

CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ICHU EN ZONAS URBANAS DEL DISTRITO DE HUANCAVELICA SEGÚN ICA-NSF

ICHU RIVER WATER QUALITY IN URBAN AREAS OF THE DISTRICT OF HUANCAVELICA ACCORDING TO ICA-NSF

Víctor G. Sánchez¹  • Elmer R. Chávez²  • Humberto G. Garayar³ 

Adiel Alvarez⁴  • Pavel Lacho⁵  • Augusto R. Manrique⁶ 

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo determinar la calidad del agua del río Ichu en zonas urbanas del distrito de Huancavelica, estableciéndose seis puntos de muestreo, estos fueron georreferenciados y las muestras de agua fueron analizadas en el laboratorio RCJ Labs Universal, se determinaron los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, siendo la demanda bioquímica de oxígeno, oxígeno disuelto coliformes fecales nitratos, pH, temperatura, sólidos totales disueltos, fosfatos totales, turbidez, en los puntos de muestreo lo cual

permitió calcular el Índice de Calidad de Agua (ICA- NSF), cuyos valores fluctuaron entre 27 y 32, representativos de una mala calidad de estas aguas, por encontrarse en el rango de 26 a 60 en la referida escala.

Palabras clave: río, parámetros físicos, parámetros químicos, parámetros microbiológicos, Índice de Calidad de Agua.

Abstract

The objective of this research was to determine the water quality of the Ichu River in urban areas of the Huancavelica district, establishing six sampling points, these were georeferenced and the water samples were analyzed in the RCJ Labs Universal laboratory, the physical parameters were determined, chemical and microbiological, being the biochemical oxygen demand, dissolved oxygen, fecal coliforms, nitrates, pH, temperature, total dissolved solids, total phosphates, turbidity, at the sampling points, which allowed the calculation of the Water Quality Index (ICA-NSF), whose values fluctuated between 27 and 32, representative of a poor quality of these waters, because they were in the range of 26 to 60 on the referred scale.

Keywords: river, physical parameters, chemical parameters, microbiological parameters, Water Quality Index

✉ Víctor G. Sánchez
victor.sanchez@unh.edu.pe

¹ Facultad de Ciencias de Ingeniería, Unidad de Posgrado, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

² Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

³ Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

⁴ Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Tayacaja, Perú.

⁵ Facultad de Ciencias de la salud, Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

⁶ Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, Universidad Nacional de Huancavelica

1. Introducción

El agua es la sustancia abiótica, más importante de la tierra y uno de los principales constituyentes del medio en el que vivimos. En estado líquido aproximadamente las tres cuartas partes de la superficie terrestre está cubierta por agua (Tebbu, 1998).

La calidad de las aguas puede ser alterada como consecuencia de las actividades antropogénicas o naturales que producen efectos adversos que cambian su valor para el hombre y la biota. El vertimiento de afluentes domésticos e industriales y de sustancias peligrosas, como: agroquímicos, lixiviados provenientes de relaves abandonados de la minería y de botaderos de residuos sólidos a los cuerpos de agua genera la necesidad de aplicar un instrumento para dar seguimiento a la calidad de las aguas (BOE. 1996).

Siendo, la contaminación del agua la que afecta plantas y organismos que viven en estos cuerpos de agua, y en la mayoría de los casos afecta no solamente a las especies individuales y poblaciones, sino también a las comunidades biológicas (Balls, 1994). Por tanto, el Índice de Calidad del Agua (ICA), consiste básicamente en un conjunto de parámetros, las cuales son utilizados para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de las cuencas, comparando la calidad del

agua de diferentes tramos de la misma cuenca además de compararlo con la calidad de agua de diferentes cuencas alrededor del mundo.

Es así, que frente a este problema se propone utilizar los índices antes mencionados, cómo está la calidad del agua del río Ichu en zonas urbanas del distrito de Huancavelica, debido a que en su recorrido, las características ecológicas, geográficas, fisiográficas y biológicas, influyen en la variación de los parámetros del agua (Acosta *et al.*, 2009), abarcando diversidad de micro ecosistemas y factores antropomorfas que tendrían influencia directa sobre la calidad físico-química y microbiológica del agua (Branco y Murgel, 1984). Por tanto, es importante conocer la calidad del agua para posteriormente determinar su uso.

2. Material y métodos

2.1 Sistema de Muestreo

Fueron seleccionados seis puntos a lo largo del río Ichu, correspondientes al distrito de Huancavelica, desde Chuñuranra hasta la altura del puente de Santa Rosa. Los puntos de muestreo se consideraron de acuerdo a los criterios del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales – Autoridad Nacional del Agua (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA). (ver Tabla 1)

Tabla 1. Ubicación e identificación de los puntos de muestreo.

Puntos de monitoreo	Coordenadas	Referencia Geográfica
PM-1	Latitud: 12°48'11.13"s Longitud: 75° 2'53.33"o	Captación de la planta de tratamiento EMAPA
PM-2	Latitud: 12°46'24.67"s Longitud: 75° 1'11.34"o	Altura camal municipal (Chuñuranra)
PM-3	Latitud: 12°46'43.43"s Longitud: 4°59'38.49"o	Altura del Instituto Superior Tecnológico Huancavelica
PM-4	Latitud: 12°47'13.03"s Longitud: 4°58'46.48"o	Altura puente del colegio nacional la Victoria de Ayacucho
PM-5	Latitud: 12°46'54.11"s Longitud: 4°57'52.48"o	Altura del puente del ejército de Huancavelica
PM-6	Latitud: 12°47'3.56"s Longitud: 4°56'25.67"o	Altura del puente de Santa Rosa.

2.2 Toma de las muestras de agua

La toma de muestras se realizó de acuerdo al APHA (2005), que consistió en el uso de frasco de vidrio esterilizados de boca ancha con tapa (1,2 litros), limpias y rotuladas. Para la recolección de las muestras, el recipiente se enjuagó con agua de la misma fuente y seguidamente se sumergió en forma inclinada en un ángulo de 30° y a una altura 20 cm de profundidad, dirigiendo la boca del frasco en sentido contrario a la corriente natural. Luego, se etiquetó y acondicionó adecuadamente para su traslado al laboratorio certificado respectivo

Se utilizó la técnica de muestreo sistemático cumpliendo los criterios de identificación, accesibilidad y representatividad. En el muestreo se tomarán muestras correspondientes a los 6 puntos de muestreo, con tres evaluaciones por cada punto de muestreo, totalizando 15 muestras para analizar (evaluadas cada 30 días).

2.3 Técnicas y procesamiento de análisis de datos

Para calcular el índice de calidad del agua ICA – NSF se consideraron los nueve parámetros que este índice considera: Coliformes fecales, pH, Oxígeno disuelto, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Fosfatos totales, Temperatura, Turbidez y Solidos totales disueltos. Y para el análisis de los datos obtenidos se utilizará el programa ICA TEST 1,0, para cada punto de estudio y para el análisis estadístico se utilizará el software SAS V. 3,1.

El resultado final es interpretado de acuerdo con la siguiente escala de clasificación, en la que el fondo representa el color correspondiente a cada rango.

Tabla 1. Escala de calidad del agua según ICA-NSF

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91 a 100
Buena 71 a 90		71 a 90
Regular 51 a 70		51 a 70
Mala 26 a 50		26 a 50
Pésima 0 a 25		0 a 25

3. Resultados

A continuación, se muestran tablas donde se reportan los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

de las tres mediciones; así mismo se muestran los sub índices respectivos (S_i), y su índice de calidad promedio (W_i).

Tabla 2. Cálculo del índice de Agua ICA-NSF, determinado en ICATest v1.0 para para el PM-1

Parámetro	Unidad	Resultado de parámetro	Valor Q (S_i)	Factor de pond. (W_i)	Subíndice Subtotal
DBO ₅	mg/L	17,2	5	0,11	0,55
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	4,4	35,57	0,17	6,05
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1 500	20	0,16	3,2
Nitratos	mg/L	9,5	2,75	0,1	0,28
pH	Unidad	7,4	0	0,11	0
Temperatura	°C	13	34,4	0,1	3,44
Sólidos totales disueltos	mg/L	40	86	0,07	6,02
Fosfatos totales	mg/L	0,5	13	0,1	1,3
Turbidez	NTU	2	93	0,08	7,44
Índice					28,28

En la tabla 2, se observa el índice de calidad de agua calculado sobre la base de los nueve parámetros y los resultados que más incidieron negativamente contra el valor de Q en el cálculo de este ICA son demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno

disuelto, coliformes fecales, nitratos y fosfatos totales, resultando un índice de 28,28 y según la escala de calidad del agua ICA-NSF el comportamiento del agua es mala.

Tabla 3. Cálculo del índice de Agua ICA-NSF, determinado en ICATest v1.0 para para el PM-2

Parámetro	Unidad	Resultado de parámetro	Valor Q (S_1)	Factor de pond. (w_1)	Subíndice
DBO	mg/L	20,7	5	0,11	0,55
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	5,2	46,43	0,17	7,89
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1 852	18,59	0,16	2,97
Nitratos	mg/L	13,7	1	0,1	0,1
pH	Unidad	7,4	0	0,11	0
Temperatura	°C	13	34,4	0,1	3,44
Sólidos totales disueltos	mg/L	40	86	0,07	6,02
Fosfatos totales	mg/L	0,6	10	0,1	1
Turbidez	UNT	5	86	0,08	6,88
Índice					28,85

En la tabla 3, se observa el índice de calidad de agua calculado sobre la base de los nueve parámetros y los resultados que más incidieron negativamente contra el valor de Q en el cálculo de este ICA son demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno

disuelto, coliformes fecales, nitratos, temperatura y fosfatos totales está en rango de mala a muy mala, resultando un índice de 28.85 y según la escala de calidad del agua ICA-NSF el comportamiento del agua es mala.

Tabla 4. Cálculo del índice de Agua ICA-NSF, determinado en ICATest v1.0 para para el PM-3

Parámetro / Unidad	Resultado de parámetro	Valor Q (S1)	Factor de pond. (w1)	Subíndice
DBO (mg/L)	25,8	5	0,11	0,55
Oxígeno disuelto (mgO ₂ /L)	4,5	36,93	0,17	6,28
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	2200	17,6	0,16	2,82
Nitratos (mg/L)	13	46,29	0,1	4,63
pH (Unidad)	7,5	0	0,11	0
Temperatura (°C)	13	34,4	0,1	3,44
Sólidos totales disueltos (mg/L)	40	86	0,07	6,02
Fosfatos totales (mg/L)	0,5	13	0,1	1,3
Turbidez (UNT)	5	86	0,08	6,88
Índice				31,92

En la tabla 4, se observa el índice de calidad de agua calculado sobre la base de los nueve parámetros y los resultados que más incidieron negativamente contra el valor de Q en el cálculo de este ICA son demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno disuelto, coliformes fecales, nitratos,

temperatura y fosfatos totales, resultando un índice de 31,92 y según la escala de calidad del agua ICA-NSF el comportamiento del agua es mala.

Tabla 5. Cálculo del índice de Agua ICA-NSF, determinado en ICATest v1,0 para para el PM-4

Parámetro	Unidad	Resultado de parámetro	Valor Q (S1)	Factor de pond. (w1)	Subíndice
DBO	mg/L	27,2	5	0,11	0,55
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	4,9	42,36	0,17	7,2
Coliformes fecales	NMP/100 ml	2267	17,47	0,16	2,8
Nitratos	mg/L	13,2	1	0,1	0,1
pH	Unidad	7,4	0	0,11	0
Temperatura	°C	13	34,4	0,1	3,44
Sólidos totales disueltos	mg/L	43	86,15	0,07	6,03
Fosfatos totales	mg/L	0,6	10	0,1	1
Turbidez	UNT	6	84	0,08	6,72
Índice					27,84

En la tabla 5, se observa el índice de calidad de agua calculado sobre la base de los nueve parámetros y los resultados que más incidieron negativamente contra el valor de Q en el cálculo de este ICA son demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno

disuelto, coliformes fecales, nitratos, temperatura y fosfatos totales, resultando un índice de 27,84 y según la escala de calidad del agua ICA-NSF el comportamiento del agua es mala.

Tabla 6. Cálculo del índice de Agua ICA-NSF, determinado en ICATest v1.0 para para el PM-5

Parámetro	Unidad	Resultado de parámetro	Valor Q (S1)	Factor de pond. (w1)	Subíndice
DBO	mg/L	27,0	5	0,11	0,55
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	4,5	36,93	0,17	6,28
Coliformes fecales	NMP/100 MI	2270	17,46	0,16	2,79
Nitratos	mg/L	13,2	1	0,1	0,1
pH	Unidad	7,4	0	0,11	0
Temperatura	°C	14	32,8	0,1	3,28
Sólidos totales disueltos	mg/L	45	86,25	0,07	6,04
Fosfatos totales	mg/L	0,5	13	0,1	1,3
Turbidez	UNT	6	84	0,08	6,72
Índice					27,06

En la tabla 6, se observa el índice de calidad de agua calculado sobre la base de los nueve parámetros y los resultados que más incidieron negativamente contra el valor de Q en el cálculo de este ICA son demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno

disuelto, coliformes fecales, nitratos, temperatura y fosfatos totales, resultando un índice de 27,06 y según la escala de calidad del agua ICA-NSF el comportamiento del agua es mala.

Tabla 7. Cálculo del índice de Agua ICA-NSF, determinado en ICATest v1.0 para para el PM-6

Parámetro	Unidad	Resultado de parámetro	Valor Q (S1)	Factor de pond. (w1)	Subíndice
DBO	mg/L	27,2	5	0,11	0,55
Oxígeno disuelto	mg O ₂ /L	4,3	34,21	0,17	5,82
Coliformes fecales	NMP/100 MI	2273	17,45	0,16	2,79
Nitratos	mg/L	13	46,29	0,10	4,63
pH	Unidad	7,3	0	0,11	0
Temperatura	°C	14	32,8	0,10	3,28
Sólidos totales disueltos	mg/L	50	86,5	0,07	6,06
Fosfatos totales	mg/L	0,6	10	0,10	1
Turbidez	UNT	6	84	0,08	6,72
Sumatoria Subíndice					30,85

En la tabla 7, se observa el índice de calidad de agua calculado sobre la base de los nueve parámetros y los resultados que más incidieron negativamente contra el valor de Q en el cálculo de este ICA son demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), oxígeno disuelto, coliformes fecales, nitratos, temperatura y fosfatos totales, resultando un índice de 30,85 y según la escala de calidad del agua ICA-NSF el comportamiento del agua es mala.

4. Discusión

Respecto a los criterios de BROWN *et al.*, 1970, según el Índice de calidad de agua de la Fundación de Sanidad Nacional de Estados Unidos (ICA-NSF), en los puntos de muestreo se encuentra en el rango calidad de agua de 26 a 50 en la escala de color naranja, con una clasificación de mala calidad, y no puede ser usada para abastecimiento público, ni para recreación en cualquier tipo de deporte acuático, para uso en pesca y vida acuática se limita para

peces muy sensitivos, para la agricultura con una purificación menor para cultivos que requieran alta calidad, para la industria con una purificación menor requieran alta calidad. Esto difiere con Custodio *et al.*, (2014) en su estudio realizado en el departamento de Junín, donde sus resultados demuestran que las aguas del río Cunas en Junín, aún no experimentan severos problemas de contaminación, considerando que las aguas según el ICA-NSF son de calidad “buena”, se pudieron contemplar una importante diversidad de vida acuática y también pueden ser consideradas para todo tipo de recreación, respecto a nuestro estudio según el ICA-NSF la calidad del agua del río Ichu es de mala calidad, lo que podemos diferenciar como la calidad del agua varía de un rango a otro, a causa de los distintos usos que se les va dando durante su recorrido.

Según Hernández *et al.*, (2009) en su estudio realizado en el río Tecolutla desde Coyutla hasta Gutiérrez Zamora en México

en el departamento de Veracruz, de acuerdo al ICA-NSF, durante el periodo de monitoreo se obtuvo un valor de 51,94 en el rango de 51-70, como agua de calidad “regular”, con pequeñas fluctuaciones, sin embargo el parámetro detonante fueron los coliformes fecales en esta zona por la presencia de comunidades aledañas, siendo en nuestra investigación los parámetros detonantes la demanda bioquímica de oxígeno, el oxígeno disuelto, fosfatos, turbidez y coliformes fecales ya que en nuestra evaluación en la parte baja había presencia de pobladores en el cual se encontró según el ICA-NSF valores en el rango calidad de agua de 26 a 50 de 67,48 como agua de calidad “mala”.

Según Albuja (2012), la calidad del agua de la quebrada Ashintaco en la provincia de Pichincha, Ecuador, se califica como “buena” de acuerdo al índice ICA-NSF que arrojó resultados 88.60, estableciendo que el agua podría ser utilizada para el consumo humano o para riego con un tratamiento purificador simple, comparando los parámetros físico químicos con las normas legales, apoyan el resultado del índice de calidad, observándose concentraciones adecuadas de oxígeno disuelto lo cual es importante ya que demuestra que no se trata de agua estancada, de acuerdo al estudio realizado en la quebrada Cruz de Motupe, se puede observar que la mayoría de parámetros están dentro de los estándares de calidad las cuales concuerdan con los buenos resultados del índice, esto difiere con los resultados encontrados en este estudio donde algunos parámetros no están dentro de los estándares de calidad y por tanto muestra un índice de agua de mala calidad para el río Ichu.

Según Garcés y Flórez (2014), en su estudio realizado en Colombia en el departamento de Córdoba, aplicaron el ICA-NSF, registrando una condición de calidad media para los ríos. Caño Betancí y Bongo Mocho, que, en los periodos de agua en descenso y ascenso, se presentó una calidad media, con mayor valor para este último periodo (ICA= 54.1) y Maracayo y Hamacas, durante el periodo de aguas bajas se registró los menores valores del índice con una condición de calidad mala del agua (ICA= 46.4). Comparando con el área de estudio donde realizamos la investigación, podemos considerar que caudal del río Ichu no varían, ya que el tiempo de evaluación fue corto y no alcanzaban los cambios de estación del año, por esos motivos la calidad del agua respecto al río no se encontró cambios significativos en la evaluación del ICA-NSF respecto a estiaje y avenida.

Los aspectos ambientales identificados en el área de intervención corresponden a las fases de operación de las actividades que allí se desarrollan y fueron valorados en función de la Ley General del Ambiente y del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. De acuerdo con estas normas, se consideran a las aguas del río Ichu en la categoría 1, por tratarse de aguas destinadas para el consumo poblacional y recreacional, así como para la conservación del ambiente acuático, respectivamente, sobre todo en las estaciones de que están en la zona urbana más pobladas.

Los impactos que ocasionan las descargas de afluentes líquidos y la emisión de residuos sólidos sobre la calidad del agua del río Ichu, de acuerdo con el análisis e

interpretación de los resultados obtenidos, puede considerarse como un impacto ligeramente moderado en el caso de la estaciones de muestreo, esto significa que, si se suspenden las acciones de las actividades humanas identificadas sobre este factor ambiental, el impacto sería compatible y no precisaría la aplicación de medidas correctivas, habría una recuperación inmediata de los estados químico y ecológico; es decir, las condiciones de calidad del agua estarían cercanas a los niveles naturales (Ferrer, Y., 2009).

5. Conclusiones

El índice de calidad de agua (ICA-NSF) calculado sobre la base de los nueve parámetros en los puntos de muestreo permitió calcular valores fluctuaron entre 27 y 32, representativos de una mala calidad de estas aguas del río Ichu, por encontrarse en el rango de 26 a 60 en la referida escala.

Referencias bibliográficas

American Public Health Association (APHA). (2005). Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. Washington DC.

Balls, P.W. (1994). Nutrients inputs to estuaries from nine Scottish East Coast Rivers; influence of estuarine processes on inputs to the North Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 39, 329-352.

Bustamante T, Monsalve D, García R. (2008). Análisis de la calidad del agua en la cuenca media del río Quindío con base en índices físicos, químicos

y biológicos. *Rev. Invest. Univ. Quindío*; 1(18): 22 – 31.

Calla L. (2010). Calidad del agua en la cuenca del río Rímac – sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras. [Tesis para optar el grado académico de Magister en Ciencias Ambientales]. Lima: Universidad Mayor de San Marcos. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.04>

Carbajal F. (2009). Impacto ambiental y social del vertimiento de residuos sólidos y escombros sobre la calidad del río Medellín y de algunos de sus efluentes. *Ago Usb.*; 9 (1): 225-265.

Custodio VM, Pantoja ER. (2012). Impactos antropogénicos en la calidad del agua del río Cunas. *Revista Apuntes de ciencia & sociedad*. 02(02): 130-137

Mamani V.E. (2012). Informe principal: Propuesta de estándares nacionales de calidad ambiental para agua subterránea. Dirección General de Calidad Ambiental. Ministerio del Ambiente del Perú.

Pérez CA, Rodríguez A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Rev. Biol. Trop.* 56(4): 1905-1918. DOI: 10.15517/rbt.v56i4.5769

PREQB. (2004). Puerto Rico Environmental Quality Board, Puerto Rico Water Quality Inventory and List of Impaired Waters, 2004 – 305 (b) /303 (d) Final Report.

Tebbut. (1998). Fundamentos de control de calidad del agua, Editorial Limusa, México, 239p