-01 de agua potable.

Conclusiones

El agua es un recurso básico de salud para los seres humanos, y puede ser también un factor causante de enfermedades, ya que las comunidades que no cuentan con agua potable tienen menores probabilidades de desarrollo.

Los procesos de tratamientos, por presentar una alta eficiencia en la potabilización del agua, debe ser motivo de estudio e investigación con el objeto de mejorar su diseño, manejo y operaciones de mantenimiento. Lo anterior presupone beneficios económicos que, a su vez, favorecerán las condiciones de las poblaciones con la necesidad de satisfacer sus requerimientos de agua potable.

Cabe destacar el hecho que el agua para el consumo humano debe tener con especificaciones generales de potabilidad ya establecidas en tablas de análisis, y que es de suma importancia la toma de conciencia por un lado de los entes gubernamentales a fin de suministrar a las comunidades ya sean urbanas o rurales un agua optima e inocua para su consumo, a su vez las comunidades que utilizan este recurso debe procurar disminuir los procesos contaminantes de este recurso natural que finalmente representa un 70% de nuestra vida, y que sin el cual no se podría vivir.

Referencias

1. Arango, A. (2005). La biofiltración, una alternativa para la potabilización del agua. Revista Lasallista de Investigación, vol. 1, núm. 2, 2004, pp. 61-66 Corporación Universitaria Lasallista Antioquia, Colombia. Documento en línea. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/695/69510210.pdf>
2. Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. Revista Química Viva, vol. 11, núm. 3. pp. 147-170. Universidad de Buenos Aires Buenos Aires, Argentina. Documento en línea. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

3. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA (NTE INEN 1108) Quinta revisión 2014-01 de agua potable. 2011.
4. Organización Mundial de la Salud. OMS. (2006). Guías para la calidad del agua potable. Tercera Edición. ISBN 92 4 154696 4. Documento en línea. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf
5. Pardo, A. (2013). El origen del agua terrestre: la ciencia actual. Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior, Huesca, Universidad de Zaragoza. Revista ResearchGate. Documento en línea. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280297753_El_origen_del_agua_terrestre_la_ciencia_actual_desde_la_vision_de_Odon_de_Buen.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).