

Aplicabilidad de la metodología IRCA en el Perú, una revisión de literatura

Applicability of the IRCA methodology in Peru, a literature review

Adiel Alvarez Ticllasuca 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
 adielalvarez@unat.edu.pe

Pabel Mariano Meza Mitma 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
 60631335@unat.edu.pe

Jhon Deyvis Chamorro Sinchi 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
 71378143@unat.edu.pe

Liz Roxana Ospina Castro 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
 72146829@unat.edu.pe

Karen Deysi Ramos Huamán 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
 72011273@unat.edu.pe

Olinda Torres Rojas 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
 75717871@unat.edu.pe

Yosber Ramos Quispe 

Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Perú
 71349665@unat.edu.pe

RESUMEN

El agua es una necesidad fundamental para el ser humano, sin embargo, no fue hasta el año 1958 donde se creó las “Normas Internacionales para el Agua potable” estableciéndose los parámetros para indicar cuando el agua es de consumo humano; más adelante sufrió diversas modificaciones para su mejor entendimiento. En el caso del Perú es un derecho constitucional el consumo de agua potable por Ley N° 30588, donde el 90.8% tiene acceso al servicio, pero en su mayoría dudan de la calidad de esta; por otro lado, los habitantes que no cuentan con ello buscan otras fuentes arriesgándose a consumir agua que no cumplen los parámetros admisibles afectando de esta manera a su salud. Por ende, el objetivo del estudio es analizar la aplicabilidad de la metodología IRCA en el Perú para mejorar los estándares de calidad de agua potable. El tipo de enfoque de esta investigación es descriptivo para facilitar la profundización de los detalles del tema a tratar. De acuerdo a los resultados existen varias similitudes respecto al análisis de los parámetros entre la Resolución 2115 del 2007 y el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Se concluye que no hay suficiente información sobre la aplicación de la metodología IRCA en el Perú; sin embargo, su aplicabilidad es posible si se reajusta dicho método, principalmente para indicar un número mínimo de muestreo de agua analizadas para que sea estadísticamente viable y los resultados sean confiables.

Palabras clave: Calidad de agua, Metodología IRCA, Agua potable.

Artículo de revisión

Volumen 4, Número 1, Enero - Junio, 2023
 Recibido: 09-02-2023, Aceptado: 22-05-2023



<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.115>



ABSTRACT

Water is a fundamental need for human beings, however, it was not until 1958 that the "International Standards for Drinking Water" were created, establishing the parameters to indicate when water is for human consumption; later it underwent several modifications for its better understanding. In the case of Peru, the consumption of drinking water is a constitutional right by Law No. 30588, where 90.8% have access to the service, but most doubt its quality; On the other hand, the inhabitants who do not have it look for other sources, risking consuming water that does not meet the admissible parameters, thus affecting their health. Therefore, the objective of the study is to analyze the applicability of the IRCA methodology in Peru to improve drinking water quality standards. The type of approach of this research is descriptive to facilitate the deepening of the details of the subject to be treated. According to the results, there are several similarities regarding the analysis of the parameters between Resolution 2115 of 2007 and Supreme Decree No. 031-2010-SA. It is concluded that there is not enough information on the application of the IRCA methodology in Peru; however, its applicability is possible if said method is readjusted, mainly to indicate a minimum number of water samples analyzed so that it is statistically viable and the results are reliable.

Keywords: Water quality, IRCA Methodology, Drinking water.

INTRODUCCIÓN

El agua es una necesidad fundamental para el ser humano, sin embargo, no cualquiera puede ser consumida ya que deben tener ciertos estándares de calidad establecidos por los países a fin de no causar riesgos hacia la salud y de modo que sea agradable e inocua, a ello llamamos agua potable (Angulo y Hernández, 2019). En la actualidad en nuestro país, como en diversas partes del mundo, el agua potable desempeña un papel esencial para el desarrollo y el bienestar social (SUNASS, 2004).

En los años 1958, 1961 y 1971, la Organización Mundial de la Salud (OMS) se propuso a establecer las existentes "Normas Internacionales para el Agua Potable" usando la tecnología y estándares elaborados en países desarrollados, lo que dificulta la aplicabilidad en países subdesarrollados haciéndola poca o nula (Solsona, 2002 citado por Mora et al., 2018). El conflicto hizo reconsiderar la idea de modificar dicho documento, cambiándose de "Normas" a "Guías", tomándose como título "Guías para la calidad de agua potable", a fin de evitar ser consideradas como normas legales (Solsona, 2002); más adelante por los años de 1993, 2004 y 2011 fueron modificándose y actualizando la información que brindaba (Mora et al., 2018). Hoy en día contienen valores fundamentales que guían las variables fisicoquímicas, radiológicas y microbiológicas, de modo que cada país lo adoptara según su situación económica e hídrica (OMS, 2017).

No obstante, estos valores están siendo usados como guías estandarizadas, lo que ha disminuido las investigaciones epidemiológicas en relación de la calidad de agua potable. Por ejemplo, en Centroamérica se han adoptado valores guía provisionales como estándares fijos, como ha sucedido con el arsénico siendo un valor de 0,01 mg/L (Mora et al., 2018). Otro caso es del Perú que los usa como valores referenciales para evaluar el cumplimiento de la directiva sobre control de calidad del agua (SUNASS, 2004).

Sumado a lo mencionado anteriormente, en el Perú si bien el consumo de agua potable es un derecho constitucional por Ley N° 30588, no todas las personas reciben este servicio de manera óptima. En el año móvil mayo 2019 - abril 2020, el 90,8% (29 millones 525 mil) de la población del país accede a agua para consumo humano proveniente de red pública (INEI, 2020), sin embargo el porcentaje que no lo recibe busca las maneras de conseguirla como comprar a empresas privadas, ir centros comunitarios de abastecimiento de agua, tiendas de agua envasada u otras fuentes de dudosa procedencia; además los que si lo reciben no están seguros completamente de su calidad (Angulo y Hernández, 2019), a pesar de que en el Perú existe el Decreto Supremo N° 031-2010-SA que explica a detalle cada uno de los límites máximos permisibles sobre parámetros microbiológicos y parasitológicos, calidad organoléptica, químicos orgánico se inorgánicos y radioactivos.

Una de las posibles causas a estos problemas puede ser porque no se aplican metodologías que nos ayude a

establecer una relación entre el análisis de la calidad de agua de cada parámetro correspondiente a cada muestra estudiada y su seguimiento mensual, tanto la que se distribuye a la población y las que consiguen de otras fuentes, lo que posiblemente podría afectar a la integridad de la población de no ser que se cumpla los parámetros admisibles para el consumo de agua potable (Gonzales, 2020).

Es así que la presente investigación tiene como objetivo realizar una descripción de la metodología del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) para consumo y analizar si es posible aplicar dentro del contexto peruano teniendo en cuenta cada una de los parámetros que menciona dicho método.

Metodología

Tipo de estudio

El enfoque de esta investigación es de diseño descriptivo de acuerdo a lo mencionado por Arias y

Covinos (2021), donde se distingue por tratar de especificar las características en la búsqueda de cualquier fenómeno y detallar los intereses del estudio. Además, pueden permitir la posibilidad de predecir un evento, aunque sean de forma rudimentaria.

Método

Se realizó una revisión de literatura de diferentes fuentes de investigación donde se resaltó los temas importantes, además de analizar cada uno de ellos.

Resultados y discusión:

La metodología de cálculo del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano (IRCA), está decretado en los artículos 13 al 15 de la Resolución 2115 de 2007 (7), donde los 22 parámetros (Tabla 1) que fueron examinados tienen una asociación causal entre las enfermedades de transmisión hídrica y la calidad del agua misma (Garcia et al., 2018).

Tabla 1

Valores de riesgo asignados a cada característica física, química y microbiológica, por no cumplimiento de los valores aceptables

Característica	Puntaje de riesgo	Característica	Puntaje de riesgo
Color aparente	6	Dureza total	1
Turbiedad	15	Sulfatos	1
Ph	1.5	Hierro total	1.5
Cloro residual libre	1	Cloruros	1
Alcalinidad total	1	Nitratos	1
Calcio	1	Nitritos	3
Fosfatos	1	Aluminio (Al ³⁺)	3
Manganeso	1	Fluoruros	1
Molibdeno	1	COT	3
Magnesio	1	Coliformes totales	15
Zinc	1	Escherichia coli	25

Fuente: Artículo 13 de la resolución 2115 del Ministerio de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

De acuerdo al artículo 13 de la Resolución 2115, si el valor del IRCA es cero (0) cumple con los valores aceptables para cada una de características de la tabla 1 y si es cien puntos (100) es el puntaje más alto de riesgo cuando no cumple ninguno de ellos, además si los resultados de los elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos, contemplados en los artículos 5 y 8 de la presente resolución, exceden los valores máximos aceptables, al valor del IRCA se le asignará el puntaje máximo de 100 puntos independientemente de los otros resultados.

Igualmente, se le asignará el valor de 100 puntos si hay presencia de Giardia y Cryptosporidium, teniendo en cuenta los plazos estipulados en el artículo 34 de esta resolución.

Por otro lado, el artículo 14 de la Resolución 2115 brinda las fórmulas necesarias para calcular el IRCA que se presentan a continuación:

Artículo de revisión

Volumen 4, Número 1, Enero - Junio, 2023
 Recibido: 09-02-2023, Aceptado: 22-05-2023



<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.115>



El IRCA por muestra:

$$IRCA (\%) = \frac{\sum \text{puntajes de riesgo asignado a las características no aceptables}}{\sum \text{puntajes de riesgo asignados a todas las características analizadas}} * 100$$

El IRCA mensual:

$$IRCA (\%) = \frac{\sum \text{de los IRCAs obtenidos en cada muestra realizada en el mes}}{\text{Número total de muestras realizadas en el mes}}$$

Para la interpretación de los resultados se toma en cuenta lo mencionado en el artículo 15 de la Resolución 2115, que se clasifican en invariable sanitariamente (80.1 – 100%), alto (35.1 – 80%), medio (14.1 – 35), bajo (5.1 – 14) y sin riesgo (menor a 5)

Teniendo en cuenta cada uno de los parámetros de la metodología IRCA, a continuación, se presenta la importancia del cálculo de cada uno de ellos para tener un mejor panorama de lo que implica tener agua para consumo humano:

Con respecto al color aparente, es importante para conocer el nivel de materia orgánica natural que hay en el agua, ya que su presencia es un factor de riesgo de generación de subproductos nocivos de la desinfección del agua. (Prado, Tangerino y Sánchez, 2017). Para el caso del límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 15 UCV escala Pt/Co, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En caso de la turbiedad, un análisis del mismo sirve para establecer el grado de tratamiento requerido por una fuente de agua cruda y su filtrabilidad. La tasa de filtración más adecuada es la efectividad de procesos de coagulación, sedimentación y filtración, así como para determinar la potabilidad del agua (Prado, Tangerino y Sánchez, 2017). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 2 UNT mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 5 UNT, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

El pH, es el logaritmo negativo de la concentración de ion hidrógeno, o más precisamente, de la actividad del

ion hidrógeno, en moles por litro. En función de la actividad del ion hidrógeno se denota la medida del pH (Lage, 2018). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 no indica un rango mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA comprende 6.5 a 8.5, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En el caso de cloro residual, es un método costo-efectivo para el control de enfermedades como el cólera, disentería, tifoidea, polio, entre otras, que anualmente causan más de 500 000 muertes por enfermedades diarreicas en el mundo (Quispe, 2016). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 0.3 y 2.0 mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 5 mg L-1, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

La alcalinidad total que no produce mayores problemas en el agua para consumo humano si no están altas concentraciones, pero en el caso de uso para riego da lugar a suelos más alcalinos impidiendo que ciertos nutrientes no estén disponibles para la planta (Flores y machuca, 2017). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 200 CaCO₃ mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA no presenta valor alguno, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

El calcio, en las aguas se encuentra en mayor cantidad que el magnesio siendo, salvo en raras excepciones, el catión más abundante. A las aguas pasa por simple disolución, cuando tiene su origen en los yesos o los silicatos y según el Reglamento de Calidad de Agua Potable N° 32327 de la Presidencia de la República y el Ministerio de Salud, se establece un valor recomendado de 100 ppm (Zamora, 2009), caso contrario en la Resolución 2115 se muestra un máximo permisible de 60 mg L-1. esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Las concentraciones de fosfatos, producen desarrollo de especies biológicas indeseables y la eutrofización acelerada (Lema, 2017). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 0.5 PO₄³⁻ mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA no se establece un valor,

esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Con respecto al manganeso pueden darle al agua un sabor, olor y color indeseable; además en altas concentraciones presentan problemas graves e irreversibles para la salud debido a su toxicidad, como por ejemplo trastornos del sistema nervioso, intoxicación crónica y aguda y pérdida de funciones orgánicas (Pabón, Benítez y Gallo, 2020). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 0.1 Mn mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 0.4 Mn mg L-1, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Para el caso del molibdeno, para las concentraciones bajas en la que se presenta en agua potable para consumo humano no representa peligro alguno (OMS, 2017). Sin embargo, se estableció un límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA de 0.07 Mo mg L-1, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En caso del magnesio, altas concentraciones de consumo provocan debilidad muscular, fatiga, náuseas y vómitos (OMS, 2017). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 36 mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA no determina un valor, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Con respecto al zinc, Mercedes, Mesina & Gomez (2020) menciona que en territorio argentino, el Código Alimentario Argentino (CAA) decreta que el agua potable de consumo público debe tener un límite máximo permisible de 5 mg L-1 y en grandes cantidades genera turbidez en el agua y un desagradable sabor, mientras en que en el Perú el Decreto Supremo N° 031-2010-SA y en la resolución 2115 del 2007 en el estado de Colombia dan un valor de 3 mg L-1. Este último utiliza la metodología IRCA y la distancia de valor con Argentina se le puede atribuir enfermedades relacionado a este parámetro; además la similitud con Perú permitiría el uso del IRCA.

En referencia de la dureza total, hace referencia al contenido total de iones alcalinotérreos que hay en el agua y por lo general se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonato de calcio

(CaCO₃), es decir, la concentración de Ca²⁺ y Mg²⁺ igual a 1 mM se dice que es 100 mg L-1 (Meriño & Hernández, 2017) donde la OMS (2017) menciona un valor mayor a esa forma incrustaciones en tuberías o depósitos, y menor puede corroer las tuberías a largo plazo. Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 300 CaCO₃ mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 500 CaCO₃ mg L-1, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En el caso de los sulfatos, son las sales o los Ésteres del ácido fosfórico, y los fosfatos secundarios y terciarios son insolubles en agua, a excepción del sodio, potasio y amonio, y en grandes concentraciones tiene un efecto laxante (Meriño y Hernández, 2017). Para el caso del límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 250 SO₄⁼ mg L-1, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Para el hierro total, se entiende como el hierro disuelto y el hierro suspendido en el agua, la fracción suspendida tiene una correlación con la turbiedad teniendo relación fuerte con compuestos orgánicos lo que podría provocar problemas económicos a las industrias y hogares (Docel y Forero, 2015). Para el caso del límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 0.3 mg L-1, esto da a entender otra similitud lo cual permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En el caso de cloruros, en grandes concentraciones puede causar corrosión en las tuberías metálicas, y en las estructuras y problemas de potabilidad en las aguas de consumo humano (daños estomacales y renales) (Perez, 2016). Para el caso del límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 250 Cl- mg L-1, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Con respecto a los nitratos, su alta composición en agua subterránea, destinada al consumo humano, ocasionan efectos negativos en la salud, tales como; la producción de nitrosaminas (causa del cáncer) y la disminución de la capacidad de transporte de oxígeno por la sangre, conocida como síndrome del bebé azul (Galaviz, 2010). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 10 NO₃

mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 50 NO₃ mg L-1, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Con respecto a los nitritos, en cantidades elevadas tienen la capacidad de oxidar diversos compuestos como el hierro de la hemoglobina, las aminas y amidas del cuerpo (Galaviz., 2010). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 0.10 NO₂ mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es de 3,00 en exposición corta y 0,20 en exposición larga NO₂ mg L-1, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En el caso del aluminio, produce en altas concentraciones en agua potable náuseas, vómitos, diarrea, úlceras bucales, úlceras cutáneas, erupciones cutáneas y dolores artríticos (Barba & Mesa., 2003). Para el caso del límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 0.2 Al mg L-1, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En el caso de los fluoruros en altas concentraciones en el consumo de agua puede generar una variedad de padecimientos que incluyen, entre otros, la fluorosis dental y ósea, algunos trastornos gastrointestinales y la disfunción renal (Paredes., 2004). Por lo cual el límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA es 1.0 F mg L-1, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

En cuanto al carbono orgánico total, una mayor concentración de compuestos orgánicos puede facilitar el crecimiento microbiano, afectar el funcionamiento de otros equipos y favorecer la formación de otros subproductos no deseados e incluso tóxicos (Kappe., 2015). Para el caso del límite máximo permisible en la Resolución 2115 del 2007 es 5 COT mg L-1 mientras que en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA no se establece un valor, esto da a entender un dato que varía y por ende también el uso de la metodología IRCA en el Perú.

La escherichia coli es el principal indicador bacteriano en el agua como principal indicador de contaminación fecal reciente, por su específica relación con desechos fecales y por persistir por largos periodos de tiempo en el agua y suelos tropicales (Quijada.,

2016). Para el caso del límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA no se debe presentar con valor de 0 UFC/100 ml a 35°, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Por último, los coliformes totales son bacterias gram negativas, forma de bastoncillos, estos se desarrollan en presencia en sales biliares u otros agentes tensoactivos, fermentan lactosa a 35-37°C, produciendo gas y ácido, por lo general no son peligrosas para la salud, pero son un gran indicador para la presencia de otras bacterias o virus. (Quijada., 2016). Para el caso del límite máximo permisible tanto en la Resolución 2115 del 2007 y en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA no se debe presentar con valor de 0 UFC/100 ml a 44.5°, esto da a entender otra similitud que permita el uso de la metodología IRCA en el Perú.

Sin embargo, una de las limitaciones de la metodología IRCA como indicador de calidad potable que se brinda a la población, es que no se definió un número mínimo de muestras calculadas o algún procedimiento para hallarla que asegure desde el punto de vista estadístico la eficacia y confiabilidad de los resultados; por lo que se debilita la eficacia de la toma de decisiones por parte de las instituciones para dar mejoramiento a la calidad de agua brindada (García et al., 2018).

Es por eso que cuando se desea calcular el número de muestras de agua y sea representativo estadísticamente se necesita realizar un análisis conceptual previo al muestreo y un proceso iterativo de muestreos piloto y estandarización, a fin de obtener el número correcto de muestras que optimice el proceso de recolección de información de calidad de agua real y se pueda invertir en su mejora (García & García., 2016).

CONCLUSIÓN

Tras la indagación exhaustiva de muchas fuentes bibliográficas se determinó que la aplicación de la metodología del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua (IRCA) en el Perú es muy escaso, es más, no ha sido aplicado hasta el momento, debido a que no se le toma en consideración dentro de la calidad de agua.

Tomando en cuenta que se utiliza la mayor cantidad de parámetros para el análisis de calidad de agua potable para el consumo humano entre la Resolución

2115 del 2007 y el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, la aplicabilidad de la metodología IRCA en el Perú es posible, sin embargo, se tendría que hacer algunos reajustes en la misma, principalmente en el número mínimo de muestras de agua analizadas para establecer un correcto resultado que nos den datos confiables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Angulo-Neira L. A. & Hernández-Serrano Á. E. (2019) Importancia de los servicios de agua potable y saneamiento básico en la zona rural del Perú: revisión sistemática. [Tesis de grado] Universidad Nacional del Norte
- [2] Barba, L., & Mesa, E. (2003). Recuperación De Sulfato De Aluminio De Lodos Generados Durante El Proceso De Potabilización Del Agua.
- [3] Decreto Supremo N° 031-2010-SA (febrero del 2011) Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 44 p.; ilus.
- [4] Doncel-Sanabria K. J. & Forero-Vásquez N. M. (2015) Análisis del IRCA y su relación con variables meteorológicas (precipitación y temperatura) y ubicación geográfica para el departamento de Boyacá en los años 2012-2013. Universidad de la Salle.
- [5] Flores-Gomezcoello E. M. & Machuca-Tacuri M. X. (2017) Evaluación de la calidad de agua tratada de los sectores general Vintimilla y señor de flores, de la parroquia Bayas del cantón Azogues. [Tesis de grado] Universidad de cuenca
- [6] García-Ubaque C. A., García-Ubaque J. C., Rodríguez-Miranda J. P., Pacheco-García R., & García-Vaca M. C. (2018). Limitaciones del IRCA como estimador de calidad del agua para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, 20(2), 204-207. <https://doi.org/10.15446/rsap.v20n2.65952>
- [7] Galaviz, I. (2010). Contaminación Del Agua Con Nitratos Y Nitritos Y Su Impacto En La Salud Pública En La Zona De Influencia Del Módulo De Riego (I-1) La Antigua, Ver. México. Veracruz: Institución De Enseñanza E Investigación En Ciencias Agrícolas. Obtenido de http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/429/1/Galaviz_Villa_I_DC_Agroecosistemas_Tropicales_2010.pdf
- [8] González-Contreras Liz Gabriela (2020) Evaluación del índice de riesgo de calidad de agua (IRCA) para la mejora de las condiciones de calidad del sistema de potabilización del acueducto de la vereda quiche del municipio de Chiquinquirá – Boyacá. [Tesis de grado] Universidad Católica de Colombia
- [9] Guzmán-Barragán B. L., Días Bevilacqua P., & Nava-Tovar G. (2015). Contextos locales de la vigilancia de calidad del agua para consumo humano: Brasil y Colombia. *Revista de Salud Pública*, 17(6), 961-972. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n6.40977>
- [10] INEI (2020) Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- [11] KAPPE, (2015). Carbono Orgánico Total (COT). Recuperado de <https://www.industriaquimica.es/articulos/2015112/carbono-organico-total-cot#.Y2CL8HbMLIU>
- [12] Lema, J. A. (2017). Cuantificación de la Variabilidad Espacial y Temporal de Iones de Fosfato. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/ <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14968/1/UPS-CT007384.pdf>
- [13] Mercedes-Biasi A, Mesina-German A. & Gómez-Noemi N. (2020). Determinación de Zinc en muestras de agua de ríos y red de la provincia de San Luis y aguas envasadas. *Diaeta*, 38(173), 38-48. Recuperado en 31 de octubre de 2022, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372020000400038&lng=es&tlng=es.
- [14] Meriño-Cadena D. L. & Hernández Argote E. Y. (2017) Determinación de los índices de calidad del agua potable (IRCA e IRABA M) en el municipio del Peñón, Bolívar. [Tesis de grado] Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña
- [15] Minchan-Calderón A., Vásquez-León B. G., Vásquez-Arangoitia C. L., Moreno-Gutiérrez D. L., Ordoñez-Fuentes F. M., Rojas-Arteaga N. H., Torres- Capcha P. A. & Ponce-Jara R. N. (2017) Vigilancia y control del agua. Ministerio de salud. Instituto Nacional de Salud. 1° ed. 33 pp. ISBN: 978-612-310-105-3
- [16] Mora-Alvarado D., Orozco-Gutiérrez J., Solís-Castro Y., Rivera-Navarro P. C., Cambronero-Bolaño D., Zúñiga-Zúñiga L. A. & García-

- Aguilar J. (2018) Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Costa Rica (IRCACH). *Tecnología en Marcha*. Vol. 31-3. Pág 3-14. DOI: 10.18845/tm.v31i3.3897
- [17] Ospina Botero D. (2001) *Introducción al Muestreo*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. ISBN: 9587010752
- [18] Organización Mundial de la Salud (2017) *Guidelines for Drinking-water Quality: fourth edition incorporating the first addendum*. ISBN 978-92-4-154995-0
- [19] Pabón S. E., Benítez R., Sarria-Villa R. A. y Gallo J. A. (2020) Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Ciencia e Ingeniería*, vol. 14, no. 27, páginas 9-18. DOI: <https://doi.org/ISSN1909-8367>
- [20] Pérez, E. (2016). Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v29n3/0379-3982-tem-29-03-3.pdf>
- [21] Prado, P. B. B., Tangerino, E. P., & Sánchez, I. A. (2017). Remoción de color en agua de abastecimiento utilizando proceso electrolítico y filtración directa. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(21), 22-27. Retrieved October 31, 2022, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672017000100022&lng=en&tlng=es.
- [22] Paredes, M. (2004). Concentración de fluoruro en muestras de agua potable procedente de nueve distritos de la provincia de Piura. Tesis para optar el título de Químico Farmacéutico. Trujillo- Perú.
- [23] Solsona Felipe (2002) *Guías para elaborar normas de calidad del agua de bebida en los países en desarrollo*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. División de Salud y Ambiente Organización Panamericana de la Salud. Perú
- [24] SUNASS (2004) *La calidad del agua potable*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). I.S.B.N.: 9972-2511-0-1
- [25] Quijada Rojas M. (2016) *Identificación y cuantificación de Coliformes totales y Escherichia coli en las zonas de amortiguamiento Las Delicias y Parachique en la Bahía de Sechura – Piura*. [Tesis de grado] Universidad Peruana Cayetano Heredia
- [26] Resolución 2115 (2007) Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Ministerio de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia.
- [27] Rodríguez Miranda J. P., García-Ubaque C. A., & García-Ubaque J. C. (2016). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(5), 738-745. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n5.54869>
- [28] Quispe, G. B. (2016). Concentración inadecuada de cloro residual libre en agua de hogares de Lima Metropolitana, 2016. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200027
- [29] Zamora, J. R. (2009). Parámetros fisicoquímicos de dureza total en calcio y magnesio, pH, conductividad y temperatura del agua potable analizados en conjunto con las Asociaciones Administradoras del Acueducto, noviembre del 2008. Obtenido de <file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/2842-Texto%20del%20art%C3%ADculo-4409-1-10-20121108.pdf>